

SENSORER FOR

N & P

SYSTEM FOR AUTOMATISK MÅLING AV NITROGEN OG FOSFOR I VANN.

EBA MILJØKONTROLL



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Prosjektnr.:

0-91045

Undernummer:

Løpenummer:

2759

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: SENSORER FOR NITROGEN OG FOSFOR. SYSTEM FOR AUTOMATISK MÅLING AV NITROGEN OG FOSFOR I VANN. SLUTTRAPPORT FOR FØRSTE PROSJEKTÅR.	Dato: 8. juli 1992
Forfatter (e): Geir Tjønneland Geir Nilsen Bente M. Wathne Eirin J.S. Røgeberg Arne Veidel	Prosjektnummer:
	Faggruppe: Miljøteknologie
	Geografisk område: Oslo/Akershus
	Antall sider (inkl. bilag): 32

Oppdragsgiver: NTNF	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): MK 26821
------------------------	----------------------------------------------

I prosjektperioden har man oppnådd automatisk og pålitelig registrering av ammonium og ortofosfat ved en målebu i Akerselva i Oslo. Modifiseringer av utstyret gjør at det nå er egnet til bruk for vassdrag. Sammen med kontinuerlige turbiditetsmålinger, vil nitrogen- og fosformålingene gi en mulighet for kildelokaliserings. I vassdraget er uønsket utslipp fra en forurensningskilde lokalisert i prosjektperioden.

Et skreddersydd datainnsamlingssystem presenterer kontinuerlig innsamlede data for forvaltningsmyndigheten for vassdraget (Oslo kommune) og NIVA. Data lagres i en database for historisk informasjon og denne er tilgjengelig for eksterne brukere. I tillegg til å fungere som en beredskapssentral ved plutselige forurensninger, gir systemet grafisk presentasjon av forurensningssituasjonen samt rapporter for årlig forurensningstransport.

Parallelt er det lånt inn utstyr for automatisk og pålitelig registrering av høye ammonium- og ortofosfatkonsentrasjoner. Instrumentene brukes nå til registrering i råkloakk til renseanlegget VEAS (Oslo og omegn). Det registreres døgnvariasjoner i konsentrasjonen. Måleverdiene kan benyttes som et av styringskriteriene for driften av renseanlegget. Målesignalerne vil kunne håndteres av ABB M's system for prosess-styring.

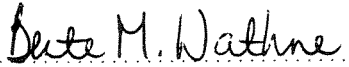
4 emneord, norske:

1. Nitrogen
2. Fosfor
3. Automatisk målesystem
4. Kontinuerlig registrering

4 emneord, engelske:

1. Nitrogen
2. Phosphorous
3. Automatic system
4. Continous measurements

Prosjektleder: NIVA


Bente M. Wathne

For administrasjonen:


Svein Stene-Johansen

ISBN 82-577-2144-1

SENSORER FOR NITROGEN OG FOSFOR

System for automatisk måling av nitrogen og fosfor i vann.

SLUTTRAPPORT FOR FØRSTE PROSJEKTÅR

April 1992

Geir Tjønneland¹
Geir Nilsen¹
Bente M. Wathne²
Eirin J.S. Røgeberg²
Arne Veidel²

¹**ABB Miljøkontroll**

²**Norsk institutt for vannforskning, NIVA**

INNHALDSFORTEGNELSE

1. BAKGRUNN	4
2. BEHOV OG NYTTEVERDI	4
3. SPESIFIKASJON AV PROSJEKTET	5
3.1 Mål for prosjektet.....	5
3.2 Preliminær kravspesifikasjon til målesystem.	5
3.2.1 Sensorsystemet.....	6
3.2.2 Signalbehandlingssystem	7
4. UTSTYR OG TEKNOLOGISØK.	8
4.1 Beskrivelse av utstyr- og teknologisøk.	8
4.2 Leverandørkontakt	9
4.3 Tilgjengelige sensorer.	11
4.4 Tilgjengelig datainnsamlingsutstyr.....	11
4.5 Teknologiplattformer.	11
4.6 Tilgjengelig database/KBS.....	12
5. UTSTYR- OG TEKNOLOGI- EVALUERING FOR SENSORDEL	12
5.1 Analysemetoder.	12
5.1.1 Ammonium - ioneselektiv elektrode.....	12
5.1.2 Ammonium - kolorimetrisk.....	12
5.1.3 Nitrat - ioneselektiv elektrode.....	12
5.1.4 Nitrat - kolorimetrisk/spektrofotometrisk.....	12
5.1.5 Ortofosfat - kolorimetrisk.....	13
5.2 Sensorer og måleinstrumenter - høye konsentrasjoner.....	13
5.2.1 Ammonium.....	13
5.2.2 Nitrat.....	13
5.2.3 Ortofosfat.....	13
5.3 Sensorer og måleinstrumenter - lave konsentrasjoner.....	14
5.3.1 Ammonium.....	14
5.3.2 Nitrat.....	14
5.3.3 Ortofosfat.....	14
5.4 Valgte sensorer/metoder - høye konsentrasjoner	14
5.4.1 Ammonium.....	14
5.4.3 Nitrat.....	15
5.4.5 Ortofosfat.....	15
5.5 Valgte sensorer/metoder - lave konsentrasjoner	15
5.5.1 Ammonium.....	15
5.5.2 Nitrat.....	15
5.5.3. Ortofosfat.....	15

6. UTSTYR OG TEKNOLOGI FOR DATAINNSAMLING OG BEARBEIDELSE.....	16
6.1 Systembeskrivelse for datainnsamling fra vassdrag og avløpssystemer	16
6.2 Valgt teknologiplattform.	17
6.2.1 Vassdrag	17
6.2.2 Avløpsvann.....	17
6.3 Detaljspesifikasjon av teknologibruk/KBS.	17
6.3.1 Krav til kompatibilitet.	18
6.3.2 Avlesningsfunksjonen.	18
6.3.3 Parametring av loggesystemet.	18
6.3.4 Brukergrensesnitt.	18
6.3.5 Opsjoner i brukerprogrammene.	18
7. ANSKAFFELSE AV SENSORER /DATAUTSTYR.....	20
7.1 Avtaleformer med leverandører	20
8. LABORATORIEARBEID - PREPROTOTYP.....	20
8.1 Kalibreringsrutiner og driftsstabilitet - sensorsystemer for høye konsentrasjoner	20
8.1.1 Ammonium.....	20
8.1.2 Nitrat.....	20
8.1.3 Ortofosfat.....	20
8.2 Kalibreringsrutiner og driftsstabilitet - sensorsystemer for lave konsentrasjoner	21
8.2.1 Ammonium.....	21
8.2.2 Nitrat.....	21
8.2.3 Ortofosfat.....	21
9. PILOTINSTALLASJON	21
9.1 Resultater og driftserfaringer fra system for høye konsentrasjoner	21
9.1.1 Ammonium.....	21
9.1.2 Ortofosfat.....	22
9.2 Resultater og driftserfaringer fra system for lave konsentrasjoner	24
9.2.1 Ammonium.....	24
9.2.2 Ortofosfat.....	25
9.2.3 Episoder i Akerselva	25
9.3 Modifiseringsforslag - målesystem for høye konsentrasjoner.....	28
9.3.1 Ammonium - Cerlic NH4 Analysator.	28
9.3.2 Ortofosfat - Polymetron Phosphamat 8876.	28
VEDLEGG A	29
Avtale mellom utstyrslleverandør og ABBM.....	29

SAMMENDRAG.

I prosjektperioden har man oppnådd automatisk og pålitelig registrering av ammonium og ortofosfat ved en målebu i Akerselva i Oslo. Modifiseringer av utstyret gjør at det nå er egnet til bruk for vassdrag. Sammen med kontinuerlige turbiditetsmålinger, vil nitrogen- og fosformålingene gi en mulighet for kildelokaliserings. I vassdraget er uønsket utslipp fra en forurensningskilde lokalisert i prosjektperioden.

Et skreddersydd datainnsamlingsystem presenterer kontinuerlig innsamlede data for forvaltningsmyndigheten for vassdraget (Oslo kommune) og NIVA. Data lagres i en database for historisk informasjon og denne er tilgjengelig for eksterne brukere. I tillegg til å fungere som en beredskapssentral ved plutselige forurensninger, gir systemet grafisk presentasjon av forurensningssituasjonen samt rapporter for årlig forurensningstransport.

Parallelt er det lånt inn utstyr for automatisk og pålitelig registrering av høye ammonium- og ortofosfatkonsentrasjoner. Instrumentene brukes nå til registrering i råkloakk til renseanlegget VEAS (Oslo og omegn). Det registreres døgnvariasjoner i konsentrasjonen. Måleverdiene kan benyttes som et av styringskriteriene for driften av renseanlegget. Målesignalene vil kunne håndteres av ABB M's system for prosess-styring.

1. BAKGRUNN

Næringssaltene nitrogen (N) og fosfor (P) er parametre som må registreres både i forbindelse med direkte utslippskontroll og mer generell overvåking i vassdrag. Erfaringene har vist at for disse komponentene mangler fremdeles stabilt og robust feltutstyr med et rimelig krav til ettersyn og vedlikehold. Samtidig er det et ønske at overvåkingssutstyr og målemetoder tilpasses automatiske registreringssystemer slik at miljøovervåkingen kan effektiviseres. På dette området ser vi et behov for utvikling.

ABB Miljøkontroll (ABBM, tidligere EB Miljøkontroll) har sammen med Norsk institutt for vannforskning (NIVA), satt igang et arbeid for å kartlegge og vurdere eksisterende sensorutstyr for måling av nitrogen og fosfor i vann. Utstyret skal testes både i laboratorium og felt og kombineres med datautstyr for registrering av målingene. Resultatet av arbeidet skal være utstyr som gir sikre målinger og automatisk registrering av nitrogen og fosfor i vann. Prosjektet er planlagt for 2 år, og resultatene av første års arbeid presenteres i denne rapporten. Økonomisk støtte til prosjektets første år er gitt fra NTNFs Program for miljøteknologi, som finansierer 50 % av arbeidet. De resterende 50 % finansieres av ABBM.

NIVA har erfaring med miljøovervåking, måling av næringssalter og eksisterende målemetoder, mens ABBM har kompetanse innen utvikling og markedsføring av systemer for kontinuerlig miljøovervåking.

2. BEHOV OG NYTTEVERDI

Norge har som følge av Nordsjøavtalen bl. a. forpliktet seg til å redusere sine utslipp av næringssalter med 50 % innen 1995, med utgangspunkt i forurensningsgraden i 1985. Det skal satses betydelige beløp fra statlig, kommunal og privat side for å innfri disse kravene. Satsingen vil skje i form av forbedring og utbygging av avløpsrensaneanlegg, begrensning av utslipp fra jordbruk- og oppdrettsnæringen samt skjerpede utslippskrav og større bruk av økonomiske incentiver overfor industri.

En slik satsing krever grundig oversikt over situasjonen før tiltakene settes i verk. Reduksjonen i næringssaltene må kunne dokumenteres, og denne dokumentasjonen bør bygge på kontinuerlig registrering i direkte utslipp fra industri og renseanlegg, samt registrering ute i vassdragene.

Forurensningsmyndighetene kan gi kommunene hjemmel til å innkreve avgifter fra forurenseren på bakgrunn av de mengder miljøskadelige stoffer som slippes ut. For å kunne registrere nitrogen og fosfor direkte i utslipp, trenger vi utstyr for høyere konsentrasjoner.

Kommunale renseanlegg vil i tillegg til eksisterende manuell prøvetaking få behov for automatisk måling i den innkommende og utgående strømmen. Dette vil gi opplysninger om anleggets rensegrad og i tillegg kan kontinuerlig målte verdier for innkommende kloakk brukes for å optimalisere utnyttelsen av kloakknettet samt styring av renseanlegget. Innkommende data kan benyttes til å beregne dosering av fellingskjemikalier i de kjemiske rensetrinnene, og dosering av næringstilskudd i den biologiske renseprosessen. Utstyr for slik registrering bør operere i området for høyere konsentrasjoner.

Det må også foretas resipientmålinger. Kontinuerlig registrering av nitrogen og fosfor gir muligheter for pålitelige beregninger av næringssalttransporten i vassdragene. Disse målingene vil sammen med andre utslippsmålinger, gi et bedre anslag for utslipp fra jordbruk og diffuse kilder. I resipient vil konsentrasjonene være relativt lave, og det er behov for sensorer med høy følsomhet og god nøyaktighet i det lave måleområdet.

3. SPESIFIKASJON AV PROSJEKTET.

3.1 Mål for prosjektet

Hovedmål:

Målet for prosjektet er å utvikle utstyr som gir sikre målinger og automatisk registrering av nitrogen og fosfor i vann. Dette målet skal oppnås ved å videreutvikle og tilpasse eksisterende sensorer, utstyr og teknologi.

Delmål:

- Spesifisere analysemetoder, utstyr- og teknologibruk.
- Opprette kontakt med leverandør av eksisterende utstyr for N og P målinger og innhente opplysninger om disse.
- Evaluere eksisterende utstyr og teste ut noe utvalgt utstyr i laboratorium. Det skilles mellom utstyr egnet for høye og lave konsentrasjoner.
- Modifisere et lite utvalg sensorer til preprototyp-stadiet og prøve disse ut i et vassdrag (Akerselva).
- Modifisere et lite utvalg sensorer til preprototyp-stadiet og prøve disse ut i avløpsvann.
- Etter test i vassdrag og avløpsvann samt ytterligere tester i laboratorium, skal det utarbeides en sensorløsning på preprototypstadiet som skal være ferdig uttestet og modifisert for å sikre funksjonsdyktighet i bruksmiljøet.

Prosjektet er planlagt for to år, og skal være avsluttet innen utgangen av 1992. En detaljert og fullstendig prosjektbeskrivelse som inneholder milepælplan, anvarskart, organisering og budsjett for "Sensorer for N & P - System for automatisk måling av nitrogen og fosfor i vann." ble laget før prosjektstart.

3.2 Preliminær kravspesifikasjon til målesystem.

Preliminær kravspesifikasjon skal gi en pekepinn på hva vi bør fremskaffe av tekniske løsninger. Den er ment å inneholde flest mulig av de momenter som man kan tenke seg burde bli spesifisert uten at selve spesifiseringen bør bli for stram. Den skal gi rom for at tekniske løsninger som ligger utenfor de umiddelbare påtenkte, kan bli evaluert.

Målesystemet er en total teknisk løsning som innbefatter en analysedel for påvisning av nitrogen og fosfor i vann samt en signalbehandlings- og presentasjonsdel. Kravspesifikasjonen splittes opp i en spesifisering for analysedel, heretter kalt sensorsystemet, og en spesifisering for databehandlings- og presentasjonsdel, heretter kalt signalbehandlingssystemet.

3.2.1 Sensorsystemet

- Systemet skal installeres ved utslippstedet eller i vassdrag, og bør være egnet for utslippskontroll og/eller vassdragsovervåking i Norge.
- Systemet skal registrere ammonium og nitrat for måling av nitrogen, og/eller ortofosfat for registrering av fosfor.
- Vi skiller derfor mellom systemer for høye og lave konsentrasjoner, men dersom disse måleområdene kan kombineres i ett og samme system, er dette ingen ulempe.
- Prøvetakingen kan baseres på filtrert vann og nødvendige filtreringssystemer bør i så fall foreslås av produsent/leverandør.
- Systemet må registrere vannføring når transportert mengde næringssalter skal beregnes.
- Systemet bør registrere innholdet av suspendert materiale for å kunne etablere forholdet mellom løst og uløst fosfor.

Krav til deteksjongrenser, nøyaktighet, presisjon og måleområde ble satt opp tidlig i prosjektet og er vist i tabell 3.2.1.

Tabell 3.2.1. Målekrav til N & P sensorer.

Parameter	Deteksjongrense	Nøyaktighet og presisjon.	Måleområde
PO ₄ - P Lav	2 µg/l	± 1 µg/l	0-100 µg/l
PO ₄ - P Høy	0.05 mg/l	± 5 %	0.05-10 mg/l
NO ₃ - N Lav	10 µg/l	± 5 µg/l	0-200 µg/l
NO ₃ - N Høy	0.1 mg/l	± 5 %	0.1-100 mg/l
NH ₄ - N Lav	10 µg/l	± 5 µg/l	0-100 µg/l
NH ₄ - N Høy	0.05 mg/l	± 5 %	0.05-100 mg/l

Tabellen er senere blitt noe modifisert i tråd med erfaringer fra målingene i Akerselva

En vesentlig faktor ved utplassering av utstyr i felt, er behov for tilsyn og service. Derfor ble krav til driftsstabilitet og rutinemessig vedlikehold vurdert og spesifisert:

Forbehandling av prøver	:	Filtrering (100 µm)
Tilsyn/service	:	Max. 1 gang/uke
Skifte av filter	:	Max. 1 gang/uke
Stabilitet av reagenser	:	Min. 4 uker
Skifte av pumpe slang e o.l.	:	Max. 1 gang/mnd.
Hyppighet av måleresultat	:	Min. 2 pr. time
Kalibrering	:	Automatisk rekalkibrering med valgfri hyppighet nødvendig.

For logging og lagring/overføring av data ble følgende spesifisert:

- Signalgivning:
 - 0/4 - 20 mA, 0 - 5/10 V for ammonium sensor
 - 0/4 - 20 mA, 0 - 5/10 V for nitrat sensor
 - 0/4 - 20 mA, 0 - 5/10 V for ortofosfat sensor
 - 0/4 - 20 mA, 0 - 5/10 V for vannføringsmåler
 - 0/4 - 20 mA, 0 - 5/10 V for suspendert materiale-måler.
- Nøyaktighet: +/- 5% eller bedre på alle måleområder
- Strømforsyning:
 - Alt. A: 12/24 V DC
 - Alt. B: 230 V AC

3.2.2 Signalbehandlingssystem

Signalbehandlingssystemet består av:

- 1) Datalogger, evt. m/sensoradapter.
- 2) Kommunikasjonsløsning.
- 3) PC med presentasjonsprogram for de parametre som kan måles med sensorsystemet.

Hver enkelt av disse må oppfylle spesifiserte krav:

Datalogger

- Systemet skal kunne gi kontinuerlig måling og bør formidle registrerte verdier fra 2 ganger pr. minutt, samt valgbart registreringsintervall.
- Formen verdiene formidles i kan være:
 - Alt. A: 0/4 - 20 mA
 - Alt. B: RS 232 kommunikasjonsprotokoll
 - Alt. C: RS 442
 - Alt. D: RS 485

- Strømforsyning:

Alt. A:	12/24 V DC
Alt. B:	230 V AC

- Konfigurering av datalogger bør kunne foretas fra PC, men PC behøver ikke være tilkoblet når målinger foretas.
- Kan samle verdier for opptil 4 uker av gangen.

PC

- Kompatibel med IBM, DOS operativsystem.
- Inneholde modem for kommunikasjon med datalogger over oppringt samband.
- Inneholde RS 232 kommunikasjonsprotokoll for dialog med logger.
- Være transportabel.
- Strømforsyning:

Alt. A:	Batteridrift
Alt. B:	230 V AC

PC-program

- Skal kunne fungere på operativsystemet DOS.
- Kunne presentere nå-verdier grafisk eller med tallverdi.
- Skal kunne presentere og behandle historiske verdier. Diagrammer, kalkulasjoner/modellering.

4. UTSTYR OG TEKNOLOGISØK.

4.1 Beskrivelse av utstyr- og teknologisøk.

For å finne en hensiktsmessig avgrensning av utstyr- og teknologisøket, ble det gjort henvendelse til de produsenter, leverandører og forskningsmiljøer (heretter kalt Leverandører) som hadde enten:

- utstyr som arbeidet etter et prinsipp vi ville utprøve
- vært i kontakt med oss tidligere
- produktinformasjon tilgjengelig
- beliggenhet i geografisk nærhet

Søket ble gjennomført etter følgende rutiner:

- Kontakt i brev form eller muntlig forspørsel om Leverandørens interesse for å låne utstyr til prosjektet.
- Leverandør ble i samme brev presentert for relevante punkter fra den preliminare utstyrsspesifikasjonen.
- En registrering av positive leverandører ble foretatt.
- En gjennomgang av tilgjengelig utstyr ble foretatt for å velge ut de mest interessante metoder/tekniske løsninger.
- Ny kontakt ble opprettet med aktuelle leverandører for å avtale tidspunkt for lån av utstyr, inngåelse av kontrakt for utstyrlån (EBM) ABBM - Leverandør.

4.2 Leverandørkontakt

Kontakt og forhandlinger med leverandører av utstyr var igang allerede høsten 1990, og før N & P prosjektet var startet ble et omfattende arbeid nedlagt hos NIVA i forbindelse med innlån av instrumenter. Det ble i første omgang arrangert flere møter i Norge hvor Bran & Luebbes tyske representant var tilstede sammen med Morten Teilstad fra Alfa Laval. Tema for møtene var Bran & Luebbes instrumenter og deres muligheter til å måle fosfat i det laveste området. Avtale ble inngått om innlån av en Monitor 90, og i november 1990 reiste Eirin Røgeberg og Arne Veidel til fabrikken i Tyskland for å diskutere modifikasjoner av leverandørens standardinstrument. Det de kom frem til er den løsningen vi idag benytter.

Tidlig kontakt med KEBO lab og Garek A/S har også skaffet til veie turbidimeter (Hach Surface Scatter 6) for bruk sammen med ortofosfatmåleren i Akerselva og utstyr for registrering av høye ortofosfatkonsentrasjoner (Polymetron - Phosphamat Model 8876) i avløpsvann. Begge instrumentene er nå i bruk i prosjektet. Fra Garek A/S er det i tillegg gitt løfte om lån av utstyr for måling av høye nitratkonsentrasjoner så snart det er tilgjengelig fra Polymetron. Det er også muligheter for innlån av et instrument som kombinerer registrering av høye nitrat- og ammoniumverdier.

Det ble samtidig holdt møter og ført forhandlinger over en lengre periode med Axel Johnson A/S, men med negativt resultat. Etter at N & P prosjektet startet har også ABB Miljøkontroll ført forhandlinger med Axel Johnson A/S, men med samme negative resultat.

ABBMs kontakt med Cerlic AB ga positivt resultat for prosjektet. Et instrument for registrering av høye ammoniumverdier ble utlånt.

En oversikt over leverandører, utstyr og mulighetene de ga for utlån er registrert i tabell 4.2.1.

Tabell 4.2.1. Oversikt over leverandører og utstyr for N & P registrering og prosjektets tilgang på disse.

Leverandør	Måleparameter					
	Ammonium		Nitrat		Ortofosfat	
	Høy	Lav	Høy	Lav	Høy	Lav
Axel Johnson, Applikon (for dyre, >300'x 3)	x	x	x	x	x	x
Bran & Luebbe	x	x	x	OK?	x	L
Dr. Lange (leieordning 3000/md)	x	x	(OK?)	x	x	x
Impo (Interferensprobl.?)	OK		OK		OK	
ABB Kent, EB I & O (Ikke interessert)	x		x		x	x
Polymetron	x		x		L	
Prosess styring (ikke interessert)	x		x			
Cerlic AB	L		x			
Seres (leieordning 6000/md)	x		x		x	
ABB Kent, NIVA's		L				

- L : Er allerede levert for uttesting.
 OK : Er blitt lovet lånt til prosjektet.
 OK? : Positiv tilbakemelding, lånemulighet må bekreftes.
 x : Eksisterende produkt.

4.3 Tilgjengelige sensorer.

Utstyr til prosjektet og tidspunkt for leveranse:

Bran & Luebbe	:	Ortofosfat, lav kons.	Lvert juli 1991
ABB Kent, NIVA's	:	Ammonium, lav kons.	Lvert januar 1992
Cerlic AB	:	Ammonium, høy kons.	Lvert 14. nov. 1991
Polymetron	:	Ortofosfat, høy kons.	Lvert 10. des. 1991

Forhandlinger pågår med følgende leverandører som har stilt seg positive:

Impo elektr.	:	Ammonium, Nitrat, Ortofosfat, høy og lav (?) konsentrasjon.
Polymetron	:	Nitrat og ammonium, høy og lav konsentrasjon.
Bran & Luebbe	:	Nitrat, lav konsentrasjon.

4.4 Tilgjengelig datainnsamlingsutstyr.

For registrering og rapportering av data fra den eksisterende målestasjonen i Akerselva, fantes allerede ABB Miljøkontroll's utstyr for fjernkontroll og datainnsamling.

For registrering av data fra sensorer utplassert i et kloakknnett, kan flere alternative løsninger benyttes for referanse og sammenligning.

Foruten flere tilgjengelige fjernkontrollsystemer, eksisterer et stort antall enkle loggere som kan benyttes for ren avlesning av måledata.

4.5 Teknologiplattformer.

Valg av teknologiplattform avhenger av brukernes krav til kompatibilitet med andre systemer og av hvor langt man vil nå med de innsamlede data.

Både for enkle loggere og større fjernkontrollsystemer, foregår kommunikasjon mellom utestasjon og PC/sentral etter spesifikke protokoller som er ulike fra leverandør til leverandør. Muligheten for å trekke data opp på et overordnet nivå, avhenger derfor av systemets innebygde mulighet for å formidle data videre etter bearbeiding i systemets spesifikke programvare. Her ser man forskjellen mellom enkle, rimelige løsninger, og et fjernkontrollapparat hvor man har brukt ressurser på å sikre kommunikasjon mot felles systemplattformer.

De rimelige loggerne brukes nå i små, lukkede systemer med beskjeden til god kommunikasjon til den

PC og programvare som er dedikert loggeren. Det er ikke tilrettelagt for kommunikasjon videre til overordnede systemer.

4.6 Tilgjengelig database/KBS.

Det fjernkontrollsystem som benyttes i Akerselva, vil ha en sentral som står i nettverk med andre fjernkontrollsentraler. Den vil kommunisere med en overordnet standardisert SQL database på UNIX-plattform. Videre kan et ekspertsystem ha dialog med databasen for tapping av data eller leveranse av styringskriterier til fjernkontrollanlegget (kalkdosering etc). Andre leverandørers systemer vil ha en standardisert møteplass for datautveksling i databasen.

5. UTSTYR- OG TEKNOLOGI- EVALUERING FOR SENSORDEL

5.1 Analysemetoder.

5.1.1 Ammonium - ioneselektiv elektrode

Prøven gjøres basisk ved tilsetning av natriumhydroksid. Når pH økes, overføres ammonium til ammoniakk-gass. Ammoniakkkonsentrasjonen måles med en elektrode beskyttet av en gasspermeabel membran. Det som registreres er en endring i pH, og målingen blir i prinsippet en pH måling.

5.1.2 Ammonium - kolorimetrisk

Ammoniakk og ammoniumforbindelser reagerer i alkalisk oppløsning med hypokloritt og danner monokloramin. Monokloramin danner i nærvær av fenol og overskudd av hypokloritt, og med nitroprussid som katalysator, den blåfarvede forbindelsen indofenol som måles fotometrisk.

5.1.3 Nitrat - ioneselektiv elektrode

Den ioneselektive elektroden som benyttes til bestemmelse av nitrat er en væske- membran basert ionebytterelektrode. Med denne elektroden måles nitrat direkte. Interferens fra andre ioner kan forekomme.

5.1.4 Nitrat - kolorimetrisk/spektrofotometrisk

I laboratoriet ved NIVA benyttes en metode hvor nitrat reduseres til nitritt i en kadmium-kobber kolonne i basisk miljø. Det dannede nitritt diazoteres med sulfanilamid og koples med N-(1-naftyl)-etendiamin som måles fotometrisk. Nitrat kan også bestemmes spektrofotometrisk ved absorpsjon av UV-lys.

5.1.5 Ortofosfat - kolorimetrisk

Den mest følsomme metoden for bestemmelse av fosfat er "molybdenblått" -metoden, en kolorimetrisk metode som også benyttes ved NIVA's rutineanalyser i laboratoriet. Fosfor reagerer med molybdat og det dannes et blåfarvet kompleks "molybdenblått". Hvis totalfosfor skal bestemmes må det benyttes en opplutning av prøven før den samme typen analyse gjennomføres.

5.2 Sensorer og måleinstrumenter - høye konsentrasjoner

For to av komponentene som skal måles, ammonium og nitrat, eksisterer det utstyr basert på to forskjellige måleprinsipper. Det kan benyttes kolorimetriske (spektrofotometriske) metoder eller ioneselektive/ionespeifikke elektroder. Til registrering av fosfat benyttes kolorimetriske metoder. Rent generelt vil de kolorimetriske metodene være mer følsomme enn ioneselektive elektroder, og utstyr basert på kolorimetriske metoder kan arbeide med lavere deteksjonsgrenser. Til gjengjeld vil ioneselektive elektroder være enklere i bruk og rimeligere i innkjøp enn utstyr for kolorimetriske målinger. Hvilken metode som har de laveste driftsutgiftene vil være avhengig av elektrodens pris og levetid.

5.2.1 Ammonium

Et instrument med ioneselektiv elektrode levert fra Cerlic AB er under utprøving i felt. Dette instrumentet er ikke egnet til bruk i det laveste måleområdet, men kan være godt egnet til måling i det høye området. Det er enkelt og lett og frakte, det er rimelig i innkjøp (ca. 50.000 kr + mva.).

5.2.2 Nitrat

Ioneselektiv elektrode for nitrat er tidligere benyttet ved NIVA i en kortere periode i forbindelse med analyser i avløpsvann. Det er angitt at interferenser kan være problem, men det er et av de spørsmålene en grundigere uttesting kan gi svar på. Der er lovet lån av utstyr fra Polymetron for høye nitratverdier, men på grunn av flytting av fabrikken fra Sveits til Tyskland har det vært forsinkelser med produksjonen og leveringen er foreløpig utsatt.

Dr. Lange har i sitt produksjonsspekter en måler for høye nitrat verdier som er basert på absorpsjon av UV lys (spektrofotometrisk metode). VEAS har nettopp kjøpt inn et slikt instrument, og mulighetene for utlån/samarbeid undersøkes.

5.2.3 Ortofosfat

For registrering av fosfat benyttes kolorimetriske metoder. Et instrument fra Polymetron - Phosphamat Model 8876 er lånt inn til prosjektet for måling i det høye området. I tillegg kommer Bran & Luebbes instrument for registrering av lave verdier, Monitor 90, (se 5.3.3) en ombygget utgave av et instrument som opprinnelig målte i det høyeste måleområdet.

5.3 Sensorer og måleinstrumenter - lave konsentrasjoner

5.3.1 Ammonium

Ioneselektive elektroder for ammonium har ved tidligere utprøving (NIVA's eget instrument fra ABB Kent, eldre utgave) vist seg å ha en følsomhet som gir tilfredsstillende målinger også i det laveste måleområdet som er definert i prosjektet. Det var derfor ønskelig å teste utstyr med ioneselektiv elektrode både for høye og lave konsentrasjoner. Analyser av vannprøver fra Akerselva i løpet av prosjektperioden viser at konsentrasjonene har variert mellom 30 og 130 µg/l for ammonium. Ved tidligere forsøk har den ioneselektive elektroden i Kent monitoren har vært lineær i dette området. Det ble kalibrert også i området 10 - 30 µg/l, men her er elektroden trolig ikke lineær. I uke 4 1992 ble Kent-monitoren satt ut i Akerselva for grundigere testing i lite forurenset vann. Det bør vurderes innkjøp av en nyere utgave av Kent-monitoren hvis det er vanskeligheter med innlån.

5.3.2 Nitrat

Etter de informasjonene vi nå sitter inne med, må vi anta at ioneselektiv elektrode ikke er følsom nok for måling av nitrat i det laveste området. Da må det benyttes kolorimetriske metoder. Bran & Luebbe leverer utstyr for registrering av nitrat basert på kolorimetri. Den kolorimetriske målemetoden arbeider etter det samme prinsippene som laboratoriemetoden NIVA benytter til sine rutineanalyser. På bakgrunn av positive erfaringer med Bran & Luebbe og den norske representanten, tas kontakt med Alfa Laval og Morten Teilstad om muligheter og betingelser for lån/kjøp.

Utstyr for kolorimetrisk måling av denne parameteren har begrenset tilgjengelighet og har til nå, vært relativt dyrt. Sammen med Bran & Luebbe forsøker vi nå å få dette prinsippet levert i en lavpris pakke på samme nivå som for ortofosfat - kolorimetrisk.

5.3.3 Ortofosfat

Måleprinsippet er det samme som for registrering av ortofosfat i det høye måleområdet. Det er "molybdenblått" -metoden som benyttes, fordi den er den mest følsomme metoden for bestemmelse av fosfor. Bran & Luebbes instrument Monitor 90 er innkjøpt etter grundig vurdering og utprøving.

5.4 Valgte sensorer/metoder - høye konsentrasjoner

5.4.1 Ammonium

Et instrument med ioneselektiv elektrode ble lånt fra Cerlic AB, NH₄ - Analysator. Målesystemet er basert på ioneselektiv elektrode med pH-justering over 11. pH økes ved at lut (NaOH) tilsettes i målebegeret med en slangepumpe. Det er en lutbeholder på 2 liter innebygd i instrumentet. Det er nok til ca. 10 dagers drift. Prøvevannet pumpes også inn vha. en slangepumpe. Måleområdet er 0.5 mg/l til 50 mg/l. Instrumentet har display med bare to siffer. Det fører til at verdier over 10 mg/l bare vises med 1 mg/l oppløsning. Den analoge skriverutgangen har midlertidig full oppløselighet.

Instrumentet som ble benyttet til å registrere lave konsentrasjoner av ammonium, ble også brukt for å registrere høye ammoniumkonsentrasjoner (se pkt. 5.5.1), delvis parallelt med måleren fra Cerlic AB.

5.4.3 Nitrat

Venter på leveranse av instrument til utprøving.

5.4.5 Ortofosfat

Et instrument fra Polymetron - Phosphamat Model 8876 er prøvet ut i laboratoriet og under utprøving i felt. Måleprinsippet er det samme som for registrering av ortofosfat i det laveste måleområdet. Etter å ha vurdert instrumentets konstruksjon, er det klart at en mindre ombygging av vannveien for prøveinntaket er ønskelig for å unngå begroing og tilstopping ved lengre tids bruk. Det har en målesyklus på 5 minutter med drenering av målecelle mellom hver syklus.

Instrumentet har innebygget datalogger som lagrer 10 min. verdier. Etter 2 måneders drift er det fortsatt ledig lagringskapasitet. Data kan tas ut på en innebygget printer eller fra RS232 til en PC.

5.5 Valgte sensorer/metoder - lave konsentrasjoner

5.5.1 Ammonium

Et instrument som tilhører NIVA, et instrument fra ABB Kent ble benyttet i det lave området. Instrumentet er basert på ioneselektiv elektrode. Det har autokalibrering og forvarming av prøven i et termostatert forkammer. Instrumentet dekker området 10 µg/l - 100 mg/l i 2 dekadens "span". Det betyr at instrumentet dekker både det høye og det lave måleområdet. Men som tidligere nevnt er denne monitoren en eldre utgave som er tung og noe uhåndterlig å flytte rundt til forskjellige målepunkter. Vi er kjent med at det i dag finnes nyere utgaver på markedet som er enklere i bruk.

5.5.2 Nitrat

Venter på leveranse av instrument til utprøving.

5.5.3. Ortofosfat

For måling av lave fosfatkonsentrasjoner er det kjøpt inn et instrument, Monitor 90, fra Bran & Luebbe. Norsk forhandler er Alfa-Laval, og kontaktperson er Morten Teilstad.

Fosfat måles kolorimetrisk ved en metode basert på reaksjon med molybdat. Måleområder er 2-100 µg/l P. Prøvene måles batchvis med fem måleresultater pr. time.

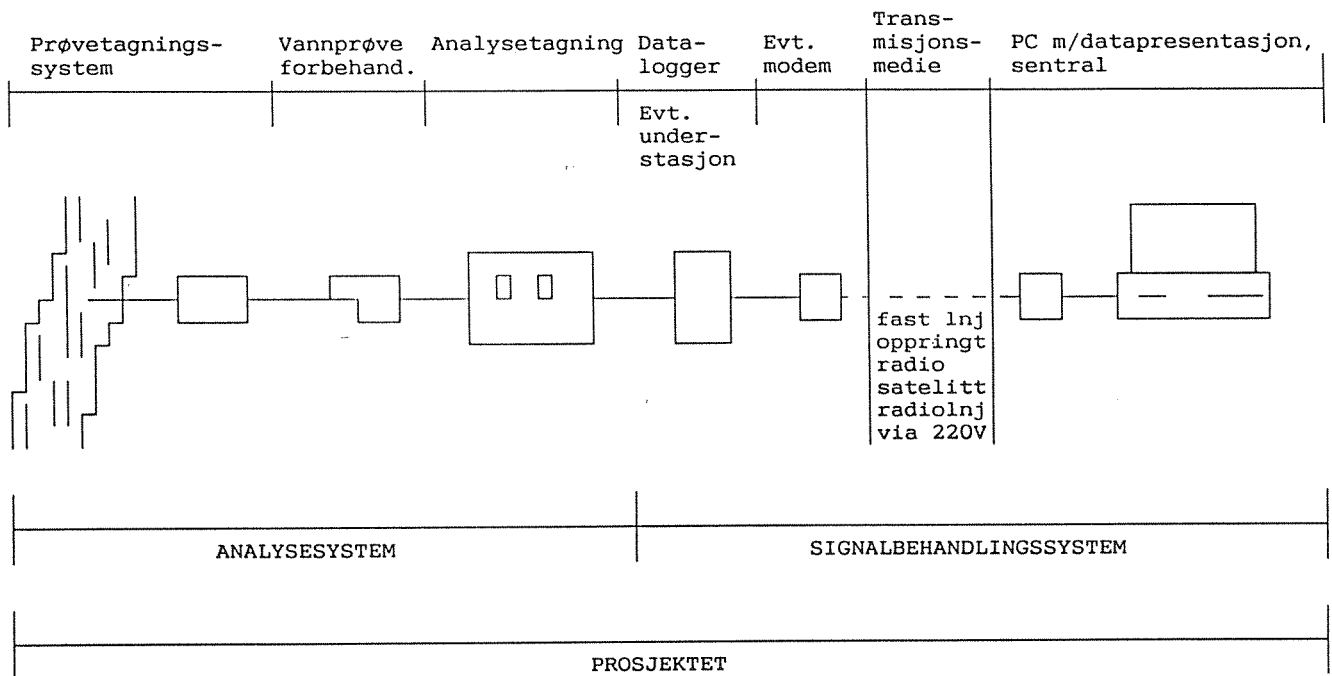
Vannet forfiltreres gjennom et candlefilter med porevidde 100 µm.

6. UTSTYR OG TEKNOLOGI FOR DATAINNSAMLING OG BEARBEIDELSE.

6.1 Systembeskrivelse for datainnsamling fra vassdrag og avløpssystemer

En skisse over et system for datainnsamling er vist i figur 6.1.

6.1 SYSTEMBESKRIVELSE FOR DATAINNSAMLING FRA VASSDRAG OG AVLØPSSYSTEMER; SKISSE



6.2 Valgt teknologiplattform.

6.2.1 Vassdrag

I Akerselva valgte vi å benytte eksisterende MiniSCADA fjernovervåkningsutstyr som leveres av ABB Miljøkontroll.

Dette utstyret tilfredsstiller prosjektets krav til datapresentasjon og mulighet for distribusjon av data til flere brukere, som i dette tilfelle er Oslo kommune, NIVA og ABB Miljøkontroll. Videre er dette systemet forberedt for hjemnevaktløsning der vakten blir oppringt ved alarmgrenseoverskridelser. Vakten kan da gå inn på systemet med en bærbar PC el.a., og lese av vassdragets forurensningssituasjon i sanntid. Det eksisterende MiniSCADA-anlegget ble utbygd med en såkalt "display-node", noe som muliggjør at NIVA og andre brukere kan få datapresentasjoner fra vassdraget uavhengig av de operasjoner som utføres på sentralen-maskinen hos OVA.

Kompabilitet:

Systemet har flere protokoller for å muliggjøre bruk av et større antall ulike utestasjoner. Videre blir det utviklet løsninger for direkte kommunikasjon mot overordnet databasestruktur som bygger på SQL databaser på UNIX plattform. Gjennom denne databasen, vil man oppnå kommunikasjon med ulike leverandørers systemer.

6.2.2 Avløpsvann

For innsamling og lagring av data fra sensorer i tilførselsledningen til VEAS, ble det valgt en enkel datalogger av fabrikat Intab AAC 2 produsert i Sverige. NIVA har positiv brukserfaring med denne loggeren og ved å benytte denne representanten for enkle loggere ved kloakkledningen, fikk vi se fordelene og begrensningene med et slikt system.

Ved tilknytning til modem, kan man få oppringt samband med loggeren, noe som vil sikre sanntids opplysninger. Dette er en rimeligere løsning enn et fjernkontrollanlegg, og visse relativt fundamentale opsjoner er utelatt. Muligheten for oppringt hjemnevaktløsning ved alarmgrenseoverskridelser er ikke tilstede. Men innkjøp av enkelt og rimelig tilleggsutstyr kan denne funksjonen tas inn i systemet. Ingen digitale meldinger kan registreres og programmeringsmuligheter for styring av prøvetaker, doseringsmekanismer eller lignende finnes ikke. Den medfølgende programpakken er god for skjermbildebaseret visualisering av dataene, og med muligheter for enkel generering av måneds- og årsoversikter.

Kompabilitet:

Loggeren formidler sine data på ASCII-filer til PC for avlesning. Formatet på ASCII-filene er standardisert, men direkte kommunikasjon mot overordnede plattformer er ikke mulig, og leverandør så det som en stor og tung jobb å få dette til. Men programvaren er kompatibel med standard regneark-programmer, noe som gir store muligheter for manipulering av dataene.

6.3 Detaljspesifikasjon av teknologibruk/KBS.

Det ble utarbeidet en kravspesifikasjon til enkel logger hvor styringsfunksjoner skulle utelates.

6.3.1 Krav til kompatibilitet.

Det er et overordnet mål at loggesystemet kan kommunisere med annet miljøovervåkningutstyr som leveres og som skal leveres i overskuelig fremtid. Dette bør legges til grunn når man velger protokoller mellom loggesystem og overordnet fjern- /lokalkontroll og/eller ekspertsystemer. Videre bør merking av målesignalene, være på den form man vil finne i SQL miljødatabasene for ekspertsystemene (j.fr. det arbeid som gjøres i Vannprosjektet Aqua-Safe for ABB Miljøkontroll).

6.3.2 Avlesningsfunksjonen.

Loggefrekvensen bør enkelt kunne altereres slik at man ved installasjon kan avpasse denne til måleutstyrets frekvens i målesykluser. Den brukermessig mest optimale løsningen vil være at man kan justere loggefrekvensen for hver av inngangene uavhengig av de andre.

På bakgrunn av tidsstyring eller sluttet kontakt, skal enkelte analoge signaler kunne manipuleres. En slik manipulasjon kan være at de analoge verdiene fryses fast for en kortere periode (aktuelt ved eventuell kalibrering av tilsluttet måleutstyr hvor ventelig ekstremverdier gis ut). Manipuleringen kan enten foretas i hardware eller i programvaren. Manipuleringen kan initieres ved forutbestemt tidsangivelse i utestasjon for dette, eller muligens ved at en av de analoge inngangene kortsluttes. (Måleutstyr hvor eksempelvis kalibrering er benyttet, gir i regel beskjed om at kalibrering foretas, ved å slutte en kontakt.)

6.3.3 Parametrering av loggesystemet.

Parametrering bør foretas via brukerprogrammer. Som nevnt tidligere vil slik parametrering innbefatte bestemmelse av loggefrekvenser. Utover dette bør man også for signalinngangene kunne alterere mellom flere signal strømvindere fra det tilkoblede måleutstyret (0-20 mA alternativt 4-20 mA, muligens også 0-1/10 V)

6.3.4 Brukergrensesnitt.

Sammen med loggeutstyret bør det følge programverktøy som vil gi et godt og tidsmessig brukergrensesnitt. Det ville sannsynligvis være fordelaktig å benytte seg av eksisterende programstrukturer og programmeringsverktøy som finnes på markedet, slik at man unngår unødvendig ressurskrevende utviklingsarbeid. Utformingen og tilpasningen av programmene bør foretas av den samme organisasjon som er ansvarlig for hardware.

6.3.5 Opsjoner i brukerprogrammene.

Brukerprogrammene bør gi følgende muligheter:

Parametrering av kontroller.

- Bruker bør kunne definere inngangenes tiltenkte målområde (0-20 mA / 4- 20 mA og evt. 0-1/10 V).
- Man bør kunne sette loggefrekvensen individuelt for hver analog inngang.
- Man bør kunne enten med tidsangivelse eller annen angivelse, kunne filtrere bort kalibreringsutslag fra måleutstyr.

- Dersom det er mulig, bør bruker kunne sette lave eller høye terskelverdier for måleresultatene.

Manipulering av måleresultat ved hjelp av regneark.

Dersom standard programvare kan implementeres, bør eksempelvis et regneark kunne inngå slik at omregning av måleparametrene kan foretas, eller at sammenhenger mellom variablene kan utnyttes (v/f.eks. sammenheng mellom totalfosfor, ortofosfatmåling og turbiditetmåling i elv).

Presentasjon av måleresultat.

Måleresultatene eller beregnede verdier bør kunne presenteres oversiktlig som:

- Øyeblikksverdier
- Historiske trendkurver
- Søylediagrammer
- Kakediagrammer (v/f.eks. andeler av total næringssalt-transport i elv).
- Alarmer for verdier som er lavere eller høyere enn satte terskelverdier.

Dersom det er mulig, bør identifikasjonen av måleverdiene også kunne ha et vedheng som forteller om målt verdi eksempelvis er en pH-verdi, en konsentrasjonsverdi av ammonium etc. Videre må man vise benevnningen målingen relateres til.

Driver av printer og plotter.

Uttak bør finnes for:

- Parametreringsoppsettet for kontrolleren og evt. sensoradaptrene.
- De ovenfor nevnte målte og beregnede verdier.
- De ovenfor nevnte diagrammer.
- Alarmutskrift for verdier lavere eller høyere enn satte terskelverdier.

7. ANSKAFFELSE AV SENSORER /DATAUTSTYR

7.1 Avtaleformer med leverandører

For å kunne prøve ut så mye utstyr som mulig og samtidig holde oss innenfor prosjektets budsjett, ble det forsøkt å låne inn utstyr til utprøving så langt det var mulig. I henhold til prosjektbeskrivelsen skulle instrumenter og utstyr først kjøpes inn, når det var testet og vurdert som tilfredsstillende etter de krav vi hadde satt. Ved innlån av utstyr til prosjektet ble det inngått avtaler mellom leverandøren og ABBM. En kopi av avtalen er vist i vedlegg A.

8. LABORATORIEARBEID - PREPROTOTYP

8.1 Kalibreringsrutiner og driftsstabilitet - sensorsystemer for høye konsentrasjoner

8.1.1 Ammonium

Cerlic måleren må kalibreres manuelt. Ved gjentatte kalibreringer i laboratoriet viste instrumentet stabil drift. Syntetiske prøver på 4,10 og 40 mg/l ble kjørt med tilfredsstillende resultat. Kalibrering ble foretatt ved utplassering og det beregnes nødvendig kalibreringsintervall på en uke. Resultatene etter flere ukers drift tyder på at dette ikke er tilfredsstillende.

8.1.2 Nitrat

Vurderes i annen del av prosjektet, når instrument er tilgjengelig.

8.1.3 Ortofosfat

Instrumentet har automatisk to punkts kalibrering. Automatisk null og steilhetskalibrering utføres med valgfritt intervall fra 1 til 240 timer.

Ved test i laboratoriet, gikk instrumentet tilfredsstillende i tre uker. En 100 µg/l syntetisk løsning ble analysert. I måleområdet 0 -2000 µg/l varierte målingene mellom 90 og 114 µg/l i innkjøringsfasen. Deretter oppsto driftsproblemer som ble løst før instrumentet ble satt ut i felt.

Fra leverandør er nøyaktigheten oppgitt til bedre enn 3% av full skala, og reproduserbarheten bedre enn 2% av full skala. Ved test i laboratorium ble følgende resultater oppnådd ved autokalibrering med 12 timers intervall. Kalibreringsløsning 1.5 mg/l.

Løsning:	Variasjon over 12 timer:
50 µg/l	50- 85 µg/l
100 µg/l	88-105 µg/l
500 µg/l	521-555 µg/l
1000 mg/l	1030-1070 µg/l

Resultatene er tilfredsstillende i forhold til oppgitt nøyaktighet.

8.2 Kalibreringsrutiner og driftsstabilitet - sensorsystemer for lave konsentrasjoner

8.2.1 Ammonium

ABB Kent måleren har autokalibrering som fungerer tilfredstillende. Den kalibrerer hver 12 time. Magnetventil for veksling mellom prøve og standard har tettet seg to ganger i løpet av 3 måneders drift. Ellers er det ikke registrert driftsproblemer. Originale slangepumper er for dårlige og er skiftet ut med pumper av type ventur AL/TEA AB slangepumpe.

8.2.2 Nitrat

Vurderes i annen del av prosjektet, når instrument er tilgjengelig.

8.2.3 Ortofosfat

Instrumentet recalibreres automatisk til et fast tidspunkt (kl. 07.00) en gang pr. døgn slik det nå er innstilt. Man kan enten velge å kalibrere ved et fast tidspunkt, eller man kan kalibrere etter et valgt tidsintervall.

Som kalibreringsløsning benyttes 40 µg/l P. Løsningen er fremstilt i destillert vann, og konservert med kloroform. Den oppbevares på en syrevasket brun glassflaske. Holdbarheten er minst 4 uker. Kalibreringsløsningen skiftes hver 4. uke.

Målt fosforverdi i en nullprøve (destillert vann) lå mellom -0.5 og -1.0 µg/l P. Årsaken til de negative verdiene er måten nullpunktet fastlegges på. Hos Bran & Luebbe i Tyskland arbeides det med å forandre softwaren for å kunne foreta en bedre nullpunktsbestemmelse.

For syntetiske løsninger med fosforinnhold ca. 5 µg/l viste monitoren ca. 1-2 µg/l lavere resultater enn laboratorie-analysene. Dette kan også ha sammenheng med unøyaktigheten i nullpunktsbestemmelsen.

En 10 µg/l syntetisk løsning viste 9.4 µg/l, mens en 40 µg/l løsning viste mellom 40.5 og 40.8 µg/l. For en syntetisk løsning på ca. 5 µg/l P lå presisjonen innenfor ± 0.5 µg/l i løpet av en periode på 3 døgn.

9. PILOTINSTALLASJON

9.1 Resultater og driftserfaringer fra system for høye konsentrasjoner

9.1.1 Ammonium.

Cerlic's har vært utplassert ved Skytterdalen i Bærum, og målt i tilførselsvannet som går inn på tunnelen til VEAS. Instrumentet ble først utplassert ved Vækerø i begynnelsen av desember-91 etter innkjøring og kontroll på laboratoriet, men var ikke mulig å få i drift. Problemene oppsto etter kontrollkalibrering og åpning av instrumentet for justering.

Det var meget høy fuktighet på målestedet, og det var mistanke om at instrumentet ikke tålte åpning/inntrengning av fuktig luft som følge av kalibreringen. Instrumentet ble tatt med tilbake til laboratoriet for kontroll og "tørking". Det viste seg også at elektroden var "død", og det ble satt inn ny elektrode før instrumentet ble kalibrert og satt ut på ny i Skytterdalen. Det virket tilfredsstillende i flere dager, men så oppsto problemer med elektronikken igjen. Et tørkemiddel (silikagel) ble plassert inne i instrumentet for å bedre forholdene for elektronikken. Måleresultater fra fire døgns drift er vist i figur 9.1. En mer omfattende beskrivelse av målingene i VEAS tunnelen er gitt i rapporten "Døgn- og timevariasjoner for ammoniumtilførsler til VEAS" (Aasgaard og Mørkved, NIVA O-91190).

Instrumentet ble i januar - 92 plassert ut ved Solumstrand i Drammen for utprøving under noe gunstigere forhold enn i den meget fuktige stasjonen ved Skytterdalen. Her fungerte det uten elektronikkproblemer. Instrumentet er lett i vekt og enkelt å montere. Ved måling i avløpsvann viser det seg at en manuell kalibrering hver uke ikke er nok. Det kan medføre feil fra 25 til 80 %. Begroing har ikke vært noe problem.

Tabell 9.1.1 viser resultater fra måling av ammonium med Cerlic monitor ved Solumstrand sammenlignet med laboratoriemålinger.

Tabell 9.1.1. Ammonium, Cerlic - resultater fra felt mot laboratorieanalyser (mg/l N).

Dato	910211	910224	910224
Klokkeslett	12.40	11.20	11.50
NH ₄ -N, felt	10,4	13,8	11,4
NH ₄ -N, lab	14	13	13

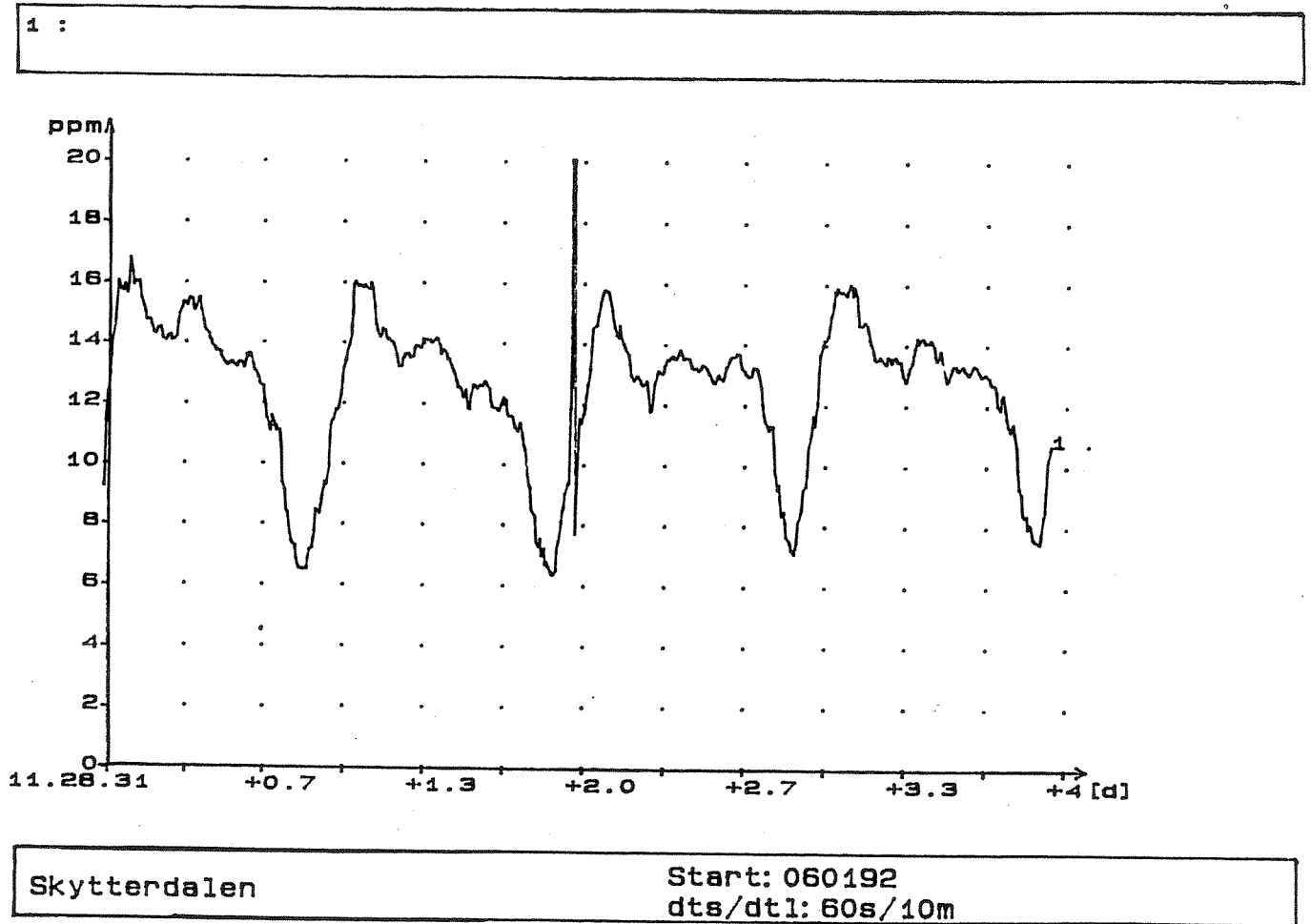
Prøvene til laboratorieanalysene ble syrekonservert i felt og analysert med ioneselektiv elektrode på laboratoriet.

Avviket mellom resultatene i felt på laboratoriet varierer fra 6 til 25 % . Årsaken til dette er sannsynligvis at kalibreringsintervallet på en uke for Cerlic-monitoren ikke er tilfredsstillende.

9.1.2 Ortofosfat

Ved felttest i VEAS-tunnelen har det vært problemer med kalibreringen. Autokalibreringen virket i to til tre sykluser. Etter hvert ble det meldt kalibreringsfeil på instrumentet. De målte verdiene virker likevel rimelige da instrumentet ser bort fra de kalibreringene som har gått feil.

Tabell 9.1.2 viser resultater fra måling av fosfat med Phosphamat monitor i VEAS-tunnelen ved Frognerparken sammenlignet med laboratoriemålinger av ulike fosforfraksjoner: løst og totalt fosfat, samt løst og totalfosfor.



Figur 9.1. Måleresultater for ammonium fra fire døgns drift i VEAS-tunnelen

Tabell 9.1.2. Ortofosfat, Phosphamat - resultater fra felt mot laboratorieanalyser (mg/l P).

Dato	920205	920207	920217	920219	920225
Klokkeslett	-	-	11.10	09.00	11.00
PO4-P,felt	2,8	3,2	2,5	2,0	1,5
PO4-P,lab	4,1	4,8	3,9	3,3	2,9
PO4-P,m,lab	-	-	3,3	2,9	2,4
TOT-P,lab	6,1	6,9	5,3	4,4	3,7
TOT-P,m,lab	-	-	3,4	2,9	2,4

m - angir filtrert prøve på laboratoriet

I felt blir prøven filtrert gjennom et candlefilter med porevidde 100 µm. Til laboratoriebestemmelsene er det tatt ut ufiltrerte prøver. Tre av prøvene er filtrert gjennom membranfilter med porevidde 0.45 µm og analysert for løst fosfat og løst totalfosfor i tillegg til totalt fosfat og totalfosfor. Laboratorieprøvene er konserverte med svovelsyre før analyse.

De målte fosfatverdiene i felt er lavere enn laboratorieverdiene for løst og totalt fosfat og totalfosfor. Fosfat målt i felt utgjør i gjennomsnitt 45 % (41 - 47 %) av totalfosfor og mellom 52 og 68 % av totalt fosfat målt i laboratoriet. Fosfat målt i felt ligger 0,9 mg/l lavere enn løst fosfat målt på laboratoriet.

Forskjellene i resultater mellom felt- og laboratoriemålinger skyldes at man måler på ulike fosforfraksjoner. Filtringen som benyttes i felt er forskjellige fra filtringen i laboratoriet, og de filtrerte prøvene vil derfor inneholde ulike fosforfraksjoner. Syrekonserveringen på laboratoriet kan føre til at andelen løst fosfat i prøven øker. Fosforbestemmelsene er svært metodeavhengige, og det er derfor vanskelig å finne feltmetoder som gir identiske resultater med laboratoriemetoder.

Imidlertid er det god korrelasjon mellom fosfat målt i felt og totalfosfor målt i laboratoriet for de resultatene som foreligger. Andelen fosfat målt i felt utgjør mellom 41 og 47 % av totalfosfor i de målte prøvene. Det skal foretas flere sammenlignende bestemmelser. De foreløpige resultatene tyder på at man ut fra feltmålingene kan få et godt estimat for totalfosfor på denne målestasjonen.

9.2 Resultater og driftserfaringer fra system for lave konsentrasjoner

9.2.1 Ammonium.

Tabell 9.2.1 viser resultater fra måling av ammonium med Kent monitor i Akerselva sammenlignet med laboratoriemålinger.

Tabell 9.2.1. Ammonium, Kent - resultater fra felt mot laboratorieanalyser (µg/l N).

Dato	920128	920205	920214	920217
Klokkeslett	-	10.10	09.45	09.40
NH4-N, felt	49	27	46	32
NH4-N, lab	55	30	40	42

Prøvene er syrekonservert på laboratoriet og målt spektrofometrisk med autoanalysator. Det er tilfredsstillende overensstemmelse mellom målingene i felt og laboratorium.

9.2.2 Ortofosfat.

Fosfatmonitoren ble utplassert i målebua ved Akerselva den 22.08.91. Det ble montert et candlefilter ved inntaket til monitoren for å hindre at det kommer inn partikler.

Den første måneden ga monitoren stadig feilmeldinger p.g.a. for lav kalibreringsfaktor, og ble derfor stående i lange perioder uten å måle. Disse feilmeldingene skyldes sannsynligvis en feil i softwaren, og det arbeides med å finne feilen hos Bran & Luebbe i Tyskland. De siste ukene har imidlertid ikke feilmeldingene vært så hyppige.

Måleresultatene viser ofte negative verdier, mellom 0 og -2 µg/l. Dette skyldes måten nullpunktet fastlegges på. Det er gjort forsøk på en omprogrammering av monitoren for å rette på problemet, men dette var ikke vellykket. Det arbeides videre med å løse problemet hos Bran & Luebbe i Tyskland.

Det tas jevnlig (ca. en gang pr. uke) ut vannprøver til sammenlignende kjemiske analyser på kjemilaboratoriet. Både løst og totalt fosfat og totalfosfor måles, i tillegg til pH, ledningsevne og turbiditet. Resultatene tyder på at en stor del av fosforet fjernes ved filtrering foran monitoren.

Med den vannkvaliteten som er i Akerselva holder et candlefilter i minst 5 uker før det må skiftes ut. Kalibreringsløsningen på 40 µg/l er holdbar i minst 4 uker, molybdatløsningen i minst 2 måneder og reduksjonsløsningen i minst 6 måneder.

I den tid (august-91 - mars-92) monitoren har vært utplassert i målebua, har det ikke vært nødvendig å skifte noen mekaniske deler.

Bruksanvisningen til monitoren er vanskelig å finne fram i og lite brukervennlig. Reservedelskofferten er meget bra utstyrt. Vi har vært ganske godt fornøyd med oppfølgingen fra den norske forhandleren, mens servicen fra Tyskland går veldig tregt.

9.2.3 Episoder i Akerselva

Det er registrert episoder med forhøyede konsentrasjoner av ammonium i Akerselva i løpet av den perioden Kent monitoren har stått ved målestasjonen inder Beyerbrua. Et eksempel som viser utslagene vi registrerer er vist i figur 9.2. Vi ser toppene fra kalibreringene hver 12 time, kl. 5.30 og kl. 17.30, men i tillegg registreres en topp på 200 µg/l N. Kilden/kildene til disse økte verdiene, som ble registrert flere ganger, ble ikke funnet.

To typer av episoder med forhøyede fosfatverdier i Akerselva er registrert. Den første episoden kom i forbindelse med nedbør og en samtidig økning i turbiditet. En utvasking i forbindelse med nedbøren var trolig årsak til episoden som er vist i figur 9.3.

I november/desember ble det også registrert forhøyede fosfatverdier i Akerselva. Episodene oppsto jevnlig over et tidsrom på flere dager (tirsdag 26., torsdag 28. og fredag 29. november og mandag 2. desember). De viste verdier opp i 40-100 µg/l, og ble ikke fulgt av tilsvarende topper i turbiditet eller andre parametre (figur 9.4). Resultatene tydet på at det kunne dreie seg om industriutslipp. Undersøkelser

foretatt av OVA, Oslo Kommune peker i retning av at det var fosforsyrelekkasjer fra "nærliggende industri".

Feilen med nullpunktbestemmelsen på fosfatmonitoren gjør at de fleste fosfatmålinger i felt er mindre enn null. Det er derfor vanskelig å foreta noen sammenligninger mellom fosforverdier målt i felt og i laboratorium. For registrering av episoder med høye fosforverdier, som følge av utslipp eller utvasking pga. kraftig nedbør, har monitoren virket bra.

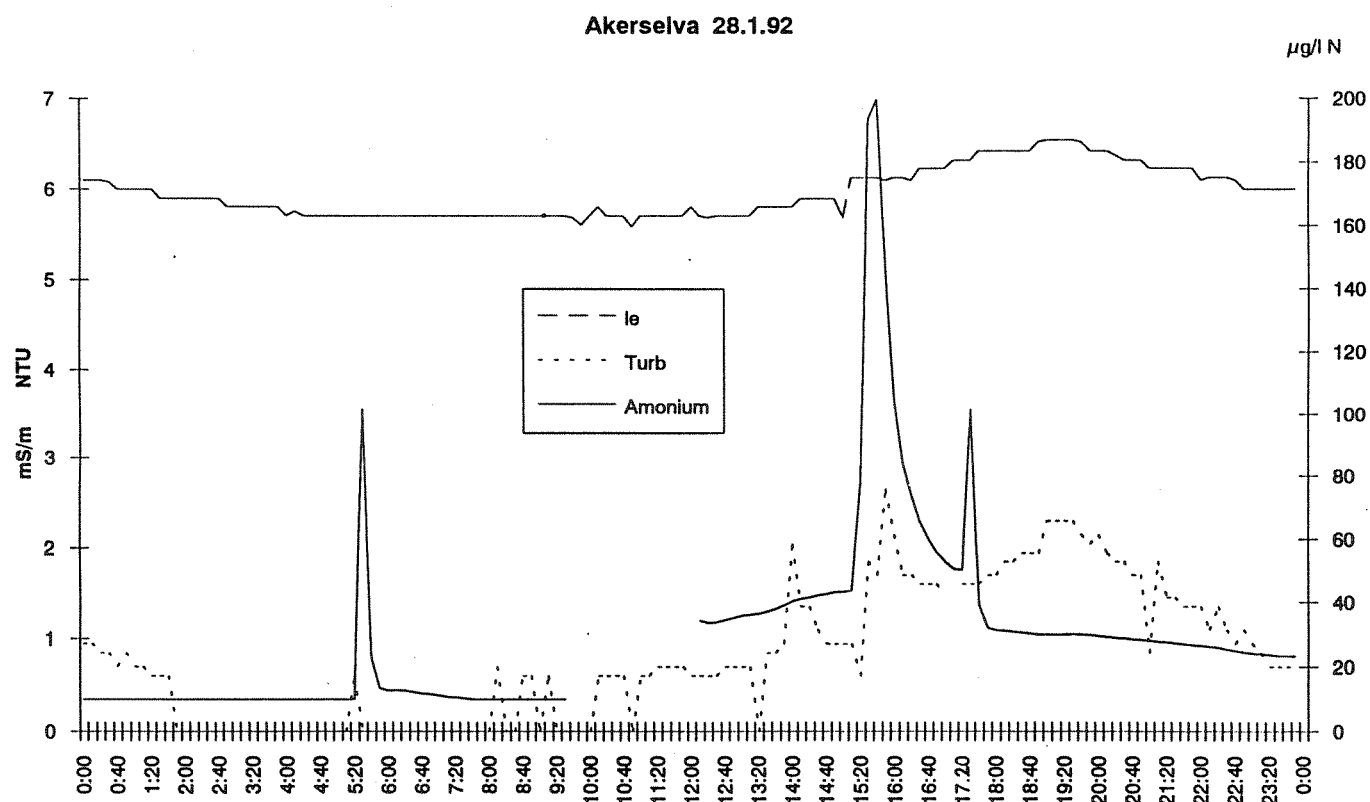
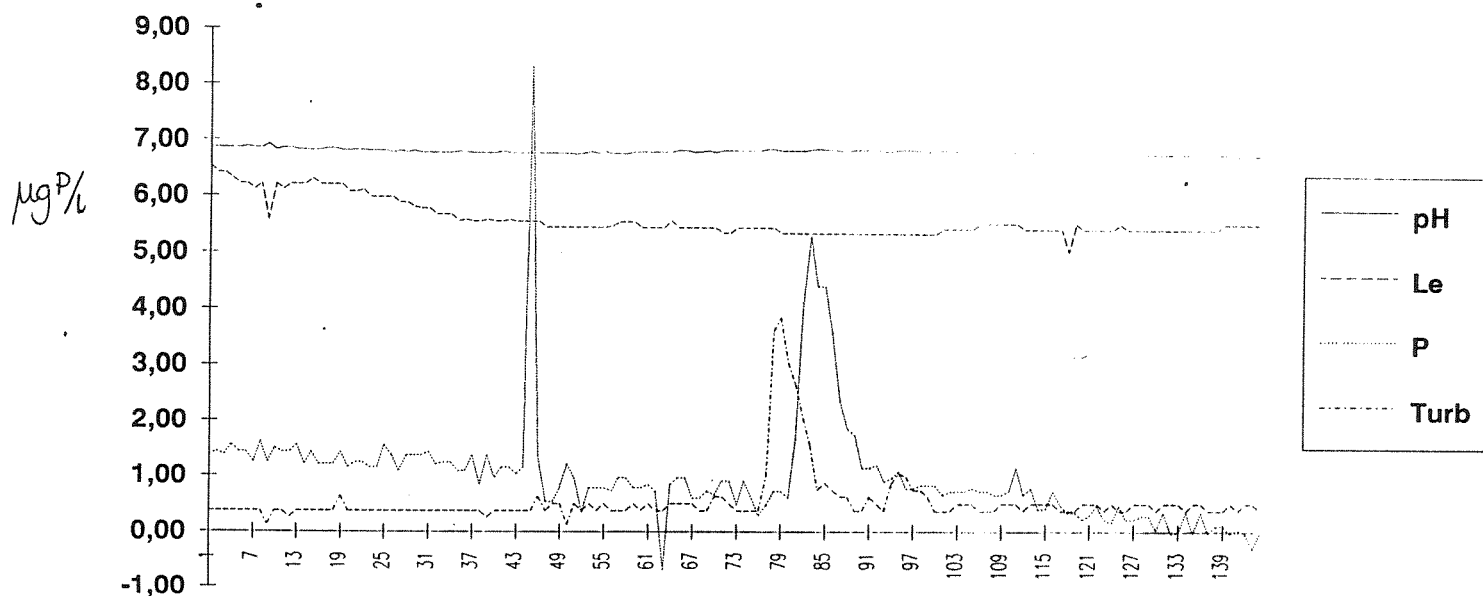


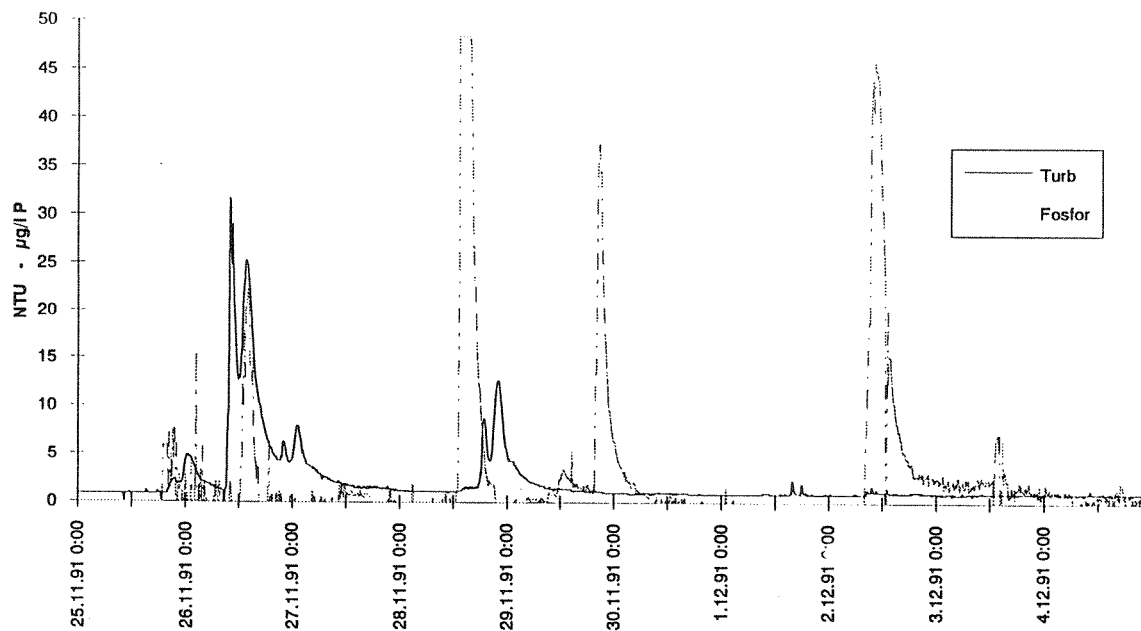
Figure 9.2. Episode med ammoniumutslipp i Akerselva.

Akerselva den 28/9-91



Figur 9.3. Nebør gir økte fosfatkonsentrasjoner og økt turbiditet i Akerselav. (Den skarpe toppen er kalibreringsutslag).

Akerselva 25.11 - 4.12 1991



Figur 9.4. Episoder med høye fosfatkonsentrasjoner i Akerselva. Sannsynligvis et resultat av industriutslipp.

For prøver målt i laboratoriet, har totalfosforverdiene for elven variert mellom 8 og 29 $\mu\text{g/l}$ P, og verdiene for løst fosfat mellom 2 og 8 $\mu\text{g/l}$.

9.3 Modifiseringsforslag - målesystem for høye konsentrasjoner.

9.3.1 Ammonium - Cerlic NH_4 Analysator.

Forslag til forbedring av instrumentet, er en bedre beskyttelse av elektronikken mot fuktighet. Brytere på kontrollpanelet bør trekkes ut til utsiden av kabinettet. Et tørkemiddel som silikagel kan plasseres inne i instrumentet for å bedre forholdene for elektronikken.

9.3.2 Ortofosfat - Polymetron Phosphamat 8876.

På innløpssiden (innløp og utløp 6 mm \varnothing) er det montert et overløp med 2 mm utløp. I springvann fungerte dette tilfredstillende, men i avløpsvann tettet utløpet seg etter 3 døgn. Det vurderes som enkelt å bygge om vannveien på instrumentet så den blir mere motstandsdyktig mot begroing.

VEDLEGG A

Avtale mellom utstysleverandør og ABBM.

AVTALE MELLOM
EB MILJØKONTROLL (EBM) OG "LEVERANDØR"
(LEVERANDØREN) OM LÅN AV UTSTYR

1. Formål

Utstyr/instrumenter beskrevet i denne avtalen skal testes for egnethet til kontinuerlig registrering av vannkvalitet. Etter en innledende utprøving i laboratoriet, skal utstyr/instrumenter beregnet på resipientmålinger brukes i en målebu plassert ved et vassdrag. Utstyr beregnet på målinger i avløpsvann skal testes i slikt vann enten ved et kommunalt anlegg eller en industribedrift. Arbeidet inngår i et samarbeidsprosjekt mellom Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) og EB MILJØKONTROLL. NIVA vil utføre den innledende utprøvingen.

2. Avtalens omfang for leverandøren

2.1 Leverandøren låner
(antall, type utstyr/instrument) vederlagsfritt til EBM. Utstyret leveres for utprøving hos NIVA og leverandøren besørger også eventuell retur.

2.2 Leverandøren forplikter seg til vederlagsfritt å sørge for nødvendige reparasjoner og utskiftninger (elektroder m.m.) slik at utstyret/instrumentet kan holdes operativt i lånetiden.

2.3 Leverandøren er ansvarlig for å bekoste eventuell forsikring så lenge de eier utstyret/instrumentet.

3. Avtalens omfang for EBM

3.1 EBM forplikter seg til å teste utstyret vederlagsfritt. EBM's testresultater dokumenteres i en rapport som kan brukes av leverandøren i tråd med de retningslinjer NIVA og EBM trekker.

3.2 Navnet på leverandøren inngår i testrapport fra prosjektarbeidet og nevnes på et oppslag/informasjonsavtale ved teststedet i vassdraget eller utslipps-stedet.

4. Modifisering av utstyret

Ved et eventuelt behov for å tilpasse utstyret for norske forhold, skal det inngås en ny avtale mellom partene. Under slike forhold vil EBM og NIVA legge frem sine modifikasjonsforslag mot deltagelse i den videre foredling av utstyret.

5. Eiendomsrett

Hver av partene har eiendomsrett til resultatene frembragt av egne ytelser. Resultatrapport skrevet av NIVA på betalt oppdrag fra EBM er oppdragsgivers eiendom. Dersom partene ikke er enige om noe annet, er resultatene offentlig tilgjengelige.

6. Varighet

Avtalen gjelder i 6 måneder og kan i tilfelle det er behov for videre utprøving eller modifisering, fornyes dersom begge parter ønsker det.

7. Tvistemål

Eventuelle tvistemål avgjøres i henhold til tvistemåls- paragrafen i norsk rett.

Dato:

for Leverandør

for EB Miljøkontroll A.S.

Stempel:

Stempel:

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2144-1