

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BREKKE

0-80018

TILTAK I EKSISTERENDE AVLØPSSYSTEM

Delrapport 2

Praktiske løsninger for Helle  
rensedistrikt i Kragerø kommune

Oslo, 21. mai 1981

Saksbehandler: Siv.ing. Svein Stene Johansen

Medarbeider : Ing. Brynjar Hals

# 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:

0-80018

Undernummer:

Løpenummer:

1290

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: TILTAK I EKSISTERENDE AVLØPSSYSTEM  
Delrapport 2  
Praktiske løsninger for Helle rensedistrikt  
i Kragerø kommune  
VA-6/81

Dato:

22. mai 1981

Prosjektnummer:

0-80018

Forfatter(e):

Svein Stene Johansen

Faggruppe:

SEKVAT

Geografisk område:

Telemark fylke

Antall sider (inkl. bilag):

36

Oppdragsgiver: Telemark fylkeskommune  
Kragerø kommune  
SFT/PTV

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

Ekstrakt:

Vurdering av eksisterende avløpsnett og renseanlegg med forslag til konkrete rehabiliteringstiltak ut fra hensyn til resipienten.

4 emneord, norske:

1. Avløpsnett
2. Renseanlegg
3. Rehabilitering
4. Resipientforhold

4 emneord, engelske:

1. Sewer
2. Waste water treatment
3. Rehabilitation
4. Recipient

Svein Stene Johansen  
Prosjektleders sign.:

Arild Schanke Eikum  
Seksjonsleders sign.:

Kjell Baalsrud  
Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0388-5

F O R O R D

*Delrapport 2 er en sammenstilling av de praktiske resultater man kom frem til etter at et måle- og analyseprogram var satt i verk.*

*Kapittel 4.5 og 6 ble oversendt Kragerø kommune og Telemark fylkeskommune 17.6.1980. På et møte den 23.6.1980 fremla NIVAs representant rapportens praktiske konklusjon med forslag til utbyggingsprogram.*

*Feltarbeidet ble fra NIVAs side utført av ing. Brynjar Hals, assistert av John Helliksen, Kragerø kommune, som daglig har inspisert måle- og prøvetaker-stasjonene.*

*For øvrig har det vært en utstrakt møtevirkosomhet mellom representanter fra Kragerø kommune, Fylkets plan- og utbyggingsavdeling, råd.ing. Vidar Tveiten A/S og NIVA.*

*Brekke, 21. mai 1981*

*Svein Stene Johansen*

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
1. INNLEDNING	5
2. UNDERSØKELSESPROGRAMMET	7
2.1 Opprinnelig forslag	7
2.2 Revidert program	7
2.2.1 Vannføringsstasjoner	7
2.2.2 Prøvetaking	8
2.2.3 Inspeksjon av kummer	9
2.2.4 Nedbørmålinger	9
3. RESULTATER	10
3.1 Inspeksjon av kummer og ledningsnett	10
3.2 Vannføringer	11
3.3 Kjemiske analyseresultater	17
3.4 Tilføringsgrad	20
3.5 Bekk fra myrområdet - Nordbø V	22
4. VURDERING AV AVLØPSFORHOLDENE I HELLE RENSEDISTRIKT	23
4.1 Fremtidige forurensningsbelastninger til Hellefjorden	23
4.2 Spillvannsmengder	24
4.3 Infiltrasjon	24
4.4 Foreløpig bestemmelse av dimensjonerende vannmengder	25
4.5 Rehabilitering	26
4.5.1 Rehabilitering av avløpsnett	26
4.5.2 Rehabilitering og utvidelse av renseanlegget	28
4.5.3 Forslag til utbyggingsprogram	30
5. KOSTNADER	32
6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	34
7. REFERANSER	36

FIGURER

Figur nr.		Side:
1	Vannførings- og nedbørsregistreringer i Helle rensedistrikt	12
2	Pollutogram for Nordbø Ø og V samt Helle renseanlegg 11. og 12. oktober 1979	17
3	Pollutogram for Nordbø V den 1. og 2. november 1979	19
4	Sollia - konsentrasjon av tot-P (mg P/l)	19
5	Forslag til utbyggingsprogram. Avløpssystem Helle rensedistrikt	31

TABELLER

Tabell nr.		
1	Midlere vannføring og kjemiske analyseresultater. Målestasjon: Helle renseanlegg	13
2	Midlere vannføring og kjemiske analyseresultater. Målestasjon: Nordbø Ø	14
3	Midlere vannføring og kjemiske analyseresultater. Målestasjon: Nordbø V	15
4	Midlere vannføring og kjemiske analyseresultater. Målestasjon Månelia (Mørkhull)	16
5	Forurensningsbelastning i deler av ledningsnett	18
6	Forurensningskonsentrasjonen fra Sollia uttrykt i mg/l	20
7	Beregnete vannmengder	25
8	Kostnadsoverslag pr. 1.4.1980 for 1.-3. byggetrinn	33

## 1. INNLEDNING

Strengere krav til behandling av avløpsvann fra byer og tettsteder har ført til at tiltak i eksisterende avløpsanlegg blir nødvendig. De tiltak som blir satt i verk, tar ofte utgangspunkt i ledningsnett eller renseanlegget uten at hele avløpsanlegget blir vurdert under ett. Kun en samlet analyse av ledningsnett og renseanlegg vil kunne fortelle oss hvor tiltakene burde settes inn for å gi maksimalt utbytte av de pengene som investeres i tiltak.

Plan- og utbyggingsavdelingen i Telemark fylke fremmet i 1977 et forslag overfor NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg om å vurdere tiltak i ett rensedistrikt i Kragerø. Målet var å studere hele avløpsanlegget under ett, inkludert renseanlegget. Erfaringene fra dette rensedistriktet skulle så brukes som retningslinjer for andre kommuner som står overfor tilsvarende problemer.

Da hovedproblemene lå på rehabilitering av ledningsnett, ble også Statens forurensningstilsyn (SFT) og NTNFs Utvalg for transport av vann (UTV) kontaktet. SFT har gjennom UTV støttet prosjektet økonomisk i tillegg til støtten fra Telemark fylke, Kragerø kommune og Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Prosjektet fikk tittelen "TILTAK I EKSISTERENDE AVLØPSSYSTEM". Delrapport 1, som kom ut i november 1978, gir generelle vurderinger av det program som er tatt opp i prosjektet, samt en skildring av tilstand og eventuelle tiltak i Helle rensedistrikt.

En videreføring av delrapport 1 ble satt i gang i mai/juni 1979. Et omfattende måle- og analyseprogram var planlagt både for ledningsnett og renseanlegg. Blokkering av ledningsnett førte til at måleprogrammet måtte stanses og utsettes. Skilleveggene mellom sedimenteringstank og luftetank i renseanlegget røk senere tvert av. Våre forsøk med varierende belastninger på renseanlegget måtte derfor utgå.

Årsaken til at renseanlegget ble satt fullstendig ut av drift skyldes fundamenteringssvikt. Grunnforholdene måtte derfor undersøkes av teknisk

konsulent før man kunne ta stilling til en eventuell gjenoppbygging av renseanlegget. Da det dessuten var sterkt ønskelig med et forbehandlingsanlegg, flytting av rist og tilløpskanal, bygging av sandfang og overløpsarrangement, var det ønskelig å få vurdert hvorvidt man skulle lappe på det eksisterende anlegg eller bygge nytt.

Den situasjon som hadde oppstått ble drøftet på et møte i Kragerø den 10.10.1979 hvor representanter fra Telemark fylke, Kragerø kommune, Ing. Vidar Tveiten og NIVA var til stede. NIVA redegjorde for hvilke konsekvenser skadene på renseanlegget hadde for det opprinnelige program og foreslo at man skulle fortsette undersøkelsene, men konsentrere seg om ledningsnett. Man anså det lite sannsynlig at renseanlegget ville bli utbedret med det første, og i så fall ville anlegget bli ombygget for å tilfredsstille fremtidige krav. På møtet ble Ing. Vidar Tveiten bedt om å kartlegge de egentlige årsaker til skadene samt fremlegge forslag til videre utnyttelse.

Det videre måle- og analyseprogram ble intensivert utover høsten 1979.

NIVA skulle i første rekke skaffe data som kunne danne grunnlag for å vurdere hvilke rehabiliteringstiltak som var nødvendige på ledningsnett. Det var likeledes ønskelig å komme frem til dimensjonerende vannmengder for renseanlegget samt anbefale rensemetoder.

På et møte i Kragerø den 17.1.80 ble det lagt frem status for NIVAs arbeid i Helle rensedistrikt. Det ble dessuten diskutert NIVAs videre engasjement for Kragerø kommune, prosessvalg og eventuell ombygging samt NIVAs forslag til handlingsprogram.

Det ble fra NIVAs side foreslått at NIVA skulle behandle data og skrive rapport samt medvirke i en arbeidsgruppe i den grad dette var nødvendig.

Den 17.6.1980 ble de viktigste kapitlene i NIVAs rapport oversendt og den 23.6.80 ble rapportens praktiske konklusjon med forslag til utbyggingsprogram presentert.

Delrapport 2 som her foreligger er en slutføring av tidligere presentert materiale og begrenser seg til en vurdering og anbefaling av hvilke tekniske tiltak som bør settes i verk i Helle rensedistrikt.

## 2. UNDERSØKELSESPROGRAMMET

### 2.1 Opprinnelig forslag

Det opprinnelige forslag til undersøkelsesprogram er gjengitt i delrapport 1. Det er her skilt mellom undersøkelser på transportnettets og renseanlegget.

Det var lagt opp til undersøkelser for å studere hvorledes renseprosessen forløp med varierende belastning. For å kunne variere belastningen inn på renseanlegget var det anskaffet pumpe med utstyr samt overløpskasse med reguleringsanordning for vannføring.

Da renseanlegget klapset var man i gang med å legge forholdene til rette for forsøk på renseanlegget.

Skadene på renseanlegget viste seg imidlertid å være så alvorlige at det neppe ville bli aktuelt å bygge opp igjen det ødelagte anlegget. Det var derfor enighet om å revidere undersøkelsesprogrammet.

### 2.2 Revidert program

#### 2.2.1 Vannføringsstasjoner

Følgende kontinuerlig registrerende stasjoner ble opprettet:

Nordbø Ø  
Nordbø V (Myra)  
Renseanlegg  
Månelia (Mørkhull)

I tillegg ble det laget lett flyttbare måleprofiler for manuell avlesning på ledningsnettets.

Stasjonene ble inspisert hver arbeidsdag, papir skiftet og måleprofil rengjort om nødvendig. Samtlige målestasjoner hadde V-profil og limnigraf med 24 h omløp.



### 2.2.2 Prøvetaking

Døgnprøver : a) 12 prøver tatt som blandprøver over 2 timer  
b) 1 blandprøve basert på a)

Ukeprøver : 1 blandprøve basert på 7 døgnprøver, hver tatt som  
blandprøve over 24 timer

Prøvetakingssted: Nordbø Ø og V  
Renseanlegget  
Månelia

Prøvetakingen ble foretatt med automatiske prøvetakere, type Manning.  
Som stikkprøve på nettet ble det tatt manuelle prøver.

Ifølge programmet ble det tatt følgende prøver med manuelle automatiske  
prøvetakere.

Dato:	Døgnprøve å 12 prøver (a)	Døgnprøve (blandprøve)(b)	Ukeprøve
11-12.10	X		
12-18.10			X
18-19.10		X	
25-26.10		X	
1-2.11	X		
2-8.11			X
8-9.11		X	
15-16.11		X	
22-23.11		X	
23-29.11			X
29-30.11	X		
6-7.12		X	
7-13.12			X
	3	6	4

### 2.2.3 Inspeksjon av kummer

Samtlige kummer ble inspisert og notater nedtegnet.

### 2.2.4 Nedbørmålinger

En pluviograf for måling av nedbør ble montert på Helle i april 1979.

Den har vært i drift i tiden 16.4.-11.1.1979.

Følgende datamateriale har vært bearbeidet og oversendt fra Meteorologisk Institutt:

1. Utskrift av registreringene i 1979. (Plu 2)
2. Tabell som inneholder de høyeste midlere nedbørintensiteter i 14 forskjellige tidsintervall for sesongen 1979. (Plu 3)
3. Tabell som inneholder de høyeste midlere nedbørintensiteter i 14 forskjellige tidsintervall for alle sesongene pluviografen har vært i drift (Plu 06), samt en tilsvarende kortere tabell (Plu 08).
4. Tabell som inneholder timeverdier av registreringene i 1979. (Plu 10)

For 3027 Porsgrunn-Sanna følger : Plu 05, Plu 08 og Plu 10

For 3418 Kragerø-Helle følger : Plu 02, Plu 05 og Plu 10

For 3606 Arendal-Brannstasjon følger: Plu 05, Plu 06, Plu 08 og Plu 10

Tabell som viser fordelingen nedbørhøyder/nedbørintensitet og nedbørhøyder/varighet (Plu 07).

### 3. RESULTATER

#### 3.1 Inspeksjon av kummer og ledningsnett

##### Kummer

Kummene er inspisert og forholdene rapportert av Ing. Chr. F. Grøner. Ing. B. Hals ved NIVA har i tillegg inspisert kummene.

I Nordbøfeltet har kummene dårlig utformet bunn. Rørgjennomføringer er også mangelfulle og til dels defekte. Vann lekker derfor inn i bunn/kum, for flere kummer også i skjøtene mellom kumringene. De fleste bunner må derfor utbedres slik at innlekking i ledningsnettets unngås.

Flere kummer er heller ikke ført opp i veinivå, men er skjult av grus. Enkelte kummer hadde dessuten betonglokk som må skiftes ut.

##### Ledningsnett

Ledningsnettets i Nordbø V ble TV-inspisert i mai/juni 1979 av Eivind Koch A/S. Samme firma TV-inspiserte Nordbø Ø i mars 1980.

Ledningsnettets i Nordbø V ligger delvis i et myr-område med en grunnvannstand som ofte går til terrengoverflaten. Ledningstraseen går dessuten parallelt til et bekkeløp.

Visse strekk har motfall og det forekommer alvorlige deformasjoner. Stein, grus og bordbiter har delvis blokkert ledningsnettets. Foruten blokkering av ledningsnettets etter TV-undersøkelsen våren 1979, har ledningsnettets i myras nordlige hjørne vært blokkert. Avløpsvannet har her fritt strømmet ut i myra, mens en kum tjente som oppsamlingstank for papir, ekskrementer, etc.

For å få dette lednings-systemet funksjonsdyktig, må ca. 200 m legges om. Myra bør dessuten dreneres ved at bekketerskelen ved gammelt bruk sprennes dypere.

Ledningsnettets i Nordbø Ø ligger i fjellgrøfter. Det forekommer en rekke deformasjoner, utglidning av gummiringer og opphoping av stein og bordbiter.

Ledningsnettets må utbedres på flere punkter.

For Sollia synes ledningsnettets å være av god kvalitet med tilfredsstillende kumgjennomføringer. Målinger av avrenningen fra feltet tyder på ingen infiltrasjon av betydning, som ville ha gitt utslag i perioder med sterke regnskyll.

I Månelia S er det separatsystem som har vært vanskelig å kontrollere. Flere kummer har vært fylt av sand, og TV-inspeksjon har ikke funnet sted. Det skal være lagt egen ledning for overvann.

Målestasjonen i Mørkhull har variert mellom 0.3 l/s og 5.6 l/s. I forbindelse med et kraftig regnvær ble flottøren skyllet over v-overløpet. Vannføringen kan da ha vært oppe i 25 l/s.

### 3.2 Vannføringer

Til tross for at målingene ble foretatt i spillvannsledninger av relativt ny dato, varierer vannføringen sterkt med nedbør- og tørrvårsperioder. Betydelige inn- og utlekkinger finner sted flere steder på ledningsnettets.

Vannføringsmålingene har dokumentert ledningsnettets dårlige kvalitet og avdekket grove feil, samt understreket behovet for inspeksjon av kummer og TV-inspeksjon av ledningsstrek.

Vannføringsresultatene kan derfor ikke benyttes til å bestemme spesifikt avløp, heller ikke graden av infiltrasjon.

For å illustrere forholdet nærmere har vi valgt ut en periode fra 30.10.-3.11.1979. Resultatene er fremstilt i figur 1 og viser vannføringer ved stasjonene Nordbø Ø og V samt renseanlegget. Tilløpet fra Sollia er ubetydelig og er ikke inntegnet separat.

Renseanlegget oppviser vesentlig lavere verdier enn summen av de øvrige stasjoner. Dette kan bare forklares ved at man har en kraftig innlekking i Nordbø, mens vann lekker ut mellom Nordbø og renseanlegget. Nordbø Ø har den største innlekkingen.

Etter at målingene hadde pågått en stund, ble programmet stoppet da man bare måtte konstatere at ledningsnettets var i en slik dårlig forfatning at omfattende rehabiliteringstiltak var nødvendige.

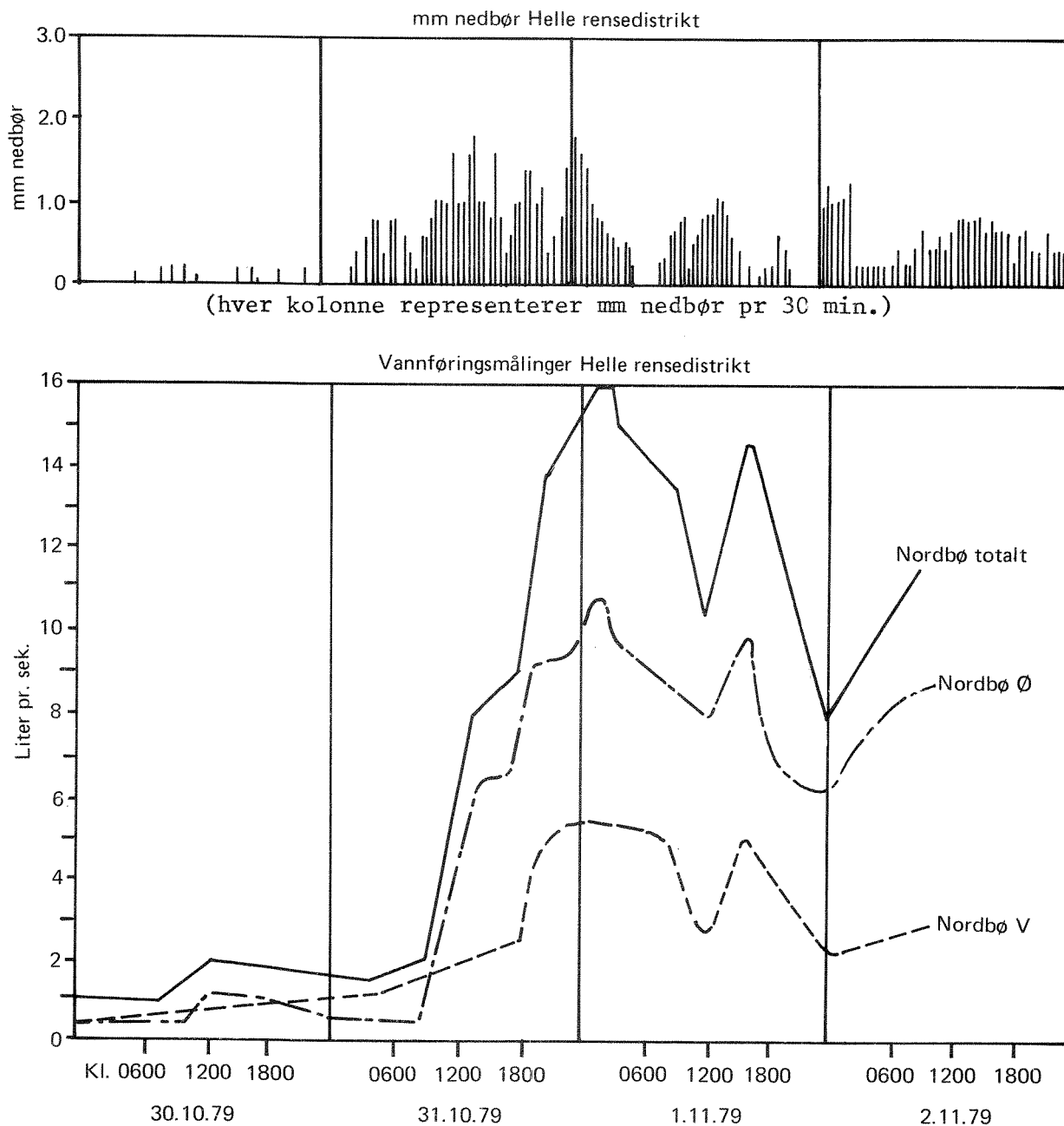


Fig. 1 Vannførings- og nedbørsregistreringer i Helle rensedistrikt.

Tabell 1. Midlere vannføring og kjemiske analyseresultater. Målestasjon: HELLE RENSEANLEGG

Nr.	Tidsrom	Prøvetype	Q 1/s	KOF		SS		Tot-P		Ort-P	
				mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
1	11.-12.10.	D	0.7	220	13.0	84.4	5.0	5.4	3.2	3.9	2.3
2	12.-18.10.	U	2.0	137	23.7	102	17.6	3.0	0.52	1.65	0.3
3	18.-19.10.	D	6.0	51	26.3	16.4	8.5	1.1	0.57	0.60	0.3
4	19.-25.10.	U	1.2	108	11.3	52.5	5.5	2.5	0.26	1.60	0.2
5	25.-26.10.	D	1.2	275.7	28.7	105.7	11.0	8.3	0.86	5.80	0.6
6	26.10.- 01.11.	U	2.5	227	49.0	106.6	23.0	5.4	1.17	3.8	0.82
7	01.-02.11.	D	0.5	60	49.3	16.4	13.5	0.7	5.75	0.3	2.5
8	02.-08.11.	U	6.3	155	84.3	73	39.7	4.3	2.3	2.5	1.4
9	08.-09.11.	D	1.5	87	11.3	17.6	22.9	0.8	1.05	0.4	0.5
10	09.-15.11.	U	3.5	205	61.9	60.0	18.1	6.5	1.96	4.4	1.33
11	15.-16.11.	D	1.5	291	37.8	65.7	8.9	7.0	0.91	6.3	0.82

D = Blandprøve over døgnet }  
 U = Blandprøve over en uke } Se kap. 2.2.2

Tabell 2. Midlere vannføring og kjemiske analyseresultater. Målestasjon: NORDBØ Ø

Nr.	Tidsrom	Prøvetype	Q 1/s	m <sup>3</sup> /d	KOF		SS		Tot-P		Ort-P	
					mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
1	11.-12.10.											
2	12.-18.10.	U	3.0	259	276.1	71.5	213.3	55.3	5.8	1.5	3.3	0.86
3	18.-19.10.	D	3.5	302	89.4	27.0	35.5	10.7	5.1	1.5	2.9	0.86
4	19.-25.10.	U	0.8	69	1356.2	93.6	800.0	55	26.0	1.8	14.0	0.97
5	25.-26.10.	D	0.33	29	826.6	24.0	432.4	12.5	21.0	0.6	14.5	0.4
6	26.10.- 01.11.	U	0.5	43	76.3	3.3	12.4	0.5	0.6	0.03	0.3	0.01
7	01.-02.11.											
8	02.-08.11.											
9	08.-09.11.	D	1.4	120	264.7	31.8	98.5	11.8	9.0	1.08	6.5	0.78
10	09.-15.11.											
11	15.-16.11.											

D = Blandprøve over døgnet }  
 U = Blandprøve over en uke } Se kap. 2.2.2

Tabell 3. Midlere vannføring og kjemiske analyseresultater. Målestasjon: NORDBØ V (Myra)

Nr.	Tidsrom	Prøvetype	Q		KOF		SS		Tot-P		Ort-P	
			l/s	m <sup>3</sup> /d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
1	11.-12.10.	D	1.09	94	396.5	37	120.0	11.3	13.8	1.3	3.2	0.3
2	12.-18.10.	U	4.6	397	511.6	203	257.7	100	7.0	2.8	4.2	1.7
3	18.-19.10.	D	2.5	216	176.8	38	107.0	23	2.6	0.6	1.3	0.3
4	19.-25.10.	U	1.2	104	374.5	39	234.0	24	5.2	0.5	2.9	0.3
5	25.-26.10.	D	0.8	69	184.4	13	63.0	4.3	3.4	0.2	2.0	0.1
6	26.10.- 01.11.	U	0.8	69	504.3	35	244.0	17	10.0	0.7	7.6	0.5
7	01.-02.11.	D										
8												
9	08.-09.11.	D	0.45	39	214.3	8	81.3	3.2	6.4	0.3	3.4	0.1
10												
11	15.-16.11.	D	0.50		1491.6		585.2		20		16	

D = Blandprøve over døgnet }  
 U = Blandprøve over en uke } Se kap. 2.2.2



Tabell 4. Midlere vannføring og kjemiske analyseresultater. Målestasjon: MÅNELIA (Mørkhu11)

Nr.	Tidsrom	Prøvetype	Q 1/s	Q m <sup>3</sup> /d	KOF		SS		Tot-P		Ort-P	
					mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
1	11.-12.10.	D	0.3	26.0	368	9.6	196	5.1	14	0.36	7.9	0.21
2	12.-18.10.	U	5.6	483	94.6	45.7	40	19.3	2.8	1.40	1.25	0.60
3	18.-19.10.	D	1.8	156	101	15.8	49	7.6	2.4	0.37	1.-	0.16
4	19.-25.10.	U	1.3	112	591	66.2	284	31.8	16.0	1.8	9.0	1.-
5	25.-26.10.	D	1.2	104	295	30.7	88	9.2	8.6	0.9	7.5	0.8
6	26.10.- 01.11.	U	5.0	432	359	155	102	44.-	10.5	4.5	8.8	3.8

D = Blandprøve over døgnet  
 U = Blandprøve over en uke } Se kap. 2.2.2

### 3.3 Kjemiske analyseresultater

Analyseresultatene fra deulike vannprøver fremgår av tabell 1-4.

Prøvene er dels tatt som blandprøver over et døgn, dels som blandprøver over en uke. Enkelte prøver er tatt som stikkprøver. Prøvetakingsmengdene er i tabellene merket som D (døgnblandprøve), U (ukeblandprøve) og S (stikkprøve).

De enkelte parametre er angitt i mg/l og kg/d. Vannføringen er angitt i l/s og m<sup>3</sup>/d.

Figur 2 viser fosfortransporten uttrykt som mg P/s fra Nordbø Ø og V og ved renseanlegget 11. og 12.10.1979. Kurven for renseanlegget ville normalt ha vært en summasjon av belastningene fra Nordbø Ø og V. Figuren illustrerer at forurensningene ikke når frem til renseanlegget. Sollia er ikke inntegnet separat, men inkludert i verdiene for renseanlegget.

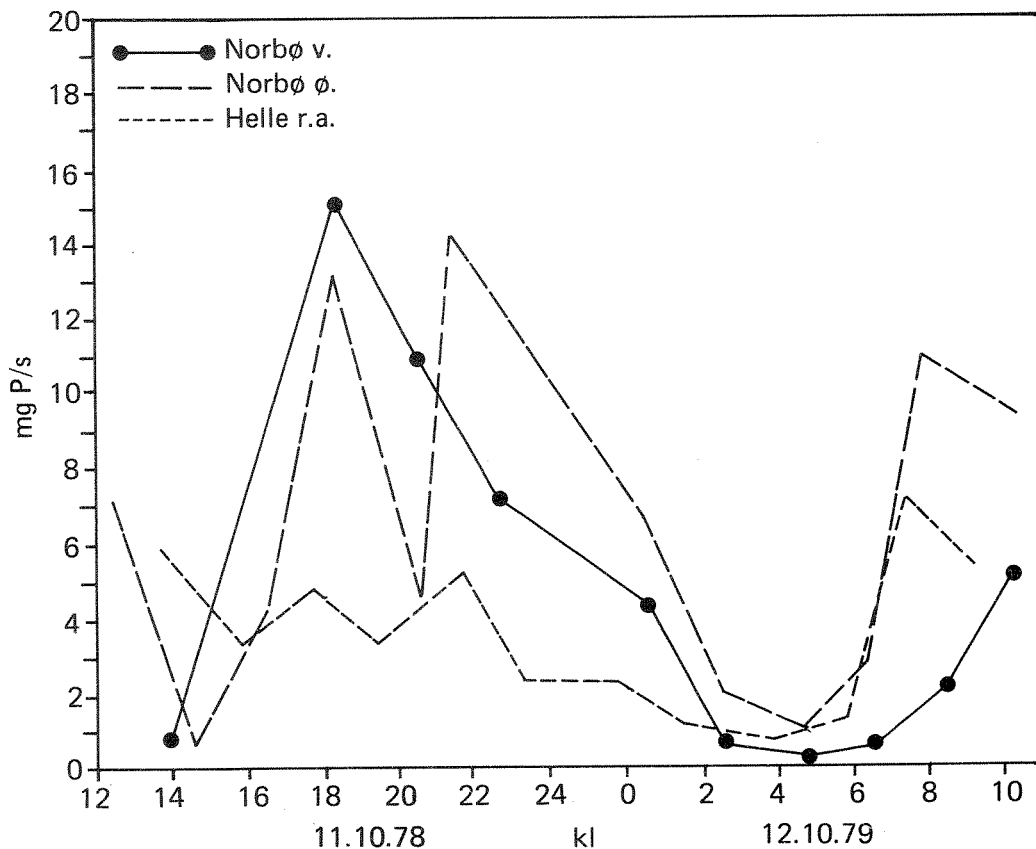


Fig. 2 Pollutogram for Nordbø Ø og V samt Helle renseanlegg 11. og 12. oktober 1979.

I fig. 3 har vi tegnet opp et tilsvarende pollutogram for Nordbø V den 1.-2.11.1979.

Når det gjelder ledningsnett for Nordbø Ø og V og frem til renseanlegget, bekrefter analyseresultatene de konklusjoner som er trukket ovenfor. Forurensningene når bare delvis frem til renseanlegget, noe lekker ut i grunnen og noe avlagres i ledningsnett og kan ved store vannføringer bli spylt ut.

En tilfeldig valgt situasjon viser følgende:

Tabell 5. Forurensningsbelastning i deler av ledningsnett.

		KOF kg/d	SS kg/d	Tot-P kg/d	PO <sub>4</sub> kg/d	m <sup>3</sup> /d
12.-18.10. 1979	NORDBØ V	203	100	2.8	1.7	397
	NORDBØ Ø	72	55	1,5	0.9	259
	NORDBØ Ø + V	275	155	4,3	2.6	656
	HELLE renseanlegg	24	18	0.5	0.3	173
	FORSVINNER UNDERVEIS	251	137	3.8	2.3	473

Belastningen fra Sollia er inkludert.

For enkelte prøver er forurensningsbelastningen ekstremt høy eller lav og skyldes brudd og blokkering av ledningsnett som senere er spylt.

Forurensningstransporten fra Sollia fremgår av tabell 6 og figur 4. Prøvene er tatt som stikkprøver og viser at forurensningstilførselen er stort sett hva man kan forvente seg fra et mindre boligfelt med et relativt godt ledningsnett.

Den midlere fosforkonsentrasjonen uttrykt som totalfosfor er ca. 8.0 mg P/l og gir en midlere døgnbelastning på 0.22 kg P/d.

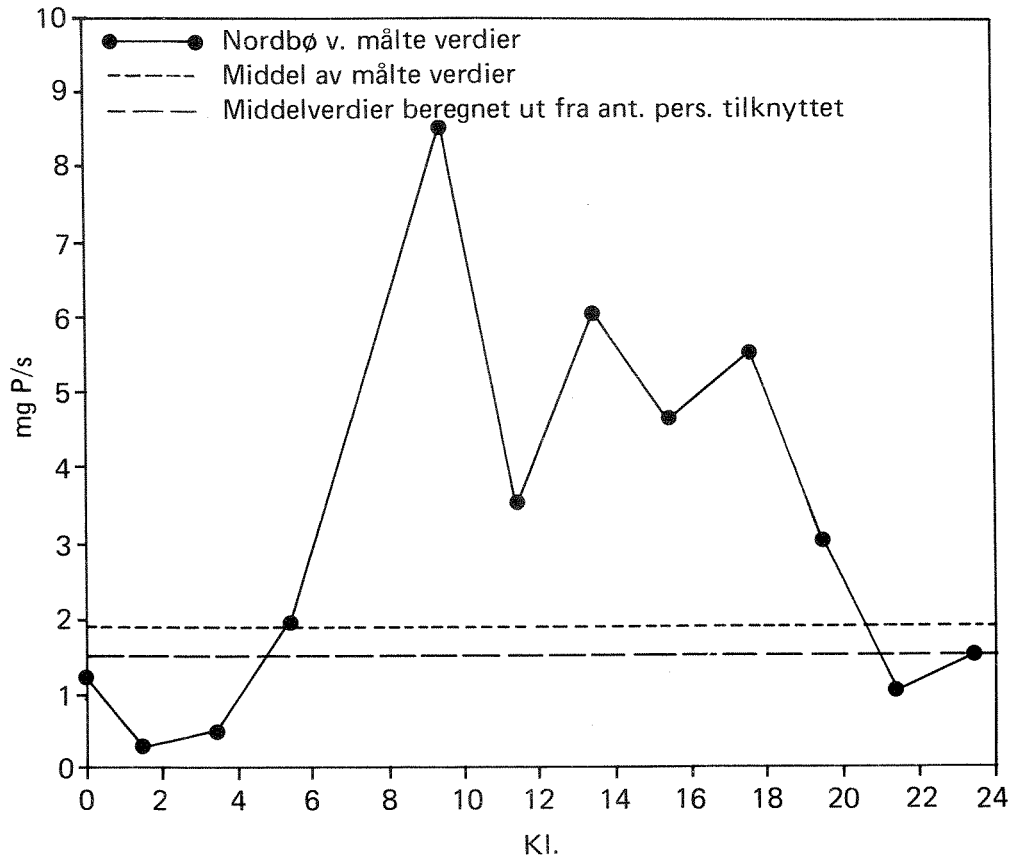


Fig. 3 Pollutogram for Nordbø V den 1. og 2. november 1979.

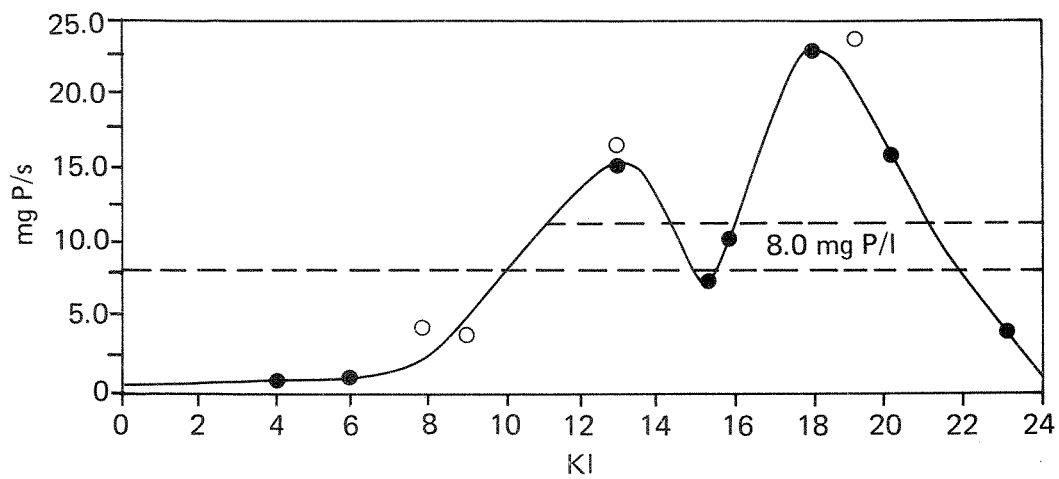


Fig. 4 Sollia - konsentrasjon av tot-P (mg P/l).

Tabell 6. Forurensningskonsentrasjonen fra Sollia uttrykt i mg/l.

Dato	Kl.	Tot-P	PO <sub>4</sub>	KOF	SS
12.11.80	09	4.6	2.1	162	45
14.11.80	08	4.7	2.2	197	50
15.11.80	13	16.0	12.0	782	410
15.11.80	19	23.0	19.0	594	277
16.11.80	04	0.8			
	06	1.0			
	08	1.7			
	11	11.1			
	13	15.0			
	15	7.0			
	16	10.0			
	18	22.5			
	20	17.0			
23	4.0				

For Månelia S (Mørkhull) fremgår resultatene av tabell 4. Resultene bekrefter at ledningsnettets er i en dårlig forfatning.

Prøvetakingen startet allerede juni 1979, men på grunn av 2 blokkeringer av ledningsnettets i Nordbø V er resultatene av mindre interesse og utelatt i rapporten.

Det ble også analysert prøver tatt før og etter renseprosessen, som viser høyere verdier etter renseanlegget. I undersøkelsesperioden virket ikke den biologiske prosessen, men man var i ferd med å bygge opp slamvolumet da anlegget klapset.

### 3.4 Tilføringsgrad

Med tilføringsgrad menes den prosentvise spillvannsbelastning som når frem til renseanlegget.

Tilføringsgraden kan beregnes ut fra personekvivalenter tilknyttet oppsamlingsnettets innenfor rensedistriktets.

I undersøkelsesperioden regnet man med at 537 pe er tilknyttet renseanlegget, mens det er bosatt 1026 pe innen rensedistriktet.

Med et 100% tett oppsamlingsnett ville dette ha gitt en maksimal tilførringsgrad på

$$T_1 = \frac{537 \cdot 100\%}{1026} = 52.4\%$$

Tilførringsgraden bekrefter de faktiske forhold. Det er langt igjen før samtlige beboere er tilknyttet renseanlegget.

Beregner man tilførringsgraden på bakgrunn av målt forurensningsbelastning får man et mer realistisk bilde av situasjonen.

Med en spesifikk fosforbelastning på 2.5 g P/pe · d uttrykt som totalfosfor får man en teoretisk døgnbelastning på 537 pe · 2.5 g P/pe · d = 1.34 kg P/d.

De målte verdiene varierer med tilrenningsforholdene. Med en målt midlere forurensningsbelastning på 0.56 kg P/d får man en tilførringsgrad for oppsamlingsnettet på

$$T_2 = \frac{0.56 \text{ kg P/d} \cdot 100\%}{1.34 \text{ kg P/d}} = 41.8\%$$

Dette vil si at bare ca 40% av forurensningsbelastningen som etter nåværende kloakkeringsforhold når renseanlegget.

Tar man også med de som ikke er tilknyttet renseanlegget, men som bor i rensedistriktet blir tilførringsgraden enda lavere. Tilførringsgraden for rensedistriktet blir da

$$T_3 = \frac{0.56 \text{ kg P/d} \cdot 100\%}{1026 \text{ pe} \cdot 2.5 \text{ g P/pe} \cdot \text{d}} = 21.8\%$$

Tilførringsgraden uttrykker meget klart den dårlige tilstand ledningsnettet er i, likeledes den lave prosentvise tilknytning.

### 3.5 Bekk fra myrområdet på Nordbø V

Det har vært hevdet fra lokalbefolkningen (delrapport 1) at bekken har mindre vannføring etter at kloakkledningen ble lagt gjennom myra.

Det faktiske forhold er at bekken har en terskel i gammelt brukar som fører til en heving av vannstanden i myra. Med høy grunnvannstand vil innlekkingen øke. Teoretisk vil derfor utsagnet være riktig, men våre målinger viser at infiltrasjonsmengdene i forhold til vannføringen i bekken er meget små og er neppe registrerbart visuelt i bekken.

Barn som leker i området har også til tider laget demning ved brukaret, som har ført til en redusert vannføring i bekken.

Vi har fra tid til annen tatt vannprøver fra bekken nedstrøms gammelt brukar og analysert prøvene på total-fosfor uttrykt som mg P/l. Prøvene som ble tatt ligger lavere enn 0.05 mg P/l, som er analysemetodens nedre grense. Det er derfor lite sannsynlig at bekken utgjør en forurensningskilde av betydning dersom ledningsnettets stort sett fungerer. I perioder da avløpssystemet har vært blokkert og avløpsvann rennt ut i myra, er situasjonen annerledes.

#### 4. VURDERING AV AVLØPSFORHOLDENE I HELLE RENSEDISTRIKT

##### 4.1 Fremtidige forurensningsbelastninger til Hellefjorden

En av faktorene som kan bestemme dimensjonerende vannmengde for renseanlegget er hva Hellefjorden tåler av tilført forurensning. Dette er behandlet i NIVA-rapport "O-77068 Overvåking av Hellefjordens forurensningstilstand sommeren 1978."

I konklusjonen heter det bl.a. "Spørsmålet om fjorden kan tåle mer enn f.eks. 400 kg fosfor pr år, kan ikke besvares før man har en målsetting for tilstanden i fjorden. Skal forholdene i Hellefjorden være best mulig, må også belastningen holdes på et minimum, og 400 kg P/år må da oppfattes som det maksimalt akseptable."

Alternativt kan man på lokalt hold beslutte at forholdene gjennomgående skal være bedre enn nå, men ikke de best mulige. Dette vil innebære at man aksepterer en belastning utover f.eks. 400 kg P/år, eksempelvis som avløpsvann fra nye boligfelt. Etter vår oppfatning bør man med dagens kunnskap om forholdene i Hellefjorden ikke legge planer som resulterer i at fosforbelastningen totalt vil overskride 500 kg pr. år. Forutsatt at man oppnår ca 85% rensing av avløpsvannets fosforinnhold tilsvarer dette en videre utbygging på 650-700 pe. Vi vil imidlertid understreke at man først bør komme ned på ca 400 kg P/år og få sett hvordan tilstanden i Hellefjorden da blir, før man avgjør om fjorden skal tilføres avløpsvann fra nye boligfelt."

Ved de rehabiliteringstiltak som er foreslått, vil de diffuse utslipp reduseres til et minimum. De mindre mengder som måtte lekke ut vil bli tatt opp av vegetasjon og kan neglisjeres.

Hvilken utbygningsgrad man skal ha i området blir i første rekke et politisk/økonomisk spørsmål.



Pr. 1.1.1979 regnet vi med en befolkning i Helle rensedistrikt på ca. 1020 personer hvorav 537 personer var tilknyttet renseanlegget.

Det vil være realistisk å regne med en viss innflytting i området, og et tall på ca. 1300 personer har vært foreslått med en eventuell fremtidig økning til ca. 2000 personer.

Disse befolkningstallene er brukt i det følgende til å beregne spillvannsmengder.

#### 4.2 Spillvannsmengder (Q)

Analyser av fremtidig vannforbruk i husholdning viser spesifikke forbruk i størrelsesorden 180-220 l/p·d som det maksimale for villabebyggelse. For bebyggelse i Helle rensedistrikt har vi regnet med 200 l/p·d som det maksimale som transporteres i kloakksystemene. Spillvannsmengdene beregnet ut fra befolkningsstatistikk fremgår av tabell 1. De vannmengder man har kommet frem til er muligens noe høye og forutsetter moderne husholdninger. For de nye boligene vil dette holde stikk, men for de eldre boligene vil vannforbruket ligge noe lavere. På grunn av ledningsnettets dårlige forfatning har måleresultatene ikke gitt holdepunkter for fastsettelse av spesifikke spillvannsmengder.

#### 4.3 Infiltrasjon (innlekking)

Det er umulig å fastslå hvilke infiltrasjonsmengder ( $Q_i$ ) man vil få etter rehabilitering. Med det ambisjonsnivå som er foreslått vil innlekkingen bli ubetydelig.

Ledningsnettets ligger i fjellgrøfter som vil virke som dreneringsgrøfter. I tørrvårsperioder vil det neppe stå vann i rørnivå, og innlekking vil ikke finne sted.

I regnperioder kan innlekking finne sted. Noen sikre beregningsmetoder for dette finnes ikke. Dels måles  $Q_i$  som avhengig av ledningslengden, dels som avhengig av dreneringsområdet eller spillvannsmengde.

For Helle rensedistrikt har vi valgt å benytte innlekkingskoeffisienten uttrykt i l/s·km. Ut fra vårt kjennskap til ledningsnett har vi antatt forskjellige koeffisienter avhengig av hvilken kvalitet ledningene vil ha etter rehabilitering om vårt foreslåtte ambisjonsnivå opprettholdes.

Tabell 7 viser et sammendrag av hvilke vannmengder som kan forventes.

Tabell 7. Beregnede vannmengder.

	Antall pe	Midl. spillv. l/s	Maks. inf. l/s	$Q_{dim}$ l/s $m^3/h$	
Eksisterende bebyggelse	1036	2.36	2.2	5.0	19
Utbygging til 1300 pe.	1300	3.0	2.3	6.0	22
Utbygging til 2000 pe.	2000	4.6	2.5	8.0	29

#### 4.4 Foreløpig bestemmelse av dimensjonerende vannmengder

De utførte målinger på avløpsnett kan på grunn av alle manglene ved avløpsnett ikke legges til grunn for fastsettelse av dimensjonerende vannmengder.

Forutsatt at rehabiliteringen utføres slik som foreslått, vil vi anbefale følgende verdier for  $Q_{dim}$ :

$$1300 \text{ pe. } Q_{dim} = 6.0 \text{ l/s}$$

$$2000 \text{ pe. } Q_{dim} = 8.0 \text{ l/s}$$

## 4.5 Rehabilitering

### 4.5.1 Rehabilitering av avløpsnett (Fig. 2)

Minimumskravet til et avløpsnett må være at det funksjonerer over tid forutsatt et visst vedlikehold og driftsettersyn.

#### Kummer

Funksjonskravet omfatter derfor at kummer skal være lett tilgjengelige i forbindelse med drift og vedlikehold.

Kummene skal dessuten være slik utformet at fremmedlegemer ikke kan trenge inn i bunnen og videre inn i avløpsrørene.

Dette betyr at innlekkasjen i nedbørfeltet via bunnkummer må stoppes. Slik det er idag føres grus og sand inn i avløpsrørene via bunnkummer. Over sikt kan fundamenteringen vaskes bort.

Samtlige kumlokk i betong må skiftes ut med støpejernslokk. Dette er først og fremst av sikkerhetsmessige grunner, men også for at man skal unngå at barn flytter på betonglokkene for å kaste stein og bordbiter i kummene (ref. vårt brev av 17.10.1979).

I flere kummer lekker også vann inn i kumringskjøtene. Dette vanskeliggjør en skikkelig drift og bør derfor utbedres.

Samtlige kummer må dessuten føres opp i vei-nivå.

Ledningsnett For Nordbø V må avløpsnettets legges om over Myra.  
En ny trasè nærmere bebyggelsen må velges.

Myra bør dessuten dreneres. Dette kan gjøres enkelt ved at det sprenges en fjellgrøft i ca 15 m lengde ved det gamle brukaret. Bekkeløpet bør dessuten renskes opp.

For Nordbø Ø må samtlige rørformasjoner  $\geq$  8% graves opp og utbedres.

(Se rapport fra TV-inspeksjon utført av E. Kock i mai 1979 og mars 1980.)

Før TV-inspeksjonen ble foretatt anmodet NIVA om at avløpsnettets måtte spyles rent for sand, grus, stein og bordbiter. Vi går ut fra at dette ble gjort. At TV-kameraet ikke kunne trekkes gjennom alle strekk pga. blokkering må derfor skyldes fremmedlegemer som vanskelig lar seg fjerne uten ved oppgraving. Dette må derfor gjøres.

De fleste kummer må også utbedres ved å sette ned pre-fabrikerte plastkummer eller sadelstykker. Der hvor det er betydelig innlekking i kumringskjøtene må dette utbedres.

For Månelia S med utslipp i Mørkhull er situasjonen noe mer uklar da TV-inspeksjon ikke har vært foretatt ennå. Flere kummer er imidlertid fylt med sand, og det er lite trolig at situasjonen er noe bedre enn i Nordbø. I forbindelse med overføring av avløpsvann til renseanlegget kan det være aktuelt å pumpe avløpsvannet tilbake langs samme trasé. Samtidig som pumpeledningen legges kan eventuelt rehabiliteringen av selvfølgelig ledningen utføres.

Den eksisterende utløpsledning i Mørkhull vil tjene som nødløp/overløp ved pumpe-stasjonen.

For Månelia N er det lagt kombinertsystem. Det er nødvendig å legge separatsystem med fremføring av spillvann til renseanlegget. Denne ledningen vil også ta spillvannet som pumpes opp fra Månelia S.

For Sollia er det lagt separatsystem, og våre målinger tyder på ingen infiltrasjon av betydning.

For den eldre bebyggelse på Helle er det lagt kombinertsystem med utslipp i sjøen. Rent teknisk var det vanskelig å bygge målestasjon uten store omkostninger. Våre observasjoner tyder ikke på store overvannsproblemer.

Vi vil derfor anbefale at man går over ledningsnett med tanke på å få redusert antall takkvannskoplinger og eventuelle sluk. Ved fjorden må det anlegges en pumpe-stasjon for overføring til renseanlegget. I forbindelse med pumpe-stasjonen må det bygges overløp.

#### 4.5.2 Rehabilitering og utvidelse av renseanlegget

Renseanlegget er et biologisk renseanlegg av type Valmet. Det var ment å drives etter simultanfellingsprinsippet.

Det har så godt som aldri vært mulig å holde stabil drift av anlegget. Dette skyldes vesentlig at store mengder fremmedvann har spylt ut aktivt slam. Simultanfellingsprinsippet har derfor aldri vært forsøkt.

Andre svakheter ved anlegget har også vanskeliggjort driften. Anlegget har ikke vært utstyrt med sandfang. Innløpskum med overløp til resipient og innløp til ristanlegget har manglet brukbare anordninger for regulering av vannføring til renseprosess og til overløp. Ristanleggets plassering har dessuten vært uheldig.

Selve renseanlegget er i henhold til SFTs retningslinjer sterkt underdimensjonert (350 pe.).

Det har derfor lenge vært klart at renseanlegget måtte bygges om og utvides.

Fundamenteringssvikten ved anlegget som forårsaket at skilleveggene mellom luftebasseng og sedimenteringsbasseng røk, førte derfor til at man ikke bare kunne vurdere en ombygging og utvidelse av det gamle anlegget, men også vurdere dette mot et fullstendig nytt anlegg. Konsulent Vidar Tveiten ble derfor engasjert for å klarlegge fundamenteringsproblemene, merkostnader for refundamentering samt vurdere alternative rensemetoder.

I en foreløpig rapport av mars 1980 fremla konsulenter alternative løsninger for 1300 pe og 2000 pe. Alternativene bygget på primærfellings- og simultanfellings-prinsippene for ombygging og utvidelse av eksisterende anlegg og for helt nytt anlegg.

Forskjellen mellom nytt anlegg og utnyttelse av det eksisterende varierer med alternativene, men ligger under kr 300 000.

Konsulenten fraråder imidlertid ren kjemisk prosess i de eksisterende bassenger. Begrunnelsen er at en slik løsning ikke har tilfredsstillende effekt med hensyn til fjerning av organisk stoff.

Detter er i og for seg riktig, men den organiske belastningen til Hellefjorden fra utløpet fra renseanlegget vil bli ubetydelig sammenliknet med fjordens egenproduksjon og tilløpene fra nedbørfeltet.

Konsulentens beregninger er foreløpige, bl.a. fordi man har avventet resultatene fra denne rapporten. For å kunne kostnadsberegne alternativene må man ha mest mulig representative verdier for dimensjonerende vannmengder. I kap. 4.4 har vi foreslått foreløpige verdier som vi tror er realistiske om rehabiliteringen gjennomføres slik som anbefalt.

For å kunne sjekke hvor effektiv rehabiliteringen gjennomføres, vil det derfor være ønskelig å kontrollmåle etter at rehabiliteringen er gjennomført. Dette vil neppe forsinke programmet, da vi antar at utbyggingen må gå trinnvis.

#### 4.5.3 Forslag til utbyggingsprogram

Vi foreslår følgende utbyggingsprogram (fig. 5):

1. byggetrinn Rehabilitering av ledningsnett samt bygging av forbehandlingsanlegg. Kontrollmålinger etter at ledningsnettet er ferdig rehabilitert kan utføres i løpet av noen uker. Samholdt med de data vi sitter inne med skulle det være mulig å bestemme  $Q_{dim}$  nøyaktig. Konsulenten detaljprosjekterer 2. byggetrinn.
  
2. byggetrinn Overføring fra eksisterende utslipp fra Helle og Månelia.  
  
Vannføringsmålinger for å kontrollere rehabiliteringen.
  
3. byggetrinn Fullførelse av renseanlegget.

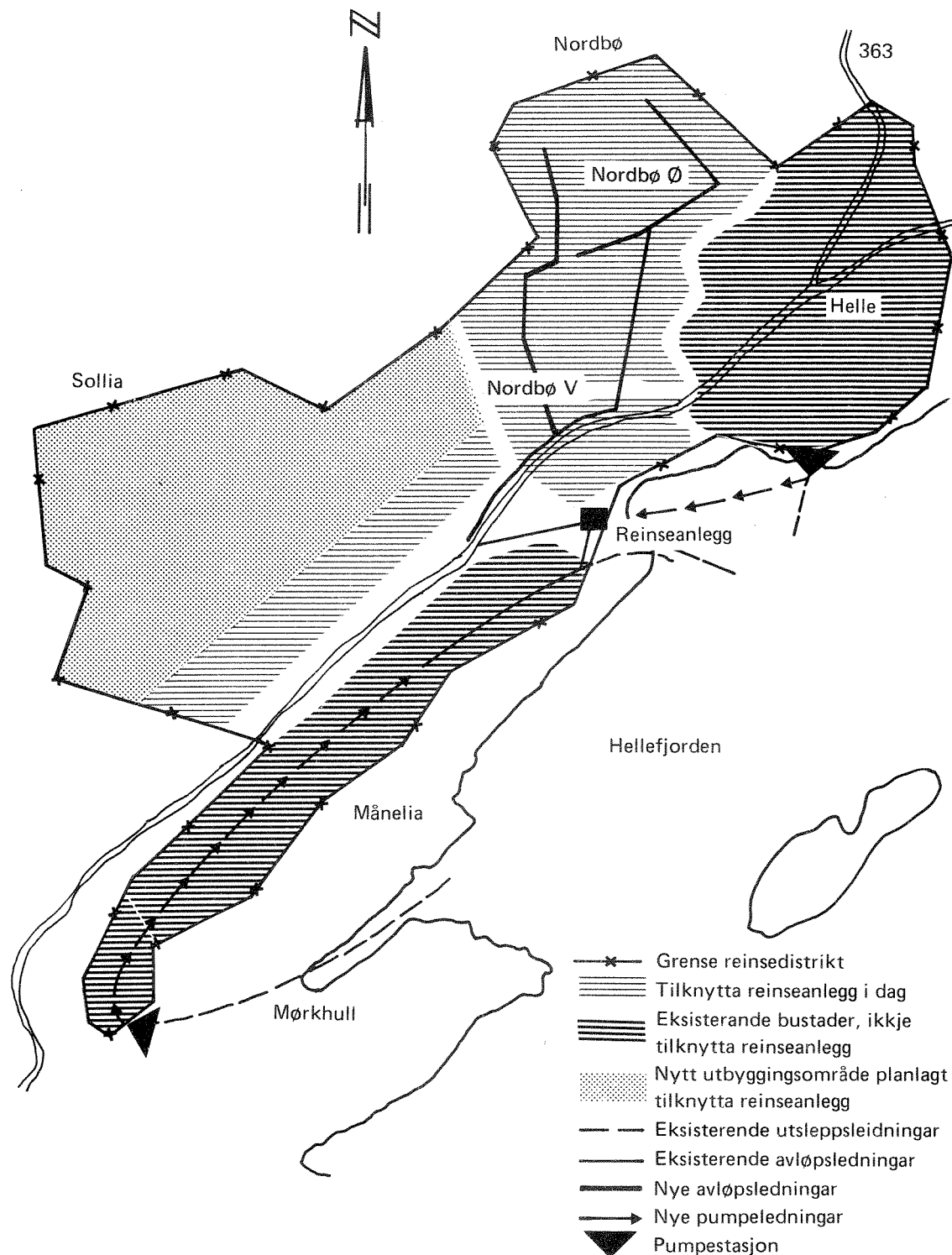


Fig. 5 Forslag til utbyggingsprogram. Avløpssystem Helle rensedistrikt.



## 5. KOSTNADER

Kostnadsoverslaget er utregnet på bakgrunn av erfaringstall og enhetspriser innhentet fra konsulentfirmaer. For å få et mer realistisk overslag bør det innhentes anbud.

Rehabiliteringen av kummer og ledningsnett bør imidlertid kunne utføres av en lokal entreprenør som stiller f.eks. et 3-manns lag til kommunens rådighet. Laget vil fort få rutine i denne type arbeid og det skulle ikke være nødvendig med detaljerte tegninger for de fleste utbedringsarbeider på ledningsnettet.

Denne løsningen bør kunne bli noe billigere enn om entreprenør engasjeres. På den annen side vil ansvarsforholdet kunne bli noe uklart.

For pumpestasjoner, overføringsledninger og renseanlegg må konsulent engasjeres.

I tabell 8 er kostnaden utregnet for de forskjellige byggetrinn og gjelder pr. 1.4.1980.

Tabell 8. Kostnadsoverslag pr. 1.4.1980 for 1.-3. byggetrinn.

Byggetrinn	Beskrivelse av arbeidet	Kostnad i kroner
1.	REHABILITERING AV LEDNINGSNETT SAMT FORBEHANDLINGSANLEGG	
1.1	Omlegging av ledningsnett over Myra i Nordbø S fra kum 21, ca 200 m, 50% fjell	120 000
1.2	Støpeikum i ca 40 kummer, montere kombinasjonskummer ned i ca 10 kummer, tette lekkasjer mellom kumringer	50 000
1.3	Utbedre rør med deformasjon $\geq 8\%$ , samt punkte på avløpsnettet hvor det ikke var mulig å trekke gjennom TV-kameraet	8 000
1.4	Bygge forbehandlingsanlegg, ristanlegg, luftet sandfang, måleprofil, overløp	250 000
1.5	Prosjektering av 2 stk. pumpestasjoner med overføring til renseanlegget	15 000
1.6	Drenere Myra ved å sprengte ca 15 m fjellgrøft ved gammelt brukar samt renske bekkeutløp	10 000
		<u>453 000</u>
2.	OVERFØRING AV AVLØPSVANN FRA MÅNELIA OG HELLE	
2.1	Pumpestasjon Månelia S	100 000
2.2	Pumpeledning, 100 mm PVC, ca 630 m, h = 40 m	315 000
2.3	Rehabilitering av avløpsnettet for Månelia S i forbindelse med legging av pumpeledning pkt. 2.2	20 000
2.4	Omlegging av avløpsnett Månelia N, ca 90 m, 150 mm PVC, 75% fjell	54 000
2.5	Pumpestasjon Helle	90 000
2.6	Pumpeledning, 100 mm PVC, ca 350 m	105 000
2.7	Kontrollmålinger på utført rehabilitering	15 000
2.8	Detaljprosjektering av renseanlegg	250 000
		<u>949 000</u>
3.	REHABILITERING OG UTVIDELSE AV RENSEANLEGG	
3.1	Bygging	2 860 000
3.2	Driftsoppfølging av konsulent	40 000
		<u>2 900 000</u>
	SAMMENDRAG	
	1. byggetrinn	453 000
	2. byggetrinn	949 000
	3. byggetrinn	2 900 000
	TOTALT	<u>4 302 000</u>

## 6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

1. Målsettingen for de foreslåtte tiltak er å holde forurensningstilførselene til Hellefjorden på et forsvarlig nivå. Fra NIVAs side er det foreslått en fosforbelastning som ikke overstiger 400 kg P/år.
2. Ut fra målsettingen for Hellefjorden er det nødvendig med fjerning av fosfor. En kjemisk fellingsprosess er derfor nødvendig for å redusere belastningen mest mulig.
3. De utførte målinger og analyser dokumenterer at et omfattende rehabiliteringsarbeid er nødvendig for avløpsnett i Månelia og Nordbø.
4. Skal det eksisterende anlegg benyttes må dette refundamenteres og bygges om. Velger man dette alternativ vil man kunne spare inntil kr 300 000, eller ca. 10%. De driftsmessige fordeler ved å bygge nytt bør vurderes nøye før beslutning tas.
5. Uansett hvilket alternativ man velger må det bygges et forbehandlingsanlegg med ristanlegg, luftet sandfang, måleprofil og overløp. Hvis rehabilitering av ledningsnett ikke gir tilsiktet resultat, bør også fordrøyningsbasseng bygges.
6. Avløpsvann fra Månelia og Helle må føres frem til renseanlegget. Ved pumpestasjonene må det bygges overløp med utslipp på dypt vann i Hellefjorden.
7. Det er foreslått 3 byggetrinn.

1. byggetrinn Rehabilitering av ledningsnett, bygging av forbehandlingsanlegg. Ekskl. m.v.a. kr 453 000. Se tabell 8, s. 34.

2. byggetrinn Bygging av pumpestasjoner og overføring av avløpsvann fra Helle og Månelia til renseanlegget. Se tabell 8, s. 34.

Kontrollmålinger av vannføring for å sjekke rehabiliteringen. Ekskl. m.v.a. kr 949 000.

3. byggetrinn Utbygging av renseanlegg til kjemisk fellingsanlegg for 2000 pe. Ekskl. m.v.a. kr 2 900 000. Se tabell 8, s. 34.

8. Om man velger andre byggetrinn og ikke har tid til å kontrollmåle vannføringer, bør dimensjonerende vannmengder for renseanlegget settes til  $Q_{dim} = 8.0 \text{ l/s} = 29 \text{ m}^3/\text{h}$  (2000 pe.). Dette forutsetter imidlertid de rehabiliteringstiltak som er foreslått ovenfor, og at det bygges utjevningssasseng.
9. På grunn av ledningsnettets dårlige beskaffenhet har vi ikke sett det hensiktsmessig å trekke nedbørdata inn i våre vurderinger. Det er imidlertid viktig at de nedbørmålinger som pågår fortsetter fremover slik at Kragerø-området med tiden får pålitelige data for korttidsnedbør.

Dersom kontrollmålinger av vannføringen etter at rehabiliteringen er gjennomført viser fortsatt overvannsmengder i ledningsnett, kan regnintensitets-data trekkes inn i beregningen av  $Q_{dim}$ .

## 7. REFERANSER

Johansen, Ole Jakob, Bjarne Paulsrud og Arild S. Eikum: "Bare halvparten av norske kloakkrenseanlegg renser avløpsvannet tilfredsstillende." Teknisk Ukeblad Vol. 123 (1976), Nr. 31, pp. 8-10.

Vråle, Lasse: "Tilføringsgrad for renseanlegg." NIVA-rapport 0-116/76, Oslo 1978.

Statens forurensningstilsyn: "Retningslinjer og veiledning ved valg av avløpssystemer." Oslo 1977.

Chalmers Tekniska Högskola: "Planeringsmodell för dagvatten." Projektbeskrivning." Notat av 29.1.1976.

Statens forurensningstilsyn: "Retningslinjer for håndtering av overvann." Oslo 1978.

Vråle, Lasse: "Bruk av utjevningssassenger for kloakkrenseanlegg. Forprosjekt." NIVA-rapport 0-151/76, Oslo 1977.

Vattenbyggnadsbyrå: "Värderingsmetodikk vid val av åtgärder i avloppsnät." Projektnotat av 14.9.1978.

Molvær, Jarle: "Orienterende hydrokjemisk og biologisk undersøkelse av Hellefjorden, Kragerø." NIVA-rapport 0-68/77, Oslo 1978.

Øren, Kjell: "Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1, Helle rensedistrikt i Kragerø kommune." NIVA-rapport 0

Bendixen, Stein og Lars-Erik Jansen: "Värderingsmetodik för avloppsplanering." Byggeforskningen, Stockholm, R 133:1979.