

UTVALG FOR VANNRENSING

Rapport 0 - 9

Orienterende undersökelse av vassdragsforurensinger
fra halmlutingsanlegg

Innholdsfortegnelse

- I. Sammendrag
- II. Oversikt over det utförte arbeid
- III. Halmlutingsprosessen
- IV. Undersökelse i Leira
- V. Undersökelse i Gjermaa
- VI. Virkningen på fisk og fiskeyngel

Hensikten med de orienterende undersøkelser om halmlutforurensinger, har vært å komme frem til hvilken belastning de representerer for våre vassdrag.

Forurensingene i skyllevann fra halmluterier kan bedømmes ved analyse av farge, pH, alkalinitet, permanganat- og bikromattall, natrium og kalium. Ved bestemmelse av kloridmengden, kan man ofte vurdere halmlutforurensinger i forhold til andre forurensinger.

Ved bedømmelse av halmlutingsforurensinger i et vassdrag, er det praktisk tatt verdiløst å undersøke spredte vannprøver. Serier med vannprøver, tatt med f. eks. 5 minutters mellomrom på det aktuelle tidspunkt, må undersøkes, om man skal få et bilde av forurensingen.

De maksimale forurensings-konsentrasjoner minker nedover langs en elv, etterhvert som utjevning og fortynning gjør seg gjeldende, men totalmengden av forurensinger vil holde seg langt nedover vassdraget. En spesifikk selvrensing finner sted med hensyn til hydroksyljon-konsentrasjonen (målt ved pH). Dette skyldes at det skjer en nøytralisasjon som antagelig skyldes kullsyre fra luften.

Med de temperaturer som vannet har den tiden halmlutingen varer, foregår det bare en langsom nedbrytning av det organiske stoffet.

Undersøkelser med fisk har vist at store mengder skyllevann dreper fisken; særlig er yngel i plommesekestadiet ömfintlige. Dödeligheten skyldtes for høy pH; for lengre tidsrom av et par dager ser grensen ut til å ligge ved pH 9, men for korte forurensingsstöt av en times varighet eller så, vil fisken antagelig kunne tåle noe høyere pH. Nøytralisert skyllevann ser ikke ut til å være skadelig, selv ved høye konsentrasjoner.

II. Oversikt

1. Anmodning om å utføre undersøkelser over forurensinger fra halmlutingsanlegg, ble mottatt fra NLVF den 25/1-1956. Undersøkelsene skulle konsentrere seg om forurensingen fra fellesanlegg, og i hovedsaken følge det program som ble fremlagt av ingeniör Baalsrud i konferanse 13/1-1956.
2. Befaring av fellesluterier langs Sandeelven, Vestfold, og Leira, Akershus, fant sted 26. og 27. januar. I disse befaringer deltok konsulentene L. Rosseland, og K. Gloppe, Inspektören for ferskvannsfisket; lege Due Strand, Helsedirektoratet; konsulent E. Fyrileiv, Norsk Förkonservering; ingeniörene K. Baalsrud og T. Simensen, Utvalg for vannrensing.
3. Orienterende prøver tatt fra Nannestad halmluteri i februar.
4. Undersøkelser i Leira 6. og 7. mars
5. Orienterende forsök med fisk 7. april.

(II. Oversikt - forts.)

6. Fiskeforsøk i Hamang Klekkori, 12. og 22. mai.

7. Undersøkelser i Gjermåa, 23. mai.

Resultatene fra punkt 4 - 7 er nærmere omtalt nedenfor.

Konsulent K. Gloppe (Inspektøren for ferskvannsfisket) har tatt del i prøvetagningen i Leira og Gjermåa.

Konsulent Leiv Rosseland (Inspektøren for ferskvannsfisket) har ledet forsøkene med fisk og yngel.

III. Halmlutingsprosessen

Luting av halm ved hjelp av kaustik-soda, har til hensikt å forandre halmens kjemiske beskaffenhet, slik at dens ernæringsinnhold blir tilgjengelig for husdyr. Halmlutingen foregår ved at halmen behandles med lut en viss tid. Deretter tappes luten av halmen, og halmen vaskes med rent vann til den er praktisk talt fri for lut, og brukes i denne våte tilstand direkte som fôr.

Halmlutingen utføres dels i lokale gårdsanlegg, gjerne anbragt i fjøset, eller i større fellesanlegg. Denne rapport omfatter kun lutingen i fellesanlegg. Kapasiteten av disse anlegg er oftest fra 4 - 10 tonn tørr halm pr døgn.

Disse fellesanleggene har gjerne 2 lutingskummer som er i drift annen hver gang, slik at lutopløsningen, kalt svartluten, kan tappes frem og tilbake og brukes omigjen. Vanligvis foregår selve lutingen i ca. 24 timer. Etter at svartluten er tappet av, blir halmen spylt med rent vann i 12 - 14 timer. For hver luting må svartluten friskes opp med ny soda. Ved lutingens begynnelse søker man å holde en konsentrasjon på 15 gram kaustik-soda pr. liter. Den brukte svartlut har gjerne ca. 12 gram kaustik-soda pr. liter. Forbruket av kaustik-soda skyldes dels at endel nøytraliseres av halmen, dels at endel av svartluten blir hengende igjen på den våte halmen, og blir vasket bort med skyllevannet. Svartluten blir brukt omigjen gjennom hele driftssesongen som varer fra september til mai. Etter driftssesongens slutt blir svartluten tømt ut.

Skyllingen

Foregår med vann som tas fra nærmeste elv eller vann, ved hjelp av en pumpe som vanligvis har en kapasitet på 50 m³ pr. time. Tømming av skyllevann fra lutingskaret foregår i regelen ved hjelp av en 5" hevert. Det aller første skyllevann pumpes over i neste kar slik at svartluten får sitt opprinnelige volum. Som regel tar det 2 - 3 timer innen lutingskaret er fylt med skyllevann og heverten automatisk settes igang. Tømmingen ved hjelp av heverten tar 1 - 1½ time. Iløpet av de 12 - 14 timene skyllingen pågår, vil heverten virke 3 - 4 ganger. Disse skyllevann som tilføres nærmeste resipient benevnes 1., 2., 3. og 4. skyllevann.

IV. Undersökelsene i Leira

Langselven Leira ligger 3 fellesanlegg med ca. 20 km avstand. Et 4. anlegg ligger ved sideelven Gjermåa som munner ut i Leira mellom de to nederste lutanleggene. På grunn av halm-mangelen siste vinter var disse luteriene i drift bare 3 - 4 ganger pr. uke (mot normalt 6.)

Observasjonsposter var plassert ved de 3 lutanleggene langs Leira; prøver av elven ble tatt på 6 steder (stasjon 1 - 6). Stasjon 4 var uheldig valgt, og observasjonene derfra er ikke tatt med. Skisse av vassdraget er vist på side . Målingene ble foretatt i kaldt og rolig vintervær, med temperaturer ned til $+ 25^{\circ}\text{C}$. Bortsett fra korte strekninger med kraftige stryk og fosser var elven dekket av sne og is i hele sin lengde. Vannføringen ved Krokfoss ble av kraftstasjonens eier anslått til ca. 0,75 m³/sek.

P.g.a. isdekket, var det umulig å få noe inntrykk av vannhastigheten i elven. Det viste seg ved forsøket at forurensingene forplantet seg meget langsommere nedover langs vassdraget enn antatt; det er derfor ingen forbindelse mellom observasjonene som ble tatt ved tre av postene.

pH ble målt på stedet, vannprøver ble tatt med til laboratoriet for analyse av farge, permanganat-forbruk, bikromat-forbruk, alkalinitet, tørrstoff, gløderest Na og K. Videre ble endel surstoff-analyser tatt.

Prøver av skyllevannene fra Nannestad halmluteri ble tatt på følgende måte :

Fra det øyeblikk heverten begynte å virke ble det tatt prøver à 500 ml hvert 4. minutt ved hevertens utløp. Disse prøvene ble slått sammen på ballonger. Hver ballong skulle således gi gjennomsnittet av vedkommende skyllevanns sammensetning. Dette er ikke helt korrekt, idet heverten leverer noe mere til å begynne med, enn på slutten (p.g.a. at trykkehøyden minsker). Skyllevannene vil derfor i virkeligheten antagelig inneholde noe mere forurensinger enn analysene gir uttrykk for. Skyllevannene fra Krokfoss er ikke helt representative, da heverten ikke virket regelmessig.

Resultater

Analyseresultatene av elvevannsprøvene er vist i kurvene på side 15 og 16. Prøvene fra stasjon 1 viste ingen variasjoner i sammensetning. Variasjonene ved stasjon 2 viser tydelig virkningen av 1., 2. og 3. skyllevann. Mellom lutanlegget og stasjon 2 var det en ca. 10 m høy foss som hjalp til å blande skyllevannet jevnt i elvevannet. Vannet brukte i middel ca. 30 minutter fra luteriet til stasjon 2. Det sees at alle analyseverdiene varierer i takt. Første del av første skyllevann (se verdiene kl. 19:15) er særlig rik på forurensinger. Dette har sin naturlige forklaring, idet halmen spyles med vann på toppen og skyllevannet tappes ut gjennom heverten i bunnen. Det første vannet som renner ned gjennom halmen, vil ta med seg den luten som sitter utenpå stråene og derfor være særlig forurenset. Ved den videre skylling vil diffusjonshastigheten gjennom stråveggene nedsette utvaskingshastigheten. En ser videre at

maksimumsverdiene for første skyllevann ligger 4 - 5 ganger høyere enn for annet. Dette stemmer meget godt med analyseverdiene av selve skyllevannene som er vist i nedenstående tabell :

Tabell 1
Analyse av skyllevann fra Nannestad halmluteri

<u>Skyllevann</u>	<u>Første</u>	<u>Andre</u>	<u>Tredje</u>
pH	12.1	11.6	11.1
farge	brun	gul	gul
Alkalinitet ml N/10 HCl/l	475,0	81.0	42.5
K ₂ Cr ₂ O ₇ -tall mg forbrukt O ₂ /l	2689	508	457
Törrstoff mg/l	7210	1203	648
Glödest.mg/l	3971	662	366
N mg/l	64.8	10.7	6.1
Na mg/l	1300	200	109
K mg/l	392	47.5	30.5

Forholdet mellom konsentrasjonen i skyllevannene og i elvevannet ved stasjon 2, er ca. 200:1, hvilket omtrent svarer til det volumetriske blandingsforhold mellom elvevann og skyllevann.

pH-variasjonene følger meget nøye de andre analysene (når en tar i betraktning at pH er en logaritmisk verdi).

Prøvene fra stasjonene 3 og 5 viser endel variasjoner, særlig i Na og K verdiene. Da det imidlertid ikke var mulig å finne ut hvilke skyllevann dette svarte til, er verdiene ikke tatt med her.

Prøvene fra stasjon 6 viser et lignende forhold, og her kan vi forklare sammenhengen. Stasjon 6 ligger ca. 4 km nedenfor Frogner halmlutingsanlegg. Elven flyter på dette stykket meget rolig. Frogner anlegget har enkel gjennomspyling av halmen, med kontinuerlig utslipp av skyllevannet i elven. Skyllingen startet kl. 19, og vi ser av verdiene fra stasjon 6 at forurensingene nådde dit kl. 3 om morgenen, altså 8 timer senere. Det sees av verdiene at det særlig er tydelige utslag for Na, K og alkalinitet, farge og permanganat-tall, mens utslaget for

pH er meget svakt. Man ville i dette tilfelle ikke vært istand til å oppdage halmlutforurensingene ved å måle pH alene. Forklaringen må være at Leira på dette sted inneholder andre forurensinger som har nøytralisert lutvirkningen.

Surstoffanalyser fra stasjonene 1 og 6 er vist i tabell 2. Surstoffinnholdet er noe lavere ved stasjon 6, men det er ingen ting som tyder på at halmlutforurensingene har gått ut over surstoffinnholdet i elven.

Tabell 2

Analyseresultater for oppløst surstoff i Leira

<u>Stasjon 1</u>		<u>Stasjon 6</u>	
<u>Tid</u>	<u>mg O₂/l</u>	<u>Tid</u>	<u>mg O₂/l</u>
1700	13.6	1605	11.1
1930	13.6	1700	11.0
2130	13.6	1800	11.1
2300	9.6	1900	11.1
0200	12.6	2000	11.6
		2100	11.4
		2200	11.6
		2300	11.7
		2400	11.6
Vanntemperatur 0°		0100	11.5
O ₂ -løselighet = 14.62 mg/l		0200	11.9
		0300	11.3
		0400	11.3
		0500	11.6
		0600	11.6
		0700	11.6
		0800	11.7
		0900	11.8

Resultatene fra Leira viser at en rekke forskjellige analyser er gode indikatorer på halmlutingsforurensinger. Torrstoff- og gløderest-bestemmelsene er de mest usikre og mest tungvinte, og kan sløyfes ved lignende undersøkelser.

V. Undersøkelser i Gjermaa

Den svartluten som pumpes frem og tilbake mellom lut-kummene hele vinteren, vil, etterhvert, nærme seg en bestemt og karakteristisk sammensetning som er bestemt av kaustik-soda innholdet, mengden av ekstraktstoffer fra halmen og fortynningen ved hver ny luting. Den prosentvise sammensetning av skyllevann og svartlut blir den samme, bare totalkonsentrasjonene er forskjellige. Det har vist seg i praksis at ca. 1/10 av den totale svartlutmengde skylles bort for hver luting.

Ved å bruke svartluten direkte som vassdragsforurensere, kan man derfor oppnå nøyaktig samme virkning, som ved utslipp av skyllevann i den normale prosess. Bruk av svartlut har den fordel at man har full kontroll over

hele forsøket og kan gi vassdraget den belastning man ønsker. Dessuten kan man starte forsøket om morgenen og følge forurensingene med øyet, og ta alle prøver i dagslys. Ved vanlig skylling må observasjonene tas om kvelden og natten (som det fremgår av Leira-undersøkelsene).

Gjerdrum halmlutingsanlegg ligger ved Gjermåa ca. 4 km. fra dennes utløp i Leira. Størstedelen av strekningen løper elva svært rolig og elveleiet ligger i sterkt leirholdig jord.

I nederste halvpart er løpet noe hurtigere med antydninger til stryk.

En anslagsvis måling av vannføringen i Gjermåa ble foretatt ved å dimensjonsmåle overløp i gamle dammer, ved øvre og nedre Hellenfoss. De respektive tall for vannføring ble 0.71 og 0.50 m³/sek. Denne relativt store uoverensstemmelse mellom de to målingene, skyldes at denne er en upålitelig og dårlig egnet metode for måling av vannføringer. Tallene er imidlertid blitt korrigert gjennom måling av vannføring ved hjelp av fortynningsgraden av svartluten. Denne verdien, 0.61 m³/sek. skal kunne regnes for ganske nøyaktig. Tilsiget mellom halmluteriet og stedet hvor Gjermåa slutter seg til Leira var minimalt.

På den strekning av elven som ble undersøkt, fører den ganske meget leire med seg. Den får praktisk talt intet tilsig av kloakk eller annet avfallsvann.

Lutslippet skjedde ved hjelp av 1 $\frac{1}{2}$ " hevert. Iløpet av 60 minutter ble det sluppet 4,90 m³ svartlut. Luten ble skyllet ut i elven ved hjelp av rent vann. Svartlutmengden svarte til den forurensingsmengde som første skyllevann tar med ut i elven. Mens normalt skyllevannenes innhold av forurensinger er størst til å begynne med, og synker betraktelig innen heverten slutter å virke, var tilførselen i dette tilfelle konstant. Det vil med andre ord si at den vannmengde i elven som passerte lutanlegget i de 60 min. utslippingen varte, ble tilført en konstant forurensingsmengde.

Resultater

Prøver av elven ble tatt ved lutanlegget (stasjon 0) og 3 steder nedover til Leira (stasjon 1-2-3). Prøvestedene er vist på kartskissen side , og analyseresultatene fremgår av Fig.17,18 & 19. pH ble målt på stedet, mens vannprøver ble tatt med til laboratoriet for analyser på farge, permanganatforbruk, bikromatforbruk, alkalinitet, Na, K og Cl.

Prøve av svartluten ble analysert (se tabell 3.)

Tabell 3

Analyse av svartlut fra Gjerdrum halmlutingsanlegg.

pH	12.1
Alkalinitet ml N/10 HCl/liter	6250
KMnO ₄ -tall ml N/100KMnO ₄ oppl/l	610000
KaCrO ₇ -tall ml forbrukt O ₂ /liter	101120
Törrstoff mg/l	115
Glöderest mg/l	48
Cl mg/l	2280
Na mg/l	18000
K mg/l	5040

Med erfaringene fra Leira ble denne gang de fleste prøvene tatt med 5 min. mellomrom.

Ved stasjon 1, (210 m nedenfor utslipp, 43 min. middeltid for vannet fra utslipp) er elven meget sterkt forurensset for et ridsrom av 55 min. (utslippet varte i 60 min.)

Ved stasjon 2, (1363 m fra stasjon 1, 280 min. middeltid for vannet) har forurensingene fått et mere uttalt maksimum.

Ved stasjon 3 (2000 m fra stasjon 1, 225 min. middeltid for vannet) er det også et tydelig maksimum, selvom de første verdiene mangler.

Det fremgår av kurvene at forurensing/tid-gradienten før og etter den maksimale forurensingen, synker fra stasjon 1 til 2 og fra 2 til 3. Dette er hva man kan vente seg når det forurensede vannet vil blande seg med elvevannet, på grunn av tubulens i elven.

I likhet med resultatene fra Leira er også her pH en forholdsvis dårlig og unøyaktig indikator for disse forurensingene, sammenlignet med andre analyser. Farge alkalinitet, permanganat- og bikromat-tall, natrium og kalium er alle gode indikatorer på forurensing fra halmlutanlegg.

Det kan være viktig å bestemme halmlut forurensinger, ved siden av andre forurensinger. Natrium er en meget karakterstisk del av halmlutingsforurensingene, og da det er et indifferert jon, vil det bare i minimal grad bli fjernet fra vannet. Halmluten inneholder på den annen side meget lite klorider. I vanlig boligkloakk er Na-Cl forholdet tilnærmet som i koksalt. Ved å bestemme forholdet mellom disse jonene, skulle man derfor kunne få et mål for halmlut-forurensinger. Denne metode vil ikke være holdbar ved sammenligning med enkelte industriavfallsvann, som f. eks. avfallsvannet fra sulfatfabrikker.

Endel surstoff-analyser fra Gjermåa er vist i tabell 4.

Tabell 4

<u>Stasjon</u>	<u>Klokken</u>	<u>mg O₂/l</u>
0	1305	10.7
1	1327	9.3
2	1740	10.0
2	1800	9.2
3	2155	9.3
3	2323	9.6
3	2325	9.8
3	2327	9.8

Vanntemperatur 15°
O₂-løselighet 10.15 mg/l

Det er ingen overensstemmelse mellom surstoffinnhold og halmlutforurensing. Det ser derfor ikke ut til at disse forurensingene i første omgang stimulerer den mikrobiologiske aktivitet noe vesentlig.

Vassdragets selvrensingsevne fremgår av kurven på side 20. Totalbelastning er bestemt ved å integrere enkeltobservasjonene (ved stasjon 3 har vi beregnet belastningen ut fra observasjoner som er tatt under siste halvpart av forurensingsstøtet. Disse verdiene er derfor noe usikre).

Vassdragets selvrensing gjør seg mest gjeldende på hydroksylkonsentrasjonen, idet disse antagelig erstattes med karbonat- og bikarbonatjoner. Selvrensingen gjør seg også gjeldende på innholdet av organisk stoff (målt ved surstoffopptagelse fra permanganat eller bikromat). Denne selvrensing må antas å være temperaturavhengig og derfor antagelig minimal om vinteren.

Kurvene viser at enkelte spredt analyse-prøver er verdiløse for denne støtvis forurensing.

./.

VI. Virkningen på fisk og yngel.

Forsøkene ledet av fiskerikonsulent Leiv Rosseland.

ORIENTERENDE FORSÖK

Forsök utfört med småfisk fra Sandvikselva. Forsøkene ble utfört i 1-liters kolber med en blanding av springvann og skyllevann fra Nannestad Halmluteri.

Forsök 1.

900 ml springvann + 100 ml N.l. Start pH 11.5. Etter 30 minutter 11.2.

En örekyte, ca. 8 gram. Sterkt ubehag fra starten. Slimavsondring etter få minutter, begynnende bloduttredelse på gjellene etter 5 minutter. Etter 30 minutter var fisken praktisk talt död, og forsöket ble stoppet.

Forsök 2.

900 ml vann + 10 ml N.l.

En örekyte 6.5 gram. En örret 5.1 gram.

Forsökstid :	0 min.	25 min.	60 min.	105 min.	167 min.
pH-verdier :	9.6	9.4	9.0	6.9	6.9

Örekyten fikk etter kort tid rød farge ved basis av finnene og ved gjellene; fargen forsvant igjen da pH ble omlag normal. Begge fiskene var urolige, og ble stående med hodet ned for det meste.

Etter 180 min. ble fiskene satt tilbake i rennende springvann. Örekyten døde mellom 7 og 19 timer etter forsöket. Örreten var uberört av forsöket 48 timer etterpå.

Forsök 3.

970 ml springvann + 30 ml N.l.

En örekyte 7.3 gram. En örret 6.5 gram.

Forsökstid :	0 min.	35 min.	75 min.	98 min.
pH-verdier :	11.0	10.8	10.6	10.5

Fiskene var stort sett meget rolige. Det var ingen tydelig bloduttredelse på örekyten. Etter 123 minutter ble fiskene satt tilbake i rennende springvann. Örekyten døde mellom 7 og 19 timer etter forsöket. Örreten var uberört av forsöket 48 timer etterpå.

Forsök 4.

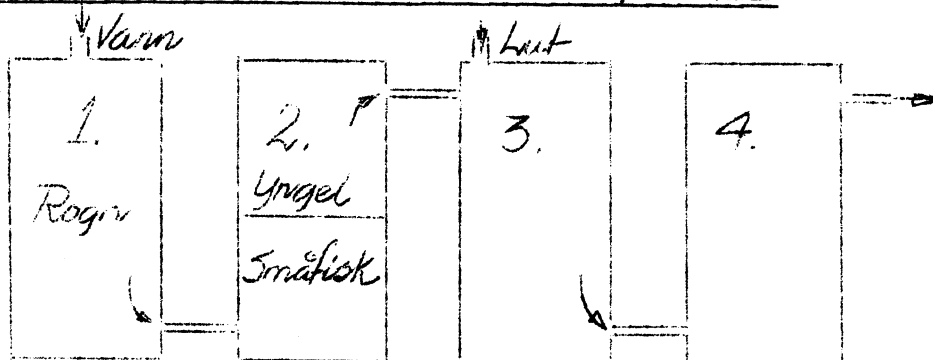
900 ml springvann + 100 ml N.l. + ca. 0.2 ml eddiksyre

pH ved start 5.8. Etter 48 timer 6.3

En örret 8.2 gram og 1 stingsild 1.1 gram.

Fiskene var litt urolige til å begynne med, men oppførte seg ellers som i rent vann. Etter 2 døgn var fiskene tilsynelatende uberört av forsöket. De ble deretter satt tilbake i rennende springvann, og var etter nye 48 timer fremdeles uberört av forsöket.

Under forsöket ble temperaturen kontrollert ved istilsetning, og holdt mellom ca. 8 - 10 grader C. I forsöksskarene ble det boblet luft.

FORSÖK MED HALMLUT I KLEKKERIET PÅ HAMANG, SANDVIKA

Forsøkene ble utført i langsomt rennende vann av en temperatur 6-8°C.

Forsök 1.

12. mai kl. 1345 ble forsøket startet. I kasse 1 og 2 gikk det rent vann fra bassenget; samme vann fikk videre til kasse 3 og 4, men ble da tilsatt lut. Luttilførselen ble regulert slik at pH lå på 10.2

I kasse 1 lå det ca. 6000 klekkeferdig lakserogn. I kasse 2 gikk det ca. 2000 lakseyngel med stor plommesekk, og i en egen avdeling 20 aure og 3 laks av størrelse 7 til 17 cm.

Kl. 1345 ble det satt inn 200 klekkeferdig lakserogn og 200 lakseyngel med temmelig stor plommesekk, i kasse 3. Kort tid etter innsettingen i kasse 3 viste yngelen seg noe urolig.

Kl. 1410 ble det satt inn 25 aure og 3 laks fra 7 - 17 cm lange, i kasse 4.

Kl. 1700 var 46 yngel døde i kasse 3, en større örret var døende i kasse 4. Heverten hadde etter en tid tettet seg igjen, og pH var sunket til 8.8. Ingen fisk døde i kasse 1 og 2.

Kl. 1930 ytterligere 42 plommeseckyngel døde i kasse 3. 3 aure, henholdsvis 8, 8, og 16 cm. lange, døde i kasse 4, og 2 aure døende. pH fortsatt 8.8. Luttilførselen ble regulert til å gi pH 10.2

Kl. 2300 luttilførselen stoppet igjen. pH 8.2. Bare noen få yngel fortsatt i live. Luttilførselen ble ordnet slik at pH etter en tid skulle komme opp i 10.

13. mai kl. 1130 pH 10.1 All yngel i kasse 3 og all fisk i kasse 4 døde. Rognen i kasse 3 i live, men noen nyklekte yngel døde.

Resultat

Etter ca. 21 timer i en lutopløsning med pH svingende mellom 10.2 og 8.2 var all yngel og større fisk død. Ingen kontrollfisk i kasse 1 og 2 død.

Forsök 2.

13. mai kl. 1925 ble det satt inn 100 yngel og 100 rogn i kasse 3, og 17 laks og aure-unger fra 7 - 17 cm lange i kasse 4. I kontrollkasse 2 var det ca. 1700 lakseyngel og 17 laks og aure-unger fra 7 - 17 cm lange. I kasse 1 lå det ca. 6000 lakserogn. pH ble justert til 9.0.

(forts. forsök 2 - 13. mai)

14. mai kl. 0900 7 yngel døde i kasse 3

kl. 1340 pH steget til 9.2 - ingen døde

kl. 1450 pH 9.1. En yngel død i kasse 3

kl. 1800 pH 9.1. Ingen døde fisk

15. mai kl. 0300 pH 9.1. Ingen døde fisk.

kl. 1100 pH 9.0 9 yngel døde i kasse 3.

19 døde i kontrollkasse 2 (av ca. 1700).

Resultat

Ialt 17 døde av 100 yngel i løpet av ca. $1\frac{1}{2}$ døgn, med pH ca. 9.0
Ingen større fisk død.

Forsök 3.

15. mai kl. 1500 ble pH justert til 9.7.

kl. 1515 ble det satt inn 100 yngel i kasse 3 og 100 rogn. 19 laks og aureyngel fra 7 - 17 cm lange ble satt inn i kasse 4. I kontrollkasse 1, ca. 6000 lakserogn, i kasse 2, 17 aure og lakseunger, ca. 7 - 17 cm, dessuten ca. 1600 lakseyngel.

kl. 2230 pH 9.7. 33 yngel døde i kasse 3. 3 døde i kontrollkasse 2. 1 aure død i kasse 4.

16. mai kl. 0900 I kasse 3, pH 9.6, og i kasse 4, pH 9.5. 21 yngel døde i kasse 3, 3 døde i kasse 2 (av ca. 1600). 13 døde fisk i kasse 4.

kl. 2300 pH i kasse 3 og 4 = 9.5. 22 yngel døde i kasse 3, 2 døde og en nesten død fisk i kasse 4. 13 døde yngel i kasse 2 (av ca. 1600).

17. mai kl. 1000 Slutt på luten, vannet klart, pH normal, 7.6. Ytterligere 4 yngel døde i kasse 3, 8 yngel døde i kontrollkum 2. Den døende fisken i kasse 4 er tilsynelatende frisk igjen.

18. mai Ingen fisk døde

Resultat :

Av 100 yngel er 80 døde iløpet av $1-1\frac{1}{3}$ døgn. Av 17 laks og aureunger (7-17 cm lange) er 14 døde. Av kontrollyngel er 27 døde av ca. 1600. Ingen av de større kontrollfiskene døde.

Forsök 4.

Med nøytralisert lut.

18 mai kl. 2100 Til kasse 3 og 4 ble tilsatt nøytralisert lut. pH i kassene 7.4. I vannet, kasse 1 og 2, pH = 7.6.

Satt inn i kasse 3, 100 lakseyngel, i kasse 4, 9 større aure 7-17 cm lange. I kontrollkasse 1 var det fortsatt ca. 6000 lakserogn. I kontrollkasse 2 var det ca. 1500 lakseyngel og 11 aure fra 7 - 17 cm lange.

19. mai kl. 0600 I kasse 3 og 4, pH = 7.4. Ingen fisk døde.

Kl. 2200 27 yngel døde i kasse 3, ingen fisk død i kasse 4. Slangen hadde tettet seg og ble blåst opp.

20. mai kl. 2200 40 døde yngel i kasse 3, 23 yngel døde i kasse 2 (av ca. 1500). pH = 7.4.

21. mai kl. 1200 17 døde i kasse 3, 6 døde i kasse 2. I kasse 3 og 4, pH = 7.5.

Kl. 2100 8 døde i kasse 3, ingen i de andre kassene. I kasse 3 og 4, pH = 7.5.

22. mai - Resten av yngelen i kasse 3 død. 5 yngel døde i kasse 2. Forsøket avsluttet.

De større fiskene 7 - 17 cm lange som hadde overlevd forsøkene ble holdt i klekkeriet til 6/6. De var alle tilsynelatende friske og ble sluppet i elven igjen.

Under forsøket med nøytralisert lut ble kassene tett belagt med brunlig slam som la seg på gjellene til yngelen. Det er meget sannsynlig at dette var dødsårsaken og ikke giftvirkning fra luten.

Resultat :

En lutmengde som normalt ville gitt pH ca. 10.5. ble tilsatt i nøytralisert tilstand. 100 lakseyngel døde iløpet av 4 dager, antagelig på grunn av et tett brunlig sediment som de ble liggende i. 11 örret tok øyensynlig ingen skade.

DISKUSJON

Ved bedømmelsen av halmlutens virkning på fisk, kan det være gunstig å skjelne mellom virkning av selve luten (uttrykt ved pH) og de andre forurensinger som luten inneholder.

Selve luten er tydeligvis giftigere for nyklekket yngel enn for mindre småfisk. Luten angriper alt hudvev som kommer i kontakt med vannet, særlig utsatt er selvfølgelig gjellene. Det kritiske området ligger ved pH 9-10. For svært korte perioder ser det ut til at småfisk tåler pH over 10, men allerede pH 9.7 er skjebnesvanger, hvis påkjenningen varer i hele eller halve døgn. For plommesekkyngel er pH 9.7 dødelig allerede etter få timer. Ved pH 9.0 ser det ut til at småfisk og yngel greier seg bra det første halvannet døgn, skjönt dødeligheten av yngel var noe større enn i kontrollen.

Andre forurensinger i halmluten ser ut til å være av mindre betydning for fisken. Undertiden oppstår det et voluminøst bunnfall når pH blir nøytral. Dette sediment la seg oppå plommesekkyngelen og "kvelte" den.

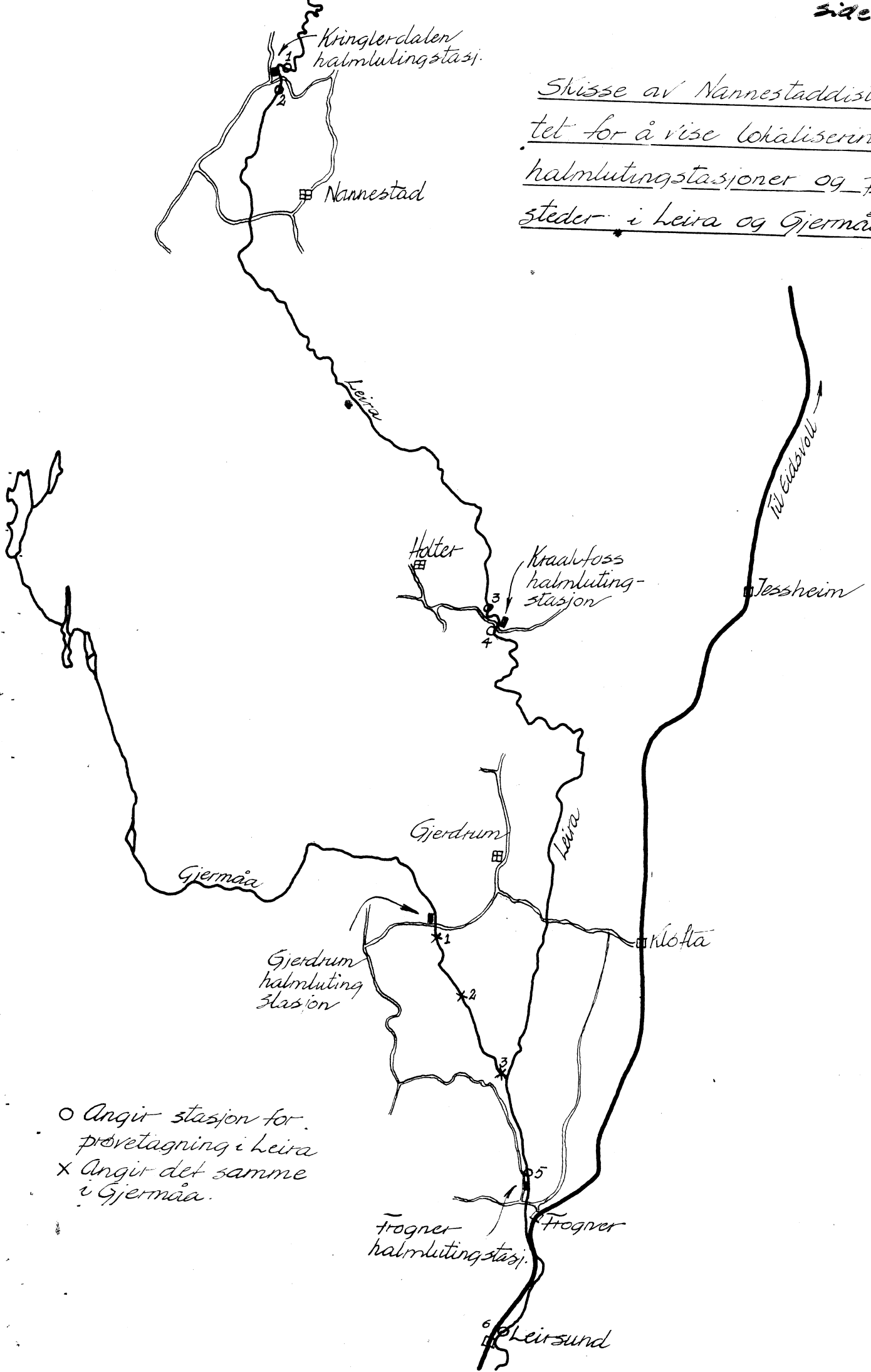
Hvorvidt et slikt sediment kan oppstå i et vassdrag, og hvilken betydning det i så fall kan ha, vet vi foreløpig ikke.

Laboratorieforsøkene tydet på at örekyte er mere ömfintlig enn örret; dette er en interessant observasjon, som viser at man skal legge merke til hvorledes det går med örekyten ved bedömmelse av halmlutvirkningen på et vassdrag.

Da halmluten er en meget sterk base, kan det i sin alminnelighet være tilstrekkelig å angi konsentrasjonen ved pH-målinger, men i et ellers sterkt forurenset vann, som er rikt på ammoniakk eller derivater av det, vil sannsynligvis giftvirkningen opptre ved lavere pH enn antydnet ovenfor.

11/7-1956
KB/GFH

Skisse av Nannestaddistriktet for å vise lokalisering av halmlutingstasjoner og prøvesteder i Leira og Gjermåa.

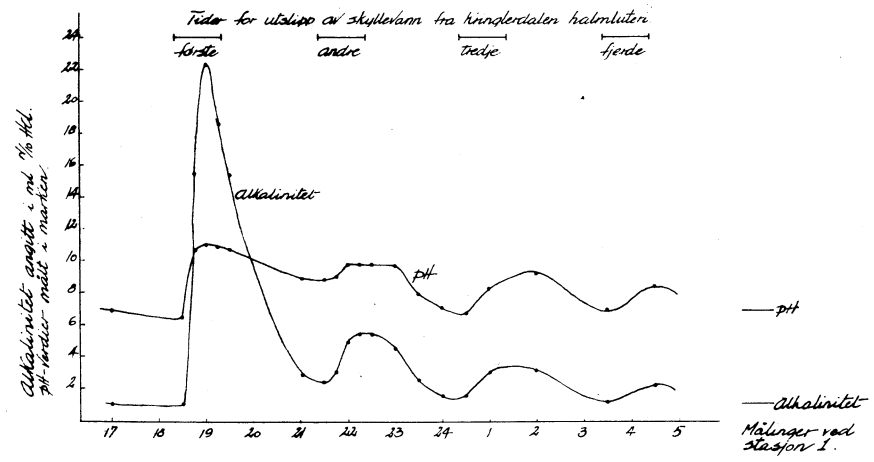


○ Angir stasjon for prøvetagning i Leira
x Angir det samme i Gjermåa.

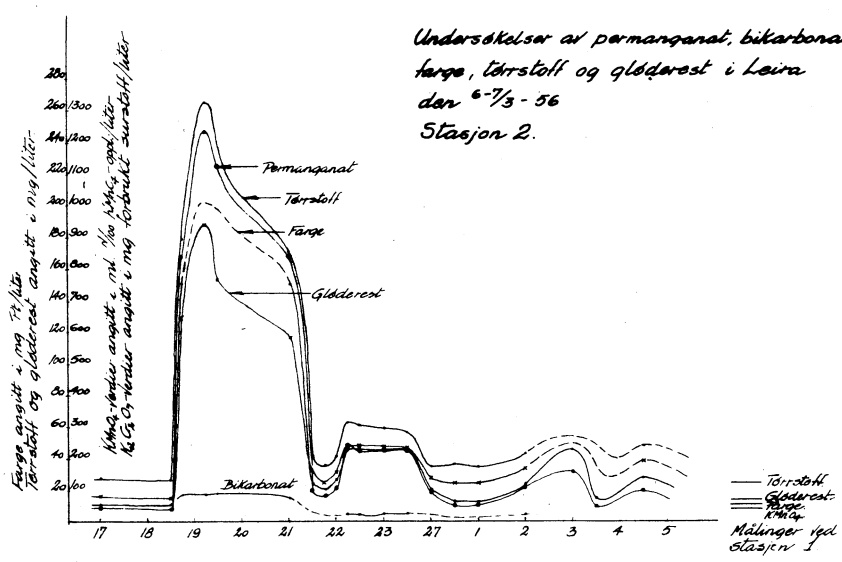
Frogner halmlutingstasjon

Leirsund

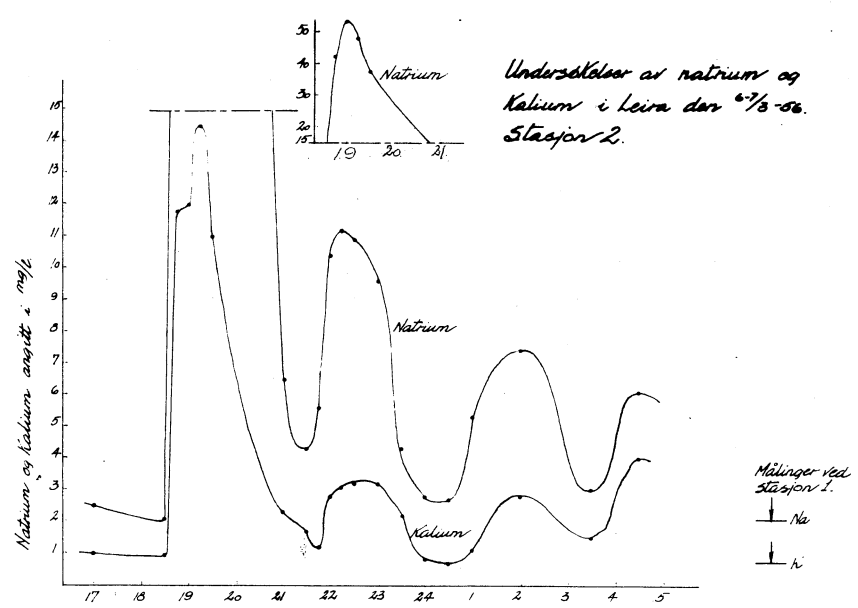
Undersøkelser av alkalinitet og pH i
Leira den 6-7/3-56.
Stasjon 2.



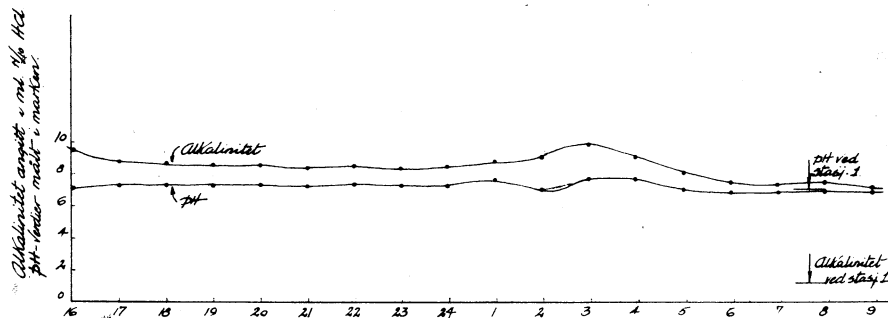
Undersøkelser av permanganat, bikarbonat,
farge, tørrstoff og gløderest i Leira
den 6-7/3-56
Stasjon 2.



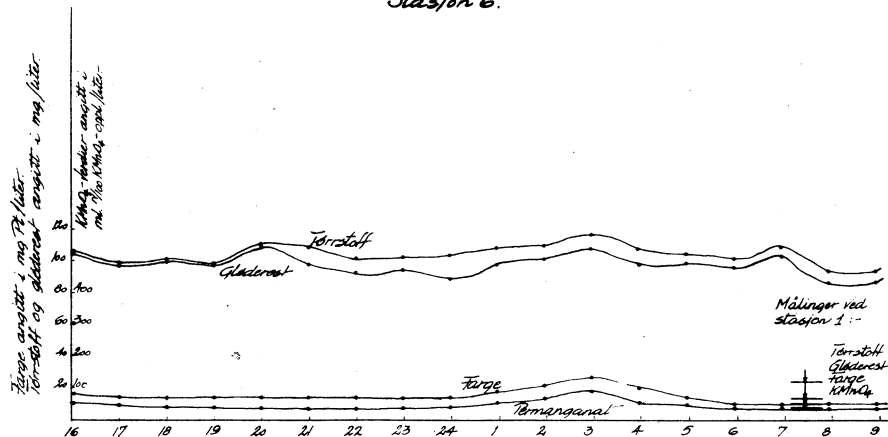
Undersøkelser av natrium og
kalium i Leira den 6-7/3-56.
Stasjon 2.



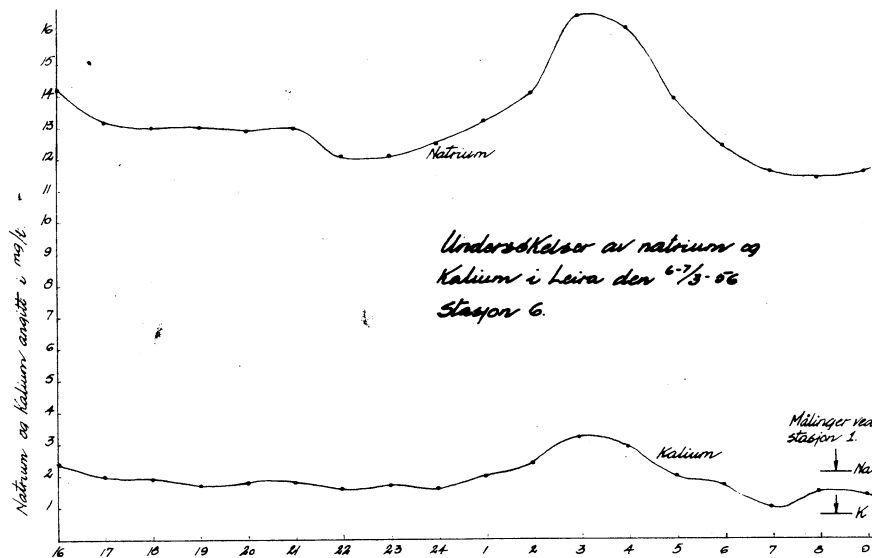
Undersøkelser av alkalinitet og pH
i Leira den 6-7/5-56.
Stasjon 6.

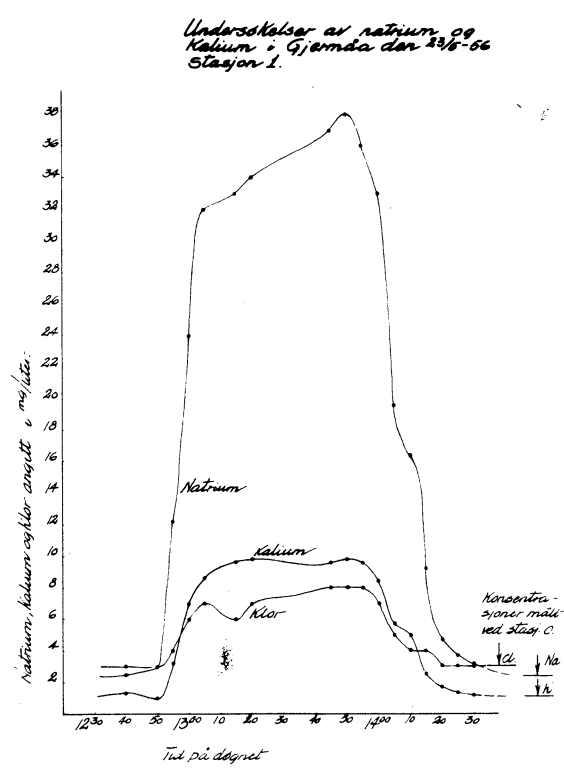
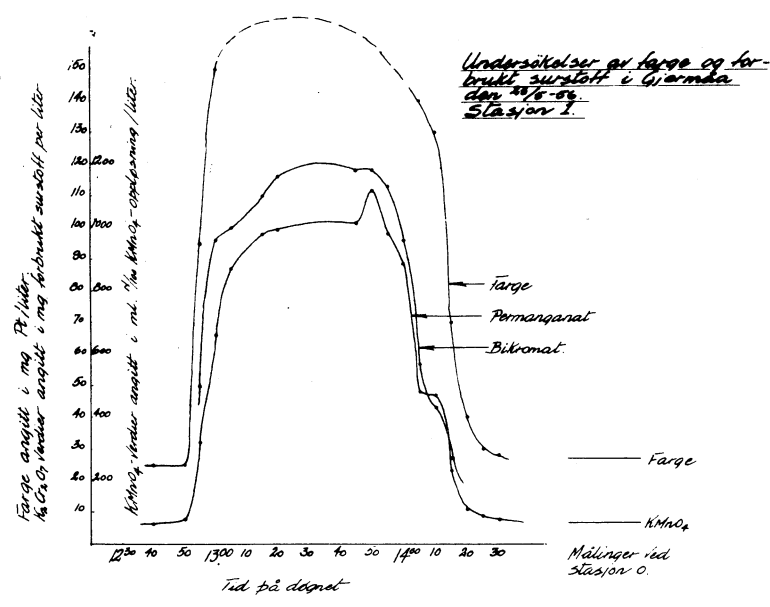
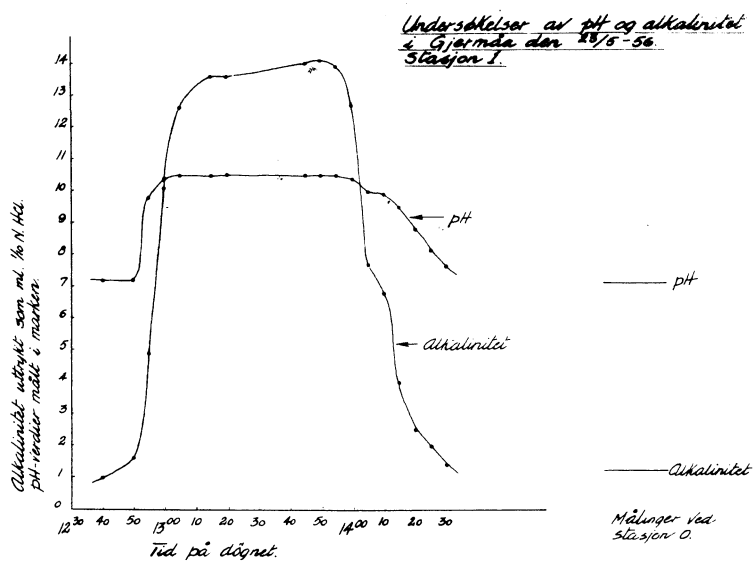


Undersøkelser av permanganat, farge,
tørrestoff og gjødselrest Leira 6-7/5-56.
Stasjon 6.

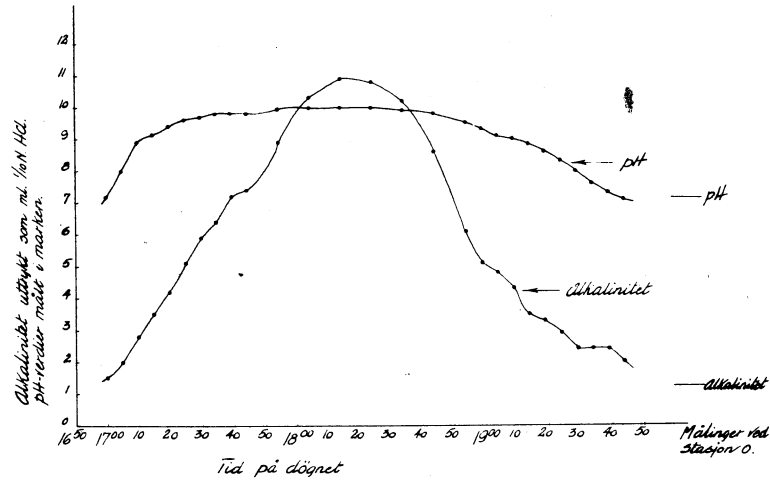


Undersøkelser av natrium og
Kalium i Leira den 6-7/5-56
Stasjon 6.

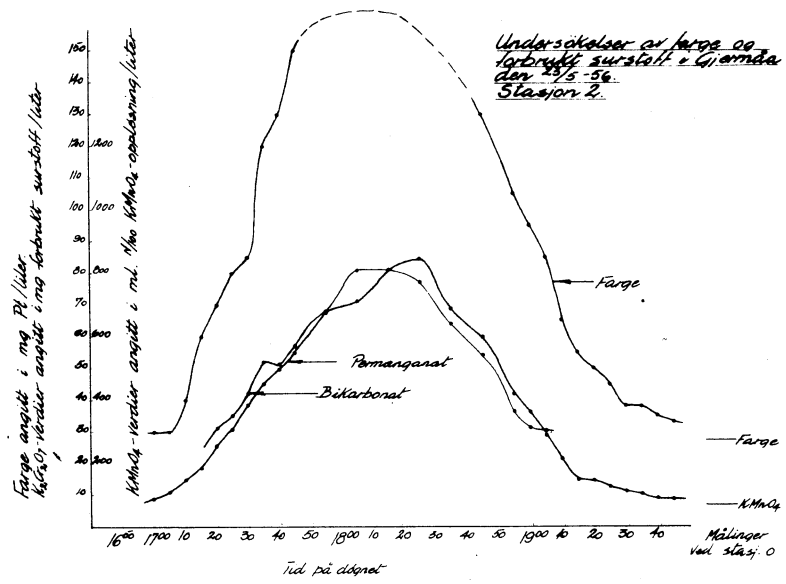




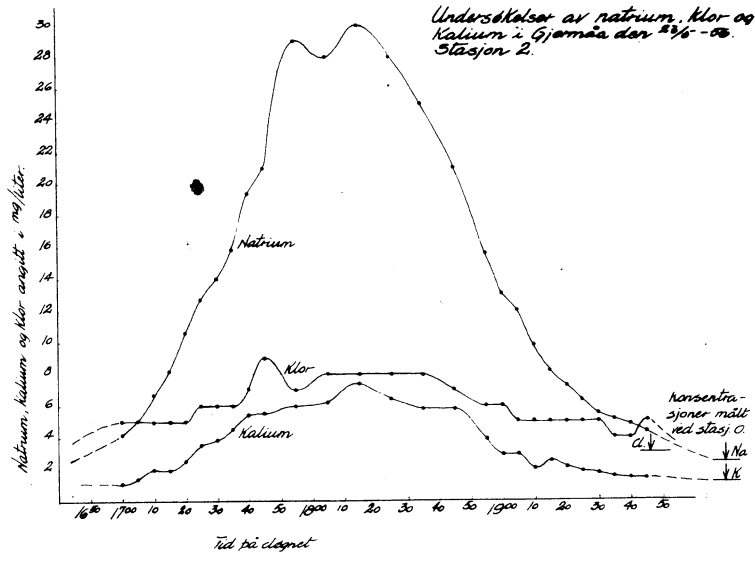
Undersøkelser av pH og alkalinitet i Gjermåa den 23/5-56. Stasjon 2.



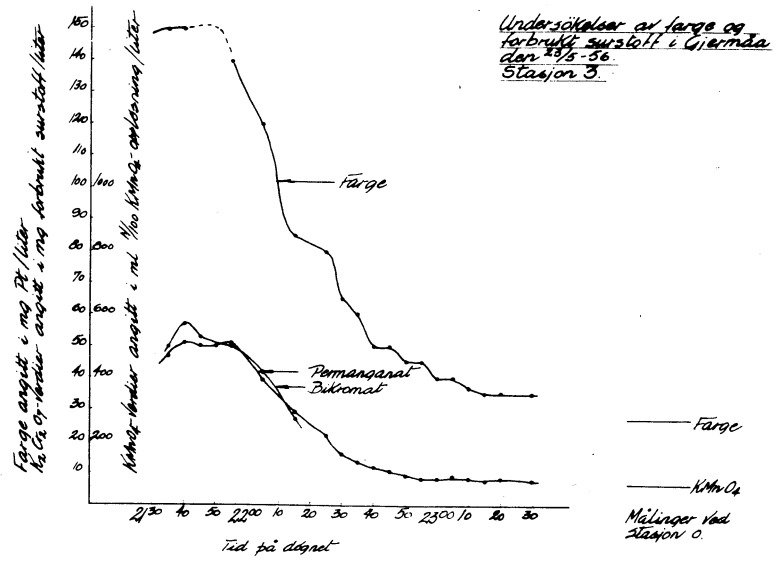
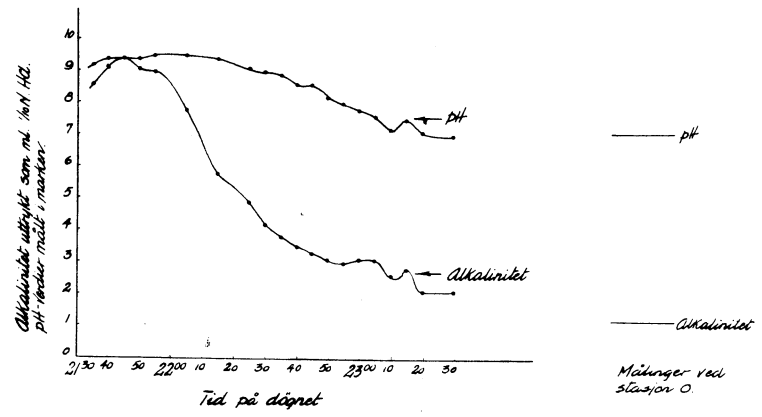
Undersøkelser av farge og løsløst surstoff i Gjermåa den 23/5-56. Stasjon 2.



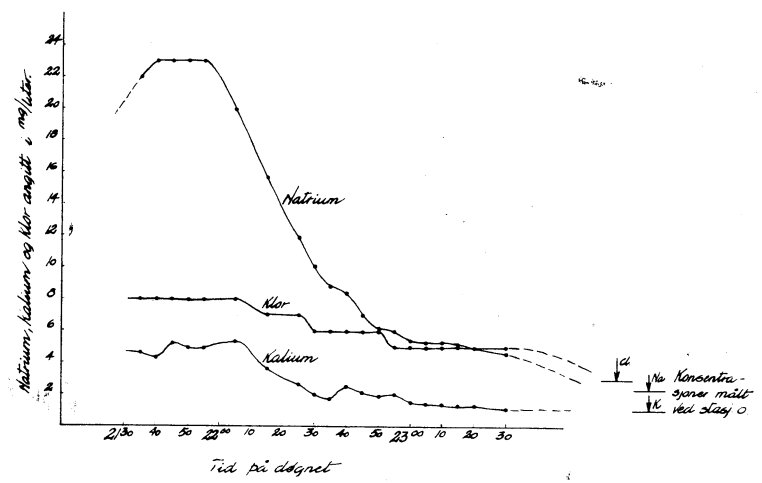
Undersøkelser av natrium, klor og kalium i Gjermåa den 23/5-56. Stasjon 2.



Undersøkelser av pH og alkalinitet i Gjermåa den 28/5-56 Stasjon 3.



Undersøkelser av natrium og kalium i Gjermåa den 28/5-56 Stasjon 3.



Belastningskurver for Gjermåa.

