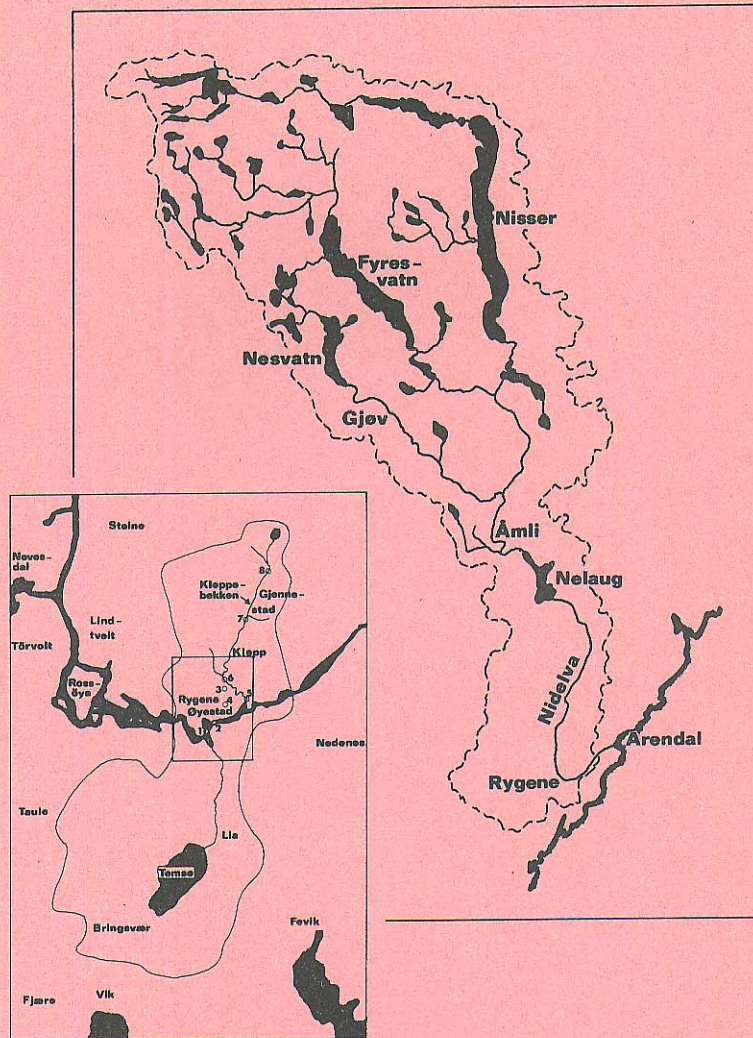


O-86149

Avrenning fra barkfyllinger ved Rygene i nedre del av Nidelva, Aust-Agder



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor

Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen

Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:

O-86149

Undernummer:

Løpenummer:

2077

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

AVRENNING FRA BARKFYLLINGER VED RYGENE
I NEDRE DEL AV NIDELVA, AUST-AGDER

Dato:

20.01.88

Prosjektnummer:

O-86149

Forfatter (e):

ATLE HINDAR OG MAGNE GRANDE

Faggruppe:

Geografisk område:

Aust-Agder

Antall sider (inkl. bilag):

32

Oppdragsgiver:

RYGENE SMITH & THOMMESEN A/S

Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):

Ekstrakt: Avrenning fra tre barkfyllinger ved Rygene nederst i Nidelva er gjennomført i perioden mai 1986-september 1987. Målingene viste at avrenningen fra barkfyllingene ved Øyestad kirke og Øyestad gård var sterkt forurensset. Jern- og manganinnholdet var svært høyt. I tillegg var konsentrasjonen av løste organiske syrer høyt. Nedbrytingen i det reduktive miljøet i fyllingene førte dessuten til reduksjon av nitrat til ammonium. Avrenningen fra barkfyllingen ved Øyestad kirke var giftig for lakseyngel, men ved en fortykning på mer enn 4-8 ganger med Nidelva-vann overlevde lakseyngelen (0) gjennom hele forsøket. Avrenningen fra barkfyllingene hadde ingen merkbar effekt på vannmassene i Nidelva, verken i området med redusert vannføring eller nedenfor dette terskelområdet.


4 emneord, norske:

1. Barkfyllinger
2. Avrenning
3. Tremasseindustri
4. Terskelområde

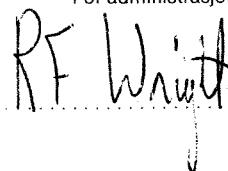
4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder:



For administrasjonen:



ISBN - 82-577-1344-9

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
SØRLANDSAVDELINGEN
GRIMSTAD

O-86149

AVRENNING FRA BARKFYLLINGER VED RYGENE
I NEDRE DEL AV NIDELVA, AUST-AGDER.

Grimstad, desember 1987

Saksbehandler: Atle Hindar

Medarbeidere: Magne Grande
Rolf Høgberget
Tor Mindrebø

FORORD

Undersøkelsens formål er å måle kvalitet og mengde av avrenningsvann fra tre barkfyllinger ved Rygene nederst i Nidelva ved Arendal. En vil klarlegge hvordan avrenningen påvirker vannkvaliteten i Nidelva, og om den kan ha giftig virkning på fisk.

Treforedlingsbedriften Rygene Smith & Thommesen A/S har finansiert undersøkelsen, delvis etter pålegg fra Fylkesmannen i Aust-Agder. NIVA-Sørlandsavdelingen er ansvarlig for gjennomføringen av prosjektet. En giftighetstest på lakseyngel er gjennomført av Magne Grande ved NIVA i Oslo.

Arbeidet med undersøkelsen er skjedd i nært samarbeid med Rygene Smith & Thommesen A/S. Vannføring fra to av barkfyllingene er registrert av bedriftens ansatte ved ukentlige målinger. I tillegg har NIVA foretatt vannføringsmålinger i forbindelse med feltarbeidet. Beregninger av barkfyllingenes volum er gjort av NIVA. Undersøkellesprogrammet er utformet i samarbeid med Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder.

Prøvetakingsprogrammet ble utvidet i august og september i 1987, idet en ville framskaffe data for øvrige forurensingstilførsler fra området oppstrøms barkfyllingene ved Øyestad gård og Øyestad kirke. Utvidelsen var et resultat av initiativ fra Fylkesmannen i Aust-Agder. NIVA samlet for egen regning en prøveserie i området oppstrøms barkfyllingen i Regeviga for å få et inntrykk av hvordan Temsebekken kan påvirke Nidelva i terskelområdet.

For å kunne beregne avrenningsvannets betydning for vannkvaliteten i terskelområdet og i Nidelva nedenfor Helle, er det også innhentet vannføringsmålinger fra Nidelva ovenfor og i terskelområdet. Disse dataene samles inn i regi av Aust-Agder Kraftverk.

Grimstad, desember 1987

Atle Hindar

INNHOLDSFORTEGNELSE

SIDE

1.	KONKLUSJONER	4
2.	INNLEDNING	5
3.	MATERIALE OG METODER	6
3.1.	Avrenning fra barkfyllingen i Regeviga	7
3.2.	Avrenning fra barkfyllingene ved Øyestad gård og Øyestad kirke	7
3.3.	Forsøk med laks i avrenningsvann fra barkfyllingen ved Øyestad kirke	11
4.	RESULTATER OG DISKUSJON	12
4.1.	Avrenning fra barkfyllingen i Regeviga	12
4.2.	Avrenning fra barkfyllingene ved Øyestad gård og Øyestad kirke	16
4.3	Giftighetstest på laks med avrenningsvann fra barkfyllingen ved Øyestad gård	19
5.	REFERANSER	22
6.	PRIMÆRDATA	23

1. KONKLUSJONER

Avrenning fra tre barkfyllinger ved Rygene nederst i Nidelva er gjennomført i perioden mai 1986-september 1987. Målingene viste at avrenningen fra barkfyllingene ved Øyestad kirke og Øyestad gård var sterkt forurensset. Jern- og manganinnholdet var svært høyt. I tillegg var konsentrasjonen av løste organiske syrer høyt. Nedbrytingen i det reduktive miljøet i fyllingene førte dessuten til reduksjon av nitrat til ammonium.

Avrenningen fra barkfyllingen ved Øyestad kirke var giftig for lakseyngel, men ved en fortykning på mer enn 4-8 ganger med Nidelva-vann overlevde lakseyngelen (0+) gjennom hele forsøket.

Avrenningen fra barkfyllingene hadde ingen merkbar effekt på vannmassene i Nidelva, verken i området med redusert vannføring eller nedenfor dette terskelområdet. Det skyldes at den totale mengden forurensende stoffer fra fyllingene er liten i forhold til de store vannmengdene i Nidelva og i Nidelvas terskelområde. Det ser imidlertid også ut til at de reduserte jern- og manganforbindelsene og de løste organiske forbindelsene oksyderes før de når ut i hovedelva.

Det er sannsynlig at avrenning fra landbruket kan ha relativt sterk innflytelse på vannkvaliteten i terskelområdet, fordi minstevannføringen i området kan være relativt liten i forhold til lokal tilrenning i flomperioder. Det er særlig konsentrasjonen av nitrogenforbindelsene som har økt.

2. INNLEDNING

Avrenning fra barkfyllinger kan ha sterkt forurensende effekt på overflatevann (Laake 1977). Det er særlig metallene jern og mangan og løste organiske syrer som føres ut med avrenningsvannet.

Årsaken til denne lekkasjen er at nedbrytingen av barken foregår uten tilstrekkelig tilgang på oksygen. Nedbrytingen blir derfor ufullstendig og foregår ved at andre stoffer brukes som oksidasjonsmiddel.

I undersøkelser av tilsvarende fyllplasser for treavfall, som de tre undersøkte ved Rygene, ser det ut til at forurensningen først og fremst er av lokal art. Det skyldes at de reduserte eller ufullstendig nedbrudte forbindelsene oksideres eller brytes mer fullstendig ned når de kommer ut i overflatevannet. Hvis fyllingene dertil ligger i små ravinedaler eller tilsvarende dalsøkk, vil ikke alltid de totale mengdene av forurensende stoffer være skadelige for større vassdrag.

Denne undersøkelsen er gjennomført for å se i hvilken grad tre barkfyllinger ved Rygene i nedre del av Nidelva i Aust-Agder påvirker vannkvaliteten i et terskelområde i Nidelva. Det var dessuten av interesse å finne svar på om avrenningen fra fyllingene var giftig for fisk.

3. MATERIALE OG METODER

Det undersøkte området ligger i nedre del av Nidelva (Arendalsvassdraget), figur 1 og 2, der E 18 krysser elva. Her nyttes elva til kraftproduksjon. Elva er demt opp. Omkring 200 m³ vann ledes gjennom kraftverket og deretter til en omløpstunnel. Resten går i elvas hovedløp, der det er bygget terskler for å gi et større vannspeil. Terskelområdet strekker seg fra Rygene-dammen og ned til Helle. Området er vist i figur 3, der også plasseringen av fyllingene er med.

Treforedlingsbedriften Rygene Smith & Thommesen A/S ligger i terskelområdet, umiddelbart nedenfor Rygene-dammen (figur 3). Trefiberavfall ledes til omløpstunnelen fra kraftverket. Barkavfall er deponert forskjellige steder i området og er i tillegg brukt som fyllmateriale ved utbyggingsprosjekter.

Beregningene av barkfyllingenes volum ble gjort ved bruk av planimeter på økonomisk kartverk. Vannprøver er samlet inn omtrent en gang pr. måned i perioden juni 1986 - november 1986 og mai 1987 - september 1987.

Analyseparametre framgår av primærtabellene bak i rapporten. Undersøkelser av tilsvarende fyllinger viser at jern og mangan kan reduseres i fyllingene og transporteres ut med avrenningsvannet. Disse metallene er derfor fulgt spesielt. Det samme gjelder løste organiske forbindelser som kan forekomme i slik avrenning.

Pga tilførsel av oksygen fra lufta er redusert jern og mangan blitt felt ut mellom prøvetaking og analyse i to vannprøver. Prøvene ble dekantert i laboratoriet slik at analyseverdiene viser lavere konsentrasjoner enn de som fantes i avrenningsvannet. Dette er markert i datatabellene bak i rapporten. Dette forholdet har trolig ingen konsekvenser for de konklusjoner som framkommer i rapporten fordi det bare dreier seg om prøvene fra en enkelt dag.

3.1. Avrenning fra barkfyllingen i Regeviga

Barkfyllingen i Regeviga ligger på en steinfylling i terskelområdet ved Rygene i Nidelva (figur 3). Ytterst ligger et lag på ca. 10 cm bark, innerst er laget 60-70 cm. Barken er ikke tildekket, men er tilsådd.

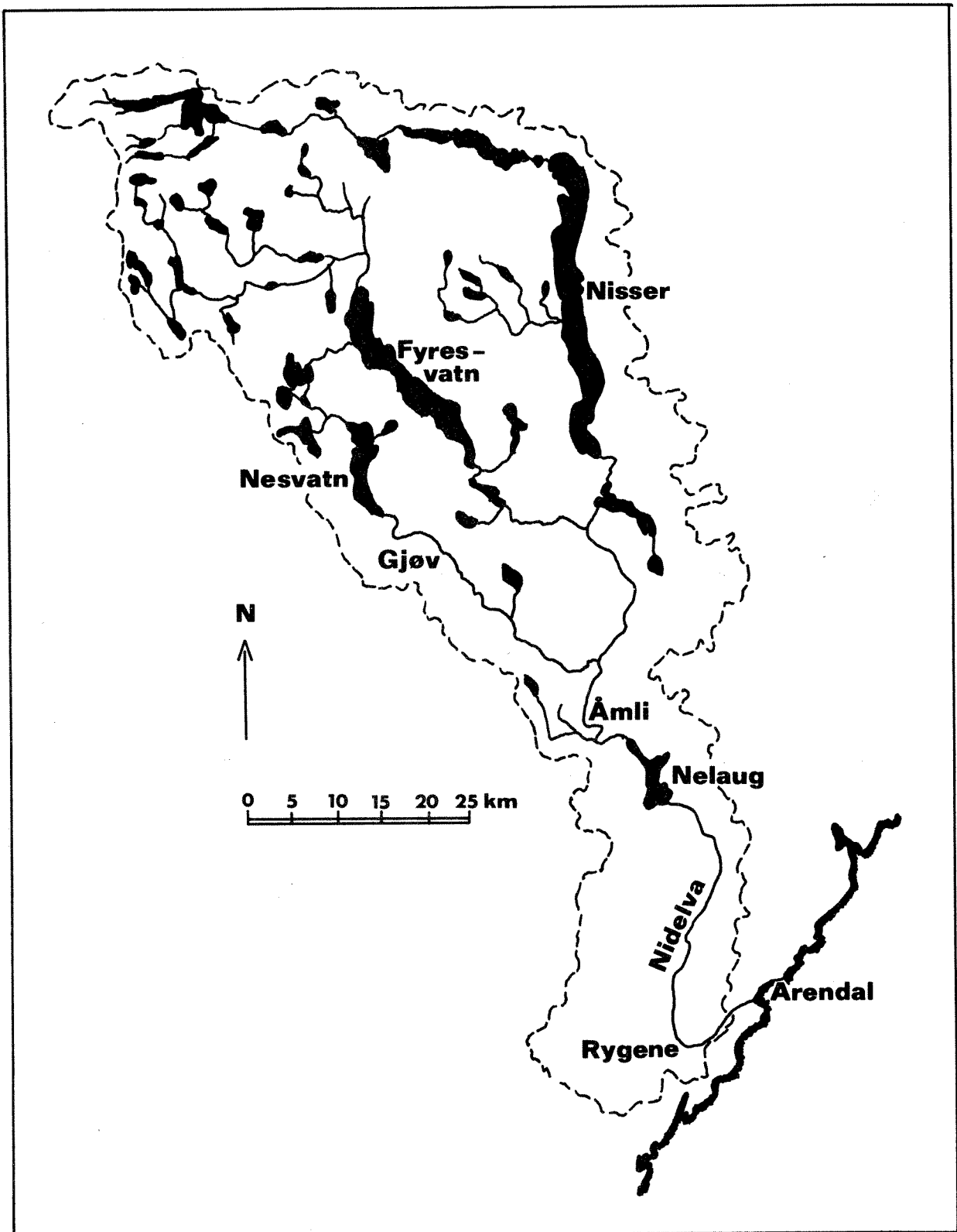
Det er ikke praktisk mulig å samle sigevannet fra denne barkfyllingen til analyse og måling av avrenningsmengde. Det er derfor tatt prøver i elva oppstrøms og nedstrøms fyllingen for om mulig å registrere vannkjemiske endringer.

Ved stasjonen nedstrøms fyllingen ble det antatt at vannkvaliteten ikke alltid er homogen hvis det er betydelig avrenning fra fyllingen. 3-9 prøver er derfor tatt i et tverrsnitt av elva her.

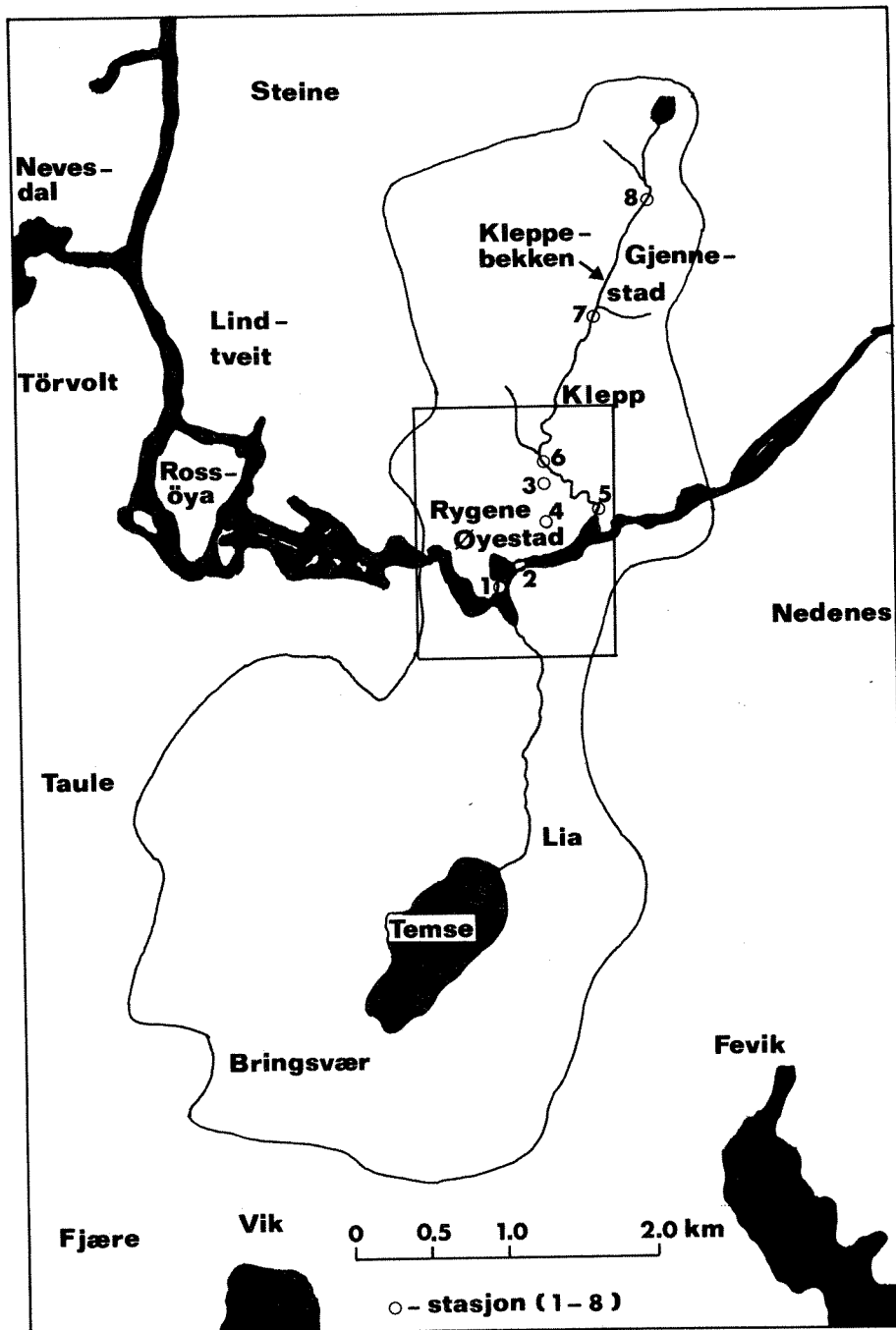
3.2. Avrenning fra barkfyllingene ved Øyestad gård og Øyestad kirke.

Plasseringen av barkfyllingene ved Øyestad gård og Øyestad kirke er vist i figur 3. Avrenningen fra fyllingene samles her opp og kan måles i overløp. Måledammen har ved enkelte anledninger hatt lekkasje slik at virkelig vannføring ut av dammen har vært større enn den målte. Dette har ført til at beregnede mengder av forurensningskomponenter kan ha blitt for lave.

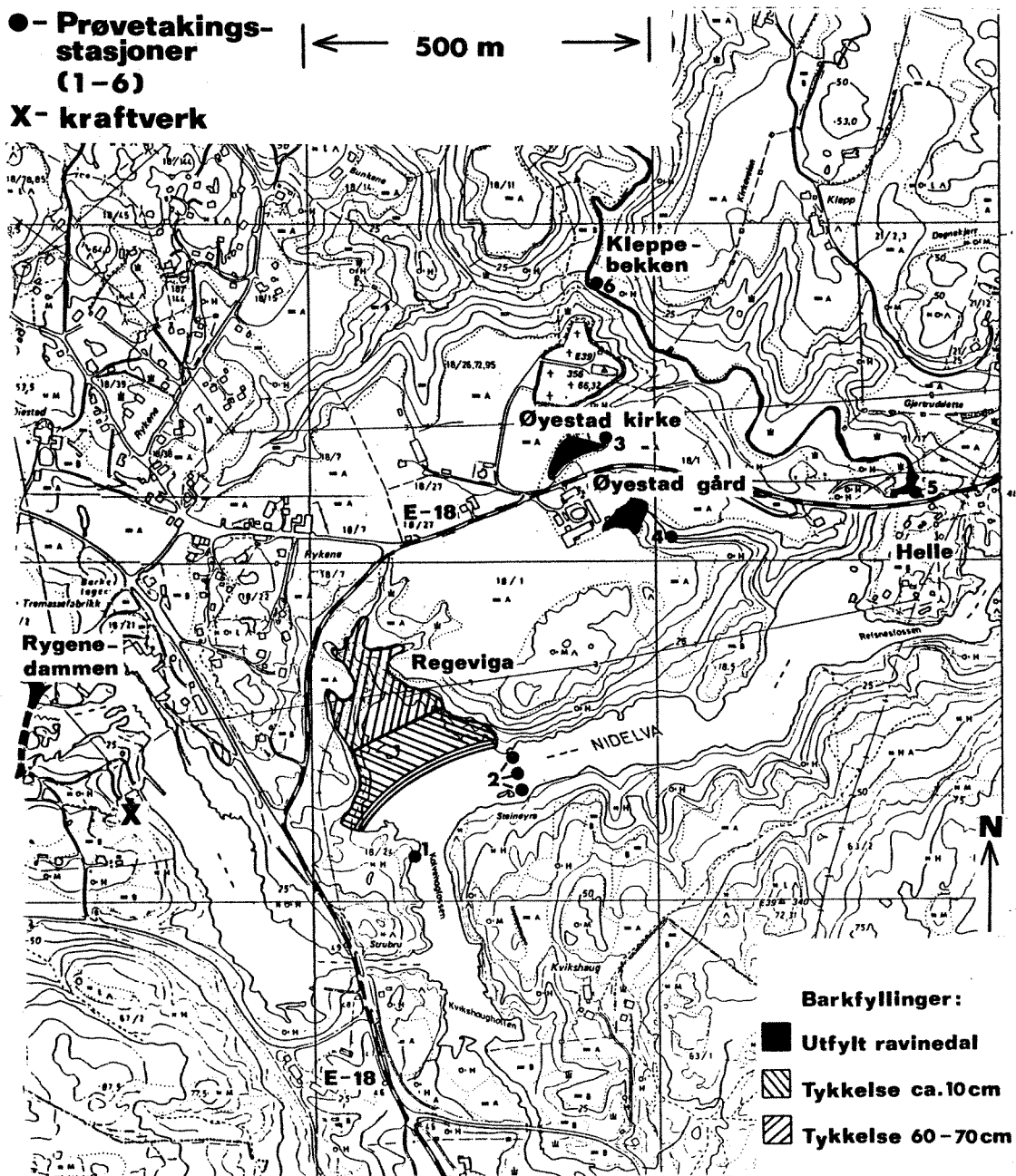
Vannføringsmålinger er gjort ukjentlig på disse stasjonene ved "bøttemetoden". En bøtte av kjent volum fylles opp og tiden dette tar noteres.



Figur 1. Nidelvas nedbørfelt. Rygene er inntegnet.



Figur 2. Nedbørfeltet til terskelområdet i Nidelva. Prøvetakingsstasjonene er markert. Stasjonene 1-4 inngår i det ordinære prøvetakingsprogrammet. Stasjonene 5-8 inngår i det utvidete opplegget høsten 1987.



Figur 3. Terskelområdet med plassering av de undersøkte barkfyllingene ved Rygene. Fyllingen i Regeviga er lagt oppå en steinfylling. Ytterst ligger et ca. 10 cm tykt lag, innerst på fyllingen er laget 60-70 cm tykt. De to andre fyllingene er igjenfylte ravinedaler. (Utsnitt av kartblad: BQ 010-5-1 og BQ 010-5-3).

3.3. Forsøk med laks i avrenningsvann fra barkfyllingen ved Øyestad kirke.

Den 26.06.86 ble det tatt avrenningsvann fra barkfyllingen ved Øyestad kirke til forsøk med laks. Samtidig ble det tatt vann fra Nidelva til fortynning. Prøvene ble tatt på plastkanner og transportert til NIVA i Oslo.

Vannet ble oppbevart ved kjøleromstemperatur og den 30.06.86 ble forsøket påbegynt. Forsøket ble utført i glassakvarier med årsyngel av laks (0+, lengde 2.5 cm) i hvert akvarium. Vannet ble skiftet hvert døgn (semistatisk system) og testene hadde en varighet av inntil 4 døgn. Temperaturen under forsøkene var 10°C +/- 0.5°C. Under forsøkene ble fiskens reaksjoner, eventuelle forgiftningssymptomer og dødelighet registrert.

Forsøk som strekker seg over 4 døgn gir opplysninger om akutt giftighet overfor det stadium i fiskens livssyklus som testes. Det er vanskelig å slutte noe om kronisk giftighet på grunnlag av slike forsøk.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

Barkfyllingene i Regevigga, ved Øyestad gård og ved Øyestad kirke har en total masse på hhv. ca. 5 000, 4 600 og 5 500 m³. De to sistnevnte er ca. 10 år gamle. Den første er av nyere dato. All deponering er avsluttet. Til sammenlikning ble det i 1974 gitt tillatelse til å deponere 75 000 m³ bark og trefiber pr. år i Påldalen i Vennesla kommune (Vest-Agder). Laake (1977) har gjennomført omfattende studier av avrenningen fra denne fyllplassen.

Alle vannkjemiske data er samlet bak i rapporten.

4.1. Avrenning fra barkfyllingen i Regevigga.

Tabell 1 viser vannføringen i terskelområdet og i Nidelva ved Rygene kraftstasjon på prøvetakingsdagene i 1986 og 1987. Som vedlegg bak i rapporten finnes daglige vannføringsberegninger for 1987 for Nidelva ved Rygene (sum vannføring og vannføring i terskelområdet).

I tabell 2 er differensene mellom konsentrasjoner målt ovenfor og nedenfor Regevigga framstilt. Det går fram av tabellen at forskjellene på de målte verdiene for det meste er små. Dette gjelder spesielt mangan, som her kan brukes som indikator på avrenning fra barkfyllinger med reduserende forhold i fyllmassen. Konsentrasjonene både ovenfor og nedenfor barkfyllingsområdet ligger nær deteksjonsgrensen for mangan.

Tabell 1. Vannføring i de forskjellige prøvetakingsområdene på dager med vannprøvetaking.

	Ø.kirke	Ø.gård	Terskel	Nidelva
Dato	liter/sek		m ³ /sek	
30.06.86	0,06	0,04	7	48
29.07.86	0,09	0,00 ¹⁾	3	46
27.08.86	10,0	4,0	3	86
22.09.86	2,0	0,02	3	69
24.10.86	1,5	1,0	1	97
25.11.86	2,5	1,0	1	173
04.05.87	0,2 ¹⁾	0,17	3	136
03.06.87	0,13	0,01	5	54
20.07.87	0,03 ¹⁾	0,33 ¹⁾	5	131
19.08.87	0,33	0,20	5	77
25.09.87	1,4	1,0	7	103

1) Lekkasje i måledam.

I terskelområdet er forskjellene ubetydelige for jern, fosfor og nitrogen for et flertall av prøvene. Den 25.11.86 og den 20.07.87 er forskjellene betydelige, spesielt for nitrogen. Økningen er ca. 200 µg N/l og hhv. 4 og 5 µg P/l. For jern og mangan er økningen ubetydelig.

Beregningene for Nidelvas totale vannmasser viser at det neppe blir økte konsentrasjoner av noen av de målte komponentene.

Tabell 2. Forskjeller i konsentrasjoner av total fosfor (P), total nitrogen (N), jern (Fe) og mangan (Mn) målt ovenfor og nedenfor barkfyllingen i Regeviga i terskelområdet. Til høyre i tabellen er tilsvarende endringer beregnet for Nidelva totale vannmasser. Vannføringene i tabell 1 er brukt i beregningene. Konsentrasjonene er gitt i $\mu\text{g/l}$.

Dato	Terskelområdet				Nidelva			
	P	N	Fe	Mn	P	N	Fe	Mn
30.06.86	-1	-35	-5	0	0	-5	-1	0
29.07.86	0	50	5	10	0	-5	-1	0
27.08.86	-1	-15	-20	0	0	-1	-1	0
22.09.86	0	10	0	0	0	0	0	0
24.10.86	2	10	25	10	0	0	0	0
25.11.86	5	200	5	10	0	1	0	0
04.05.87	2	90	0	0	0	2	0	0
03.06.87	-1	-15	0	0	0	-1	0	0
20.07.87	4	235	25	0	0	9	1	0
19.08.87	1	-35	0	0	0	-2	0	0
25.09.87	1	30	10	0	0	2	1	0

Grunnen til at det ikke registreres konsentrasjonsøkninger av betydning for jern og mangan er at vannmengden fra fyllingsområdet er liten i forhold til vannføringen i terskelområdet. Fyllingen består dessuten av et relativt tynt lag bark. Det er derfor bedre tilgang på oksygen ved nedbrytingen og god drenering gjennom massen. Utvasking av jern, mangan og løste organiske forbindelser på grunn av et reduktivt miljø er derfor lite sannsynlig.

De to nevnte dagene var det spesielt stor avrenning fra terrenget som drenerer til terskelområdet i forhold til den totale vannføringen i terskelområdet. Den 25.11.86 var vannføringen helt nede i $1 \text{ m}^3/\text{s}$, men det hadde regnet hver dag i perioden før prøvetaking. De siste 12 dagene før den 25.11. falt det tilsammen ca. 90 mm nedbør i Landvik ved Grimstad (tabell bak i rapporten). Den 20.07.87 var vannføringen $5 \text{ m}^3/\text{s}$ og også i denne perioden var det kraftig regn. Fra 18.11 tom. 20.11 falt det 173 mm nedbør i Landvik (tabell bak i rapporten).

Lokale hydrologiske forhold og analyseresultatene tyder på at en betydelig utvasking fra jordbruksarealene i Regevigga har funnet sted. Konsentrasjonsøkningen skyldes liten vannføring i terskelområdet, spesielt den 25.11.86. Tabell 2 viser imidlertid at vannkvaliteten i Nidelva nedenfor området med redusert vannføring trolig blir ubetydelig påvirket, selv ved de relativt høye verdiene som kan finnes i terskelområdet.

Det er ikke undersøkt om det er konsentrasjonsforskjeller i tverrsnittet over terskelområdet på prøvetakingspunktet oppstrøms Regevigga. I perioder med liten vannføring i terskelområdet og stor lokal avrenning, kan trolig Temsebekken legge seg på motsatt side av der vannprøvene tas. Den registrerte økningen i nitrogenkonsentrasjonen kan derfor også skyldes bidrag fra denne bekken. Temsebekken kan ha et nitrogeninnhold på ca. $1000 \mu\text{g N/l}$. Dette er registrert i tidligere undersøkelser (Høgberget 1985) og ved NIVAs prøvetaking den 28.09.87.

Undersøkelsen viser at lokal avrenning til terskelområdet kan være av betydning for vannkvaliteten i dette området under spesielle omstendigheter. Det er ikke sannsynliggjort at barkfyllingen i Regevigga virker uheldig inn på vannkvaliteten i terskelområdet.

Beregninger tyder på at selv betydelige konsentrasjonsøkninger i terskelområdet ikke påvirker vannkvaliteten i Nidelva i betenkelig grad.

4.2. Avrenning fra barkfyllingene ved Øyestad gård og Øyestad kirke.

Tabellene bak i rapporten viser vannkvaliteten i avrenningen fra Øyestad kirke og Øyestad gård. Det går fram av disse tabellene at konsentrasjonene av fosfor, nitrogenkomponenter, jern, mangan og organisk stoff (målt som permanganatforbruk) er svært høye i avrenningsvannet.

I figur bak i rapporten er vannføringen fra barkfyllingene vist. Tabell 1 viser avrenning for hver feltdag. I tørre perioder kan avrenningen være under 10 liter pr. minutt eller under ca. 0.1 liter pr. sekund, mens den er målt til 600 l/minutt (10 l/s) i flomperioder.

Tabell 3 og 4 viser beregnede konsentrasjonsendringer for terskelområdet og Nidelvas totale vannmasser når avrenningen fra barkfyllingene blir blandet inn. Forholdet mellom vannføringene i tabell 1 er brukt i beregningene.

Avrenningsvannet viser klare tegn på at det er reduserende forhold i barkfyllingene ved Øyestad gård og Øyestad kirke. Dette går fram av tabellene bak i rapporten. Konsentrasjonene av oppløst jern og mangan er ekstremt høye, opp til 40 mg jern/l og 7 mg mangan/l er målt. Når oksygen er til stede vil begge disse elementene være bundet som oksider eller hydroksider. Oppløsningen skjer trolig fra hhv. manganoksider og bark i slike fyllinger (Laake 1977).

I perioder kan også nitrat være redusert til ammonium. Den 30.06.86 ble det registrert under 200 µg N/l som nitrat, men 1000 µg N/l som ammonium. Dette skyldes at nitrat brukes som oksidasjonsmiddel under nedbryting av organisk stoff (bark) når ikke fritt oksygen er tilgjengelig.

Tabell 3. Beregnede konsentrasjonsendringer når avrenning fra barkfyllingen ved Øyestad gård fortynnes med vann i terskelområdet eller Nidelva. Vannføringene i tabell 1 er brukt ved beregningene. Alle konsentrasjonsendringer er gitt i µg/l.

Dato	Terskelområdet				Nidelva			
	P	N	Fe	Mn	P	N	Fe	Mn
30.06.86	0	0	0	0	0	0	0	0
29.07.86	0	0	0	0	0	0	0	0
27.08.86	1	8	14	3	0	0	1	0
22.09.86	0	0	0	0	0	0	0	0
24.10.86	1	4	4	1	0	0	0	0
25.11.86	0	3	7	1	0	0	0	0
04.05.87	0	0	1	0	0	0	0	0
03.06.87	0	0	0	0	0	0	0	0
20.07.87	0	0	1	0	0	0	0	0
19.08.87	0	0	0	0	0	0	0	0
25.09.87	0	0	1	0	0	0	0	0

Differensen mellom nitrat + ammonium og total-nitrogen viser at mye nitrogen også er organisk bundet. Meget høye fargetall og høyt permanganatforbruk understreker at det er organiske stoffer i avrenningen. Det skyldes ufullstendig nedbryting av bark under oksygenfrie forhold. Ved god tilgang på oksygen vil avrenningsvannet inneholde langt mindre jern, mangan og organisk stoff (Laake 1977).

Når reduserte jern - og manganforbindelser oksideres vil det produseres hydrogenioner. Det kan føre til forsurening av avrenningsvannet. Under oksygenfrie forhold dannes dessuten svake organiske syrer som stabiliserer pH på ca. 5.0. De målte verdiene lå som regel betydelig høyere enn dette. Det ble ikke funnet spesielt lave pH-verdier i avrenningsvannet.

Tabell 4. Beregnede konsentrasjonsendringer når avrenning fra barkfyllingen ved Øyestad kirke fortynnes med vann i terskelområdet eller Nidelva. Vannføringene i tabell 1 er brukt ved beregningene. Alle konsentrasjonsendringer er gitt i $\mu\text{g/l}$.

Dato	Terskelområdet				Nidelva			
	P	N	Fe	Mn	P	N	Fe	Mn
30.06.86	0	0	0	0	0	0	0	0
29.07.86	0	0	0	0	0	0	0	0
27.08.86	1	75	4	0	0	3	0	0
22.09.86	0	1	27	5	0	0	1	0
24.10.86	0	8	12	2	0	0	0	0
25.11.86	1	11	10	2	0	0	0	0
04.05.87	0	0	1	0	0	0	0	0
03.06.87	0	0	0	0	0	0	0	0
20.07.87	0	0	0	0	0	0	0	0
19.08.87	0	0	1	0	0	0	0	0
25.09.87	0	1	1	0	0	0	0	0

Beregningene i tabell 3 og 4 er gjort på grunnlag av konsentrasjoner i avrenningsvannet og målte vannføringer. De viser at de høye konsentrasjonene i avrenningsvannet fra barkfyllingene har liten betydning for vannkvaliteten i terskelområdet og Nidelva pga stor fortynning. En svak økning kan forekomme i terskelområdet, men det antas at avrenning fra landbruk og husholdningskloakk også er av betydning for endring i vannkvaliteten.

Undersøkelser i Kleppebekken (som barkavrenningen fra Øyestad kirke drenerer til) ble gjennomført i august og september 1987. Resultatene viser at det er sterk økning i fosfor, nitrogen og jern fra øverst i dette vassdraget (figur 2) og ned til E 18. Den største økningen skjer fra øverste stasjon og ned til stasjon 6, ovenfor samløpet med avrenningen fra barkfyllingen.

Selvom konsentrasjonene av jern og mangan er svært høye i avrenningsvannet fra barkfyllingen, kan det ikke spores endringer i Kleppebekken. Det antas derfor at både jern og mangan oksideres og felles ut før det når fram til Kleppebekken. Avstanden er ca. 300 meter. Disse resultatene antyder at beregnede økninger i jern og mangan i terskelområdet og i Nidelva overestimerer betydningen av barkfyllingene.

En tilsvarende rask utfelling ble funnet i Påldalen i Vennesla (Laake 1977). Utfellingen av jern skjedde svært raskt, mens mangan bare ble redusert med ca. 30 % over en strekning på ca. 500 meter. Utgangskonsentrasjonene av mangan var imidlertid ca. 10 ganger større i Påldalen enn ved Øyestad kirke.

Det er heller ingen økning i forbruket av permanganat og i fargetall etter samløpet med avrenningen fra barkfyllingen ved Øyestad kirke. Det tyder på en rask nedbryting av de organiske forbindelsene.

Resultatene viser at avrenningen fra de to barkfyllingene ikke har betydning for vannkvaliteten i terskelområdet eller i Nidelva.

4.3. Giftighetstest på laks med avrenningsvann fra barkfyllingen ved Øyestad gård.

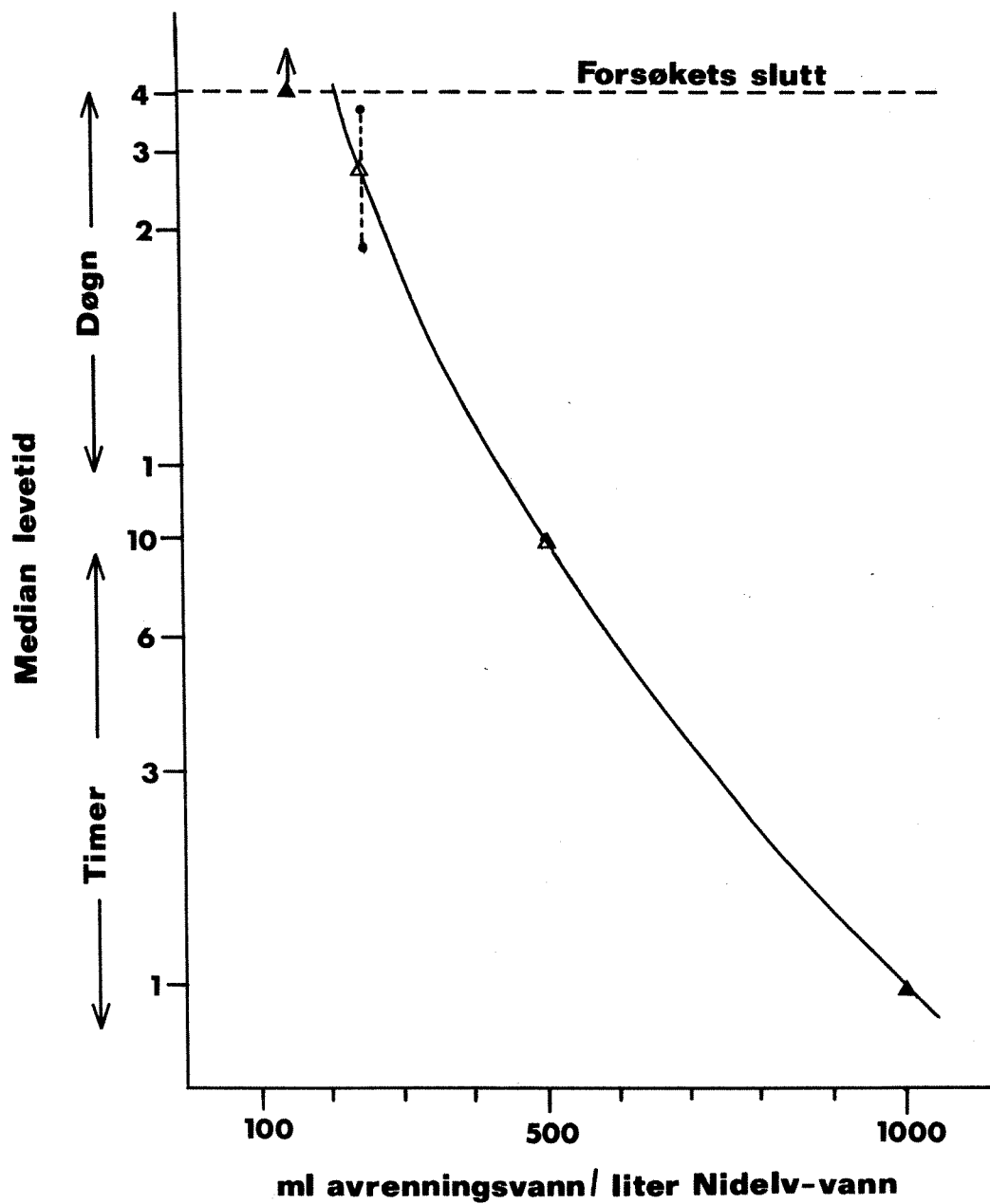
Laks har vist seg å være meget følsom for forurensninger. Den er derfor brukt her til en giftighetstest på avrenningsvannet fra barkfyllingen ved Øyestad kirke. Forsøksresultatene av giftighetstesten på laks er framstilt i tabell 5 og figur 4.

Tabell 5. Giftighet av avrenningsvann fra barkfyllingen ved Øyestad kirke på laks. Laksen ble eksponert i fire døgn i forskjellige fortyninger med vann fra Nidelva.

ml barkavrenning pr. liter ellevann	pH	Dødelighet %	Median levetid
1000 (konsentrat)	5.7	100	1 time
500		100	10 timer
250		100	66 timer
125		0	> 4 døgn
Nidelva (kontroll)	5.3	0	> 4 døgn
Maridalsv. (kontroll)	6.5	0	> 4 døgn

Tabellen viser at konsentratet var sterkt giftig og fisken døde her i løpet av 1 time. I blandingen med 250 ml/l (fortynning 25 %) var den mediane levetid ca 66 timer, mens det ikke oppstod dødelighet i neste konsentrasjon som var 125 ml/l (fortynning 12.5 %). Den konsentrasjon som dreper 50 % av forsøksfiskene i løpet av 4 døgn, er altså mellom 125 og 250 ml avrenningsvann pr. liter vann fra Nidelva.

Det vil si at om avrenningsvannet fra denne barkfyllingen fortynnes mer enn fire til åtte ganger med vann fra Nidelva skjer det ingen akutt giftvirkning. Det er vanskelig ut fra de kjemiske data å peke på en spesiell komponent som årsak til giftvirkningene. Sannsynligvis skyldes effekten et samvirke mellom løst organisk stoff, jern og mangan. Ammonium spiller liten rolle ved den aktuelle pH.



Figur 4. Levetid for lakseyngel i forskjellige konsentrasjoner avrenningsvann fra barkfyllingen ved Øyestad kirke.

Resultatene tyder ikke på at avrenningen fra barkfyllingen vil forårsake akutte giftvirkninger på fisk i Nidelva. Den største vannføring som ble målt for avrenningsvannet var 10 l/s. Selv denne vannføringen ble fortynnet 300 ganger i terskelområdet og 8 600 ganger i Nidelva.

Med de konsentrasjoner som ble målt i Kleppebekken, vil barkfyllingene heller ikke der forårsake akutt giftvirkning på fisk.

5. REFERANSER

- Laake, M. 1977. Sigevannsproblemer ved fyllplass for bark og trefiber i Påldalen, Vennesla, Vest-Agder. O-12/73, A2-08, NIVA, Oslo. 66 s.
- Høgberget, R. 1985. Sammenfatning av analyseresultater fra Håbbestad fyllplass i perioden 1980-1985. O-85062, NIVA-Sørlandsavdelingen. 24 s.

6. PRIMÆRDATA

Forklaring til tabelleneStasjoner:

- 1 Terskelområdet oppstøms barkfyllingen i Regeviga
- 2 (2-1 til 2-9) eller 2-N, 2-M, 2-S: Terskelområdet nedstrøms barkfyllingen i Regeviga. N, M og S står for nord, midt eller sør i tverrsnittet.
- 3 Avrenning fra barkfyllingen ved Øyestad kirke
- 4 Avrenning fra barkfyllingen ved Øyestad kirke
- 5 Kleppebekken, ved utløp til terskelområdet
- 6 Kleppebekken, oppstrøms barkfyllingen ved Øyestad kirke
- 7 Kleppebekken, nest øverste stasjon
- 8 Kleppebekken, øverste stasjon

Parametre:Enhet:

pH	- log (H ⁺)
Kond	mS/m
Farge	mg Pt/l
Tot P	µg P/l
NO ₃	µg NO ₃ -N/l
NH ₄	µg NH ₄ -N/l
Tot N	µg N/l
Tot Fe	µg Fe/l
KMnO ₄	mg O/l
Mn	mg Mn/l

Primærtabell 1. Kjemiske data

Stasjon	Dato	pH	Kond	Farge	Tot P	NO ₃	NH ₄	Tot N	Tot Fe	KMnO ₄	Mn
1	30.06.86	5,3	1,91	11	6	210	8	340	75	2,4	0,03
2-1	"	5,4	1,96	10	5	190	8	340	70	2,4	0,03
2-2	"	5,3	1,95	9	5	190	7	330	70	2,1	0,03
2-3	"	5,3	1,92	9	5	190	6	300	65	2,5	0,03
2-4	"	5,3	1,96	10	5	200	8	320	65	2,7	0,03
2-5	"	5,4	1,94	10	10	210	7	320	65	2,3	0,03
2-6	"	5,4	1,91	11	5	210	8	300	70	2,6	0,03
2-7	"	5,4	1,91	11	5	210	6	320	70	2,5	0,03
2-8	"	5,3	1,93	10	4	210	6	400	70	2,4	0,03
2-9	"	5,3	1,84	11	4	210	6	310	75	2,3	0,03
3	"	5,6	53,5	658 ¹⁾	490	<20	1000	1850	24000	59	2,82
4	"	6,1	35,3	488 ¹⁾	410	<20	1030	2250	17000	43	2,75
1	29.07.86	5,4	1,8	6	4	155	15	230	70	1,3	0,02
2-N	"	5,6	2,0	7	5	170	20	280	75	<1	0,02
2-M	"	5,5	1,9	7	4	160	15	280	80	1,3	0,03
2-S	"	5,5	1,9	7	3	165	20	270	75	1,4	0,03
3	"	6,1	33,2	201	480	2670	3160	6400	7200	48	1,35
4	"	6,1	37,5	123	1160	<50	3880	9960	6050	37	0,99
1	27.08.86	5,7	2,5	15	16	240	25	380	140	3,0	0,03
2-N	"	6,3	3,2	15	15	230	20	360	100	2,8	0,03
2-M	"	5,7	2,5	13	15	240	25	380	140	2,9	0,03
2-S	"	5,6	2,4	12	13	210	20	355	125	2,5	0,03
3 ²⁾	"	6,2	24,0	60	270	10300	<5	22900	1370	18	0,16
4 ²⁾	"	5,1	39,3	176	570	4100	1100	6350	10500	60	1,98
1	22.09.86	5,2	2,2	11	4	190	15	340	80	2,4	0,02
2-S	"	5,1	2,3	11	4	200	25	370	80	2,5	0,02
2-M	"	5,2	2,2	22	4	195	20	340	80	2,4	0,02
2-N	"	5,6	2,3	10	3	200	15	335	70	2,4	0,02
3	"	5,1	64,5	250	550	110	470	1390	41000	76	7,1 ³⁾
4	"	5,8	46,9	520	1130	50	4000	5810	27000	69	4,5 ³⁾

Kjemiske data, forts.

Stasjon	Dato	pH	Kond	Farge	Tot P	NO ₃	NH ₄	Tot N	Tot Fe	KMnO ₄	Mn
1	24.10.86	6,2	4,0	19	12	490	30	680	165	4,4	0,02
2-N	"	6,2	4,1	18	13	500	30	690	180	3,2	0,03
2-M	"	6,3	4,0	13	14	510	35	710	195	3,6	0,03
2-DM	"	6,4	4,0	20	14	510	30	770	205	3,9	0,04
2-S	"	6,3	4,0	10	14	520	30	680	190	3,6	0,03
3	"	5,9	32,8	66	160	5520	295	6190	8150	15,8	1,41
4	"	7,1	39,0	108	1350	100	2900	4810	4100	22	0,95
1	25.11.86	6,3	5,5	25	14	590	45	800	215	4,2	0,02
2-N	"	6,6	7,7	28	20	830	40	1060	235	4,3	0,03
2-M	"	6,4	6,5	29	19	680	50	995	260	4,6	0,03
2-S	"	6,5	6,5	30	19	680	45	935	250	5,6	0,03
3	"	5,9	25,4	151	400	4510	140	5160	4270	26	0,64
4	"	5,6	25,0	219	140	2570	350	3450	7200	33	1,17
1	04.05.87	5,18	2,8	20	7	330	30	430	110	3,3	0,03
2-N	"	5,46	3,1	20	8	370	25	500	110	3,4	0,03
2-M	"	5,43	3,1	21	9	390	35	530	110	3,5	0,04
2-S	"	5,49	3,2	22	10	425	30	520	110	3,4	0,04
3	"	5,84	41,6	192	490	930	880	1980	14000	25	2,01
4	"	6,12	23,8	225	130	270	700	1510	8600	25	1,66
1	03.06.87	5,21	2,2	15	6	225	15	355	80	2,2	0,05
2-N	"	5,28	2,1	13	4	240	15	350	75	2,6	0,05
2-M	"	5,30	2,2	17	5	215	15	335	80	2,9	0,05
2-S	"	5,32	2,1	13	4	225	15	335	80	2,9	0,05
3	"	5,93	19,9	340	290	1890	550	3000	9700	16,5	1,60
4	"	6,48	44,8	120	105	1100	240	1600	2570	9,5	0,47
1	20.07.87	6,16	3,5	31	25	525	35	830	300	4,6	0,03
2-S	"	6,33	4,5	29	30	750	40	1170	340	4,4	0,02
2-M	"	6,33	4,2	36	29	650	40	1000	320	4,7	0,03
2-N	"	6,31	4,1	34	28	630	40	1030	320	4,6	0,03
3	"	5,53	27,4	312	190	6350	405	6520 ⁴⁾	5600	25	1,06
4(bkavr)	"	5,25	25,1	453	260	1770	765	2940	9650	53	1,53
4(j.br.avr)	"	6,12	33,8	187	930	10970	2070	17200	3350	25	0,43

Kjemiske data, forts.

Stasjon	Dato	pH	Kond	Farge	Tot P	NO ₃	NH ₄	Tot N	Tot Fe	KMnO ₄	Mn
1	19.08.87	5,70	1,9	18	8	190	20	395	100	3,1	0,03
2-S	"	5,93	2,4	20	10	200	10	370	105	3,8	0,03
2-M	"	5,76	2,5	17	7	210	10	360	100	3,5	0,03
2-N	"	5,71	2,3	18	10	205	10	345	100	3,2	0,03
3	"	5,73	35,3	310	200	1890	280	2600	10800	30	1,86
4	"	5,84	29,6	320	720	1440	1280	3830	10500	45	1,68
5	"	6,62	7,0	65	42	570	20	890	455	8,4	0,03
6	"	6,55	5,9	71	39	500	35	750	365	8,8	0,03
7	"	6,36	5,2	62	20	325	40	555	235	7,9	0,03
8	"	5,76	4,4	74	7	130	15	405	225	9,5	0,03
1	25.09.87	5,82	2,1	20	6	210	20	390	120	3,4	0,02
2-S	"	6,04	2,4	21	8	210	41	430	140	3,4	0,03
2-M	"	5,92	2,2	20	7	240	20	410	130	3,3	0,02
2-N	"	6,02	2,3	24	7	210	25	420	130	3,1	0,02
3	"	6,36	22,5	168	190	1730	220	2870	4110	20,2	0,64
4	"	5,79	26,8	330	260	1650	540	3080	8780	31,7	1,52
5	"	6,71	6,5	88	48	500	53	990	450	10,4	0,03
6	"	6,59	5,5	89	41	370	53	830	370	10,7	0,03
7	"	6,38	5,2	75	19	270	39	640	290	9,4	0,04
8	"	5,64	4,1	91	5	130	25	420	260	10,9	0,03
1	28.09.87	5,57	2,0		6			370		3,1	
5	"	6,73	6,9		40			1040		8,1	
6	"	6,74	6,6		33			1020		8,6	
Nidelva før tersk.	"	5,32	1,8		6			340		2,7	
Temse	"	6,61	8,1		32			1140		5,9	

Stasjon	Dato	Turb
1	28.09.87	0,53
5	"	4,2
6	"	1,9
Nidelva før tersk.	"	0,47
Temse	"	4,9

1) Usikre p.g.a. den sterke fargen.

2) Svært grumset m/bunnfall. Dekantert.

3) Kontrollerte verdier.

4) Reanalyse tapt (prøven viser 300 µg N/l for lite).

Primærtabell 2. Daglige nedbørhøyder for 1987, Åsbø i Gjerstad.

KLIMAAVDELINGEN

3520 GJERSTAD I AUST-AGDER

FYLKE: AUST-AGDER

KOMMUNE: 0911 Gjerstad

240 M.O.H.

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1987

DATO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
01.	.	.	.	0.8*	.	3.6	.	11.6	.	.	.	.
02.	.	.	0.7+	5.1*	.	5.4	1.5	4.3	.	0.1	.	.
03.	.	.	.	14.0*	0.2	0.9	.	2.1	.	.	.	.
04.	.	.	0.7+	.	0.5	0.0	.	5.2	.	.	.	.
05.	17.3+	.	5.5+	.	.	.	.	1.2	4.2	.	.	.
06.	0.9*	.	.	.	.	.	0.0	0.1	14.9	36.0	.	.
07.	2.9+	.	.	.	.	19.5	.	6.8	12.7	31.3	.	.
08.	.	.	.	.	.	7.6	2.5	25.1	0.2	44.2	.	.
09.	0.7+	0.2+	.	3.0+	.	23.2	.	8.8	.	45.6	.	.
10.	.	0.2+	.	7.3*	3.6	1.2	2.3	0.4	2.0	12.9	.	.
11.	.	29.5+	.	10.6*	.	.	.	0.0	12.6	0.0	.	.
12.	.	4.9*	.	0.1	0.0	1.4	.	.	.	2.0	.	.
13.	.	3.1*	.	.	5.1	.	2.3	.	11.0	26.1	.	.
14.	.	7.0*	.	.	.	.	.	1.7	0.0+	11.4	.	.
15.	.	.	3.3+	.	0.0	8.5	.	31.6	10.4	16.5	.	.
16.	.	.	13.9+	.	0.2	.	.	0.1	.	87.9	.	.
17.	.	.	0.2+	.	0.0	3.7	0.2	2.0	0.2	39.3	.	.
18.	.	.	27.4*	.	0.0	11.9	.	0.1	15.0	0.0	.	.
19.	0.2*	.	26.3+	.	0.0	.	48.6	0.0	1.1	0.4	.	.
20.	0.4*	.	0.1*	4.3	20.1	.	10.7	.	.	8.2	.	.
21.	1.9*	.	14.7+	0.1	0.9	0.0	.	.	.	14.5	.	.
22.	0.2*	.	.	.	.	0.7	.	14.7	4.5	15.4	.	.
23.	.	.	0.1*	.	.	.	.	16.0	6.1	19.5	.	.
24.	.	.	5.3+	.	.	.	1.4	3.5	2.1	16.4	.	.
25.	.	.	0.5+	.	.	0.0	0.0	0.1	5.2	.	.	.
26.	.	0.0+	21.1*	.	.	7.7	2.2	16.1	0.1+	.	.	.
27.	.	0.0+	8.3*	.	0.0	3.2	.	27.6	.	0.7	.	.
28.	.	.	50.5-	.	19.5	0.2	0.2	0.1	.	0.0	.	.
29.	0.4-	.	5.4	.	4.5-	0.1	1.5	.	.	17.6	.	.
30.	0.3*	.	.	.	.	4.7	.	.	0.1	17.4	.	.
31.	.	.	.	.	0.1	.	2.6	0.6	.	6.6	.	.

SUM	25.2	44.9	183.6	45.3	54.7	103.5	76.0	180.8	102.4	461.0+		
-----	------	------	-------	------	------	-------	------	-------	-------	--------	--	--

AVRUNDETE VERDIER

SUM	25	45	184	45	55	104	76	181	103	461-		
NOF	105	79	53	69	66	79	179	154	134	140	166	172
PRO	24	57	347	65	83	432	59	118	77	329-		

BRSSUM: * BRSNORMAL: 1317 BRSPROSENT: -

MERKNADER ETTER NEDBØRHØYDEN HAR FØLGENDE BETYDNING:

Primærtabell 3. Daglige nedbørhøyder 1986, Landvik i Grimstad.

KLIMAAVDELINGEN

3914 Landvik

FYLKE: AUST-AGDER

KOMMUNE: 0904 Grimstad

5 M.O.U.

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1986

DATO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
01.	0.0*	0.1*	0.0*	0.1	.	.	0.0	7.0	1.0	.	0.1	.
02.	6.0*	0.1*	.	.	.	.	.	0.1	0.1*	.	.	3.6
03.	1.0*	0.0*	.	.	.	.	.	0.0	.	.	.	3.0
04.	0.1-	.	.	.	.	16.5	.	14.5	.	.	3.2	7.0
05.	.	3.0*	1.2	.	.	4.2	.	10.0	0.0	.	3.3	4.3
06.	0.1*	2.0*	0.0	0.3-	0.0	0.1	.	.	.	2.7	4.5	14.0
07.	.	.	0.1	.	0.0	24.0	.	0.2	0.0	0.2	0.5	.
08.	.	.	.	.	3.3	3.0	.	13.0	.	0.0	6.6	10.2
09.	.	1.3*	.	.	1.3	.	.	0.7	.	.	8.0	22.7
10.	.	.	10.2*	.	.	0.9	.	.	0.4	1.5	25.5	1.0
11.	29.5*	.	1.6	.	23.0	0.0	3.3	1.5	.	1.2	10.5	.
12.	6.2*	.	0.1	.	0.8	2.5	.	.	0.5	.	3.0	4.0
13.	1.0	.	1.0	0.0*	4.2	.	.	.	.	.	.	0.2
14.	12.0-	.	2.5	.	0.6	.	.	.	0.4	.	11.5	6.8
15.	.	4.4*	1.0	3.0*	.	.	.	0.0	6.2	1.3	20.0	9.2
16.	.	2.0*	0.7-	11.0*	23.5	.	0.3	22.5	.	0.0	10.7	10.2
17.	.	.	7.0-	13.5*	0.0	.	.	12.4	.	.	2.1	19.0-
18.	5.8*	0.0*	4.4*	.	.	.	5.4	6.0	.	.	3.5	13.3
19.	1.0*	0.1*	.	.	16.5	10.0	.	.	.	40.0	10.9	14.6
20.	.	.	.	.	.	.	.	0.0	.	9.0	2.6	10.4*
21.	0.2	.	4.0	0.0*	11.0	.	2.0	9.6	.	4.5	3.8	0.0*
22.	.	.	.	11.5*	19.5	.	.	.	.	15.0	4.0	.
23.	13.9	.	53.7	7.0	.	.	.	.	.	3.0	12.0	.
24.	21.4*	.	0.2*	2.0	1.7	.	.	.	.	.	7.0	.
25.	0.0*	.	17.3-	2.0	.	.	.	21.1	.	4.0	5.7	3.0*
26.	.	.	0.0*	0.0	1.5	.	.	.	.	17.5	5.1	10.2*
27.	.	.	1.0	.	3.5	.	0.5	39.0	.	4.7	2.0	2.0*
28.	1.0*	.	12.0	2.0	2.5	.	0.0	115.0	1.0	19.3	0.0	5.2*
29.	30.0*	.	2.6	0.3	.	.	7.4	36.4	0.3	27.2	.	2.1-
30.	2.5*	.	9.0	0.2	.	.	29.0	2.0	.	1.2	0.0	0.0-
31.	0.6*	.	5.6-	.	.	.	0.5	.	.	12.0	.	.

SUM 132.3 13.5 135.2 57.9 118.4 61.2 53.9 316.0 10.9 172.3 171.1 170.5

AVRUNDETE VERDIER

SUM	172	14	175	59	112	61	54	316	11	173	171	173
NOP	107	31	57	67	62	71	94	135	132	141	146	140
PRO	123	17	255	87	190	86	57	234	9	122	117	124

BRSSUM: 1415 BRSNORMAL: 1229 BRSPROSENT: 115

MERKNADER ETTER NEDBØRHØYDEN HAR FØLGENDE BETYDNING:

Primærtabell 4. Daglige nedbørhøyder 1987, Landvik i Grimstad.

KLIMAAVDELINGEN

3914 Landvik

FYLKE: AUST-AGDER

KOMMUNE: 0004 Grimstad

6 M.O.M.

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1987

DATO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
01.	.	0.0*	0.0*									
02.	.	.	0.0*									
03.	.	.	0.0*									
04.	.	.	3.5*									
05.	22.0+	.	3.7*									
06.	0.0+	1.7	.									
07.	5.0+	1.9-	.									
08.	0.9*	.	0.1*									
09.	0.5*	.	0.1*									
10.	0.0*	3.3*	.									
11.	.	41.1*	.									
12.	.	3.0*	.									
13.	.	6.2*	.									
14.	.	7.5*	.									
15.	.	.	3.5*									
16.	.	.	3.5*									
17.	.	.	0.0*									
18.	0.1-	.	26.5*									
19.	0.1+	.	8.4-									
20.	0.0*	.	0.0-									
21.	3.0	.	16.6*									
22.	4.0+	.	0.2*									
23.	.	.	1.2*									
24.	.	.	14.0*									
25.	.	.	1.4*									
26.	.	.	34.2*									
27.	.	0.0*	14.3-									
28.	.	.	45.7-									
29.	0.4+	.	6.1									
30.	0.8*	.	.									
31.	.	.	.									

SUM 36.8 64.7 183.0-

AVRUNDETE VEDDIEP

SUM	37	65	187-									
NOV	107	81	53	67	62	71	64	135	132	141	146	140
PRG	35	80	345-									

RPSSUM: * RRSNORMAL: 122° RRSROSENT: *

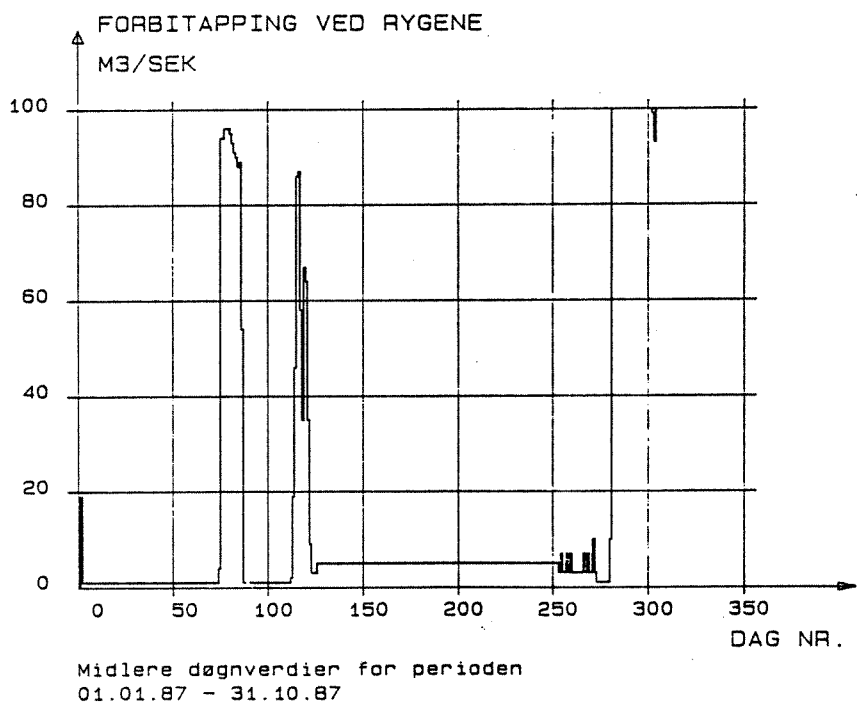
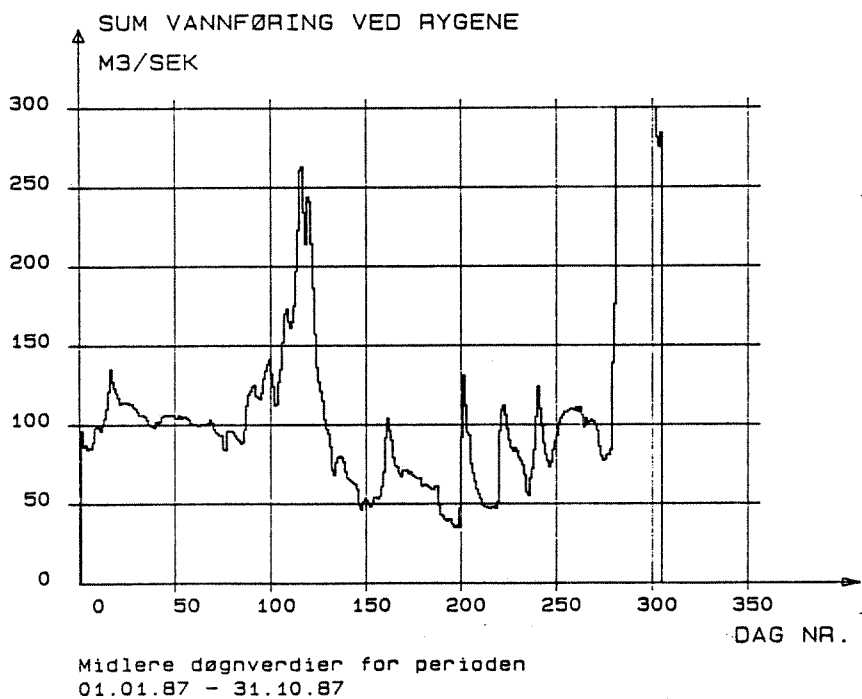
MERKNADER ETTER NEDBØRHØYDEN HAR FØLGENDE BETYDNING:

Primærtabell 5. Daglige nedbørhøyder juli 1987, Landvik i Grimstad.

Daglige nedbørhøyder for juli 1987, Landvik i Grimstad.

<u>DATO</u>	<u>mm NEDBØR</u>
01.07.87	4,0
02.07.87	-
03.07.87	-
04.07.87	-
05.07.87	-
06.07.87	-
07.07.87	-
08.07.87	-
09.07.87	-
10.07.87	-
11.07.87	-
12.07.87	-
13.07.87	-
14.07.87	-
15.07.87	-
16.07.87	1,0
17.07.87	6,1
18.07.87	35,5
19.07.87	58,5
20.07.87	79,0
21.07.87	1,5
22.07.87	0,1

Primærfigur 1. Vannføring ved Rygene, sum (øverst) og i terskelområdet (nederst).



Primærfigur 2. Vannføring (punktmålinger) i avrenning fra barkfyllingene ved Øystad kirke og Øystad gård i 1986 og 1987. Enhet: liter/min.

