

O - 79024

VANNFORURENSNING FRA VEG

Analyse av problemer og programforslag.

Oslo, 20. desember 1979

Saksbehandlere: Siv.ing. Eivind Lygren
Cand.real Egil Gjessing
Prof. John Ferguson

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

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

Rapportnummer: 0-79024
Undernummer:
Løpenummer: 1173
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Vannforurensning fra veg. Analyse av problemer og programforslag.	Dato: 20. desember 1979
	Prosjektnummer: 0-79024
Forfatter(e): Siv.ing. Eivind Lygren Cand.real Egil Gjessing Prof. John Ferguson	Faggruppe:
	Geografisk område: Ullensaker/ Akershus
	Antall sider (inkl. bilag): 59

Oppdragsgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---------------------------------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt: Det er foreslått en fremgangsmåte som tar sikte på å kartlegge forurensningsbidraget til vann fra motorveg og andre vegbaner. Det er valgt en avgrenset vegstrekning ved Jessheim, som foreslås instrumentert bl.a. for å måle total vann- og stoffavrenning i løpet av en forsøksperiode på ca. 2½ år. Forsøkene er foreslått lagt opp på en slik måte at man med forholdsvis enkle midler skal kunne anvende resultatene for å vurdere avrenningsvannet fra andre vegbaner og dessuten kunne sammenligne resultatene med tilsvarende undersøkelser i USA,

4 emneord, norske:
1. Vannforurensning
2. Motorveg
3. Veg
4.

4 emneord, engelske:
1. Water pollution
2. Highway
3. Road
4.

Eivind Lygren

Egil Gjessing

John Ferguson

Prosjektleders sign.:

Arvid Erlin

Seksjonsleders sign.:

Kjell Beelert

Instituttets sign.:

ISBN 82-577-0236-6

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	4
1. INNLEDNING	6
2. GENERELL BESKRIVELSE	7
3. PROSJEKTBEKRIVELSE	13
3.1 Hovedtrekk	13
3.2 Forsøksfelt - vegstrekning	13
3.3 Data - prøveinnsamling	15
3.3.1 Meteorologiske data	15
3.3.2 Vegslitasje og mengde tilført materiale fra nærområdet	16
3.3.4 Lufttransporterte stoffmengder bort fra vegbanen	17
3.3.5 Støvnedfall i ulik avstand fra veg	17
3.3.6 Nedbørkvalitet	18
3.3.7 Avrenningssystem, prøvetaking og måling av vannføring	18
3.4 Kjemiske og fysisk-kjemiske analyser	21
3.4.1 Vegbane	21
3.4.2 Partikkelfanger - støvsamlere	21
3.4.3 Snø	21
3.4.4 Avrenningsvann - grøftevann	21
3.4.5 Nedbørkvalitet	22
3.5 Biotesting	22
3.6 Analyseprogram	22
4. UTSTYRSLISTE	24
5. KOSTNADSOVERSLAG	25
6. FREMDRIFTSPLAN	26
7. LITTERATUREFERANSER	27
VEDLEGG	29

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Materialtransportmodell	7
2. Avsatte mengder støv/skitt og søppel som funksjon av vegkanthøyde (1)	10
3. Materialstrømmer som bør kartlegges	13
4. Flyfoto med inntegnet vegtrasé	14
5. Spesialombygget industristøvsuger Norclean NEL 3	16
6. Støvsamler for horisontal støvtransport som funksjon av høyden	17
7. Drenssystemer med avmerkete parseller hvor vannet ledes langs vegkant for oppsamling	20

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Andel av forurensningen fra ulike partikkelstørrelser (5)	12
2. Prosent forurensningspotential tilknyttet partikkelstørrelser fra veg (1)	12
3. Prosent tungmetaller i ulike partikler fra veg (6)	12
4. Prosent pestisider tilknyttet partikler fra veg (5)	12

FORORD

I en uttalelse fra NVF Norske Avdeling Utvalg 64 Miljø skrives det blant det blant annet:

Vannforurensning fra veg representerer et tildels nytt problem innenfor vegbygging i nærhet av vannkilder. Internasjonalt foreligger det forholdsvis få undersøkelser om emnet, men de som er utført viser at vann fra veg kan være sterkt forurensset (kfr. OECDs symposium om Road Drainage, mai 78, Sveits). Ytterligere undersøkelser både av kvantitativ og kvalitativ art er sterkt ønskelig. Retningslinjer for sikringssystemer og beskyttelsestiltak foreligger utarbeidet i endel land som Tyskland, Sveits o.a. Disse tiltak er ofte meget omfattende og kostbare, og det foreligger forholdsvis få undersøkelser om effektiviteten av disse, og alternative tiltak.

I Norge foreligger ingen undersøkelser på dette området, men endel utredninger er foretatt bl.a. i forbindelse med bygging av ny motorveg som går over et stort grunnvannsområde. Miljøvernmyndighetene krever her full sikring av vegen mot forurensning av grunnvannet. Liknende restriktive holdninger og pålegg har en også fått ved en rekke andre mindre anlegg nær drikkevannskilder. Videre tillates det ikke brukt asfalterte materialer før det foreligger dokumentasjon om at disse ikke representerer noen forurensningsfare (spesielt gjelder dette for vegolje eller asfaltløsning).

I brev fra Veglaboratoriet til NIVA av 20. mars 1979 heter det videre:

Veglaboratoriet ønsker å få gjennomført et prosjekt for undersøkelse av overflatevannets sammensetning fra veg. Prosjektet antas å vare i flere år. I 1979 bør forprosjektet være gjennomført, og det er her avsatt kr 150 000 til dette formål fra Veglaboratoriet.

De økonomiske rammer for de videre år må av busjettmessige grunner avtales separat hvert år, men Veglaboratoriet antar at det blir mulig å avsette liknende beløp også de nærmeste år. Det vil også bli søkt om økonomisk støtte til prosjektet hos andre interessenter.

I undertegnet kontrakt mellom NIVA og Statens vegvesen ved asfaltseksjonen, Veglaboratoriet, er det angitt følgende målsetting for et forprosjekt:

Utrede hvordan overflatevannets sammensetning fra veg skal undersøkes.

Program:

- 1. Utarbeide et problemnotat.*
- 2. Foreta litteraturstudie og utredning om instrumentering, måleteknikk etc. med eventuell utprøving.*
- 3. Utarbeide videre prosjektplaner.*

Prosjektet er ifølge kontrakten antatt å slutføres i 1983.

Prosjektansvarlige ved NIVA vil være Eivind Lygren, Egil Gjessing og John F. Ferguson.

Ferguson er NTNf-stipendiat ved NIVA, med ett års stipendiatopphold. Han er professor ved University of Washington og har gjennom ca. 2 år arbeidet med et tilsvarende prosjekt i U.S.A.

Eivind Lygren

Egil Gjessing

John F. Ferguson

1. INNLEDNING

Forurensning i overflateavrenning fra veger og urbane områder blir viet relativt stor oppmerksomhet i en rekke land.

I 1960-årene og tildels i første del av 1970-årene ble forurensningsbidraget ofte kun sammenliknet med konvensjonelt kommunalt avløpsvann, dvs. en sammenliknet transport av P, N, BOP₇ osv. I de senere år har det gradvis vokst fram et mer sammensatt syn på problemet, og en konsentrerer seg nå mer om å påvise og kartlegge forbindelser som er tildels ukjente eller finnes i relativt små konsentrasjoner. Dette kan være forbindelser som påvirker naturmiljøet generelt, eller forbindelser som ikke bør forekomme i drikkevann. Særlig har enkelte naturfremmede organiske forbindelser kommet i søkelyset i den senere tid.

I dette forprosjektet er det skissert en fremgangsmåte med sikte på å kartlegge forurensningsbidraget til vann fra motorveg og andre vegbaner, samt vurdere mulighetene for å redusere forurensningspåvirkningen når dette er ønskelig.

Til dette formål er det valgt en vegstrekning på E6, like ved Jessheim. Denne vil bli instrumentert for å måle total vann- og stoffavrenning gjennom en forsøksperiode på ca. 2,5 år. Samtidig er det planlagt å måle støvakkumulasjon på en del andre vegstrekninger ved hjelp av en spesialombygget industristøvsuger. Vi vil søke å knytte en generell forbindelse mellom den stoffmengde som akkumuleres på vegen og den stoffmengde som føres til vannresipient ved overflateavrenning.

Prosjektet vil bli søke gjennomført på en slik måte at resultatene i størst mulig grad kan sammenliknes med tilsvarende undersøkelser i andre land, særlig de forholdsvis intensive studier som er i gang i U.S.A. bl.a. i regi av U.S. Department of Transportation.

2. GENERELL BESKRIVELSE

Som grunnlag for prosjektforslaget er det nødvendig å ha noe innsikt i de mekanismer som styrer det sammensatte hydrologiske/kjemiske systemet vi skal undersøke.

For å strukturere problemet kan det være nyttig å tenke seg en enkel transportmodell. Ved å benytte data fra andre relevante undersøkelser kan vi antyde størrelsen på de enkelte transportledd, og hvordan de varierer med vegens utforming, belastning, meteorologiske forhold etc.

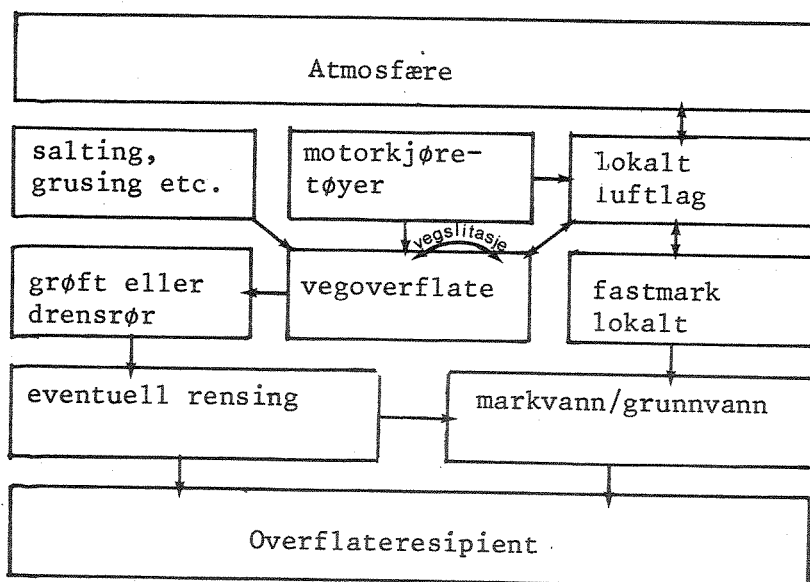


Fig. 1. Materialtransportmodell.

Vi tar utgangspunkt i vegoverflaten og beskriver systemet i figur 1 ut fra dette:

Vegen får hovedsakelig tilført stoff fra motorkjøretøyer, vegdekkslitasje, og fra salting/grusing av vegen. Utenlandske undersøkelser (1) har vist at det meste av stoffet, beregnet som totalt tørrstoff, er representativt for den lokale geologi i området hvor parsellen er lagt. En mindre del stammer fra slitasje av vegdekke, vegsalting, grusing etc., og mindre enn 5 vektprosent stammer direkte fra motorkjøretøyene. Bidraget fra kjøretøyene er imidlertid viktig pga. disse stoffenes potensielle giftighet.

- En del fett og oljeforbindelser avsettes fra smørefett.
- Rustbehandlingsmiddel kan inneholde nitrert tungoljefraksjon, og noe kan tenkes å falle av under kjøring.
- Olje lekker ut fra motor og gearkasse.
- Bly avsettes hovedsakelig pga. tetraalkylbly-forbindelser i bensin, men noe stammer fra slitasje av dekk der blyoksyd brukes som "filler".
- Sink brukes som "filler" i dekk.
- Sink, krom og fosfor benyttes som tillsatsstoff i motorolje.
- Kopper, nikkel og krom brukes i karosseri, lager, sylindervegger og andre bevegelige deler i motoren. Betydelige mengder kopper finnes i bremseklosser for å øke den mekaniske styrke og for å sikre hurtig avkjøling. En undersøkelse (2) har imidlertid vist at mye av produktene ved bremseslitasje holdes tilbake i kjøretøyet. Dette er også i samsvar med en annen undersøkelse (1) som viste at bare små mengder av kopper fra bremsene finnes igjen på veggen.
- Asbest benyttes i clutchlameller og bremseklosser. I en amerikansk undersøkelse (2) ble det imidlertid vist at over 99,7 % av materialet konverteres til ikke-asbest-produkt idet det slites av, og asbest kan således ikke ansees å være et problem i denne sammenheng.
- Gummi avsettes ved slitasje av dekk.
- Asfalt slites fra vegbanen.

Forurensningsbelastningen fra en vegbane er for en stor del direkte proporsjonal med trafikkbelastningen. Undersøkelser (1)(3) har vist at dette til og med gjelder for stoff tilført fra vegsidene. En mulig årsak til dette kan være at kjøretøyene, med den luftturbulens de skaper, virker som en fangfelle for lufttransporterte partikler som ellers ville ha passert vegbanen.

Avsetninger direkte fra bilens karosseri, motor, etc. vil trolig vise relativt liten variasjon fra landsdel til landsdel, mens lufttransporterte avsetninger som organisk stoff, fosfor, nitrogen, salter og totalt tørrstoff vil variere avhengig av f.eks. lokal geologi, vindforhold, arealanvendelse, snødekke og isdekke, avstand fra ulike typer aktiviteter etc.

Avsetninger fra vegdekkslitasje inneholder en rekke organiske forbindelser, særlig har enkelte polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) fått oppmerksomhet på grunn av deres potensielle kreftfremkallende egenskaper. Stoffmengde og -karakter vil variere med type vegdekke (oljegrus, asfalt, fyllmateriale, bindemiddel osv.) og graden av bruk av piggdekk m.m. Undersøkelser (1) (3) har vist at hastighet og type trafikk trolig har mindre å si for avsatt materiale. Akselerasjon og nedbremsing har imidlertid stor betydning både for vegdekkslitasje og for avsetninger fra kjøretøyer. En undersøkelse (17) konkluderte med at kun 5 % av kontinuerlig inngående bly i bensin forlot bilen gjennom eksosanlegget under rolig kjøring, mens resten avleiret seg i eksosanlegget. Under kraftig akselerasjon ble det avsatt blyet resuspendert slik at opp til 2000 % av inngående bly med bensin nå forlot bilens eksosanlegg.

Polyklorerte bifenyler avsettes på motorveger. I en amerikansk undersøkelse (3) fant man i gjennomsnitt 330 ng/l med en spredning på 20-4320 ng/l. Sammenliknet med EPA's (19) vannkvalitetskriterier for drikkevann på 1 ng/l må disse verdiene karakteriseres som betydelige..

Avsatte kloridmengder vil variere betydelig avhengig av vegsaltingsprosedyre. I vegsalt finnes det også urenheter som kan tenkes å gi opphav til det meste av nikkelet og kromet og noe av de blyforbindelsene som avsettes på vegbanen.

Materialet som avsettes på vegbanen vil som fig. 1 viser, kunne fraktes til grøft eller drenerør og videre til eventuell rensing før det går til vannresipient. Mye av stoffet vil også kunne blåse av vegbanen og enten falle ned i områder langs vegen eller fraktes langt avsted som luftforurensning. Det er forøvrig antatt at en del av de langtransporterte uorganiske og organiske luftforurensningene har sin opprinnelse fra sivilisatoriske virksomheter av denne karakter.

Utformingen av vegens ytterkant har vist seg å være avgjørende for hvor mye av det deponerte stoff som forblir på vegbanen og som derved kan fraktes bort med overflateavrenningen.

En undersøkelse (1) av avsatte materialmengder på selve vegoverflaten som funksjon av høyden på vegkant/forstøtningsmur er vist i fig. 2. Avsatte mengder støv og skitt ^{x)} er svært avhengig av hvor høy forstøtningsmuren er, mens dette ikke er tilfelle for søppel ^{xx)} som ikke blåser bort i noe tilfelle.

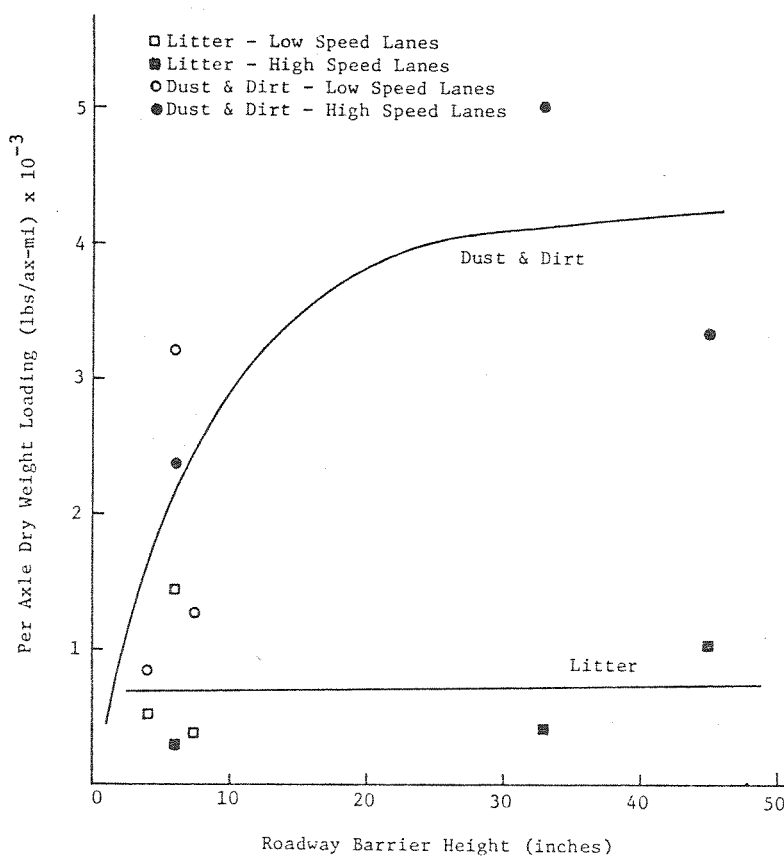


Fig. 2 Avsatte mengder støv/skitt og søppel som funksjon av vegkanthøyde (1).

x) Støv og skitt = partikler mindre enn ca. 35 mm

xx) Søppel = " større " " 35 "

Etter en flom vil vegoverflaten være relativt renvasket. I tørrværsperioder vil det bygges opp et støvlag, og den første dagen vil støvoppbyggingen foregå relativt raskt. Kjøretøyene skaper imidlertid turbulens som fører til at avsatt stoff blåser bort. Desto mer stoff som finnes på overflaten, desto mer vil blåse bort pr. bil som passerer. Dette fører til at akkumuleringshastigheten av stoff på vegen avtar relativt kort tid etter et regnvær (1).

Det er viktig å fremheve at det meste av de problemstoffene som man er opptatt av ved disse undersøkelsene (PAH, PCB og andre organiske mikroforurensninger, tungmetaller etc.), er adsorbent til partikulært materiale. Som det fremgår av tallene i tabell 1, 2, 3 og 4 (1) (5) (6), er mengden av adsorbent materiale ofte avhengig av partikkelstørrelsen. Dette vil ha mye å si for hvordan grøfte- og drens-systemet langs vegen bør utformes og hvordan vi eventuelt bør behandle vannet før det slippes til overflate-resipient. Man bør også legge betydelig vekt på å studere de kjemiske og biologiske konsekvensene av forholdet mellom utløsbart og bundet substans.

Tabell 1. Andel av forurensninger fra ulike partikkelstørrelser (5) (prosent av vekt)

	Particle Size (micron)					
	>2,000	840-2,000	246-840	104-246	43-104	<43
Total Solids	24.4	7.6	24.6	27.8	9.7	5.9
Volatile Solids	11.0	17.4	12.0	16.1	17.9	25.6
BOD ₅	7.4	20.1	15.7	15.2	17.3	24.3
COD	2.4	4.5	13.0	12.4	45.0	22.7
Kjeldahl Nitrogen	9.9	11.6	20.0	20.2	19.6	18.7
Nitrates	8.6	6.5	7.9	16.7	28.4	31.9
Phosphates	0	0.9	6.9	6.4	29.6	56.2

Tabell 2. Prosent forurensningspotential tilknyttet partikkelstørrelser fra veg (1) (WASHINGTON, D.C.) (1)

Pollutant	(microns)				
	3,380-850	850-420	420-250	250-75	≤75
Grease	11.6	10.3	12.5	40.1	25.5
Petroleum	10.8	9.1	12.5	39.9	27.7
n-Paraffin	10.2	9.0	11.6	40.7	28.5
Asbestos	13.0	15.5	20.5	39.6	11.4
Rubber	3.0	5.4	11.3	37.8	42.5
Chlorides	13.5	17.0	16.6	33.6	21.6
Fecal Streptococcus	5.4	1.2	2.6	63.6	27.2

Tabell 3. Prosent tungmetaller i ulike partikler fra veg (6)

Average Of Four Cities: Tulsa, Baltimore, San Jose II, Seattle	(microns)			
	<104	104 to 246	246 to 495	>495
Zinc	20	26	21	33
Copper	26	33	15	26
Lead	14	28	35	23
Iron	11	21	21	47
Cadmium	36	52	12	0
Chromium	20	24	17	39
Manganese	16	20	20	44
Nickel	23	17	31	29
Strontium	34	12	15	39

Tabell 4. Prosent pestisider tilknyttet partikler fra veg (5)

Pesticides	Ranges of Particle Size, microns			
	<104	104-246	246-840	840-2,000
Dieldrin	42	36	21	1
DDP	30	30	30	10
Polychlorinated Biphenyls (PCB's)	18	14	33	35
p,p-DDT	42	35	22	1

3. PROSJEKTBEKRIVELSE

3.1 Hovedtrekk

Ved å ta utgangspunkt i fig. 1 finner vi at følgende materialstrømmer bør kartlegges:

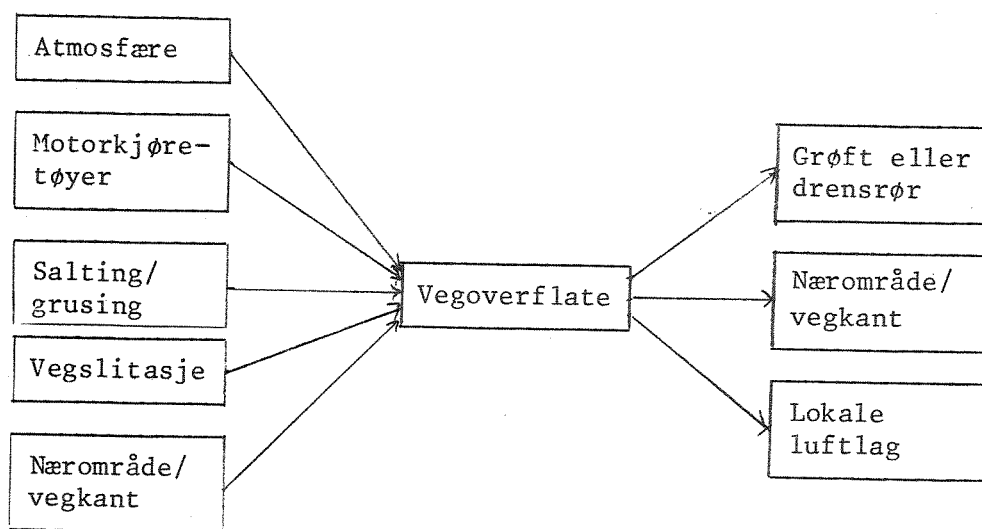


Fig. 3. Materialstrømmer som bør kartlegges.

Stofftransporten vil i første omgang bli målt forholdsvis inngående ved en vegstrekning på en nyåpnet motorvegparcell av E6 ved Jessheim. Det antas at de resultater og de erfaringene som disse undersøkelsene vil gi, sammen med den kjennskap vi har om tilsvarende resultater fra U.S.A., skal kunne gi grunnlag for å forutsi hvor mye stoff som føres bort med overflateavrenningen fra en vilkårlig vegstrekning her i landet når en kjenner bl.a. vegens belastning og utforming.

3.2 Forsøksfelt - vegstrekning

I fig. 4 er det vist tegninger over den aktuelle vegstrekning ved Jessheim. Parsellen på 120 m som det er planlagt å måle avrenningen fra, er vist med raster. Vegstrekningen ligger noen hundre meter før den fremtidige avkjøring til gamle Gardemoveg (riksveg 174) og er omgitt av store flate jorder på begge sider.



GJESTAD

132/1 ULLENSAKER
DØLEN
HALVARD SUNDBY
2050 JESSHEIM

27440
27500

135/1 ULLENSAKER
ULENSAKER KOMMUNE
2050 JESSHEIM

28000

28500

136/1 ULLENSAKER
NILS KR.LAAKE
2050 JESSHEIM

136/4 ULLENSAKER
HANS HAUG
2050 JESSHEIM

29000

136/5 ULLENSAKER
HANS HAUG
2050 JESSHEIM

Figur 4. Flyfoto av inntegnet vegtrasé

Vegstrekningen blir åpnet i løpet av høsten 1979 og vil fra da av belastes med den del av nordgående E6-trafikken som skal til Gardemovegen. Gjennomsnittlig trafikkeres Gardemovegen i dag av 3 200 kjøretøyer pr. døgn (ADT) hvorav ca. 10 prosent er lastebiler og busser. En stor del av denne trafikken kommer trolig sørfra og vil altså passere forsøksfeltet.

Tidlig i 1981 er motorvegen planlagt åpnet 1,5 km videre, og da vil hele trafikken på E6 føres over den instrumenterte vegstrekningen. Dagens trafikk på E6 mellom Kløfta og Jessheim er ca. 10 000 kjøretøyer pr. døgn (ADT).

3.3 Data - prøveinnsamling

3.3.1 Meteorologiske data

Nedbøren er tenkt målt omlag 100 meter fra veggen. Det benyttes en måler av type Belfort 5915 R (se vedlegg 2). Måleren baserer seg på vektprinsipp, slik at både regn og snø kan måles. Måleren har skriver samt potensiometrisk utgang for datalogging (se vedlegg 5).

Vi vil anta at de atmosfæriske tilførsler (forurensninger fra andre områder) er små i forhold til de øvrige tilførsler, og at informasjon om kvaliteten av nedbøren eventuelt kan skaffes fra andre målestasjoner. Måling av temperatur, vindstyrke og vindretning vil gi nyttig informasjon. Temperatur og vindstyrke vil bli målt kontinuerlig med inngang til datalogger (se vedlegg 5), mens vindretning vil bli notert ved hvert besøk.

3.3.2 Trafikkbelastning - saltmengder

Vi vil anta at tilstrekkelig informasjon om trafikk tetthet som funksjon av tiden kan skaffes ved trafikk tellere, og at data om trafikk hastighet kan skaffes tilfredsstillende ved stikkmålinger i løpet av undersøkelsesperioden. Likeledes vil vi forutsette at tilførsler av avisende salter og grusing kan journalføres av de lokale vegmyndigheter. Erfaringsmessig er det vanskelig for de lokale vegarbeidere å ha i minne til enhver tid at de tilførte salt- og sandmengder skal noteres. Etersom dette har stor betydning for prosjektet, bør man legge vekt på å orientere mannskapet om dette flere ganger i løpet av vinteren.

3.3.3 Vegslitasje og mengde tilført materiale fra nærområdet

Som nevnt innledningsvis, har undersøkelser i andre land vist at en betydelig del av det stoff som finnes i vegbanen stammer fra vegkanten og de nærmeste omliggende områder (geologisk materiale) og at det foregår en form for konsentrering på grunn av turbulente virkninger fra kjøretøyene.

Akkumulering av stoff på ulike vegavsnitt vil bli undersøkt i løpet av den snebare del av året ved en spesialombygget industristøvsuger av type Norclean NEL 3 som vist i fig. 5 (se vedlegg 3 for nærmere beskrivelse).

En karakterisering av det oppsugde materialet med henblikk på å differensiere mellom asfalt- og dekkslitasje og tilført geologisk materiale, synes betydningsfull. Vi vil anta at enkle separasjonsteknikker i laboratoriet burde kunne standardiseres på en slik måte at man oppnår en tilfredsstillende gruppering.

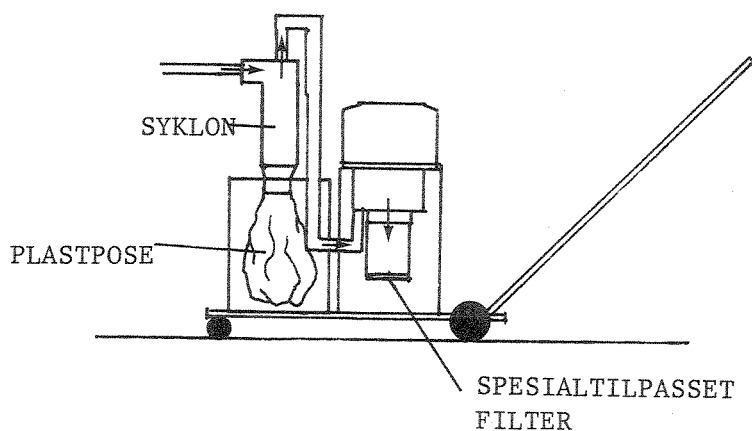


Fig. 5. Spesialombygget industristøvsuger Norclean NEL 3.

Undersøkelser (1) har vist at over 95 % av de fleste tungmetaller over 90 % av totalt tørrstoff og over 80 % av organisk stoff, fett, petroleum og parafin kan suges opp med støvsuger. En del stoffer er imidlertid i mindre grad knyttet til det partikulære materialet. For å få et kvantita-

tivt mål for disse stoffene, må en i tillegg spyle vegbanen og deretter samle opp vannet med støvsugeren som vil skille ut vannet i sykklonen.

3.3.4 Lufttransporterte stoffmengder bort fra vegbanen

For å måle støvtransporten ut av vegbanen i ulike høyder, vil det i samarbeid med NILU bli utprøvet et system som skissert i fig 6a. Systemet vil ikke bli tatt i bruk det første året. Firkantprofilene med et tynt vannlag i bunnen fungerer som en sedimenteringsfelle for den turbulente støvstrømmen ut av vegbanen og vil trolig ikke forstyrre luftbevegelsen særlig da de er åpne i begge ender. Hver "etasje" kan så tømmes for seg for analyse. Optimal åpning og lengde må finnes. Stor åpning vil gi liten forstyrrelse av luftstrømmen, men stor høyde (se fig. 6a) vil gi liten felleffekt pr. meter rør. Trolig bør vi velge relativt stort forhold mellom bredde/høyde. I tillegg vil en liknende amerikansk variant bli benyttet for å kunne sammenlikne resultatene (se fig. 6 b).

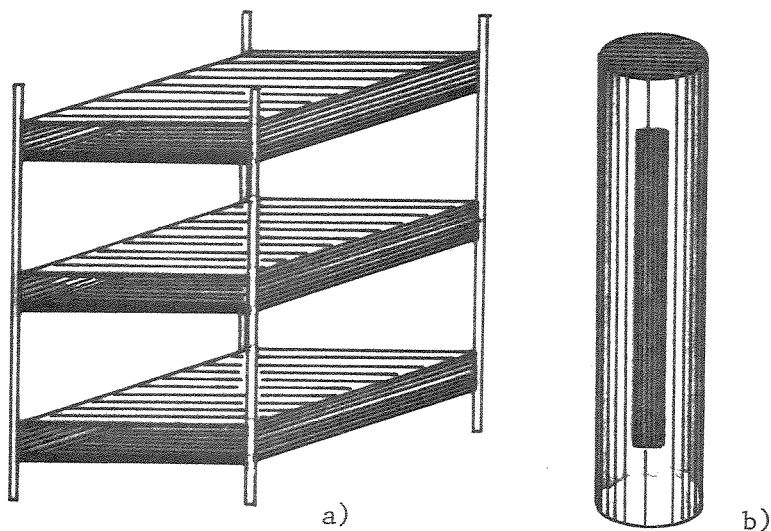


Fig. 6. Støvsamler for horisontal støvtransport som funksjon av høyden.

3.3.5 Støvnedfall i ulik avstand fra veg

Støvnedfall vil ikke bli målt det første året. I 1981 er det planlagt å installere ca. 5 plastsylindre (støvbøtter) for permanent oppsamling av støv i ulik avstand fra vegen i 0,3 meters høyde over bakken. Sylindrene vil utformes etter ASTM standard (8) (se vedlegg 4) og fylles med 0,5 l destillert vann etter hver tømming.

Om vinteren vil vi i tillegg sannsynligvis benytte støvplater som legges ut på marken under et snøfall for måling av korttidsnedfall over f.eks. 1-7 dager etter snøfallet. Støvplatene vil ikke forstyrre luftbevegelsene slik som de ordinære støvsamlere gjør i betydelig grad. Slike plater har vært benyttet av NILU (18).

Støvplatene vil utstyres med en lav kant på ca. 5 cm, og snøen som faller på platene vil bli analysert for støvmengde. De skulle gi et godt bilde av hvordan støv fra piggdekkslitasje om vinteren akkumuleres i omgivelsene pr. tidsenhet som funksjon av ulike klimatiske forhold og støvmengde på veggen.

For måling av stoffakkumulasjon over lengre tid vil resultatene fra analyse av snøprofiler benyttes. Snøplate- og snøprofil-målinger vil i tillegg bli gjort i større avstand fra veggen, for å skille ut hvor mye som er lufttransportert fra andre kilder enn vegbanen.

3.3.6 Nedbørkvalitet

"Langtransport" av forurensningskomponentene som "produseres" i forbindelse med vegtrafikk kan lufttransporteres over store avstander, ville det være formålstjenlig å studere nedbørkvaliteten i forskjellig avstand fra E6. Slike studier bør omfatte både uorganiske og organiske komponenter. Vi vil imidlertid anta at denne type studier ikke bør sette i gang første prosjektår. Ved å utnytte erfaringer om bl.a. dominerende vindretninger i området, vil man kunne oppnå en mer hensiktsmessig prøveinnsamling. Nedbørkvalitetsstudier vil planlegges og gjennomføres i samråd med NILU.

3.3.7 Avrenningssystem, prøvetaking og måling av vannføring

Asfalten på motorveg er avsluttet mot en vegskulder uten noen kant. Overflateavrenningen ledes på denne måten direkte av veggen og ned i grøft hvor det med 120 meters mellomrom er kummer og rør som leder vannet inn til et sentralt oppsamlingsrør i midten av veggen.

Vi har valgt å dele den aktuelle vegstrekningen i to delparseller, hver på 50 meter. Dette er vist nærmere i fig. 7 hvor overvannssystemet er vist mer i detalj.

Delstrekningene vil bli utstyrt med en vegkant på henholdsvis 10 og 50 cm. Kanten vil tjene to formål:

- Vannet vil ledes langs kanten uten å gå til grøft.
- Effekten av ulike vegkanthøyders påvirkning av vannkvaliteten (partikkelmengde) vil prøves ut.

Når vannet fra hver av delstrekningene har rent langs 50 m vegkant (som kan simulere vanlig avstand mellom kummer på vegparseller med vegkant), vil hver strøm bli ledet ned i en mindre kasse med en vannsplitter konstruert i forbindelse med et liknende prosjekt i U.S.A. (7). Fra denne vannsplitteren vil det bli tatt ut en mengdeproporsjonal delstrøm på ca. 10 % av totalvannføringen, og denne delstrømmen vil ledes til en tank på 1000 l kledd innvendig med plast som kastes for hver gang for å lette rengjøringen av tanken. På denne måten får en samlet opp en ideelt riktig blandprøve fra hver av delstrekningene samtidig som en vann-nivåmåler i hver av de to oppsamlingstankene gir en nøyaktig angivelse av hvor mye vann som har rent av hver av delstrekningene som funksjon av tiden. Vi unngår på denne måten den konvensjonelle metoden med målerenne og diskret prøvetaking proporsjonalt med vannføringen som i overvannssammenheng gir en lite representativ blandprøve pga. de store variasjonene i vannføring og kvalitet.

Undersøkelser (7) har vist at blandprøve basert på diskret prøvetaking proporsjonalt med vannføringen kan gi feil i analyseresultatet på opptil 60 % pga. at prøven ikke er representativ.

Vannkvalitetsendringer når vegavrenningen infiltreres i grøft til underliggende drenerør vil bli undersøkt på en egen parsell samtidig som man vil ta blandprøver ved utløp av hoveddreneringssystem noen hundre meter nord for der hvor jernbanen krysser E6.

For måling av vann-nivå er det tenkt brukt trykkfølere av type AME, AE 851 (se vedlegg 1). Signaler fra disse vil ledes til en sentral data-logger av type Ånderå (se vedlegg 5).

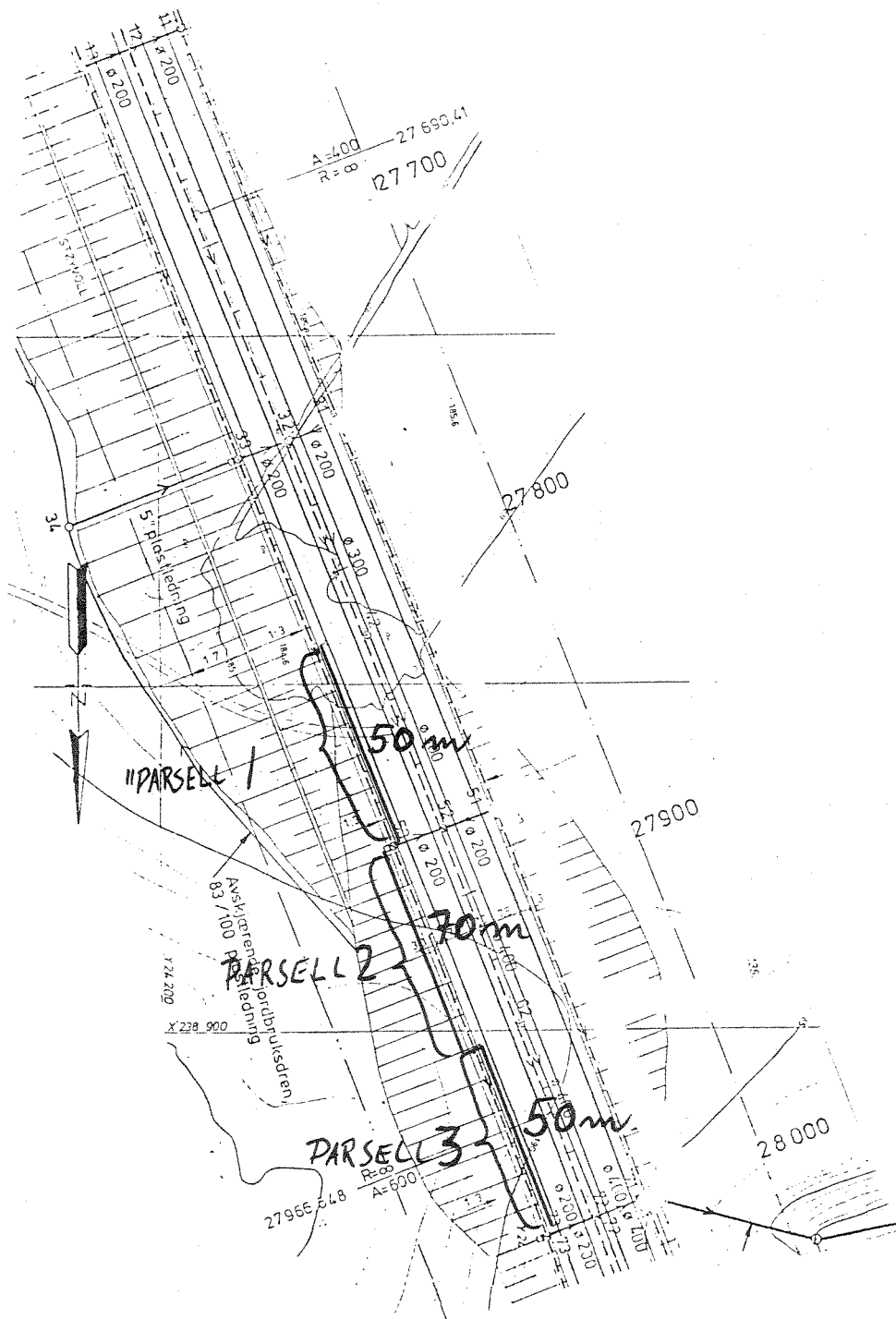


Fig. 7. Drenssystem med avmerkete parseller hvor vannet ledes langs vegkant for oppsamling.

3.4 Kjemiske og fysisk-kjemiske analyser

3.4.1 Vegbane

Prøver fra støvoppsamleren vektbestemmes; ved spyling og oppsuging bestemmes vekten av frafiltrerbart stoff (filtrand). Filtratet analyseres med hensyn på en rekke kjemiske substanser (Analyseprogram I).

Det vektbestemte støvet ekstraheres med vann (prosedyrer vil bli fastlagt senere) og også dette ekstraktet analyseres etter program I. Det vannuløselige "støv"-materialet vektbestemmes etter tørking og etter gløding (Analyseprogram IV).

3.4.2 Partikkelfanger - støvsamlere

Vekten av de akkumulerte partikler (og støv) bestemmes. Materialet søkes gruppert i mineralsk og ikke mineralsk stoff ved tørrstoff og gløderestbestemmelse (Analyseprogram IV). Det antas å bli for ressurskrevende å karakterisere dette nærmere ved kjemiske analyser.

3.4.3 Snø

I vintersesongen vil en stor del av forurensningene fra vegbanen akkumuleres i snøen langs vegkantene (19). En del totalsnitt av snøen (fra overflate til underlag) vil bli tatt ut i løpet av vinteren i tillegg til overflatesnøprøver og analysert på bl.a. organiske komponenter (Analyseprogram I og II og B.T.). Vanninnholdet i snøprofilene vil også bli bestemt. Et lite antall representative snøprøver vil bli underkastet helt eller delvis analyseprogram V.

3.4.4 Avrenningsvann - grøftevann

Prøver av avrenningsvannet (fra tankene) vil bli tatt forholdsvis hyppig, utenom vinterperioden ca. 1 gang pr. uke. Det vil antakelig ikke være nødvendig å analysere alle disse prøvene med hensyn på de problemkomponenter som vi er interessert i. En del vil imidlertid bli analysert etter analyseprogram I og II og resten vil bli begrenset til analyseprogram III. Et utvalg av avrenningsprøver vil også bli analysert helt eller delvis etter analyseprogram V.

3.4.5 Nedbørkvalitet

Nedbør oppsamlet fra 3-4 steder i de omliggende områder et par ganger i løpet av året, vil bli analysert etter analyseprogram V (helt eller delvis).

3.5 Biotesting (BT)

Giftigheten av 6-8 representative prøver av avrenningsvannet og 3-4 prøver av snø fra vegkantene vil bli testet med hensyn på mikroorganismer, alger og laksefiske (se vedlegg 6).

3.6 Analyseprogram

Program I

Surhetsgrad (PH)	kr. 13,-	Kvikksølv (HG)	kr. 100,-
Ledningsevne (KOND)	" 13,-	Kopper (CU)	" 25,-
Total karbon (TC)	" 40,-	Sink (ZN)	" 25,-
Nikkel (NI)	" 25,-	Cadmium (CD)	" 25,-
Krom (CR)	" 25,-	Jern (FE)	" 25,-
Bly (PB)	" 25,-	Kalsium (CA)	" 25,-
Sulfat (SO ₄)	" 25,-		
Klorid (Cl)	" 25,-		
		Totalt pr. prøve	kr. 416,- =====

PROGRAM II

Polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	kr. 800,-	
Olje	" 300,-	
Polykloreerte bifenyler (PCB)	" 900,-	
Fenoler	" 200,-	
	Totalt pr. prøve	kr. 2200,- =====

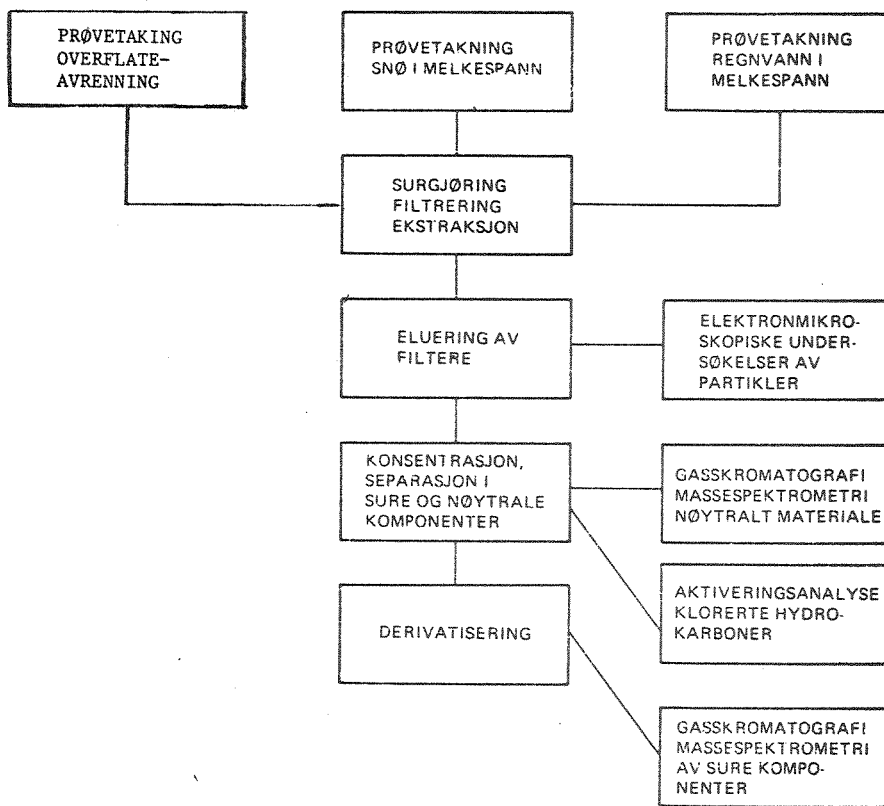
Program III

Ledningsevne	kr. 13,-
Totalt karbon (TC)	" 40,-
	kr. 53,-
	=====

Program IV

Tørrstoff S-TS	kr. 30,-
Gløderest S-GR	" 30,-
	kr. 60,-
	=====

Program V Omfattende organisk-kjemisk analyse



Analyse av organiske mikroforurensninger (gjennomsn.) kr. 7000,-

Biotester (fisk, alger, bakterier) " 3000,-

4. UTSTYRSLISTE

Spesifikasjon	Pris inkl. moms
1 stk. industristøvsuger type Norclean NEL 3 (m/ombygging)	8 500,-
1 stk. spesialbygget støvmåler for måling av horisontal støvtransport	2 500,-
10 stk. støvmålere og støvbrett	3 000,-
6 " tanker (plast)	3 000,-
SUM	17 000,-

Spesifikasjon	Leie pr. måned x)	Påregnet leie i måleperioden på 30 måneder
1 stk. nedbørmåler type Belfort-5915 R	132,-	3 960,-
3 stk. trykkfølere type AME-AF 851	180,-	5 400,-
3 stk. innganger trykkføler-datalogger	25,-	750,-
1 stk. datalogger type Anderå DL-1	234,-	7 020,-
1 stk. kontrollenhet type Anderå 2675	84,-	2 520,-
1 stk. temperatursensor m/solbeskytter type Anderå 1289	15,-	460,-
1 stk. vindhastighetssensor type Anderå 2593	50,-	1 500,-
1 stk. strømaggregat type Eiseman	100,-	300,-
SUM	820,-	21 910,-

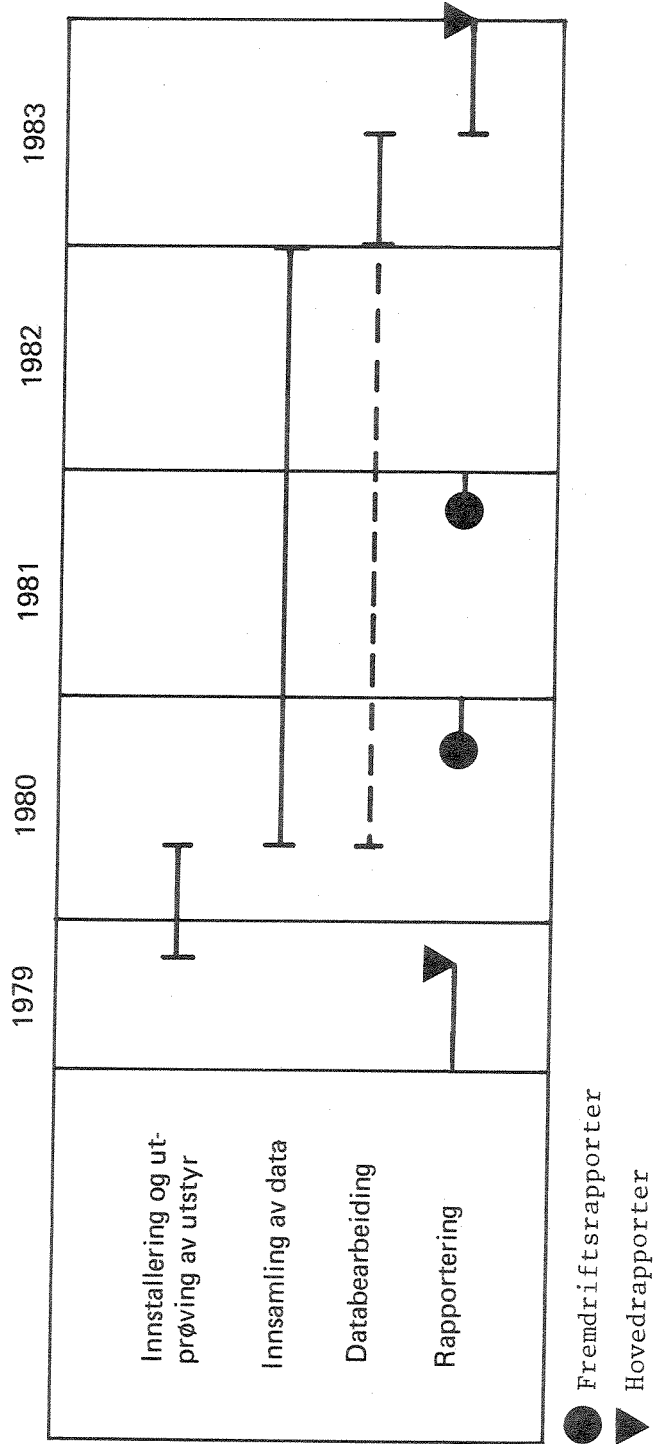
x) Månedspris = $\frac{\text{ny pris}}{5 \text{ år} \cdot 12 \text{ mnd/år}}$

5. KOSTNADSOVERSLAG (alle tall kr x 1000).

Anskaffelse /leie	1979 - 1980				1981				1982		1983	
	Arbeids- omkostn.	1. år		Arbeids- omkostn.	SUM	2. år		SUM	Arbeids- omkostn.	Analyse- omkostn.	SUM	
		Arbeids- omkostn.	Antall prøver			Arbeids- omkostn.	Antall prøver					Arbeids- omkostn.
6.1 Etablering og drift av forsøksfelt o.l. Demontering	45	-	-	-	55	-	-	-	12	10	10	10
6.2 Meteorologiske observasjoner	3	-	-	-	9	-	-	-	3	-	3	-
6.3 Trafikktelling	?	-	-	-	?	-	-	-	?	-	?	-
6.4 Vegbane (støv)	10	8 4	I + IV II	13	32	20	I + IV II	32	62	25	40	65
6.5 Avrenningsvann -grøft	9	6	90 9 3	III + IV I + II BT	43	6	6 6 2	58	64	6	60	66
6.6 Støvparkier i veggant:												
Sommer	6	3	10 3	IV I + II	9	4	35 12	18	37	3	2	5
Vinter	5	4	2	I + II + BT	11	4	10 3	20	81	4	75	79
6.7 Nedbørførensning i nærrområder	6	-	-	-	6	3	I + II	8	11	2	8	10
6.8 Pass og kontroll	-	55	-	-	55	55	-	-	55	50	-	50
6.9 Statusrapport/hoved- rapport/møter	-	10	-	-	10	10	-	-	10	20	-	20
6.10 Utarbeidelse av program/databearb.	-	40	-	-	40	-	-	-	-	10	-	10
6.11 Diverse	-	-	-	-	7	-	-	-	5	-	-	2
SUM					310				340			320
												130

* Utføres av veidirektoratet

6. FREMDRIFTSPLAN



7. LITTERATURREFERANSER

1. Shaheen, D.G.: "Contributions of Urbane Roadway Usage to Water Pollution." USEPA Report No. EPA-550/2-75-009 (NTIS No. 245 854), April, 1975.
2. Jacko, M.G., Ducharme, R.T.: "Brake Emissions: Emission Measurements from Brake and Clutch Linings from Selected Mobile Sources." USEPA Report No. 68-04-0020, March, 1973.
3. Gupta, M.K., Agnew, R.W., Gruber, D., Kreutzberger, W.: "Characteristics of Runoff from Operating Highways - Final Report." Volume IV. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Office of Research and Development. Washington, D.D. 20590. 1979.
4. Lygren, E.: "Forurensning i overvann. Avrenning fra overflate og utspyling av bunnslam i fellessystem. Bakgrunnen for utforming av måleprogram." NIVA C4-22. Oktober, 1978.
5. Sartor, J.D. and G.B. Boyd: "Water Pollution Aspects of Street Surface Contaminants." USEPA Report No. EPA-R2-72-081 (NTIS No. PB 214 408). November, 1972.
6. Pitt, R. and Amy, G.: "Toxic Materials Analysis of Street Surface Contaminants." USEPA Report No. EPA-R2-73-283 (NTIS No. PB 224 677/AS). August, 1973.
7. Horner, R.R., Burges, S.J., Ferguson, J.F. Mar, B.W. and Welch, E.B.: "Highway Runoff Monitoring. The Initial Year. May 1977 - August 1978." Prepared for the Washington State Department of Transportation. Department of Civil Engineering. Water and Air Resources Division. University of Washington 98/95. January, 1979.
8. 1966 Book of ASTM Standards. Part 23. Industrial Water, Atmospheric Analysis. American Society for Testing and Materials. 1916 Race St. Philadelphia, Pa. 19103. 1966.
9. Carlsstedt, B.: "Utjämningsfunktionen vid infiltration av dagvatten." Seminarium om utjämningsmagasin. NORDFORSK. Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm. 1978.

10. Jacobsen, B.N.: "Stoftilbakeholdelse i udjævningsbassiner - miljømæssig effekt." Seminarium om utjæmningsmagasin. NORDFORSK Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm. 1978.
11. Sveiseindustri A/S, Østensjøveien 9, Oslo 6, telefon (02) 67 08 90
12. Harrison, R.M., Perry, R. Wellings, R.A.: "Review Paper. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Raw, Potable and Waste Waters." Water Research, Vol. 9 (s. 333), Pergamon Press, 1975.
13. Smisson, B.: "Design, construction and performance of vortex overflows." Notat. Kopi kan fås på NIVA.
14. Eriksson, Ø. och Nielsen, P.: "Mikrosiling av obehandlat avloppsvatten samt dag- och bräddvatten." Institutionerna för Vattenförsörjnings- och avloppsteknik samt Vattenkemi. Kungliga Tekniska Högskolan. Publikation 74:2. 1974.
15. Hvatum O.Ø.: Upubliserte data fra Norges Landbrukshøgskole på Ås. 1979.
16. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater." American Public Health Association. American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. Thirteenth Edition, New York. 1971.
17. Laxen, D.P.H. and Harrison, R.M.: Review Paper. "The Highway as a Source of Water Pollution: An Appraisal with the Heavy Metal Lead." Water Research, Vol. 11 (s. 1), Pergamon Press. 1977.
18. Dovland, H., Hansen, J.E.: "Måling av tørravsetning på en snøflate." SNSF-prosjekt, TN 15/75. 1975.
19. U.S. Environmental Protection Agency: "Quality Criteria for Water." Office of Water Planning and Standards, Washington D.C. 20460 EPA-440/9-76-023.

VEDLEGG

- VEDLEGG 1. Trykkføler
- VEDLEGG 2. Nedbørmåler
- VEDLEGG 3. Industristøvsuger
- VEDLEGG 4. Støvsamler
- VEDLEGG 5. Datalogger med temperatur- og
vindhastighets-sensor
- VEDLEGG 6. Biotester

VEDLEGG 1. TRYKKFØLER

TENTATIVE DATASHEET

IMMERSIBLE PRESSURE / LEVEL TRANSDUCER

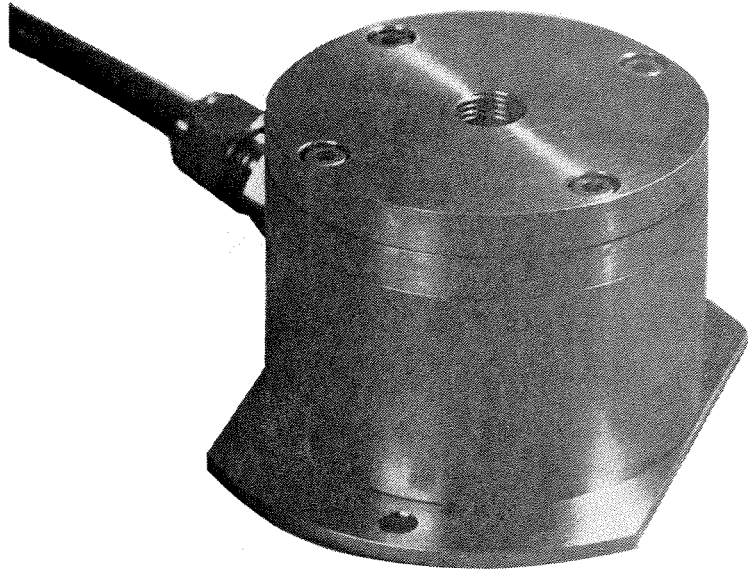
AE 851

FEATURES

- High Accuracy
- Rugged Design
- Separated Amplifier
- Standard Output Signal

APPLICATIONS

- General Liquid Level Transducer
- Process Control Transducer



GENERAL INFORMATION

The AE 851 Immersible Pressure Transducer measures static and dynamic pressure and transmits a proportional current or voltage output signal (e.g. 4-20 ma). The transducer consists of a pressure sensitive metal diaphragm, the Piezo-resistive Semiconductor Transducer Element AE 801, and the AE 822 Solid State Transducer Signal Amplifier.

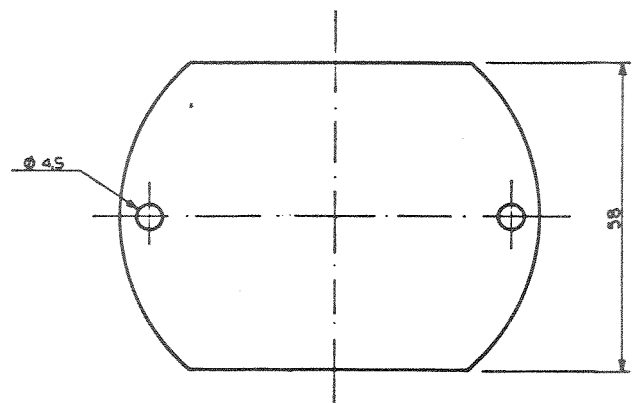
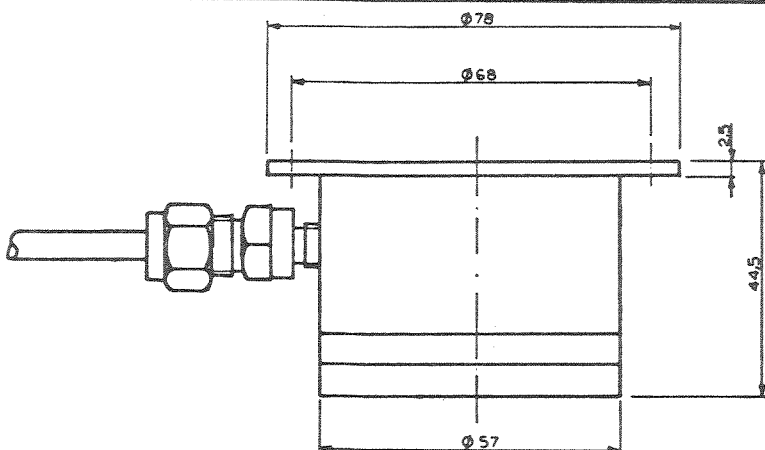
The Amplifier is separated from the transducer housing to allow zero and gain trimming after immersion of the transducer.

The transducer housing is of Stainless Steel with waterproof polyamid cable assembly. The amplifier housing is a moulded ABS thermoplastic box.

CUSTOM DESIGN

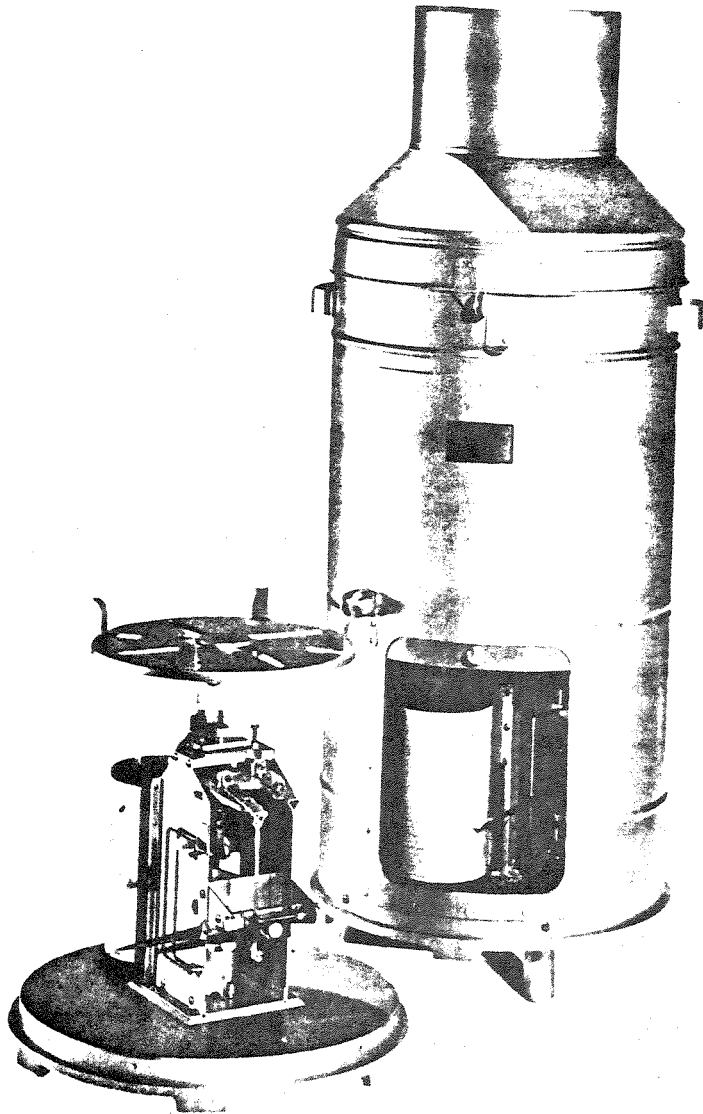
Special versions are available upon request. Variations may be special output, modified housing, selected units etc..

SPECIFICATIONS :	- 31 -
Rated Pressure Ranges (mm H ₂ O) (atmospheric pressure reference)	0 - 250 0 - 2500 0 - 500 0 - 5000 0 - 1000 0 - 10000
Safe Overload	500 % of Rated Pressure
Input Voltage	11 - 30 VDC Single Supply
Effects due to Change in Input Voltage	max. 0,03 % F.S.O. / VDC
Quiescent Current	max. 10 ma
Full Scale Output (F.S.O.)	4 - 20 ma, or 0 - 20 ma, or 1 - 5 VDC
Current Output Source Resistance	10 - 350 ohm at 11 VDC Input Voltage increasing to 10 - 1300 ohm at 30 VDC Input Voltage. 300 ohm recommended.
Non-Linearity & Hysteresis	max. $\pm 0,5$ % F.S.O.
Repeatability & Creep	max. $\pm 0,5$ % F.S.O.
Resolution	Infinite
Operating Temperature Range	- 50 to + 85°C
Compensated Temperature Range	0 to + 70°C
Thermal Sensitivity Shift	max. $\pm 0,03$ % / °C
Thermal Zero Shift AE 851 A	max. $\pm 0,03$ % F.S.O. / °C
Thermal Zero Shift AE 851 B	max. $\pm 0,10$ % F.S.O. / °C
Long Term Stability	max. drift $\pm 1,5$ % F.S.O. / year
Frequency Response	Within ± 2 % 0 to 100 Hz
Materials in Contact with Pressurised Media	SIS 2343 (AISI 316) Stainless Steel, Polyamid, Teflon and Viton Fluoropolymer
Electrical Connection	5 m immersible polyamid cable assembly between Transducer housing and amplifier housing. Other lengths upon request.
Pressure Port	R 1/8"
Ordering Information	Specify pressure range, type of output, thermal zero shift class and special arrangements.




VEDLEGG 2. NEDBØRMÅLER

Produsent		Belfort
Produksjonsland		USA
Forhandler		Houm & Co. Oslo
Måle-prinsipp		vekt av regn/snø
Måle-område		0-125, 300, 500
Måle-oppløsning		0,3 mm
Måle-nøyaktighet		0,5 % full skala
Tidsoppløsning		kontinuerlig
Elektrisk	utgang	analog
	verdi	0-25.000 ohm
	signalomformer	-
Mekanisk	utgang	grafisk
	verdi	6-861 timer
vindsjerm		ekstra utstyr
Brukerfaring i Norge		10 stk i drift
Type betegnelse		5915 R
Pris, inkl. 20% MVA		7920,-
Leveringstid		3 mnd




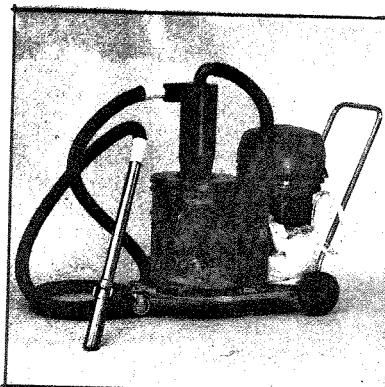
Belfort vektpluviograf type 5915 R med skriver og potensiometrisk
utgang.

VEDLEGG 3. INDUSTRISTØVSUGER

norclean  ©

P.B. 268 — N-3201 Sandefjord — Norway

 (033) 77 460
international + 47 33 77 460



Utstyr for suging av større mengder støv og granulater. Oppsamlet masse blir skilt ut i syklon og samlet i plastpose. Fint støv samles opp i engangs papirpose. Sugeluften sluttfiltreres i filterkassett.

eks. m.v.A
Kr. 6240,-

Type	Beholder størrelse liter	Maks. undertrykk mm V.S.	Maks. gjennomstrømning m ³ /t.	Strømstyrke Volt AC	Effekt Watt	Støy- nivå dB(A)
NEL 2	50	1870	290	220	1400	74
NEL 3	50	1870	440	220	2000	75

APPROVED AS
 AMERICAN STANDARD Z116.1-1966
 BY AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION
 UDC 628.511

Standard Method for
 COLLECTION AND ANALYSIS OF DUSTFALL¹



ASTM Designation: D 1739 - 62

ADOPTED, 1962

This Standard of the American Society for Testing and Materials is issued under the fixed designation D 1739; the final number indicates the year of original adoption as standard or, in the case of revision, the year of last revision.

Scope and Application

1. This method covers a procedure for the field collection of particulate matter settling from the atmosphere and the preliminary characterization of this matter. As further analytical methods are developed for components these will be added to this method.

Summary of Method

2. Open-top collectors of a specified size and shape are located carefully outdoors to provide samples that are representative of the area being studied. Collected material is taken to the laboratory in a sealed container for weighing and analysis to determine total weight of dustfall, total water and benzene solubles, and total combustible and non-combustible matter.

Definitions

3. For definitions of terms used in this method, refer to the Definitions of Terms Relating to Atmospheric Sampling and Analysis (ASTM Designation: D 1356).²

Interferences

4. Deposits blown from nearby structures, effluent from stacks, matter from trees, insects, and bird droppings interfere. Care must be taken to avoid these. Loss of material from the collector by action of wind must be prevented and protection against freezing shall be provided. The sample collector should be protected from vandalism.

Apparatus

5. (a) *Collector.*—The collector shall be a sealable cylinder with vertical sides and flat bottom. The cylinder opening shall be not less than 6 in. in diameter. Height of the cylinder shall be two or three times the diameter. Collectors may be made of glass, plastic, or stainless steel. A suitable holder shall be provided to secure and insure safe positioning of the collector so that the top of the collector will be at least 3 in. above any part of the holder. The holder shall not interfere with operation of the collector in any way. Suitable protection of the sample from birds should be provided.

Sampling

6. (a) *General Sampling Principles.*—The application of this method shall be in accordance with the Recommended Practice for Planning the Sampling of the Atmosphere (ASTM Designation: D 1357).²

(b) *Preparation of the Collector.*—Reagent grade water shall be placed in the collector so that the level stands at one half the collector depth when the test is started. Thereafter, frequent inspection shall be made to assure that the jar does not go dry or overflow due to excessive rainfall. In cold weather, anti-freeze shall be added to the water in sufficient volume to prevent freezing. Suitable fungicides and algicides may be used during summer sampling.

¹ Under the standardization procedure of the Society, this method is under the jurisdiction of the ASTM Committee D-22 on Methods of Atmospheric Sampling and Analysis.

² Appears in this publication.

NOTE 2.—Under some conditions at least, dry plastic collectors may be used (3 and 4).

(c) *Sampling Time.*—A sampling period shall be one calendar month corrected to 30 days. Allowance of plus or minus 2 days is permissible for setting out and collecting sampling jars.

(d) *Handling Collected Sample.*—No attempt shall be made to remove the collected dustfall sample from the collector at the field site. Collectors shall be taken to the laboratory where the sample shall be quantitatively transferred to a clean receptacle. The sample shall be passed through a No. 18 or No. 20 sieve to remove insects and other extraneous matter.

(e) *Selection of Sampling Site.*—The following specific recommendations shall be used as a guide in the selection of a site. If conditions do not permit application of these recommendations, note shall be made of this.

(1) The sampling station shall have a free exposure so that the sample is collected by gravity settling only. It must be free from undue local sources of pollution and free from interference from buildings or other higher objects or structures. Accessibility and security (freedom from tampering) are major considerations in the selection of a site.

(2) The top of the dustfall container shall be a minimum of 8 and a maximum of 50 ft above the ground. It shall be 4 ft above any other surface. Higher objects, such as parapets, signs, penthouses, and the like, shall not be more than 30 deg from the horizontal, as measured in Item (5).

(3) Public buildings, such as schools, fire stations, libraries, etc. are most favorable to public agencies because of their accessibility and security.

(4) Care shall be taken to avoid undue influence from one chimney, (that is the chimney on the building of the sampling station). Whenever possible, the sampling container shall be set more than ten stack lengths from an operating stack and upwind from the prevailing wind as indicated by the U. S. Weather Bureau for the area under study.

(5) When higher buildings in the immediate vicinity cannot be avoided, the top of no building shall be more than 30 deg above a sampling point. That is, a

line drawn from the sampling jar to the nearest edge of the highest point on any building shall form not more than a 30-deg angle with the horizontal.

(6) Sampling shall not be done where there is a possibility of contamination by motor vehicle traffic.

(f) *Number of Sampling Stations.*—For each area or zone to be tested, a minimum of four sampling stations shall be provided. An orderly spacing of the stations shall be made so that they are approximately equally distant from each other and from boundaries of the area.

(g) *Auxiliary Information.*—Weather data, including wind velocity and direction, rainfall, snowfall and barometric readings, air pollution information, and other information of interest and value should be recorded during the sampling period.

³ 1966 Book of ASTM Standards, Part 30.

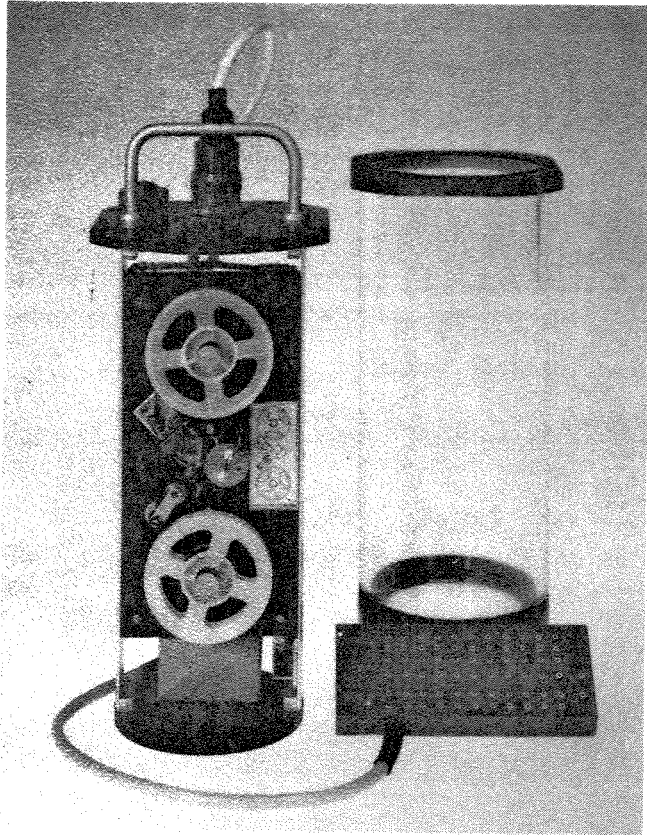
VEDLEGG 5.

DATALOGGER MED TEMPERATUR-
OG VINDHASTIGHETS-SENSOR.

AANDERAA INSTRUMENTS

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN, NORWAY
TEL.: (05) 27 40 30
TELEX 40049

DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR



Picture shows datalogger removed from housing, and Connector Board 2371B. This connector permits easy connection of sensing element wires.

This weatherproof, battery operated and fully self contained datalogger has been developed to record data in places where no electricity supply is available.

Analog signals from 12 different channels, are converted to digital data and stored on 1/4 inch reel to reel magnetic tape. The first channel is reserved for the instrument's reference number and the remaining 11 for the measured data. The capacity of a full tape reel (600 ft.), is equal to 6 months of recording at one hour intervals.

Sensors of the standard Aanderaa three - wire half bridge type will plug directly to the connector board of this datalogger. Sensors with voltage or digital output can be

12-CHANNEL DATALOGGER DL-1

A self contained datalogger for recording environmental data at sea or on land.

Price FOB Bergen:

Datalogger DL-1 N.Kr. 11.700,-
(including Connector Board 2371B)

used when connected via signal conditioning units. These units are moulded into epoxy and plug onto the connector board. *See overleaf*

The datalogger is normally triggered at preset intervals by a built in quartz clock, but external triggering is also possible. Parallel with recording of data the same signals are routed to the connector board output jacks for remote reading.

Aanderaa Instruments offers various equipment for reading tape from this datalogger. Such equipment permits direct plots of recorded data, conversion to 1/2 inch magnetic tape, or direct computer infeed of data. A mail service providing these services is also available.

SPECIFICATIONS

MEASURING SYSTEM:

Self balancing bridge with sequential measuring of twelve channels, recorded on magnetic tape. Each channel is represented as a ten bit binary word. The first channel gives a fixed reference reading, acting as a control and identification of the instrument.

Bridge Voltage: -6 volts, pulsed

Scanning Range: 1/22 of bridge voltage, symmetrical around bridge midpoint.

Measuring Speed: 4 seconds, each channel.

SENSING ELEMENTS:

Halfbridges: 3-wire halfbridge sensors plug directly to connector board. Preferred resistance each arm, 2000 ohms.

Sensors with voltage output: The following converters are available (connect directly to connector board).

mV-Converter 2190: range 0 to ± 136 mV

mV-Converter 2190B: range 0 to + 272mV

mV-Converter 2190C: range 0 to - 272mV

mV-Converter 2190D: range 0 to + 5000mV

mV-Converter 2190E: range 0 to - 5000mV

Digital Sensors: Pulse Counter 2271 is available for counting pulses 0 - 1023. Based on contact closure.

RECORDING SYSTEM:

Type: Reel to reel 1/4 inch magnetic tape.

Coding: 10 bit binary words (short and long pulses) in serial form.

Storage Capacity: 5000 samplings using 600 feet of magnetic tape on 3 inch reels.

CLOCK:

Type: Quartz Crystal Clock 2574

Accuracy: Better than ± 2 sec/day within 0°C to 20°C.

Sampling Intervals: 0.5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60 and 180 minutes, selectable by interval selecting switch.

External Triggering: A six volts positive pulse to output terminal on connector board will activate the instrument.

REMOTE READING (telemetry):

- 5 volts binary pulses, available on connector board output terminals.

POWER:

Battery 2291: 9 volts 5Ah., alkaline type (6 Mallory MN 1400).

Size: 63 x 50 x 80mm.

OPERATING TEMPERATURE:

- 4 to 40 degrees C.

MATERIALS:

Top End Plate: PVC plastic and nickel plated bronze.

Housing: Acryl (PMMA)

Connector Board: Epoxy (Araldit D)

WEIGHT:

Net weight: 4 kg.

Gross weight: 9 kg.

DIMENSIONS:

Height including handle: 380mm

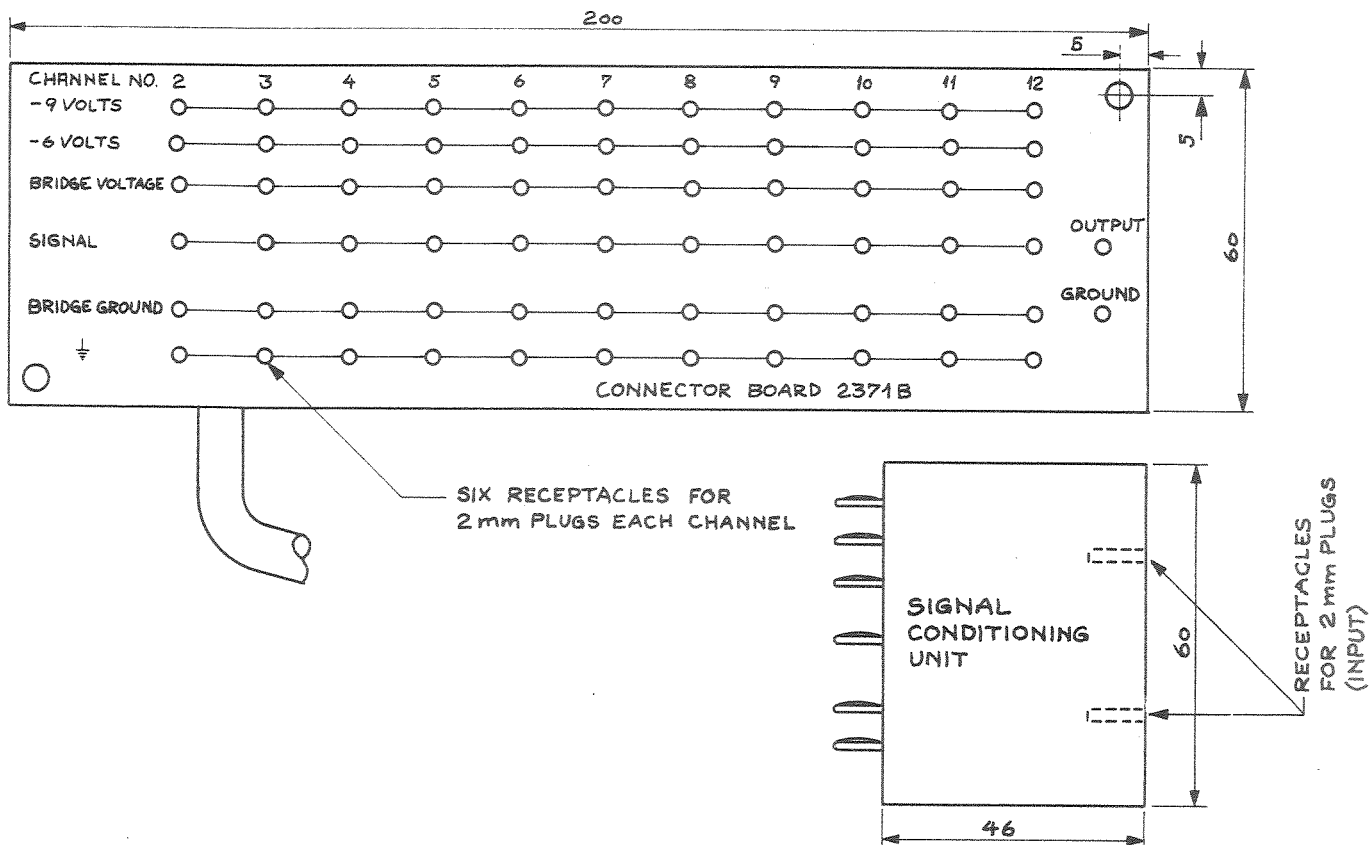
Size of endplate: 140 x 140mm

PACKING:

Plywood instrument case, 19 x 22 x 60 cm.

WARRANTY:

One year against faulty materials and workmanship.



Distributors:

Canada: Aanderaa Instruments Ltd., 560 Alpha St., Victoria, B.C. V8Z 1B2, Tel. (604) 386-7783, Telex 049-7390

USA: Aanderaa Instruments Inc., 30F Commerce Way, Woburn 01801, Mass., Tel. (617) 933-8120, Telex 94-0555

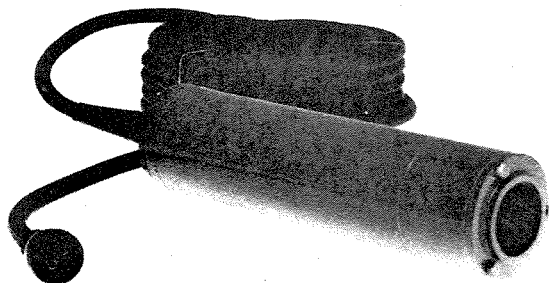
Asia: Union Engineering Ltd., 29-4 Sakaemachi-dori, Ikuta-Ku, Kobe 650-91, Japan, Tel. (078) 391-5947, Telex J78913

France: Nereides, 66 Boulevard de Mondetour, 91400 Orsay, France, Tel. (Paris) 907 20 48, Telex 691518

AANDERAA INSTRUMENTS

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN, NORWAY
TEL.: (05) 27 40 30
TELEX 40049

DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR

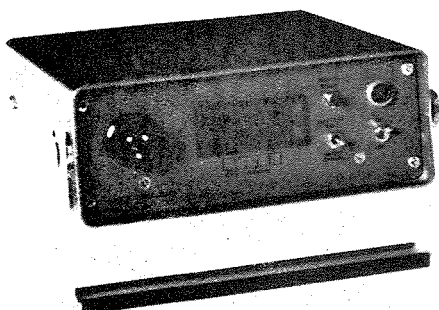


HYDROPHONE RECEIVER 2247

This hydrophone is capable of receiving acoustic signals from submerged Aanderaa recording instruments for real time reading of data.

The hydrophone can be connected directly to Printer 2152, or to Deck Unit 2675.

Price FOB Bergen: N.Kr. 7,100.—



DECK UNIT 2675

This unit can be connected to Hydrophone Receiver 2247 or directly by cable to an instrument to display real time readings. The unit displays first channel number and then the reading as raw data. In addition signal reception can be indicated audibly.

Price FOB Bergen: N.Kr. 4,200.—

The practical oceanographer is often interested in receiving real time data from submerged instruments. Acoustic telemetry of data can be a solution for this. However the use of acoustic telemetry suffers from various types of disturbances. The main ones are refraction causing dead zones, multipath propagation causing destructive interference, and noise.

Disturbance from refraction and multipath propagation can usually be avoided by restricting communication to the zone shown on figure 1 on overleaf, and by using a hydrophone receiver that is insensitive to sound from above and sound reflected from the surface.

Disturbance from noise can be avoided by use of a narrow band receiver, and by taking advantage of the fact that

noise is normally 'white noise', i.e. evenly distributed over a wide frequency band.

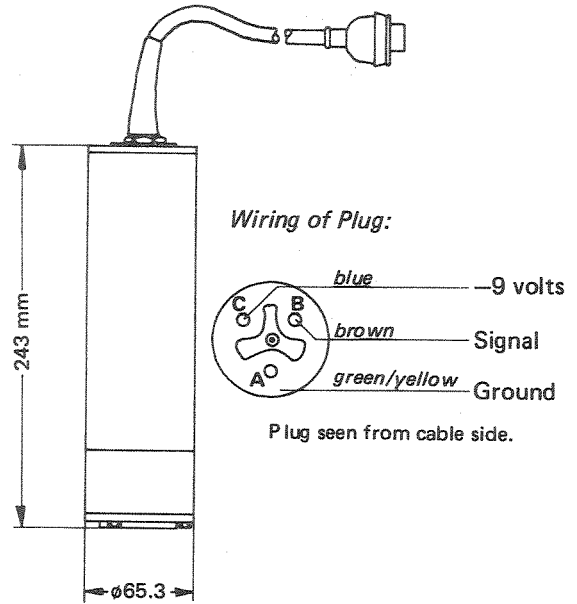
The *Hydrophone Receiver 2247* is designed with features to minimize the effects of both these types of disturbances, as it is made insensitive to sound reflected from the surface, by use of a directional transducer, and insensitive to noise by use of a narrow filter and a circuit that compares the signal to the noise level.

The receiver consists of an acoustic transducer fitted to a cylindrical housing containing the necessary electronic circuits and a neoprene cable for lowering the unit into the water. The body of the receiver is made of anodized aluminum which is epoxy coated.

SPECIFICATIONS

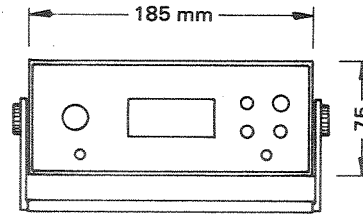
HYDROPHONE RECEIVER 2247

<i>Detection Range:</i>	Typically 800 meters
<i>Operating Frequency:</i>	16,384 Hz
<i>Supply Voltage:</i>	6 to 9 volts, supplied from Printer 2152 or Deck Unit 2675
<i>Current Consumption:</i>	3 mA
<i>Operating Temperature:</i>	- 10°C to + 40°C
<i>Output Signal:</i>	5 volts negative
<i>Bandwidth:</i>	200 Hz
<i>Cable:</i>	Three conductor, Neoprene cable
<i>Cable Length:</i>	25 meters
<i>Plug:</i>	Belling Lee L 1349 FS
<i>Weight: (with 25 meter cable)</i>	5.3 kilograms
<i>Packing:</i>	Plywood case
<i>Warranty:</i>	One year against faulty materials and workmanship. (from date of invoice)



DECK UNIT 2675

<i>Supply Voltage:</i>	9 volts battery, Part No. 2591 or equivalent
<i>Current Consumption:</i>	Quiescent : 4 mA When signal : 23 mA
<i>Operating Temperature:</i>	- 10°C to + 40°C
<i>Input Signal:</i>	10 bit binary code, 5 volts negative
<i>Receptacle:</i>	Belling Lee L 1349 CP
<i>Weight:</i>	1.8 kilograms
<i>Packing:</i>	Plywood case
<i>Warranty:</i>	One year against faulty materials and workmanship. (from date of invoice)



APPLICATIONS

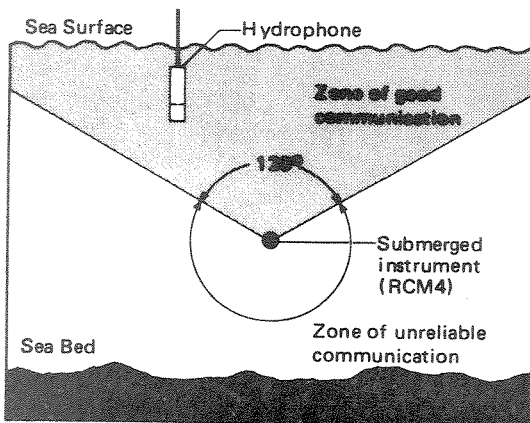
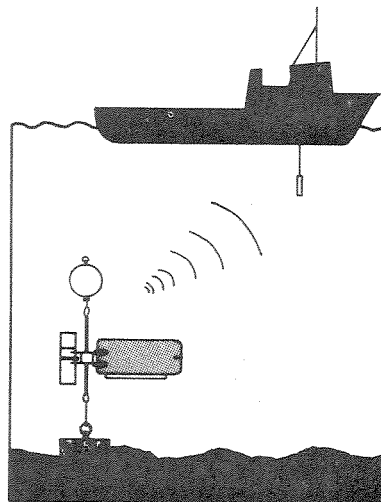
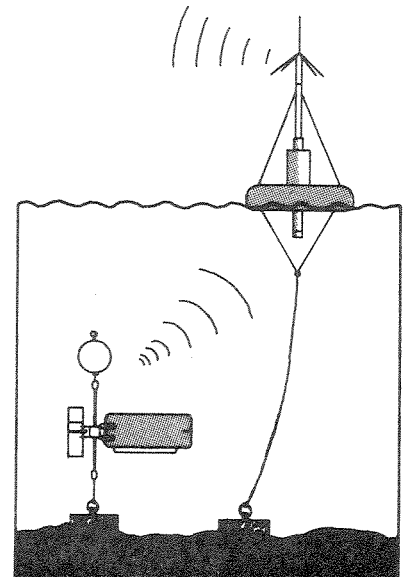


Illustration shows the zone in which good communication can be expected.



Monitoring of anchored instruments.



VHF relaying of data.

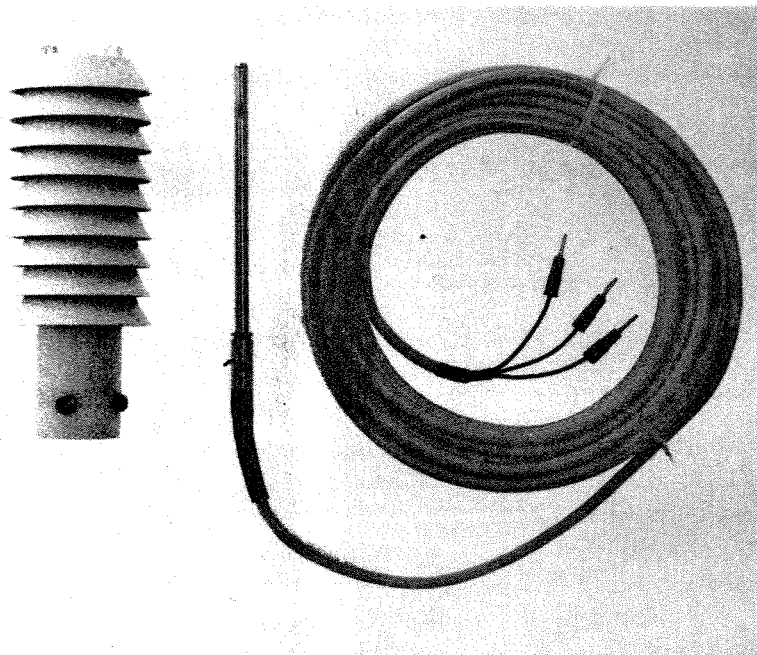
Orders or requests can be placed directly with the manufacturer or to the following offices:

- Canada: Aanderaa Instruments Ltd., 560 Alpha Street, Victoria, B.C. V8Z 1B2, Tel. (604) 386-7783, Telex 049-7390
- USA: Aanderaa Instruments Inc., 30F Commerce Way, Woburn 01801, Massachusetts, Tel. (617) 933-8120, Telex 94-0555
- East Asia: Union Engineering Ltd., 29-4 Sakaemachi-dori, Ikuta-Ku, Kobe 650-91, Japan, Tel. (078) 391-5947, Telex J78913
- France: Nereides, 66 Boulevard de Mondetour, 91400 Orsay, France, Tel. (Paris) 907 20 48, Telex 691518

AANDERAA INSTRUMENTS

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN, NORWAY
TEL.: (05) 27 40 30
TELEX 40049

DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR



Picture shows Temperature Sensor and Radiation Screen 4011.

TEMPERATURE SENSOR 1289 and 1289A

Platinum temperature sensors, designed for use with Aanderaa Datalogger DL-1.

Price FOB: Bergen

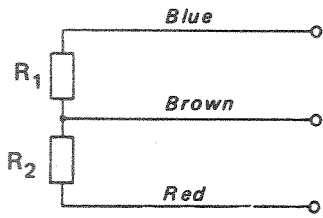
Temperature Sensor	N.Kr. 325,-
Radiation Screen	N.Kr. 440,-

These sensors are intended for use with Aanderaa *Datalogger DL-1*. They are formed as ohmic halfbridges and the sensing element is a 500Ω platinum resistor. The measuring ranges are -44°C to $+49^{\circ}\text{C}$ for the 1289 sensor, and -8°C to $+41^{\circ}\text{C}$ for the 1289A version.

They may be used to measure air, water and soil temper-

ature. For air temperature measurements the sensor may be equipped with *Radiation Screen 4011*.

Standard cable length is 10 meters. Upon special request cable lengths up to 200 meters can be delivered. For use with *Hardware 2346* for Automatic Weather Station, the preferred cable length is 2,5 meters, and the cable may be cut to this length.



$$\text{Reading } N = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{21}{44} \right) \times 22 \times 1023$$

TEMPERATURE SENSOR 1289 Serial No

$R_1 = 1000\Omega \pm 0.1\%$

$R_2 = 500\Omega \pm 0.1\% + R$, where R is resistance of Pt-element ($500\Omega \pm 0.1\%$ at 0°C).

The above formula and table of resistance for platinum versus temperature give the following nominal reading:

Temp. $^\circ\text{C}$	- 44,05	- 40	- 30	- 20	- 10	0	10	20	30	40	49,09
Reading, N	0	49,03	168,55	285,65	399,84	511,50	620,16	726,47	830,50	932,33	1023

Full formula for nominal reading is:

Temp. $[^\circ\text{C}] = (A + a) + (B + b) \times N + c \times N^2$

$a = 1,552$
 $b = - 9,473 \times 10^{-3}$
 $c = 9,614 \times 10^{-6}$
 $A = - 4,552 \times 10^1$
 $B = 9,056 \times 10^{-2}$

Formula for best linear fit:

Temp. $[^\circ\text{C}] = A + B \times N$

If dotted line for coefficients A and B is filled out, the sensor is calibrated, and the filled in value of A and B should be used. Points used for calibration areand..... $^\circ\text{C}$. The full formula is within $\pm 0.25^\circ\text{C}$ (if calibrated, within $\pm 0.1^\circ\text{C}$), and the formula for best linear fit is within $\pm 2^\circ\text{C}$.

TEMPERATURE SENSOR 1289A Serial No

$R_1 = 530\Omega \pm 0.1\%$

$R_2 = R$, where R is resistance of Pt-element ($500\Omega \pm 0.1\%$ at 0°C).

The following nominal reading is calculated:

Temp. $^\circ\text{C}$	- 8,18	0	5	10	15	20	25	30	35	40	41,43
Reading, N	0	183,74	292,06	398,92	503,38	605,72	706,35	804,62	901,48	996,08	1023

The full formula for nominal reading is:

Temp. $[^\circ\text{C}] = (A + a) + (B + b) \times N + c \times N^2$

$a = 1,250$
 $b = - 5,564 \times 10^{-3}$
 $c = 4,719 \times 10^{-6}$
 $A = - 9,428$
 $B = 4,923 \times 10^{-2}$

Formula for best linear fit.

Temp. $[^\circ\text{C}] = A + B \times N$

If the dotted line for coefficients A and B is filled out, these values of A and B should be used. The sensor is then calibrated, and the points used for calibration areand..... $^\circ\text{C}$. The full formula is within $\pm 0.15^\circ\text{C}$ (if calibrated, within $\pm 0.05^\circ\text{C}$), and the formula for best linear fit is within $\pm 1^\circ\text{C}$.

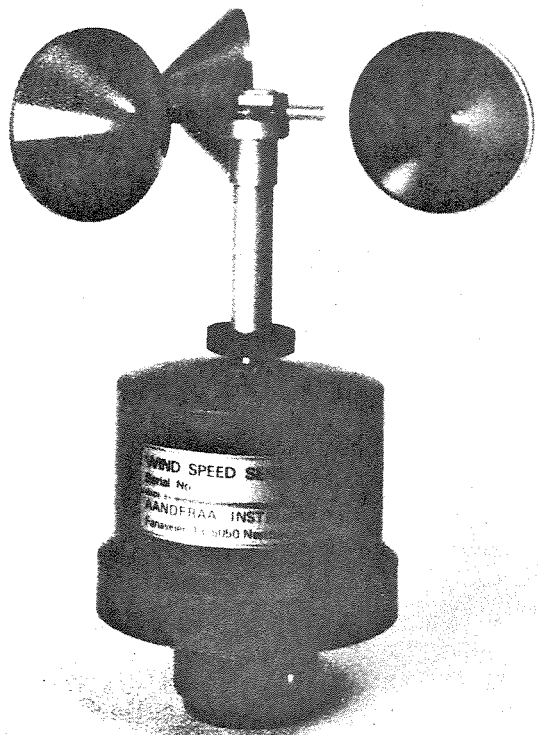
Note:

If the cable length is increased with more than 50 meters by use of an extra cable, a correction for the cable resistance in order to reduce error may be necessary. Add $(N + 512) \times \frac{R}{1050}$ for 1289 or $(N + 512) \times \frac{R}{525}$ for 1289A to the observed reading (N) before putting it into the calibration formula. (R is the resistance in ohms for each of the 3 conductors in the extra cable).

AANDERAA INSTRUMENTS

FANAVEIEN 13
5050 NESTTUN
NORWAY
TEL.: BERGEN 27 40 30
TELEX 40049 aan

DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR



WIND SPEED SENSOR 2593

(Average and Maximum Speed)

This sensor will measure the average and maximum wind speed during the sampling interval. It is designed for use with Aanderaa Datalogger DL-1

Price FOB Bergen, N.Kr. 2500,-

The *Wind Speed Sensor 2593* consists of a three-cup rotor on top of an ABS housing that is designed for easy mounting on a 25mm vertical tube. The rotor bearings consists of two stainless steel ball bearings, protected by a surrounding skirt. The lower end of the skirt is furnished with a magnet. The magnet's rotation is sensed by a reed contact located inside the housing. The housing has an internal surface of conductive paint that will drain any static electricity.

The sensor employs a new principle whereby the arithmetic mean of the wind is always obtained regardless of the length of the sampling interval, provided it is greater than 8 seconds and does not exceed 3 hours. The maximum wind speed is the highest speed that has occurred over a 2 second period at any time during the sampling interval.

When a reading is to be taken, the arrival of -6 volts

from the datalogger resets the electronic counters, and the shift registers are subsequently advanced by the bridge voltage pulses, which enables the data to enter the datalogger in digital form.

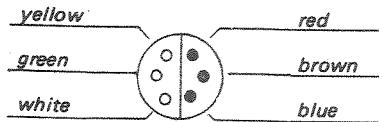
Both average and maximum wind speed will have the same conversion factor for calculation of speed in meters per seconds. The factor is independent of sampling interval used.

The counter requires a continuous voltage supply to operate. This voltage supply is obtained from the datalogger's main battery (9 volts), through *Connector Board 2371*. Current consumption is in the range of 100 - 365 micro-amperes from this battery, dependent upon wind speed. The higher the wind speed the greater current consumption will be.

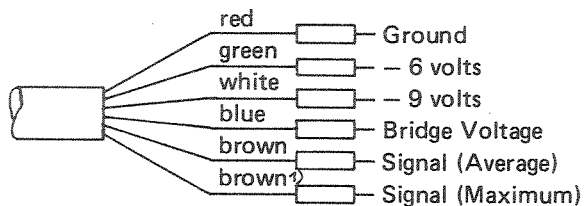
SPECIFICATIONS

ELECTRICAL TERMINALS 6 pin Lemo receptacle RA2306/NY in base of housing.

Mating plug F2306/NY/NG seen from plug side:



12 meter cable is standard.



Colours indicate colour code of cable supplied

1) Yellow with brown sleeve

THRESHOLD SPEED 30 – 50 cm/sec.

ACCURACY ± 2%

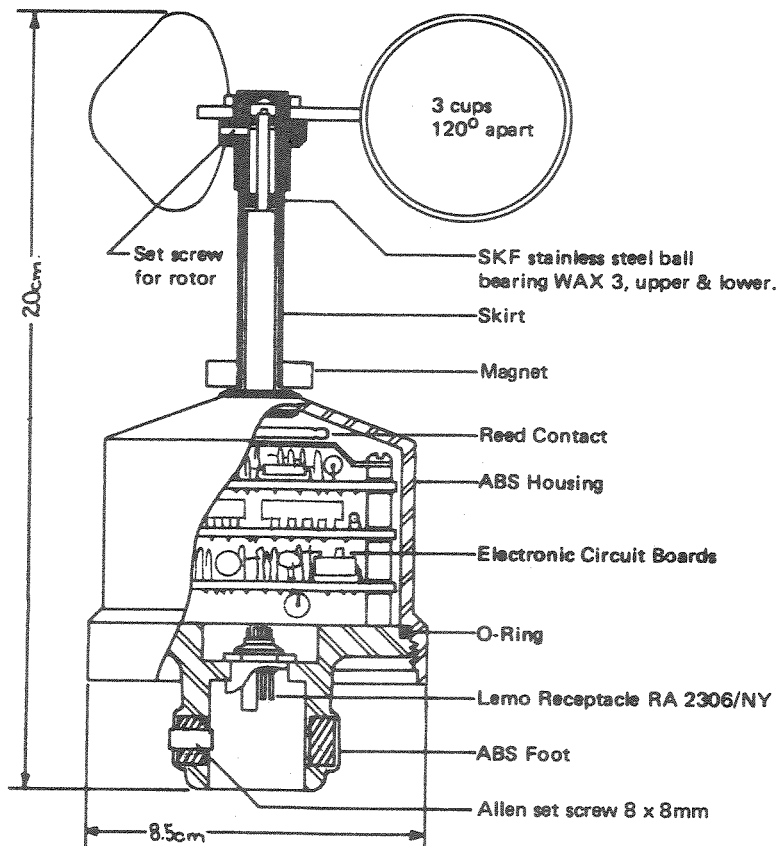
TEMPERATURE RANGE – 40°C to 50°C.

WEIGHT 1.20 kilograms (with standard 12 meter cable).

CALIBRATION FACTOR 1.194 meters wind way for each revolution. Two counts each rotor revolution.

MOUNTING On vertical tube with outside diameter of 25mm.

FORMULA:
$$\left. \begin{array}{l} \text{Average speed m/sec.} \\ \text{Maximum speed m/sec.} \end{array} \right\} = N \cdot 1.194 \frac{1}{16}$$
 N = Datalogger reading



NOTE: As this sensor has two outputs, 'Average' and 'Maximum', two channels on the datalogger must be used for recording of data. The brown lead on cable supplied marked 'Maximum' should be connected to the signal input of channel 4 on connector board, the other five according to color code in channel 3.

VEDLEGG 6.

BIOTESTER

AKUTTOKSISITET OVERFOR MIKROORGANISMER (TTC-TEST)

Innledning

Den metoden som er anvendt er i hovedsak slik den er beskrevet av H. Rossov Nilsen ved Vandkvalitetsinstituttet (VKI) i Water Research Vol. 9 1975.

T.T.C.-hemningstest er en metode for å måle dehydrogenaseaktiviteten i biologisk aktivslam. Ved å bestemme dehydrogenaseaktiviteten i slammets tilsatt forskjellige konsentrasjoner av teststoffet, er det mulig å beregne hvilken konsentrasjon som gir 50% reduksjon i slammets mikrobiologiske aktivitet.

Prinsipp for metoden

Metoden er en respirasjonsbestemmelse hvor man måler levende organismers evne til å redusere trifenyl-tetrazoliumklorid (T.T.C.) til det vannuløselige fargestoffet trifenylformazan (TF).

Deretter løses fargestoffet i etanol og fargestoffet (konsentrasjon) måles fotometrisk. T.T.C. inngår i den bakterielle respirasjon på en slik måte at den erstatter de stoffer som normalt fungerer som H^+/C^- akseptorer i respirasjonsskjeden. Eksempler på slike stoffer er oksygen, nitrat, sulfat eller fumerat. Formazandannelsen påvirkes av oksygen, det er derfor nødvendig å gjennomblåse prøven med nitrogen før testporsjonene inkuberes.

Utstyr

Inkubasjonsrør	(15 mm Nylon sentrifugerør)
Oppslemmingsapparat	(Whirlimixer, Scientific Industries)
Sentrifuge	(Kjølesentrifuge)
Inkubasjonsskap	($25 \pm 1^\circ C$)
Spektrofotometer	(10 mm glasskuvette)
Diverse pipetter og glassutstyr	

Fersk biologisk slam.

T.T.C. 0,1 % løsning (1 anvendt buffer).

Bufferløsning I: Fosfatbuffer pH = 7,5
(Brukes normalt) 9,1 g KH_2PO_4 /1
+ 11,9 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ /1

Bufferløsning II: TRIS- (hydroxymethyl) -
(Brukes bare hvis aminomethane buffer pH = 7,5
I gir utfelling 3,0 g + 10 ml 1N HCl/1
med teststoff)

For å oppnå så lavt oksygeninnhold i buffer-løsningen som mulig, er det en fordel å lage den av utkøkt destillert vann (autoklavert).

I testporsjoner med større tilsats av avløpsvann enn 5% lages det buffer med avløpsvann som oppløsningsmiddel.

Analysemetode

Tilberedning av testporsjonene (testkonsentrasjoner)

Det normale er at industriavløpsvann blir testet ved følgende konsentrasjoner: 90, 50, 20, 5, 1, 0,5 og 0,1 %. Samtidig blir det også kjørt kontroll og blindprøve (uten T.T.C.).

Ved hvert konsentrasjonsnivå kjøres det parallellprøver, derfor er det hensiktsmessig å lage dobbelporsjon under prepareringen.

Preparering av testporsjonene utføres i reagensrør på følgende måte:

Kontroll:	9 ml buffer	+ 1 ml T.T.C. buffer
Blindprøve:	10 " "	
90%:	9 " teststoff	+ 1 " T.T.C. buffer
50%:	5 " "	+ 4 " buffer + 1 ml T.T.C. buffer
20%:	2 " "	+ 7 " " " " " "
10%:	1 " "	+ 8 " " " " " "
5%:	0,5 ml "	+ 8,5 ml buffer + 1 ml T.T.C. buffer
1%:	0,1 " "	+ 8,9 " " " " " "

For testporsjoner med 1% og lavere konsentrasjoner er det nødvendig med en fortykning av teststoffet i buffer, før riktig mengde teststoff pipetteres ut.

T.T.C. bufferen tilsettes testporsjonene umiddelbart før inkubasjonstiden starter.

Preparering av aktivt slam

Det kan være fordelaktig å sile det biologiske slammet gjennom grovmaske nettingduk (ca. 1 - 1,5 mm). Dette gjøres for å få fjernet de største partikler som kan gi problemer under pipetteringen.

5 ml slam pipetteres ut i hvert testrør. Slammet sentrifugeres i 5 min. ved ca 5000 o.p.m. Etter at supernatanten er helt ut tilsettes 5 ml buffer, og slammet slemmes opp ved hjelp av et oppslemmingsapparat. Denne innledende "vasking" er særlig nødvendig når det analyseres på anaerobe slamtyper.

Slammet sentrifugeres på nytt i 5 min med samme hastighet. Etter at "skyllebufferen" er helt ut av rørene er slammet ("organismene") ferdig preparert og testporsjonene kan tilsettes.

Inkubasjon

Først tilsettes 1 ml T.T.C.-buffer til de forskjellige konsentrasjoner av testporsjoner. Husk at blindprøven ikke tilsettes T.T.C.-buffer. Testporsjonen fordeles i to test-rør med slam (5 ml i hver) for å gi parallellprøver. Slammet suspenderes og gjennomblåses med nitrogengass.

Testporsjonene skal så inkuberes mørkt i 60 min. ved $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Under inkubasjonen er det nødvendig med en svak rysting av testrørene minimum hvert 10. min.

Etter at inkubasjonen er over må testporsjonene sentrifugeres i 7-8 min. ved 6-7000 o.p.m. for å få fjernet supernatanten. Det er viktig å få redusert den biologiske aktivitet så fort som mulig etter inkubasjonen, derfor er det en fordel å benytte kjølesentrifuge. Er denne ikke tilgjengelig kan sentrifugehodet nedkjøles i fryser.

5 ml 96% etanol tilsettes hvert testrør for å løse opp den dannede formazan. Ekstraksjonstid: 10 min. ved 20-22°C.

Det kan være nødvendig å utføre en ekstra "skylning" av testporsjonene i spesielle tilfeller hvor teststoffet gir en farge som interferrerer med formazan. Denne skylning utføres med destillert vann før etanol tilsettes.

Etter ekstraksjon foretas en siste sentrifugering med samme tid og hastighet som nevnt ovenfor.

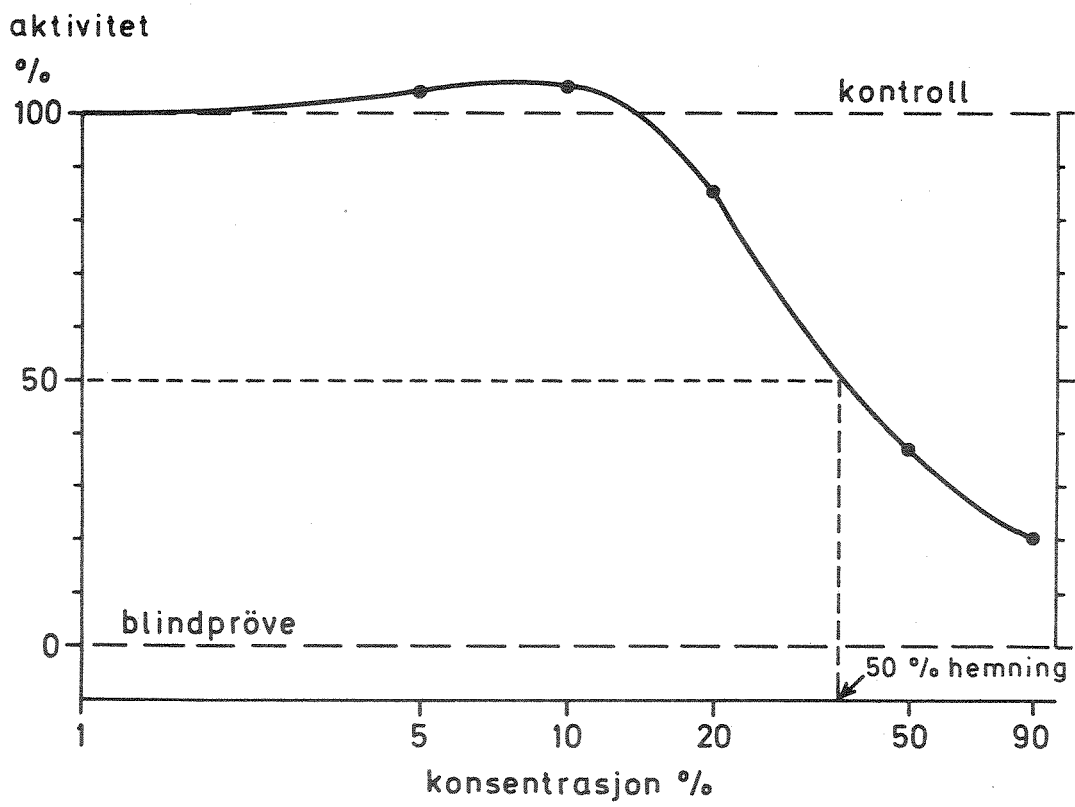
Supernatanten måles på spektrofotometer ved 483 nm.

Beregning av resultatet

Den beregnede hemningsgrad i testprøven blir vurdert ut fra den formazan-ekstingsjonen som måles i kontrollprøven (100% aktivitet), og den som måles i blindprøven (0% aktivitet). En hensiktsmessig vurderingsmåte er å avbilde resultater i et koordinatsystem med aktiviteter i prosent langs y-aksen og den tilsvarende teststoffkonsentrasjon langs en logaritmisk x-akse.

Ved å plotte inn de aktivitetsverdier som blir oppnådd på de forskjellige teststoffkonsentrasjoner, kan stoffkonsentrasjon som tilsvarer 50% hemning bestemmes. Et eksempel er vist i nedenforstående figur.

Fig. 1 T.T.C. Dehydrogenaseaktivitet
Hemmingstest



AKUTTOKSISITETSTEST - ALGER

Metodikk

Det ble gjort forsøk med to typer av toksisitetstester med alger. Disse var

1. Korttidstest av virkning på fotosynteseaktivitet.
2. Langtidstest av virkning på vekstforløp i kolbekultur.

Etter noen innledende forsøk ble langtidstestene sløyfet fordi det høye innholdet av organiske nedbrytbare forbindelser i flere av avløpsvannene førte til en så kraftig utvikling av heterotrofe organismer at algene ble eliminert.

Ved korttidstestene ble oksygenproduksjonen brukt som mål på algenes fotosynteseaktivitet. Noen av avløpsvannene hadde imidlertid en farge som gjorde det umulig å bestemme oksygenkonsentrasjonen ved titrering og for disse avløpsvannene ble isteden karbonassimilasjonen målt med ^{14}C -metodikk.

1. Avløpsvann

Avløpsvannene ble justert til pH 7,0 med 6N HCl eller 6N NaOH.

2. O₂-metoden

2.1 Vann fra ledningsnettlet ble filtrert gjennom kullfilter og glassfibre-filter (Whatman GF/C). Vannkilden (Maridalsvann) er en obligotrof innsjø med en elektrolyttisk ledningsevne på ca 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vannet ble næringsberiket ved tilsetning av 100 μg P/l som K_2HPO_4 og 500 μg N/l som NaNO_3 .

2.2 Grønnalgen *Selenastrum capricornutum* (Printz) ble brukt som testalge. Alger fra en tre dager gammel kultur i 10% Z8 (Källqvist 1973) ble vasket i en oppløsning av 15 mg NaHCO_3/l og overført til næringsberiket Maridalsvann. Utgangsbestanden var 10^8 celler/l. Denne forkultur ble inkubert under standard forsøksbetingelser for vekstpotensialmålinger ved NIVA (20°C, 6000 lux) i 18 timer. Etter inkubasjonen var celletallet ca 2×10^8 celler/l.

- 2.3 Ved testene ble det brukt 58,5 ml Pyrex glassflasker med avslipet glasspropp. Flaskene ble fylt med 30 ml av avløpsvann og destillert vann og 28,5 ml av forkulturen. Utgangsbestanden av alger ble derved ca 10^8 celler/l (ca 2 mg tørrvekt/l). Avhengig av den ventende giftigheten ble det valgt 6 konsentrasjoner av avløpsvannene ut av en serie av 17 konsentrasjoner mellom 0,0017 % og 51 %. Som kontroll ble det brukt kulturer uten tilsetning av avløpsvann.
- 2.4 For hver konsentrasjon av avløpsvann ble det fylt to flasker for inkubasjon i lys (14000 lux) respektive mørke. Inkubasjonstiden var 18 timer ved 20°C.
- 2.5 Etter inkubasjonen ble algene inaktivert ved tilsetning av Winkler-reagensene for oksygenbestemming og oksygenkonsentrasjonen ble bestemt ved titrering.
- 2.6 Oksygenproduksjonen ble beregnet som forskjellen i oksygenkonsentrasjon i hvert par av flasker inkubert i lys og mørke. Deretter ble den fotosyntetiske oksygenproduksjonen ved forskjellige konsentrasjoner av avløpsvann beregnet som prosent av produksjonen i kontrollkulturen.

3. ^{14}C -metoden

- 3.1 Se pkt. 2.1.
- 3.2 Se pkt. 2.2.
- 3.3 Etter at flaskene var fylt med avløpsvann, destillert vann og forkultur (se pkt. 2.3) ble det satt til 0,5 ml av en $\text{Na H}^{14}\text{CO}_3$ -løsning med aktiviteten 2 μ Ci/ml.
- 3.4 En flaske for hver konsentrasjon ble inkubert i lys (14000 lux) 18 timer ved 20°C.
- 3.5 Etter inkubasjonen ble flaskene plassert mørkt i kjøleskap. Innholdet ble filtrert gjennom membranfilter med 0,45 μ porestørrelse. Filtrene ble skyllet ved filtrering av 50 ml Maridalsvann og overført til scintillasjonsvæske. Aktiviteten ble målt med en væske-scintillasjonsteller ved Instituttet for Atomenergi, Kjeller.

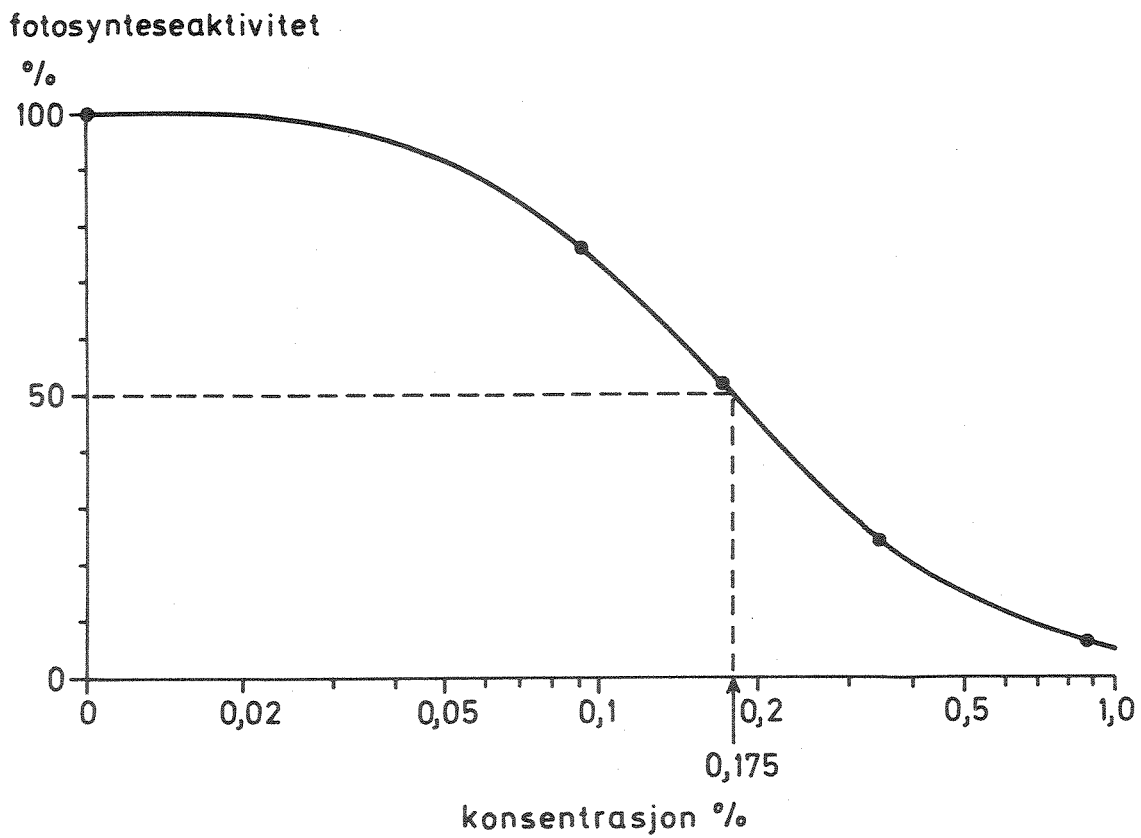
- 3.6 Forutsatt at innholdet av uorganisk karbon er det samme i alle kulturene, er karbonassimilasjonen proporsjonalt med ^{14}C -aktiviteten på filtrene. Karbonassimilasjonen ved forskjellige konsentrasjoner av avløpsvann ble beregnet som prosent av assimilasjonen i kontrollkulturen.
- 3.7 ^{14}C -metoden ble benyttet for toksisitetstest av avløpsvann nr. 2, 3, 6, 9, 10, 14, 19, 21 og 31.

4. Utvurdering av testresultater

Den relative fotosynteseaktiviteten, som prosent av kontrollkulturens aktivitet ble plottet som funksjon av konsentrasjon av avløpsvann. En dose-responskurve ble tilpasset punktene i diagrammet. Fra denne kurven ble den konsentrasjon av avløpsvann som tilsvarende 50% inhibisjon av algenes fotosynteseaktivitet IC_{50} funnet (se fig. 2).

Ref.: Källqvist, T.: Algal Assay Procedure at the Norwegian Institute for Water Research. Algal Assays in water pollution Research, NORDFORSK, 1973:2.

Fig. 2 Resultat av toksisitetstest med alger (Pröve nr.27)



ROUTINE TOXICITY TEST WITH FISH USED AT THE NORWEGIAN INSTITUTE FOR WATER RESEARCH

1. Use This test is used to get a rough idea of the acute toxicity to fish of special wastes which are to be discharged into fresh water. It is not a legal or standardized test, but is accepted by the government as a simple tool for evaluating the acute toxicity of a waste to fish.
2. Test fish Atlantic salmon: 0-1 year old (not yolk sack fry), 3-5 cm, 0.2 - 1.0 grams (mean weight 0,5 grams).
3. Holding of fish Each year newly fertilized salmon eggs from a nearby river (Sandvikselva) are brought to the institute. Here they are kept until hatching and the fry are reared in plastic tanks until they are more than one year old. The fishes are mostly fed with a pelleted dry food although sometimes fine-grained ox liver is also used. The fishes are kept in the same water as they are tested so there is no need for acclimation before the test is carried out. In the same laboratory the whole life cycle of rainbow trout, brook trout and brown trout is run. For salmon this has not been tried, but it might be possible.
4. Test tanks Rectangular glass aquaria of 2 - 10 l test volume.
5. Number of fish 2 - 10 fish in each test concentration, depending on the size of the fish and the concentration. In high concentrations where mortality occurs quickly only 2 fish are used.
6. Test concentrations Not a fixed number. Depending on the toxicity curve.
7. Change of water Stagnant water which is changed once a day is used. Changing may take place more often (twice daily) depending upon the volatility of the chemical. The fish is moved from one tank to another with a handnet.
8. Aeration Simple aeration from an air pump, through rubber tubes and glass cinters.
9. Duration of test 3-6 days or more, depending on the chemical to be tested, the reaction of fishes and the shape of the toxicity curve.

10. Temperature Usually 10°C.
11. Feeding Usually no feeding during test.
12. Water Laboratory water supplied from the public water system. The water is surface water from a lake near Oslo. It is chlorinated at the intake of the lake, and passes through iron pipes to the institute. Here it is taken into PVC (plastic) tubes, filtered through activated carbon (if necessary) and used directly. The water has the following chemical characteristics:

pH	6,3
Spec.el. conductivity, $\mu\text{S}/\text{cm}$ 20°C	35,0
Hardness, mg/l CaCO_3	13,0
Parmanganate oxidation value (mg O/l)	3,0
Colour, mg Pt/l	16,0

Thus the water is soft and has a low content of minerals and organic matter. There might be small variations in the water quality from time to time and chemical analysis of the water is necessary during each test.

13. Observation of fish The fish are observed during the exposure and the time of death of each fish is noted. All symptoms of poisoning or illness are noted and special symbols are used to characterize the position of the fish in the water: \rightarrow \uparrow \leftrightarrow \downarrow \sim etc. We have not used fixed checking times but tried to find the death point as accurately as possible. Checking is also done in the evenings and at weekends if necessary.
14. Reporting of results In the routine tests the median period of the survival times for each test fish has been calculated using a graphic method. These "median periods of survival" in each concentration are plotted on double logarithmic paper with concentration and time in minutes as axes. A curve is drawn and where it crosses the "end of experiment line" the threshold concentration of acute toxicity is said to be. A short description of the method and its limitations is given, and the symptoms of the fish are described.

15. Discussion of the method for routine testing (Screening)

15.1 Advantages of the method

a) The fish.

The Atlantic salmon is our most important freshwater fish (besides brown trout) and it is probably the most sensitive salmonid fish to many toxicants. It is further easy to keep in aquaria because of its small size the first years, since it is easy to feed and is a quiet and rather peaceful fish.

b) The test procedure.

A very simple test which can be carried out with the minimum of effort. It is easy to make solutions and to control the concentrations. One person is able to take care of the fish, do the tests and report the results. The water quality is typical for Norwegian inland waters.

15.2 Disadvantages of the method

a) The fish.

Atlantic salmon is internationally not so easily obtained and not so widely distributed as for example the rainbow trout.

b) The test procedure.

There might be slight variations in the water quality from one test to another. A through-flow system would be preferable in order to avoid change in concentrations of some chemicals and to avoid disturbance to the fish etc.

GJE/TEI

16.1.1978

Fig. 3 Effect of "wash & wear-treatment"-effluent (sample 3) on Atlantic salmon

