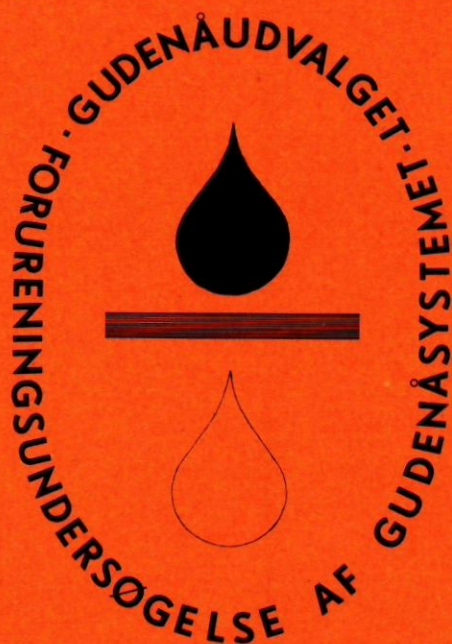

RAPPORT NR. 2 - 1973



GUDENÅUNDERSØGELSEN
Forundersøgelsen 1972. Fællesrapport

Rapport nr. 2 - 1973

GUDENÅUNDERSØGELSEN

Forundersøgelsen 1972, Fællesrapport

Udarbejdet på grundlag af undersøgelser
udført af:

Botanisk Institut, Århus Universitet
Geologisk Institut, Århus Universitet
Vandkvalitetsinstituttet, ATV
Zoologisk Institut, Århus Universitet.

Gudenåudvalget

INDHOLDSFORTEGNELSE

	side
1. FORUNDERSØGELSEN	4
1.1 Forundersøgelsens formål	4
1.2 Forundersøgelsen 1972. Fællesrapport	5
2. FORUNDERSØGELSENS RESULTATER	8
2.1 Gudenåsystemet - vandløb	8
2.1.1 Undersøgelser af kildevæld	8
2.1.2 Matstrup Å	10
2.1.3 Gudenå, opstrøms Silkeborg	14
2.1.4 Gudenå, nedstrøms Silkeborg	15
2.2 Gudenåsystemet - søer	20
2.2.1 Skanderborgsøerne og Mossø	21
2.2.2 Knudsø og Ravnsø	25
2.2.3 Søbygård Sø	27
2.3 Undersøgelse af dambrugsforurening	28
2.3.1 Dambrugsforurening	28
2.3.2 Undersøgelse af dambruget ved Bregnholm Mølle, Matstrup Å	31
2.3.3 Konklusion	38
2.4 Stoftransportundersøgelse	39
2.5 Prøveudtagning og analysering	42
2.5.1 Udledte forureningsmængder sammenlignet med de teoretiske mængder	42
2.5.2 Afprøvning af prøvetagningsudstyr	44
2.6 Konklusion og sammenfatning med henblik på Gudenåundersøgelsen 1973-75	46
2.6.1 Konklusion	46
2.6.2 Sammenfatning med henblik på Gudenåunder- søgelsen 1973-75	49
3. OPLÆG TIL GUDENÅUNDERSØGELSEN 1973-75	52
3.1 Formål	52
3.2 Program for Gudenåundersøgelsen 1973-75	53
3.2.1 Spildevandstilførsler og andre tilførsler af forurenende stoffer	53

3.2.2	Biologisk vandkvalitet	55
3.2.3	Supplerende informationer	56
3.2.4	Detailprogram	57
3.3	Budget for Gudenåundersøgelsen 1973-75	57
3.4	Gennemførelsen af Gudenåundersøgelsen 1973-75	60
3.4.1	Undersøgelsesarbejdet og ledelse	60
3.4.2	Tidsplan	61
4.	ORDFORKLARING	62

1. FORUNDERSØGELSEN

De praktiske undersøgelser i Gudenå er i 1972 udført som en forundersøgelse omfattende udvalgte afsnit af Gudenåsystemet og udvalgte emner inden for vandforurening.

Ved Forureningskonferencen om Gudenåsystemet den 2. marts 1972 blev det vedtaget at nedsætte et udvalg, Gudenåudvalget, til styring af undersøgelsesarbejdet i Gudenåsystemet. Gudenåudvalgets teknikergruppe udarbejdede herefter et program for en forundersøgelse omfattende dels en registrering af Gudenåsystemets nuværende spildevandsbelastning og dels en orienterende undersøgelse af Gudenåsystemet.

I Gudenåudvalgets rapport nr. 1, 1973, er der meddelt resultatet af amtsvandvæsenernes registrering af Gudenåsystemets spildevandsbelastning.

I nærværende rapport (Gudenåudvalgets rapport nr. 2) gives en oversigt over resultater - og konklusioner - fra forundersøgelserne i de udvalgte afsnit af Gudenåsystemet. Rapporten bringer tillige forslag til program for den egentlige forureningsundersøgelse i hele Gudenåsystemet, Gudenåundersøgelsen 1973-75.

1.1 Forundersøgelsens formål

Formålet med de praktiske forureningsundersøgelser i Gudenåsystemet i 1972 har været:

at tilvejebringe et undersøgelsesmateriale, der sammen med amtsvandvæsenernes undersøgelser af den nuværende spildevandsbelastning kan danne grundlag for den egentlige Gudenåundersøgelse 1973-75.

Fra de praktiske undersøgelser foreligger nu:

- 1) Et materiale, som omfatter en række data for forureningsstilstanden i Gudenåsystemet i 1972.
- 2) Vejledende resultater af metodeudvikling og afprøvning af analyseteknik.

3) Erfaringer med hensyn til udnyttelse af undersøgelseskapacitet.

Det praktiske undersøgelsesarbejde er især udført i perioden juni - november 1972, men observationsmaterialet er delvis indsamlet før juni 1972, f.eks. vedrørende undersøgelser af søer, dambrug og vandløbsvegetation, ligesom nogle observationer er blevet fortsat i 1973. En del af det indsamlede observationsmateriale har især værdi i sammenhæng med andre undersøgelser, og en del grunddata kan først tillægges en værdi, når mere omfattende observationsserier etableres.

Der er i Forundersøgelsen udviklet og afprøvet undersøgelsesmetoder, f.eks. i forbindelse med måling af dambrugs forurening, og afprøvning af eksisterende automatisk prøveudtagningsudstyr. Metodeudvikling har i øvrigt særligt været koncentreret om sedimentanalyser, idet disse er blevet afprøvet på sediment fra Søbygård Sø, Skanderborg Søerne og Mattrup Å.

Der er under Forundersøgelsen etableret et fagligt samarbejde - dels mellem ovennævnte institutioner, dels et samarbejde med tekniske og videnskabelige institutioner, der arbejder inden for vandforurening - der er ubetinget nødvendigt for et effektivt udbytte af en samlet undersøgelse af Gudenåen 1973-75.

1.2 Forundersøgelsen 1972. Fællesrapport

Forundersøgelsen i Gudenåsystemet 1972 er udført af følgende institutioner:

Botanisk Institut, Århus Universitet
Geologisk Institut, Århus Universitet
Vandkvalitetsinstituttet, ATV
Zoologisk Institut, Århus Universitet.

Pr. 15. januar 1973 har ovennævnte institutioner afgivet rapporter for hver deres del af Forundersøgelsen:

- Botanisk Institut: "Undersøgelser over koncentration af næringssalte i vandløb og søer samt sedimentundersøgelser m.v. (Matstrup Å, Gudenåens øvre tilløb, søer)".
- Geologisk Institut: "Materialtransport, vandføring og sedimentation i afløbet fra Søbygård Sø (Gjern Å)".
- Vandkvalitetsinstituttet: "Recipientundersøgelse for Gudenåudvalget, Forundersøgelse 1972 (Tåning Å, Møllebæk-Søbygård Sø-Gjern Å, samt Gudenå nedstrøms Silkeborg)".
- Zoologisk Institut: "Zoologisk-økologisk undersøgelse ved Bregnholm Mølle Dambrug, Matstrup Å".

I nærværende rapport: "Forundersøgelsen 1972. Fællesrapport" er sammenfattet de undersøgelser, som de nævnte fire institutioner har udført. Desuden indeholder rapporten oplæg til Gudenåundersøgelsen 1973-75.

I Fællesrapportens afsnit 4 findes en fortegnelse over de i rapporten anvendte fagudtryk.

GUDENÅ - SYSTEMET



Fig. 2.1.1.

2. FORUNDERSØGELSENS RESULTATER

2.1 Gudenåsystemet - vandløb

Vandløbsstrækninger af Gudenå og sidetilløb af Gudenåen er blevet undersøgt således:

- 1) Kildevæld ved Salten Å, Nørre Å og Hald Sø
- 2) Mattrup Å
- 3) Gudenåen nedstrøms Silkeborg

(lokaliteterne fremgår af figur 2.1.1).

2.1.1 Undersøgelser af kildevæld

Fire vældområder i Gudenå's afstrømningsområde (ved Salten Å, Nørre Å og Hald Sø) indgår i en økologisk undersøgelse af vældvegetation, som er indledt af Botanisk Institut. Der er bl.a. tale om studier over vegetationsændringer i relation til afstrømningsforhold.

Det synes, som om flere af de organismer, som er karakteristiske for de helt rene kilder, er ved at forsvinde fra en række europæiske lokaliteter.

Dette gælder i danske væld således bl.a. en mosart (*Paludella squarrosa*) og gul stenbræk (*Saxifraga hirculus*). Opdyrking, herunder dræning og tilførsel af kunstgødning, er utvivlsomt en medvirkende årsag til sådanne planters tilbagegang.

Økologiske undersøgelser over danske kilder (vældområder) kan have særlig betydning ved beskrivelse af vandkvalitet, f.eks. i relation til rekreative anvendelser. Endvidere må det anses for ønskeligt at etablere et "reference-materiale" vedrørende vandkvalitet i de rene kilder i Gudenå's afstrømningsområde. Et sådant "reference-materiale" må bl.a. tillægges værdi i forbindelse med vurdering af vandkvalitet i afstrømning fra landbrugsområder og fra dambrug.

Der er foretaget syv udtagninger af vandprøver fra ovennævnte kildevæld i 1972, og disse vandprøver er bl.a. analyseret for plantenæringsstofferne ammoniakkvælstof ($\text{NH}_3\text{-N}$),

nitrat-kvælstof ($\text{NO}_3\text{-N}$) og orthofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$). Som typisk eksempel på koncentrationsværdierne er angivet figur 2.1.2, der viser målte maksimum- og minimumværdier for væld i Skærbæk Plantage, syd for Kolkær, Skærbæk (til Salten Å).

Det bemærkes, at der i enkelte af de undersøgte målebrønde er konstateret lokal forurening. I samtlige øvrige brønde er der målt $\text{NH}_3\text{-N} < 100 \mu\text{g/l}$.

I de øvre småvandløb i området omkring Kolkær, Lillebæk til Salten Å og Kolkær-afløbet samt -vældet er der målt følgende stofkoncentrationer:

1972-08-30, $\mu\text{g/l}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	Total-P	$\text{NO}_3\text{-N}$	Total-N
Kilder ved Kolkær	1-6		3-9	285-305
Afløbet fra Kolkær	5		10	264
Lillebæk ved vej	14		656	905
Bjergskov Bæk (08-02/09-05)	50-200	70-300	2400-3000	2800-3500
Grundvand maksimalværdier		100		1000

Tabel 2.1.1 Stofkoncentrationer; vandløb omkring Kolkær samt Bjergskov Bæk.

Selv om antallet af undersøgte vældområder og antallet af prøvetagninger er relativt lille, kan det dog tillige bemærkes, at også værdierne for total N er lave. Til sammenligning kan tjene overjordiske "småvandløb", som fungerer som tilløb til de øvre vandløbsstrækninger i Gudenåsystemet. Særligt er indholdet af $\text{NO}_3\text{-N}$ stort i næsten alle de øvre tilløb, også hvor målinger er udført i "småvandløb", f.eks. Bjergskov Bæk, jfr. tabel 2.1.1.

Sammenholdes værdierne for total-fosfor og total-kvælstof i Bjergskov Bæk med maksimalværdierne for grundvandets indhold af total-fosfor og total-kvælstof, ses det, at der er sket en koncentrationsforøgelse, som må forklares ved stoftilførsel fra bebyggelser og landbrugsafstrømning.

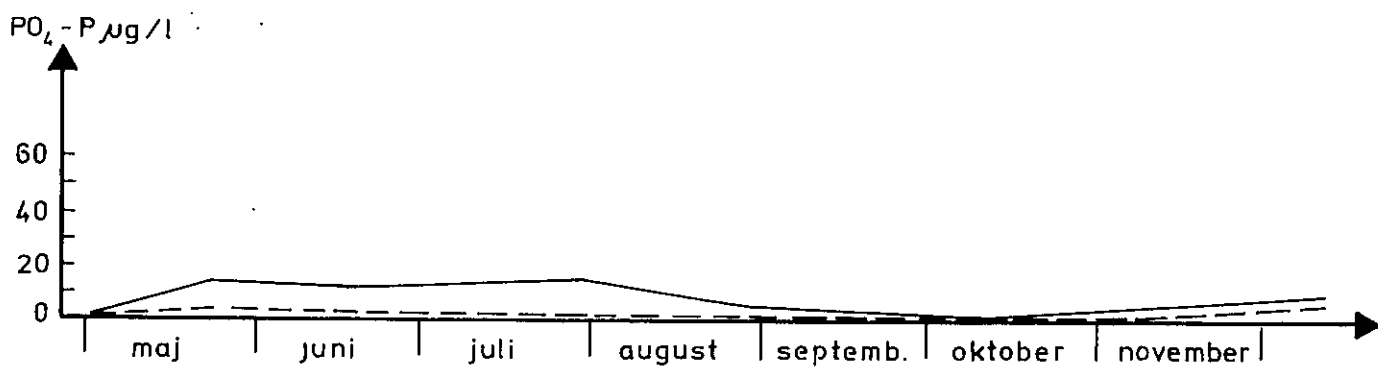
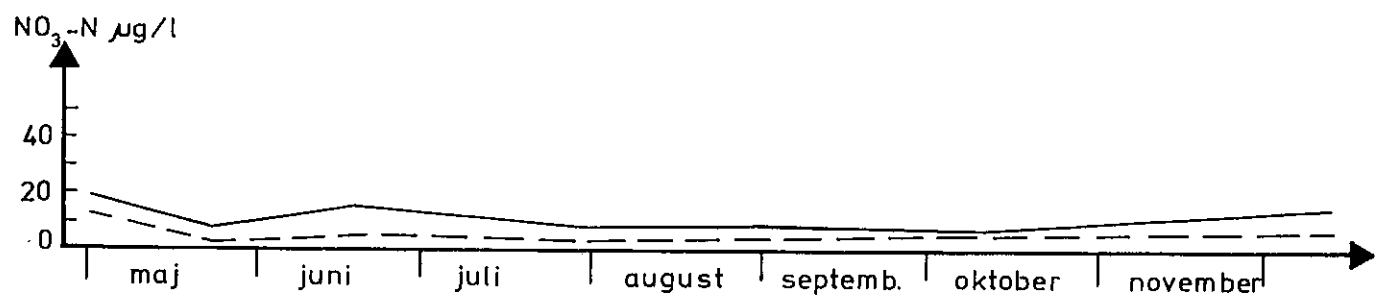
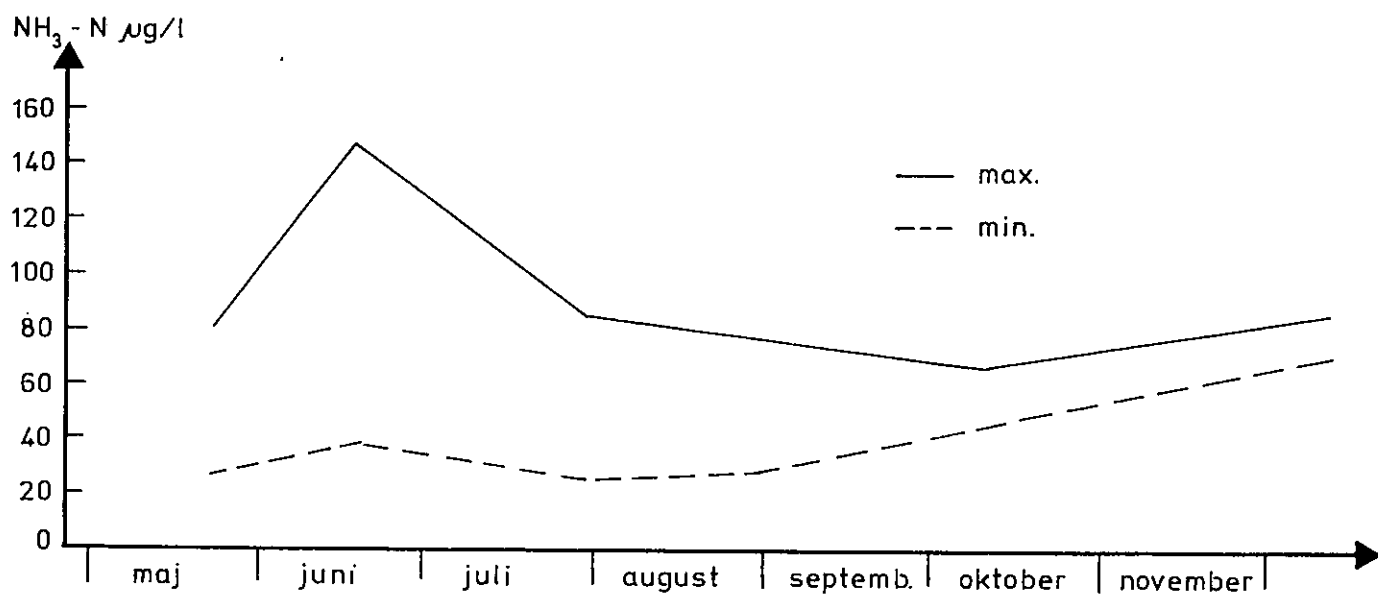


FIG. 2.1.2. - Kildevæld i Skærbæk Plantage (syd for Kolkær).

2.1.2 Matstrup Å

Der er udført orienterende sedimentanalyser i vandløbet samt foretaget en række vandanalyser. Formålet har været at supplere tidligere undersøgelser over vandløbsvegetationen i Matstrup Å, særligt med henblik på at påvise en eventuel effekt forårsaget af forurening fra dambrug. (Vedrørende dambrugsundersøgelsen, se afsnit 2.3).

Vandløbsvegetationen i Matstrup Å viser tydelige forskelle i artssammensætningen ned gennem vandløbet. Dette fremgår af tabel 2.1.2, hvor de dominerende arter er angivet med +++ og følgearterne med +.

Art	Station MÅ (Matstrup Å) nr.				
	10	14	15	23 L	27
Catabrosa Aquatica	+				
Montia lamprosperma	+				
Glyceria fluitans	+	+	+		
Equisetum palustre	+		+		
Callitriche stagnalis	+++		+	+	+
Elodea canadensis	+++		+		+
Ranunculus peltatus	+++	+	+++	+++	+
Sium erectum	+		+	+	+
Myriophyllum alterniflorum			+		
Potamogeton perfoliatus		+++	+		
Potamogeton alpinus			+++		+
Sparganium simplex	+		+	+++	+++
Potamogeton crispus			+		+
Potamogeton pectinatus				+++	+++

Tabel 2.1.2 Vandløbsvegetation, Matstrup Å.

Årsrytmen, herunder vegetationens tilvækst under forskellige årstider, er ikke ens på de respektive stationer. F.eks. vokser vegetationen på MÅ 27, Lillebro, meget tidligt frem til en tæt og kraftig vandløbsvegetation i forhold til de øvrige lokaliteter. Væksthastigheden er her meget stor først på sæsonen. Endvidere er det ved MÅ 10, Hallebro, vist, at gentagen afhøstning i juli-august ikke her har indflydelse

på væksthastigheden, der i dette øvre vandløbsafsnit er stor i eftersommeren.

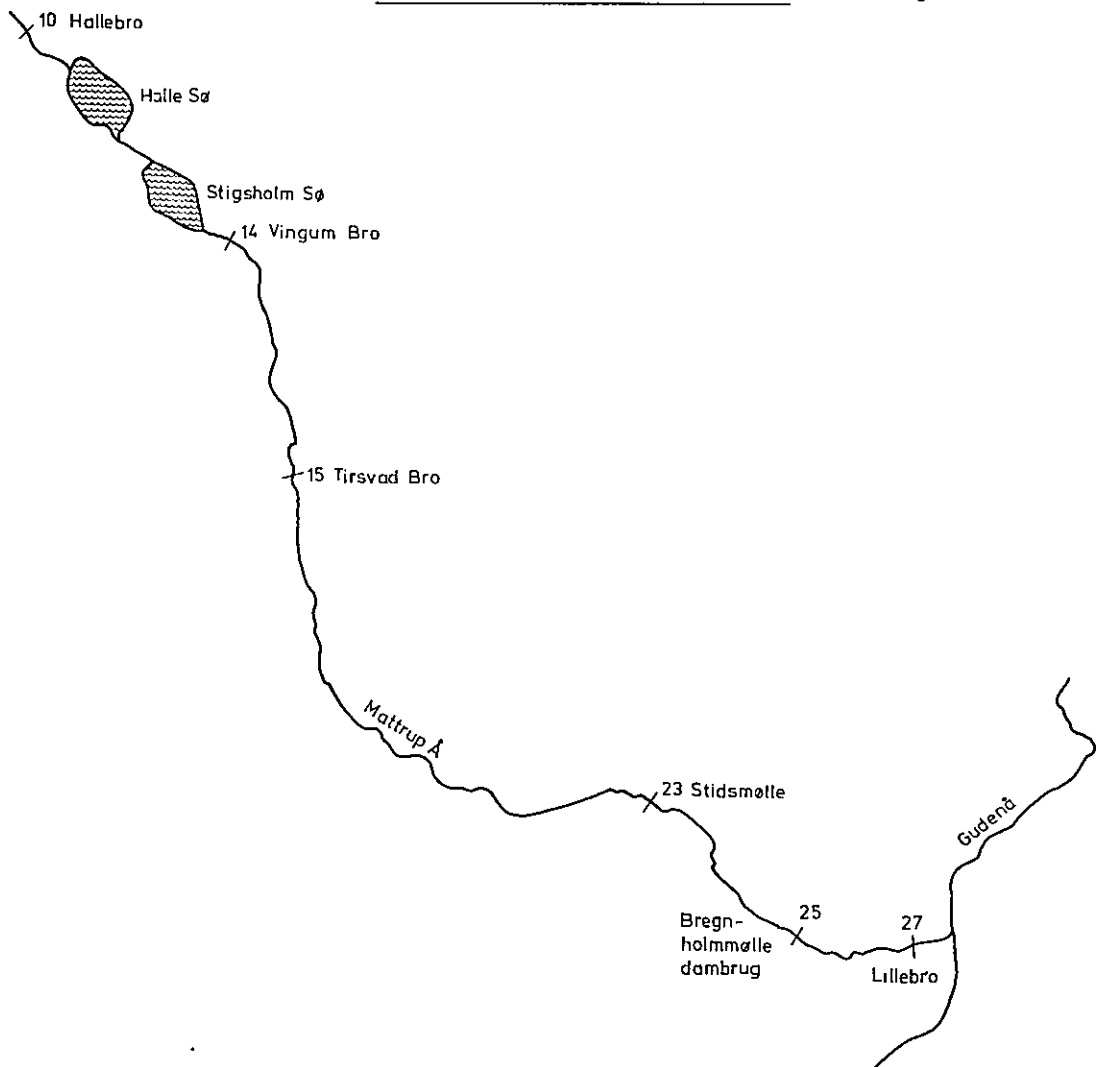
Den maksimale standing crop (overjordisk biomasse) er i 1971 målt til følgende værdier:

MÅ 10, Hallebro,	ca. 215 g tørstof/m ²
MÅ 14, Vingum Bro,	ca. 56 g tørstof/m ²
MÅ 23, Stidsmølle,	ca. 77 g tørstof/m ²
MÅ 27, Lillebro,	ca. 258 g tørstof/m ²

(stationsplaceringen fremgår af figur 2.1.3).

Stationsplacering, Matstrup Å

Figur 2.1.3



Der er ikke grundlag for at antage, at der i noget afsnit af Matstrup Å (undtagen Kongsø - Fuglemose) skulle forekomme begrænsning i grødetilvæksten på grund af manglende tilførsel af kvælstof- eller fosfor-komponenter.

De i 1972 udførte undersøgelser har bekræftet antagelsen om, at der tilføres vandløbsvegetationen ved Vingum Bro, MÅ 14, overskud af tilgængelige næringssalte, også selv om de ovenfor liggende søer tilbageholder store mængder af kvælstof.

1972-undersøgelserne synes således at have bekræftet, at der i et vegetationsrigt vandløb som Mattrup Å ikke forekommer simple relationer mellem vandløbsvegetationens stofproduktion og åvandets koncentrationer af næringssalte.

Det ses, at den maksimale standing crop er af samme størrelsesorden ved den øvre lokalitet, MÅ 10 Hallebro, og ved den nedre, MÅ 27 Lillebro. Men vegetationen er f.eks. i henseende til artssammensætning meget forskelligt udviklet på de to lokaliteter.

Ved Stidsmølle, MÅ 23, er den fundne maksimale standing crop kun ca. 1/3 af værdierne fra MÅ 10 og 27. Endelig er der ved Vingum Bro, MÅ 14, fundet endnu lavere værdier.

Som sandsynlig årsag til vandløbsvegetations lave årsproduktion på strækningen ved Stidsmølle, MÅ 23, må der - også efter de nu i 1972 udførte undersøgelser - peges på skyggevirksomheden fra en tæt bestand af træer. For Vingum Bro, MÅ 14, er der sandsynlighed for, at lav produktion skyldes en rigelig forekomst af epifytiske alger. Disse mange, små alger, der vokser på stængler og blade af vandløbsvegetation, er til stede i stort tal netop ved Vingum Bro. Der må tillægges disse epifytiske alger en "skyggevirksomhed" eller anden hæmmende effekt.

Forurening og vandløbsvegetation

Ud fra almindelige økologiske betragtninger over de sandsynlige relationer mellem forurening fra dambrug og vandløbsvegetation kan der - på vandløbsstrækninger neden for dambrug - forventes at forekomme vegetationsændringer i retning mod:

- 1) et færre antal arter af submerse vandløbsplanter,
- 2) en større årlig stofproduktion for enkelte af de tilbageværende (evt. koloniserende) arter,

- 3) et stigende antal mikroalger (eventuelt få arter med stor årlig stofproduktion), voksende på større vandløbsplanter (epifytisk) og på sten, bund, etc.,
- 4) en stigende forekomst af trådformede alger (især grøn-alger), eventuelt få arter med stor årlig stofproduktion,
- 5) ved slamaflejringer (og anden forurening med større effekt, end forudsat i det foregående): få eller ingen submerse vandløbsplanter i vandløbet, eventuelt en rigelig forekomst af trådformede alger og/eller mikroalger.

I Mattrup Å er vandløbsvegetationen på strækningen fra MÅ 1 Bækholm Bro til MÅ Hallebro ændret i de seneste 10-15 år. Disse vegetationsændringer i vandløbet neden for dambruget ved Bækholm er af karakter som anført under 1) og 2). F.eks. er *Myriophyllum alterniflorum* forsvundet; *Montia lamprosperum* er aftaget i hyppighed; *Elodea canadensis* er tiltaget i arternes indbyrdes mængdeforhold.

Ved MÅ 14 Vingum Bro er der registreret en rigelig forekomst af mikroalger, jfr. ovenfor under 3). Denne forekomst kan eventuelt være en effekt fra dambrug (i perioder 4 dambrug i drift omkring søerne) og/eller fra de ovenfor liggende søer. Der foreligger ikke sådanne observationer fra før 1970, som kan beskrive indtrufne ændringer.

Fra MÅ 15 til MÅ 16 ændres vandløbets vegetation afgørende, særligt i henseende til artssammensætning. Af de 9 submerse arter ved MÅ 15 forekommer kun de to arter på den regulerede strækning ved MÅ 16. Efter tilløb fra dambrug er der på strækningen omkring Skade Bro kun en submers art tilbage (vandpest, *Elodea canadensis*).

2.1.3 Gudenå, opstrøms Silkeborg

Der foreligger et stort datamateriale for stationer i området opstrøms Silkeborg, dels fra Gudenåens hovedløb og dels fra mange af de mindre løb.

En del af dette materiale hører naturligt under undersøgelserne af Gudenåsystemets søer, jfr. afsnit 2.2.

2.1.4 Gudenå, nedstrøms Silkeborg

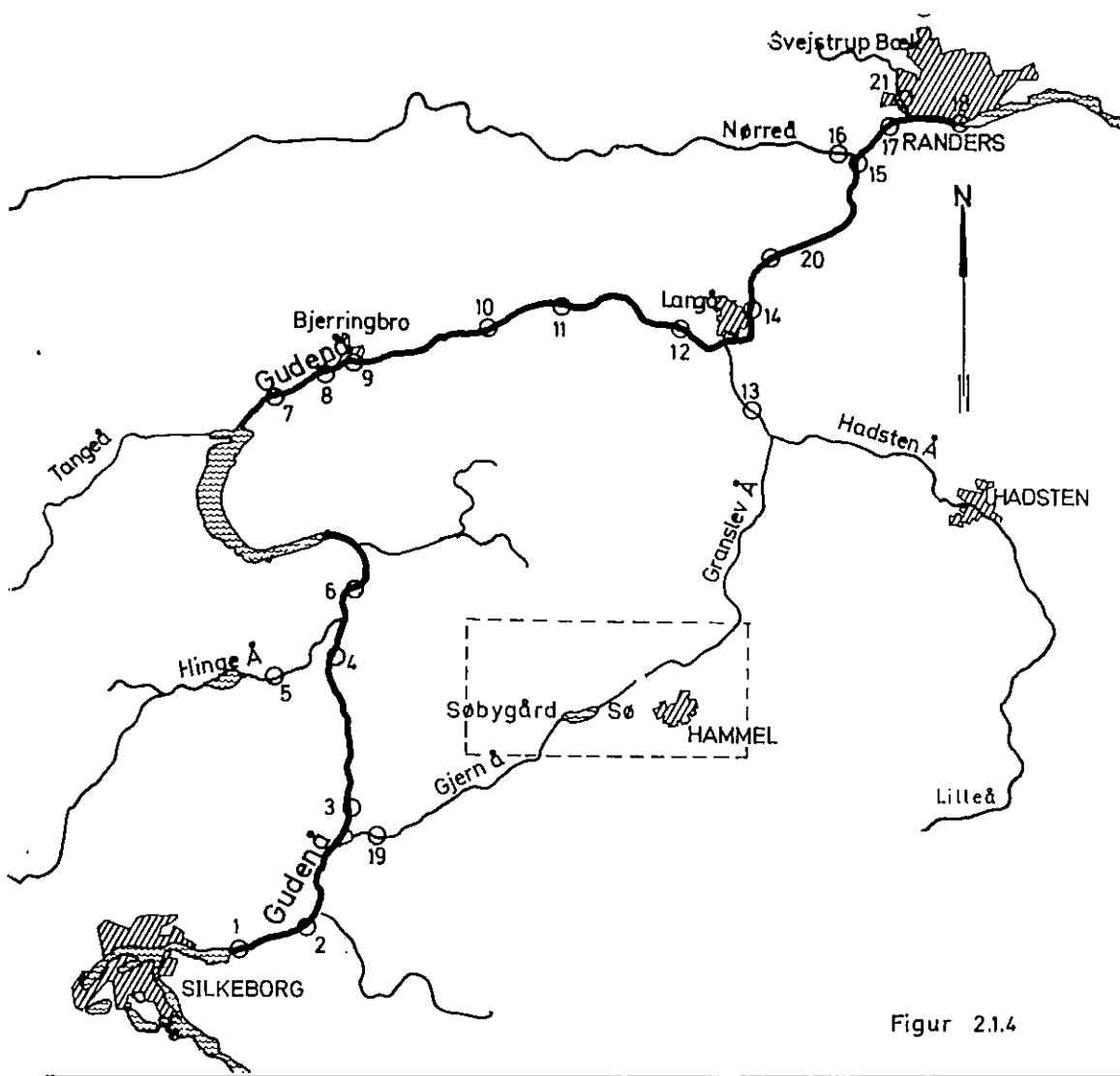
Med henblik på at undersøge den forekommende vandkvalitet i Gudenåen nedstrøms Silkeborg blev der i to måleperioder udtaget enkeltprøver i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg Langsø til Randers samt i enkelte af de større tilløb. Målestationernes placering fremgår af fig. 2.1.4. Fig. 2.1.5 viser i skematisk form sekvensen af stationerne. Denne sekvens er anvendt på kurverne over koncentrationsforløbet af de undersøgte stoffer.

Ved Tvilum (mellem st. 3 og 4) har Hedeselskabets Hydrometriske Undersøgelse en permanent station for vandføringsmåling. Der udføres ikke vandføringsmålinger andre steder på undersøgelsesstrækningen. Der må dog antages at være en sammenhæng mellem vandføringen ved Tvilum og ved de øvrige stationer i Gudenåen, således at en forøgelse/formindskelse af vandføringen ved Tvilum vil betyde en forøgelse/formindskelse af vandføringen ved de øvrige stationer.

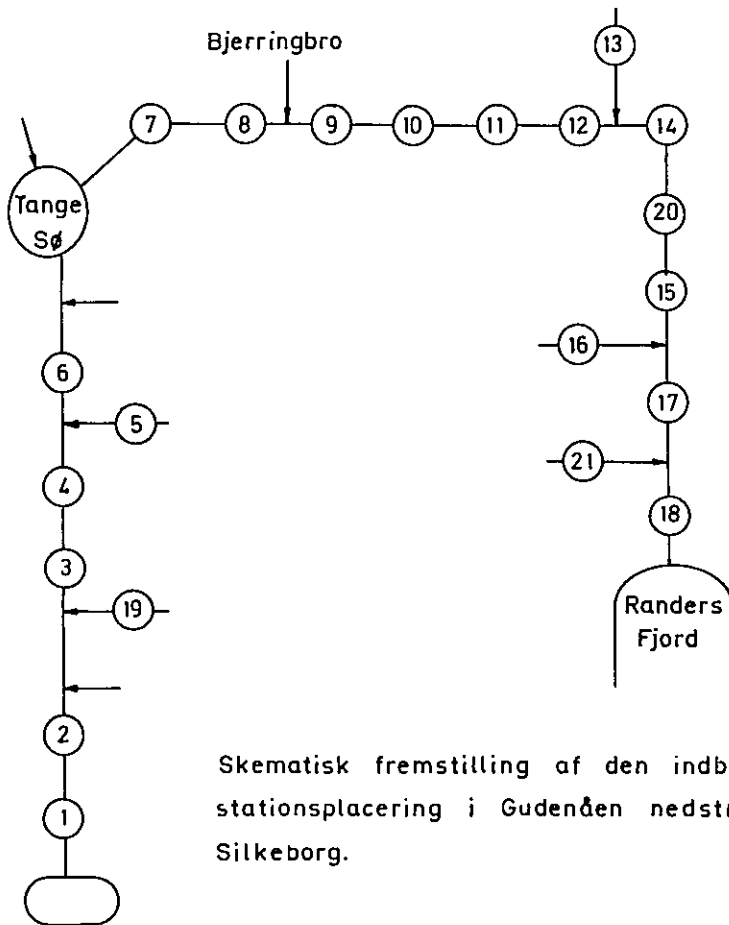
Tabel 2.1.3 viser værdier for vandføring ved Tvilum i undersøgelsesperioderne:

Dato	Vandføring ved Tvilum, l/sek.	Prøvetagning kl.	Vejrforhold
25/7	10.800		
26/7	10.650	14,45 - 18,45	Frisk vind, skyer, delv. sol
27/7	10.050	02,50 - 05,30	Sagte regn, fra kl. 03,00 tordenagtig regn
30/7	11.200		
31/7	13.500	15,20 - 18,40	
1/8	15.200	03,45 - 06,30	
22/10	11.400		
23/10	10.400	09,52 - 16,15	

Tabel 2.1.3 Vandføring ved Tvilum.



Figur 2.1.4



Silkeborg Langsø

Figur 2.1.5

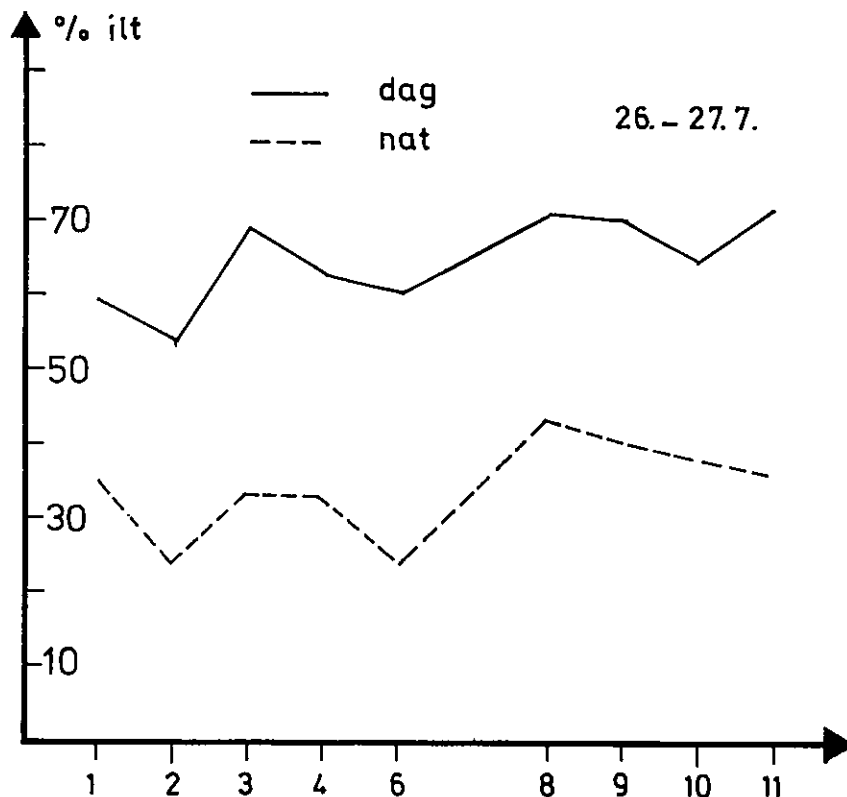
Skematisk fremstilling af den indbyrdes stationsplacering i Gudendåen nedstrøms Silkeborg.

Vandføringstallene er oplyst af Hedeselskabets Hydrometriske Undersøgelser.

Opløst ilt

Som eksempel på iltforholdene i Gudenå på strækningen fra Silkeborg Langsø (st. 1) til Ulstrup (st. 11) er angivet iltindhold ved dag/nat observationer 26. - 27. juli (fig. 2.1.6). Målingerne den 26. - 27. juli viser stor forskel mellem iltindholdet målt om dagen og målt om natten. Om dagen varierer iltindholdet mellem 54 % og 72 % af iltindholdet ved mætning, medens det om natten varierer mellem 24 % og 44 %. Denne forskel mellem dag- og natiltindhold, som er velkendt fra andre vandløb, skyldes bl.a. åens plantevækst, som i dagtimerne - men kun i dagtimerne - producerer ilt. Denne iltproduktion er så stor, at åens iltforbrug, bl.a. også ved planternes ånding, kun registreres som lavt iltindhold i åvandet om natten.

Iltindhold ved prøvetagningsstationerne i Gudenåen.



Figur 2.1.6

De maksimale og minimale iltkoncentrationer omregnet til absolutte værdier (mg O₂/l) fremgår af tabel 2.1.2.

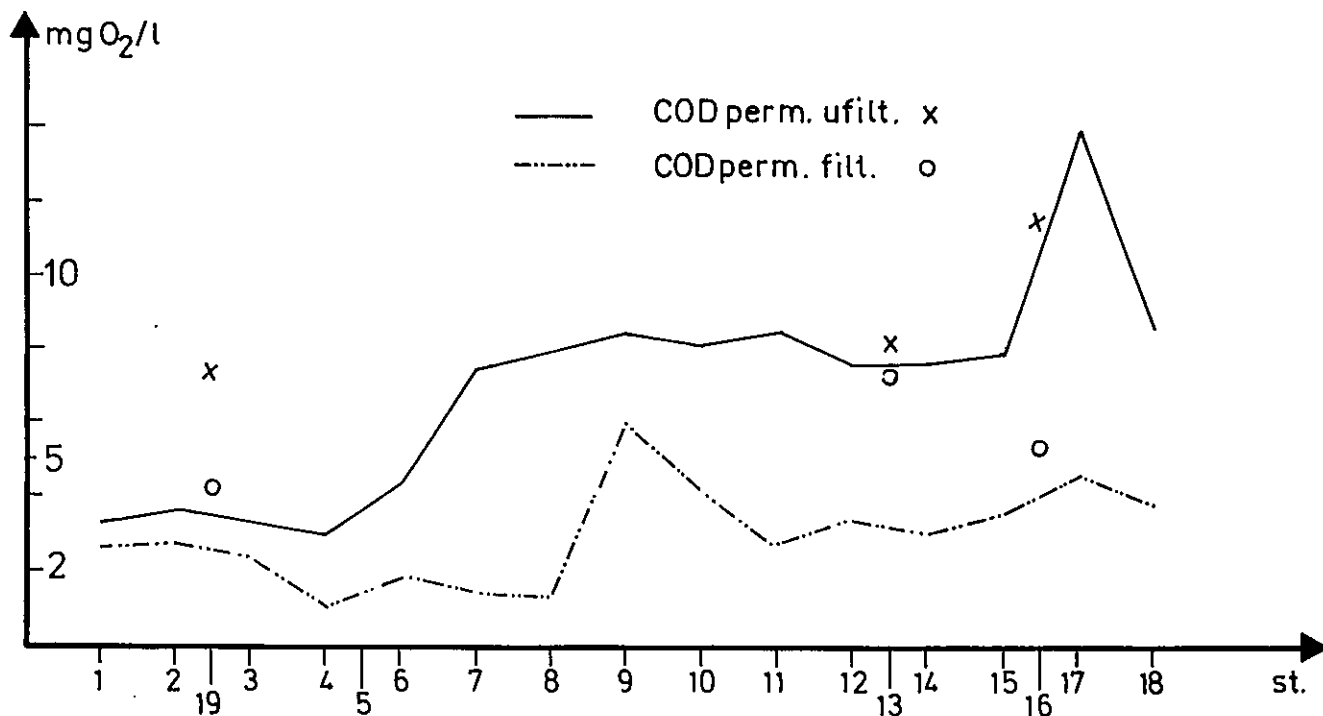
	Opløst ilt, mg O ₂ /l	
	Maksimal	Minimal
26/7 dag	6,4	4,8
27/7 nat	4,0	2,2
31/7 dag	7,9	5,0
1/8 nat	6,0	4,3
23/10 dag	9,4	6,0

Tabel 2.1.2 Maksimale og minimale, målte iltkoncentrationer i Gudenåen.

Organisk stof

Tilføres en vandmasse nedbrydeligt organisk stof, f.eks. ved en spildevandsudledning, vil bakteriel nedbrydning af det organiske stof finde sted under forbrug af ilt. Dette iltforbrug kan blive så kraftigt, at vandmassens iltindhold bringes ned under de grænser, hvor fisk kan trives.

Det er derfor vigtigt at vide, hvor meget organisk stof en given vandmasse indeholder. Som mål herfor er der foretaget en analysering af CODperm (betegnelse for kemisk analyse af organisk stof ved anvendelse af permanganat), dels totalt og dels på filtrerede prøver. Koncentrationsværdierne den 23.10.1973 (dag) for st. 1 - 18 er angivet på figur 2.1.7. Det fremgår heraf, at der sker en stigning i indholdet af organisk stof efter st. 7, (dette skyldes algevækst i Tange Sø). Herefter er indholdet af organisk stof stort set uændret, idet der parallelt med den naturlige nedbrydning af organisk stof sker en tilførsel af organisk stof fra bl.a. spildevandstilførsler. Dette kommer til udtryk ved station 9 efter spildevandsudledningen ved Bjerringbro, hvor der er en koncentrationstop på kurven over filtreret organisk stof (CODperm, filt). Endelig Nørreåen (station 16) tilfører Gudenå store mængder organisk stof.



Koncentration af oxiderbart materiale i Gudenåen, 23.10.72 Fig. 2.1.7

Næringssalte

Kvælstofforbindelser

Ved de her udførte målinger er koncentrationen af total kvælstof i Gudenå gennemgående mindre end 2 mg N/l. Heraf udgør koncentrationen af partikulære kvælstofforbindelser 0,1 - 1 mg N/l.

Koncentrationen af opløste kvælstofsalte (nitrat og ammoniakkvælstof) er ret ens ved de forskellige prøvetagninger.

Koncentrationen af nitrat-kvælstof vokser jævnt fra station 1 til station 4 (station 6), hvorefter den aftager ved åvandet passage gennem Tange Sø. Dette skyldes antageligt, at nitrat bliver optaget af alger i søen. På strækningen fra Tange Sø til Randers vokser nitratkoncentrationen jævnt.

Koncentrationen af ammoniakkvælstof aftager jævnt fra Silkeborg Langsø til Randers.

Fosforforbindelser

Koncentrationen af total fosfor i Gudenå er gennemgående mindre end 0,5 mg P/l. Heraf udgør koncentrationen af par-

tikulære fosforforbindelser 0,05 - 0,3 mg P/l.

Koncentrationen af orthofosfat viser ringe variation ved de forskellige prøvetagninger, og der er ikke stor koncentrationsvariation i åens længderetning.

2.2 Gudenåsystemet - søer

Et af problemerne vedrørende forureningen af vore vandområder, d.v.s. vandløb, søer, fjorde og havområder, er tilførslen af plantenæringsstoffer, som fremmer algevæksten i de nævnte vandmiljøer.

Særligt i søer og fjordområder har tilførslen af næringsstoffer gennem landbrugsafstrømning og spildevandsudledning betydet øget produktion af organisk stof, ofte betegnet eutrofiering. En eutrofieret sø er karakteriseret ved sit grønne udseende - "grønkålssuppe" - som skyldes stort indhold af planktonalger. På grundlag af algeproduktionen målt som g C/m²/år har man inddelt søerne i tre grupper således:

Karakteristik	Grundlag for karakteristik	Produktion g C/m ² /år
A	rene søer, ingen tilførsel af spildevand	100 g C/m ² /år
B	forurenede søer med nogen tilførsel af spildevand	140 - 500
C	stærkt forurenede søer, med en betydelig tilførsel af spildevand (recipienter, ofte af ringe størrelse). Ingen submers vegetation. (Transparens under langvarigt sommer-maksimum mindre end ca. 0,5 m).	400 - 1200

Gruppe A forbeholdes de helt rene søer (med søvand af "høj kvalitet") uden hensyntagen til traditionelle sø-inddelinger.

Gruppe C forbeholdes stærkt forurenede (eutrofierede) søer m.v.

Gruppe B omfatter både søer, som er forurenede i ringe grad, og søer, som er betydeligt forurenede (evt. "på vej mod gruppe C"). Kun de stærkt eutrofierede (f.eks. submers vegetation forsvundet) overføres til gruppe C.

I Gudenåsystemet er der foretaget opdeling af 17 søer således:

Lok. nr.	Produktion g C/m ² /år	Karakteristik	Bundvegetation	Undersøgelsesår	Ny undersøgelse udført
Velling Igelsø	40-50	A	+++	1968	
Almind Sø	60	A	+++	1963-68	spredt
Granelangsø	65	A	+++	1950-51	C. Nygård
Slåensø	70	A	+++	1962-63	1966
Torsø	140	B	++	1962-63	
Karlsø	150	B	++	1968	
Knudsø	180	B	++	1962	1967-70
Ellesø	205	B	0	1962-63	
Aunsø	250	B	+	1962	
Mossø	400	B	+	1965-69	1972
Julso	400	B	(+)	1962	
Borresø	400	B	(+)	1962-63	1966-68
Brassø	400	B	0	1962	
Skanderborg Sø	400	B	(+)	1964-66	1968-72
Bryrup Langsø	(400)	B	(+)	1968	1970
Silkeborg Langsø	400	C	0	1962	
Lillesø, Skanderborg	1200	C	0	1968-70	1968-72

Tabel 2.2.1 Karakteristik på grundlag af produktionen.

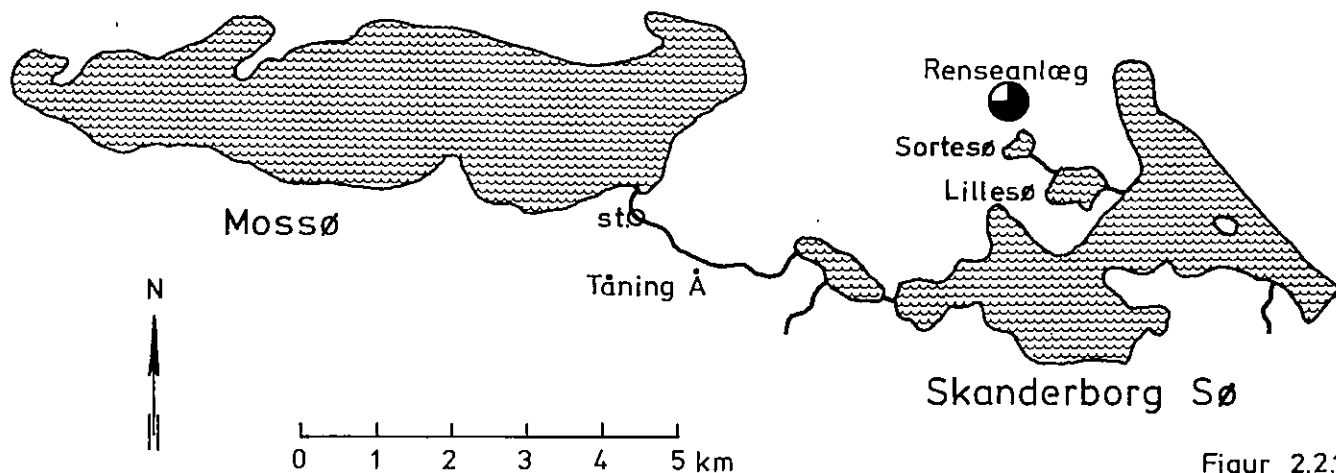
Ved Forundersøgelsen er der foretaget undersøgelser i

- 1) Skanderborgsøerne og Mossø
- 2) Knud Sø og Ravn Sø
- 3) Søbygård Sø.

2.2.1 Skanderborgsøerne og Mossø

Ved etableringen af Skanderborg bys centralrenseanlæg er der valgt en placering oven for Sortesø og med udledning til denne stærkt tilgroede sø. Afstrømningen fra Sortesø

foregår gennem en grøft til Lillesø og videre under Dagmarbro til den egentlige Skanderborg Sø. Herfra er der vest for Nybro afløb gennem Tåning Å, via Fulbro Mølle til Mossø.



Figur 2.2.1

Ved valget af den øverste af Skanderborgsøerne som recipient har man opnået den størst mulige opholdstid for det udledte spildevand, inden afløb til Mossø finder sted. Det har været hensigten herved at bidrage til at etablere de efter omstændighederne bedst mulige forudsætninger for at opretholde en acceptabel vandkvalitet i Mossø.

Samtidig med at ønsket om at beskytte Mossø således er blevet tilgodeset, har anvendelsen af den øverste af Skanderborgsøerne som recipient for det - endnu kun delvis rensede - spildevand naturligvis medført en voksende belastning af såvel Sortesø som Lillesø og delvis også af den større Skanderborg Sø, jfr. tabel 2.2.1. Der må - også efter renseanlæggets udbygning med biologisk rensning - forudses en udvikling, hvor der ikke umiddelbart gennem de hidtil planlagte foranstaltninger vil kunne opnås en acceptabel vandkvalitet i f.eks. den store Skanderborg Sø.

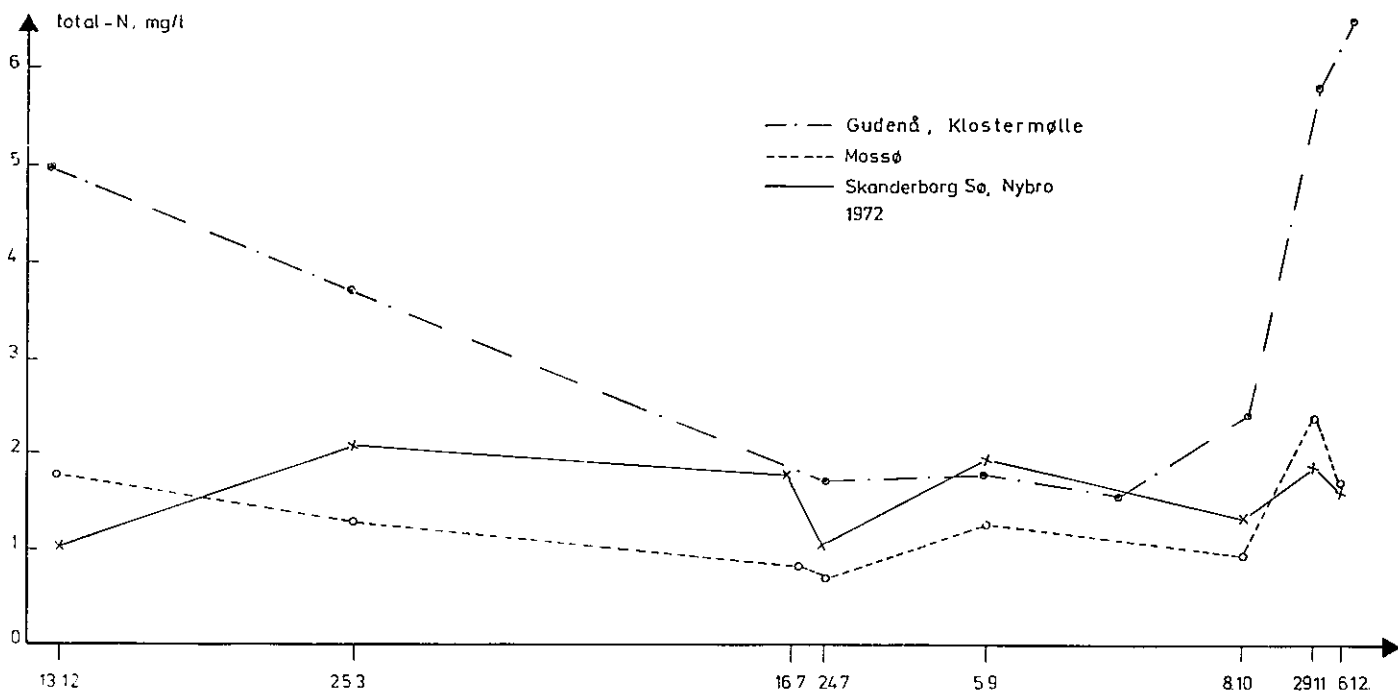
Nødvendigheden af mere vidtgående foranstaltninger drøftes da også bl.a. som en etablering af kemisk rensning, oprensning med fjernelse af slam fra Sortesø og Lillesø samt endvidere en udnyttelse af opholdstiden i Sortesø og Lillesø til yderligere aktiv spildevandsbehandling.

For at kunne angive blot tilnærmelsesvis nødvendigheden af f.eks. de her nævnte - ganske omfattende - foranstaltninger, og endvidere kunne beskrive de respektive indgrebs effekt, i relation til den fremtidige vandkvalitet i henholdsvis Lillesø, Skanderborg Sø og Mossø må bl.a. intensive undersøgelser af hele recipientsystemet, incl. Mossø, udføres.

De biologiske undersøgelser, som Hans Mathiesen i årene 1964-71 har udført i samarbejde med Skanderborg kommune, har især haft til formål at tilvejebringe oplysninger om Skanderborgsøernes tilstand forud for de ændringer i spildevandsforholdene, som nu delvis er bragt til udførelse.

Endvidere har undersøgelserne i den senere periode tillige haft til formål at registrere sådanne ændringer i søernes tilstand, som måtte indtræde i takt med den videre udbygning af spildevandsrensningen.

I perioden november 1971 - december 1972 er der gennemført 10 analyseserier i søsystemet. Som eksempel på analyseresultaterne er angivet figur 2.2.2 visende koncentrationsforløbet af total kvælstof som funktion af tiden for Skanderborg Sø og Mossø (vandprøver udtaget i overfladen) samt for Gudendå's tilløb til Mossø.



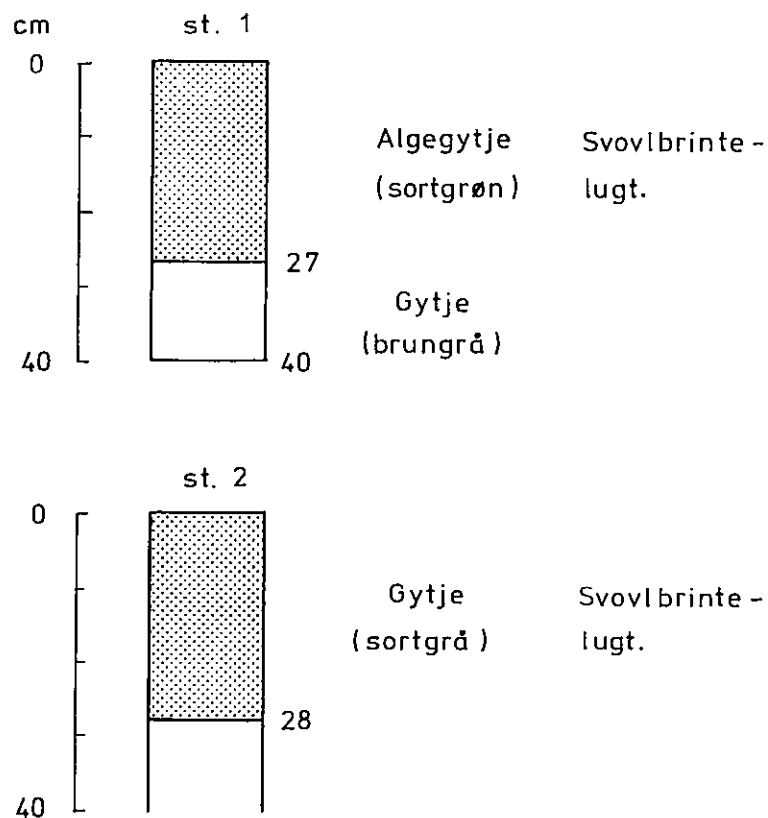
Figur 2.2.2

Af figur 2.2.2 ses specielt, at tilførslen af total kvælstof fra Gudenå til Mossø tidvis er overordentlig stor, også sammenlignet med den kvælstofmængde, der tilføres fra den forurenede Skanderborg Sø via Tåning Å. Det vides på nuværende tidspunkt ikke, hvorledes opblandingen af Gudenåens vand i Mossø foregår. Man må derfor være opmærksom på, at

- 1) tilførslen af store mængder kvælstof til Mossø med Gudenå,
- 2) tilførslen af store mængder fosfor fra Skanderborg Sø via Tåning Å

kan medvirke til en resulterende overgødskning af Mossø.

Der er udtaget og analyseret sedimentkerner fra Lillesø og Skanderborg Sø. På figur 2.2.3 er vist eksempler på lagdelingen i sedimentkerner udtaget i Lillesø (st. 1) og Skanderborg Sø (st. 2).



Eksempel på sedimentopbygning. Fig. 2.2.3

Kulstofprocenten i sediment fra Lillesø er ca. dobbelt så høj som i Skanderborg Sø, hvilket skal ses i sammenhæng med, at Lillesøs eneste tilløb er fra Sortesø, hvori rensningsanlægget har sit afløb. Dette resulterer i en meget høj produktion af organisk stof, således at den organiske sedimentfraktion bliver stor i forhold til sedimentfraktionen af minerogene partikler. Dette forhold viser også værdierne for glødetab.

Kulstof-kvælstof-kvotienten viser værdier på 10 - 11, som man ville vente i eutrofe søer med høj produktion af organisk stof.

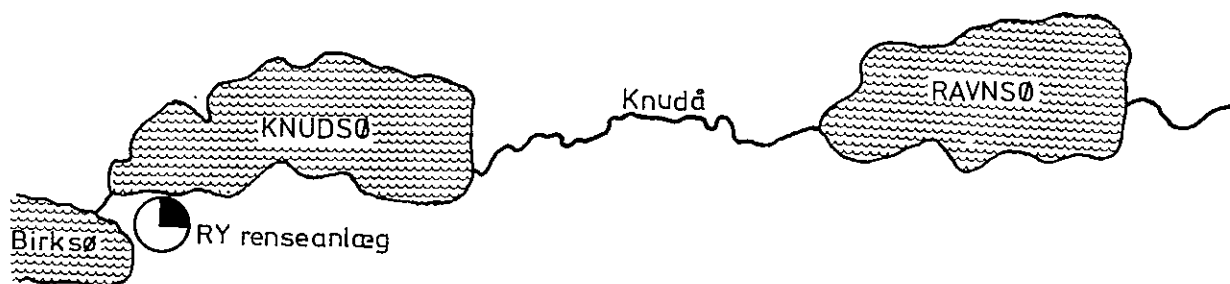
Af metalanalyserne fremgår det, at kalcium-indholdet er højt, specielt sammenholdt med magnesium-indholdet, der er overraskende lavt. Det høje kalcium-indhold kan tilskrives udvaskning fra søernes forholdsvis kalkrige moræneafstrømningsområde.

En foreløbig vurdering af Mossøs status vil på grundlag af de hidtidige undersøgelser være, at Mossøs vandkvalitet i særlig grad er truet, dersom der både tilføres søen store mængder af kvælstof, f.eks. med Gudenå, og store mængder af fosfor, f.eks. med såvel Gudenå som Tåning Å.

Det må her nævnes, at der i forbindelse med Forundersøgelsen inden for området: søsedimenter, er blevet indledt et koordinerende arbejde mellem institutioner herhjemme, der beskæftiger sig med sedimentanalyse, med det formål at standardisere analyser, beskrivelser og prøvetagningsmetodik.

2.2.2 Knudsø og Ravnsø

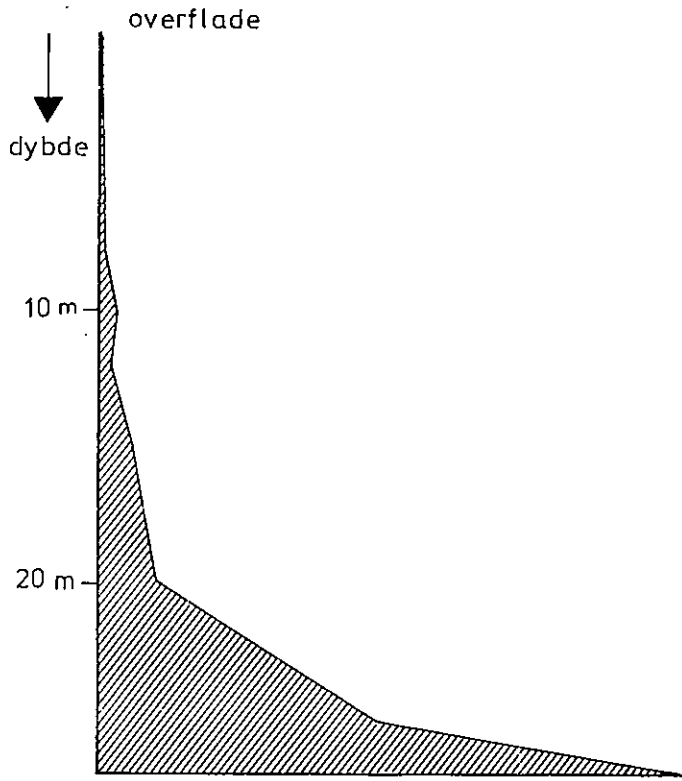
Knudsø og Ravnsø er - næst efter Hald Sø - Gudenåsystemets dybeste søer. Endnu omkring 1960 kunne Knudsø regnes blandt landets klareste søer. Udledning af spildevand fra Rye by har medført en stigende eutrofiering af Knudsø. For at bringe eutrofieringen til ophør har Rye kommune indledt forarbejder med henblik på snarest at kunne udlede spildevandet fra Rye renseanlæg til Gudenå (Rye Lillesø). Der er tidligere udført undersøgelser i Knudsø 1962 og 1967-70.



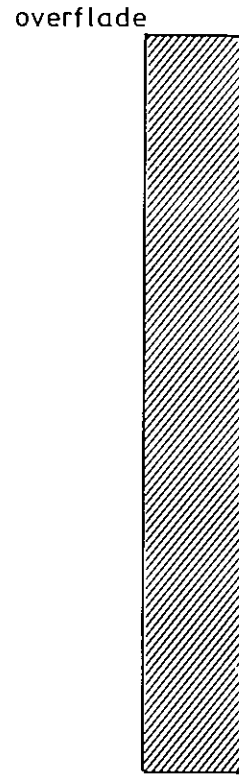
Figur 2.2.4

De undersøgelser, som har været udført i Knudsø i 1970-72, har kunnet påvise, at der i perioder med stor planktonproduktion endnu kan forekomme meget lave koncentrationer af orthofosfat i Knudsøs øvre vandlag. Tilsvarende forhold er fundet i Ravnsø i 1971 (både i Knudsø og i Ravnsø er undersøgelser gennem sommerperioden udført med størst intensitet i 1971). På figur 2.2.5 er vist eksempel på den vertikale fordeling af orthofosfat i Knudsøs østlige dybe bassin, juli og november 1972. Af sommerværdierne (her juli) ses, at eutrofieringen ikke er længere fremskredet, end at orthofosfat er produktionsbegrænsende faktor i søens øvre vandmasse. Af vinterværdierne (her november) ses, at eutrofieringen dog er så vidt fremskredet, at orthofosfat efter fuld cirkulation er af betydelig størrelse.

De udførte observationsrækker synes at vise en stigning fra år til år i december-værdierne for fosfor-koncentrationer, altså i perioden efter total-cirkulation af søens vandmasser.



→ ortho P (µg/l)
juli

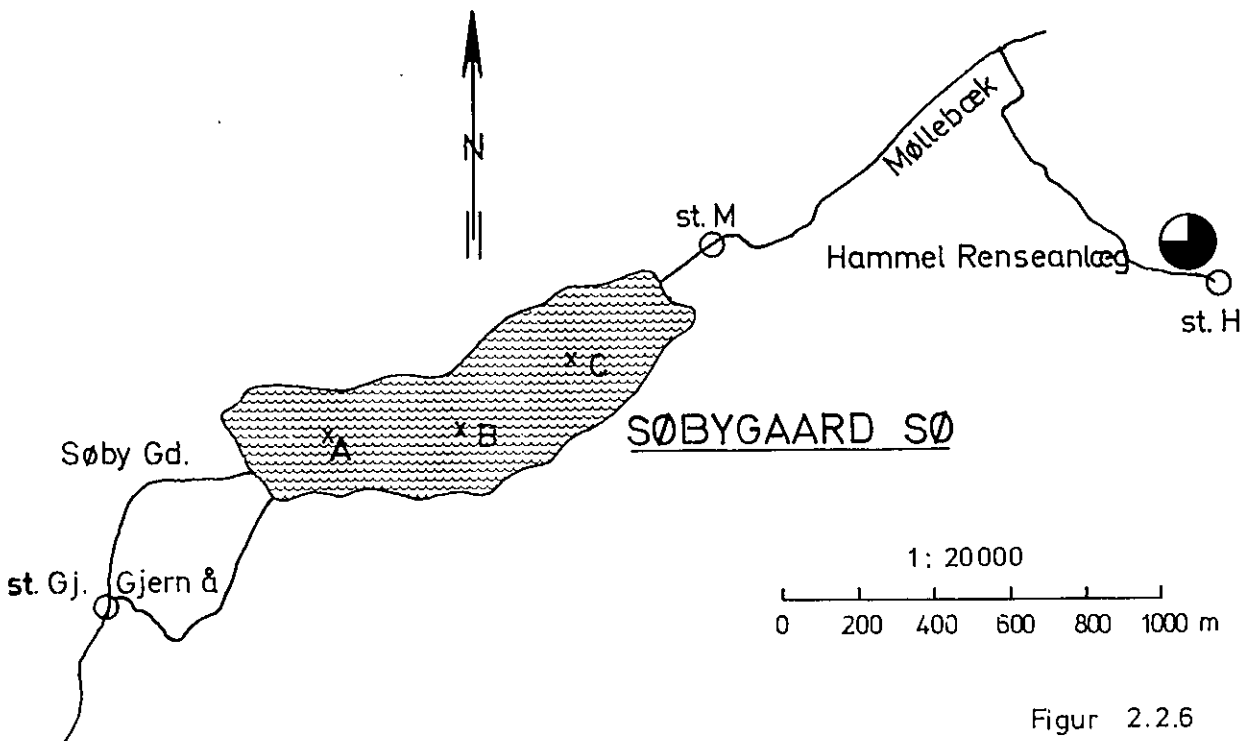


→ ortho P (µg/l)
november

Eksempel på fordeling af orthofosfat,
Knud Sø, østbassin.

Figur 2.2.5

2.2.3 Søbygård Sø



Figur 2.2.6

Søbygård Sø er med en middeldybde på ca. 1,1 m den mest lavvandede af Gudenåsystemets søer.

Spildevand fra Hammel by er gennem Møllebæk ledt urensset og senere mekanisk rensset ud i Søbygård Sø. Hvor Møllebækken munder ud i Søbygård Sø er der sket en kraftig sedimentation af materiale ført med Møllebækken, og der er dannet et 1.500 m^2 stort delta med vanddybde på ca. 10 - 20 cm.

Stoftilførslerne til Søbygård Sø har bevirket en stor sedimenttilvækst i hele søen, og ved Forundersøgelsen er sedimentforholdene her blevet undersøgt. Tykkelsen af gytjeoverstiger i en stor del af søen 5 m, hvilket er usædvanligt. Til sammenligning kan nævnes, at den maksimale gytjetykkelse i Haderslev Dam er ca. 1,8 m.

Analyse af kerneprøver omfattende gytjens øverste 80 - 100 cm viser, at sedimentet har et højt indhold af organisk stof. Dette stammer dels fra spildevand og organisk stof ført til søen, og dels fra organisk stof produceret i søen. Fosforindholdet (1,1 - 2,5 mg P/g tørstof) er højt i forhold til kvælstofindholdet (7 - 11 mg N/g tørstof) og viser, at Søbygård Sø er belastet med byspildevand.

Søbygård Sø er yderligere behandlet i afsnit 2.4 "Stoftransportundersøgelse".

2.3 Undersøgelse af dambrugsforurening

2.3.1 Dambrugsforurening

I en å findes en naturlig bestand af fisk og andre organismer. Med "naturlig" menes, at bestanden er i ligevægt med de omgivelser, der betinger deres tilstedeværelse. Betragtes fiskebestanden, indtager denne således af sig selv en størrelse, der svarer til den art og mængde af foder, som fiskene lever af. Endvidere påvirker bestandens tilstedeværelse miljøet således, at andre dele af det økosystem, hvoraf fiskene udgør en del, indretter sig herefter.

Økosystemets tilstand kan f.eks. belyses ved måling af:

kemisk-fysiske parametre,
opgørelse af størrelsen og mængderne af
plantevæksten samt
opgørelse af størrelsen og mængderne af
diverse dyregrupper.

Fiskes der i den pågældende å, vil man forstyrre økosystemet, og en reaktion vil være følgen. Inden for visse grænser vil denne imidlertid bestå i en forøget produktion af fisk. Ændringen af økosystemet vil derfor være minimal.

Økosystemet kan imidlertid forstyrres på andre måder. Det kan f.eks. ske ved en spildevandstilledning. Har denne en vis størrelse, vil økosystemet ændre sig i en bestemt stereotyp retning, som kan betegnes med en af de kendte forureningsgrader (I - IV).

I et dambrug opretholdes en bestemt bestand af fisk. Ønsket er at producere en vis mængde fisk, som derefter alle fjernes og sælges. Andre organismers tilstedeværelse er uønsket i det omfang, de ikke kan udnyttes ved produktionen af fisk.

Man ser, at dette system ikke er et økosystem i balance. For at få produceret fisk må man kunstigt tilføre den mængde foder, der behøves, hvilket betyder indførelsen af fremmede organiske stoffer.

For at gøre effektiviteten d.v.s. bl.a. væksthastigheden så stor som mulig må der desuden fodres, så fiskene får den mængde føde, der er nødvendig for maksimal vækst. Noget af dette foder udnyttes ikke. Det kan f.eks. skyldes, at det er af en art, som fiskene ikke kan udnytte. Endvidere vil fiskene selv producere organisk stof i form af affaldsstoffer.

Det ses derfor, at tilstedeværelsen af et dambrug kan påvirke et vandløb, hvis vandløbets vandmasser benyttes ved dambrugsdriften.

Problemstillinger

I de sidste par år har dambrugs indvirkning på vandløb været genstand for en livlig debat. Denne debat har ofte været præget af manglende information om de rent kvantitative sider ved denne indvirkning.

Debatten har først og fremmest beskæftiget sig med følgende problemer:

1. Øgede slammængder neden for dambrug.
2. Tilførsel af plantenæringsstoffer.
3. Øget planteproduktion.
4. Førringede iltforhold.
5. Mindre divers fauna, idet man hævder, at de udprægede rentvandsorganismer, som er knyttet til sten, trænges tilbage, medens kvægmyg får en vældig opblomstring.

Hovedtrækkene i disse problemer er:

1. Slam

Foderspild og slamdannelse i dammene (også som følge af foderspild og udfældning fra åvandet) og udskylning af dette i vandløbet ændrer bundforholdene neden for dambruget til mudder.

2. Plantenæringsstoffer

Disse er først og fremmest forskellige tilstandsformer af P og N. Spørgsmålet er her, om dambrugets tilskud til vandløbet af disse stoffer udgør en væsentlig del af vandløbets naturlige transport af disse stoffer, og om dette i bekræftende fald forøger planteproduktionen, og om der eventuelt er sekundære virkninger.

3. Iltforholdene

Tilskuddet af organisk stof til vandløbet og fiskenes iltforbrug i dammene kan forringe iltindholdet i vandløbet neden for dammene.

Modsat kan den store vandoverflade i dammene sammen med den iltning, der sker af vandet, når det falder ud af dammene, forbedre vandets iltindhold.

4. Faunadiversitet

Sideløbende med mudderaflejring og tilgroning af sten med alger og lignende trænges rentvandsfaunaen, der er knyttet til sten, tilbage, medens man får opblomstring af kvægmyg. Ligeledes hævdes det, at ørreds (*S. trutta*) og laks' (*S. salar*) naturlige legepladser ødelægges af slam.

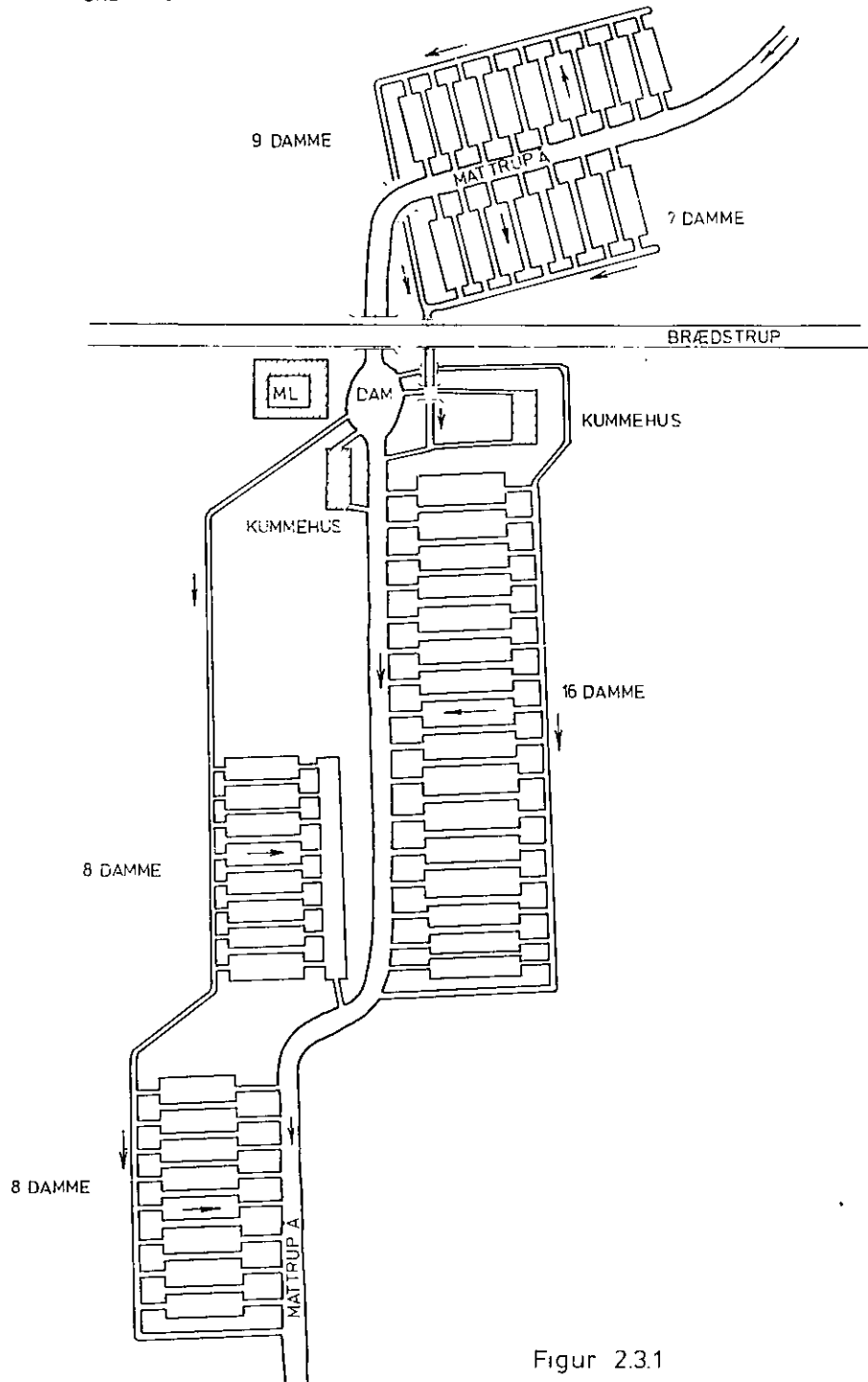
2.3.2 Undersøgelse af dambruget ved Bregnholm Mølle, Mat- trup Å

I Forundersøgelsen 1972 er dambruget ved Bregnholm Mølle blevet benyttet som "undersøgelsesobjekt". Opbygningen af dambruget fremgår af figur 2.3.1. Dette dambrug er et middelstort dambrug med 46 damme i funktion samt klækkehus og to kummehus til yngel. Dambruget er, som det ses af figuren, opdelt i 3 afdelinger:

1. Oven for mølledammen er 7 damme på den ene side af åen og 9 på den anden side. Til disse benyttes åen som fødekanal. Afløbsvandet føres igennem et rør ud neden for mølledammen.
2. 14 damme på venstre side af åen neden for mølledammen. Fødekanalen til disse damme får vand ind fra mølledammen. Afløbsvandet går direkte i åen.
3. 16 damme på højre side af åen neden for mølledammen. Fødekanalen til disse får vand fra mølledammen. Fra 8 af disse damme opsamles afløbsvandet i en bagkanal, hvorfra det går direkte i åen, (denne bagkanal benyttes også til dam). Fra de øvrige damme går afløbsvandet direkte i åen.

I kummehusene fodres med tørfoder (foderautomat), ellers anvendes kun vådfoder i dambruget. Dagsforbruget af foder varierer mellem 500 og 1.500 kg afhængigt af årstiden, idet der dog kun fodres 5 af ugens dage. Fodringen foregår manuelt.

SKEMATISK KORT OVER BREGNHOLM MØLLE DAMBRUG



Figur 2.3.1

Af figur 2.3.1 fremgår det, at hver dam forsynes med åvand, der ikke først har været gennem andre af dambrugets 46 damme. Ved undersøgelsen udført i sommeren og efteråret 1972 er der foretaget målinger af den vandmængde, der strømmer gennem hver dam. Denne er af størrelsesordenen ca. 10 l/sek.. Da hver dam således modtager ca. 10 l "ubrugt" vand pr. sek., svarer dette til i alt ca. 480 l/sek. Da vandføringsmålinger udført neden for dambruget fra juni-juli 1972 viser en vand-

føring på 500 - 650 l/sek. i Matstrup Å, betyder dette, at praktisk taget alt åens vand har passeret dammene en gang og modtaget de fremmedstoffer, dambrugsdriften giver anledning til. Målinger og analyser udført på vandprøver udtaget i Matstrup Å samt dambrugets tilløb og afløb viser - ved en statistisk bearbejdning - at følgende stofparametre ændres signifikant ved passage af dambruget:

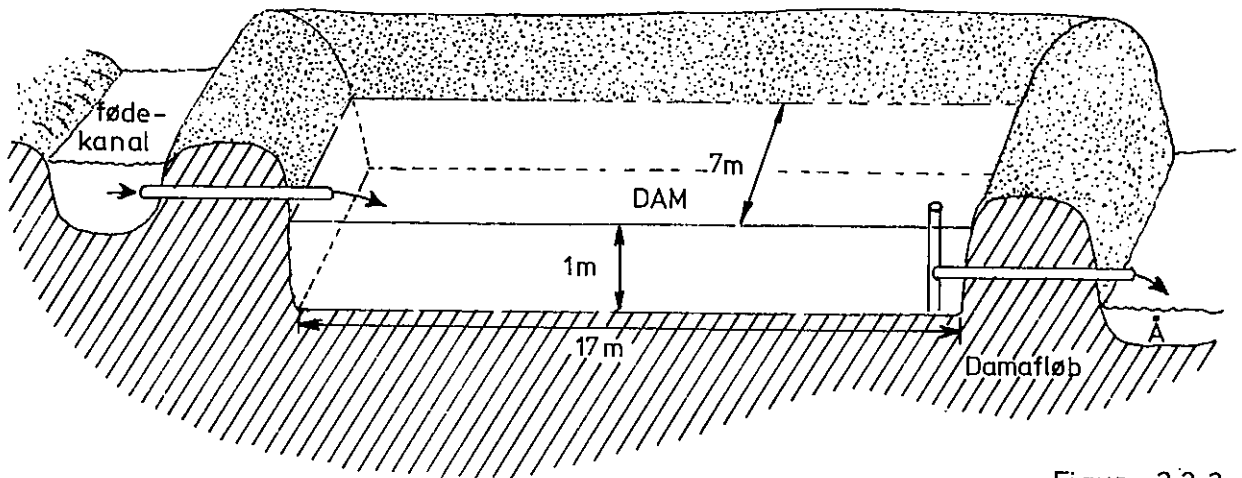
total-kvælstof, nitrit, ammoniak,
total fosfor, orthofosfat samt
organisk (iltforbrugende) stof,

medens der ikke udvises nogen signifikant ændring af:

nitrat og temperatur.

Målinger i en enkelt dam

Figur 2.3.2 viser udformningen af en enkelt dam.



Figur 2.3.2

Hver enkelt dam modtager som nævnt en vandmængde på ca. 10 l/sek. For at bestemme den totale stoftransport ind og ud af damsystemet samt få et skøn over det umiddelbare foder-spild er der udtaget prøver i fødekanalen og damløbet. Prøver er indsamlet over en periode på 12 timer, således at denne periode dækker fodringen og perioderne før og efter.

Som eksempel på analyseresultaterne er på figur 2.3.3 afbildet koncentrationsforløbet af total organisk kvælstof og ammoniak den 8. og 9. august 1972 i henholdsvis fødekanal og dam afløb i forbindelse med fodring.

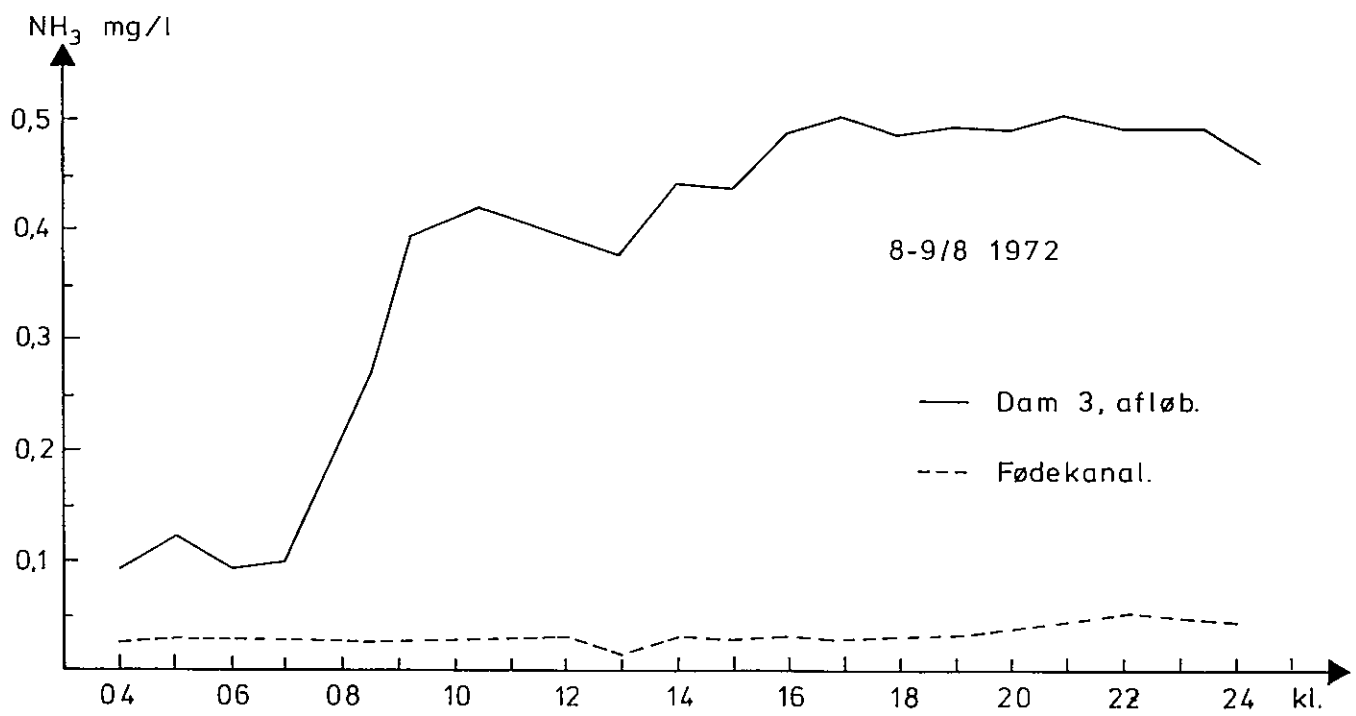
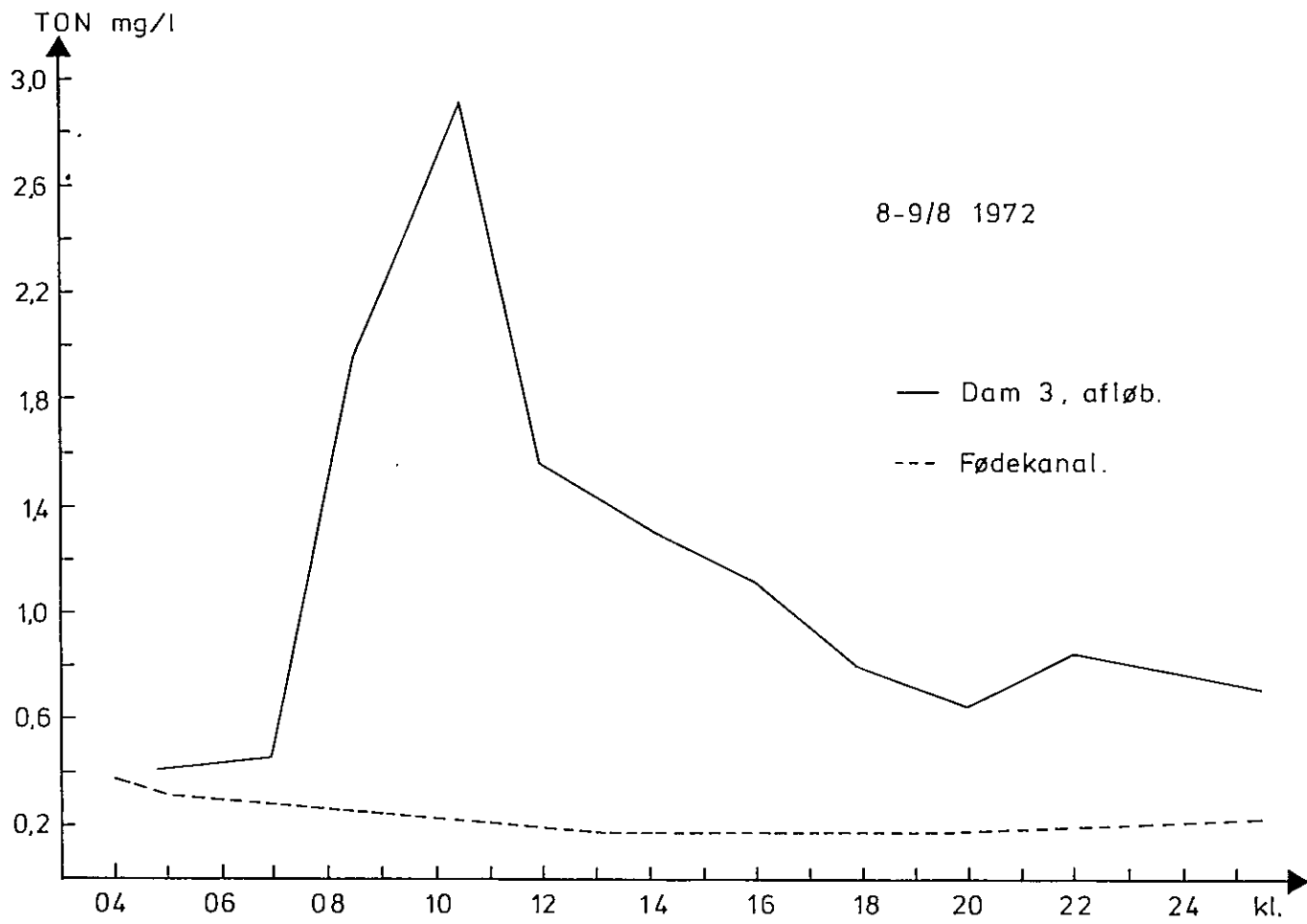
Betragter man kurverne for dagene med fodring, vil man se, at NH_3 forholder sig anderledes end de øvrige parametre, her repræsenteret ved total organisk kvælstof. For disse ser man, at forløbet typisk er en kraftig stigning i parameterværdien i tiden umiddelbart efter fodringen og derefter et jævnt fald, indtil før fodringsværdien igen er nået, eventuelt kommer værdien helt ned på niveau med værdien for fødekanalen. Den kraftige stigning i total organisk kvælstof stammer først og fremmest fra partikler af organisk stof tilført dammen ved fodring.

Ammoniak (d.v.s. ved det aktuelle pH overvejende NH_4^+) stiger ligeledes i forbindelse med fodringen, men holder sig så konstant. Således var der den 8.8.1972 ikke nogen tydelig tendens til et fald efter 17 timers forløb. Det samme fremgår, om ikke så smukt, af målingerne for 14.10. og 25.11.1972.

NH_3 -kurvens specielle forløb kan forklares ud fra det faktum, at fisk udskiller NH_3 som et af de N-holdige stofskiftesprodukter. Selve foderet indeholder NH_3 , da dette består af fisk. Derfor kommer stigningen ret hurtigt. Derefter er det fiskenes udskillelse af NH_3 , som kan følges på kurven.

På grundlag af de foreliggende målinger er der udført transport- og foderspildsberegninger. Disse viser, at fodertabet udtrykt ved total organisk kvælstof er ca. 15 %, og udtrykt ved total fosfor er fodertabet af størrelsesordenen 4 - 8 %. Foderspildet udtrykt ved suspenderet organisk stof er af størrelsesordenen 4 - 5 %.

For at undgå dette foderspild kan anvendes bindemidler.



Figur 2.3.3

Fiskene i et normalt dambrug er af vidt forskellig størrelse, og som følge deraf er det nødvendigt at hakke foderet (sild, tobis, hvilling etc.) til de mindre fisk. Ved hakningen, som foregår i en speciel hakkemaskine, snittes (kvaser) fiskene i stykker. Der sker da det, at blod, maveindhold og lignende løber ud, således at det færdighakkede foder ligner en mere eller mindre tyktflydende grød med klumper i. Når der fodres med dette foder, spiser fiskene klumperne, medens den tyndtflydende masse opløses i en mængde småpartikler, som fiskene ikke kan udnytte, og som derfor skylles ud af dammen.

Princippet i et bindemiddel er, at de små partikler i foderet bindes sammen til enheder, der er så store, at fiskene kan udnytte dem. Ved fodring med bindemiddel opnår man to ting:

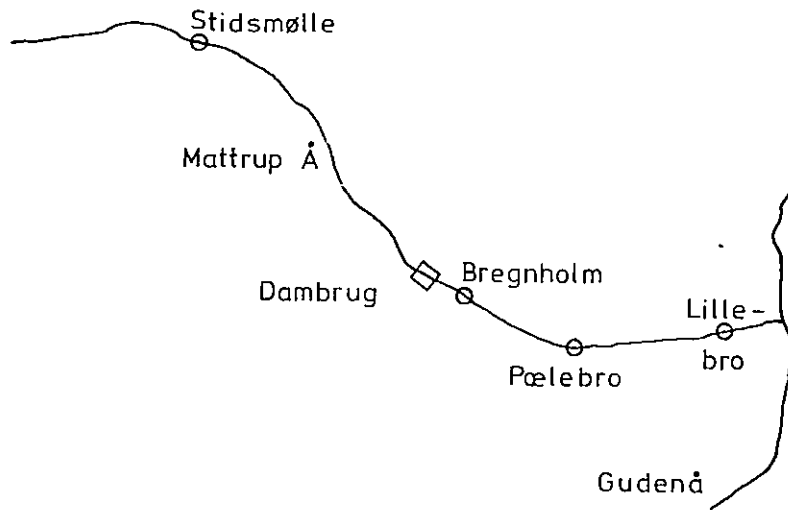
1. Mindre mængder af suspenderet foder i vandet.
2. Mindre foderforbrug.

Der blev udført forsøg med anvendelsen af bindemiddel, men resultaterne af forsøget viste, at bindemidlet i dette tilfælde ikke havde nogen indflydelse på udskylningen af foder.

Forsøgsresultatet skal ikke opfattes således, at brug af bindemiddel er uheldigt. Forsøg udført på Forsøgsdambruget i Brøns af S.O. Solberg (1971) viser tværtimod, at udskylningen mindskes betydeligt. Det her udførte forsøg viser, at ukorrekt brug af bindemidlet er værre end slet ikke at bruge bindemidlet.

Matstrup Å

I forbindelse med dambrugsundersøgelsen er der udtaget sediment-, vand- og faunaprøver i Matstrup Å. Prøvetagningsstederne fremgår af figur 2.3.4.



Stationsplacering, Matstrup Å

Figur 2.3.4

Effekten af dambruget i form af slamudledning samt ændring i sedimentets sammensætning neden for Bregnholm Mølle er undersøgt. Målinger af iltindholdet (redoxpotentialen) i sedimentet umiddelbart neden for dambruget viste anaerobe forhold allerede i en dybde af 2 cm, og her lå slammet som et sort 10 cm tykt lag oven på stensubstratet.

Som tidligere nævnt tilføres vandet, der har passeret et dambrug en række fremmedstoffer. Undersøgelse af Matstrup Å viser, at orthofosfat-indholdet i en 8 timers periode efter fodring er øget op til 300 % og total organisk kvælstof op til 50 %. Indholdet af suspenderet organisk stof øges op til 130 %. Målt som BI_5 er stigningen i en 6 timers periode efter fodring af organisk stof af størrelsesordenen 150 % svarende til stofudledning fra ca. 1.900 personer. Der er altså tale om betydelige stoftilskud fra dambruget.

Foruden de kemisk-fysiske parametre er der foretaget faunaundersøgelser oven for og neden for dambruget.

1. Der er bl.a. udlagt rene sten for at se, hvordan de blev koloniseret af dyr.
2. Der er foretaget beregninger over, hvor varieret faunaaen er oven for og neden for dambruget. Denne bereg-

ning viser, at faunaen som ventet er mindst varieret neden for dambruget. Endvidere viser det sig, at der sker en opblomstring af en bestemt dyregruppe, nemlig kvægmyggelarverne.

På to arter af kvægmyg er der udført såkaldte instar-analyser, d.v.s. en opgørelse over, dels hvornår larverne skifter hud og forpupper sig, dels hvilket antal individer der findes i de forskellige stadier på givne tidspunkter.

Det konkluderes, at udviklingstiden for begge arter er kortere neden for dambruget end overfor, selvom temperaturen i et tidsrum har været højere oven for dambruget.

Trods denne højere temperatur oven for dambruget er det altså kvægmyggene neden for dambruget, der udvikles hurtigst, hvilket skyldes den forøgede fødemængde.

2.3.3 Konklusion

De tal, der er fremkommet ved undersøgelsen i Matstrup Å er ikke nødvendigvis gældende for andre vandløb og andre dambrug.

I det store og hele må den almindelige opfattelse af, at dambrug indvirker på vandløb, anses for at være bekræftet i tilfældet Matstrup Å ved Bregnholm Mølle. Der er således påvist en betydelig tilførsel af en række stoffraktioner fra dambruget til vandløbet. For en række stoffraktioner er anført, hvor stor en procentdel vandløbet modtager fra dambruget i forhold (%) til sin naturlige transport i en 8 timers periode efter fodringen (for BI₅ dog 6 timer):

Orthofosfat	70 - 300 %
Total fosfor	50 - 100 %
Total organisk kvælstof	5 - 50 %
Suspenderet organisk stof	20 - 130 %
BI ₅	ca. 150 %

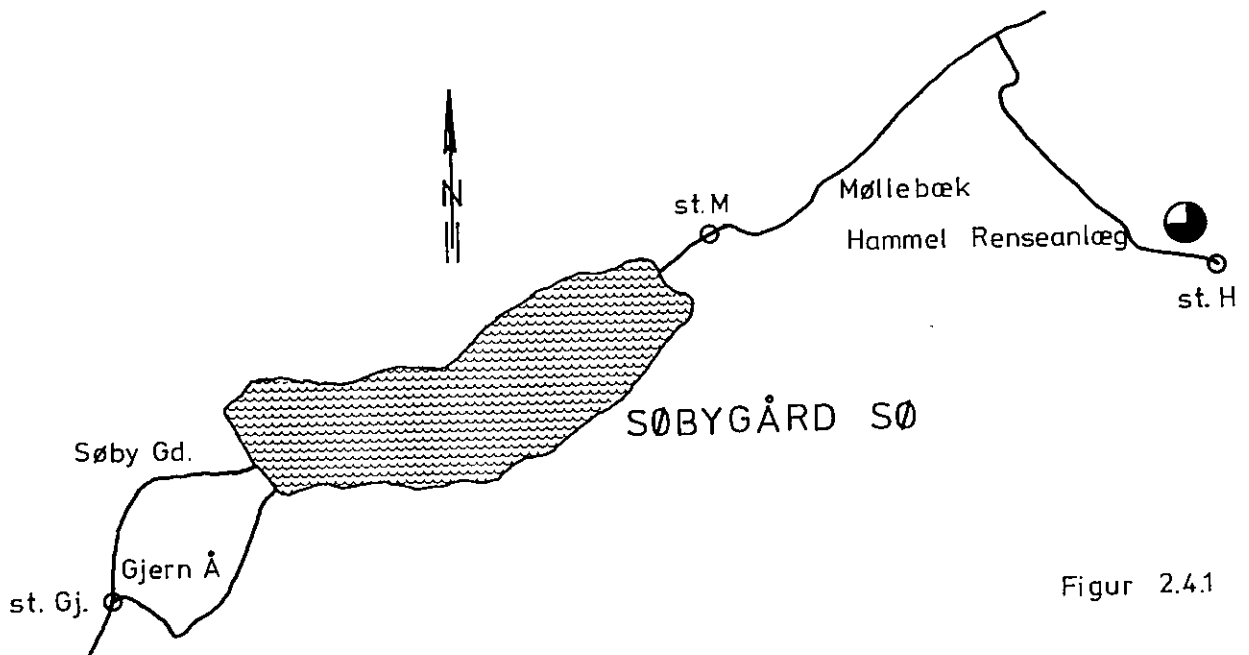
Følgende parametre ændres ikke væsentligt af dambruget: temperatur, pH og det umiddelbare NO₃⁻ og NO₂⁻. Udtrykt i personækvivalenter udledes der ca. 1.900 personækvivalenter

(6 timer) om vinteren, hvor der kun fodres med 1/3 af sommerens fodermængde.

Sedimentet neden for dambruget er ca. 50 % rigere på organiske kulstof-forbindelser, og lige neden for dambruget ligger slamlag. Det gælder generelt for faunaen, at der er færre arter, men langt flere individer nedenfor end overfor. Med hensyn til faunaen ser man, at der er væsentlig lavere diversitet ved Bregnholm end ved Stidsmølle. Rentvandsorganismer knyttet til sten går tilbage ved Bregnholm, for nogle arters vedkommende forsvinder de helt. Kvægmyg dominerer fuldstændigt faunaen ved Bregnholm. Det er også påvist, at udviklingstiden er kortere for kvægmyggelarver ved Bregnholm, hvilket formodentlig skyldes den øgede fødemængde.

2.4 Stoftransportundersøgelse

Ved Forundersøgelsen er der foretaget vand- og stoftransportundersøgelser bl.a. i Søbygård Sø-Gjern Å-systemet.



Figur 2.4.1

Søbygård-systemet er et komplekst system, der i en miniskala frembyder mange af forureningsaspekterne i hele Gudenå-systemet. Systemets centrale del - Søbygård Sø - er udsat

for påvirkninger fra dels det mekanisk rensede spildevand fra Hammel by, dels tilførsel af næringsstoffer fra det omgivende afstrømningsområde. Desuden er der en vekselvirkning mellem vandfasen og sedimentet i selve søen.

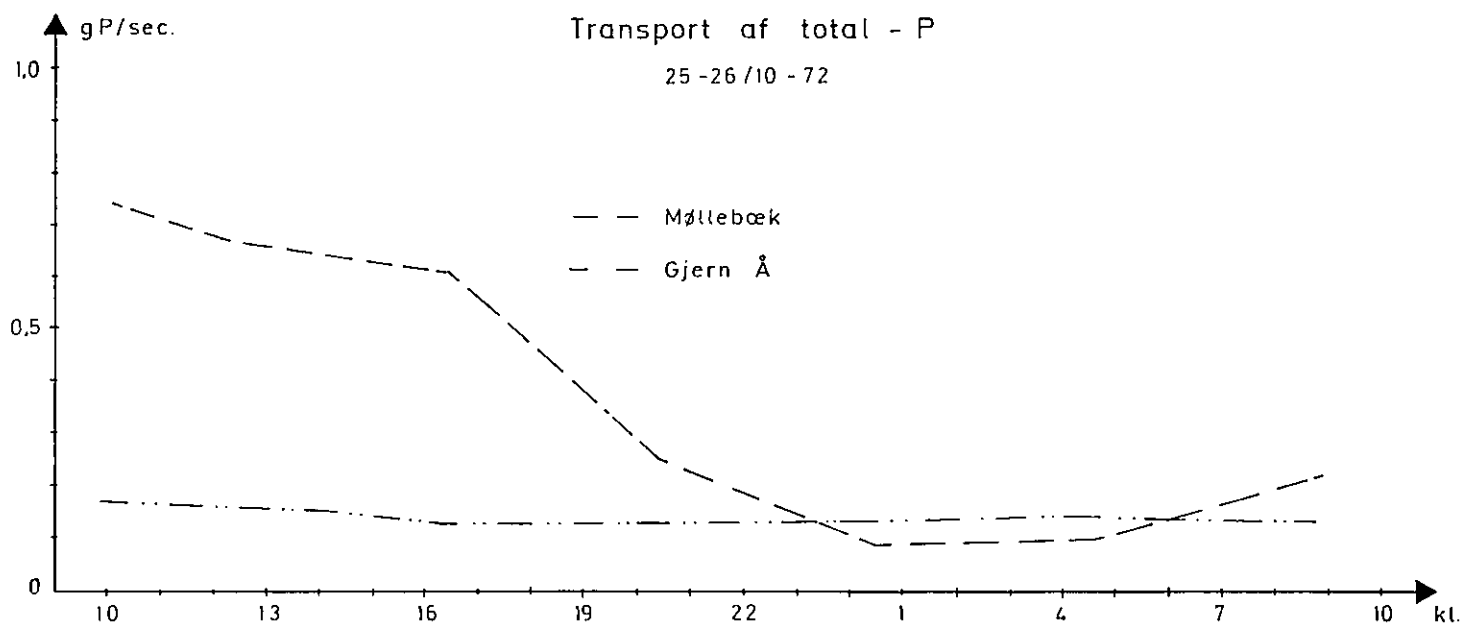
Møllebæk

Søbygård Sø modtager størsteparten af vand og stof gennem Tulstrup Møllebæk.

Møllebæk modtager det rensede spildevand fra Hammel renselanlæg. Desuden afvander den et skov/engområde med mange kilder. Den varierende belastning fra Hammel renselanlæg betyder, at der normalt i Møllebæk vil optræde lignende døgnvariationer med hensyn til vandføring og stoftransport som i afløbet fra Hammel renselanlæg.

Gjern Å

I Gjern Å optræder der ingen systematisk døgnvariation med hensyn til stoftransport. Dette skyldes, at variationerne i Møllebæk udjævnes ved passage af Søbygård Sø, hvor den hydrauliske middellopholdstid er ca. 30 dage.



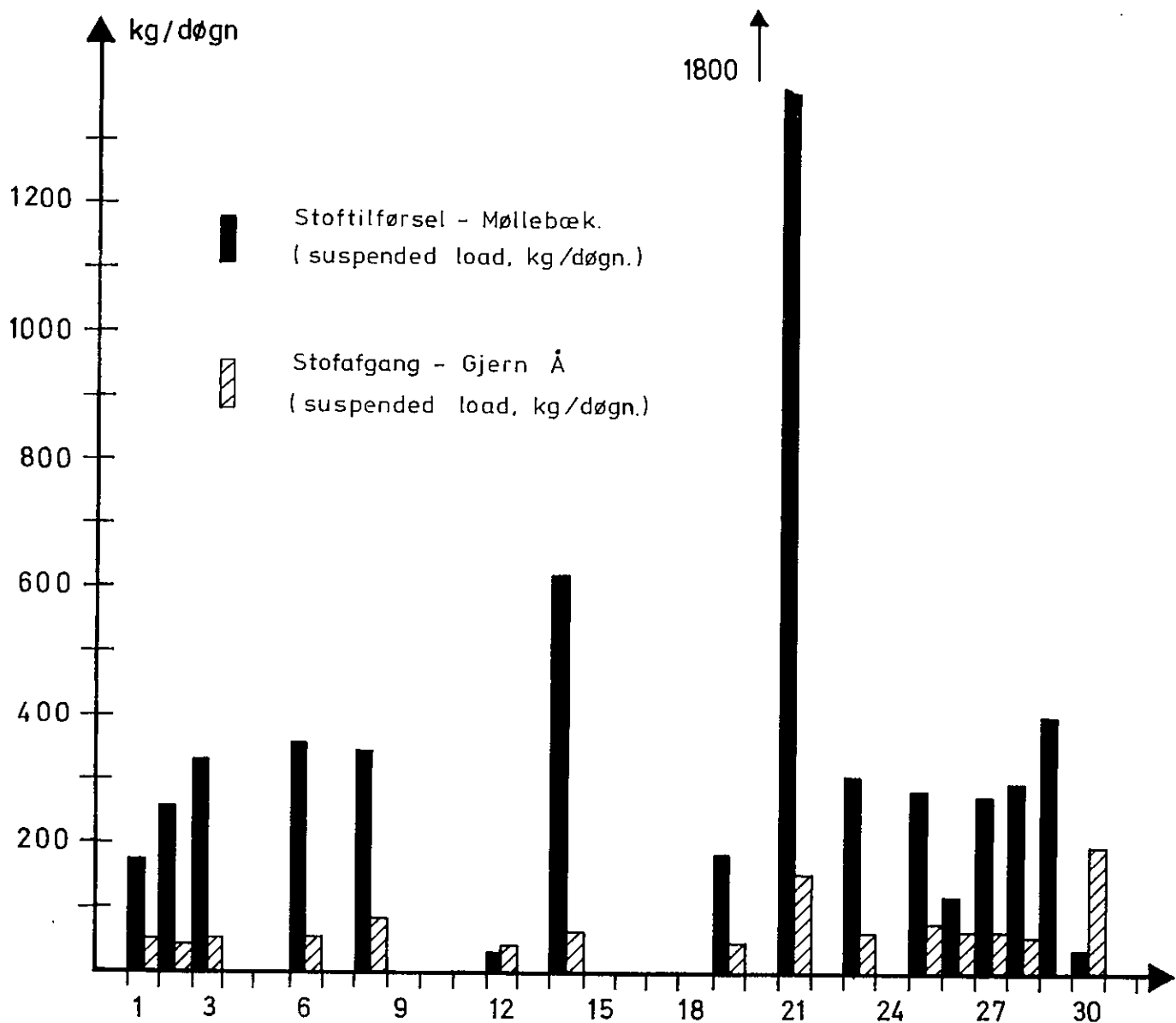
Figur 24.2

På figur 2.4.2 er angivet transporten af total fosfor i måledøgnet 25. - 26. oktober for henholdsvis Møllebæk og Gjern Å. Af figur 2.4.2 kan den totale døgntransport for total fosfor bestemmes. Gennem Møllebæk transporteres i måledøgnet i alt 29 kg total fosfor, og ved udløbet af Søbygård Sø er transporten 12 kg total fosfor. Dette betyder, at der i Søbygård Sø er tilbageholdt 17 kg total fosfor. Den tilsvarende tilbageholdte kvælstofmængde er fundet til 24 kg/døgn. Søbygård Sø optræder således som renseanlæg, der reducerer forureningskomponenterne fosfor ca. 50 % og kvælstof ca. 20 %. Til sammenligning kan nævnes, at et mekanisk renseanlæg har en renseeffekt på ca. 10 % med hensyn til både fosfor og kvælstof.

Der er foruden transportundersøgelsen af forureningskomponenter foretaget intensive materialetransportmålinger. Mængden af transporteret materiale er målt som opslemmet stof (suspended load) og bundmateriale (bed load). De to mængder angiver totaltransporten.

Undersøgelsen viser, at tilløbet til Søbygård Sø - Møllebæk - i sammenligning med naturlige vandløb har en unormal stor materialetransport. Denne unormale transport optræder som opslemmet stof. På figur 2.4.3 er vist døgnmængderne af transporteret opslemmet stof i Møllebæk og Gjern Å.

Af figur 2.4.3 fremgår det, at der i Gjern Å er en langt ringere materialetransport end i Møllebæk, og dette betyder, at der i Søbygård Sø - som tidligere nævnt (afsnit 2.2) - aflejres store mængder materiale. For november måned er den tilførte sedimentmængde beregnet til 350 kg/døgn, svarende til 128 tons/år.



Søbygård Sø, november 1972 fig. 2.4.3

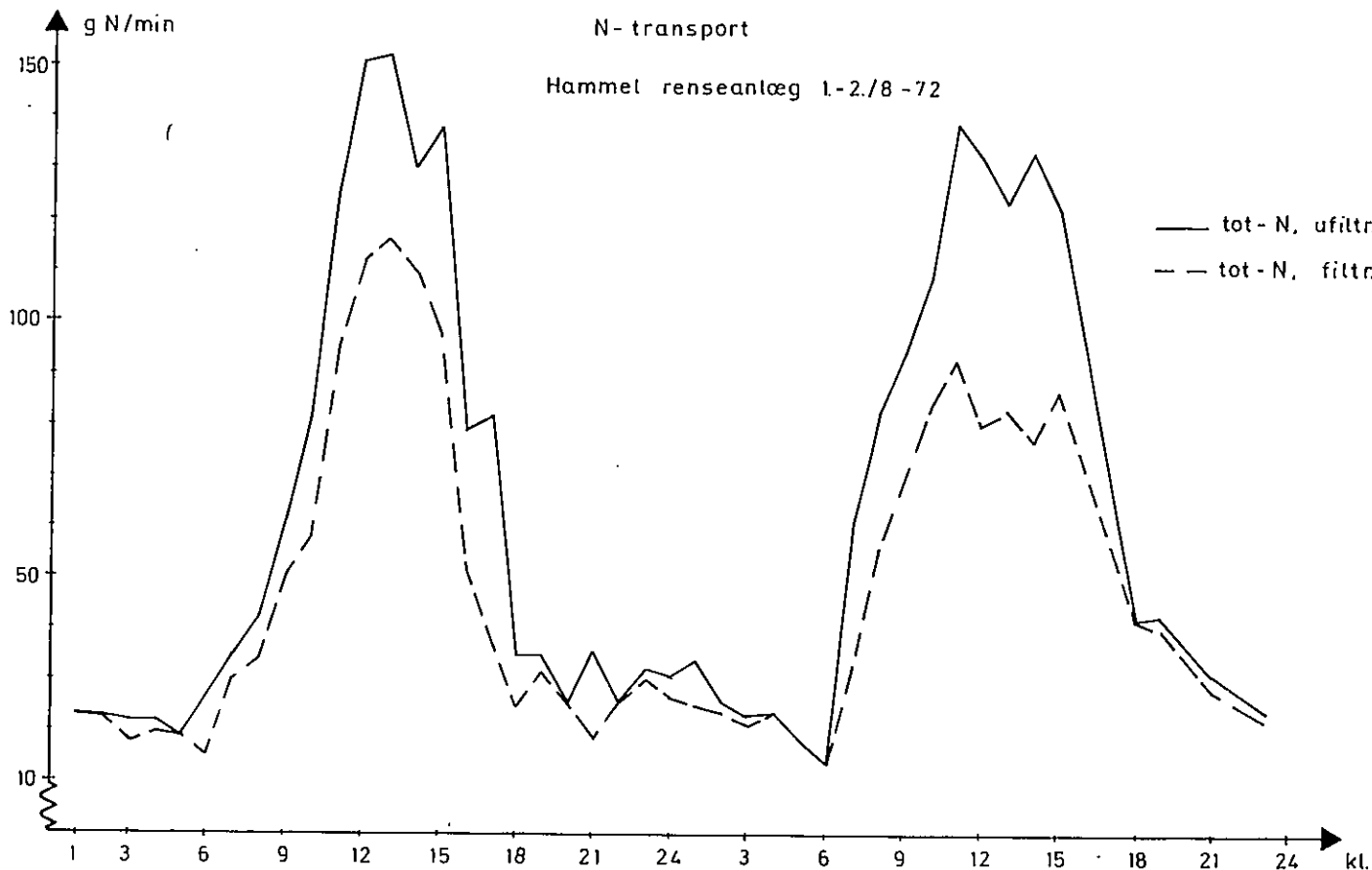
2.5 Prøveudtagning og analysering

2.5.1 Udledte forureningsmængder sammenlignet med de teoretiske mængder

I forbindelse med undersøgelserne i Søbygård Sø-Gjern Å-systemet er der foretaget en vurdering af udledte, analyserede forureningsmængder sammenlignet med de teoretiske værdier.

Hammel renseanlæg (mekanisk rensning) modtager spildevand fra 3.000 indbyggere samt fra to større virksomheder, et

slagteri og et mejeri. På grund af det ret lille befolkningsgrundlag og karakteren af industrivirksomhederne er der en udpræget døgnvariation i stoftilførslerne til renseanlægget. Denne stofvariation fremgår tydeligt ved målinger i afløbet fra renseanlægget både som variation i vandføring, stofkoncentration og stoftransport. På figur 2.5.1 er vist kvælstoftransporten 1. - 2. august 1972.



Figur 2.51

Målingerne og analyserne af afløbet fra Hammel renseanlæg blev i begge undersøgelsesperioder udført på hverdage midt i ugen. De registrerede stoftransporter er derfor repræsentative for dage, hvor slagteri og mejeri bidrager med spildevand til renseanlægget. Tabel 2.5.1 viser en sammenstilling af stoftransportdata fra de tre undersøgelsesdøgn samt den ud fra teoretiske værdier beregnede stofmængde for Hammel renseanlæggets afløb.

Område stof	Mængde tot-P kg/døgn	Mængde tot-N kg/døgn	Mængde BI ₅ kg/døgn
Afløb beregnet	30	97	587
<u>Afløb målt:</u>			
1/8	35	88	336
2/8	37	97	322
25-26/10	39	134	510

Tabel 2.5.1 Stofudledning fra Hammel renseanlæg.

De målte værdier for daglig udledt fosformængde er i alle tre tilfælde ca. 20 % højere end den beregnede værdi.

De målte værdier for daglig udledt kvælstofmængde svarer den 1/8 og 2/8 ret godt til den beregnede mængde. Den 25-26/10 er den målte værdi ca. 40 % højere end den beregnede værdi.

De ud fra målinger af CODperm beregnede værdier for daglig udledt BI₅-mængde er i alle tre tilfælde lavere end den beregnede værdi. To faktorer ved beregningen kan være årsag til dette: dels kan renseseffekten være større end antaget, dels kan faktoren BI₅:CODperm variere en del.

Det fremgår således, at de teoretiske værdier kun i begrænset omfang karakteriserer stoftransporten fra Hammel renseanlæg.

2.5.2 Afprøvning af prøvetagningsudstyr

For at sammenligne det af Amtsvandinspektorer og kommuner hyppigst anvendte materiel er der i forbindelse med Forundersøgelsen foretaget prøveudtagning sideløbende med kontinuerlig analysering. Dette udførtes på Hammel renseanlæg i døgn 1. august, idet der samtidig med den kontinuerlige analysering af opløste næringssalte og analysering af enkeltprøver, udtaget hver time, blev gennemført en parallelprøveudtagning med henholdsvis en såkaldt SIMA-prøvetager og en

HCV-prøvetager. Desuden blev der i en recipientmålestation, Møllebæk (v. Hammel) foretaget dobbeltprøveudtagning med henholdsvis SIMA- og HCV-prøvetager. Prøveudtagningen med SIMA- og HCV-prøvetageren udførtes som gennemsnitsprøveudtagning af fire timers varighed.

Der er foretaget en statistisk bearbejdning af analyseværdierne fra denne undersøgelse for at efterprøve, om analyseværdier for prøver, udtaget ved de forskellige metoder fra samme vandmasse, er sammenlignelige. Denne bearbejdning viser følgende:

Ved prøveudtagning fra samme vandmasse med en SIMA- og en HCV-prøvetager er analyseværdierne for total kvælstof på korresponderende prøver ikke signifikant forskellige på 95 % sandsynlighedsniveauet. Dette gælder tillige for analyseværdierne for total fosfor. Derimod er analyseværdierne for CODperm signifikant forskellige på 95 % sandsynlighedsniveauet.

Tabel 2.5.2 viser de stoftransportværdier for total fosfor, total kvælstof og CODperm i afløbet fra Hammel renseanlæg, som fremkommer for døgnet den 1/8 ved beregning ud fra analyser af henholdsvis enkeltprøver udtaget 1 gang i timen, 4 timers gennemsnitsprøver udtaget med SIMA-prøvetager og 4 timers gennemsnitsprøver udtaget med HCV-prøvetager.

Enhed	Parameter	Enk. pr. 1 t.interv.	SIMA-pr. 4 t.gsn.pr.	HCV-pr. 4 t.gsn.pr.
kg P/døgn	total fosfor	31,1	30,7	30,4
kg N/døgn	total kvælstof	89,5	81,9	80,7
kg O ₂ /døgn	CODperm	168	152	133

Tabel 2.5.2 Stoftransport i afløb fra Hammel renseanlæg.

Af tabel 2.5.2 fremgår, at der er meget god overensstemmelse mellem transportværdierne for total fosfor. Der er ca. 10 % forskel på transportværdier for total kvælstof, bereg-

net ved hjælp af enkeltprøveanalyser og gennemsnitsanalyser, og der er 10 - 20 % forskel på transportværdierne for CODperm, beregnet ved hjælp af enkeltprøveanalyser og gennemsnitsprøveanalyser. Der er, som det desuden fremgår af den statistiske vurdering af analyseværdierne, en god overensstemmelse mellem transportværdierne for total kvælstof og total fosfor, beregnet ud fra gennemsnitsprøver, udtaget med SIMA- og HCV-prøvetager, medens overensstemmelsen for transport af CODperm er mindre god.

Den væsentligste årsag til de observerede forskelle mellem prøvetagningsmetoderne er formentlig, at der ved de enkelte metoder udtages forskellige mængder af partikulært stof. I SIMA-prøvetageren er der en øvre grænse for, hvor tunge partikler der kan udtages, idet partikler med en sedimentationshastighed, større end prøveindsugningshastigheden ikke vil komme med i gennemsnitsprøven. I HCV-prøvetageren vil der ske sedimentation af partikulært stof i sugeslangen mellem hver gang, pumpen aktiveres. Ved udtagning af enkeltprøver vil man få en repræsentativ prøve af den til enhver tid værende vandsammensætning, hvis vandmassen er fuldstændigt opblandet. Det er den i afløbet fra Hammel renseanlæg på grund af kraftig turbulens i afløbsbrønden, og stoftransportværdierne, beregnet på grundlag af enkeltprøverne, er derfor større end stoftransportværdierne, beregnet på grundlag af gennemsnitsprøverne.

2.6 Konklusion og sammenfatning med henblik på Gudenåundersøgelsen 1973-75

2.6.1 Konklusion

Gudenåsystemet - vandløb

Undersøgelserne af kildevæld tyder på, at der også i danske kildevæld sker en tilbagegang i den naturlige flora og fauna. Opdyrkning, herunder dræning og tilførsel af kunstgødning er utvivlsomt en medvirkende årsag til f.eks. visse mosarters tilbagegang.

I Matstrup Å er der foretaget kemiske og botaniske undersøgelser mellem koncentrationen af plantenæringsstoffer i vand-

løbet og vegetationens vækst. Desuden er der i Matstrup Å konstateret ændring i floraen på grund af dambrugs anvendelse af åens vand.

I Gudenåen opstrøms og nedstrøms Silkeborg er der foretaget udtagning af vandprøver for at bedømme de kemiske forhold. Ved prøveudtagningen nedstrøms Silkeborg er der bl.a. foretaget iltbestemmelse. Iltindholdet, der er afgørende for dyrelivet i vandmassen, varierer med udledning af spildevand og udviser desuden svingninger over døgnet på grund af plantevækst i systemet.

Gudenåsystemet - søer

Der er foretaget afprøvning af prøvetagnings- og analysemetodik samt udvælgelse af relevante analyse-parametre. Med dette som udgangspunkt har Botanisk Institut og VKI indledt samarbejde med en række institutioner, der beskæftiger sig med sedimentanalyser.

Skanderborgsøerne og Mossø er vurderet biologisk og kemisk for at følge effekten af ændringer i afledninger af spildevand fra Skanderborg.

Mossø, Ravnsø, Knudsø samt Hald Sø hører til de stærkest truede søer i Gudenåsystemet, og efter de foreliggende undersøgelser må de antages at være eutrofieret i et sådant omfang, at udviklingen, såfremt de nuværende stoftilførsler er uændrede, i de nærmeste år kan medføre forhold, som i realiteten vil være uoprettelige.

Dambrugsundersøgelse

I Gudenåoplandet findes der 70 dambrug med ca. 1.700 damme. I de senere år har der hersket livlig debat vedrørende dambrugenes eventuelle forurening. Især følgende problemer har været rejst:

- 1) Øgede slammængder
- 2) Tilførsel af plantenæringsstoffer
- 3) Øget planteproduktion
- 4) Førringede iltforhold
- 5) Faunaændring.

Undersøgelsen, der er den første af sin art herhjemme, er udført ved Mattrup Å og bekræfter antagelsen, at dambrug indvirker på vandløb.

Der er konstateret slambanker umiddelbart neden for det undersøgte dambrug. Der er desuden registreret betydelig tilførsel af en række stoffraktioner fra dambruget til vandløbet f.eks. organisk stof (BI_5) og næringsalte.

Det gælder generelt for faunaen, at der er færre arter neden for dambruget, og samtidig er individantallet her øget betydeligt.

Stoftransportundersøgelser - Søbygård Sø

Søbygård Sø modtager spildevand - mekanisk rensset - fra Hamme via Møllebækken, der samtidig modtager vand fra kildevæld og småbække. Afløbet fra Søbygård Sø sker gennem Gjern Å.

Ved målinger er det konstateret, at Søbygård Sø tilføres sedimentmængder i størrelsesordenen 350 kg/døgn svarende til 128 tons/år. Dette bekræftes af det kraftige sedimentlag, der er konstateret ved sedimentsøjleudtagning, idet overgangen mellem naturligt sediment og gytje end ikke er konstateret ved ca. 5 meters dybde. Ved passage af Søbygård Sø sker der en reduktion af organisk stof samt fosfor og kvælstof, og Søbygård Sø optræder således som renseanlæg, hvor slammet ikke føres bort, men bundfældes.

Prøvetagning og analysering

Spildevandtilførsler kan variere meget over døgnet og fra dag til dag, hvad angår såvel spildevandsmængde som mængde af forurenende stoffer. Især hvor det drejer sig om industri-spildevand, kan variationerne være store og usystematiske. Målingerne viser, at der kan være store afvigelser fra de teoretiske værdier for forureningsmængder udledt af personer og industrier.

Ved prøvetagning må man være opmærksom på begrænsningen ved anvendelsen af automatisk prøvetagningsudstyr, hvor specielt

bundfældning i sugeslanger kan give ikke repræsentative prøver.

2.6.2 Sammenfatning med henblik på Gudenåundersøgelsen 1973-75

Den planlagte, samlede undersøgelse af Gudenåsystemet i 1973-75 vil bl.a. forudsætte undersøgelser af:

spildevandstilledninger (mængde, indhold af forurenende stoffer, variation),

andre tilledninger (naturlig afstrømning fra dyrkede og uopdyrkede arealer, indhold af forurenende stoffer, variation),

dambrugsforurening (udnyttelsen af vandsystemet, forureningsbelastningens størrelse og effekt),

vandføring og transport af forurenende stoffer i delstrækninger af å-systemet (incl. omsætninger, variation),

tilløb til og afløb fra søer (vandmængde, forurenende stoffer, variation),

omsætninger af forurenende stoffer i søer (forbrug ved primærproduktion, udskillelse, udveksling med sediment og atmosfære, udveksling mellem hypolimnion og epilimnion, variation),

søsedimenters og vandløbssedimenters udstrækning, sammensætning, omsætning.

Hertil kommer en række basismålinger af meteorologiske og hydrologiske forhold i undersøgelsesperioden samt en karakterisering af dyre- og planteliv i de enkelte vandløbsstrækninger og søer.

Med henblik på planlægningen af Gudenåundersøgelsen 1973-75 har Forundersøgelsen vist følgende:

Spildevandstilledninger kan variere meget over døgnet og fra dag til dag. Især hvor det drejer sig om industrispildevand,

kan variationerne være store og usystematiske. Ved Gudenåundersøgelsen bør der etableres kontinuerte målinger af spildevandsmængden ved alle større spildevandstilledninger til Gudenåen. Forureningsmængden bør undersøges, dels ved intensive målinger, hvor variationen over døgnet og fra dag til dag fastlægges, dels ved senere, mere spredte målinger som kontrol på resultaterne af de intensive målinger. Teoretiske værdier vil kun i begrænset omfang kunne karakterisere spildevandstilledningerne.

Et særligt problem udgør den vandmængde, der aflastes under regn - d.v.s. en blanding af spildevand og regnvand, der uledes fra overfaldsbygværker. Vandmængde og indhold af forurenende stoffer i disse tilledninger må undersøges nærmere ved målinger.

Andre tilledninger - d.v.s. naturlig afstrømning fra dyrkede og uopdyrkede arealer - har ved Forundersøgelsen vist sig at spille en væsentlig rolle for belastningen af de undersøgte delområder af Gudenåsystemet. Ved Gudenåundersøgelsen må der skaffes viden om disse tilledningers omfang, f. eks. ved intensive målinger i udvalgte delområder, sammenholdt med meteorologiske og hydrologiske data for hele afstrømningsområdet. I en vis udstrækning kan "andre tilledninger" bestemmes som differens mellem målte (eller beregnede) spildevandstilledninger og målte værdier for vandføring og forureningsmængde i åløbene.

Udnyttelsen af vandsystemerne ved dambrugsdrift medfører en betydelig tilførsel af forureningskomponenter til vandsystemet, som reagerer herpå bl.a. ved ændringer i fauna- og floraspektret. Der bør foretages intensive undersøgelser af enkelte dambrug med henblik på at skaffe yderligere materiale til kvantificering af dambrугenes forureningsmængder. Herudover vil spredte undersøgelser af dambrug i Gudenåsystemet være nødvendige for at supplere de øvrige undersøgelser.

Med henblik på planlægning af målinger af vandføring og transport af forurenende stoffer i delstrækninger af systemet viser Forundersøgelsen, at det er vigtigt at få målt vandførin-

gen kontinuert i så mange målepunkter, at vandføringen bliver kendt med god nøjagtighed i hele systemet. Derimod viser Forundersøgelsen, at der ved planlægningen af målinger af stoftransporter skal tages hensyn til, om der kan ventes store variationer over døgnet, fra dag til dag eller over året. Nogle steder vil det være rimeligt at måle ofte og eventuelt kontinuert over perioder af kortere eller længere varighed, medens det andre steder vil være tilstrækkeligt med enkelte stikprøver. Hvor der er tvivl om, hvilken fremgangsmåde der skal anvendes, kan der indledningsvis foretages intensive målinger til belysning af eventuelle variationer.

Et særligt problem er omsætningen af de forurenende stoffer ned gennem et vandløb. Denne omsætning kan eventuelt belyses ved samtidige målinger på en vandløbsstrækning eller ved at følge en given vandmasse ned gennem systemet.

Ved måling af søers tilløb og afløb gælder, hvad der ovenfor er nævnt om vandføring. Målinger af stoftransport i afløbet fra søer med stor opholdstid kan normalt indskrænkes til enkeltmålinger, f.eks. analyser af 4-timers gennemsnitsprøver over 1 døgn en gang pr. måned. Målinger i tilløbet må afhænge af tilledninger opstrøms - eventuelt kan kontinuerede målinger over kortere eller længere perioder blive nødvendige.

Omsætningen af forurenende stoffer i søer bør følges med hyppige målinger af primærproduktionen over året. Søsedimenternes evne til at afgive næringsstoffer spiller en betydelig rolle i eutrofieringsproblematikken, og ved Gudenåundersøgelsen bliver sedimentforsøg til belysning af stofudveksling mellem sediment og vandfase nødvendige.

Med henblik på at opbevare og behandle det store talmateriale, der vil fremkomme ved Gudenåundersøgelsen 1973-75, skal der oprettes et datalager - en database -, hvorfra talmaterialet umiddelbart kan tages frem til videre behandling. Denne behandling vil bestå i dels en almindelig statistisk behandling af materialet, dels en modeludvikling. En sådan modeludvikling tager sigte på at beskrive stofomsætningerne i Gudenåsystemet matematisk.

3. OPLÆG TIL GUDENÅUNDERSØGELSEN 1973-75

Efter indstilling fra Gudenåudvalgets teknikergruppe har Gudenåudvalget vedtaget nedenstående forslag til den egentlige Gudenåundersøgelse 1973-75.

Forslaget omfatter:

1. Formålet med Gudenåundersøgelsen.
2. Program for 1973-75.
3. Budget for 1973-75.
4. Tidsplan for undersøgelsen og forslag til deltagende institutter.

3.1 Formål

Gudenåundersøgelsen 1973-75 har til formål at bidrage med tilvejebringelsen af et rationelt beslutningsgrundlag med henblik på den videre udbygning af rensningsforanstaltninger m.v. inden for afstrømningsområdet, således at den aktuelle vandkvalitet i Gudenå, incl. Randers Fjord, forbedres hurtigst muligt, samt at der på længere sigt etableres mulighed for at opretholde en tilfredsstillende vandkvalitet i Gudenå og Randers Fjord.

Undersøgelsen er planlagt som en kvalitativ og kvantitativ recipientundersøgelse i et samlet afstrømningsområde - Gudenå, incl. kilder, bække og søer, samt Randers Fjord med Alling Å m.v.

Undersøgelsen skal således i sin konklusion være:

vejledende for rensningsforanstaltninger og disses prioritering,

vejledende for kvalitetskrav til recipienter samt

vejledende for kontrolforanstaltninger.

Endvidere må undersøgelsen pege på forhold, som ikke kunne undersøges nærmere inden for undersøgelsesperioden, men som påkalder sig fortsatte undersøgelser.

3.2 Program for Gudenåundersøgelsen 1973-75

Nedenfor bringes en kort redegørelse for det undersøgelsesprogram, som for tiden er under udarbejdelse.

3.2.1 Spildevandstilførsler og andre tilførsler af forurenende stoffer -----

Gudenåsystemet incl. Randers Fjord og Grund Fjord-Alling Å-systemet tilføres forurenende stoffer gennem direkte udledning af rensat eller urensat spildevand fra husholdning, industri, landbrug og dambrug. Herudover tilføres systemet forurenende stoffer fra aflastningsbygværker og regnvands-systemer samt - i yderst forskelligt omfang - fra en række forskelligartede vandtilførsler, f.eks. drænvand.

En del af disse tilførsler er nemme at bringe under kontrol. Det gælder især de direkte spildevandstilførsler, som kan kontrolleres gennem passende rensning inden udledning. Andre af tilførslerne er vanskelige eller umulige at bringe under kontrol.

En undersøgelse af de direkte spildevandstilførsler og i videst muligt omfang også af andre tilførsler af forurenende stoffer skal have til formål at kortlægge dels den lokale tilførsel til de enkelte delområder og til Gudenå-afstrømningsområdet som helhed, dels at kortlægge de forskellige forureningskilders andel i stoftilførslerne.

Med en sådan viden kan der foretages passende indgreb over for de forskellige typer af tilførsler samtidig med, at indgrebene kan bringes til udførelse i hensigtsmæssig rækkefølge.

Prøvetagning

Undersøgelsen skal omfatte udtagning af vandprøver - samt kvalitative og kvantitative analyser - fra alle betydningsfulde direkte spildevandsudløb. Endvidere udføres tilsvarende prøvetagning og analysering for en række hovedstationer fordelt ned gennem Gudenåen, incl. tilløb og Randers Fjord m.v. I forbindelse med prøveudtagningen skal vandføringen

og/eller vandudskiftningen bestemmes.

Prøveudtagningen skal gennemføres dels ved udtagning af repræsentative prøver, f.eks. månedsvis, og dels ved mere intensive målerunder, hvor der ved den enkelte station analyseres kontinuert eller udtages et større antal prøver med kortere mellemrum, f.eks. ved undersøgelsen af visse industriafløb og søundersøgelser.

Undersøgellesprogrammet for de repræsentative prøver justeres efterhånden, som resultaterne fra de mere intensive målinger afslører, hvorledes stoftilledningerne varierer.

Analyseprogram

Ved de fleste hovedstationer måles i henhold til et standardprogram omfattende:

vandføring/vandudskiftning,
kvælstofforbindelser, fosforforbindelser,
partikulært og opløst organisk stof,
temperatur, ilt og pH.

Ved visse stationer kan der blive tale om at udvide analyseprogrammet med kvantitativ bestemmelse af f.eks.:

klorid, sulfat, magnesium, natrium, kalium,
kalcium, alkalinitet, visse tunge metaller m.v.

Desuden eventuelle kvalitative undersøgelser med henblik på kontrol af miljøfremmede stoffer.

Herudover bør foretages materialetransportmålinger ved en række stationer for at skaffe viden om vandløbenes naturlige stoftransport.

Databehandling

Alle måle- og analyseresultater overføres til "Gudenåundersøgelsens database" (datalager), hvorfra de hentes frem i eventuelt bearbejdet form ved hjælp af edb-programmer. Det

er hensigten, at resultaterne skal anvendes i beregninger af vand- og stoftransporter i de forskellige afsnit af afstrømningsområdet samt i opstillinger af vandkvalitetsmodeller, der kan benyttes til beregninger af forskellige indgrebs mere langsigtede effekt. Endvidere skal resultaterne anvendes ved beskrivelse af den aktuelle vandkvalitet og i forbindelse med de kommende års kontrolforanstaltninger.

3.2.2 Biologisk vandkvalitet

En betingelse for, at vandområderne i Gudenåsystemet kan bevare deres høje værdi som fiskevande, badevand - og i øvrigt som yderst værdifulde dele af udstrakte fritidsområder - er, at et naturligt samspil mellem miljø og organismer indbyrdes opretholdes i stort omfang eller genoprettes.

En forudsætning herfor - og tillige en forudsætning for en effektiv gennemførelse af fremtidige kontrolforanstaltninger - er, at der gennem fortsatte og udvidede biologiske undersøgelser etableres en grundlæggende viden om den nuværende tilstand i Gudenåsystemets vandløbsstrækninger, søer og fjordområder.

Undersøgelsen skal omfatte vandets og bundens fysiske og kemiske forhold, vegetationens forekomst, sammensætning og produktion, dyrenes udbredelses- og produktionsforhold. Ved elektrofiskeri skal f.eks. særlige vandområders fiskebestande undersøges.

Ved at sammenligne med tidligere års undersøgelser kan man få et indtryk af de forandringer, der allerede er sket. Med et solidt kendskab til eksisterende forhold vil det ved senere undersøgelser være muligt at afsløre ugunstige ændringer og imødegå disse med passende forholdsregler, før det er for sent.

Undersøgelsen af den biologiske vandkvalitet kan opdeles i:

- primærproduktionsmålinger i søer og fjorde,
- undersøgelse af fastsiddende vegetation både i vandløb, søer og fjorde,

undersøgelse af vandløbsfauna og bundfauna i søer og fjordområder,
fiskeribiologiske undersøgelser,
undersøgelse af vandets fysiske og kemiske parametre,
undersøgelse af sedimentets sammensætning og af stoffernes udveksling med vandfasen,
mikrobiologiske undersøgelser med hensyn til beskrivelse af den hygiejniske vandkvalitet.

Alle måle- og analysedata overføres til datalageret, hvorfra de - i den udstrækning det er muligt - indarbejdes i modelberegningerne over vandkvalitet.

3.2.3 Supplerende informationer

Inden for emnet vandforurening og miljøteknologi med henblik på vandforurening arbejder en lang række private firmaer og offentlige institutioner. De erfaringer og det materiale, disse kan stille til rådighed for Gudenåundersøgelsen, vil naturligvis blive skaffet til veje og anvendt som supplerende informationer.

Meteorologiske observationer

Med henblik på at opstille en vandbalance for Gudenå-afstrømningsområdet må der skaffes oplysninger om nedbør og fordampning (vind og temperatur afhængig). Af hensyn til produktionsmålingerne må der skaffes informationer om lysforholdene i måleperioderne.

Dambrugsundersøgelse

Som specialundersøgelse, hvis resultater kan benyttes ved andre forureningsundersøgelser, fortsættes undersøgelsen af dambrugs forurening dels ved behandling af enkelte dambrug og dels ved undersøgelse af udvalgte vandløbsafsnit med flere dambrug i Gudenåsystemet.

Transportveje for særligt forurenende stoffer og potentielt farlige oplag

Formålet med disse undersøgelser er, at stille forslag med

henblik på at mindske faren for uheld i forbindelse med transport og oplag af stoffer, der, hvis uheld indtræffer, kan nå frem til vandsystemet. Dette vil erfaringsmæssigt kunne medføre ødelæggelse af vandområderne af katastrofalt omfang. Ikke mindst kan langvarige, delvis uoprettelige skader forvoldes. Tillige kan renseanlæg blive sat ud af funktion og drikkevandsforsyninger blive truet.

3.2.4 Detailprogram

Den igangværende detailplanlægning ventes afsluttet maj-juni 1973.

Da undersøgelserne forventes udført med den største intensitet i året 1974, vil der på grundlag af materialet, som bringes til veje i 1973, kunne foretages justeringer og endelig detailplanlægning i løbet af 1973.

3.3 Budget for Gudenåundersøgelsen 1973-75

Budgettet for Gudenåundersøgelsen 1973-75 er baseret på det i afsnit 3 foreslåede program med største undersøgelsesintensitet i året 1974.

Budgetopstilling

Gudenåsystemet indtil Randers

	Total omkostninger incl. 15 % moms 1973-75
	kr.
Planlægning, koordinering, adm.	575.000
Modelopbygning, kalibrering	230.000
Interkalibrering	115.000
Vandføring/vandskifte	460.000

Spildevandsbelastning	287.500
Regnvand - grundvand, afstrømning	172.500
Dambrug	230.000
Produktionsmålinger	230.000
Grødevækst	115.000

Hygiejnisk undersøgelse	115.000
Søer (systemkarakterisering)	402.500
Sedimenter, søer	460.000
Sedimenter, vandløb	115.000
Vandløb og søer, flora/fauna	345.000
Særundersøgelser (giftighed el. fiskeri m.m.)	345.000

Stoftransport	1.150.000

Intensive målinger	115.000
Sedimentforsøg	86.250
Algeforsøg	172.500

Database	92.000
Databehandling	92.000

Rapportering	575.000
Diverse	19.750

I ALT	6.500.000
	incl. moms
	=====

Randers Fjord og Grund Fjord-Alling Å-systemet

	Total omkostninger incl. 15 % moms 1973-75
	kr.
Hydrografi	210.000
Karakterisering	695.000
Vandkvalitet	50.000
Tilstandsbeskrivelse vedr. Grund Fjord/Alling Å	195.000
Stoftransport	20.000
Spildevandsbelastning	225.000
Kvalitetskrav - rensning	185.000
Kontrolprogram	20.000
Diverse	110.000

I ALT 1.710.000
incl. moms
=====

Totalbudget, incl. moms ca. kr. 8.200.000

Fordelt på finansår bliver budgetfordelingen skønsmæssigt:

1973-74	ca. kr. 2.240.000
1974-75	ca. kr. 4.100.000
1975-76	ca. kr. 1.860.000

3.4 Gennemførelsen af Gudenåundersøgelsen 1973-75

3.4.1 Undersøgelsesarbejdet og ledelse

Gudenåudvalget har besluttet at overlade den direkte ledelse af undersøgelsesarbejdet til to hovedansvarlige, nemlig:

- 1) Vandkvalitetsinstituttet, ATV,
som anmodes om at forestå gennemførelsen af undersøgelser i Gudenåsystemet indtil Randers.
- 2) F.L. Smidth & Co. A/S, Miljøteknisk afdeling,
som anmodes om at forestå gennemførelsen af undersøgelser i Randers Fjord og Grund Fjord-Alling Å-systemet.

Den praktiske gennemførelse af de mange enkelte undersøgelsesprojekter søges udført under medvirken af bl.a. følgende institutioner:

Amtsvandvæsenerne under amtskommunerne i Vejle, Viborg og Århus.

Botanisk Institut, Økologisk afdeling, Århus Universitet.

Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, afdelingen for ferskvandsfiskeri, Charlottenlund.

F.L. Smidth & Co. A/S, Miljøteknisk afdeling, København.

Geologisk Institut, Laboratoriet for fysisk geografi, Århus Universitet.

Hedeselskabet, Slagelse og Viborg.

Hygiejnisk Institut, Århus Universitet.

Isotopcentralen, ATV, København.

Kommunale levnedsmiddellaboratorier, Silkeborg, Viborg m.fl.

Miljøstyrelsens Forureningslaboratorium, København.

Vandkvalitetsinstituttet, ATV, København.

Zoologisk Institut, Laboratorium B, Økologi, Århus
Universitet.

3.4.2 Tidsplan

Detailplanlægning afsluttes	maj - juni 1973.
Gudenåundersøgelsen udføres	juni 1973 - juni 1975.
Afsluttende delrapporter udarbejdes	august - november 1975.
Endelig rapport udarbejdes	januar 1976.

4. ORDFORKLARING

Aerob: Miljø, hvor der er ilt til stede. Kan også betyde iltkrævende.

Anaerob: Miljø, hvor der ikke er ilt til stede. Kan også betyde ikke-iltkrævende.

BI₅ (BOD₅): 5 døgns biokemisk iltforbrug. Det antal mg ilt pr. liter, som spildevandet (spildevandets organismer) forbruger i en 5-døgns periode til biokemisk iltning af organisk stof i spildevandet.

COD (Chemical Oxygen Demand): Den iltmængde (mg pr. liter), der skal anvendes til iltning af organisk stof ved anvendelse af dichromat. En enklere og mindre karakteriserende måling end BI₅.

Database: Datalager, som er tilgængeligt for behandling med forskellige edb-programmer.

Epilimnion: Se lagdeling.

Eutrof: Betegnelse for en næringsrig sø. I en eutrof sø kan der produceres stor biomasse (se desuden oligotrof).

Faunadiversitet: Forholdet mellem antal dyrearter og antal individer af hver art.

Fotosyntese: Opbygning af organisk stof under anvendelse af kuldioxid, vand og sollys. Klorofyl er katalysator.

Gytje: Sediment med stort indhold af såvel organisk som uorganisk stof.

Hydrologi: Læren om vandet og dets kredsløb.

Hypolimnion: Se lagdeling.

Iltsvind: På grund af spildevandets indhold af organisk stof vil der, når dette udledes i recipienten, ske en bio-

logisk nedbrydning, hvortil der medgår ilt. Denne iltmængde tages fra vandets opløste ilt. Når iltforbruget sker hurtigere end geniltningen, d.v.s. tilførslen af ilt fra atmosfæren, vil iltkoncentrationen falde. Dette fald benævnes iltsvind.

Instar: Stadiet, som ligger mellem to hudskifter i f.eks. en myggelarves udvikling.

Lagdeling: I naturlige vande - have, fjorde, søer og langsomt strømmende vandløb - er der mulighed for lagdeling. Denne opstår ved vægtfyldeforskelle i vandmasserne og kan være betinget af termiske eller kemiske forhold. Specielt for søer benyttes følgende inddeling:

epilimnion - øverste lag
metalimnion - springlaget
hypolimnion - nederste lag.

Matematisk model: Sæt af matematiske udtryk (ligninger), der beskriver forhold, f.eks. i naturen. Kan anvendes til forudberegninger af variationer af forskellige forhold i naturen. Beregningerne foretages normalt på et edb-anlæg.

Minerogene partikler: Uorganiske partikler, f.eks. sand.

Oligotrof: Første stadium i søers udvikling. Søen har et lavt indhold af næringsstoffer, og den organiske produktion er lav. Stadier i søers udvikling:

oligotrof - lidt næring
mezotrof - middel næring
eutrof - rigelig næring

(Desuden benyttes betegnelsen "den brunvandede" eller "dystrofe" sø, om søer med et højt indhold af humusstoffer).

Personækvivalent (forkortet p.e.): En forureningsmængde svarende til forureningsmængden fra en person. En personækvivalent bruges sædvanligvis om nedbrydeligt, organisk stof, hvor 1 p.e. = 60 g BI₅ pr. døgn.

Plantenæringsssalte: Især fosfater, nitrater og ammoniumforbindelser.

Planteplankton: Små, oftest mikroskopiske en- eller fåcellede alger, der svæver i vandet, og hvis eventuelle egenbevægelse er så ringe, at den intet betyder i forhold til strømningerne i vandet.

Primærproduktion: Dannelse af organisk stof ved fotosyntese.

Recipient: Fællesbenævnelse for vandsystemer (vandløb, søer, havområder), som modtager spildevand.

Renseanlæg: Bygningsværker, hvor der sker en reduktion af spildevandets forurenende indhold. Der skelnes mellem:

- 1-trins rensning: Mekanisk adskillelse af bundfældelige stoffer og grovere partikler.
- 2-trins rensning: Mekanisk rensning + biologisk rensning til reduktion af organisk materiale.
- 3-trins rensning: Mekanisk rensning + biologisk rensning + kemisk fældning af fosfater.
- 4-trins rensning: Mekanisk rensning + biologisk rensning + kemisk fældning + fjernelse af kvælstofforbindelser og/eller fjernelse af tunge metaller.

De fire rensningstrin kan desuden kombineres på forskellig måde.

Sediment: Bundaflejringer.

Springlag: Vandlag mellem to vandmasser med forskellige kemiske eller fysiske egenskaber (f.eks. iltindhold, temperatur, vægtfylde).

Standing Crop: Her, overjordisk biomasse f.eks. sivbevoksning.

Submers: Under vand.

Suspenderet stof (suspended load): Opslemmet stof.

Transparens (sigtedydbde): Den dybde, hvor en cirkulær hvidmalet skive bliver usynlig ved nedsenkning i en vandmasse. Sigtedybden vil f.eks. have en sammenhæng med algekoncentrationen.

Økologi: Læren om organismernes afhængighed af hinanden og af miljøet.

