

0-
87081

2000



RAPPORT 9|87

O-87081

Fagerstrand Vannverk

- tiltak mot manganutfelling

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 03 3

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 75 2

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

Prosjektnr.: 0-87081
Undernummer:
Løpenummer: 2000
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Fagerstrand Vannverk Tiltak mot manganutfelling. VA-9/87	Dato: 22.6.87
	Prosjektnummer: 0-87081
Forfatter (e): Hans Kristiansen	Faggruppe: VA-teknikk
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag): 12

Oppdragsgiver: Nesodden kommune v/teknisk sjef Knut Labrå	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Fagerstrand vannverk får vann fra 4 borebrønner. Vannkvaliteten er vurdert med hensyn til aggressivitet, og hvilke tiltak som kan gjøres for å unngå manganutfelling i rørettet.

4 emneord, norske:

1. Grunnvann
2. Drikkevann
3. Vannbehandling
4. Mangan-fjerning

4 emneord, engelske:

1. Ground Water
2. Drinking Water
3. Water Treatment
4. Manganate Removal

Prosjektleder:

Hans Kristiansen

For administrasjonen:

Oddvar Lindholm

ISBN 82-577-1249-3

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

OSLO

0 - 87081

FAGERSTRAND VANNVERK
TILTAK MOT MANGANUTFELNING

Oslo , 22. juni 1987

Saksbehandler: Hans Kristiansen

INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) ble i brev av 23. mars 1987 fra Nesodden kommune, teknisk sjef, bedt om å utrede forholdene ved Fagerstrand vannverk med hensyn til tiltak som kan redusere problemene med manganutfelling i rørene.

Fagerstrand vannverk har grunnvann som vannkilde. Vannet pumpes opp fra fire borehull og ledes i plastrør til vannverket hvor de kommer opp på rekke, og er i rapporten nummerert fra 1 til 4 i rekkefølge fra innerst og mot utgangen i rommet.

ANALYSE AV VANNPRØVER

Prøver for analyse av vann fra borehullene ble tatt 27. april og 5. mai 1987. Resultatene er ført opp i tabellen nedenfor.

Analyseresultater:		Brønn nr.			
		1	2	3	4
pH		7,43	7,53	7,37	7,55
Konduktivitet, 25 °C	mS/m	26,8	36,0	35,1	30,8
Alkalitet	mmol/L	2,24	2,72	2,13	2,50
Hydrogenkarbonat	mg/L HCO ₃	137	166	130	152
Klorid	mg/L Cl	4,7	12,7	23,5	5,0
Sulfat	mg/L SO ₄	18,5	29,5	28,0	24,0
Kalsium	mg/L Ca	36,2	40,9	31,2	40,5
Magnesium	mg/L Mg	4,85	5,25	4,75	4,85
Total hårdhet	mg/L CaO	61,8	69,3	54,6	67,8
Natrium	mg/L Na	13,1	24,7	30,8	14,7
Kalium	mg/L K	1,61	2,16	2,49	2,05
Oksygen	mg/L O ₂	4,13	10,96	0,20	0,34
Oksygen	% metning	36,6	97,2	1,8	3,0

DISKUSJON AV RESULTATENE

Resultatene viser at vannet er mineralstoffholdig, og det er små forskjeller fra borebrønn til borebrønn. Selv om summen av kalsium og magnesium synes høy i samtlige brønner, vil vannet i internasjonal sammenheng bli karakterisert som bløtt (lavere enn 80 mg/L CaO).

Grunnvann vil normalt være oksygenfattig. Det gjelder også disse brønnene, særlig nr. 3 og 4. I brønn nr. 2 har vannet høyt oksygeninnhold, men pumpen i denne brønnen suget inn luft slik at vannet blir luftet i røret frem til vannverket.

Oksygenfritt vann utløser jern og mangan i toverdige form fra berggrunnen. Når grunnvannet tilføres oksygen, oksyderes først jernet til treverdige form. Vannet blir brunfarget, og det dannes etter hvert rustflokker. Mangan er vanskeligere å få oksydert enn jern. I oksygenholdig vann oksyderes mangan ved høy pH-verdi. Ved normal pH-verdi oksyderes mangan når vannet tilsettes klor. Det har vist seg at når det først avsetter seg fireverdige mangan, virker det som katalysator for videre oksydasjon i nøytralt og oksygenholdig vann.

Jern- og manganinnholdet i vannprøvene er ikke analysert denne gang, men er bestemt ved flere tidligere analyser.

Aggressivitet

Vann er aggressivt når det er i stand til å løse opp kalsiumkarbonat. Bløtt vann er normalt alltid aggressivt og mer aggressivt jo lavere pH-verdien er. Når vannet inneholder akkurat så mye oppløst kalsiumkarbonat at ikke mer av det faste stoffet løser seg, er vannet i karbonatlikevekt. Vannet kan også ha høyere innhold oppløst kalsiumkarbonat enn hva som tilsvarer likevekten, og det utfelles kalkbelegg. Vann i karbonatlikevekt blir kalkutfellende dersom pH-verdien økes, eller hvis det varmes opp slik at fri karbondioksyd drives ut.

Om en bestemt vanntype er aggressiv i likevekt eller kalkutfellende, kan beregnes teoretisk ut fra analysedataene for vannet. Man skiller mellom

de fundamentale ionene (kalsium, karbonat og hydrogenkarbonat) og de øvrige ioner, som man kan kalle de karakteriserende ioner. Disse er med på å bestemme likevektskurvens plassering i et aksekors og til korrigering av termodynamiske likevektskonstanter som brukes ved utregningen. Figur 1 viser et eksempel på en slik likevektskurve. Kurven fremstiller summen av karbonat, hydrogenkarbonat og fri karbondioksyd angitt som CO₂-total i millimol pr. liter som funksjon av kalsiuminnholdet, og innholdet av karakteriserende ioner er satt til null. Vann som ifølge analysedata kan plasseres til venstre eller nedenfor kurven, er aggressivt, på kurven er i likevekt, og til høyre og over kurven er kalkutfellende.

For å finne hvor på kurven vann fra borebrønnene kan plasseres, er likevektskurven mellom to valgte punkter beregnet med det innhold av karakteriserende ioner som brønnvannet har. Temperaturen er valgt til 10 °C.

Brønn 1

Ioneinnhold:

Kationer	Milliekv./L	Anioner	Milliekv./L
Ca ⁺⁺	1,81	HCO ₃ ⁻	2,24
Mg ⁺⁺	0,40	Cl ⁻	0,13
Na ⁺	0,57	SO ₄ ⁻⁻	0,38
K ⁺	0,04		
	<u>1,01</u>		<u>0,51</u>

Korreksjonsfaktor:

$$\lambda = \frac{N - P}{2} = \frac{0,51 - 1,01}{2} = - 0,25$$

		Pkt. 1	Pkt. 2
Kalsiuminnhold:	mg/L Ca	30	40
pH-verdi		8,28	8,09
(CO ₂)-total	mmol/L	2,04	2,56

Resultatene er fremstilt i figur 2. Brønnvannets plassering er angitt med X.

Brønn 2

Ioneinnhold:

Kationer	Milliekv./L	Anioner	Milliekv./L
Ca ⁺⁺	2,04	HCO ₃ ⁻	2,72
Mg ⁺⁺	0,43	Cl ⁻	0,34
Na ⁺	1,07	SO ₄ ⁻⁻	0,61
K ⁺	0,05		
	<u>1,55</u>		<u>0,95</u>

Korreksjonsfaktor:

$$\lambda = \frac{N - P}{2} = \frac{0,95 - 1,55}{2} = - 0,30$$

		Pkt. 1	Pkt. 2
Valgt kalsiuminnhold:	mg/L Ca	40	50
	(Ca ⁺⁺) mmol/L	1,00	1,25
pH-verdi		8,09	7,92
(CO ₂)-total	mmol/L	2,60	3,10

Resultatene er fremstilt i figur 3. Brønnvannets plassering er angitt med X.

Brønn 3

Ioneinnhold:

Kationer	Milliekv./L	Anioner	Milliekv./L
Ca ⁺⁺	1,56	HCO ₃ ⁻	2,13
Mg ⁺⁺	0,39	Cl ⁻	0,66
Na ⁺	1,34	SO ₄ ⁻⁻	0,58
K ⁺	0,06		
	<u>1,79</u>		<u>1,24</u>

Korreksjonsfaktor:

$$\lambda = \frac{N - P}{2} = \frac{1,24 - 1,79}{2} = - 0,28$$

		Pkt. 1	Pkt. 2
Valgt kalsiuminnhold	mg/L Ca	30	40
	(Ca ⁺⁺) mmol/L	0,75	1,00
pH-verdi		8,28	8,07
(CO ₂)-total	mmol/L	2,10	2,63

Resultatene er fremstilt i figur 4. Brønnvannets plassering er angitt med X.

Brønn 4

Ioneinnhold:

Kationer	Milliekv./L	Anioner	Milliekv./L
Ca ⁺⁺	2,02	HCO ₃ ⁻	2,50
Mg ⁺⁺	0,40	Cl ⁻	0,14
Na ⁺	0,64	SO ₄ ⁻⁻	0,50
K ⁺	0,05		
	1,09		0,64

Korreksjonsfaktor:

$$\lambda = \frac{N - P}{2} = \frac{0,64 - 1,09}{2} = - 0,22$$

		Pkt. 1	Pkt. 2
Valgt kalsiuminnhold	mg/L Ca	30	40
	(Ca ⁺⁺) mmol/L	0,75	1,00
pH-verdi		8,30	8,09
(CO ₂)-total	mmol/L	1,98	2,05

Resultatene er fremstilt i figur 5. Brønnvannets plassering er angitt med X.

Av figurene fremgår at vannet fra samtlige brønner er svakt aggressivt.

FORSLAG TIL TILTAK

Vannet må først og fremst luftes. Norske helsemyndigheter krever at drikkevann skal være minst 70 prosent mettet med oksygen (omkring 8 mg/L O₂). Andre land har satt en minimumsgrense på 5 mg/L O₂. Kravet til oksygeninnhold er satt for å redusere korrosjon på rør og installasjoner. Det er særlig rustfritt stål som angripes av oksygenfattig vann.

Under luftingen oksyderes jern til treverdig form og vannet blir brunt. Deretter dannes rustfnokker, avhengig av hvor mye jern det er i vannet. Mangan oksyderes vanskeligere ved bare lufting. Vannet må i tillegg kloreres med mellom 1,5 og 2 mg/L fritt klor.

Etter lufting og klorering må vannet filtreres gjennom sandfilter. Oksydert mangan (brunstein) avsetter seg etter hvert på sandkornene og

vil virke som katalysator for fortsatt oksydasjon av mangan slik at klor-tilsetningen kan reduseres eller eventuelt sløyfes helt.

Jern og mangan som med tiden avsetter seg i sandfilteret, kan fjernes ved å sulfittbehandle sanden.

Med det høye kalsiuminnhold og høyt innhold av hydrogenkarbonat i forhold til klorid og sulfat har vannet en ideell sammensetning med hensyn til å unngå korrosjon. Det gjelder også betongrør i kloakknett.

Vannet er ikke korrosivt overfor sink, slik at varmforsinkede stålrør kan brukes til stikkledninger og til kaldtvannsinstallasjoner i hus, og til varmt vann med lavere temperatur enn 60 °C.

Vannet kan bli kalkutfellende ved oppvarming slik at det dannes kalkbelegg på f.eks. elementer i vannvarmer. Kalkbelegg utfelles langsomt, og utfelte belegg går på den annen side langsomt i oppløsning igjen. Belegg på varme-elementer kan unngås ved at elementene står på høyst mulig effekt. Dermed gjøres den tiden elementet er tilkoblet strøm, så kort som mulig i forhold til tiden elementet er frakoblet.

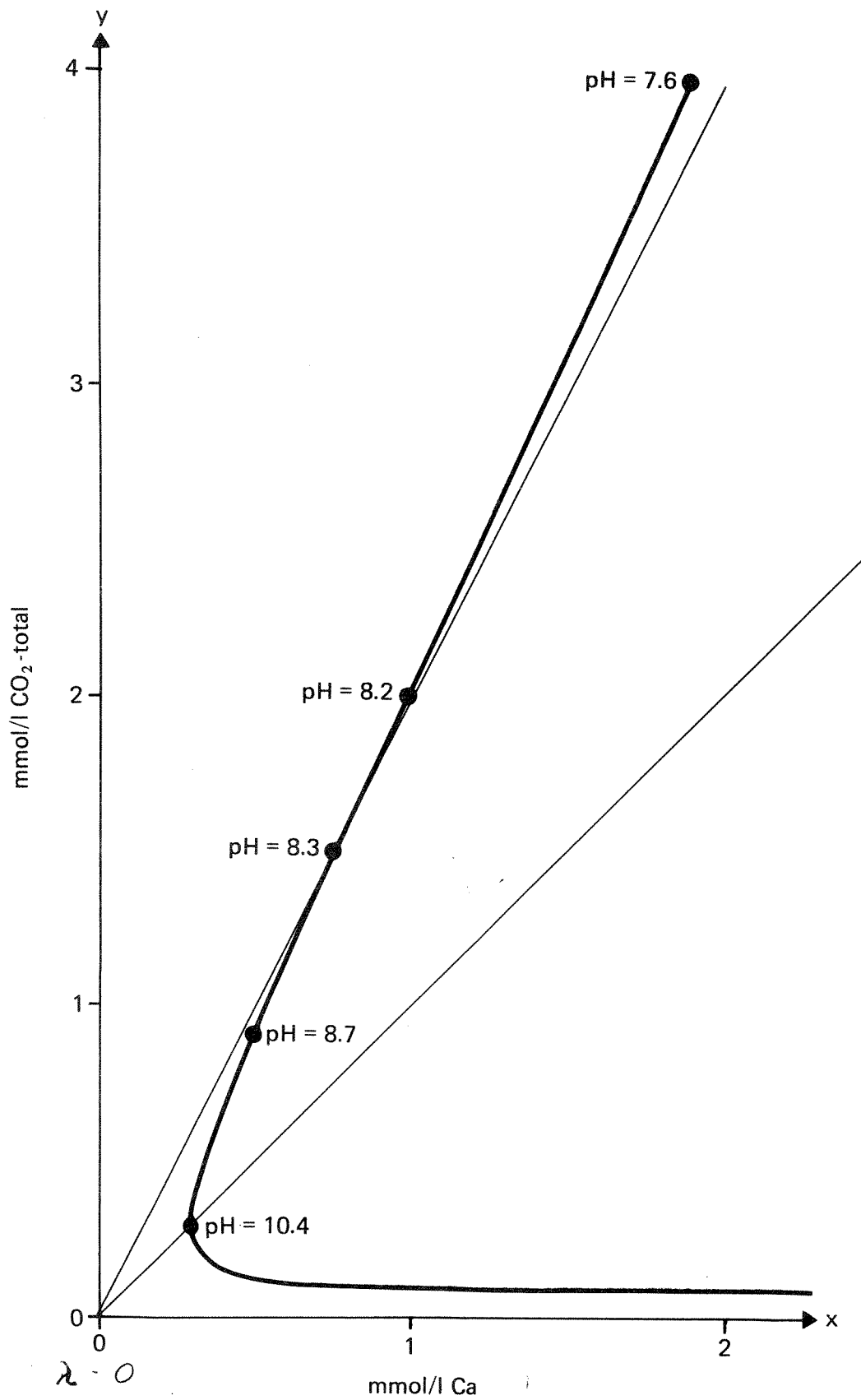


Fig. 1. Likevektskurve for vann som bare inneholder fundamentale ioner. pH-verdier for noen kalsiumkonsentrasjoner avmerket på kurven.

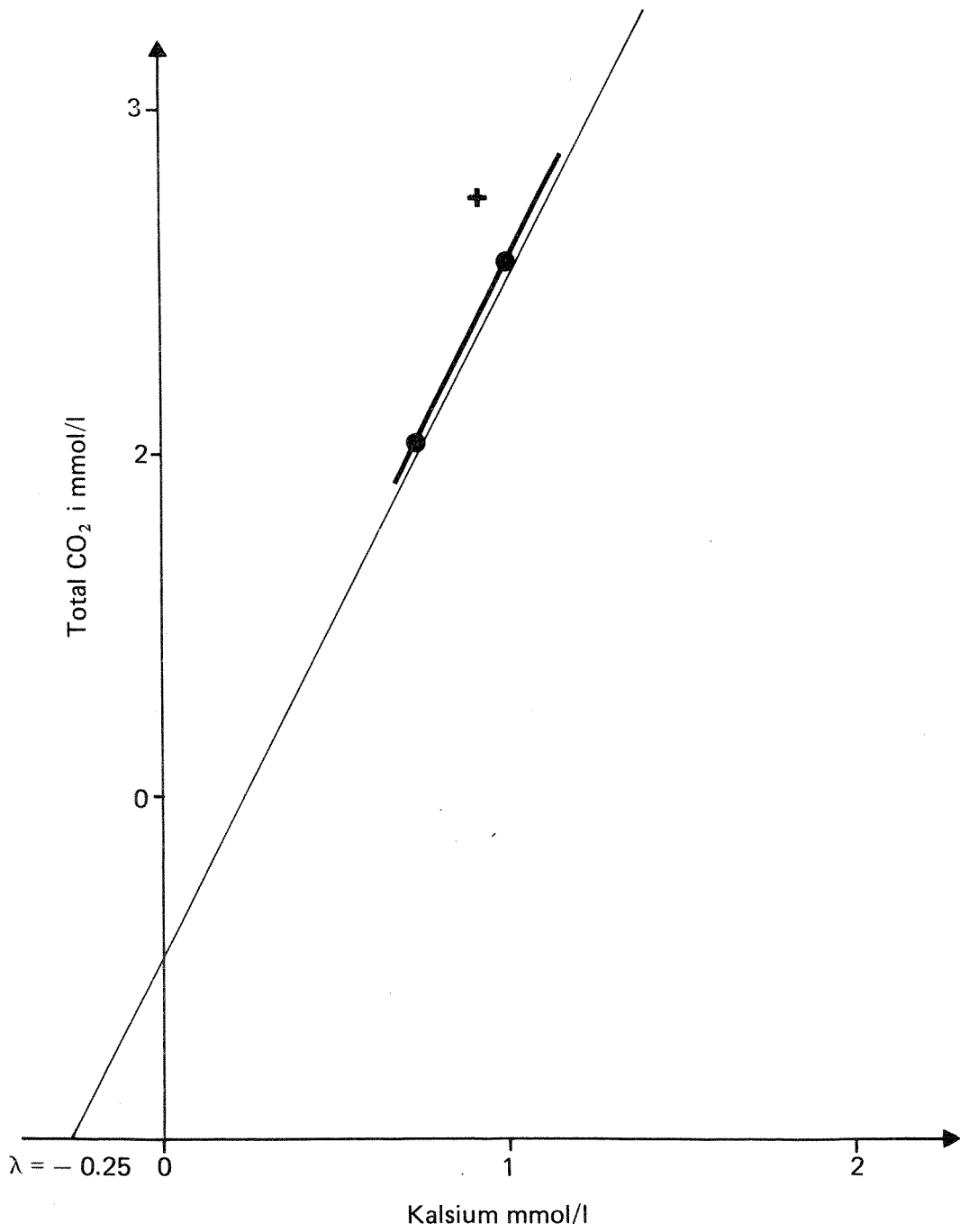


Fig. 2. Likevektskurven tegnet opp mellom to punkter (Ca = 30 og 40 mg/L) for vann fra borebrønn nr. 1. Vannet fra borebrønnen avmerket med X.

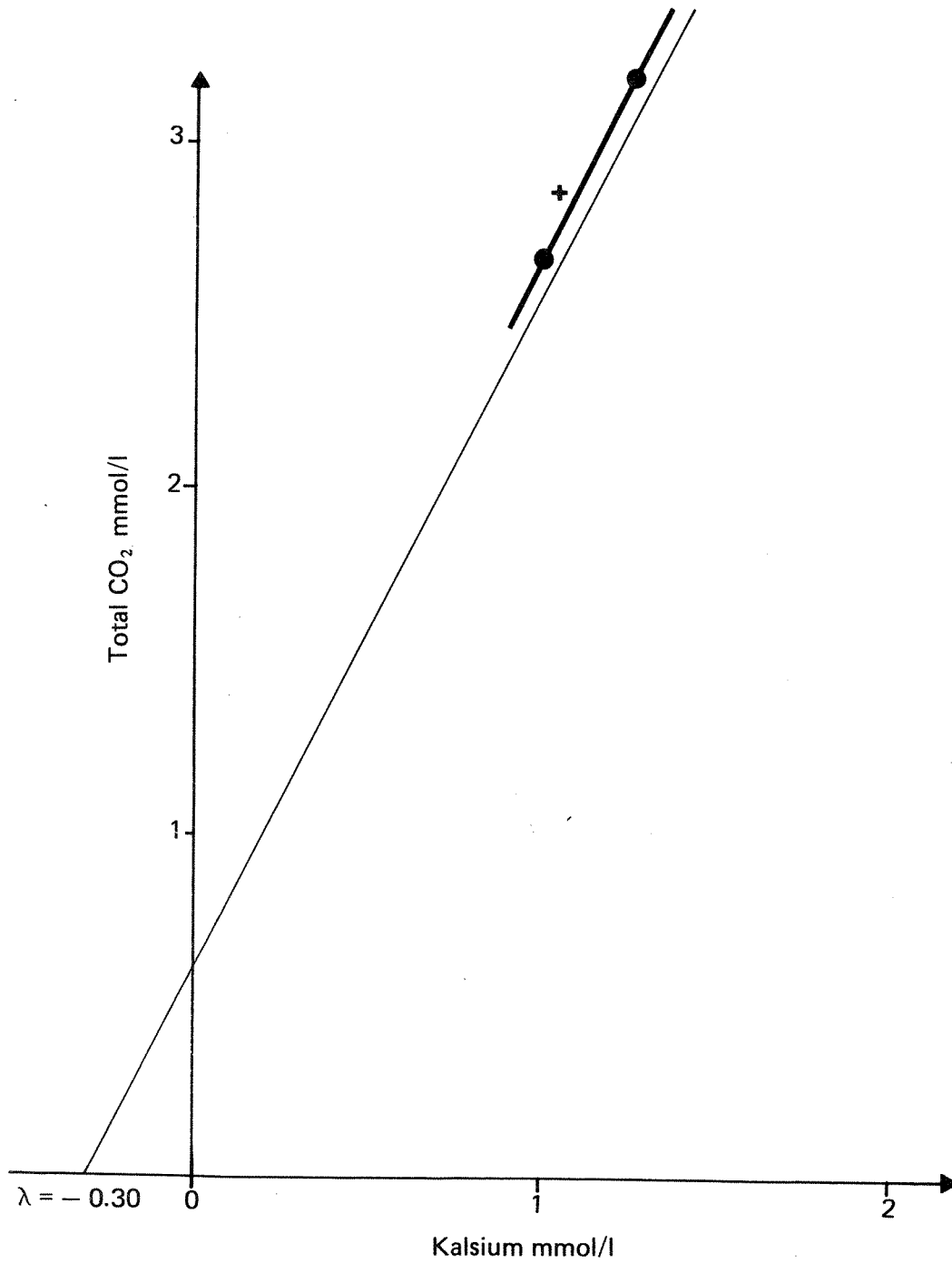


Fig. 3. Likevektskurven tegnet opp mellom to punkter (Ca = 40 og 50 mg/L) for vann fra borebrønn nr. 2. Vannet fra borebrønnen avmerket med X.

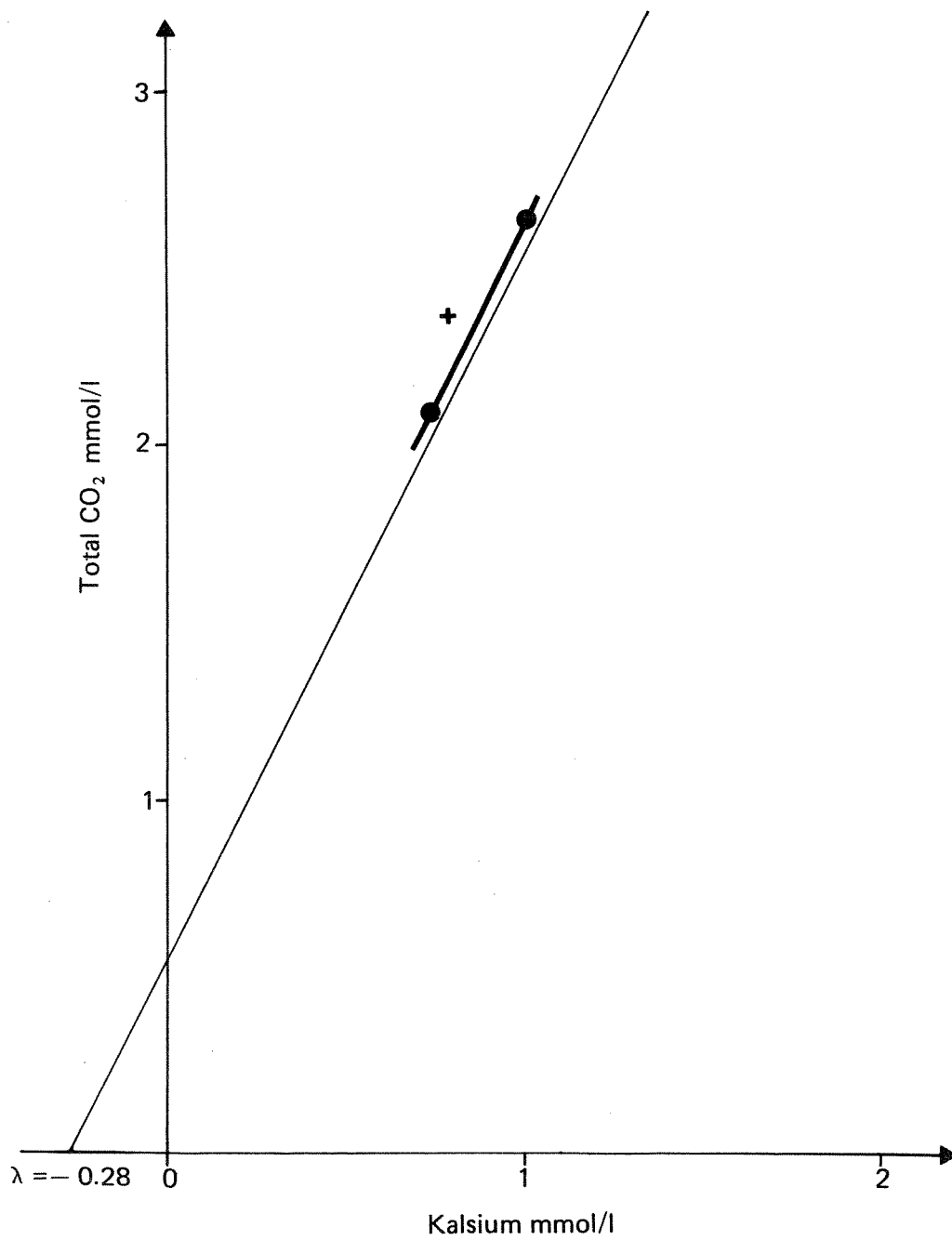


Fig. 4. Likevektskurven tegnet opp mellom to punkter (Ca = 30 og 40 mg/L) for vann fra borebrønn nr. 3. Vannet fra borebrønnen er avmerket med X.

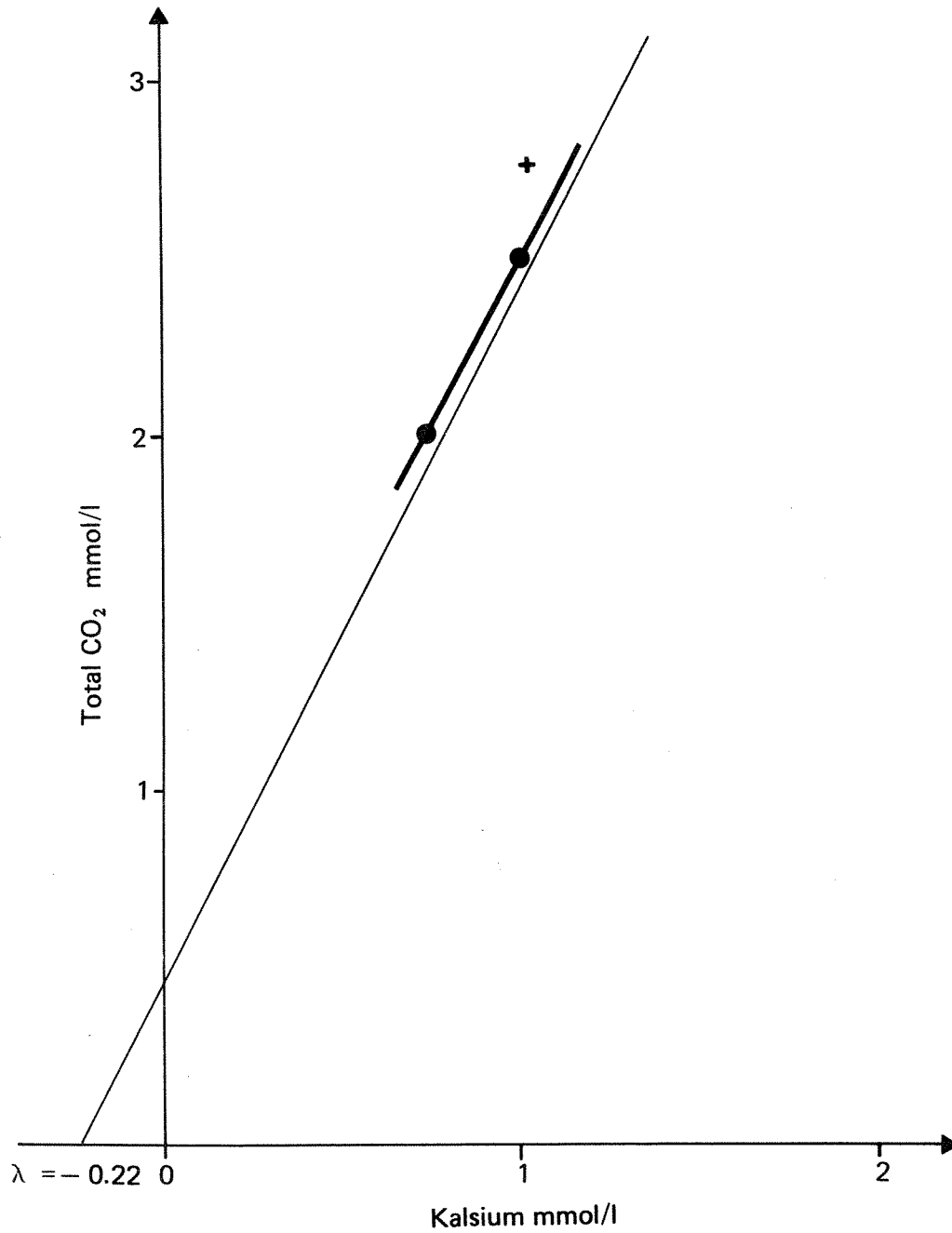


Fig. 5. Likevektskurven tegnet opp mellom to punkter (Ca = 30 og 40 mg/L) for vann fra borebrønn nr. 4. Vannet fra borebrønnen er avmerket med X.

rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sigevann fra søppelfyllplass.
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskjemikalier
ved Sandvika renseanlegg.
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske
råvannskilder
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge
Research Proposal
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging
av PAH-tilførsler til norske vannforekomster
A3-25 Lasse Berglind. Mars 1980
- 5/80 Mobil avvanning av septikslam
Utprøving av septikbil »HAMSTERN»
O-80019 Bjørn-Erik Haugan. November 1980
- 6/80 Tilføringsgrad
Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon
ved Monserud kloakkrenseanlegg. Del 1
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad
Forurensningstilførsler og beregning av
tilføringsgrad for Monserud renseanlegg i 1979. Del 2
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 8/80 Overløp i avløpsnett
Tilstand i dag og mulige tiltak
C2-32 Eivind Lygren. September 1980
- 9/80 Sikring av vannforsyning i Oslo mot
forurensninger ved uhell eller sabotasje
Vurdering av faremomenter. (Sperrert)
O-79084 Egil Gjessing, Jens J. Nygård. September 1980
- 10/80 Important aspects of water treatment in USA
XT-25 Eilen Arctander Vik. Juli 1980
- 11/80 Myrgrøfting, effekt på vannkvalitet
Noen observasjoner fra grøftet myrområde
i Røyken 1971-79
XK-05 Egil Gjessing. September 1980
- 12/80 Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg
F-80417 Torbjørn Damhaug. November 1980
- 13/80 Hvirveloverløp
Avskilling av sedimenterbart materiale og
flyttestoffer i overløpsvann
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H₂O₂ in water and
wastewater treatment
Research Proposal
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by
electrolytic addition of aluminium followed by
direct filtration
Research Proposal
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries
A desk survey about planning and ongoing
research projects
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forsøkshall Sentralrenseanlegg Vest SRV
Notat
Arild Schanke Eikum, Arne Lundar. Februar 1981
- 4/81 Alkalization/hardening of drinking water
Research proposal
G-314 Egil Gjessing. Februar 1981
- 5/81 Tiltak mot forurensning fra fiskeoppdrett
Behandling av vann i resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrett
Forskningsprogram 1981-1984
FP-80802 Arild Schanke Eikum, Eivind Lygren. Mai 1981
- 6/81 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 2
O-80018 Svein Stene Johansen. Mai 1981
- 7/81 Kalking av tilløp til lille Asketjern for fjerning av humus
Innledende forsøk. O-81065 Eilen Arctander Vik. August 1981
- 8/81 Tilføringsgrad for oppsamlingsnett
Status for eksisterende målinger
O-80055 Lasse Vråle. August 1981
- 9/81 A Water Pricing Study for Western Province,
Zambia. Draft !
O-81022 Svein Stene Johansen. September 1981
- 10/81 Fjerning av humus ved H₂O₂ tilsetning
og UV - bestråling
F-80415 Lasse Berglind. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge
European practice
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

- 12/81 Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann
Buhrestua renseanlegg. Nesodden
O-80093 Lasse Vråle. Desember 1981
- 13/81 Analyse av vannbehov i husholdninger, næringsvirksomhet
institusjoner og til kommunaltekniske formål
O-78028-01 Svein Stene Johansen, Kim Wedum. Desember 1981
- 1/82 Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann
ved ammoniakkavdrivning
F-81427 Torbjørn Damhaug. Mars 1982
- 2/82 Rensning av sigevann fra søppelfyllplasser
OF-80606 Torbjørn Damhaug. Juni 1982
- 3/82 Hvirvelkammer og hvirveloverløp
Regulering av vannføring og rensing av overløpsvann
O-79090 Eivind Lygren, Kim Wedum. Mai 1982
- 4/82 Avvanning av septikslam i container
O-81104 Bjarne Paulsrud. August 1982
- 5/82 Kalibrering og justering av vannføringsmålere
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 Vurdering av driftsinstrukser og driftsforhold
ved renseanlegg rundt Indre Oslofjord
O-82004 Arne Lundar, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 7/82 Styring av kjemikaliedosering ved kjemiske renseanlegg
Erfaringer med bruk av ledningsevne som styringsparameter
O-82025 Torbjørn Damhaug, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 8/82 Strålingskjemisk oksydasjon av organisk stoff i vann
Programforslag. (Sperrret)
F-80415 Kim Wedum. September 1982
- 9/82 Slamstabilisering under høy temperatur ved bruk av rent oksygen
F-81430 Bjørn-Erik Haugan. Oktober 1982
- 10/82 Tørrværsavsetninger i fellessystemrør
O-82022 Oddvar Lindholm. November 1982
- 11/82 Treatment of septage
European practice
O-80040 Arild Schanke Eikum. Februar 1983
- 1/83 Alkalisering av drikkevann
Delrapport 1 NIVA/SIFF
F-82441 Eilen A. Vik. Mars 1983
- 2/83 Industriavløp på kommunale renseanlegg
Forbehandling av meieriavløp i luftede utjevningsbasseng
Delrapport 1
O-82017 Torbjørn Damhaug. Februar 1983
- 3/83 Samlet optimalisering av avløpsrenseanlegg
og avløpsledningsnett
O-82124 Oddvar Lindholm. Februar 1983
- 4/83 Driftskontrollprogram for galvanoidindustriens renseanlegg
O-79049 Eigil Iversen. Mars 1983
- 6/83 Optimalisering av galvanotekniske industrirenseanlegg
O-82119 Eigil Iversen. Mai 1983
- 7/83 Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert
stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard
juli-oktober 1982
O-82067 Øivind Tryland. Mars 1983
- 8/83 Analyseresultater for avløpsvann fra
Mosjøen Aluminiumverk april-oktober 1982
O-82027 Øivind Tryland. Mars 1983
- 9/83 Vannforurensning ved bruk av kalksalpeter som
støvdempingsmiddel på grusveger
O-81050 Eivind Lygren, Reidun Schei. Juni 1983 (Sperrret)
- 10/83 Funksjonsprøving nr 2 av membran
kammerfilterpresser VEAS Mars 1983
O-82130 Lasse Vråle. Mars 1983
- 11/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 1
Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett
opsamlingsnett i Sydsbogen, Røyken kommune
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 12/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 2
Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som
alternativ metode for beregning av tilføringsgrad.
Resultater fra undersøkelsene ved Sydsbogen,
Buhrestua og Siggerud.
O-81041 Lasse Vråle. Desember 1984
- 13/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 3
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta,
Ski kommune
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 14/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 4
Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet.
Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.
O-81041 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 15/83 A feasibility study of fishfarming in Jordan
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Sperrret)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrret)
- 17/83 Water Research in Zambia
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 18/83 Water Research in Kenya
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 19/83 Water research in Tanzania
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen, Torbjørn Damhaug. May 1984
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør
Programforslag
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrret)

- 21/83 **Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**
Fysisk-kjemisk karakterisering av drenevann og virkninger av drenevann på biologiske forhold i resipienten
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. April 1983
- 22/83 **Sandstangen vannverk**
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperrert)
- 23/83 **Erfaringer med mottak av septikslam på kommunale renseanlegg**
O-82037 Bjarne Paulsrud. Juli 1983
- 24/83 **Miljøgifter i overvann**
O-83063 Oddvar Lindholm. August 1983
- 25/83 **Arealfordeling av korttidsnedbør**
O-83005, F-83450 Oddvar Lindholm. Oktober 1983
- 26/83 **Urbanhydrologi i Sverige**
En litteraturstudie
O-83092 Oddvar Lindholm. November 1983
- 27/83 **Tørrværsavsetninger i fellessystemrør**
Fase II
O-82111 Oddvar Lindholm, November 1983
- 28/83 **Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renseanlegg R-2, Lillehammer**
O-82083 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan. November 1983
- 29/83 **Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS, oktober-november 1983**
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. November 1983 (Sperrert)
- 30/83 **Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperrert)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. Desember 1983
- 32/83 **Suspensjoners synkehastighet**
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann
F-81434 Øivind Tryland. Desember 1983
- 33/83 **Silgrainsyre som fellingmiddel ved SRV, VEAS Slemmestad**
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Sperrert)
- 1/84 **Industriavløp på kommunale renseanlegg**
O-82017 Torbjørn Damhaug. Januar 1984
- 2/84 **Luftet lagune for rensing av sigevann**
Delrapport 1. Driftserfaringer
O-83027 Ragnar Storhaug. Februar 1984
- 3/84 **Highway pollution in a Nordic Climate**
O-79024 Eivind Lygren. Mars 1984
- 4/84 **An evaluation of large-scale algal cultivation systems for fish feed production**
O-84002 Torbjørn Damhaug et al. Februar 1984 (Sperrert)
- 5/84 **Matematisk modell av avløpsrenseanlegg**
O-82124/F-83448 Oddvar Lindholm. Februar 1984
- 6/84 **Adsorption in Water Treatment**
Fluoride Removal
FP-83828 Eilen A. Vik. Februar 1984
- 7/84 **Analyse av vannføringsdata**
O-81113 Kim Wedum. Januar 1984
- 8/84 **Renseeffekt i Heistad renseanlegg med og uten tilkopling av industrielt avløpsvann**
O-83093 Øivind Tryland. April 1984
- 9/84 **Hygienisering av slam ved bruk av rent oksygen**
F-81430 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan, Gunnar Langeland. Juli 1984
- 10/84 **Slamavvanning med filterpresser ved SRV**
Økonomisk sammenligning av Lasta membran-filterpresser og Rittershaus & Blecher kammerfilterpresser
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. Mai 1984 (Sperrert)
- 11/84 **Separat behandling av slamvann fra avvanning av septikslam**
Biologisk rensing ved bruk av aktivslam
O-83021 Ragnar Storhaug. Juni 1984
- 12/84 **Industriutslipp til vassdrag**
Avveininger for å beskytte resipienten, eksempel fra en tekstilbedrift
OF-81618 Bjørn-Erik Haugan, Kim Wedum. April 1984 (Sperrert)
- 13/84 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Virkning av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann
F-81434 Øivind Tryland. Mai 1984
- 14/84 **Driftsassistanse**
Vannrenseanlegg, ÅSV A/S Fundo Aluminium
O-83141 Egil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forureningsparameter**
O-83035 Kim Wedum. August 1984
- 16/84 **Driftsoppfølging av Biovac renseanlegg for helårsbolig**
O-82101 Bjarne Paulsrud. September 1984
- 17/84 **Kalkfelling på små renseanlegg**
O-83067 Ragnar Storhaug. Oktober 1984
- 18/84 **Hygienisering av slam ved lufttilførsel (Janca-prosessen)**
O-84050 Bjarne Paulsrud, Gunnar Langeland. September 1984
- 19/84 **Utvikling av lukket mærkonstruksjon.**
Prosessløsning og optimalisering
O-84091 Kjell Maroni, Eivind Lygren, Bjørn Braaten. Oktober 1984. (Sperrert)
- 20/84 **Forureningsproduksjon fra husholdning**
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydskogen i 1983, Røyken kommune.
F-83451 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 21/84 **Luftt lagune for rensing av sigevann**
O-83027 Ragnar Storhaug. April 1985
- 22/84 **Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984**
O-83090 Lasse Vråle. April 1985

- 1/85 **Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning**
Enkel litteraturstudie
0-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 **Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger**
0-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 **Treatment of leachate in aerated lagoons**
Lab-scale study
0-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 **Fiskeoppdrett på Grønerudstøa, Nesodden**
0-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 5/85 **Oppdrett av ferskvannskreps ved Mesna Bruk A/S**
Forprosjekt
0-85126 Sigurd Rognerud, Stellan Karlson
Torbjørn Damhaug, Gösta Kjellberg. August 1985
- 6/85 **Driftsassistanse - Vannrenseanlegg ved Steens Fornikling A/S**
0-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 **Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal**
Forprosjekt
0-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperrert)
- 8/85 **Driftsassistanse - Avløpsledning**
Høvik Lys A/S
0-85221 Øivind Tryland, Eigil Iversen,
Åse K. Rogne. August 1985
- 9/85 **Teknologi og miljø i oppdrettsnæring**
0-84159/0-84160 Kjell Maroni. Januar 1985
- 10/85 **Rensing av blyholdig avløpsvann.**
Undersøkelser ved Sønnak Batterier A/S
0-85222 Eigil Iversen, Øivind Tryland. September 1985
- 11/85 **Spillvarmebasert oppdrettsanlegg i tilknytning**
til Sauda Smelteverk A/S
0-84167 Kjell Maroni. April 1985 (Sperrert)
- 12/85 **Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt**
til Sentralrenseanlegg Vest, SRV.
Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser
0-85147 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 14/85 **Vann- og avløpstekniske løsninger for Helleberg hytteområde**
Nordstul, Store-Ble, Notodden kommune
0-85292 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 15/85 **Fremdriftsrapport for Frogn Vannverk**
Perioden juni-oktober 1985
0-85211 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 17/85 **Landbasert fiskeoppdrettsanlegg i Grimstad**
0-85262/Kristoffer Næs, Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug,
Kjell Maroni, Bjørn Braaten. November 1985 (Sperrert)

WA rapporter utgitt av NIVA

- 1/86 NIVANETT på mikrodatamaskin
O-85207 Oddvar Lindholm. Januar 1986
- 2/86 Utvikling av resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrettsanlegg
O-81068 Eivind Lygren, Kjell Maroni. April 1986
- 3/86 Avfall fra skip på norske strender
O-85174 Tor Moxnes. Mars 1986
- 4/86 Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers renseanlegg
O-82108 Eigil Iversen. Februar 1986
- 6/86 Minivannverk - forsøk i full skala med prototyp
O-84114 Tor Moxnes. Mai 1986
- 7/86 Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget
O-85255 Lasse Vråle. Mai 1986
- 8/86 Virkning av dynamisk regn på hydrogram
O-86037 Oddvar Lindholm. Juni 1986
- 9/86 Driftserfaringer fra kalkdoseringsanlegg i vannverk
O-86092 Jens Arne Ohren. Juni 1986
- 10/86 Driftsundersøkelse av VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann
O-86068 Jens Arne Ohren. Oktober 1986
- 11/86 Følsomhetsanalyse for parametre i avløpsnettberegninger. Fase I
O-86012 Oddvar G. Lindholm. Oktober 1986
- 12/86 Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget Oppegård kommune
O-86091 Lasse Vråle. November 1986
- 13/86 Bestemmelse av tilføringsgrad
O-86195 Lasse Vråle. November 1986
- 14/86 Heterotrofe mikroorganismer i ledningsnett for drikkevann
F-86635 Kari Ormerod. Januar 1987
- 15/86 Driftserfaringer for hvirveloverløp
O-85209, E-86638 Ole Jakob Johansen. Desember 1986
- 16/86 Vannkvalitet Vansjø vannverk
O-85075 Jens Arne Ohren. Desember 1986.
- 17/86 Evaluering av ABW-filter
O-86191 Jens Arne Ohren. Desember 1986
- 18/86 VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann.
Renseeffekter for alger, algetoksiner og andre vannkvalitetsparametre
O-86068 Jens Arne Ohren. Desember 1986
- 1/87 Overløpsforurensninger
Teoretiske beregninger
O-85285, O-86638 Oddvar G. Lindholm. Januar 1987
- 2/87 Testing av pH og oksygenmålere.
Delrapport 1. Test av pHOX og oksygenmålere
O-86167 Tor Sukke. Februar 1987. Sperret
- 3/87 Akvakulturmuligheter i Lilleelv.
O-86168 Arne Lande. Desember 1986. Sperret
- 4/87 Desinfeksjon av vann i oppdrettsnæringen
O-86148 Helge Liltved. Februar 1987
- 5/87 Optimalisering av kalksjøvannsfelling
Undersøkelse ved NIVAs laboratorie i Oslo og ved SRV
O-85251, E-86645 Lasse Vråle, Hans Kristiansen. Mars 1987