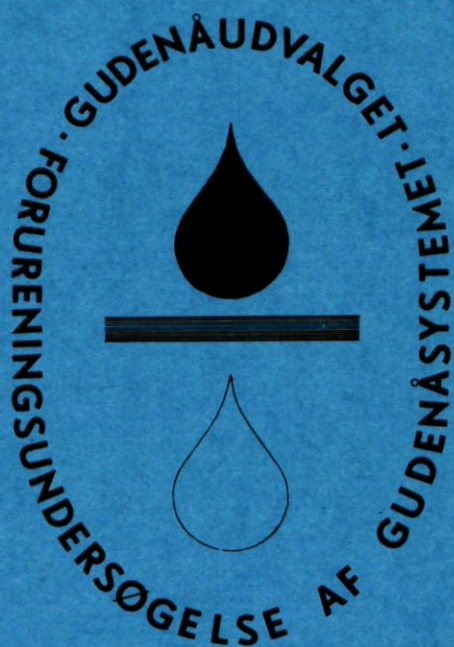


---

RAPPORT NR. 23

---



---

GUDENÅUNDERSØGELSEN  
Vandløb - Botanik

---

# GUDENAUNDERSØGELSEN 1973 - 75

Botanisk-økologiske undersøgelser over  
vandløbsvegetationen i udvalgte Gudenå-vandløb,  
Spørring Å, Lilleå og Mattrup Å.

Vegetationsdynamik, vandløbspleje og forureningsstatus.

af

Ulrik Brøndum Jensen og Hans Mathiesen

Botanisk Institut, Århus Universitet,  
Nordlandsvej 68, 8240 Risskov.

# GUDENAUNDERSØGELSEN 1973 - 75

## RAPPORT NR. 23

Vandløbsvegetationen i udvalgte Gudenå-vandløb.

### FORORD OG RESUME

Som et biologisk delprojekt i Gudenåundersøgelsen 1973-75 blev vandløbsvegetationen undersøgt over store strækninger af Gudenå'en og dens tilløb. Særligt blev de almindeligste vegetationstypers forekomst og udbredelse undersøgt i Spørring Å, Lilleå og Mattrup Å samt i selve Gudenå, dels på strækninger i de øvre løb og dels omkring tilløbet af Hadsten Lilleå. Samtidig blev den aktuelle forureningstilstand beskrevet i disse vandløb, særligt gennem målinger af koncentrationer for næringssalte.

En oprindeligt planlagt registrering af de enkelte planters og vegetationstypers total-udbredelse i hele Gudenå-systemet blev ikke gennemført, idet flora'en på langt de fleste strækninger viste sig at være langt mere ensformig - og især langt mere fattig på forskellige plantearter - end forventet.

Som hovedårsag til den store ensformighed i vegetationens kvalitative og kvantitative sammensætning må der peges på en kombination af forurening og mekaniske indgreb - disse sidstnævnte særligt i form af regulering, oprensning og grødeskæring.

Når vandpest og båndblade af pindsvineknop i almindelighed dominerer over lange strækninger kan det generelt opfattes som et resultat af en vegetationsudvikling fra varierede mod meget ensformige vegetationstyper.

Fra Mattrup Å bringes eksempler på drastiske vegetationsændringer, som er indtrådt så sent som efter 1971, hvor de første undersøgelser udførtes. Endvidere bringes fra de omtalte vandløb eksempler på skyggeeffekt, effekt af algepåvækst, kraftig grødevækst nedestrøms dambrug samt drivende grødemængder. Som i Gudenå-forundersøgelsen bekræftes påny, at der som forventeligt ikke forekommer nogen simpel relation mellem koncentrationer af næringssalte og grødemængder. Udledning af store mængder af næringssalte synes derimod at fremme udviklingen af trådformede alger i masseforekomst.

Følgende specialestuderende og kandidater fra Botanisk Institut har især bidraget til undersøgelsens gennemførelse - og med de i rapporten omtalte resultater: Margit Thorbek, Dorthe Fredskilde, Knud Erik Breitenbauch og Niels Thyssen. Medarbejdere ved Botanisk Institut's økologiske afdeling har udført en del af vandanalyserne. Foruden til ovennævnte personer retter de to forfattere herved en tak til "Gudenåudvalget", og dets tekniske udvalg, på hvis foranledning undersøgelsen blev udført.

Nærværende rapport afsluttedes i juli 1976, medens den endelige færdiggørelse til Gudenåundersøgelsens rapport-serie udførtes pr. januar 1978.



## Indholdsfortegnelse

side

1.	Indledning -----	1
2.	Formål -----	2
3.	Undersøgelsens forløb, deltagere, metodik m.v. ----	5
	3.1. Vandkemi -----	5
	3.2. Vegetationsregistreringen -----	5
	3.3. Deltagelse -----	6
4.	Udvælgelse af vandløbsstrækninger-----	7
5.	Oversigt over vandløbsvegetationens planter -----	8
	5.1. Batrachium spp. (arter af vandranunkel) ----	9
	5.2. Callitriche spp. (arter af vandstjerne)-----	10
	5.3. Elodea canadensis (vandpest) -----	11
	5.4. Potamogeton spp. (arter af vandaks) -----	11
	5.5. Båndblade -----	12
	5.6. Græsser -----	13
	5.7. Mosser -----	14
	5.8. Alger -----	14
	5.9. Bakterier -----	16
6.	Vegetationstyper i Gudenåsystemet -----	17
	6.1. Elodea canadensis vegetation -----	18
	6.2. Potamogeton crispus vegetation -----	19
	6.3. Potamogeton perfoliatus vegetation -----	20
	6.4. Sparganium simplex veg. (båndbladsvegetation)	20
	6.5. Elodea canadensis-Potamogeton crispus veg.	20
	6.6. Elodea canadensis-Sparganium simplex veg.--	21
	6.7. Potamogeton crispus-Callitriche veg. -----	21
	6.8. Sparganium erectum-Elodea canadensis veg.--	21
	6.9. Sparganium simplex-Potamogeton crispus veg.	22
	6.10. Oprindelige bæksamfund-----	22
	6.11. Grøftesamfund-----	23
	6.12. Nedre å-samfund -----	24
	6.13. Vegetationstyper med relativ stor arts- diversitet -----	25
	6.14. Vegetationstyper på skyggelokaliteter -----	27

6.15.	Vegetation i okkerpåvirkede vandløb -----	29
6.16.	Vegetation i søafløb -----	29
6.17.	Samfund af Cladophora og andre større trådformede alger -----	30
6.18.	Vegetationsløse vandløbsstrækninger -----	30
7.	Biomasse -----	31
7.1.	Metoder og undersøgelser -----	32
7.2.	Mattrup å 1971 -----	34
7.3.	Mattrup å - efter dambrug -----	37
7.4.	Mattrup å - Vingum Bro 1974 -----	40
7.5.	Mattrup å - Halle Bro 1975 -----	43
7.6.	Spørring å - 1975 -----	46
7.7.	Lilleå - Drivende, afskåret grøde, 1973 --	49
7.8.	Sammenfatning om resultater af biomasse --	52
8.	Næringssalte og vandløbsvegetation -----	55
8.1.	Submerse, rodfæstede vandplanter -----	56
8.2.	Ikke-rodfæstede vandplanter -----	57
8.3.	Større alger -----	57
8.4.	Epifytiske og andre fasthæftede mikroalger	57
8.5.	Planteplankton -----	58
8.6.	Grænseværdier -----	58
9.	Vegetationsdynamik og mekanisk-fysiske indgreb-	62
9.1.	Nichediversitet, artsantal og succession -	62
9.2.	Om ændringer som effekt af vandløbsregu- lering og uddybning -----	64
9.3.	Om ændringer som effekt af oprensning ----	69
9.4.	Om ændringer som effekt af grødeskæring --	70
9.5.	Sammenfatning om de vegetationsmæssige aspekter ved mekanisk-fysiske indgreb-----	72
9.5.1.	Vigtigste arter -----	72
9.5.2.	Successionsdiagram -----	73
9.5.3.	Enedominans, optimering og hævning-	74
10.	Spildevand og vegetationsdynamik. Lilleåsystem -----	76
10.1.	Stationer anvendt ved undersøgelserne ---	77

10.2.	Om spildevandskilder i Lilleå-systemet --	79
10.3.	Primærdata fra undersøgelser over vand- kemi i Spørring å og Lilleå -----	80
10.4.	Baggrundsværdier -----	81
10.5.	Om registrering i Lilleå af spildevands- belastning fra Hadsten -----	83
10.6.	Effekt fra dambrug. Løjstrup Mølle -----	84
10.7.	Lilleåens belastning af den nedre Gudenå-	86
10.8.	Lilleåens biologiske status i relation til spildevandsbelastningen -----	88
	10.8.1. Dekomposition i Lilleåen LIH 456 - LIH 461 -----	90
	10.8.2. Iltforhold -----	91
	10.8.3. Biologisk effekt/LIH 457-461 ----	91
	10.8.4. Biologisk effekt/LIH 461-463 ----	91
	10.8.5. Biologisk effekt/LIH 463-468 ----	91
10.9.	Vegetationstyper og vegetationsændringer i Lilleå -----	92
10.10.	Spørring å -----	93
11.	Sammenfatning, konklusioner og rekommendationer	96
11.1.	Sammenfatning -----	96
	11.1.1. Gudenå-forundersøgelsen -----	96
	11.1.2. Formål for undersøgelsen 1973-75-	97
	11.1.3. Omfang af vegetations-undersøgel- ser -----	97
	11.1.4. Udvalgte vandløb -----	97
	11.1.5. Floralister -----	98
	11.1.6. Vegetationstyper -----	99
	11.1.7. Biomasse -----	99
	11.1.8. Næringssalte -----	100
	11.1.9. Vegetationsmæssige aspekter ved mekanisk-fysiske indgreb -----	101
	11.1.10. Spildevand/Lilleå/Spørring å ----	102
11.2.	Særlige konklusioner -----	104
11.3.	Rekommendationer -----	105
12.	Litteraturliste -----	107

<u>Oversigt over tabeller.</u>		side
tabel 7.2.1.	Vandløbsvegetation i Matstrup å (Thorbek 1971)..	35
tabel 7.3.1.	Biomasse (standing crop) i Matstrup å nedenfor Breinholm Mølle (MAR 456, 1973). .....	38
tabel 7.4.2.	Vegetationssammensætning ved Mar 446 og MAR 448 .....	41
tabel 7.4.3.	Biomasse (standing crop) med MAR 448 og MAR 446 (Breitenbauch 1974) .....	42
tabel 7.5.1.	Biomasse og frekvensanalyse i Matstrup Å MAR 442 (1971 og 1975) .....	45
tabel 7.6.1.	Biomasse i Spørring å/SPR 449 - SPR 450. (Thyssen 1975) .....	48
tabel 7.7.2.	Biomasse - "drivende grøde" i Lilleå/LIH 451 (1973) .....	51
tabel 7.8.1.	Stående overjordisk biomasse i forskellige vandløb. (Larsen, Thorbek, Thyssen) .....	54
tabel 9.2.3.	Sammenligning af vandkemiske parametre i Gudenå/GUD 456 og GUD 457 .....	66
tabel 9.2.4.	Sammenligning af vegetation i Gudenå/GUD 456 og GUD 457 .....	67
tabel 9.2.5.	Sammenligning af vegetationen i Lilleå/LIH 451, Hårvad og nedstrøms kunstigt fald .....	68
tabel 9.2.6.	Sammenligning af vegetation i Matstrup å/MAR 448 og MAR 450 .....	69
tabel 9.4.1.	Biomasse/genvækst i Matstrup å/MAR 442 (Thorbek 1971) .....	70
tabel 9.4.3.	Dækningsgrad i Matstrup å/MAR 442 (Thorbek 1971).....	71
tabel 10.1.2.	Afstand i kilometer mellem stationerne i Lilleå	78
tabel 10.4.1.	Baggrundsværdier. Stoftransport i Lilleå .....	82
tabel 10.5.4.	Vandføring og stoftransport i Lilleå .....	84
tabel 10.6.1.	Oversigt over belastningen fra Løjstrup Mølle .	85
tabel 10.7.1.	Beregnet konc. stigning i Gudenå efter Lilleå's tilløb .....	86b
tabel 10.7.3.	Lilleåens belastning af Gudenå/LIH 468 .....	87
tabel 10.8.3.	Frekvensanalyse i Lilleå/LIH 457 .....	89

## Oversigt over figurer's placering

	side/side
fig. 7.2.2. Sæsonvariation for biomasse i Matstrup Å .....	36/37
fig. 7.2.3. Sæsonvariation for biomasse i Matstrup Å .....	36/37
fig. 7.4.1. Biomasse i Matstrup Å 1971 og 1974 .....	40/41
fig. 7.6.2. Biomasse og vandløbsvegetation, Spørring Å ...	48/49
fig. 7.7.1. Afskåret, drivende grøde i Lilleå .....	50/51
fig. 9.1.1. Oversigt over nogle miljøændringer ved vandløbsreguleringer .....	62/63
fig. 9.2.1. Strømforhold i ikke-reguleret vandløb (skitse)	64/65
fig. 9.2.2. Strømforhold i reguleret vandløb (skitse) ....	64/65
fig. 9.4.2. Tilvækst efter afhøstning i Matstrup Å .....	70/71
fig. 9.5.1. Mulige successionsforløb for vegetationsudviklingen ved forurening og øget mekanisk-fysisk påvirkning .....	74/75
fig. 10.1.1. <u>A.</u> Stationskort over Lilleå og Spørring Å ....	78/79
fig. 10.1.1. <u>B.</u> Stationskort over Lilleå og Gudenå .....	78/79
fig. 10.3.1. Døgnvariation for fosfor (tot.P og PO <sub>4</sub> -P mg/l) i Lilleå nedenstrøms Hadsten .....	80/81
fig. 10.3.2. Vandføring neden for Løjstrup Mølle, LIH 467 (Det Danske Hedeselskab 1974) .....	80/81
fig. 10.4.2. Sammenligning af stofkoncentrationer i Granslev Å og Matstrup Å samt Lilleå (1975) .....	82/83
fig. 10.5.1. Variation i fosfor (mg/l), Lilleå, Hadsten-Langå, 17.07.1974 .....	82/83
fig. 10.5.2. Limnologiske parametre (ilt m.v.), døgnvariation i Lilleå nedenstrøms Hadsten .....	84/85
fig. 10.5.3. Limnologiske parametre (ilt m.v.), døgnvariation i Lilleå ved Svejstrup Bro .....	84/85
fig. 10.7.2. Fosfat- og nitratstigning i Gudenå efter Lilleå's tilløb (beregnet og målt) .....	86a/87
fig. 10.8.1. Dekompositionsforhold i Lilleå (principskitse) .....	90/91
fig. 10.8.3. Vigtigste organismegrupper i Lilleå (principskitse) .....	90/91
fig. 10.9.1. Vegetation i Lilleå, Hinnerup - Balle Bro ....	92/93
fig. 10.9.2. Vegetation i Lilleå, Svejstrup Bro-Langå .....	92/93
fig.10.10.1. Sæsonvariation for fosfor i Spørring Å oven for Spørring by .....	94/95
fig.10.10.2. Sæsonvariation for kvælstof i Spørring Å oven for Spørring by .....	94/95
fig.10.10.3. Sæsonvariation for fosfor i Spørring Å nedenstrøms Spørring by .....	94/95
fig.10.10.4. Sæsonvariation for kvælstof i Spørring å nedenstrøms Spørring by .....	94/95



## 1. Indledning.

Ved anlæggelse af økologiske synspunkter på de biologiske, fysiske og kemiske processer i vandløb når man hurtigt til en erkendelse af, at der foregår en omfattende vekselvirkning mellem de biotiske og de abiotiske komponenter i "vandløbet", enten dette er stort eller lille.

I den del af forureningsbekæmpelsen, som har været planlagt med henblik på at forbedre tilstanden i de danske vandløb, er der ofte - vel mest ud fra traditionelle synspunkter - overvejende været lagt vægt på at anvende få og enkle parametre, eventuelt i kombination, til karakteristik af forureningsgrad, f.eks. iltforhold; belastning med iltforbrugende organisk stof; næringssaltkoncentrationer; tilstedeværelse/fravær af dyr, som er anvendelige som indikatororganismer; etc.

Som indikatororganismer er også flere planter blevet anvendt, og tillige er der anvendt kriterier som f.eks. "afvekslende og artsrig vegetation".

Ofte er der i ganske forbavsende ringe grad i planlægningen af danske vandløbs fremtidige (ønskelige) tilstand indgået synspunkter om opnåelse af en vegetationsudvikling, som ud fra økologiske synspunkter måtte anses for hensigtsmæssig for opnåelsen af den ønskede "vandkvalitet" i vandløbet.

De organismer, som udgør en væsentlig fraktion af primærproducenterne i vandløb - og som samtidig bidrager på helt afgørende måde til opnåelsen af den for vandløbets fauna nødvendige substratpulje og nichediversitet - er således ofte stort set udeladt i planlægningen af vandkvalitet og fastsættelse af kriterier og grænseværdier.

Vandløbsvegetationens placering i den hidtidige forureningsbekæmpelse har ofte været karakteriseret ved diskussionerne omkring "grødens skadelige iltforbrug i døgnets mørketimer" og "spørgsmålet om hvorvidt grøden skal fjernes én eller flere gange i en vegetationsperiode". Ligeledes har det i de senere år særligt været diskuteret "på hvilken måde grøden skal fjernes".

Samtidigt må det erkendes, at der i den botanisk-økologiske litteratur over alt peges på den nære relation mellem vandhastighed, sedimentation og vegetationsudvikling. Og den indbyrdes afhængighed kan bl.a. belyses ved at påpege, at ændrede sedimentationsforhold ("fremkomst af blød bund") radikalt kan ændre karakteren af vandløbsvegetationen, og at omvendt en ændring i vegetationsudviklingen kan gribe afgørende ind i sedimentationsforholdene.

Foruden at påpege det ønskelige i at medtage "planlægning af den ønskelige vegetationsudvikling" i den fremtidige kvalitetsplanlægning for vandløb, må det forekomme væsentligt her - indledningsvis i en botanisk-økologisk undersøgelse over Gudenå-vandløb - at påpege, at der i studier over vandløbsvegetation bør lægges stor vægt på vegetationens successionsforhold.

Særligt i henseende til de vegetationsdynamiske aspekter er de fleste hidtidige undersøgelser og betragtninger over dansk vandløbsvegetation meget ufuldstændige.

## 2. Formål

Ved planlægningen af "Gudenåundersøgelsen 1973-75" blev den botaniske undersøgelse af Gudenåsystemets vandløb beskrevet som:

"submers makrofytvegetation i vandløb. Forekomst, vegetationstyper, sæsonvariation og biomasse".

Undersøgelsens formål blev opstillet i følgende punkter:

- 1) For udvalgte arter registreres tilnærmelsesvis totalforekomst i hele Gudenå-systemet.
- 2) For visse vandløbsstrækninger, bl.a. i relation til dambrug og udledning af byspildevand, registreres udbredelse af almindelige og veldefinerede vegetationstyper.
- 3) Sæsonvariation - bl.a. som tilvækst i biomasse - måles for udvalgte vandløbsstrækninger og vegetationstyper.
- 4) Biomasse for "grøde i drift" bestemmes for udvalgte strækninger og vegetationstyper.
- 5) Der lægges vægt på, at projektet koordineres med specielt dambrugsundersøgelser, sedimentbeskrivelser og transportundersøgelser.

Ved undersøgelsens detailplanlægning og ved dens gennemførelse er det tilstræbt at udføre en undersøgelse, som kunne tilgodese:

- a) ønsket om at bidrage med informationer til anvendelse for det fremtidige praktiske arbejde i bekæmpelse af og kontrol med forureningen af Gudenå-vandløbene.
- b) hensynet til det faglige ønske om at deltage i forureningsrelevant forskning i det botanisk-limnologiske emneområde: vandløbsvegetation/vandløbspleje/forureningsstatus.

Ved den praktiske gennemførelse af undersøgelsen har det beklageligvis i flere tempi været nødvendigt at justere undersøgelses-programmet i en begrænsende retning. Dette er blevet nødvendiggjort dels af lønudviklingen, som netop i undersøgelsesperioden har været af et katastrofalt omfang, og dels af de lige så katastrofale ændringer, som har fundet sted på stillings- og stipendieområdet ved de højere læreanstalter.

De økonomiske begrænsninger har således - imod forventningerne ved Gudenåkonferencen maj 1973 - været afgørende for en del af den praktiske gennemførelse af undersøgelsen.

Imidlertid har dette delvis kunnet kompenseres ved, at flere studerende ved Botanisk Institut har deltaget ulønnet i undersøgelsesarbejdet, bl.a. i forbindelse med specialeprojekter.

Samtidig har det i faglig henseende været hensigtsmæssigt at udsætte visse dele af det omfattende, oprindelige undersøgelsesprogram. Særligt er der her i faglig henseende lagt vægt på det hensigtsmæssige i at etablere nødvendig basisviden og at udføre visse observationer gennem en længere undersøgelsesperiode end den 1(-2) årige periode, som blev gældende for f.eks. transportundersøgelserne i "Gudenåundersøgelsen".

Følgende bemærkninger kan knyttes til de begrænsninger, som er foretaget i forhold til det oprindeligt planlagte program (jfr. ovenfor pkt. 1 - pkt. 5):

- ad 1) Der er ikke udført nogen detaljeret registrering af de enkelte arters total-udbredelse i Gudenåsystemet. Dette skyldes bl.a.:
- at dette projektafsnit i fuld skala var blevet økonomisk uoverkommeligt.
  - at den for det fremtidige, praktiske arbejde nødvendige viden om udbredelsesforhold delvis er etableret og delvis kan suppleres i f.eks. 1976-77.
  - at langt de fleste vandløbsafsnit i Gudenåsystemet var væsentlig mindre artsrige og varierede i floristisk henseende end forventet (jfr. ad 2).
- ad 2) Dette projektafsnit er særligt udført for udvalgte vandløb, idet det under undersøgelsens start stod mere og mere klart, at den nuværende status for Gudenåvandløbenes vegetationstyper i særlig grad er bestemt af de mekanisk-fysiske indgreb, som aktuelt har været bragt i anvendelse i de respektive vandløb.
- ad 3) og 4) disse projektafsnit er gennemført, men har kunnet begrænses noget i omfang.

ad 5) I henseende til koordinationen med bl.a. dambrugs- og stoftransportundersøgelser, er der lagt vægt på ved udvælgelse af forsøgsvandløb at tilgodese en sådan koordination.

Der har endvidere i overensstemmelse med den oprindelige projektbeskrivelse været udført supplerende sediment- og vandanalyser, særligt som målinger af koncentrationer af kvælstof- og fosforkomponenter på en række stationer på intensivt undersøgte vandløbsstrækninger. Resultaterne herfra er dels indgået i Gudenåudvalgets centrale data-registrering (ved VKI) og bringes dels i nærværende rapport som bilag primærdata/vandkemi.

### 3. Undersøgelsens forløb, deltagere, metodik m.v.

#### 3.1. Vandkemi.

Hovedvægten er lagt på kvantitative analyser af en række parametre, som traditionelt benyttes til beskrivelse af "vandkvalitet" særligt kvælstof- og fosforkomponenter.

Vedrørende den anvendte metodik henvises til bilag 13.51. og til Gudenåundersøgelsens rapporter om de udførte interkalibreringsarbejder.

Hvor intet andet anføres angiver tot.P analyser udført på u-filtrerede prøver.

Der er foretaget enkelte iltmålinger samt orienterende studier over suspenderet materiale og over interstitialvand i relation til sediment- og vandkemiske vandløbsbeskrivelser.

Resultater fra disse vejledende og orienterende undersøgelser er ikke medtaget i nærværende rapport.

Der er udført en særlig undersøgelse over iltforhold i Spørring Å i relation til makrofyter (specialeprojekt ved Botanisk Institut, N. Thyssen - se litt.).

#### 3.2. Vegetationsregistreringen:

a) de plantearter, der er medtaget, indskrænker sig overvejende til de egentlige vandplanter og vandformer af sumpplanter, som vokser ude i vandløbene. Dette har medført,

at en lang række sumpplanter ikke er medtaget, men der er dog givet et par eksempler på sumpplanter, som ofte optræder ved og i vandløb. Registreringen omfatter således alle egentlige højere vandplanter - "limnofyter", samt deciderede vandformer af sumpplanter - "amfifyter".

- b) ved selve planteregistreringen er der dels anvendt en optegnelse af hvilke arter, der var til stede på en given biotop, dels er der udført en række frekvensanalyser på følgende måde: på en vandløbsstrækning udvælges via en random-tabel et antal punkter (aldrig under ti). Fra disse er der lavet et tværsnit over vandløbet i to meters bredde og de plantearter, der forekommer indenfor dette område registreres, men kun en gang, jvf. tabel 7.5.1.
- c) undersøgelsesperioden strækker sig fra sidste halvdel af 1973, hele 1974 samt første halvdel af 1975.

### 3.3. Deltagelse.

Undersøgelsen er forestået af stud.scient. Ulrik Jensen og afdelingsleder Hans Mathiesen, Botanisk Institut.

I undersøgelsens praktiske gennemførelse har i feltarbejdet særligt deltaget - foruden Ulrik Jensen -:

Stud.scient. Dorte Fredskilde.

Cand.scient. Kn.E.Breitenbauch (særligt vedr. periphyton i Mattrup Å, se litt.).

Cand.scient. Niels Thyssen (særligt vedr. iltforhold i Spørring Å, se litt.).

Endvidere har medarbejdere ved Botanisk Instituts økologiske afdeling deltaget i analysearbejde m.v..



Den hermed foreliggende rapport er udarbejdet af Ulrik Jensen, idet Hans Mathiesen har deltaget ved tilrettelæggelsen og udvælgelsen af det undersøgelsesmateriale, som hermed fremlægges.

Bilag 13.55. (farve-fotos) er ikke medtaget i den trykte rapport.

#### 4. Udvalgelse af vandløbsstrækninger.

Samtidig med at det blev nødvendigt at begrænse omfanget af den botaniske vandløbsundersøgelse, måtte det tillige erkendes, at Gudenå-vandløbene i deres nuværende status er meget lidt varierede i floristisk henseende. Det måtte endvidere anses for sandsynligt at dette ikke mindst skyldes reguleringer, grødeskæringer og andre mekanisk-fysiske påvirkninger.

I stedet for den oprindeligt planlagte geografisk mere omfattende registrering af forekommende arter og vegetations typer, er der derfor lagt stor vægt på en mere intensiv undersøgelse af udvalgte afsnit af Gudenå-systemet.

Særligt er Matstrup å og Lilleåsystemet undersøgt, idet Matstrup å allerede i forundersøgelsen har været benyttet som forsøgsvandløb fra Botanisk Institut.

For Lilleåsystemets vedkommende har flere hensyn været medvirkende for valget, men særligt, at der her i undersøgelsesperioden forekom en stor variation, både i vegetationen, forureningstilstand og omfang af reguleringer (og andre mekanisk-fysiske påvirkninger).

Endelig er der i forbindelse med de fra Botanisk Institut tidligere udførte undersøgelser i Søbygaard sø og Gjern å udført en række vandkemiske kontrolobservationer i Gjernåsystemet.

## 5. Oversigt over vandløbsvegetationens planter.

Arter. Som omtalt i indledningen er det ikke forsøgt at gennemføre en fuldstændig registrering af samtlige de arter, som indgår i Gudenåsystemets vandløbsvegetation.

Foruden de mest almindelige arter nævnes der i nedenstående oversigt en række af de arter, der ved undersøgelsen har vist sig at indgå som væsentlige bestanddele af de forekommende vegetationstyper. Tillige er der nævnt eksempler på planter, som forekommer ret udbredt i Gudenåsystemet - eller på de undersøgte strækninger - men som i kvantitativ henseende er af underordnet betydning.

I oversigten er der endvidere medtaget nogle enkelte af de større alger, som på visse strækninger udgør en betydelig del af vandløbsvegetationen..

Hvor floralister anvendes i de følgende afsnit (ved lokalitetsbeskrivelser og i tabellariske opstillinger) er de enkelte arter i almindelighed anført i alfabetisk rækkefølge. Plantenavnene er i almindelighed anvendt i henhold til Rostrup-Jørgensen's flora.

Især inden for to slægter af vandplanter er artsbestemmelser ofte overordentligt vanskelige og tidsrøvende. Det drejer sig om *Batrachium* (Vandranunkel) og *Callitriche* (Vandstjerne). Da tillige de enkelte arters økologi kun er meget ufuldstændigt kendt, er der oftest ikke udført artsbestemmelser for planter af disse to slægter.

Vandplanter og sumpplanter. Foruden ved deres særlige artskendetegn kan de enkelte planter i vandløbsvegetationen også karakteriseres og grupperes ved deres livsformer, d.v.s. de morfologiske - og anatomiske - tilpasninger til voksested i eller ved vandløbet.

De arter, som i det følgende betegnes som vandplanter, er i praksis altid:

- 1) enten med flydeblade, som viser særlige tilpasninger. F.eks. hvid åkande.
- 2) eller med submerse skud, d.v.s. voksende med blade og stængler - men ikke blomster - under vandoverfladen. F.eks. vandpest.
- 3) eller med både flydeblade og submerse skud. F.eks. vandranunkel (visse af arterne; nogle har kun submerse skud).

Derimod betegnes en art ikke som en egentlig vandplante, selv om planter af arten lejlighedsvis kan vokse submerst og vise morfologiske tilpasninger til et voksested ude i vandløbet. F.eks.: Vand-mynte og sump-forglemmigej.

Sumpplanterne har i almindelighed både stængler, blade og blomster udviklet som luftskud over vandet. F.eks.: Smalbladet dunhammer. I øvrigt er det karakteristisk for alle sumpplanter, at de indeholder store partier af luftvæv.

Mange af sumpplanterne kan dog hyppigt forekomme som vandformer, der kan vokse ude i vandløbet, eventuelt kun i en del af vækstperioden. Enten helt neddykket, f.eks. sideskærm (og mange andre skærmplanter), eller med flydende skud, f.eks. manna-sødgræs.

Som en særlig type af sumpplanters vandformer omtales i det følgende planter med submerse båndblade. F.eks. enkelt pindsvineknop. Denne morfologiske tilpasning til voksestederne ude i vandløbene, både på dybt og lavt vand, samt mere eller mindre strøm, behandles traditionelt som en speciel morfologisk og økologisk type i den botaniske litteratur. Og der er god grund til at opretholde denne specielle type, idet båndbladsplanter af enkelt pindsvineknop indgår i de mest udbredte vegetationstyper såvel i Gudenåsystemets åer som i andre af vore vandløb.

#### 5.1. Batrachium spp. (arter af vandranunkel).

Arter af vandranunkel er almindeligt forekommende i hele Gudenåsystemet - fra bækken og grøften til Gudenåens nedre løb. Som dominerende art forekommer vandranunkel nu

sjældent, i modsætning til tidligere. Og hvor den endnu er rigeligt til stede, er det altid sammen med mindst en anden planteart. Meget få sedimenttyper synes at udelukke den, men den største udfoldelse opnår den i det lidt mere grovkornede sediment, således i Matstrup å ved Stidsmølle (MAR 454), og i samme vandløb ved Matstrup gods (MAR 452). Af andre gode *Batrachium* biotoper kan nævnes Nimdrup Bæk (før udløb i Bryrup Langsø ved BRY 420), Gudenå ved Voervadsbro (GUD 469), samt Gudenå ved Vilholt (GUD 470). De steder, hvor vandhastigheden er stor, blomstrer den sjældent. I øvrigt er den vegetative formering - og overvintring - af stor betydning hos de fleste vandplanter, også hos vandranunkel. Som nævnt er der ikke anført artsnavne, bl.a. fordi der hersker usikkerhed omkring artsbestemmelsen indenfor denne slægt.

#### 5.2. Callitriche spp. (arter af vandstjerne).

For vandstjerne er der ligesom for den foregående slægt heller ikke angivet artsnavne, fordi bestemmelser er overordentligt vanskelige og tidsrøvende og oftest kræver plantemateriale med frugter. Men der er dog gennemført bestemmelser af de arter, der blev registreret som forekommende i Gudenåsystemet. Der er anvendt en monografi af D.H.Schosman "Les Callitriches" 1967.

Den hyppigste art er Callitriche cophocarpa (roset-vandstjerne), der ofte over kortere strækninger optræder dominerende. Endvidere forekommer C. stagnalis (storfrugtet vandstjerne), C. platycarpa (fladfrugtet vandstjerne), C. hamulata (smalbladet vandstjerne); denne art er knyttet (især) til ionsvage vande evt. med pH omkring 7, og forekommer næsten altid hvor der er okkerudfældning. C. hermaphrodita (høst-vandstjerne) er tilsyneladende sjælden og kun fundet i et lille tilløb til Alling å ved Kongensbro. C. verna (vårvandstjerne), kun med sikkerhed identificeret som landlevende dværgform i Spørring ådal og de øvre dele af Matstrup å.

### 5.3. Elodea canadensis (vandpest).

Vandpest forekommer udbredt overalt i Gudenåsystemet, og denne almindelige vandplante vokser ofte som enedominant i tætte bestande. Spørgsmålet om plantens krav til substrat er vanskeligt at besvare, fordi den optræder på ethvert vandløbssediment. Men det synes dog ret klart, at den optimale vækst foregår på den mere finkornede fraktion. Dette er i god overensstemmelse med litteraturens angivelser vedrørende økologiske og fysiologiske undersøgelser over plantens relation til bl.a. FeS i bunden. (Se litt.: C.Olsen).

Elodea er enorm reproduktionsdygtig i vegetativ henseende, og selv en lille stængelfraktion eller små, løsrevne knopper er i stand til at udvikles til nye planter, der slår rødder. Samtidig er vandpest ret indifferent over for lys, og ses derfor ofte stå som bundvegetation, endog mellem meget tætte bestande af andre vandløbsplanter eller under træer. I de to sidstnævnte forhold, reproduktionsevne og lystolerance, besidder Elodea et meget stort konkurrencepotentiel.

### 5.4. Potamogeton spp. (arter af vandaks).

Slægten er repræsenteret ved en lang række arter i Gudenåsystemet hvoraf navnlig to, Potamogeton crispus (kruset vandaks) og Potamogeton perfoliatus (hjertebladet vandaks), er overordentligt hyppige. De er hist og her enedominanter, og mange andre steder indgår de som væsentlige elementer i vandløbsvegetationen. Potamogeton crispus er tolerant overfor forurening, og især klarer planten sig godt ved ringe vanddybde. Denne art og Potamogeton natans (svømmende vandaks) må betragtes som de to vandplanter, der klarer sig bedst ved udlledning af store mængder af næringssalte i vandløb. Selv i ekstremtilfælde, som f.eks. ved stor belastning med dårligt rensset spildevand i Lilleå, kan enkelte skud af disse planter forekomme. Følgende liste over Potamogeton arter, som i 1973-75 er fundet i vandløb i Gudenåsystemet, kan opstilles (listen er næppe fuldstændig, således mangler Potamogeton frisii, der ikke blev genfundet 1973-75):

Potamogeton alpinus (rust-vandaks)

Potamogeton crispus (kruset vandaks)

Potamogeton densus (tæt vandaks)  
Potamogeton lucens (glinsende vandaks)  
Potamogeton natans (svømmende vandaks)  
Potamogeton pectinatus (børsteblandet vandaks)  
Potamogeton perfoliatus (hjertebladet vandaks)  
Potamogeton praelongus (langbladet vandaks)  
Potamogeton pusillus (liden vandaks).

Potamogeton alpinus må nok betragtes som den art, der har vanskeligst ved at klare en stigende belastning med næringssalte. Potamogeton praelongus, som heller ikke er tolerant over for stor belastning med næringssalte, synes i visse vandløb at være i stand til at vokse under vanskelige forhold i hvert fald som tykke okkerbelægninger på bladene. Arten (Potamogeton praelongus) er dog langt fra almindelig og er i 1973-75 kun registreret fra to lokaliteter i vandløbene. Salten å's kildeområde og i Gudenå ved Langå. Arten har utvivlsomt været ret udbredt tidligere. Potamogeton densus er kun fundet på enkelte lokaliteter omkring Randers Fjord og Grund Fjord, f.eks. ved Alling å's udløb i Grund Fjord. Potamogeton lucens hører i vandløbssammenhæng til i de store og noget langsomt flydende åløb, f.eks. Gudenå ved Langå, hvor den forekommer i store bestande. Potamogeton pusillus er ofte uanseelig af størrelse, men synes undertiden på lavt vand at kunne overleve selv grove forureninger (Lilleå). Potamogeton pectinatus er almindelig i hele Gudenåsystemet, dog kun et enkelt sted dominerende (Matstrup å ved udløb i Gudenå; MAR 457/458).

#### 5.5. Båndblade.

Overalt i Gudenåsystemets vandløb forekommer undervandsformer med indtil meterlange båndblade af forskellige sumpplanter, således Sparganium simplex (enkelt pindsvineknop), Scirpus lacustris (sø-kogleaks) og Butomus umbellatus (brudelys). Af disse er det førstnævnte, der er altdominerende og Sparganium simplex indtager sammen med Elodea canadensis en klar førsteplads i henseende til at indgå i de mest



udbredte vegetationstyper i Gudenåsystemet. Sparganium simplex synes at have sin optimale vækst på den næringsrige bund og optræder ofte som enedominant. Arten er tilknyttet de lidt større vandløb og forekommer sjældent i "rigtige" bække, hvilket kan skyldes en for lille vanddybde, men muligvis også at vandløbssedimentet er for groft, nemlig sten, grus, sand uden indblanding af fraktioner af mere finkornet materiale. Derimod vokser enkelt pindsvineknop ofte i mindre grøfter. Arten forefindes også almindeligt som emers sumpplante langs og i vore vandløb, og kan da ofte være vanskelig at skelne fra Sparganium erectum (grenet pindsvineknop), der ikke danner undervandsblade. Sparganium simplex er tolerant over for forurening, jvf. 9.5.1. Butomus umbellatus er især tilknyttet Gudenåens hovedløb, hvor den både forekommer som et ret hyppigt indslag i bredvegetationen og med båndblade i selve vandfasen. Scirpus lacustris forekomst i vandløbene er meget sporadisk, især hvad angår båndbladsformen. Den forekommer hyppigt i Gjern å, f.eks. ved Søbyvad (GJE 446). I vandløbenes økologi betyder de to sidstnævnte arter meget lidt - især i kvantitativ henseende. De omtales da også begge traditionelt som rørsumplanter, og er som sådanne ikke almindelige ved vore vandløb - i hvert fald ikke i sammenligning med de langt hyppigere forekomster i søer.

#### 5.6. Græsser.

Catabrosa aquatica (tæppegræs) er forholdsvis almindelig i bække og grøfter, men dens hyppighed er ikke så stor, at den har nogen større kvantitativ betydning for vandløbene. Anderledes stiller det sig med Glyceria fluitans (mannasødgræs), som her og der forekommer som et tæppe på vandoverfladen, og som kan dække betragtelige områder af de små vandløb. Arten er også meget almindeligt forekommende som bredvegetation, ofte sammen med Glyceria maxima (høj sødgræs), der i mange vandløbsafsnit er den altdominerende kantvegetation, således i Mattrup å neden for Breinholm Mølle (MAR 456)

til udløb i Gudenå (MAR 458). Et fælles træk for de store, til vandløbene knyttede græsser, er, at de skal indgå i en type af sumpvegetation for at vokse optimalt. Pragmites australis (tagrør) forekommer hyppigt og vidt udbredt, men den er dog af ringe betydning, når man ser bort fra de steder, hvor der er tale om søafløb eller vandløbsafsnit med meget ringe vandhastighed eller de nedre løb mod Randers. Kun ganske få egentlige vandløbslokaliteter har større bevoksninger af Pragmites, således Mattrup å ved udløb i Gudenå (MAR 458), Spørring å ved udløb i Lilleå (SPR 458) samt enkelte steder i Gudenå.

### 5.7. Mosser

Der forekommer ret få arter af mosser i Gudenåsystemets egentlige vandløb, og de er kun repræsenteret i ringe antal. Økologisk betydning har mosserne derimod i væld; jfr. undersøgelserne vedrørende Gudenåens kilder. Kun en enkelt, Fontinalis antipyretica (almindelig kildemos) er medtaget i registreringen af vandløbsvegetationen. Fontinalis antipyretica vokser ofte på lokaliteter med lavt pH, f.eks. på søbund. Denne plante kan ikke optage bicarbonat, og dette kan forklare en preference af vandområder med et tilstrækkeligt indhold af CO<sub>2</sub>. Dette kan i vandløb, foruden på strækninger med lavt pH i bæk- og grøftevand, forekomme, hvor der sker en stor gennemluftning, f.eks. ved sten, som uden frembyder et godt substrat for Fontinalis.

### 5.8. Alger.

Der hersker naturligvis ingen tvivl om, at mange forskellige alger spiller en væsentlig rolle for vandløbenes økologi. Den epifytiske og bentiske mikrovegetation er imidlertid kun undersøgt på enkelte lokaliteter i Lilleå, hvor der i efteråret 1975 af en studiegruppe er udført en undersøgelse over navnlig diatomeerne. Jvf. bilag 13.53., og omtalen under Biomasse, afsnit 7.0. Ligeledes henvises der til den biomasse- og produktionsundersøgelse vedrørende

fasthæftede mikroalger (periphyton), som er udført i Mattrup å og Mossø af Knud Erik Breitenbauch (specialeprojekt ved Botanisk Institut).

Ved samtlige undersøgelser - i samtlige vandløbsstrækninger - synes det imidlertid bekræftet, at de fasthæftede mikroalger (periphyton eller: epifytiske alger + benthiske alger) kan have en helt afgørende indflydelse på vandløbsvegetationens udvikling.

Den tolerance over for "udledning af store mængder af næringssalte" - og anden forurening - som er omtalt for kruset vandaks (*Potamogeton crispus*), kan måske netop forklares ved, at denne art allerede om efteråret spirer fra særlige stængelstykker - eller egentlige hvileknopper. Planterne overvintrer med friske, smalle blade - og meget tidligt om foråret kan væksten fortsættes, i takt med den tidlige og delvis eksplosive kiselalgetilvækst. Bladene på planter af kruset vandaks kan i en forårsperiode, med stor tilvækst af kiselalger, have en meget kort levetid. Men stænglerne strækkes, og nye blade udvikles fra de allerede i efteråret etablerede planter.

Tilsvarende strækning af stængler og udvikling af nye blade forekommer hos hjertebladet vandaks (*Potamogeton perfoliatus*), hvor vandløbsvegetation med denne art udsættes for kraftig tilvækst af de epifytiske alger. Dette er tidligere omtalt i rapport fra Botanisk Institut vedrørende Gudenåundersøgelsens forundersøgelse. Jfr. tillige Margit Thorbek 1970 (specialeprojekt). *Potamogeton perfoliatus* kan i øvrigt (ligesom *Potamogeton crispus*) hurtigt indlede en kraftig tilvækst om foråret, idet planterne overvintrer veletablerede med kraftige, næringsfyldte rhizomer.

Også større alger, særligt som trådformede grønalger (jvf. fotos +) nr. 5 og 16 i bilag 13.55. ) og gulgrønalger af slægten *Vaucheria*, kan forekomme i så store mængder, at de betyder en katastrofal belastning af vandløbene. Dels ved gennem konkurrence at eliminere de større vandplanter - som i modsætning til de fleste af disse trådformede alger

+ ) farve-fotos er ikke medtaget i den trykte rapport

er et godt substrat for mange dyr - og dels gennem indirekte effekt i form af iltforbrug ved nedbrydningen af døde alger og ændring af sedimentationsforhold.

*Cladophora fracta* er nærmere omtalt i de følgende afsnit (se også fotos i bilag 13.55. - farvefotos, som ikke er trykt i rapporten).

### 5.9. Bakterier.

Det er hovedsageligt denne organismegruppe, der deltager i nedbrydningen af vandløbets organiske stof. Den udgør således en væsentlig faktor, der kan spille en afgørende rolle for et vandløbs status. F.eks. vil tilledning af store spildevandsmængder indeholdende meget organisk stof kunne medføre, at bakterier helt dominerer vandløbet og faktisk totalt udelukker en normal flora og fauna. Dette var i undersøgelsesperioden tilfældet over store strækninger i Lilleåen; se afsnit 10.

Både i Lilleå og i mange andre af de af Gudenåsystemets vandløb, som er belastet med organisk stof fra udledt spildevand, optræder fænomenet "lammehaler". Dette er kolonier af dels en bakterie Sphaerotilus natans, dels en række protozoer som Vorticella og Charchesium m.fl.

Endvidere forekommer der ofte en del alger i vandløb, hvor "lammehaler" optræder. Navnlig blågrønalger af slægterne Oscillatoria og Anabaena, samt Eugleniner og grønalger (både encellede og trådformede).

Meget iøjnefaldende forekomster af lammehaler blev i årene 1973-75 observeret, dels på lokaliteter i selve Gudenå og dels i de mindre vandløb, også nedenstrøms udledninger fra biologiske rensningsanlæg.

## 6. Vegetationstyper i Gudenåsystemet.

De meget varierede naturforhold og de mange forskellige typer af store og små vandløb, samt tilstedeværelsen af en lang række arter af vandløbsplanter i Gudenåsystemet, burde give sig udslag i en forekomst af mangfoldige vegetationstyper. Dette er i og for sig også tilfældet (se fig. 9.5.1. og kap. 6.10), men de mest artsrige og artsdiverse samfund, som burde være ret talrigt repræsenteret i Gudenåsystemet, forekommer som "få perler på en meget lang snor". Der er tidligere nævnt, at *Elodea canadensis* og *Sparganium simplex* (som båndblade) indgår i flertallet af de mest almindeligt forekommende vegetationstyper. Det er da også disse to arter, som medfører at vandløbsvegetationen i Gudenåsystemets forskellige vandløb over langt de største strækninger har vist sig at være af en meget stereotyp karakter. Der forekommer således andre vegetationstyper end de i det følgende omtalte, men de er af væsentlig mindre hyppighed. Følgende artskombinationer anvendes til karakteristik af de almindeligste typer af vandløbsvegetation i de undersøgte strækninger. Der er ved udvælgelsen af disse vegetationstyper lagt vægt på at medtage alle "hovedtyper" som fra 1973-75 er kendt fra undersøgelsen. Jfr. iøvrigt bilag nr. 13.44. - 13.49.

- 6.1. *Elodea canadensis* vegetation
- 6.2. *Potamogeton crispus* vegetation
- 6.3. *Potamogeton perfoliatus* vegetation
- 6.4. *Sparganium simplex* vegetation
- 6.5. *Elodea canadensis* - *Potamogeton crispus* vegetation
- 6.6. *Elodea canadensis* - *Sparganium simplex* vegetation
- 6.7. *Potamogeton crispus* - *Callitriche* vegetation
- 6.8. *Sparganium erectum* - *Elodea canadensis* vegetation
- 6.9. *Sparganium simplex* - *Potamogeton crispus* vegetation
- 6.10. Oprindelige bæksamfund (flere relativt naturlige vegetationstyper)
- 6.11. Grøftesamfund (flere vegetationstyper i regulerede småvandløb).
- 6.12. Nedre å-samfund (især i regulerede åer)

- 6.13. Vegetationstyper med relativ stor artsdiversitet
- 6.14. Vegetationstyper på skyggelokaliteter
- 6.15. Vegetation i okkerpåvirkede vandløb
- 6.16. Vegetation i sø afløb
- 6.17. Samfund af Cladophora og andre større trådformede alger.
- 6.18. Vegetationsløse vandløbsstrækninger.

#### 6.1. Elodea canadensis vegetation.

Over store strækninger er *Elodea canadensis* (vandpest) den eneste forekommende af de større vandløbsplanter, og yderligere er vandpest helt dominerende ("ene-dominant") på mange andre strækninger.

Både som dominant og som eneste forekommende art kan vandpest være til stede i så store mængder, at der opstår problemer med vandets passage i åløbet.

Som tidligere omtalt (afsnit 5.3.) har vandpest særdeles stor reproduktionsevne og lystolerance. Da de plantedele, som står tilbage efter grødeskæring, kan reproducere mange nye skud, og da samtlige skud - også ved "selvskygning" - kan vokse meget hurtigt, er det ikke ualmindeligt, at *Elodea*-vegetation må skæres flere gange indenfor samme vækstperiode.

Selv om *Elodea* i øvrigt kan vokse sammen med en del andre vandplanter - og vegetationen kan udgøre et fortrinligt miljø for mange vandløbsdyr - vil *Elodea*-strækninger alene på grund af de mange grødeskæringer og oprensninger ofte have lidt betydelige skader på såvel dyre- som planteliv. Ofte vil f.eks. kun *Elodea* være i stand til at præstere en hurtig genvækst efter den gentagne grødeskæring, medens flere af følgearterne herved vil blive elimineret. (jfr. 9.4.).

En anden indirekte effekt udøves på vandløbet af tæt *Elodea*-vegetation gennem en ofte kraftig akkumulering i vegetationen af suspenderet materiale i vandet. Bl.a. kan dette medvirke til yderligere at fremme udviklingen af en tæt *Elodea*-vegetation.



En tæt Elodea-vegetation, helt uden forekomst af følgearter, findes f.eks. i Matstrup å ved Skade Bro (MAR 450). Strækningen er her kraftigt reguleret og belastet med udledning fra dambrug. For at anskueliggøre hvor almindelig vandpest er, kan der henvises til resultater fra vegetationsundersøgelserne i Gudenå, Matstrup å, Lilleå og Spørring å:

Vandløb	antal stationer	antal Elodea forekomster
Gudenå	10	10
Matstrup å	12	10
Lilleå	12	11
Spørring å	6	5

I 36 procent af alle de her registrerede forekomster var *Elodea canadensis* dominerende i vegetationen.

#### 6.2. Potamogeton crispus vegetation.

Kruset vandaks er kun registreret som enedominant et enkelt sted, Lilleå nedenfor Grundfør Teglværk (LIH 449). Hyppigheden af en vegetationstype med *Potamogeton crispus* i vandløbene er åbenbar, og på mange biotoper er dominansen af denne art med til at præge vandløbsbilledet, således på følgende af de undersøgte stationer:

Spørring å ved Ejsvad (SPR 445) + *Callitriche* sp.

Gudenå efter Tørring (GUD 450/451) + *Elodea canadensis*

Gjernå ved Søbysvad (GJE 446) + *Sparganium simplex*

Granslev å (GRA 445) + *Batrachium* sp.

Som tidligere omtalt er *Potamogeton crispus* overordentligt hårdfør overfor eutrofieringen (se 5.4. og 5.8.), og ses således ofte i sommermånederne helt dækket af *Cladophora*-mætter (se fig. 5 i bilag 13.55). Som forureningsindikator kan arten dog ikke umiddelbart anvendes.

+) farve-foto, som ikke er medtaget i den trykte rapport.

### 6.3. Potamogeton perfoliatus vegetation.

Som foregående art er også hjertebladet vandaks kun registreret som enedominant på en enkelt station, Mattrup å ved Vingum (MAR 446), dog også delvis i afløbet fra Søbygård sø (GJE 445). *Potamogeton perfoliatus* indgår på adskillige lokaliteter som en væsentlig bestanddel i vandløbsvegetationen. Således på en kort strækning i Mattrup å ved Tirsvad (MAR 448) og sammen med *Sparganium simplex* og *Potamogeton crispus* i Gjernå ved Søbyvad (GJE 446). Den er ligeledes hyppig i selve Gudenåen f.eks. omkring Langå (GUD 494/495).

### 6.4. Sparganium simplex vegetation (båndbladsvegetation).

Som langt det mest betydningsfulde element i båndbladsvegetation er båndbladsformen af enkelt pindsvineknop vel nok den mest dominante plante i Gudenåsystemet. Tilstedeværelse af båndbladsvegetation er åbenbar for enhver, og over adskillige kilometer vandløb er *Sparganium simplex* enedominant - eller den eneste submerse vandplante, som har nogen praktisk betydning. Dette gælder både i kvantitativ henseende (biomasse) og f.eks. med hensyn til substrat for dyreliv. F.eks. er båndbladsplanten af enkelt pindsvineknop dominerende (eller enedominant) i: Gudenå fra Egeballe bro til Åstedbro (GUD 456 - GUD 457), store strækninger i Lilleå, Tange å ved udløb i Tange sø, Mattrup å neden for Breinholm mølle, Gjernå, Saltenå og mange flere. Den vokser ligesom *Elodea* utroligt hurtigt og reproduktionsevnen efter grødeskæringen er også meget stor. Problemerne med denne plante i henseende til afstrømningen er naturligvis store, og effekten af tætte vegetationer af enkelt pindsvineknop kan yderligere forstærkes, hvor vanddybde og bredforhold muliggør opvækst af emerse skud.

### 6.5. Elodea canadensis - Potamogeton crispus vegetation

Der henvises dels til de foregående afsnit, særligt 6.2., og dels til de tabellariske opstillinger i bilag nr. 13.47.-  
13.49.

Denne vegetationstype er næppe meget udbredt som tæt vegetation med begge arter som dominanter. Men der forekommer ret hyppigt vandløbsstrækninger, hvor de to arter alternerer som dominanter og hyppigt repræsenterede følgearter. Der er måske tale om en slags successions-fænomen i mange af de tilfælde, hvor vandløbsvegetationen karakteriseres som *Elodea canadensis* - *Potamogeton crispus* vegetation, f.eks. i forbindelse med tab af stor artsdiversitet i vandløbet.

#### 6.6. *Elodea canadensis* - *Sparganium simplex* vegetation.

Denne artskombination forekommer meget udbredt og med stor variation i mængdeforhold, størrelse af planterne, skudtæthed o.s.v. Det synes rimeligt at adskille en sådan vegetationstype - uanset variation i artssammensætning - fra dels den typiske *Elodea*-vegetation og dels den "rene" båndbladsvegetation.

#### 6.7. *Potamogeton crispus* - *Callitriche* vegetation.

Også denne vegetationstype bør muligvis opfattes som et successionsfænomen, hvor *Callitriche*-planterne kan siges at repræsentere de sidste rester fra en tidligere mere artsrig vegetation.

#### 6.8. *Sparganium erectum* - *Elodea canadensis* vegetation.

*Sparganium erectum* er almindeligt forekommende som bred- og kantvegetation, men kun i et enkelt tilfælde er den observeret som dominant i en særlig vegetationstype, Spørring å. Dens forekomst er dog ikke ensbetydende med endominans i dette vandløb, men giver plads for en lang række sump- og vandplanter, og over store strækninger afløses den af *Sium erectum*, *Glyceria fluitans*, *Callitriche* sp. og ligeledes synes *Batrachium* sp. at være tiltagende. I årets kolde måneder forekommer store mængder *Callitriche* i dette vel nok Gudenåsystemets smukkeste vandløb, når tålen kommer på vandløbsmorfologi.

#### 6.9. Sparganium simplex - Potamogeton crispus vegetation.

Ved stigende belastning med næringssalte, organisk stof og diverse partikulært materiale synes den omtalte type af Elodea - Sparganium vegetation (6.6.) at afløses af Sparganium simplex - Potamogeton crispus vegetation.

Successions-mønstret kan også opfattes således, at den "mindre å", som allerede inden en vidtgående regulering har et relativt begrænset artsantal (eventuelt på grund af en moderat forurening), efter en kraftig regulering udvikles til et vandløb med en meget artsfattig vegetation af typen Sparganium simplex - Potamogeton crispus. Se endvidere under pkt. 6.2. og afsnit 9 og 10. samt i bilag 13.49.

#### 6.10. Oprindelige bæksamfund.

Af oprindelige bæk-samfund forekommer der næsten intet mere i Gudenåsystemet, hvis øvre løb er hårdt medtaget af reguleringer. Det gælder således selve Gudenå, Mattrup a, Spørring å, Lilleå, Granslev å, Tange å og mange flere. Ganske enkelte har dog fået lov til at henligge næsten uberørte af reguleringsforanstaltninger. Lillebæk, starten på Salten å, er ikke reguleret og her findes en vegetation, der overvejende består af Callitriche og Batrachium. Men følges bækken et lille stykke, ses spor af regulering, og vandløbsvegetationen går over til at være domineret af enkelt pindsvineknop (en Potamogeton natans - Sparganium simplex vegetation) med en bredvegetation af Carex rostrata.

Inden for Gudenåsystemet er der i dag næppe et eneste af de øvre løb, som endnu henligger ikke-regulerede eller uden dambrugsindflydelse over blot lidt større strækninger end det omtalte fra Lillebæk (Salten å).

I flere af Skjernå's øvre tilløb, f.eks. Svinebæk til Rørbæk Sø, kan der - omend også her oftest kun på kortere strækninger - ses eksempler på den vegetationstype, som uden regulering og andre indgreb ville have eksisteret

i Gudenå's øvre løb. I Svinebæk f.eks. med rigelig forekomst af slægterne: *Batrachium*, *Callitriche*, *Montia*, *Cardamine* og *Fontinalis*. Hvor disse bæk-lokaliteter har en relativ rigelig vandføring (i nogen afstand, nedenstrøms for kildebækkene) vil der ofte udvikles en vegetations-type, som kan karakteriseres som en *Batrachium* - *Callitriche* vegetation. I denne forbindelse bør omtales Nimdrup bæk der nu ikke længere er belastet med spildevand fra Brædstrup. De sidste få hundrede meter før sit udløb i Bryrup Langsø har den fået lov til at ligge uberørt og har idag en vegetation af *Batrachium* og *Callitriche*, hvori også planter som *Glyceria fluitans*, *Veronica beccabunga* og *Sium erectum* indgår. Også *Myriophyllum alterniflorum* kan forekomme på sådanne øvre strækninger. Den er ikke almindelig i Gudenåsystemet, men i de øvre dele af vestjyske vandløb forekommer den endnu ganske udbredt og hyppigt. Den har før (se M. Thorsbek) stået i store bestande i Mattrup å's øvre løb (MAR 441/442/443), men er nu næsten helt forsvundet på denne strækning, hvilket nok må ses i lyset af den særdeles hårdhændede fysiske behandling, dette vandløbs-afsnit i de senere år har været udsat for. Til rækken af højere planter kan tilføjes nogle alger, som er hjemmehørende i bækkens regi, og som ofte kan være ganske iøjnefaldende: *Hildenbrandia rivularis* (en skorpeformet rødalge på sten), *Batrachospermum* og *Lemanea* (også rødalger) samt grønalgerne *Cladophora glomerata* og *Draparnaldia*. For disse alger gælder, at de alle er registreret fra øvre bæk-lokaliteter i Gudenåsystemet, men på nær *Cladophora glomerata*, er alle disse arter nu kun til stede på relativt få lokaliteter og med ringe hyppighed.

#### 6.11. Grøftesamfund.

Til afløsning af de øvre bække findes nu grøfter, hvilket ud fra et vegetationsmæssigt synspunkt er yderst beklageligt. Mange steder forekommer disse reguleringer af de små øvre vandløb umiddelbart meningsløse (f.eks. de øvre dele af Gudenå og Mattrup å). Ved siden af at værdifulde biotoper for invertebrater er gået tabt, har navnlig lakse-

fiskene mistet et vigtigt aktiv for gyde- og opvækstplads. Denne skamfering af Dansk Natur synes nu at være et overstået kapitel, og det bør forsøges at retablere en stor del af disse øvre vandområder. Som disse grøfter er udformet nu (med hensyn til profil, vanddybde, vandføring, manglende skygge o.s.v.) vil de ofte meget hurtigt kunne få en ganske tæt vegetation af sumpplanter voksende både på og langs bredderne samt ude i vandet, tværs over hele profilet.

Ofte vil de etablerede grøfter således kræve en tilbagevendende oprensning, medens de tidligere, og mere eller mindre oprindelige, overskyggede bæk-løb ikke på samme måde blev domineret og tilvokset af tæt sumpvegetation. Som et eksempel på "tæt sumpvegetation", skal her vises materiale fra Mattrup å indsamlet mellem stationerne MAR 441-MAR 443 i august 1974.

Egentlige vandplanter:

Batrachium sp.	Elodea canadensis
Callitriche sp.	Myriophyllum alternifl.

Andet:

Agrostis stolonifera	Equisetum palustre
Bidens cernua	Glyceria fluitans
Cardamine amara	Glyceria maxima
Catabrosa aquatica	Iris pseudacorus
Epilobium hirsutum	Montia fontana
Epilobium obscurum	Myosotis caespitosa
Epilobium parviflorum	Myosotis palustris
Equisetum fluviatile	Phragmites australis
Rumex hydrolapathum	Sparganium simplex
Sium erectum	Veronica anagallis-aquatica
Sparganium erectum	Veronica beccabunga.

6.12. Nedre å-samfund.

I de nedre afsnit af de store vandløb i Gudenåen-systemet indskrænker vandløbsvegetationen sig oftest til mere eller mindre udstrakte bræmmer langs kanten. Dette er dog ikke

ensbetydende med, at det kun er artsfattige samfund. Grunden til, at planterne ikke trives i hele vandløbsbredden, må nok søges i det forhold, at lyset virker som begrænsning, dels på grund af de større dybder, men vel også fordi der her kan forekomme en ikke ringe produktion af planktoniske alger. Dette er således tilfældet i Gudenå omkring Langå (GUD 494/495). Her som på andre lokaliteter har de epifytiske alger sikkert også en betydelig skyggeeffekt. Biotopen ved Langå er iøvrigt velegnet til at anskueliggøre, hvilken vegetation, der kan forekomme som "nedre å-samfund" i Gudenå-systemet.

Vegetation i vandfasen, GUD 494/495:

<sup>+</sup> Butomus umbellatus	Potamogeton pectinatus
Elodea canadensis	Potamogeton perfoliatus
Glyceria fluitans	Potamogeton praelongus
Potamogeton lucens	<sup>+</sup> Sparganium simplex

+ ) som båndblade.

Kantvegetation, GUD 494/495:

Acorus calamus	Pragmites australis
Butomus umbellatus	Sparganium erectum
Glyceria maxima	Typha latifolia.

### 6.13. Vegetationstyper med relativ stor artsdiversitet.

Med overskriften menes vekslende artskombinationer, hvor et stort antal arter er almindeligt forekommende. Sådanne lokaliteter er sjældne i Gudenåsystemet, særligt grundet den omfattende fysiske belastning, dette vandløbssystem har været og er udsat for i form af regulering, oprensning og grødeskæring. Dette skal her understreges, at de i bilag nr. 13.44-13.49 afkrydsede arter ikke giver udtryk for en hyppig tilstedeværelse på de pågældende stationer, men kun er en registrering af forekomst/ikke forekomst. Under denne "vegetationstype" skal gives to eksempler, dels fra Gudenå ved Voervandsbro, dels fra Matstrup å ved Lillebro.

a) Gudenå ved Voervadsbro (GUD 469).

Biotopen er vel det smukkeste eksempel i Gudenåsystemet på det, man kan benævne mosaik-samfund. Vandhastigheden er stor, bunden består af grus, sten, sand og lidt blødere materiale hist og her. Vegetationen fremhæver sig ved, at de forskellige arter vokser adskilt i store puder. De på stedet registrerede planter er som følger:

Batrachium sp.	Lemna trisulca
Buttomus umbellatus	Potamogeton crispus
Callitriche sp.	Potamogeton pectinatus
Elodea canadensis	Potamogeton perfoliatus
Gluceria maxima	Sparganium erectum
Cladophora glomerata.	

Hertil kommer muligvis følgende arter, som kun er fundet drivende:

Fontinalis antipyretica	Potamogeton praelongus
Potamogeton alpinus.	

Det kan iøvrigt bemærkes, at lokaliteten fiskemæssigt udmerker sig ved sin store bestand af stalling (Thymallus thymallus).

b) Mattrup å ved Lillebro (MAR 457/458).

Denne lokalitet er også i vandløbshenseende særdeles smuk med store meandre, god strømhastighed og mange forskellige vandplanter, men dog noget påvirket af det ovenfor liggende dambrug (Breinholm Mølle). Den dominerende plante er Sparganium simplex, som forekommer både med luftskud og med båndblade nede i vandet. Men mange andre planter står som velafgrænsede grupper. Artslisten ser ud som følger:

Batrachium sp.	Potamogeton pectinatus
Callitriche sp.	Potamogeton crispus
Elodea canadensis	Sium erectum
Glyceria maxima	Sparganium erectum +)
Phragmites australis	Sparganium simplex
Potamogeton alpinus	+ ) kun luftskud.



Pragmites udgør en ganske væsentlig del af kantvegetationen helt ude ved udløbet i Gudenå, på samme strækning er Callitriche dominerende. Potamogeton alpinus synes i stærk tilbagegang, mens det modsatte kan siges om Potamogeton pectinatus.

#### 6.14. Vegetationstyper på skyggelokaliteter.

Skyggevirkning på grund af omgivende vegetation er almindeligt forekommende. Når vandløbet på sin vej løber gennem skovstrækninger, vil løbet naturligt nok være stærkt skygget af bladhænet i vandplanternes vækstperiode. Ofte er skygningseffekten så stor, at den udelukker nogen form for højere plantevækst i vandløbet. Anderledes stiller det sig, når der er tale om den enkelte række elletrær, der ofte ses bevaret over kortere strækninger langs vandløb. Her er tilstrækkeligt med lys til, at en vandløbsvegetation kan klare sig, selv om ikke alle arter er lige skygetålende. I det følgende skal der fremdrages en række eksempler fra Gudenå, Granslev å og Gjern å. Alle lokaliteter har det tilfælles, at det er Alnus glutinosa, rødæl, der står langs bredden. Vandløbsstørrelsen er nogenlunde ens, og bunden består overvejende af sten, grus og sand.

+

GUD 445 Gudenå ved Hammer Mølle / skygget

GUD 445 Gudenå ved Hammer Mølle / åbent

GRA 445 Granslev å ved udløb i Lilleå / skygget

GJE 446 Gjern å ved Søbyvad / skygget

+

GJE 447 Gjern å ved Gjern by / skygget

GJE 447 Gjern å ved Gjern by / åbent

+) opstrøms.

	+				+	
	GUD	GUD	GRA	GJE	GJE	GJE
	445	445	445	446	447	447
Batrachium sp.		x	x		x	x
Callitriche sp.		x		x		x
Elodea canadensis	x	x				
Glyceria maxima						x
Potamogeton crispus	x	x	x	x		
Potamogeton pectinatus		x				
Potamogeton perfoliatus				x		
Potamogeton pusillus				x	x	
Sium erectum	x	x		x	x	
Sparganium erectum		x	x	x		x
Sparganium simplex				x		x
Cladophora fracta		x				x
Cladophora glomerata	x	x	x	x	x	x

Man kan af ovenstående skema se en række fællestræk vedrørende vegetationens sammensætning, og det er da også sådan, at en række af disse planter går igen på andre skyggelokaliteter, det gælder især *Potamogeton crispus*, *Sium erectum* og grønalgen *Cladophora glomerata*, men også *Batrachium* synes at kunne opretholde en hæderlig tilværelse under dårlige lysforhold. For en stor del af "skyggeplanterne" gælder det, at deres vækstperiode er udstrakt i væsentligt omfang uden for den periode, hvor træernes blade er fuldt udfoldet - og skyggegivende. *Cladophora glomerata* udvikles således kraftigt i det tidlige forår - og *Potamogeton crispus* overvintrer med grønne blade. *Sparganium simplex* er nok en af de dominerende planter ved Søbyvad, men hvor skygningen er størst, er det *Potamogeton crispus* der er den fremtrædende. Hvad angår *Elodea canadensis* er det tidligere nævnt, at denne plante kunne vokse i skygge af den øvrige vegetation, og dette er da også rigtigt, men den når kun sin fulde udfoldelse i det åbne landskab. Af skemaet synes at fremgå, at grønalgen *Cladophora fracta* er overordentlig lyskrævende, hvilket senere vil

blive nærmere omtalt i afsnit 10, vedrørende Spørring å. Det påpeges, at *Cladophora fracta* har den væsentligste vækstperiode i højsommeren - med stor skyggeeffekt fra træerne. Følgende andre lokaliteter med varierende grad af skygning kan nævnes: Spørring å efter Spørring by (*Potamogeton crispus*, *Batrachium*, *Cladophora glomerata*), Granslev å ved Granslev by (*Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis*, *Sium erectum*, *Cladophora glomerata*), Voermølleå ved Voermølle (*Potamogeton crispus*, *Sium erectum*, *Cladophora glomerata*), Bjergskov bæk (*Cladophora glomerata*), Mattrup å ved Mattrup gods (*Batrachium*, *Sium erectum*, *Cladophora glomerata*), Mattrup å ved Stidsmølle (*Batrachium*, *Sium erectum*, *Cladophora glomerata*).

#### 6.15. Vegetation i okkerpåvirkede vandløb.

Større vandløb med okkerpåvirkning er sjældne i Gudenåsystemet men mindre forefindes dog i udstrakt grad, f.eks. i området omkring Salten å's udspring. Følgende arter er registreret herfra:

<i>Batrachium</i> sp.	<i>Sparganium erectum</i>
<i>Callitriche</i> sp.	<i>Sparganium simplex</i>
<i>Potamogeton natans</i>	<i>Equisetum fluviatilis</i>
<i>Potamogeton praelongus</i>	

Desværre har det ikke været muligt at sammenligne med vestjyske vandløb i samme kategori, men ingen af de her nævnte arter er specielt tilknyttet sådanne vandområder med udfældet okker. Det kan nævnes, at *Elodea canadensis* udmærket tåler okkerpåvirkning, hvilket f.eks. kan konstateres i Fuglemosen ved Mattrup å's øvre løb.

#### 6.16. Vegetation i sø afløb.

En sø's afløb kan i flere henseender være præget af søen. Således ses ofte en rørsump strække sig et godt stykke ned ad det vandløb, som danner sø afløb. Karakteren af disse vandløbsafsnit er da nærmere søens end det strømmende vands,

således ofte med ringe strømhastighed, blød bund etc., og næringsmæssigt styret af søen. En brat ændring fra sø til vandløb forekommer også i Gudenåsystemet. I Matstrup å ved Vingum bro (MAR 446) er dette tilfældet. Her er broen den helt markante skillelinie, hvor Pragmites-Typha vegetationen afløses af en vegetation bestående næsten udelukkende af Potamogeton perfoliatus.

#### 6.17. Samfund af Cladophora og andre større trådformede alger.

Som tidligere omtalt forekommer to af de større trådformede grønalger, Cladophora fracta og Cladophora glomerata, ofte i Gudenåsystemet's vandløb. Sidstnævnte art er altid tilknyttet sten og vokser især på lokaliteter med en hurtig vandfornyelse. Dens tilstedeværelse i vandløbene synes ikke afhængig af vandets renhed. Men større mængder af næringsstoffer betinger antageligt flere og større planter af Cladophora glomerata. I Lilleå og Spørring å hvor denne betingelse er opfyldt, optræder den i ganske store mængder hvor strøm og sten i øvrigt er til stede. F. eks. ved stationerne LIH 451, 454 og SPR 448, 449, 450, 458. Men den er ikke til alvorlig gene for vandløbene. Det er derimod Cladophora fracta, som helt kan dominere vandløbsbilledet. Dens tilstedeværelse kan sættes direkte i relation til den stigende tilførsel af f.eks. byspildevand. Omstændighederne omkring disse store trådalger vil blive nærmere belyst under afsnit 10.

#### 6.18. Vegetationsløse vandløbsstrækninger.

Disse forekommer spredt i Gudenåsystemet, her og der, og kan have forskellige årsager. Kraftig skyggevirksomhed, oprensning og anden overdreven mekanisk påvirkning. Men der er utvivlsomt også eksempler på, at vegetationsløse vandløbsstrækninger er opstået som en effekt af en spildevandspåvirkning. Det kan således nævnes, at Tange å i sit øvre løb er vegetationsløst (1973) og kraftigt forurennet. Den alvorligste og mest omfattende spildevandseffekt er i perioden 1973-75 konstateret i Lilleåen. Dette vil blive mere udførligt behandlet i afsnit 10.

## 7. Biomasse.

I de forudgående beskrivelser af forekomster og hyppighed af enkelte arter (afsnit 5) og vegetationstyper (afsnit 6) indgår ikke vurderinger af de kvantitative forhold - undtagen som relative og delvis skønsmæssige angivelser, f.eks. vedrørende dominans- og frekvensforhold for de arter, som indgår i de respektive samfund.

De i vækstperioden over en given vandløbsstrækning producerede grødemængder er naturligvis af overordentlig stor betydning i henseende til en række af de foranstaltninger, som hvert år - eller ekstraordinært - bringes i anvendelse ved pasning af vandløbenes afstrømning. Særligt vedr. grødeskæring og oprensning.

Men også for mange fundamentale og principielle økologiske forhold i vandløbene er vandløbsvegetationens produktionsforhold af afgørende betydning.

Det er imidlertid vigtigt at erindre, at den biomasse - og den tilvækst - som omtales i det følgende, udelukkende gælder for de større vandløbsplanter - samt eventuelt de større trådformede alger.

Fra vigtige producenter af organisk stof i vandløbene er der for eksempel i almindelighed ikke ved de her omtalte undersøgelser medtaget værdier gældende for epifytiske alger, mikrobenthos og andre mikroskopiske alger. Og netop for en væsentlig del af de her omhandlede vandløb må det anses for sandsynligt, at "fasthæftede alger" (evt. betegnet som "periphyton" = "epifyter" + "andre fasthæftede", inkl. "benthosalger over bunden") til visse årstider udgør en meget stor del af den totale plante-biomasse i vandløbet. I de fleste af Gudenå-vandløbene vil denne fraktion af primærproduktionen måske være langt den væsentligste, når produktionen af organisk stof udregnes på årsbasis.

Der må endvidere erindres om den bakterielle stofomsætning, som ligeledes må antages at være af stor betydning

i de behandlede vandløb.

Endelig må det påpeges, at mange vandløb i henseende til stofomsætning først og fremmest er domineret af det tilførte organiske stof - ikke blot tilført som byspildevand og andre kulturbetingede tilførsler - men også som f.eks. løv fra træer, sammenskyttet plantemateriale og anden transport med vandløb.

Selve den biologiske og økologiske betydning af den i vandløbene fastvoksende grøde kan naturligvis heller ikke beskrives alene ved angivelser af "grødens biomasse". Ofte må grødens væsentligste betydning for vandløbet ses i sammenhæng med f.eks. sedimentations- og transportforhold samt den helt afgørende "substrat-funktion" for mangfoldige vandløbsinsekter.

#### 7.1. Metoder og undersøgelser.

De resultater vedrørende vandløbsvegetationens biomasse, som omtales i det følgende, er sammenstillet fra en række forskellige vandløbsundersøgelser, hvoraf flere har været udført ved Botanisk Institut siden 1970. Nogle af disse er udført direkte under Gudenåundersøgelserne (inkl. "forundersøgelsen") og andre er f.eks. udført som specialeprojekter i botanisk økologi.

Særligt resultater fra følgende undersøgelser ligger til grund for fremstillingen (jfr. litteraturhenvi-  
sningen).

Margit Thorbek (Botanisk Institut. - Specialeprojekt)  
- Mattrup å - 1970-71.

Viggo Larsen (Hedeselskabet) - 1973.

Knud.E.Breitenbauch (Botanisk institut. - Specialeprojekt)  
- Mattrup å 1974.

Niels Thyssen (Botanisk Institut. - Specialeprojekt)  
- Spørring å 1975.

Ulrik Jensen (Botanisk Institut og Gudenåundersøgelsen 1973-75) - Mattrup å, Lilleå, Spørring å m.v. - 1973-76.

Som omtalt i indledningen (rapportens afsnit 1 og 3) er der i disse undersøgelser anvendt flere forskellige metoder, som i nogle henseender vanskeliggør sammenligninger mellem de opnåede resultater. Bl.a. af den grund er det vanskeligt på nuværende tidspunkt at give en samlet fremstilling vedrørende alle data, som foreligger om grøden's biomasse i danske vandløb.

Imidlertid fremtræder flere af hovedtrækkene i resultaterne fra de ovennævnte undersøgelser nu så entydigt - og med en så tydelig relevans for "Gudenåundersøgelsen" - at det forekommer både forsvarligt og af stor interesse at medtage disse resultater i nærværende rapport, omend i en summarisk form.

Forskelle og modifikationer i anvendt metodik vurderes til ikke at influere på disse hovedtræk i opnåede resultater. I øvrigt henvises der vedrørende metodik til litteraturangivelse i afsnit 12.

Det skal her understreges, at angivelser i det følgende for vandløbsvegetationens biomasse i almindelighed omfatter den submerse rodfæstede vegetation samt den i overfladen (eller: "til overfladen") flydende, men rodfæstede vegetation. Og der medtages kun den del af vegetationen, som er over bunden. Der angives altså værdier for "overjordisk biomasse af vandplanter eller vandformer af sumpplanter".

Der er således ikke inkluderet "underjordisk biomasse" (rødder og rhizomer), som i øvrigt i flere tilfælde er forsøgt målt ved de nævnte undersøgelser, f.eks. i Matstrup å af Margit Thorbek.

Epifyter er i almindelighed fjernet (skyllet) fra plantematerialet, inden direkte tørring til konstant vægt ved 105<sup>0</sup>. Der er oftest benyttet forholdsvis store mængder af plantemateriale, f.eks. tørring af grøde fra 2 m<sup>2</sup>.

### 7.2. Matstrup å 1971.

Der er allerede i "Gudenåundersøgelsens" RAPPORT nr. 2 - 1973 ("Fællesrapporter vedr. forundersøgelsen") givet et kort referat, omfattende de vigtigste resultater af biomassemålinger i Matstrup å i 1971.

For den overjordiske biomasse blev der (af Margit Thorbek) i 1971 for Matstrup å fundet, at den overjordiske biomasse (målt som den "maksimale standing crop" sidst på vækstperioden) varierede mellem ca. 50 g og ca. 250-300 g tørstof pr. m<sup>2</sup>.

Denne variationsbredde var gældende for vandløbsvegetationen som samfund af flere vandløbsplanter og inkluderede f.eks. ikke den regulerede, og af dambrug forurenede Elodeastrækning ved Skade Bro (MAR 450). Ligeledes var strækningen nedenstrøms Bregnholm mølle dambrug ikke undersøgt. Denne Sparganium-vegetation måtte forventes at vise særdeles høje værdier for biomasse (jfr. i det følgende 7.3.).

Selv når hensyn tages til "tab af biomasse" gennem vækstperioden, må disse hovedresultater fra Margit Thorbeks 1971-undersøgelser i Matstrup å antages at være ganske repræsentative for den årlige produktion af organisk stof i vandløbsvegetationen ("grøden" af højere vandplanter - altså excl. epifyter) i et vandløb med en temmelig artsrig vegetation.

Vandløbsvegetation i Matstrup å viser tydelige forskelle i artssammensætningen ned gennem vandløbet. Dette fremgår af tabel 7.2.1. , hvor de dominerende arter er angivet med +++ og følgearterne med +.



Art	Station MAR (Matstrup å) nr.				
	442	446	448	454	457
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 7.2.1. Vandløbsvegetation, Matstrup å. 1971 M.Thorbek.

Årsrytmen, herunder vegetationens tilvækst under forskellige årstider, er ikke ens på de respektive stationer. (se fig.7.2.2,7.2.3).F.eks. vokser vegetationen på MAR 457, 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 MAR 442, Hallebro, vist, at gentagen afhøstning i juli-august ikke her har indflydelse på væksthastigheden, der i dette øvre vandløbsafsnit er stor også i eftersommeren. Jfr. i øvrigt om "grødeskæring" i afsnit 9.4. For de enkelte lokaliteter, som undersøgtes i 1971 er fundet følgende værdier for "overjordisk biomasse" (jfr.arter og se fig. 7.2.2 og fig. 7.2.3).

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

MAR 442, Hallebro,	ca. 215 g tørstof/m <sup>2</sup>
MAR 446, Vingum Bro,	ca. 56 g tørstof/m <sup>2</sup>
MAR 454, Stidsmølle,	ca. 77 g tørstof/m <sup>2</sup>
MAR 457, Lillebro,	ca. 258 g tørstof/m <sup>2</sup>

Det ses, at den maksimale biomasse er af samme størrelsesorden ved den øvre lokalitet, MAR 442, Hallebro, og ved den nedre, MAR 457, Lillebro. Men vegetationen er f.eks. i henseende til artssammensætning meget forskelligt udviklet på de to lokaliteter.

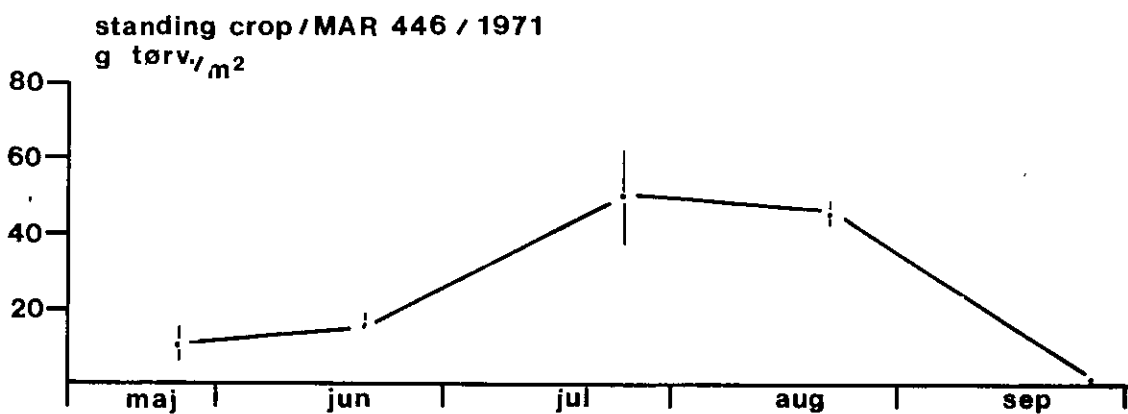
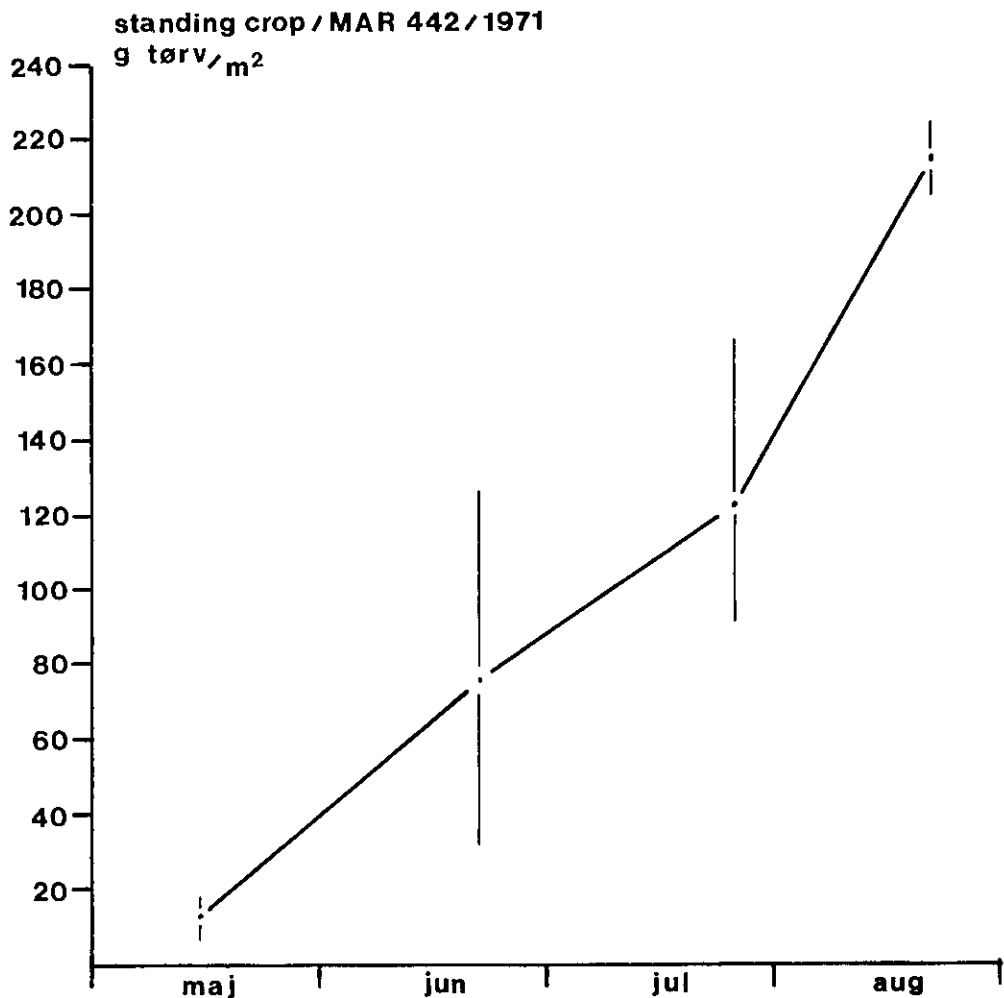
Ved Stidsmølle, MAR 454, er den fundne maksimale standing crop kun ca. 1/3 af værdierne fra MAR 442 og MAR 457. Endelig er der ved Vingum Bro, MAR 446, fundet endnu lavere værdier. Den her fundne max. st.crop modsvarer næsten årsproduktionen.

Som sandsynlig årsag til vandløbsvegetationens lave årsproduktion på strækningen ved Stidsmølle, MAR 454, må der peges på skyggeeffekten fra en tæt bestand af rødel.

For Vingum Bro, MAR 446 er der sandsynlighed for, at den lave produktion skyldes en rigelig forekomst af epifytiske alger. Disse mange, små alger, der vokser på stængler og blade af vandløbsvegetationen er til stede i stort tal netop ved Vingum Bro. Der må tillægges disse epifytiske alger en "skyggeeffekt" eller anden hæmmende effekt. Lokaliteten MAR 446, Vingum Bro, er i øvrigt mindre artsrig end MAR 454, Stidsmølle (tabel 7.2.1.).

Der er i 1970-71 registreret en rigelig forekomst af mikroalger ved Vingum Bro. Denne forekomst kan eventuelt være en effekt fra dambrug (i den forudgående periode var 4 dambrug i drift omkring søerne) og/eller fra de ovenfor liggende søer. Der foreligger ikke observationer fra før 1970, som kan benyttes til at beskrive indtrufne ændringer. I afsnit 7.4. omtales undersøgelser fra 1974 ved samme lokalitet.

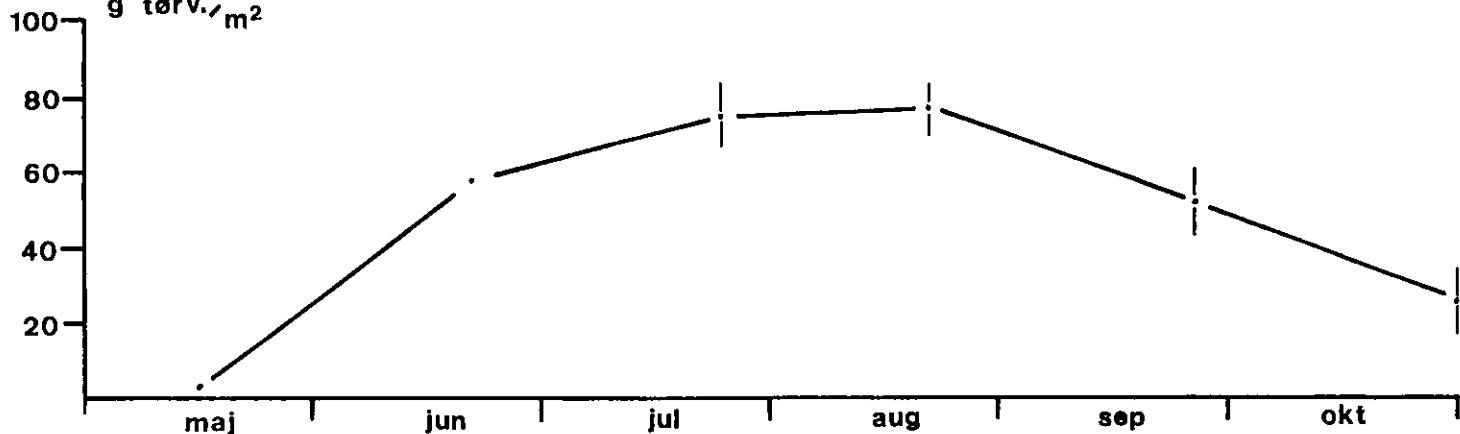
For relativt artsrige og veludviklede samfund af vandløbsvegetation uden skyggeeffekt opnås således en overjordisk



Figur 7.2.2. Sæsonvariation for biomasse (standing crop) i Mattrup Å/MAR 442 og MAR 446 (Thorbek 1971).  
Øverst: Rentvands-lokaliteten Halle Bro.  
Nederst: Epifytrig-lokalitet efter Stigsholm Sø.

standing crop / MAR 454 / 1971

g tørv./m<sup>2</sup>



standing crop / MAR 457 / 1971

g tørv./m<sup>2</sup>



Figur 7.2.3. Sæsonvariation for biomasse (standing crop) i Matstrup Å/MAR 454 og MAR 457. (Thorbek 1971).

Øverst: Skygge-lokaliteten Stidsmølle.

Nederst: Grødeslagning af tæt grøde ved Lille Bro.

biomasse omkring 200 - 300 g tørstof/m<sup>2</sup> i et næringsrigt vandløb - uanset om vegetationen er udviklet som en øvre bæk's Batrachium (Ranunculus) - Callitriche vegetation eller som en Sparganium - Potamogeton pectinatus vegetation ved en væsentligt større vandføring.

Og hvor en skyggeeffekt (eller anden hæmmende effekt) begrænser vegetationen væsentligt opnås selv i en sluttet vandløbsvegetation kun ca. 50 g tørstof/m<sup>2</sup>.

### 7.3. Matstrup å - efter dambrug.

Ovenstående hovedtræk (fra 1971-undersøgelsen) af biomasse fordelingen i vandløb med relativ artsrig vegetation synes i flere henseender ganske repræsentativ for middelstore og mindre danske vandløb.

Allerede i 1971 stod det klart, at strækninger med blødbund og tæt Sparganium - vegetation (nedenstrøms dambrug) ikke kunne være repræsenteret ved de udførte undersøgelser, og man rekommanderede i forundersøgelsens delrapport fra Botanisk Institut, at effekt på vandløbsvegetation i dambrug skulle undersøges i Matstrup å.

Der er i september 1973 på st. nr. MAR 456 udført undersøgelser over overjordiske biomasse i en tæt Sparganium simplex vegetation (undervandsform af enkelt pindsvineknap med båndblade). Lokaliteten er beliggende ca. 50-100 m nedstrøms for Bregnholm Mølle dambrug og der er på strækningen en overordentlig blød bund på grund af det sedimenterede materiale af en meget finkornet fraktion.

Der er udført en afhøstning af et areal på i alt 11,2 m<sup>2</sup>, idet det var tilsigtet at høste 6 x 2 m<sup>2</sup>. På grund af stor og uregelmæssig vanddybde er de enkelte prøveflader ikke udført som 2 m<sup>2</sup>, men som den prøveflade, hvorfra total-afhøstning kunne foretages effektivt fra en tilsyneladende repræsentativ vegetation, Arealer af prøveflader varierer således mellem 1,5 m<sup>2</sup> og 2,2 m<sup>2</sup>.

Resultaterne, som er opført i tabel 7.3.1. omfatter til-  
lige angivelser af vådvægt (= friskvægt af plantema-  
teriale efter hurtig aftørring af vand med filterpapir  
el. lign.).

Det ses, at den målte biomasse for denne tætte båndblad-  
vegetation på blød bund varierer mellem ca. 500 og 700 g  
tørvægt pr. m<sup>2</sup>.

Som middelværdi er udregnet: 590 g ± 21% (tørvægt i g  
pr. m<sup>2</sup> for overjordisk, men submers og rodfæstet biomasse).

I forhold til variationsbredden: Skygge/lys, der i Matstrup  
å er målt som ca. 50 - 250 g tørstof pr. m<sup>2</sup> må den fundne  
spredning for de 6 prøveflader med ekstrem stor biomasse  
umiddelbart opfattes som værende meget ringe.

Tabel 7.3.1.

Biomasse af *Sparganium simplex* (båndblade som submers, rod-  
fæstet og overjordisk biomasse) 3. september 1973.

I alt er afhøstet 11,2 m<sup>2</sup> fordelt på 6 prøveflader.

---

Prøve- flade	pr. prøveflade		areal i m <sup>2</sup>	tørvægt pr. m <sup>2</sup>	tørvægt i % af vådvægt
	tørvægt i g	vådvægt i g			
1 F	929,28	11490	1,5	619,52	8,1
2 F	1004,15	11320	1,6	621,34	8,9
3 F	1561,27	15640	2,2	709,65	10,0
4 F	997,89	12940	2,0	498,95	7,7
5 F	1165,81	13560	2,2	529,91	8,6
6 F	954,67	11760	1,7	561,57	8,1

---

Middel af 6 prøveflader: 590 g ± 21%.

Der er i tabellen (7.3.1.) angivet tørvægt, som % af vådvægt.

De konstaterede afvigelser må særligt tilskrives et meget  
vekslende vandindhold i de 6 prøver, der er benyttet til  
vådvægtsbestemmelsen.

Ved en vådvægt på ca. 5000 g (= friskvægt pr. m<sup>2</sup>) fås:

	tørvægt pr. m <sup>2</sup>	vådvægt pr. m <sup>2</sup>
Hvis tørvægt: 10% af vådvægt:	500 g	5.000 g
" " : 8% " " :	400 g	5.000 g.

Særligt på grund af et vekslende vandindhold kan friskvægt-bestemmelser oftest ikke anvendes til beregning af biomasse, selv ikke som her med et homogent plantemateriale af en enkelt art.

I betragtning af, at der på lokaliteten MAR 456 er nogen skyggevirkning fra rødel og anden kantvegetation, må det opnåede resultat, ca. 590 g tørvægt pr. m<sup>2</sup>, vurderes som udtryk for en meget stor grødeproduktion på den pågældende lokalitet.

Det er i øvrigt forsøgt at foretage en tilsvarende afhøstning i Lilleå på lok. LIH 467, nedenstrøms dambruget Løjstrup Mølle. Forsøget måtte dog opgives, da en for stor vanddybde udelukkede anvendelsen af samme metodik som ved Bregnholm Mølle.

På lok. LIH 467 er der ingen skyggevirkning fra træer, og der må antages - på grundlag af en skønsmessig sammenligning - at være en submers båndbladvegetation af enkelt pindsvineknop af samme størrelsesorden (standing drop) som ved st. MAR 456.

Resultaterne fra Matstrup å (MAR 456 - sept. 1973) er særligt værdifulde til belysning af spørgsmålet om effekten af skygge fra trævegetation (rødel), idet der her på lok. MAR 456 var nogen skyggevirkning ("halvskygge" fra træer i ca. 5-10 meters afstand). Selv på en lokalitet med denne delvise skygge - men altså ikke med fuld overskygning som ved Stidsmølle, MAR 454 - kan der opnås den højeste af de hidtil registrerede værdier for submers, rodfæstet biomasse i danske vandløb.

#### 7.4. Matstrup å - Vingum Bro 1974.

Ved undersøgelser i 1974 over periphyton i Matstrup å og Mossø har Kn. E. Breitenbauch (specialeprojekt; se litt.) bl.a. foretaget en sammenligning mellem data fra 1971 (M.Thorbek) og fra 1974 (Kn.E.Breitenbauch) vedrørende vandløbsvegetationens standing crop ved Vingum Bro. Der er både i 1971 og i 1974 udført biomasse-bestemmelser i en vækstperiode fra maj til juli-august. Tillige er der i 1974 målt biomasse ved Tirsvad Bro (MAR 448).

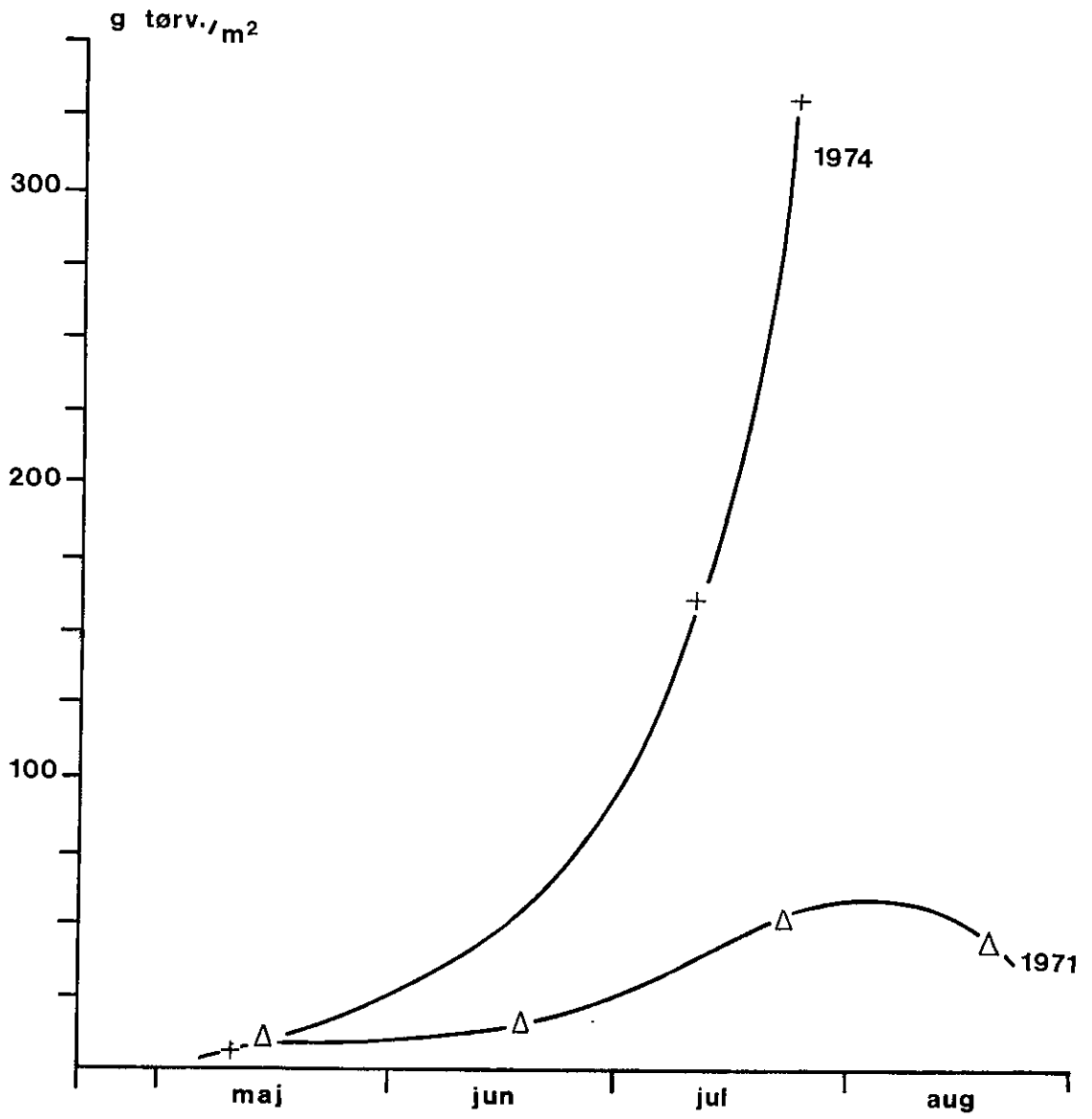
Der er ved undersøgelsen i 1974 fundet at biomasse ved Vingum Bro dette år var væsentlig større end i 1971 (334 g pr. m<sup>2</sup> mod 56 g i 1971; se fig. 7.4.1.).

For den undersøgte lokalitet ved Tirsvad Bro (MAR 448) fandtes i 1974 277 g pr. m<sup>2</sup>. Denne lokalitet blev ikke benyttet til biomasse-undersøgelser i 1971.

Grøden i Matstrup å blev i 1974 slået i august måned (1/8 ved Tirsvad Bro og ca. 3 uger senere ved Vingum Bro). Den maksimale standing crop er derfor angivet for slutningen af juli (prøvearealer blev afhøstet 25/7-1974), men i hvert fald for Vingum Bro syntes den maksimale standing crop nået i slutningen af juli (jfr. fig. 7.2.2. ).

Biomasse-resultaterne fra 1974 er på den ene side meget forskellige fra 1971-resultaterne, men det er på den anden side ikke ganske uventet, at der kunne påvises store forskelle, idet der i perioden 1971-74 er sket store ændringer i vegetationens sammensætning på den anvendte forsøgsstrækning. (jfr. tabel 7.4.2. og 7.2.1.).





Figur 7.4.1. Sammenligning af biomassen (standing crop) i Matstrup Å/MAR 446, 1971 og 1974. (Thorbek 1971, Breitenbauch 1974). Vingum Bro (efter Stigsholm Sø): Effekt af epifyter i 1971.

Tabel 7.4.2. Matstrup å 1974. (jfr. 7.2.1. 1971).

Den submerse vegetationssammensætning og fordeling ved de to i 1974 undersøgte stationer.

(x: hist og her, xx: almindelig, xxx dominerende art).

	Tirsvad Bro MAR 448	Vingum Bro MAR 446
Potamogeton perfoliatus	xx	xxx
P. crispus	xx	x
Elodea canadense	xx	
Batrachium sp.	x	x
Myriophyllum alterniflorum	x	
Equisetum palustre	x	
Lemna trisulca	x	
Cladophora fracta		x

Ved sammenligning med M.Thorbeks undersøgelser fra 1970-71 bemærkes to væsentlige ændringer i den submerse vegetation:

1. Den ene af de i 1971 to dominerende arter ved Tirsvad Bro, Potamogeton alpinus, blev eftersøgt flere gange både ovenfor broen og indtil 100 m nedenfor, men er nu forsvundet derfra.
2. Potamogeton crispus har etableret sig ved Vingum Bro, og har vundet fremgang på bekostning af Ranunculus peltatus (Bathrachium sp).

Vegetationen var ved Vingum Bro den 27/4 en meget sparsom (10-20 individer pr. m<sup>2</sup>), men jævnt fordelt bevoksning af Potamogeton perfoliatus. Planterne var ca. 5 - 10 cm lange.

Ved de senere afhøstninger var vegetationen betydeligt kraftigere udviklet. Resultatet fra 12/7-1974 ses i tabel 7.4.3.

Det må konkluderes, at der i Matstrup å inden for en periode af få år (1971 - 1974) er sket væsentlige ændringer i den forekommende vandløbsvegetation, både kvalitative og kvantitative.

Tabel 7.4.3. Standing crop 12/7-1974. Matstrup å.  
(Kn.E.Breitenbauch).

St.nr. MAR 448	afhøstet areal m <sup>2</sup>	afhøstet g	g/m <sup>2</sup> (lok)	g/m <sup>2</sup> (veg)
Potamogeton crispus	1,5	136,9	26,33	156,7
Potamogeton perfoliatus		99,1	19,2	167,2
Elodea canadense	0,5	83,2	16,0	178,7
Batrachium sp.	0,3	59,5	11,4	
Myriophyllum alterniflorum		32,8	6,3	
Equisetum palustre				
MAR 446				
Potamogeton perfoliatus	5,0	817,0	163,3	163,4

For så vidt angår strækningen ved Tirsvad Bro, MAR 448, er der her udført en meget kraftig oprensning siden 1970-71. Dette må antages at være den væsentligste årsag til de indtrådte vegetationsændringer. I øvrigt er der stadig (i 1974) et relativt stort artsantal repræsenteret i vandløbsvegetationen ved Tirsvad Bro. Og det opnåede biomasse-resultat (277 g pr. m<sup>2</sup>) er i god overensstemmelse med de i 1971 opnåede resultater for de andre relativt artsrige lokaliteter (MAR 442, Hallebro: 215 g og MAR 457, Lillebro: 258 g).

Selv om der ikke i alle tilfælde er anvendt samme metodik i 1971 og i 1974 må det fastslås, at der i 1974 ved Vingum Bro blev fundet en biomasse, som var væsentlig større end den biomasse, som fandtes på lokaliteten i 1971 (og i øvrigt også 1970). Det kan derimod næppe - med de nævnte metodiske forskelle - afgøres, om de 334 g tørstof pr. m<sup>2</sup> (standing crop 25/7-1974) repræsenterer en større årlig produktion end den, der antages repræsenteret for de relativt artsrige samfund med de fundne værdier af størrelsen ca: 250 - 300 g tørstof pr. m<sup>2</sup>.

Det er imidlertid ikke overraskende, at der netop på lokaliteten MAR 446 Vingum Bro kan forekomme store forskelle fra år til år, idet det tidligere blev antaget (jvf. afsnit 7.2.) at særligt epifytiske mikroalger (kiselalger o.a.) skulle kunne have en hæmmende effekt på vandløbsvegetationen på denne lokalitet.

Dersom epifyterne i en vækstperiode udvikles på anden måde end i 1971 (f.eks. i henseende til sæsonvariation eller substrat) vil vandløbsvegetationen i en sådan vækstperiode få helt afvigende levevilkår.

Og dersom epifyter - eller andre belægningsplanternes blade - eller skygge fra træer - ikke hæmmer vegetationen, er der i øvrigt gode vækstbetingelser på lokaliteten, som er beliggende nedenstrøms en sø og flere dambrug. Det bør også tages i betragtning at transporten af partikulært materiale med vandløbet til lok. MAR 446 kan være meget forskellig fra år til år.

#### 7.5. Matstrup å - Halle Bro 1975.

Vegetationsændringer i danske vandløb forårsaget af vandløbsreguleringer eller af kraftige oprensninger er stort set ikke tidligere beskrevet.

Foruden de omtalte vegetationsændringer ved Tirsvad Bro er der i Matstrup å nu også registreret gennemgribende ændringer ved Halle Bro som en effekt af en særlig kraftig oprensning.

Forud for 1970 var der igennem en periode af ca. 10 - 15 år sket en markant ændring af vandløbsvegetationen på strækningen fra Bækholm Bro til Halle Bro (MAR 442), som er beliggende nedenstrøms dambruget ved Bækholm.

Myriophyllum alterniflora var elimineret og Montia lamprosperum var aftaget i hyppighed. Endvidere var Elodea canadensis tiltaget i arternes indbyrdes mængdeforhold. Disse vegetationsændringer kunne karakteriseres som 1)

forekomst af et færre antal af submerse vandløbsplanter og 2) en formentlig større årlig stofproduktion for enkelte af de tilbageværende arter (jfr. i afsnit 9.4. og i Gudena-rapport forundersøgelsen).

Der er i flere tilfælde foretaget en kraftig oprensning i det øvre løb af Matstrup å. Mest gennemgribende blev indgrebet udført i vinteren 1974/75, hvor vandløbsprofilen ved Halle Bro blev udvidet med ca. 1 meter i forhold til opmålinger fra 1970-71. Samtidig blev vandløbssedimentet opgravet.

M.Thorbek har i 1971 undersøgt såvel den totale biomasse som biomassens fordeling på arter samt sæsonvariationen. I juni 1975 blev undersøgelsen gentaget under anvendelse af tilsvarende metodik.

Resultaterne fra disse to undersøgelser, 1971 og 1975, bringes i tabel 7.5.1.

Ved angivelser af den relative hyppighed i 1971 og 1975 (se tabel 7.5.1.) er det kun muligt at sammenligne mellem de forskellige arters forekomster i det enkelte år, medens der ikke ved disse relative angivelser kan sammenlignes mellem 1971 og 1975. Det fremgår i øvrigt af tal for biomassen, at de mest hyppige arter i 1975 ikke i absolut mængde kan være repræsenteret i blot tilnærmelsesvis samme antal i 1975 som i 1971.

Derimod har i begge år Elodea og arter af Batrachium og Callitriche været mellem de mest hyppige planter i vegetationen.

Det er karakteristisk for en så kraftigt oprenset lokalitet, at visse bredplanter, der i 1970-71 ikke blev registreret fra selve vandvegetationen, nu i 1975 fra bredden er vokset ud i vandløbet. Derimod er flere af vandplanterne ude i løbet gået næsten til grunde, idet størstedelen af den stående vegetations underjordiske skud er opgravet og henlagt på bredden.

En meget stor del af den tidligere vandløbsvegetation manglede således på lokaliteten ved undersøgelsen i juni 1975.

Tabel 7.5.1. Matstrup å, Halle Bro 1971 og 1975.

MAR 442: Biomassemåling og frekvensanalyse

	g tørvægt	% af total	forekomst	
			1975 <sup>o)</sup>	1971 <sup>oo)</sup>
Batrachium sp.	42,00	31,4	5	xxx
Elodea canadensis	26,37	26,4	7	xxx
Callitriche sp.	14,91	11,1	4	xxx
Sium erectum	8,31	6,2	6	x
Agrostis stolonifera			2	(x)
Equisetum palustre			3	x
Glyceria fluitans	42,39	31,6	4	x
Montia lamprosperma			4	x
ooo) Myriophyllum alterniflorum			1	
Veronica anagallis-aquatica			2	(x)
Sparganium simplex				x
Catabrosa aquatica				x

o) registrering af forekomst ved hyppighedsskala fra 1 - 10

oo) " " " " " " " x - xxx

ooo) biomassen mindre end 1 g/tørvægt total. Planten sjælden i 1975.

1975 (2/6):

Biomasse total 133,98 g tørvægt

Afhøstet areal 81,60 m<sup>2</sup>

Biomasse max pr. m<sup>2</sup> 4,3 g tørvægt

Biomasse min pr. m<sup>2</sup> 0,0 g tørvægt

Biomasse middel pr. m<sup>2</sup> 1,6 g tørvægt

Sammenligning med biomassebestemmelse fra den 21.6.1971 på samme lok.

2.6.1975		21.6.1971		1975	1971
max g tørvægt pr. m <sup>2</sup>	min g tørvægt pr. m <sup>2</sup>	max g tørvægt pr. m <sup>2</sup>	min g tørvægt pr. m <sup>2</sup>	middel	
4,3	0,0	127,0	32,0	1,6	76,0

Ved sammenligning med juni-resultater fra 1971 fås, at den totale biomasse pr. m<sup>2</sup> er reduceret fra 1971 til 1975 med en faktor 40.

I 1971 registreredes sæsonmaksimum for overjordisk biomasse i august (ca. 215 g tørstof pr. m<sup>2</sup>). Da vegetationen i 1975 endnu i hele perioden juli-august-september forblev uudviklet som registreret ved målingerne i juni, er der ved sammenligning mellem den maksimale biomasse i 1971 og 1975 tale om en faktisk reduktion til omkring 1 - 5%. Dette er under forudsætning af, at max.værdien i 1975 fra juni til aug.-sept. er fordoblet, fra ca. 5 til ca. 10 g tørstof pr. m<sup>2</sup>. Der er ikke udført målinger fra aug. - sept. 1975, men en antagelse af 10 g anses på baggrund af gentagne besigtigelser for en sandsynlig maksimumværdi.

Det er især to arter, der i 1975 udgør biomassen (60% heraf), således at vegetationen tydeligt ved det foretagne indgreb er blevet væsentlig mere ensformig. I 1975 må vegetations typerne karakteriseres som en ensformig Elodea - Batrachium vegetation, medens den tidligere måtte karakteriseres som en typisk "relativ artsrig vegetation".

#### 7.6. Spørring å - 1975.

I Spørring å har Niels Thyssen i 1975 udført undersøgelser over iltforhold, specielt i relation til vandløbsvegetationens rolle som iltforbruger (specialeprojekt; se litt.).

Som forsøgsstrækning er anvendt SPR 449 - SPR 450, hvor vandløbsvegetationen overvejende udgøres af:

Elodea canadensis	xxx
Callitriche cophocarpa	xx
Ranunculus sp. (Batrachium)	x

hvoraf de to førstnævnte arter er de dominerende arter. (xxx og xx).

Som submerse vandformer af sumpplanter ( der alle forekommer med emerse skud i kant- og bredvegetationen):

*Menta aquatica*  
*Equisetum fluviatile*  
*Berula erecta*  
*Sparganium simplex*  
*Myosotis palustris.*

Forsøgsstrækningen er bl.a. valgt under hensyntagen til "den for et relativt rent vandløb forekommende relative artsfattigdom".

I sammenligning med vegetationstyperne i f.eks. Matstrup å bør Spørring å som helhed på strækningen Spørring - Lilleå karakteriseres som et vandløb med rigelig repræsentation af "de relativt artsrige vegetationstyper." (Jfr. 6.13. 7.2. og 7.5.).

Der er således fra Spørring å registreret følgende vandløbsplanter foruden de fra forsøgsstrækningen nævnte:

*Potamogeton crispus*  
- *pectinatus*  
- *perfoliatus*  
*Callitriche platycarpa.*

Med henblik på at forsøge at relatere biomasse og iltforbrug i vandløbet blev der i en del af forsøgsperioden foretaget afhøstninger, hvor den høstede biomasse blev bestemt som g tørstof pr. m<sup>2</sup>.

I alt fjernedes vandløbsvegetationen over en strækning af 264 m, svarende til 727 m<sup>2</sup>.

Vegetationen var stort set jævnt fordelt i alle tværsnit af det ca. 2.75 m brede vandløb. Derimod var vegetationens fordeling meget heterogen ned langs den 600 m lange forsøgsstrækning.

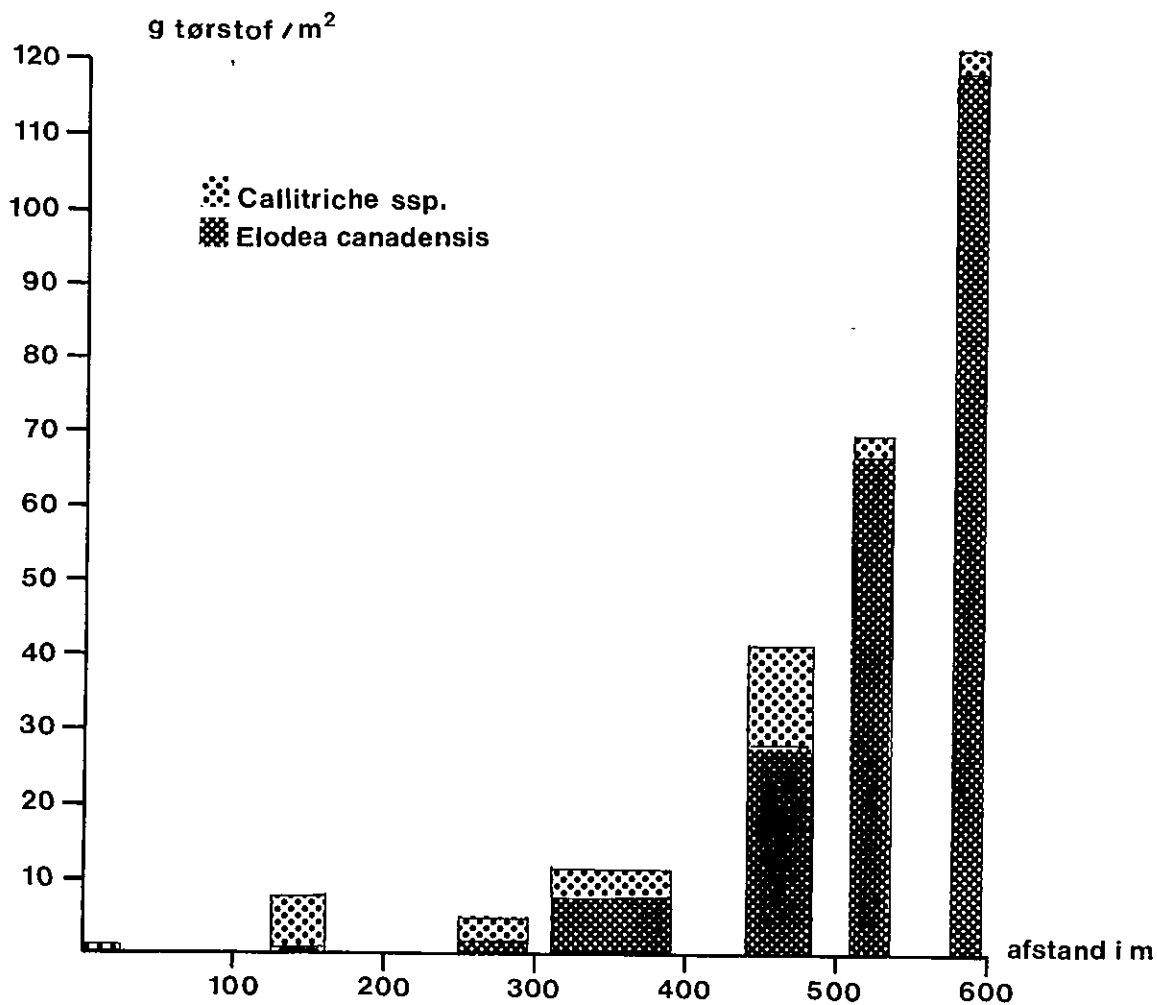
I tabel 7.6.1. er vist resultaterne af de udførte afhøstninger ("slæt 1 - 4") og i fig. 7.6.2. vises vegetationens kvantitative sammensætning på de anvendte forsøgsflader.

Både i figurens fremstilling og i tabellen er der under "Elodea" medregnet de følgearter, der som nævnt ovenfor



Tabel 7.6.1.1.  Biomasse ved høst i september 1975, Spørring å. I alt afhøstet 727 m<sup>2</sup> over en strækning af 264 m. Under "Elodea" er medregnet "få følgearter", som udgør mindre end 1,5% af standing crop. (Efter Niels Thyssen 1975).

	Slæt 1	Slæt 2	Slæt 3	Slæt 4
Dato	14/9	18/9	30/9	7/10
Afstand fra st. I (m)	302-381,5	0-27 245-291,5	125-159,5	437-46
Høstet stræknings længde	79,5	27 46,5	34,5	32
" " areal	218,6	74,3 127,9	94,9	88,0
g tørstof	2524,9	84,5 653,0	749,5	3620,3
Heraf Callitriche (g)	661,4	84,5 351,3	629,4	1129,9
" Elodea (g)	1863,5	- 301,7	120,1	2490,4
g tørstof/m <sup>2</sup>	11,6	1,1 5,1	7,9	41,1
Heraf Callitriche (g/m <sup>2</sup> )	3,0	1,1 2,7	6,6	12,8
" Elodea (g/m <sup>2</sup> )	8,5	- 2,4	1,3	28,3



Figur 7.6.2. Den kvantitative sammensætning af vandløbsvegetationen i Spørring A/SPR 449. (Thyssen 1975). Vandstjerne (*Callitriche*) og vandpest (*Elodea*) dominerer. En del af vandløbet er overskygget af bredvegetation, bl.a. enkelt pindsvineknop (*Sparganium simplex*) med luftskud.

forekommer på strækningen. Disse følgearters samlede procentuelle andel af total standing crop er i alle tilfælde mindre end 1,5%.

Sedimentationsforhold og skyggevirkning (bl.a. fra rødell) er de vigtigste plantefordelende faktorer på denne strækning, som ikke er reguleret og ikke underkastet grødeskæring eller oprensning.

Prøvefladerne er af hensyn til projektets målsætning valgt med henblik på at opnå en mulig effekt af grøde-høst. De opnåede biomasse-resultater giver et overblik over biomassens totale variation på strækningen (1 - 120 g pr. m<sup>2</sup>), men ikke den fuldstændige fordeling. Der er især afhøstet på forsøgsflader med en relativ stor biomasse.

For Spørring Å er der således for en vegetationstype der modsvarer Matstrup å's "relativt artsrige vegetationstyper" (f.eks. Halle Bro MAR 442) fundet, at den maksimale biomasse ved vegetationsperiodens afslutning er ca. 70 - 120 g tørstof pr. m<sup>2</sup>. Det bemærkes, at vandføringen og vandløbsbredde er mindre i Spørring å end i Matstrup å (Halle Bro). I tabel 7.8.1. er resultaterne fra Spørring å sammenstillet med de tilsvarende værdier fra Matstrup å, Karup å, Fjederholt å samt de i følgende afsnit omtalte resultater fra Lilleå.

#### 7.7. Lilleå - Drivende, afskåret grøde, 1973.

I juli 1973 udførtes undersøgelser over den drivende, afskårne grøde i Lilleå på strækningen fra Grundfør Mølle (LIH 450) til Hårvad Bro (LIH 451), i alt ca. 2.2 km åløb. Særligt ved en besigtigelse den 11.7.1973 var der ved Hårvad Bro opstuvet betydelige grødemængder, og de i det følgende refererede undersøgelser udførtes den 11. juli og nærmest følgende dage.

I fig. 7.7.1. er på en skitse fra den nærmeste strækning (ca. 50 m) opstrøms fra Hårvad Bro vist de benyttede prøvearealer.

I tabel 7.7.2. er opført de opnåede resultater.

Der blev i alt udtaget 8 prøver á 0,36 m<sup>2</sup> vandløb, idet der for disse prøver blev udført biomasse-bestemmelser (tørvægt efter tørring ved 105<sup>o</sup>). Der blev for samtlige prøver foretaget tørring over min. 3 døgn.

Til brug for beregning af vandløbets totale biomasse er der endvidere foretaget opmålinger af de opstuede grødemængder.

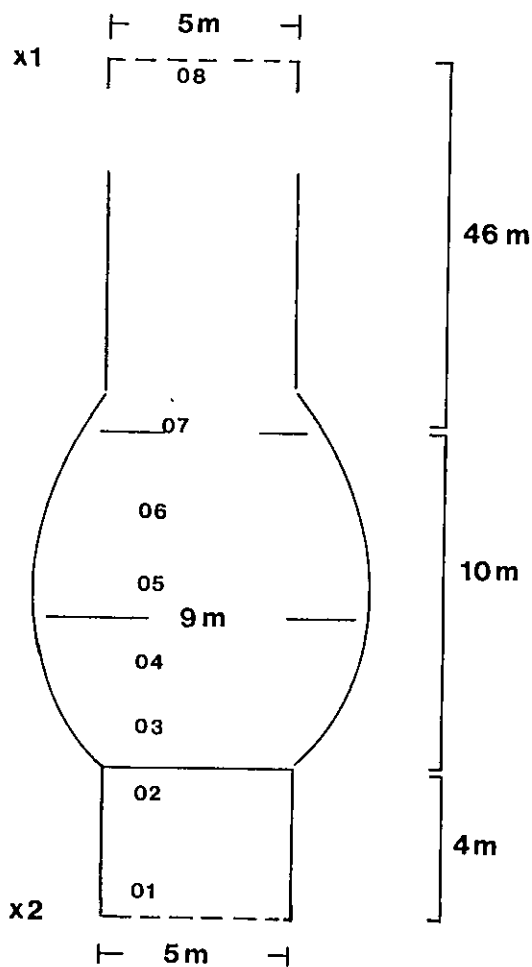
Det fremgår af tabel 7.7.2., at der for den undersøgte stuvningsstrækning er registreret forekomst af ialt 2200 kg tørstof.

Plantematerialet udgøres næsten udelukkende af én art, nemlig enkelt pindsvineknop (*Sparganium simplex*), og hovedsagelig af submerse båndblade. Dog indgår nogle luftskud, bl.a. fra kantvegetation. De 2200 kg tørstof, som her antages produceret fra et areal af størrelsen 10.000 m<sup>2</sup> modsvare omtrentligt 0,1% af planteplanktonets årlige stofproduktion i en næringsrig sø af størrelsen ca. 2 km<sup>2</sup> (som f.eks. Knudsø).

Ved opstuvning eller aflejring i et mindre område i et vandløb eller i en sø vil en sådan ekstra tilførsel af organisk stof kunne være katastrofal, især for dyrelivet på lokaliteten. Også på vegetationen kan den "fysiske effekt" af disse store opstuvninger være skadelig.

Derimod anskueliggør omregningen til "0,1% af en større sø's årsproduktion" at den totale biomasse af vandløbsvegetationen ikke kan forudses at ville frembyde problemer i henseende til stofomsætning - når blot den betydelige mængde af dødt og døende plantemateriale ikke ved grødeskæring tilføres og koncentrerer på lokale, mindre vandområder i løbet af kort tid.

På basis af de anførte data er der i tabel 7.7.2. tillige anført en omtrentlig middel-biomasse for 10.000 m<sup>2</sup> Lilleå (2 km á 5 m's bredde) til ca. 220 g tørstof pr. m<sup>2</sup>



Prøvenumre 01, 02,.....08  
angiver placering af prøve-  
flader.

A = stuvningsområde.

x1 og x2 er lokaliteter  
for udtagning af vandprøver.

Fig. 7.7.1. Skitse over "opstuvnings-" og forsøgsområde ved  
biomasseundersøgelser over drivende grøde i  
Lilleå ved Hårvad Bro (LIH 451), juli 1973.  
Jvf. tekst side 49-52 og tabel 7.7.2. (side 51).

Tabel 7.7.2.  Resultat af biomasseundersøgelser af drivende grøde i Lilleå ved Hårvads Bro (LIH 451) juli 1973. Sparganium simplex efter grødeskæring.

Opmåling:  (jfr. skitse i fig. 7.7.1.)

	<u> tykkelse af lag: </u>	<u> areal: </u>
stuvningsområde	0,70 - 0,80 m	20 m <sup>2</sup>
resten af 1. grødeansamling	0,30 - 0,40 m	320 m <sup>2</sup>
2. grødeansamling	0,30 - 0,40 m	290 m <sup>2</sup>
3. grødeansamling	0,30 - 0,40 m	285 m <sup>2</sup>
4. grødeansamling	0,30 - 0,40 m	100 m <sup>2</sup>
Total areal dækket af grøde i drift:		1015 m <sup>2</sup>

Biomasse for prøver  (som g tørstof):

prøve nr. 1	1329,12 g	gennemsnit pr. 0,36 m <sup>2</sup>	1435,46 g
prøve nr. 2	1541,79 g	gennemsnit pr. m <sup>2</sup>	<u>3987 g</u>
prøve nr. 3	692,60 g		
prøve nr. 4	502,47 g		
prøve nr. 5	580,11 g		
prøve nr. 6	697,42 g		
prøve nr. 7	548,79 g	gennemsnit pr. 0,36 m <sup>2</sup>	586,72 g
prøve nr. 8	498,93 g	gennemsnit pr. m <sup>2</sup>	<u>1629 g</u>

Total biomasse i hele området:

opstuvning: 20 m <sup>2</sup> á 3987 g/m <sup>2</sup>	79740 g
resten: 995 m <sup>2</sup> á 1629 g/m <sup>2</sup>	<u>2120855 g</u>
	<u>2200595 g = total 2200 kg.</u>

Grødeskæring udført over 2 km á ca. 5 meters bredde

Total areal: 10.000 m<sup>2</sup>

Biomasse pr. m<sup>2</sup> = ca. 220 g tørstof

Til dette tal må bemærkes:

- 1) Grødeslagningen er foretaget i juli og ikke ved biomassens maksimum senere på vegetationsperioden.
- 2) Der er ikke udført en egentlig afhøstning - men en grødeskæring, hvor det drivende plantemateriale er målt.
- 3) Der indgår i det drivende og opstuede plantemateriale både emerse skud (luftskud) fra selve åløbet og fra kantvegetationen.
- 4) En del af den afskårne grøde er drevet forbi Hårvad Bro (LIH 451) på tidspunktet for opmåling.
- 5) Arealangivelsen  $10.000 \text{ m}^2$  er højst usikker.

Til trods for den meget store usikkerhed, som således må gælde for de  $220 \text{ g pr. m}^2$ , kan denne værdi anvendes til basis for en skønsmæssig antagelse om, at en væsentlig del af den afskårne grøde den 2.7.1973 var samlet på en 50 m strækning ved Hårvad Bro.

I øvrigt er vandløbsvegetationen på strækningen LIH 450 - LIH 451 ofte ganske tæt, men også meget uens fordelt.

Og der er ikke grundlag for at antage, at der på nogen del af vandløbsstrækningen forekommer maksimal biomasse af størrelsesordenen  $600 \text{ g pr. m}^2$  (som nedenstrøms Bregnholm Mølle dambrug, MAR 456).

#### 7.8. Sammenfatning om resultater af biomasse.

I tabel 7.8.1. er sammenstillet en del af de resultater, som foreligger fra biomasse-målinger i Gudenåsystemet og fra Hedeselskabets undersøgelser i Fjederholt å og Karup å (Larsen, se litt.).

Følgende hovedtræk er gældende for Gudenåsystemets mindre og middelstore vandløb (i alle tilfælde submers, rodfæstet og overjordisk biomasse):

- 1) Relativ artsrig vandløbsvegetation, (sluttet veg.)  
f.eks. Callitriche - Batrachium veg. (MAR 442); Potamogeton perfoliatis - P. crispus - Elodea veg. (MAR 448);

- Potamogeton pectinatus - Sparganium simplex veg. (MAR 457), uden skyggeeffekt eller væsentlig effekt af epifyter o.l. er registreret med ca. 200 - 250 (300) g tørstof pr. m<sup>2</sup>.
- 2) Relativ artsrig vandløbsvegetation (sluttet veg.) med skyggeeffekt eller effekt af epifyter (eller lavt vand og kantvegetation) er registreret med ca. 50 - 120 g tørstof pr. m<sup>2</sup>.
  - 3) Ikke-sluttet vegetation (vegetationen er ikke bunddækkende), men relativ artsrig og uden oprensning og grødeskæring (men med skygge fra træer og effekt fra kantvegetation) er registreret med ca: 1 - 10 (40) g tørstof pr. m<sup>2</sup> (SPR 449).
  - 4) Relativ artsrig vegetation efter oprensning, men uden effekt af træers skygge eller effekt af epifyter (MAR 442, 1975) er registreret (som 1 - 5% af biomasse forud for oprensning): ca. 1 - 10 (max.) g tørstof pr. m<sup>2</sup>.
  - 5) Sparganium simplex - vegetation (båndbladsform af enkelt pindsvineknop er enedominant) med nogen skygge på blød bund (nedenstrøms dambrug, MAR 456), registreret med ca. 590 g tørstof pr. m<sup>2</sup> (ca. 500 - 700 g).
  - 6) For relativ artsrig vegetation (MAR 446) med effekt af epifyter o.a. (nedenstrøms sø og dambrug) er registreret store forskelle fra år til år, f.eks. 1971/1974 som ca. 50/330 g tørstof pr. m<sup>2</sup>.
  - 7) Drivende grøde af afskåret Sparganium simplex (enkelt pindsvineknop, især båndblade) er for 2 km vandløbsstrækning (Lilleå; bredde ca. 5 m) registreret til: total ca. 2200 kg modsvarende standing crop som: ca. 220 g tørstof pr. m<sup>2</sup>.



Tabel 7.8.1 . Stående overjordisk submers biomasse i forskellige vandløb angivet som g tørstof/m<sup>2</sup> (tørret ved 105°C).

1) Fjederholt å

06.06.73		66 g tørstof/m <sup>2</sup>
15.08.73		57 g tørstof/m <sup>2</sup>
		<u>total 123 g tørstof/m<sup>2</sup></u>

1) Karup å

21.06.73		102 g tørstof/m <sup>2</sup>
11.09.73		147 g tørstof/m <sup>2</sup>
		<u>total 249 g tørstof/m<sup>2</sup></u>

Matstrup å

2) 21.08.71	MAR 442	215 g tørstof/m <sup>2</sup>
2) 21.08.71	MAR 446	46 g tørstof/m <sup>2</sup>
2) 21.08.71	MAR 454	77 g tørstof/m <sup>2</sup>
2) 24.07.71	MAR 457	258 g tørstof/m <sup>2</sup>
03.09.73	MAR 456	590 g tørstof/m <sup>2</sup>
2) 21.06.71	MAR 442	76 g tørstof/m <sup>2</sup>
02.06.75	MAR 442	1,6 g tørstof/m <sup>2</sup>

Lilleå

1974-1975	LIH 457 --LIH 461	mindre end 1 g tørstof/m <sup>2</sup>
11.07.73	LIH 450 - LIH 451	220 g tørstof/m <sup>2</sup>

3) Spørring å

14.09.75 - 07.10.75	SPR 449	
submers		11,6 g tørstof/m <sup>2</sup>
Inhomogen vegetation		1,1 g tørstof/m <sup>2</sup>
bestående overvejende		5,1 g tørstof/m <sup>2</sup>
af Elodea og Callitriche		120,1 g tørstof/m <sup>2</sup>
på strækningen SPR 449 - SPR 450		7,9 g tørstof/m <sup>2</sup>
		68,7 g tørstof/m <sup>2</sup>
		41,1 g tørstof/m <sup>2</sup>

1) Larsen se litt.liste

2) Thorbek " "

3) Thyssen " "

## 8. Næringssalte og vandløbsvegetation.

Det har ved planlægningen af Gudenåundersøgelsens delprojekt vedrørende vandløbsvegetationen været forudsat, at der for forskellige karakteristiske vegetationstyper skulle udføres kontrol-observationer vedrørende koncentrationer af næringssalte på de respektive vandløbsstrækninger. Som det fremgår af oversigten over bilag til nærværende rapport, er der fra store dele af undersøgelsesperioden udført målinger af P- og N-komponenter samt registreret en række andre data fra de vandløbsstrækninger, hvor biomasseundersøgelser er udført.

I tabel 7.8.1. er sammenstillet resultater fra biomasseundersøgelser i en række vandløb.

Til værdierne i oversigten (tabel 7.8.1.) kan bemærkes, at der f.eks. i Mattrup å i 1971 blev fundet omtrent samme biomasse ved Halle Bro (øvre løb) som ved Lillebro (nedre løb), medens næringssaltkoncentrationen kan vise store forskelle mellem disse to stationer (højst ved Lillebro). Tilsvarende kunne Hallebro (1971) sammenlignes med Spørring å (1975), hvor næringssaltkoncentrationen normalt er højere i Spørring å end på den øvre strækning af Mattrup å. Men biomassen i 1971 (inden kraftig oprensning) var højst i Mattrup å - uafhængigt af koncentrationen af næringssalte i vandfasen.

En vandløbsvegetation i Idum å, der må antages at være af samme størrelse (i biomasse pr. m<sup>2</sup>) vokser tæt og frodigt over en lang strækning, hvor næringssaltkoncentrationerne er yderst lave i åvandet (f.eks. total P ca. 0.02 - 0.05 mg/l og uorganisk N ca. 0.1 - 0.5 mg/l).

Allerede i rapporten fra Gudenå-forundersøgelsen (se litt. - Rapport nr. 2, 1973: Fællesrapport p. 13 og rapport fra Botanisk Institut ved H. Mathiesen og H.-H. Schierup) blev det fremhævet, at 1972-undersøgelserne i Gudenåsystemets

vandløb bekræftede, at der i vegetationsrige vandløb som Matstrup å o.l. ikke forekommer simple relationer mellem vandløbsvegetationens stofproduktion og åvandets koncentrationer af næringssalte.

Også de seneste Gudenåundersøgelser 1973-75 og andre observationer, som hidtil er udført over dette emne, bekræfter at der ikke findes en sådan simpel relation. Høje næringssalt-koncentrationer i åvand medfører altså ikke direkte høje biomasse-værdier for fastvoksende grøde.

Vandløbsvegetationen af større, submerse og rodfæstede vandplanter (og vandformer af sumpplanter, f.eks. *Sparganium simplex*) er i langt højere grad i henseende til den kvantitative udvikling kontrolleret af:

- 1) grødeskæring og oprensning, som berører de underjordiske plantedele.
- 2) ændring i struktur af bund(sediment) ved oprensning og regulering.
- 3) forekomst af blød bund/stenet bund o.s.v.
- 4) transport i åvandet og sedimentation af partikulært materiale.
- 5) lysforhold (skygge fra træer og anden bredvegetation).
- 6) forekomst af epifyter og andre mikroalger.
- 7) forekomst af større (især trådformede) alger.
- 8) forekomst af planktonalger i åvandet.

#### 8.1. Submerse, rodfæstede vandplanter.

Det må særligt understreges, at der overalt i den botaniske litteratur lægges vægt på den nære relation mellem bundforhold, sedimentation og rodfæstet vandvegetation.

Alle nyere undersøgelser bekræfter da også, at optagelsen af næringssalte for disse vandplanter (og vandformer af sumpplanter) foregår fra bunden gennem planternes rødder.

I de her udførte undersøgelser er største biomasse registreret på blød bund med stort indhold af tilgængelige næringsalte (MAR 456).

### 8.2. Ikke-rodfæstede vandplanter.

De ikke-rodfæstede vandplanter (f.eks. arter af andemad) er i almindelighed ikke til stede i større mængder i vandløbene. Der kan dog, f.eks. i "rolige vige" i de nedre vandløb, forekomme voksesteder for denne livsform. Og store mængder af alle vore fire arter af andemad kan ses i Gudenå omkring Randers.

I de fleste tilfælde vil åvandet på sådanne nedre vandløbsstrækninger være meget næringsrigt, og disse vandplanter optager naturligvis i almindelighed næringsalte fra vandfasen.

### 8.3. Større alger.

Særligt forskellige trådformede grønalger, f.eks. af slægterne *Cladophora*, *Oedogonium*, *Spirogyra* o.a., samt gulgrønalger af slægten *Vaucheria*, ses forekomme i store mængder i de næringsrige vandløbsstrækninger.

Ofte vil masseforekomster af disse alger, f.eks. *Cladophora* +) *fracta* (se fotos i bilag 13.55.) medføre en voldsom begrænsning i forekomst af vandløbsvegetation af de større vandplanter.

Masseforekomster af de større trådformede grønalger ("forekomst i tætte måtter"; jfr. fotos) er næsten altid korreleret med stor tilførsel af næringsalte og/eller organisk stof. Kortvarige maksima, f.eks. om foråret, kan dog forekomme også i rent vand.

### 8.4. Epifytiske og andre fasthæftede microalger.

Også denne plantegruppe "periphyton" eller "attached algae") synes i masseforekomst kun at optræde hvor der er stor

+ ) farve-foto, ikke medtaget i den trykte rapport.

tilførsel af næringssalte og/eller organisk stof.

Kiselalger (diatomeer) udgør en meget betydningsfuld fraktion af disse fasthæftede mikroalger, og særligt kiselalger kan forekomme med kortvarige maksima, f.eks. om foråret, jfr. i øvrigt afsnit 5.8. og 6.17. (se også bilag 13.53.)

#### 8.5. Planteplankton.

Den planktoniske livsform er naturligvis i almindelighed ikke af stor betydning i rindende vand, hvor organismene ikke vil blive holdt svævende i vandfasen.

Imidlertid forekommer planktonalger i rindende vand - også i Gudenåsystemet.

Dels forekommer der planktonalger både som levende og døde alger i afløb fra søer (jfr. i afsnit 7.2. om Vingum Bro, MAR 446, nedenstrøms Halle sø og Stigsholm sø) og dels kan der i de større åer forekomme samfund af drivende planktonalger..

Særligt omkring Randers kan der i Gudenå forekomme levende plankton. Planteplankton vil på de lokaliteter i rindende vand, hvor livsformer forekommer, have gode vækstbetingelser - også med tilgængelige næringssalte i store mængder.

#### 8.6. Grænseværdier.

Simple relationer mellem koncentrationer af næringssalte i vandfasen og vandløbsvegetationen af de større rodfæstede planter kan man af flere grunde ikke forvente at påvise.

Imidlertid vil der være stor sandsynlighed for, at der i helt rene vandløb med relativt lave koncentrationer af både total-P, uorg. N og total-N også fortrinsvis vil vokse arter af submerse vandplanter (og vandformer af sumpplanter), som i deres økologiske amplitude viser en tendens, eller måske en meget klar præference, i retning mod voksesteder, som kan karakteriseres som "fattige" eller "relativt fattige" eller måske "sure".

Omvendt vil det sandsynligvis også kunne påvises, at der under forhold, hvor der i åvandet forekommer høje koncentrationer af total-P og uorg.N fortrinsvis findes vandløbsplanter, som i deres økologiske amplitude viser en tendens eller klar præference i retning mod meget "næringsrige" voksesteder. Sådanne "præference-forekomster", som kan være betinget af bl.a. konkurrenceforhold, vil ikke altid indebære, at den rige vandløbsvegetation også har en større stofproduktion pr. år pr. m<sup>2</sup> end den fattige. F.eks. kan lysforhold være helt bestemmende for biomassens størrelse.

Og en fattig vegetationstype vil ofte have en væsentlig længere vegetationsperiode end den "rige vegetationstype". I Matstrup å er det f.eks. både i 1970-71 (M.Thorbek) og i 1973-75 konstateret, at "grøden falder" (dør bort) tidligst på de nedre, mest næringsrige lokaliteter, f.eks. ved Lillebro og ved Vingum Bro. Dette vil ofte være sammenfaldende med, at der på de "rige lokaliteter" udvikles store forekomster af alger, f.eks. som i 1971 mange epifytiske mikroalger ved Vingum Bro. I andre tilfælde kan trådformede grønalger være udviklet til et maksimum under højsommeren (jfr. 6.2.).

For epifytiske mikroalger og andre fasthæftede mikroalger, f.eks. på sten, kunne der forventes en noget bedre korrelation mellem næringssaltkoncentrationer i åvandet og hyppighed af de respektive alger. Også de trådformede alger kunne eventuelt forventes at vise en bedre korrelation (f.eks. *Cladophora fracta*; jfr. litt. WONG & CLARK 1976).

Der er da også en klar tendens til forekomst af mange epifyter på de "rige" og de "forurenede" lokaliteter. Dette gælder også flere af de alger, som tilhører de trådformedes livsform. Utvivlsomt er dette forhold medvirkende til at de større vandplanter forsvinder i forurenede vandløb. Ofte udvikles der i stedet store mængder af trådformede alger og/eller periphyton.

Når der i almindelighed ikke på simpel vis kan opstilles relationer mellem disse algers forekomst (f.eks. som biomasse pr. vækstperiode) og koncentrationer af total-P i åvandet (eventuelt som middel i vækstperiode) kan dette bl.a. skyldes: at algers stofoptagelse og vækstforhold ikke er en simpel funktion af koncentrationen i næringsmediet, som algen vokser i; - at stofomsætningen i vandløbet er dårligt repræsenteret ved den målte koncentrationsværdi af total-P; - at der forekommer interferens fra andre organismer, bl.a. bakterier; - at der forekommer forskellige former for stofudveksling (sedimenter).

Det kan imidlertid fastslås, at der aldrig forekommer belastende og langvarig "masseforekomst" (stor tilvækst gennem en længere periode) af hverken epifyter eller trådformede alger ved lave P-koncentrationer. Egentlige grænseværdier af generel gyldighed kan i følge sagens natur ikke formuleres, i hvert fald ikke uden stor sikkerhedsmargin. Og det ville næppe have nogen værdi i den praktiske naturforvaltning at fastsætte en grænseværdi for tilladelig midelværdi, total-P/vækstperiode, til: ca. 0.001 mg/l.

Som vejledende grænseværdi kunne man måske indtil videre anvende ca. 0.05 mg/l total-P (middel/vækstperiode).

En sådan vejledende - og foreløbig niveauansættelse - kan begrundes med bl.a. de erfaringer, som nu foreligger fra Gudenåsystemets vandløb, f.eks.:

- a) Matstrup å. Der fandtes stort set ingen trådformede alger overhovedet (heller ikke i forekomster, som ikke var dominerende) i Matstrup å i 1970-71, men på mange lokaliteter fandtes der værdier for total-P større end 0.1 - 0.5 mg/l. Der fandtes på flere lokaliteter, f.eks. Vingum Bro og efter Bregnholm Mølle dambrug, store maksima af epifytiske mikroalger. Tilsvarende er der i 1974 (Breitenbauch, litt.) målt store værdier for "mulig periphyton tilvækst" ved Vingum Bro.

Og der er i 1973-75 fundet store maksima af trådformede alger i Matstrup å, men aldrig ved koncentrationer af total-P under ca. 0.05 mg/l.

- b) Spørring å og Lilleå. Der er aldrig i de reneste partier af disse vandløb fundet store maksima af trådformede grønalger eller af epifytiske mikroalger. Der ses bort fra de kortvarige forårsmaksima af f.eks. *Cladophora glomerata* og af mange diatomeer. Total-P varierer i de reneste afsnit, med middel i vækstperiode, ca. mindre end 0.1 - 0.05 mg/l.

Der er i alle de mest belastede afsnit (som ikke er domineret af *Sphaerotilus* veg.-typer) fundet en klar tendens til forekomst af meget store maksima af trådformede alger. Middel/vækstperiode større end ca. 0.05 mg/l total-P.

Der er i de øvre afsnit af Spørring å konstateret sådanne forekomster af trådformede alger og epifytiske mikroalger, der ikke umiddelbart (visuelt) opfattes som "masseforekomster" (jfr. fotos af disse i bilag nr. 13.55.

- +) foto nr. 13) - men som alligevel i almindelighed må antages at forårsage en uønsket dårlig vandkvalitet på strækningen. Her er ofte meget store koncentrationer af total-P (f.eks. 0.4 - 0.6 mg/l total-P).

- +) farve-foto, ikke medtaget i den trykte rapport.



## 9. Vegetationsdynamik og mekanisk-fysiske indgreb.

De mekanisk-fysiske indgreb, som enten regelmæssigt i hver vegetationsperiode eller med års mellemrum eller helt ekstraordinært, foretages i vandløbene, kan beskrives som: grødeskæring, oprensning (evt. inkl. uddybning) og regulering (evt. inkl. uddybning).

Det er både i rapportens indledning og i afsnittene 5, 6 og 7 (vedr. henholdsvis arter, vegetationstyper og biomasse) blevet påpeget, at den status, som på et givet tidspunkt (i en enkelt vegetationsperiode) kan registreres for vegetationen i vandløbene, i stort omfang er bestemt af hvilke indgreb - grønnskæring, oprensning eller regulering - der har været foretaget på den pågældende vandløbsstrækning.

Med anvendelse af nogle eksempler fra de i Gudenåsystemet undersøgte stationer, gives der i det følgende en oversigt over nogle væsentlige effekter, som indgrebene kan have for vandløbsvegetationen.

### 9.1. Nichediversitet, artsantal og succession.

For relationerne mellem vandløbenes økologi og de mekanisk - fysiske indgreb gælder det generelle økologiske princip, "at jo større den miljømæssige variation er på en given biotop, jo flere forskellige arter vil der være livsmuligheder for på den pågældende biotop".

Biotopdiversiteten påvirkes naturligtvis direkte, og voldsomt, af alle de mekanisk-fysiske indgreb, som her omtales i relation til vandløbsvegetationens udvikling. Det bør imidlertid erindres at den indirekte økologiske effekt ofte kan blive endnu kraftigere, idet en væsentlig del af den for vandløbsfaunaen relevante nichediversitet er knyttet til den submerse vegetation. Og videre kan den indirekte effekt også blive meget betydelig i forbindelse med vandløbets stofomsætning. F.eks. kan ændringer i vegetationsforholdene føre til ændringer i forløbet af nedbrydningen af det organiske stof.

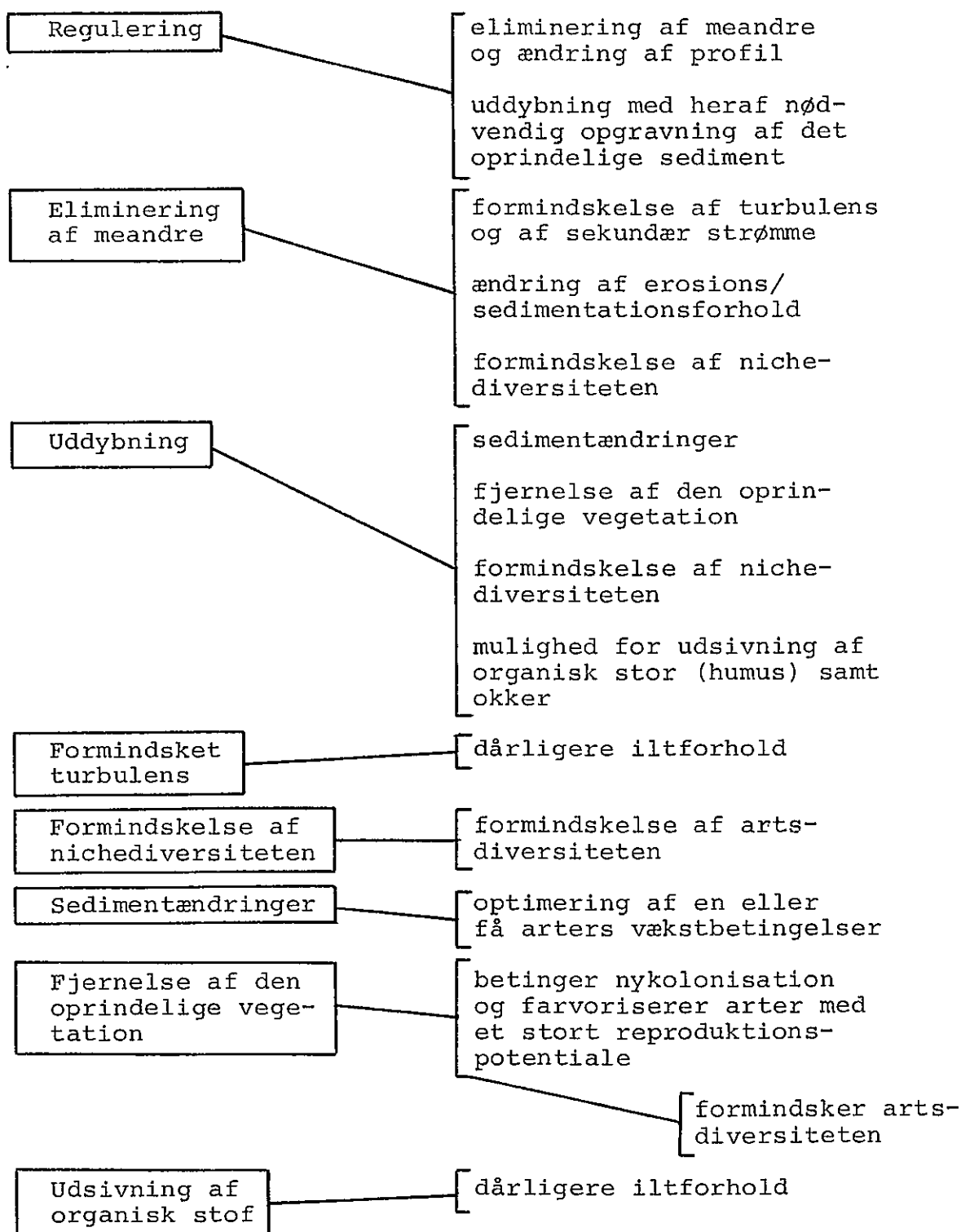


Fig. 9.1.1. Oversigt over nogle vigtige effekter ved vandløbsreguleringer. Jvf. tekst side 62-66.

Den direkte effekt for vandløbsvegetationen er oftest mest gennemgribende ved vandløbsreguleringer og -uddybninger. Men netop ved sådanne indgreb, der i økologisk henseende er af katastrofal karakter, er der også for vandløbsvegetationen tale om både direkte og indirekte effekt. F.eks. kan en fjernelse af den eksisterende vegetation samt af bundmateriale, inkl. de underjordiske plantedele, karakteriseres som en "direkte effekt", medens den ved reguleringen og uddybningen forårsagede ændring i sedimentationsforholdene må betegnes som en "indirekte effekt". Og de ved reguleringen indtrådte nye sedimentationsforhold vil oftest være af helt afgørende betydning for karakteren af den fremtidige vandløbsvegetation.

I fig. 9.1.1. er der i et diagram vist nogle af de for vandløbsvegetationen mest afgørende miljømæssige virkninger af regulering og uddybning. Diagrammet skal bl.a. illustrere nogle af de sandsynlige sammenhæng mellem indgrebene og de direkte og indirekte effekter. Således viser diagrammet, at netop bundforholdene påvirkes afgørende, både direkte og indirekte, idet det påny påpeges, at netop ændringerne i de fremtidige sedimentationsforhold er bestemmende for vegetationsudviklingen.

Der er i diagrammet ikke medtaget de ændringer i selve vandløbsvegetationen, som kan beskrives ved ændringer i artstal, vegetationstyper og biomasse - samt nye successionsforhold. Nogle af disse vegetationsmæssige aspekter sammenfattes i en oversigt i afsnit 9.5.

Af de miljømæssige effekter, som angives i diagrammet (fig. 9.1.1.), omtales i det følgende:

- formindsket turbulens, færre sekundære strømme samt mindre vandhastighed.
- ændringer i de aktuelle bundforhold samt i de fremtidige sedimentationsforhold.

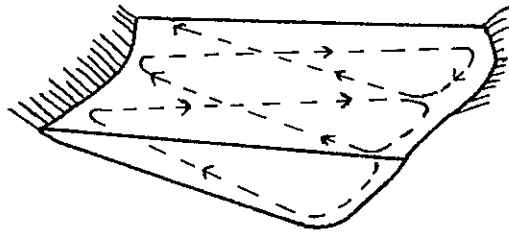
Blandt de miljømæssige effekter, forårsaget af uddybning og regulering, som ikke omtales nærmere, kan flere være af helt afgørende betydning for vegetationens fremtidige successionsforhold. Dette gælder f.eks. ændringer i bundens struktur, hvor tørv blotlægges. Eller ændringer, hvor det til vandløbet indsvivende vand får et ændret indhold af humus eller af jernforbindelser (jfr. problemer omkring okkerudfældning).

Vandløbenes iltbalance kan i øvrigt ændres gennemgribende ved formindskelse af turbulens. IMHOFF (1954) angiver således, at iltoptagelsen ved iltmætning omkring 60% fordobles i "hurtigt strømmende vand" og tredobles i "strømhvirvler" i forhold til et "langsomt strømmende vandløb".

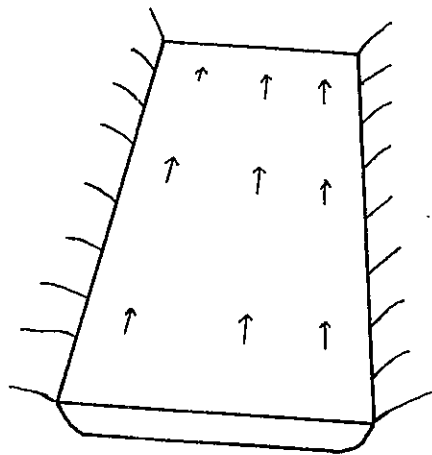
#### 9.2. Om ændringer som effekt af vandløbsregulering og uddybning.

Eliminering af meandre fører næsten altid til en ændring af vandhastighed (jfr. 9.1.1., diagrammet), idet der sker en nedsættelse af den "faktiske strømhastighed" - eller den "sande vandhastighed", der i et vandløb med meandre i almindelighed ikke er identisk med den "tilsyneladende vandløbshastighed". I denne sammenhæng tænkes den "sande vandhastighed" bestemt som gennemsnit af den af de enkelte vand-partikler (molekyler) pr. tidsenhed tilbagelagte strækning.

I fig. 9.2.1. er denne vandbevægelse forsøgt illustreret for et ikke-udrettet vandløb. En del af vandbevægelsen kan beskrives som "sekundære strømme", hvor vandet f.eks. over en given og opmålt vandløbsstrækning på 100 meter helt faktisk gennemløber en vejlængde, som er væsentligt længere end de opmålte 100 meter vandløb. Dette skyldes - som vist på fig. 9.2.1. - forekomsten af en type af "sekundære strømme", hvor vandet løber fra bred til bred - samt op og ned - i vandløbets profil. Desuden forlænges den "faktiske vejlængde" af vandets deltagelse i "turbulens-fænomener".



Figur 9.2.1. Strømforhold i et ikke-reguleret vandløb med meander (skitse efter Sparks).



Figur 9.2.2. Strømforhold i et reguleret (kanalagtigt) vandløb (skitse).

Og disse vil - med andre forhold lige (ad sten, vandløbsvegetation m.v., som fjernes ved regulering og uddybning) - være hyppigst og mest udtalte i ikke-regulerede vandløb.

I fig. 9.2.2. er vist, at i det regulerede - og kanalagtigt udrettede - vandløb er vandet i bevægelse fremad parallelt med bredderne - og i øvrigt i almindelighed uden deltagelse i "turbulens-fænomener". Her vil vandet over en strækning, der er opmålt til 100 meter, gennemløbe en "sand" vejlængde, som kun er lidt større end 100 meter. Til bestemmelse af "sand vandhastighed" vil vejlængden i praksis ofte kunne ansættes som den opmålte vandløbsstrækning.

Som indirekte effekter ved nedsættelse af vandhastighed og turbulens bør erindres, at erosionen bliver formindsket og at sedimentationen bliver forøget. Ligeledes bør det erindres, at en uddybning, som forøger arealet af et vandløbstværsnit, i sig selv medfører formindsket vandhastighed og forøget sedimentation.

Foruden alle de af "ændrede strømforhold" fremkaldte ændringer i sedimentationen, sker der også en for vegetationen væsentlig miljømæssig ændring, når det oprindelige sediment fjernes. Således vil et "naturligt sediment" i et ikke-reguleret vandløb ofte bestå af sten, grus, sand og diverse finkornet materiale i et noget vekslende forhold. Denne variation elimineres ved fjernelse af det ældre sediment- og oftest fremkommer hurtigt en relativ blød bund uden større variation.

#### Eksempler:

- a) Fra Spørring å kan anføres et eksempel på, at vandet i en opmålt vandløbsstrækning kan have en relativ lang opholdstid, men samtidig en i forhold hertil ganske stor "faktisk strømhastighed" (= "sand vandhastighed"). Ved iltbalance-undersøgelsen i 1975 (N.Thyssen; se litt.) blev der for den anvendte forsøgsstrækning, der opmålt til 600 meter vandløb, beregnet en strømhastighed omkring 8 cm pr. sek., idet beregningen er udført ud

fra opholdstid. Men i Spørring å er både vegetationen og sedimentet på denne forsøgsstrækning væsentligt forskellige fra, hvad man i henhold til litteraturangivelser måtte forvente ved en strømhastighed så lav som den beregnede, 8 cm pr. sek. (jfr. Hynes 1972). Det kan i øvrigt tilføjes, at opmålingen af de 600 meter forsøgsstrækning i dette tilfælde blev udført midtstrøms. Som kontrol opmålte tillige de to bredstrækninger, hvorved opnåedes henholdsvis 663 m og 582 m for syd- og nordbred.

b) Gudenå ved Egeballe Bro (GUD 456) og Åstedbro (GUD 457).

Sammenligninger mellem de miljømæssige forhold på disse to stationer viser, at der ved Åstedbro er størst strømhastighed samt en varieret og stenet bund. Omkring Egeballe Bro er Gudenå's strømhastighed noget mindre, og der er et mere ensformigt og blødt sediment. På strækningen ved Egeballe, hvor Gudenå er mest "moderat flydende" er løbet reguleret til en relativ stor bredde. Ved Åstedbro står dalsiderne stejlt og tæt ned mod Gudenå. Afstanden mellem de to lokaliteter er kun ca. 2 km, og der er som forventeligt ikke registreret relevante forskelle i henseende til de målte vandkemiske parametre. Jfr. bilagene 13.29. og 13.30. samt tabel 9.2.3.

Tabel 9.2.3.

	Alk. mekv/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l	tot.P mg/l	uorg.N mg/l	total N mg/l
03.10.73					
GUD 456	2,36	0.082	0.189	1.824	2.275
GUD 457	2.25	0.095	0.343	1.620	2.235
21.08.74					
GUD 456	2.40	0.073	0.306	1.352	2.057
GUD 457	2.51	0.073	0.313	1.708	2.173

I tabel 9.2.4. er vist artssammensætningen af vandløbsvegetationen på de to lokaliteter. Det fremgår af tabellen,

at der er stor forskel på vegetationen på de to lokaliteter, idet der ved Åstedbro, hvor bunden er varieret og stenet, forekommer ca. det dobbelte antal arter af vandløbsplanter. Og mindst tre af disse (Sparganium simplex, Callitriche sp. og Sium erectum) er dominerende eller rigeligt til stede. Ved Egeballe Bro er vegetationen meget ensformig og domineret af Sparganium simplex.

Tabel 9.2.4. Sammenligning mellem vegetationen ved Egeballe Bro og Åstedbro. xx og xxx angiver de dominerende arter, x angiver, at arten er rigeligt til stede, ingen særlig signatur, at arten er til stede.

Egeballe Bro/GUD 456

Åstedbro/GUD 457

	+ Butomus umbellatus
	Callitriche gophocarea x
Callitriche sp.	Callitriche starmalis xx
Elodea canadensis	Elodea canadensis
Glyceria fluitans	Glyceria fluitans
	Hippuris vulgaris
	Potamogeton ceispus
	Potamogeton perfoliatus
+ Sparganium simplex xxx	+ Sparganium simplex xx
Sium erectum	Sium erectum xx

+ = vandformer med båndblade.

c) Lilleå ved Hårvad (LIH 451)

Lilleå er på strækningen omkring Hårvad stærkt reguleret, men der er ved selve Hårvad Bro opført et kunstigt fald, som frembringer relativ stor variation i de miljømæssige forhold på en strækning af ca. 100-200 meter. Her er strømhastigheden relativ stor- og varierende. Dybde- og sedimentforhold er stærkt varierende ved Hårvad - medens de regulerede, kanalagtige åstrækninger opstrøms og nedstrøms viser ringe variation i henseende til dybde og sediment.

I talet 9.2.5. er vist artssammensætningen på to lokaliteter, Hårvad (LIH 451) og 3-400 meter nedstrøms.



Mindst fem arter er dominerende eller rigeligt forekommende ved Hårvad, men kun to, *Sparganium simplex* og *Elodea canadensis*, 300 meter fra effekten af det kunstige fald.

Tabel 9.2.5. Sammenligning mellem vegetationen ved Hårvad (LIH 451) og 3-400 meter nedstrøms det kunstige fald.

<u>Hårvad)LIH 451</u>	<u>3-400 m nedstrøms</u>
Callitriche sp. xx	Callitriche sp.
Elodea canadensis x	Elodea canadensis x
Glyceria fluitans x	Glyceria fluitans
Glyceria maxima	
Potamogeton crispus xx	
Potamogeton pusillus	
Sparganium erectum	
+ Sparganium simplex xx	Sparganium simplex xx
Cladophora fracta	Cladophora fracta xx
Cladophora glomerata x	

\*) som båndblade.

Som det fremgår af tabel 9.2.5. er der ved den på den regulerede, kanalagtige strækning tillige dominans at den trådformede grønalge, *Cladophora fracta*.

d) Matstrup å ved Skade Bro (MAR 459)

Der er hidtil gennemført yderst få undersøgelser, som kan belyse vandløbsvegetationens ændringer ved regulering og uddybning.

Fra besigtigelser i Matstrup å omkring 1954 vides (mundtlig medd. fra HANS MATHIESEN, Botanisk institut, Århus Universitet), at vegetationen på strækningerne omkring Skade Bro og Tirsvad var af næsten samme karakter og med nærmest identisk artssammensætning - og at denne type af artsrig vandløbsvegetation svarede ret nøje til den vegetations-type, som af M.Thorbek er beskrevet for Tirsvad Bro i 1971.

Af tabel 9.2.6. fremgår at der i vegetationen ved Skade Bro i 1971 kun indgik én art, *Elodea canadensis*, og at denne var meget rigeligt til stede på lokaliteten.

Det bør tilføjes, at der i 1971 tillige foregik en udledning fra dambrug til Matstrup å umiddelbar opstrøms MAR 450, Skade Bro. Imidlertid kunne der ved undersøgelser i årene 1970-73 ikke registreres kvalitative forskelle mellem strækningen ovenstrøms og nedenstrøms afløbet fra dambruget. Der fandtes udelukkende *Elodea canadensis* på denne strækning. Men vandpest var udviklet på de største og kraftigste planter på blød bund nedenstrøms dambruget. Der er dog ikke, hverken i 1971 eller senere, udført biomasse-bestemmelser, på denne lokalitet.

Tabel 9.2.6. Sammenligning mellem vegetationen ved Tirsvad Bro og ved Skade Bro, begge 1971, efter at Matstrup å er reguleret omkring Skade Bro. Afstanden mellem de to lokaliteter er mindre end 2 km.

Tirsvad 1970/MAR 448

Skade Bro 1975/MAR 450

<i>Batrachium</i> sp.	xxx		
<i>Elodea canadensis</i>	x	<i>Elodea canadensis</i>	xxx
<i>Glyceria fluitans</i>			
<i>Lemna trisulca</i>			
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	x		
<i>Potamogeton alpinus</i>	xxx		
<i>Potamogeton ceispus</i>			
<i>Potamogeton panormitanus</i>			
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	x		
+ <i>Sparganium simplex</i>	x		

+ ) som båndblade.

9.3. Om ændringer som effekt af oprensning.

For lokaliteten Hallebro i Matstrup å (MAR 442) er der i afsnit 7 (biomasse) refereret, at biomassemålinger har været udført før og efter en omfattende oprensning på denne lokalitet. Se 7.5. side 43 og tabel 7.5.1.

I kvantitativ henseende var effekten af katastrofal karakter, idet der endnu 6 og 8 måneder efter oprensningen målt omkring 1 - 5% af den forventede biomasse.

I kvalitativ henseende var det vanskeligt at bedømme effekten som en langtidseffekt, på grund af den større bredde (en udvidelse af vandløbet fra ca. 3 til 4 meter), som ved oprensningen blev etableret på MAR 442. De hidtidige besigtigelser synes at pege mod en stadig mere ensformet Elodea-vegetation ved Halle Bro. Sedimentet er - i modsætning til perioden for den sidste oprensning i vinteren 1974/75 - nu særdeles blødt, og vanddybden er i forhold til 1971 aftaget fra ca. 0,4 meter til ca. 0,1 meter. Der fandtes allerede i 1970-71 mindre partier på strækninger omkring MAR 442, hvor vandpest var enedominerende, og den mindre vandhastighed, mindre dybde og blødere bund synes at føre mod den typiske Elodea-vegetation.

#### 9.4. Om ændringer som effekt af grødeskæring.

##### a) Matstrup å 1971; gentagen høst i samme vækstperiode.

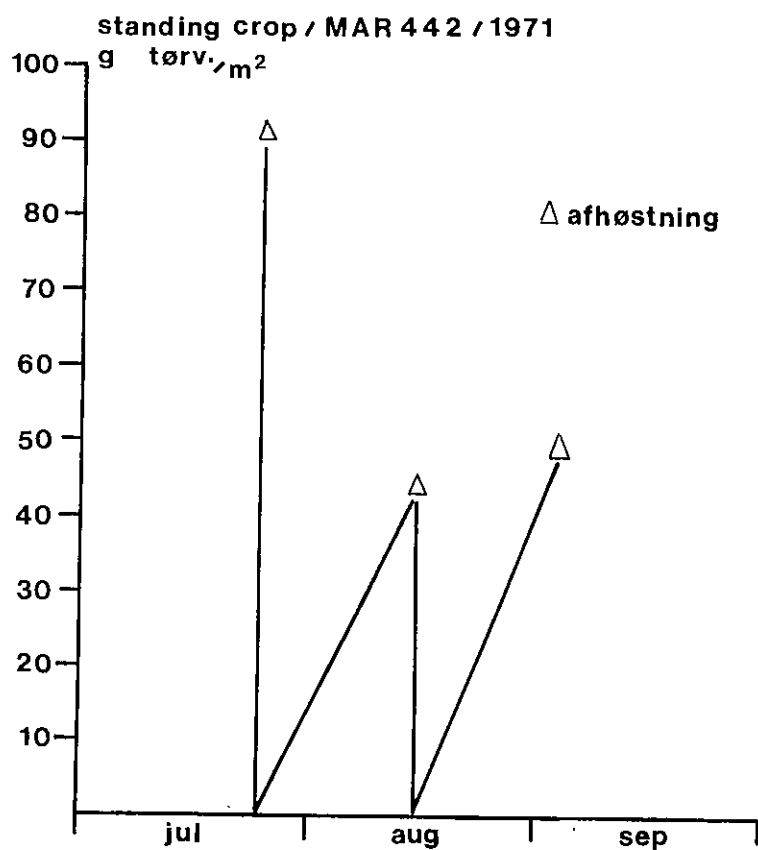
I forbindelse med biomasse-undersøgelserne ved Hallebro gennemførte M.Thorbek i 1971 et forsøg med gentagne afhøstninger af samme forsøgsarealer, idet der på 3 m<sup>2</sup> (1 m x vandløbsbredden) blev foretaget afhøstninger 24. juli, 15. august og 4. september. Resultaterne er i tabel 9.4.1. opført dels som biomasse pr. forsøgsareal og dels som biomasse pr. m<sup>2</sup>, og i fig. 9.4.2. er vist variationen i biomasse pr. m<sup>2</sup>, i perioden 24. juli - 4. september.

Tabel 9.4.1. Hallebro (MAR 442) 1971. Høst af overjordisk, submers biomasse (*Elodea canadensis*, dominerende art) Efter M.Thorbek.

Dato	tørvægt pr. forsøgsareal	tørvægt pr. m <sup>2</sup>
24.07.71	274,2 g	91 g
15.08.71	131,9 g	44 g
04.09.71	146,6 g	49 g

Tilvækst pr. døgn kan udregnes for to perioder som:

24. juli - 15. aug.	2 g/m <sup>2</sup> /døgn
15. aug. - 4. sept.	3 g/m <sup>2</sup> /døgn



Figur 9.4.2. Variation i biomasse, som tilvækst efter gentagne afhøstninger i Matrups Å/MAR 442. (Thorbek 1971). Rentvands-lokalitet ved Halle Bro, se også fig. 7.2.2. (øverst).

Af de opnåede resultater ses, at der ved den gentagne høst i juli-aug. af overjordisk, submers plantemateriale i den foreliggende type af vegetation ikke er tilføjet planterne en skade, som nedsætter tilvæksten af tørstof pr. m<sup>2</sup>.

Ved sammenligning med kurven for standing crop på samme lokalitet (afsnit 7.2. side 34 og fig. 7.2.2.) ses, at biomasse pr. m<sup>2</sup> ved Hallebro (MAR 442; i forsøgsarealet for sæsonvariation) i slutningen af juli som middelværdi har været større end 91 g pr. m<sup>2</sup>, som fandtes i forsøget med genvækst. Det bør i øvrigt bemærkes, at der på denne øvre lokalitet i Matstrup å er en lang vækstperiode med stor tilvækst i vegetationen endnu i august (og formentligt også i september), og at den pr. vækstperiode pr. m<sup>2</sup> producerede biomasse her er af samme størrelsesorden som ved Lillebro i det nedre løb af Matstrup å.

På begge lokaliteter var der tale om relativt artsrige og veludviklede vegetationstyper i 1971.

Medens forsøgsarealet, hvorpå gentagen afhøstning blev udført, således ikke viste nedsat tilvækst i biomasse pr. m<sup>2</sup>. Derimod reagerede de forskellige arter i prøvearealet ikke ens overfor den gentagne høst. Af tabel 9.4.3. fremgår, at det var vandpest (*Elodea canadensis*) - og næsten udelukkende denne ene art, som havde produceret den overjordiske biomasse, som blev afhøstet i september.

Tabel 9.4.3. Dækningsgrad i forsøgsareal for gentagen høst (MAR 442, 1971) angivet for hver art som procent af totalareal i prøveflade.

	Kontrol-areal uhøstet i periode juli-sept. 1971.	forsøgsareal høstet senest 4.sept. 1971
<i>Elodea canadensis</i>	40 %	70 - 100 %
<i>Callitriche</i> sp.	20 %	
<i>Batrachium</i> sp.	20 %	øvrige max. 5 %
<i>Sium erectum</i> sp.	10 %	

Det må om forsøget med "genvækst" ved Hallebro tilføjes, at

der ved den gentagne høst blev udvist stor forsigtighed med ikke at beskadige underjordiske plantedele og med at undgå "randvirkning", "drift" og lign. fra andre afhøstede forsøgsarealer.

Hvis man vil overføre forsøgets resultater til den praktiske vandløbspleje, bør man derfor være opmærksom på, der næppe over større strækninger med anvendelse af maskiner etc. ved grødeskæring kan opnås helt tilsvarende resultat. Men artsudvælgelsen vil sikkert vise en tendens, som er mindst lige så udpræget, som i det foreliggende tilfælde, og vandpest vil i almindelighed være den art, som modstår grødeskæring, og som viser stor "genvækst" i samme vegetationsperiode.

#### 9.5. Sammenfatning om de vegetationsmæssige aspekter ved mekanisk-fysiske indgreb.

Ved indgrebene "regulering og uddybning" vil den oprindelige - eller "eksisterende" - vegetation ofte blive fjernet også i henseende til underjordiske plantedele. De arter, som i særlig grad producerer diasporer, der kan tilføres vandløbet, vil naturligvis også særligt deltage i kolonisationsforløbet. Og de arter, som kan modstå gentagne grødeskæringer - og som har stor tilvækst på blød bund - vil indgå som dominerende planter i den fremtidige vandløbsvegetation.

##### 9.5.1. Vigtigste arter.

I danske vandløb - og typisk i Gudenåsystemets vandløb - er det særlige *Elodea canadensis* (vandpest) og *Sparganium simplex* (enkelt pindsvineknop) (form m. båndblade), der koloniserer og senere dominerer på stærkt regulerede og uddybede strækninger.

Hvor vandløbene er relativt rene vil arter af *Callitriche* (vandstjerne) og *Batrachium* (vandranunkel) kunne deltage i

kolonisation og fortsat vegetationsudvikling. I de mere forurenede vandløb vil disse arter sjældent kunne opnå større hyppighed, medens f.eks. *Potamogeton crispus* (kruset vandaks), *Potamogeton perfoliatus* (hjertebladet vandaks), *Potamogeton pectinatus* (børstebladet vandaks) og *Potamogeton natans* (svømmende vandaks) ofte kan vokse, hvor nogen forurening forekommer. Særligt *Potamogeton crispus* synes tolerant overfor stor tilførsel af næringssalte og/eller uorganisk stof (jfr. f.eks. 5.4. og 6.2. samt 6.17).

#### 9.5.2. Successionsdiagram

I fig. 9.5.1. er gengivet en oversigt (diagrammatisk) over visse hovedtræk af nogle af de successionsforløb, som har været belyst i den foregående omtale af mekanisk-fysiske indgreb. Tillige har en del successionsforhold været berørt i forbindelse med omtale af f.eks. vegetationstyper (6.1. - 6.18.) i biomasse og (7.1. - 7.8.) "vandkemi" (8.1. - 8.6.).

Vandløbsvegetationsdynamik er generelt ret utilstrækkeligt undersøgt. Fra udenlandske undersøgelser, som kan være anvendelige i sammenhæng med danske miljømæssige og floristiske forhold, foreligger særligt resultater fra England. Imidlertid er sådanne sammenligninger næppe relevante i den foreliggende sammenhæng, idet forskelle i vandføring, forureningsgrad og vandløbspleje er betydelige.

Som et meget betydningsfuldt resultat, der er opnået i næsten alle undersøgelser med relation til vegetationsdynamik i vandløb, skal fremhæves sedimentationens betydning for vegetationsudviklingen, og den forekommende vegetations betydning for den aktuelle sedimentation.

I studier over vegetationsdynamik forudsættes det ofte, at vegetationen under naturlige forhold vil udvikles mod et "slutstadium", der er bestemt af bl.a. klimatiske og edafiske (limniske) forhold.

For dansk vandløbsvegetation gælder sandsynligvis, at der findes sådanne successionsforløb mod "slutstadier", men at disse ofte vil udvikles på forskellige lokaliteter til

forskellige tidspunkter - samtidig med at de indgår i en mosaikvegetation sammen med flere forskellige "mellemsstadier". Og de såkaldte "slutstadier" ville næppe, selv under helt naturlige forhold, være permanente. De ville kunne afløses af sump- og mosevegetation ("tilgroning") eller de ville kunne elimineres ved "katastrofe-effekter", f.eks. ekstraordinære højvande efter tøbrud.

Visse af de successionsforhold, som er vist i diagrammet (fig. 9.5.1.) kunne sikkert finde sted også under helt naturlige forhold, hvor f.eks. blød bund også kan forekomme.

Men den generelle succession som er vist i diagrammet er en udvikling mod meget ensformige vegetationstyper. Og det er disse ensformige "slutstadier", som under presset af de mekanisk-fysiske indgreb helt dominerer vegetationsudviklingen i dag i et vandløbssystem som Gudenåens.

De hovedlinier i de hyppigst forekommende successionsforhold, som diagrammet skulle illustrere er:

- A. at den forureningsskabte vegetationsudvikling mod mere ensformige og artsfattige vegetationstyper forstærkes kraftigt af alle mekanisk-fysiske indgreb, enten kvalitativt eller kvantitativt.
- B. at den af de mekanisk-fysiske indgreb forvoldte ensformighed og artsfattighed i vandløbsvegetationen forværres, når vandløbet tillige forurennes.

### 9.5.3. Enedominans, optimering og hæmning.

For en del kan vegetationsudviklingen mod enedominans - eller eneforekomst - af en enkelt art være betinget af, at der er sket en optimering af den pågældende arts vækstbetingelser (f.eks. passende bundforhold for *Elodea canadensis*). I nogle tilfælde vil der særligt være etableret miljømæssige forhold, som er hæmmende for en række andre arter (f.eks. epifyter og partikulært org. stof som hæmmer *Myriophyllum alterniflorum*, men ikke *Potamogeton crispus*).

Det bør tillige erindres at f.eks. *Elodea canadensis* først



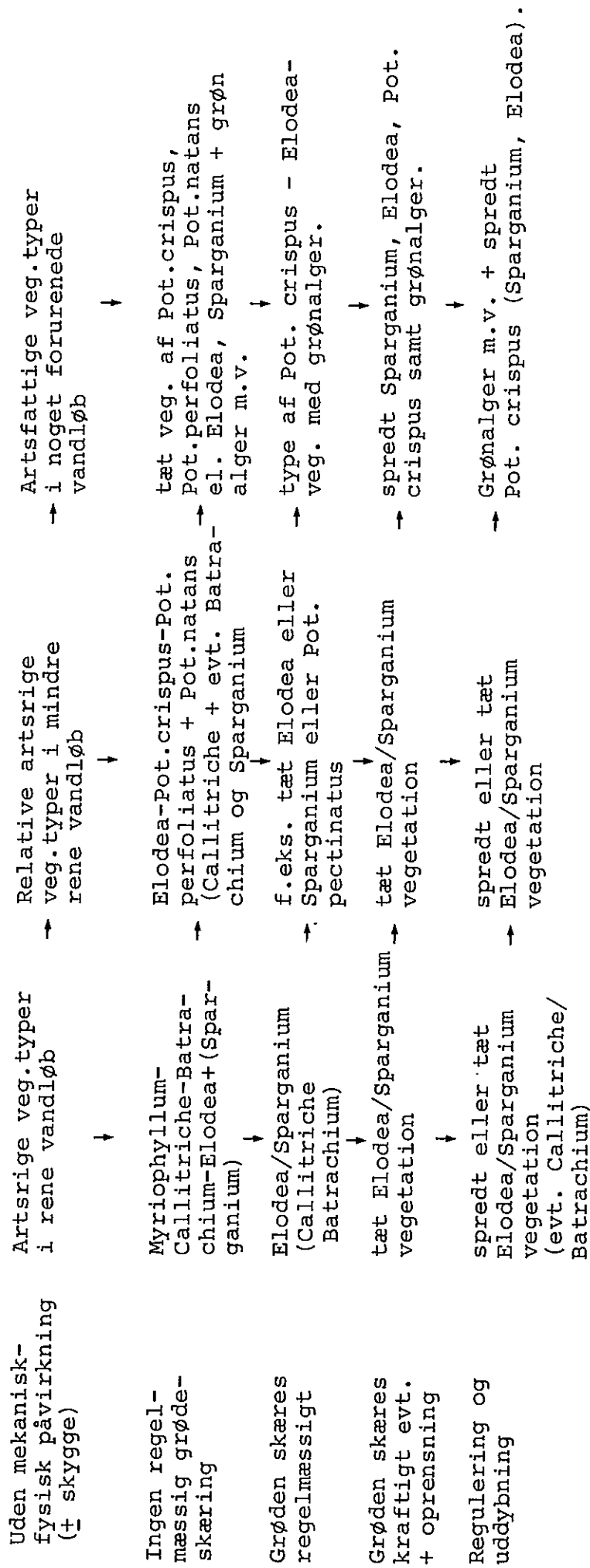


Fig. 9.5.1. Diagram over mulig vegetationsudvikling ved forøget mekanisk-fysisk påvirkning af vandløbsvegetation. Det er forsøgt at vise mulige successionsforløb i relation til forureningsstatus. (Foreløbig skitse efter H. Mathiesen). Se også tekst side 72-75.

er indvandret til danske vandløb efter år 1900.

I visse tilfælde synes "effekt af regulering og uddybning" at dominere over "effekt af moderat forurening" (jfr. eksempel fra Hårvad Bro; tabel 9.2.5. i afsnit 9.2.-c), idet kunstige fald, der genskaber nogen nichediversitet også kan genskabe nogen variation i vandløbsvegetationen uden at der ændres på den kemiske vandkvalitet (jfr. også tabel 9.2.4., Egeballe Bro/Åstedbro i afsnit 9.2.-b).

Omvendt kan der næppe i forurenede vandløb (med tilførsel af store mængder af næringssalte og evt. organisk stof) etableres en "meget artsrig vandløbsvegetation", idet epifytiske alger, trådformede grønalger, blågrønalger og bakterier vil blive bestemmende for vegetations-sammensætningen.

En del af disse algers hæmmende effekt kan være en simpel skyggevirkning, og det må i denne forbindelse erindres, at de oprindelige danske vegetationstyper i vandløb især var skyggetålende. (jfr. Mattrup å, Stidsmølle; MAR 454). Det må tillige erindres, at der i den mosaikagtige sammensætning af vandløbsvegetationen, som forekommer i de ikke-regulerede, ikke-forurenede vandløb - med større eller mindre skyggeeffekt - også forekommer vegetationstyper med trådformede grønalger, gulgrønalger (*Vaucheria* sp.) o.a. Disse renvandssamfund er dog ikke tilsvarende ensformige, som f.eks. de *Cladophora fracta*-samfund, der udvikles i de forurenede vandløb. Og medens de af kulturpåvirkningen skabte ensformige samfund kan udvikles som højproduktive masseforekomster over meget lange vandløbsstrækninger, vil de mere oprindelige vegetationstyper under mere naturlige forhold kunne danne den mosaikagtigt sammensatte vandløbsvegetation, hvori indgår et flertal af de her omtalte vegetationsstyper.

## 10. Spildevand og vegetationsdynamik. Lilleåsystemet.

Adskillige vandløbsstrækninger i Gudenåsystemet er både under påvirkning af de mekanisk-fysiske indgreb og belastet med spildevand. Til mere intensive undersøgelser over spildevandsbelastningens effekt på vandløbsvegetationen er udvalgt Lilleåsystemet, idet:

- a) der i Lilleå med tilløb i den nuværende status er repræsenteret en række forskellige vegetationstyper fra de mest forurenede til de reneste.
- b) særligt én stor spildevandskilde (Hadsten), som hidtil har udledt dårligt rensat eller urensat spildevand, ved en effektiv forbedring af spildevandsrensningen vil kunne nedsætte belastningen så afgørende, at en effekt på vandløbsvegetationen må kunne forventes.
- c) det vil være muligt i de nærmest kommende år at følge effekten af den forbedrede rensning.
- d) Lilleåsystemet omfatter både stærkt regulerede, mindre stærkt regulerede og næsten uberørte vandløbsstrækninger, således at effekten af nedsat spildevandsbelastning i en vis udstrækning vil kunne følges i relation til forskellige former for mekanisk-fysiske indgreb.
- e) Lilleåsystemet i sin nuværende forureningsmæssige status både er stærkt forurenede over store strækninger og truet af en fremtidig uheldig spildevandsbelastning, således at der netop i dette afsnit af Gudenåsystemet er behov for at yde bidrag til planlægningen af effektive og relevante foranstaltninger i den igangværende forureningsbekæmpelse.

Som omtalt i indledningen er den aktuelt forekommende vegetation foruden af den givne spildevandsbelastning i høj grad bestemt af den aktuelle vandløbspleje (den mekanisk-fysiske påvirkning). Der er derfor ved de vegetationsmæssige registreringer lagt hovedvægt på at registrere den vegetationstype, som i undersøgelsesperioden var dominerende på en given vandløbsstrækning. Det er særligt ændringer i de respektive vandløbsstrækningers dominerende vegetations-

typer, som må forventes at ville indtræde i de kommende år i takt med opnåede forbedringer i spildevandsbelastningen. Desuden er vandløbsvegetationen på de stærkt belastede strækninger af Lilleåsystemet - altså hvor forbedringer i spildevandsbelastning bør kunne forventes - så yderst dårligt udviklet, manglende eller særdeles ensformig, således at en yderligere detaljeret registrering i perioden med den største forurening kun ville være en yderligere konstatering af manglende vegetation eller tilstedeværelse af en allerede registreret yderst ensformig vegetation. Det må dog understreges, at samtlige vandløbsstrækninger i undersøgelsesperioden 1973-75 er blevet besigtiget mindst én gang - og langt de fleste strækninger adskillige gange - således at det er kontrolleret, at de vegetationstyper, som angives i det følgende er repræsentanter for de respektive vandløb i undersøgelsesperioden.

Foruden de i teksten nævnte tabeller og figurer (kort og diagrammer m.v.) henvises der generelt til en række bilag, idet bl.a. de fleste af de observerede primærdata (særligt vandkemi) er medtaget i bilagene.

Der er udarbejdet en fortegnelse over alle bilag, og i bilag nr. 13.40. gives en oversigt over stationer og datoer for prøvetagning til de vandkemiske undersøgelser i Spørring å; i bilag nr. 13.41. vedrørende Lilleå; i bilag nr. 13.43. vedrørende Gudenå.

Floralister bringes i bilagene 13.44., 13.45 og 13.46.

De vandkemiske data er samlet:

Fra Spørring å i bilagene nr. 13.1. - 13.6.  
" Lilleå " " " 13.6. - 13.20.  
" Voermølle å " " 13.21.  
" Granslev å " " 13.22.

#### 10.1. Stationer anvendt ved undersøgelserne.

I fig. 10.1.1. (A og B) er gengivet kort, som viser placeringen af alle stationer i Lilleå og i Spørring å samt i

Tabel 10.1.2.

Tabel 10.1.2.

Afstande i kilometer udmålt på grundlag af kort 1:50 000.

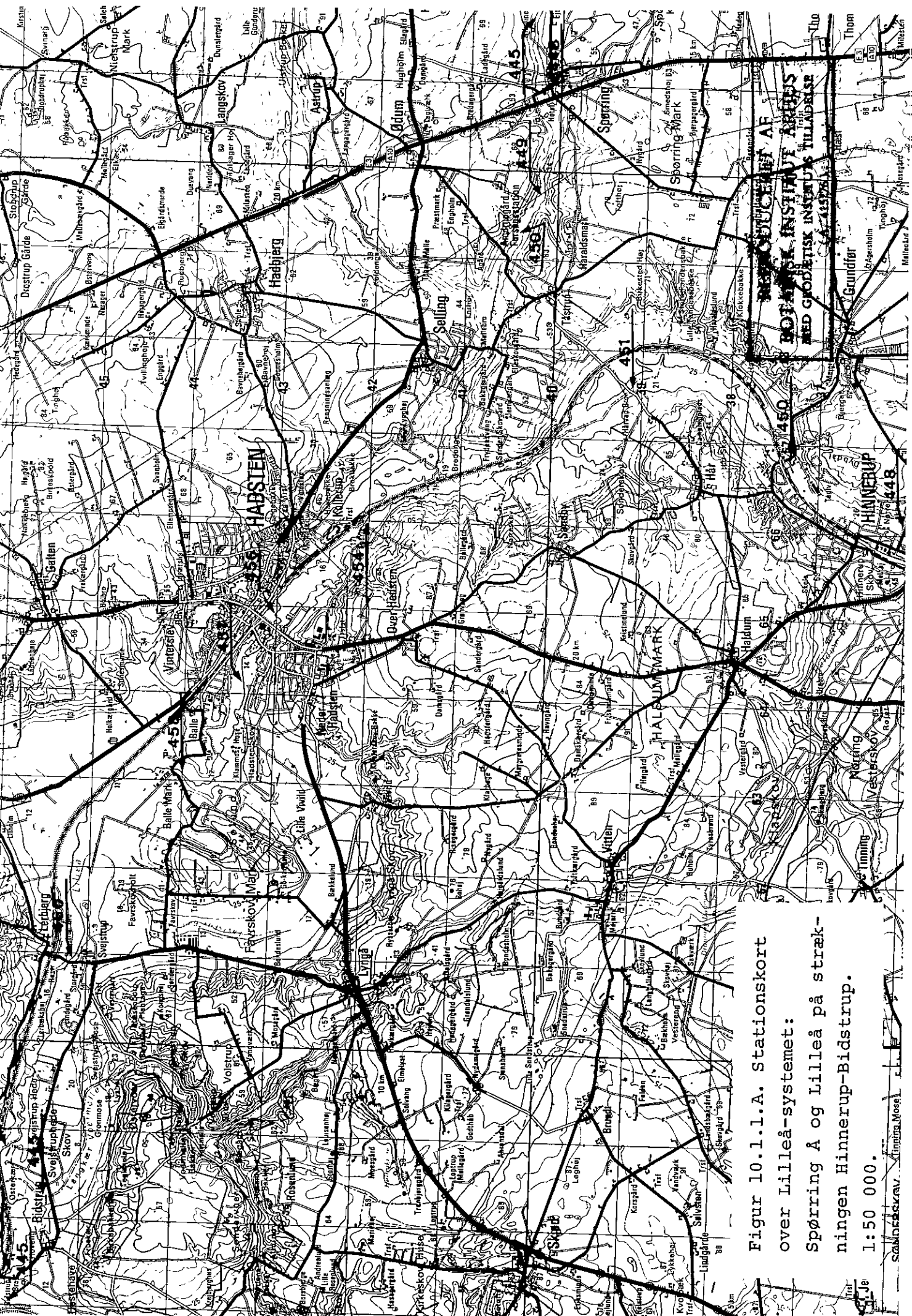
Lilleå

LIH 448 - LIH 450	----	2.2 km	
LIH 450 - LIH 451	----	2.3 km	
LIH 451 - LIH 454	----	3.7 km	
LIH 454 - LIH 456	----	2.0 km	
LIH 456 - LIH 457	----	0.6 km	
LIH 457 - LIH 458	----	2.3 km	
LIH 458 - LIH 460	----	3.3 km	
LIH 460 - LIH 461	----	3.0 km	
LIH 461 - LIH 463	----	2.0 km	
LIH 463 - LIH 466	----	2.0 km	
LIH 466 - LIH 467	----	0.6 km	
LIH 467 - LIH 468	----	1.7 km	total: 25.7 km

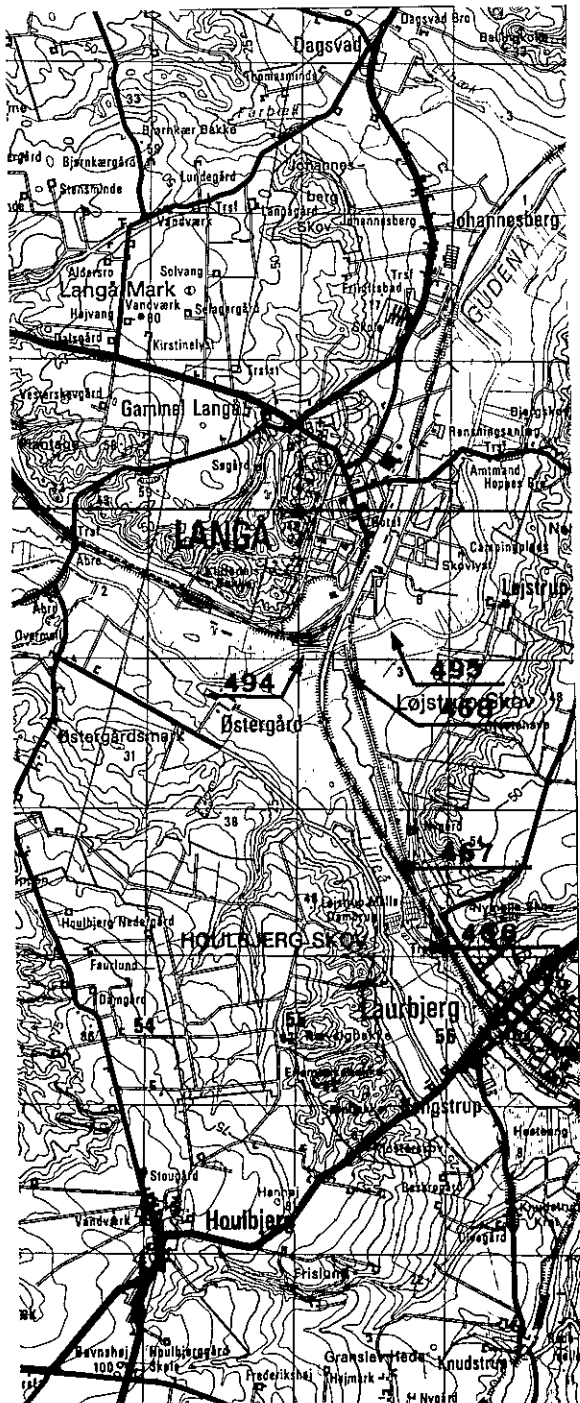
+ Spørring å

SPR 445 - SPR 448	----	1.9 km	
SPR 448 - SPR 449	----	2.9 km	
SPR 449 - SPR 450	----	1.7 km	
SPR 450 - SPR 454	----	4.6 km	
SPR 454 - SPR 458	----	2.5 km	total: 13.6 km

+) stor usikkerhed ved opmåling; jfr. meandre.



Figur 10.1.1.A. Stationskort  
 over Lilleå-systemet:  
 Spørring A og Lilleå på stræk-  
 ningen Hinnerup-Bidstrup.  
 1:50 000.



Figur 10.1.1.B.  
 Stationskort over Lilleå/  
 Gudenå vedrørende strækning-  
 en Laurbjerg-Langå og  
 Lilleå's udløb i Gudenå.  
 1:50 000.

REPRODUCERET AF  
 BOTANISK INSTITUT ÅRHUS  
 MED GEODÆTISK INSTITUTS TILLADELSE  
 (A. 415/76)

Gudenå ved Langå. Der er i bilag nr. 13.50. udarbejdet en fortegnelse over samtlige undersøgelsesstationer i Lilleå-systemet. I tabel 10.1.2. er foretaget en opstilling over afstandene mellem de i Lilleå og Spørring å anvendte stationer. Ved opmålingen, som er udført på kort 1:50 000 er Lilleå udmålt til total 25.7 km fra Hinnerup-Søften landevej (LIH 448) til udløb i Gudenå (LIH 468).

Spørring å er opmålt til 13.6 km fra Ejsvad Bro (SPR 445) til udløb i Lilleå (SPR 458).

#### 10.2. Om spildevandskilder i Lilleå-systemet.

Der er i den følgende opstilling udarbejdet en kortfattet oversigt over de mest betydningsfulde spildevandskilder i de fire vandløb: Lilleå, Spørring å, Granslev å og Voermølleå. Angående mere detaljerede oplysninger henvises der til "Rapport nr. 1. - Gudenåundersøgelserne 1973-75" samt til de ved Aarhus Amtskommune udarbejdede "Kommunerapporter".

##### Lilleå

Hinnerup - Søften: husholdningsspildevand delvis rensat.

Tilløbet fra Spørring å: se under Spørring å

Hadsten: levnedsmiddelindustri, anden industri, husholdningsspildevand (nu delvis rensat).

Lerbjerg: omfanget kendes ikke, men formodentlig af ringe betydning.

Laurbjerg: husholdningsspildevand, delvis rensat.

Løjstrup Mølle: dambrug.

Hele Lilleå: landbrugsafstrømning.

##### Spørring å

Hårup m.v. (Mejlby, Todbjerg, Ødum): renseanlæg og delvis urensat.

Spørring: renseanlæg

Selling: renseanlæg.

Hele Spørring å: mindre tilløb (særligt øst for Spørring) samt landbrugsafstrømning.

Granslev å: vides ikke, men spredte, mindre spildevandskilder.

Voermølleå: " " " " " "



### 10.3. Primærdata fra undersøgelser over vandkemi i Spørring å og Lilleå.

Oversigt over prøvetagning/dato findes:

for Spørring å i bilag 13.40.  
" Lilleå " " 13.41.

De respektive data er i bilagene samlet således:

fra Spørring å i bilag 13.1. - 13.6.  
" Lilleå " " 13.7. - 13.20.  
" Granslev å " " 13.19.- 13.22.  
" Voermølle å " 13.21.

I de følgende bemærkninger fremhæves en række forhold, som anses for væsentlige ved vurderinger og anden anvendelse af primærdata fra Lilleåsystemet.

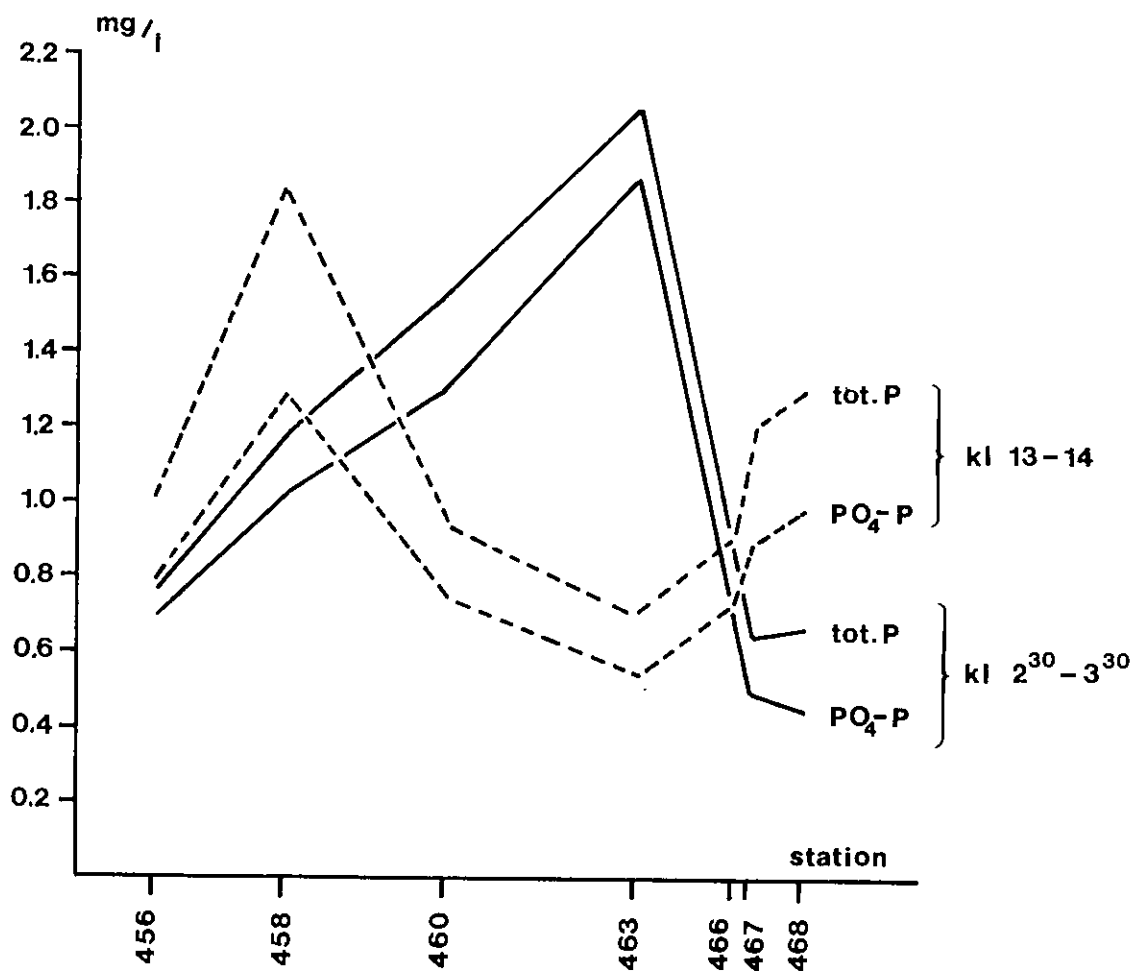
#### Bemærkninger til primærdata:

- a) den menneskelige aktivitet er størst om dagen, hvorfor den største spildevandsmængde tilledes vandløbet i dette tidsrum.
- b) skyldes hovedparten af spildevandsbelastningen industri, vil fluktuationer på ugebasis forekomme i udstrakt grad.
- c) meget store fluktuationer i vandføring på års- og ugebasis forekommer.
- d) vandet har en vis opholdstid på en given strækning.  
F.eks. Hadsten - udløb Gudenaå: fra 15 til 22 timer.
- e) samtlige vandprøver er dagværdier (undtagen døgnmålinger) taget mellem kl. 10 til 15.

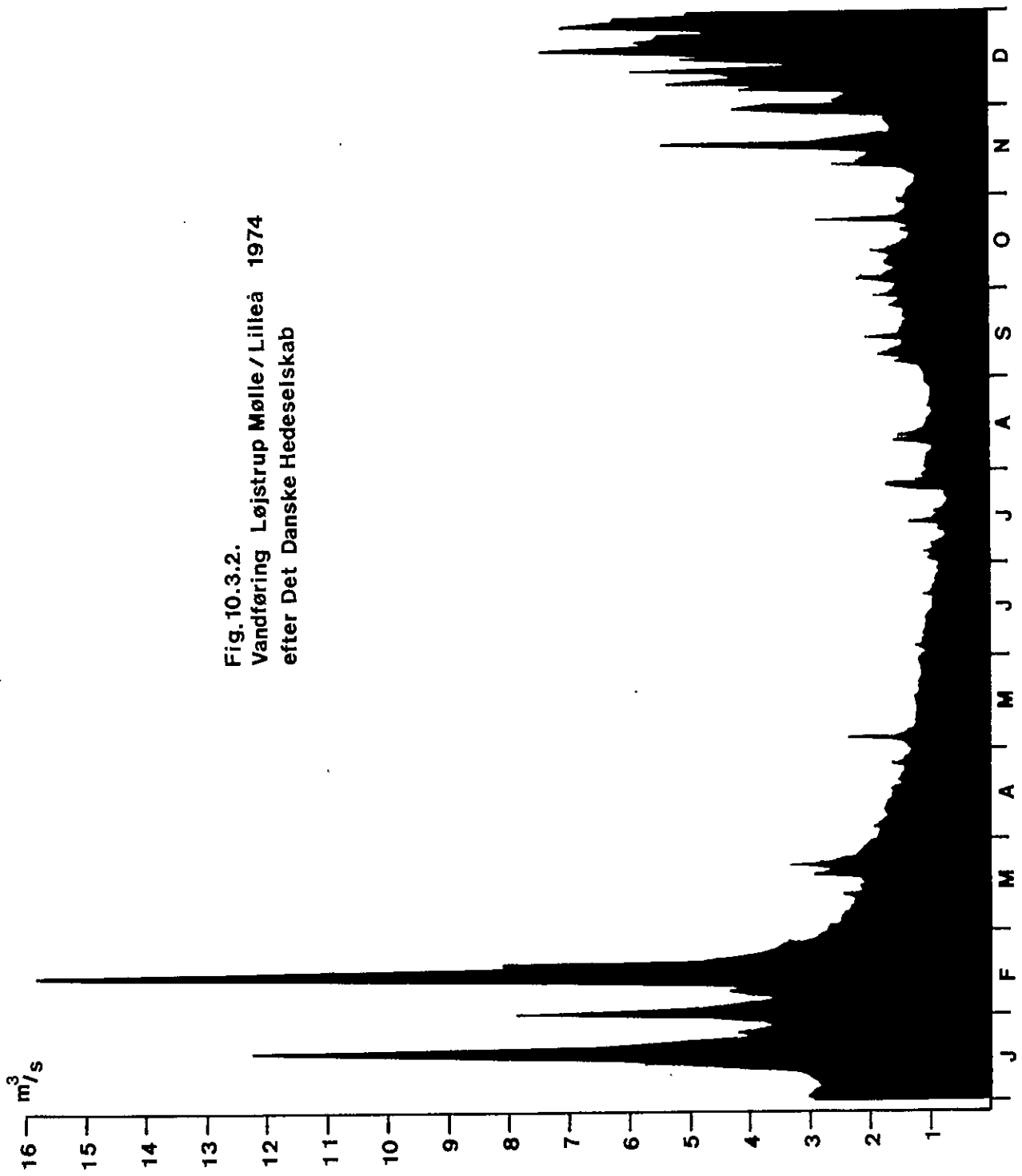
Ud fra ovenstående skal følgende understreges:

- f) at fra station LIH 458 til 460 indeholder prøverne en meget stor del af spildevandet fra Hadsten - dog er værdierne næppe optimale.
- g) at prøver fra stationerne LIH 463/466/467/468 kun indeholder ringe mængder spildevand eller slet intet fra Hadsten.
- h) at fluktuationer i stofmængde på døgnbasis ved station LIH 456 er forholdsvis små.
- i) at fluktuationer i Spørring å forekommer, men i væsentlig mindre omfang, specielt tidsmæssigt.

Dato: 30.-31.7.1974



Figur 10.3.1. Døgnvariation for fosfor i Lilleå på strækningen Hadsten - Langå (se også bilagene 13.17a og 13.17b).



**Fig.10.3.2.**  
**Vandføring Løjstrup Mølle / Lilleå 1974**  
**efter Det Danske Hedeselskab**

De fleste af de nævnte forhold (bemærkninger a - i); fremgår umiddelbart af følgende figurer:

Fig. 10.3.1. Resultater fra døgnmålinger foretaget 30. - 31. juli 1974 på strækningen fra "Hadsten Svineslagteri" (LIH 456) til "udløb i Gudenaå" (LIH 468). Der er meget tydeligt registreret effekten af en "spildevandsbølge" fra Hadsten, som en "prop" der bevæges mod Gudenaå. Ved Hadsten (LIH 456) er døgnvariationen ikke særlig markant.

Fig. 10.3.2. Grafisk fremstilling af vandføringen, gældende for Lilleåstationerne fra Løjstrup Mølle til Gudenaå (LIH 466/467/468).

Der henvises i øvrigt til figurerne 10.5.1., 10.5.2. og 10.5.3., samt til bilag nr. 13.20 a/b.

#### 10.4. Baggrundsværdier.

Spørring å, og især Lilleå er recipienter for ret store spildevandstilførsler og for afstrømning fra intensivt dyrkede marker.

Der kan næppe angives, eller beregnes, årsmiddel, sæsonvariation eller lign. for de N- og P-koncentrationer, der ville være gældende for Lilleå og Spørring å uden spildevandstilførsel og uden påvirkning gennem "landbrugsafstrømningen". Imidlertid kan der tilnærmelsesvis gives eksempler på nogle "yderværdier" for et spektrum, indenfor hvilket stofkoncentrationerne i disse to vandløb måtte antages at være beliggende, dersom spildevandspåvirkning og ekstrem landbrugs-påvirkning ikke var til stede.

I tabel 10.4.1. er sammenstillet sådanne eksempler, der belyser et spektrum fra "omtrent rene vandløb" til "helt rene vandløb og kilder".

I fig. 10.4.2. er der i en grafisk fremstilling givet en sammenligning mellem Lilleå (stationen LIH 458) og stationer i henholdsvis Granslev å og Mattrup å (den øvre å, MAR 442).

I øvrigt bemærkes følgende om de i tabel 10.4.1. anvendte vandløb:

Baggrundsværdier

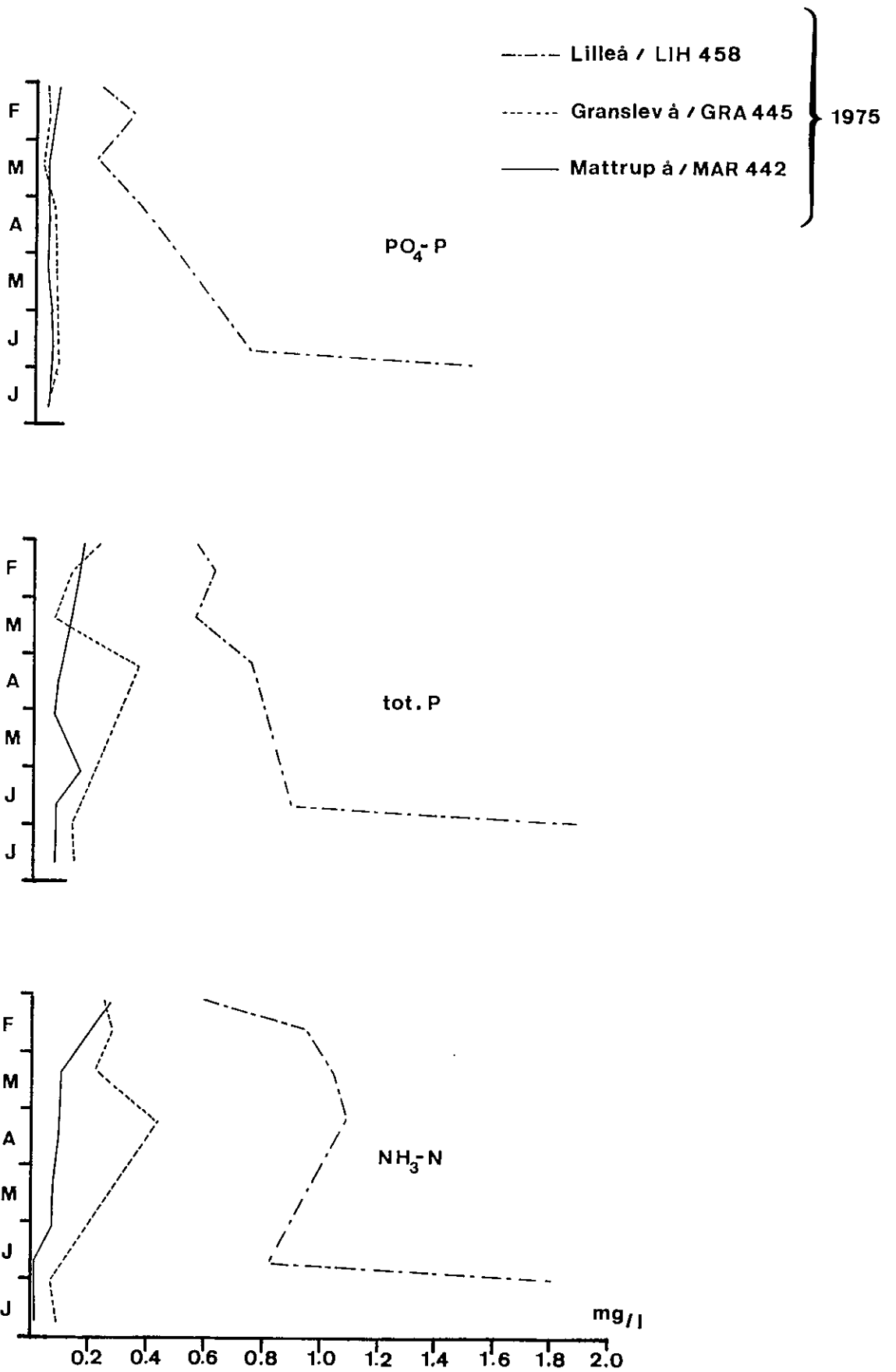
tabel 10.4.1.

Lokalitet	Dato	PO <sub>4</sub> -P mg/l	tot P mg/l	NO <sub>2</sub> -H mg/l	NH <sub>3</sub> -N mg/l
Matstrup å/ MAR 442	04.02.75	0.069	0.176	0.010	0.282
	11.03.75	0.037	0.128	0.020	0.101
	15.04.75	0.040	0.080	0.006	0.101
	05.05.75	0.037	0.066	0.009	0.087
	02.06.75	0.047	0.162	0.018	0.085
	25.05.75	0.045	0.073	0.030	0.013
	20.07.75	0.030	0.066	0.031	0.014
Granslev å/ GRA 445	04.02.75	0.042	0.217	0.038	0.245
	16.02.75	0.049	0.128	0.026	0.281
	11.03.75	0.028	0.073	0.046	0.213
	07.04.75	0.052	0.388	0.038	0.441
	30.06.75	0.062	0.130	0.013	0.059
	21.07.75	0.040	0.148	0.024	0.094
+ Gudenå/ GUD 472	24.02.75	0.066	0.114	0.029	0.102
	10.03.75	0.076	0.190	0.038	0.176
	16.04.75	0.061	0.162	0.035	0.221
	12.05.75	0.021	0.128	0.027	0.045
	09.06.75	0.054	0.142	0.026	0.073
	14.07.75	0.011	0.182	0.012	0.017
Idum å/ Ormstrup bro	05.09.73	0.017	0.037	0.000	0.015
++ Kilder ved Kol- kær/Salten å	01.05.72	0.000	-	-	-
	23.05.72	0.014	-	-	0.070
	18.06.72	0.011	-	0.009	0.146
	30.07.72	0.015	-	0.000	0.056
+++ Lillebæk/ Salten å	30.08.72	0.014	-	-	-

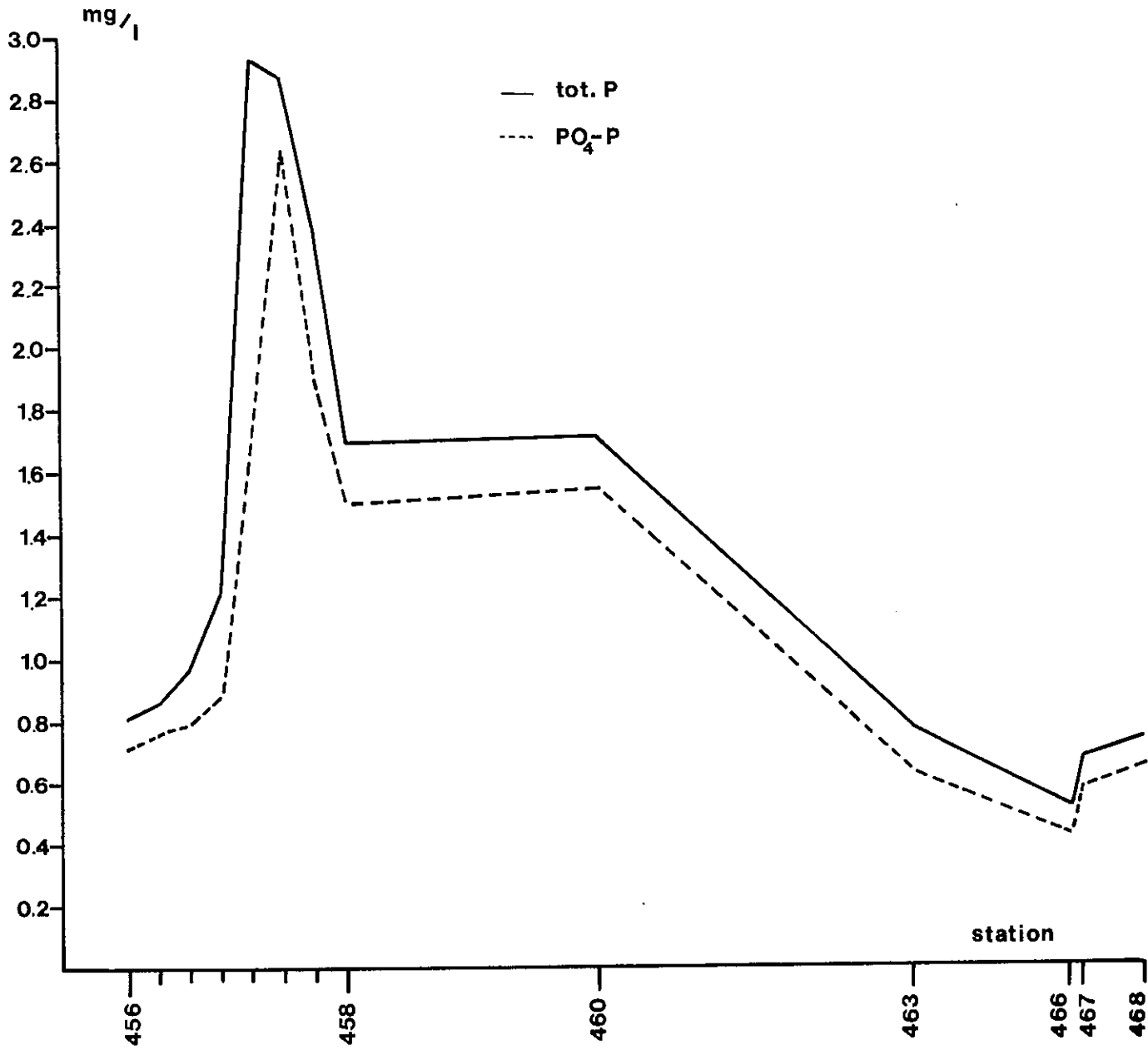
+) Riemann, 1976

++) Gudenåundersøgelsen/Forundersøgelsen 1972

+++) Gudenåundersøgelsen/Forundersøgelse 1972



Figur 10.4.2. Sammenligning af stofkoncentrationer i to svagt forurenede vandløb (Granslev Å og Mattrup Å) samt et stærkt spildevandspåvirket (Lilleå).



Figur 10.5.1. Koncentrationsforløb af fosfor ned gennem Lilleå den 17. juli 1974, middagsværdi.

Matstrup å/MAR 442:

Vandløbet her påvirket af et mindre dambrug, afløb fra Fuglemose samt en række drængrøfter. Jfr. i øvrigt bilag 13.23.-13.25.

Granslev å/GRA 445:

Skønnes svagt påvirket af Granslev by samt omkringliggende landbrugsarealer. Jfr. i øvrigt bilag 13.22.

Gudenå/GUD 472:

Påvirket i ringe grad af ovenforliggende spildevandstilløb samt landbrugsafstrømningen. Jfr. i øvrigt bilag 13.29.-13.26.

Idum å/Ormstrup bro:

En meget næringsfattigt vestjysk vandløb (tilløb til Storå), denne vandkvalitet kan næppe forventes i Østjylland.

Kilder:

Næppe påvirket af landbrugsafstrømningen.

10.5. Om registrering i Lilleå af spildevandsbelastning fra Hadsten.

Til belysning af hvorledes Hadsten spildevandsudledning påvirker næringssaltniveauet i Lilleå, er der udarbejdet følgende figurer (jvf. fig. 10.3.1. og 10.4.2., og tekst side 81):

Fig. 10.5.1. Forløbet af en prøveserie (dagværdier) på strækningen LIH 456 - LIH 468 omfattende analyser for uorg.P ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) og tot. P ufiltreret. På strækningen LIH 456 - LIH 458 er der taget prøver med ca. 0.5 km afstand. Følgende bemærkninger kan knyttes til denne figur:

Maximumværdierne forefindes i området mellem LIH 456 og LIH 458. Dette medfører, at den sædvanlige prøvetagningsstation efter Hadsten (LIH 458) ikke er repræsentativ for maximalbelastningen fra Hadsten. Dette skyldes følgende forhold:

- a) at der foregår en vis fortynding på strækningen.
- b) at der sker en væsentlig sedimentation af partikulært organisk materiale.



c) at der er tale om en tidsfaktor, sådan forstået, at prøvetagningstidspunktet ved LIH 458 ligger for tidligt på dagen. Dette fremgår også af 10.5.2. og 10.5.3. samt 10.3.3.

Ovennævnte punkter skal tjene til at understrege, at resultaterne i analyseskemaerne fra LIH 456 og LIH 458 ikke må trækkes fra hinanden, og resultatet herfra bruges som mål for den faktiske belastning fra Hadsten. Denne er reelt væsentlig højere.

Fig. 10.5.2., 10.5.3. Resultaterne stammer fra en døgnmåling den 22. - 23.10.75 ved stationerne LIH 458 og LIH 460.

På basis af de i figurene viste data er der i tabel 7 foretaget en beregning over stoftransporten (tilnærmet) det pågældende døgn ved de to stationer: Balle Bro (LIH 458) og Svejstrup Bro (LIH 460).

Det bemærkes, at der faktisk løber mere stof ud af systemet end der løber ind. Hvorvidt beregningerne er præcise nok kan diskuteres, men er dette tilfældet kan denne "mer-transport" ud af systemet skyldes en effekt fra nedbrydningen af det organiske stof, som forekommer deponeret i meget store mængder.

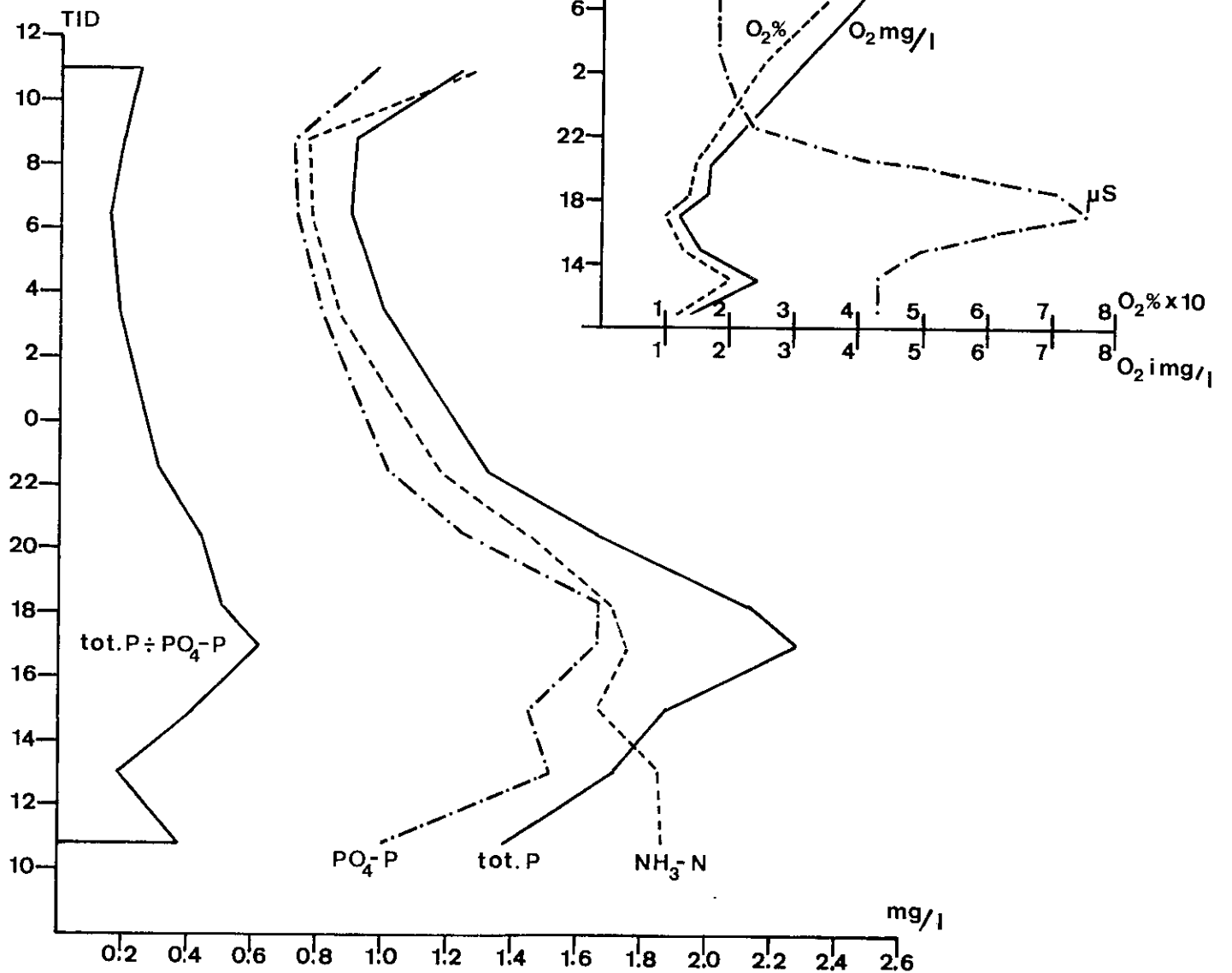
Tabel 10.5.4.

LIH 458	vandføring	middelværdi	kg/døgn
PO <sub>4</sub> -P	573 l/s	1.163 mg/l	57.6
tot.P		1.496 mg/l	74.1
NH <sub>3</sub> -N		1.379 mg/l	68.3
<hr/>			
LIH 460			
PO <sub>4</sub> -P	632 l/s	1.148 mg/l	62.7
tot.P		1.413 mg/l	77.2
NH <sub>3</sub> -N		1.544 mg/l	84.3

#### 10.6. Effekt fra dambrug. Løjstrup Mølle

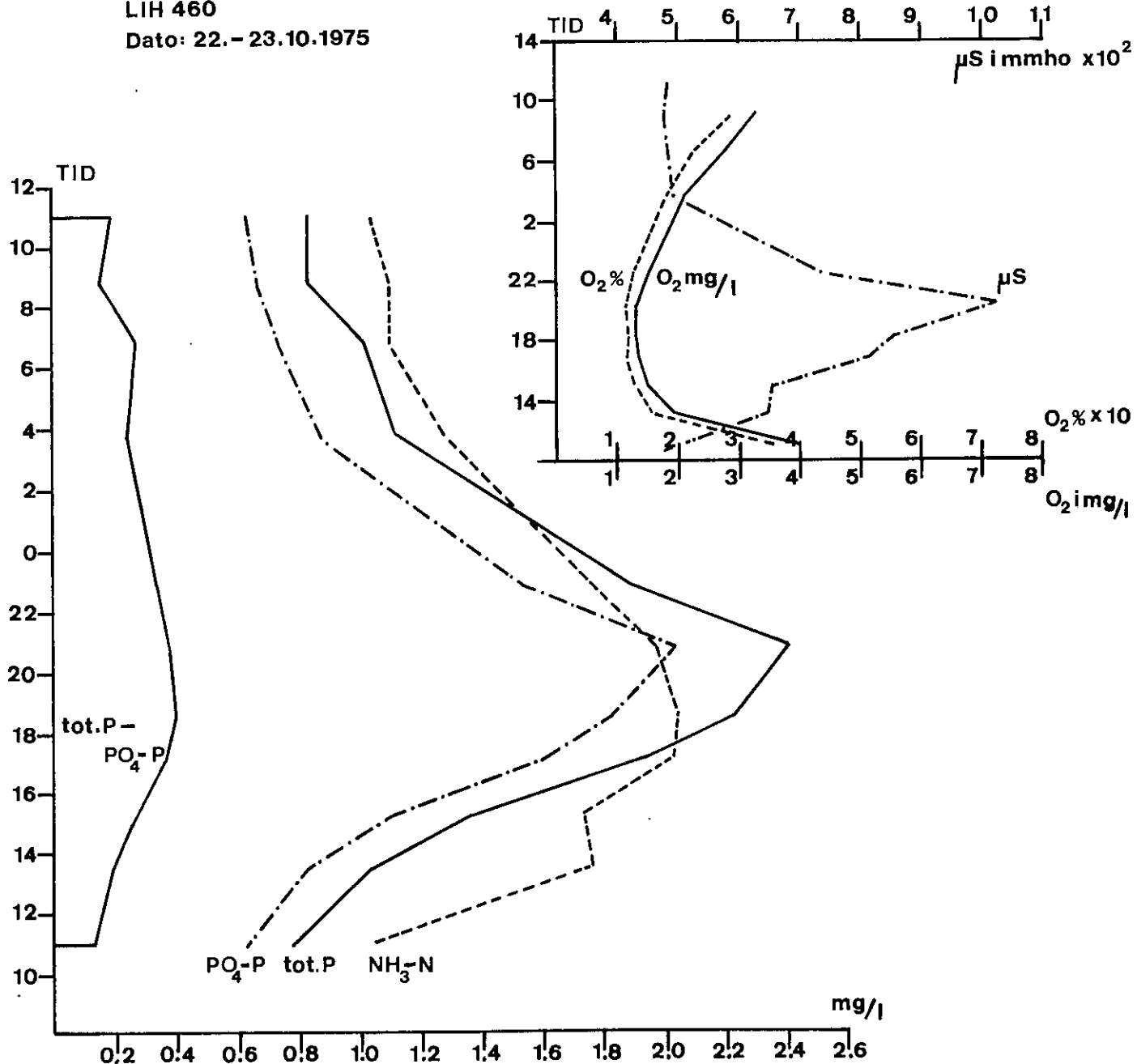
Tabel 10.6.1. angiver værdier for en række parametre fra

LIH 458  
 Dato: 22. - 23.10.1975



Figur 10.5.2. Limnologiske parametre (ilt m.v.),  
 døgnvariation i Lilleå nedenstrøms  
 Hadsten, 22. - 23. okt. 1975 (se  
 også bilag 13.20a og 13.20b).

LIH 460  
 Dato: 22. - 23.10.1975



Figur 10.5.3. Limnologiske parametre (ilt m.v.),  
 døgnvariation i Lilleå ved Svejstrup  
 Bro, 22. - 23. okt. 1975 (se også  
 bilag 13.20a og 13.20b).

Tabel 10.6.1.

Lokalitet: Lilleå  
Kode: LIH

Station	466	466	466	467	467	467
Dato	PO <sub>4</sub> -P mg/l	tot.P mg/l	NH <sub>3</sub> -N mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l	tot.P mg/l	NH <sub>3</sub> -N mg/l
27.05.74	0.385	0.560	0.735	0.364	0.663	1.096
29.05.74	0.637	0.869	1.364	0.836	1.185	1.730
08.07.74	0.465	0.636	0.885	0.491	0.697	0.944
17.07.74	0.412	0.512	0.867	0.576	0.673	1.101
30.07.74	0.747	0.909	0.675	0.889	1.211	1.060
26.08.74	0.721	0.896	1.168	1.206	1.528	1.764
13.11.74	0.155	0.450	0.505	0.145	0.443	0.533
04.12.74	0.131	0.347	0.428	0.181	0.416	0.525
% stigning efter LIH 466			mængde udledt af dambrug			
	PO <sub>4</sub> -P %	tot.P %	NH <sub>3</sub> -N %	PO <sub>4</sub> -P kg/døgn	tot.P kg/døgn	NH <sub>3</sub> -N kg/døgn
27.05.74	neg.	18,4		neg.	10.2	35.9
29.05.74	31.2	36.4	26.8	20.3	32.2	37.3
08.07.74	5.6	9.6	6.7	1.9	4.4	4.3
17.07.74	39.8	31.4	27.0	12.6	12.4	18.0
30.07.74	19.0	33.2	57.0	13.6	29.0	36.9
26.08.74	67.3	70.5	51.0	41.3	53.8	50.7
13.11.74	neg.	neg.	5.5	neg.	neg.	5.2
04.12.74	38.0	19.9	22.7	10.4	14.4	20.2

Vandføring i l/sek.

27.05.74	1150
29.05.74	1180
08.07.74	835
17.07.74	889
30.07.74	1110
26.08.74	985
13.11.74	2170
04.12.74	2410

LIH 466 og LIH 467, henholdsvis før og efter dambruget samt beregnede mængder udledt fra dambruget. Da det må formodes, at aktiviteten ved dambruget er størst i dagtimerne, må disse tal nok reduceres noget, men på trods af dette er det dog meget store stofmængder, der her bliver udledt, og forholdene må betegnes som uacceptable. Da der i de kommende år formodentlig vil komme en tilstrækkelig rensning af spildevandet fra Hadsten må det være rimeligt at kontrollere også denne forureningskilde.

#### 10.7. Lilleåens belastning af den nedre Gudenå.

Gudenåen påvirkes i væsentlig grad af Lilleåen, og dette er her forsøgt anskueliggjort dels i tabelform, dels i kurveform.

Tabel 10.7.1. En teoretisk beregnet værdi over stigningen i konc. af de målte parametre ud fra følgende grundlag:

$$\text{konc.GUD 495} = \frac{A \times \text{konc.GUD 494} + B \times \text{konc.LIH 468}}{A + B}$$

hvor A = vandføring GUD 494

B = vandføring LIH 468

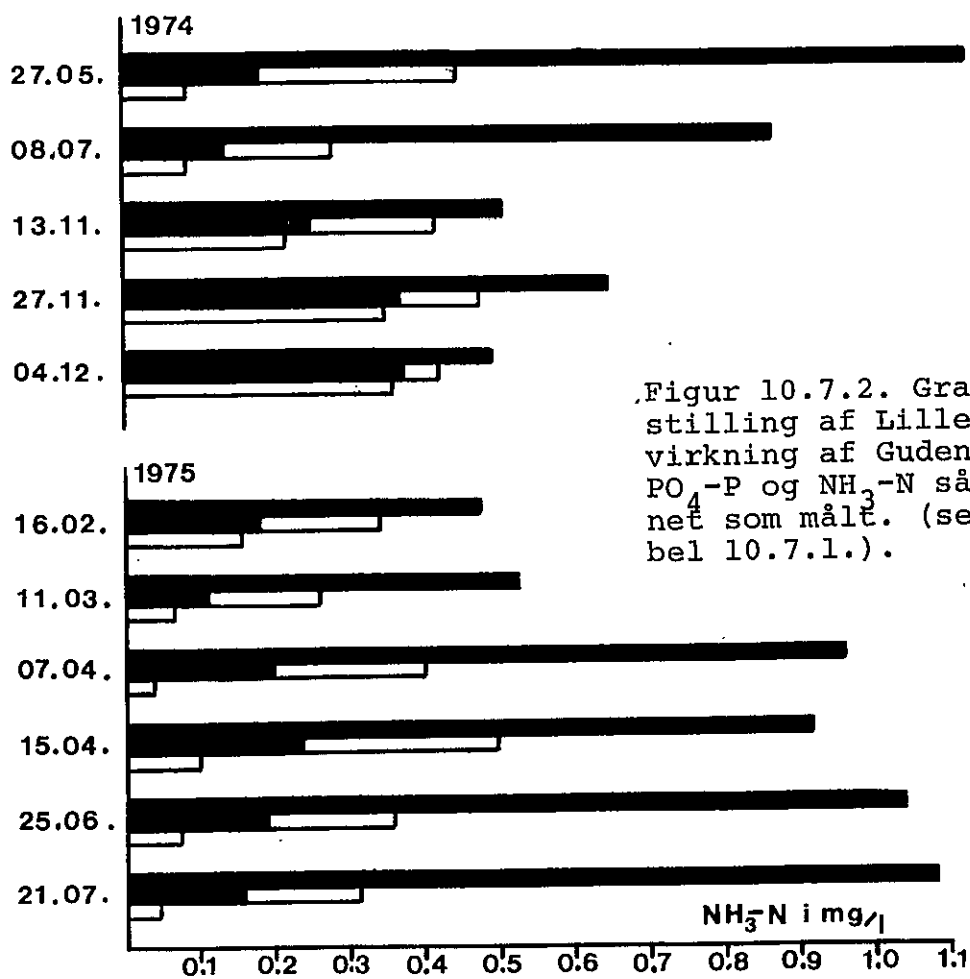
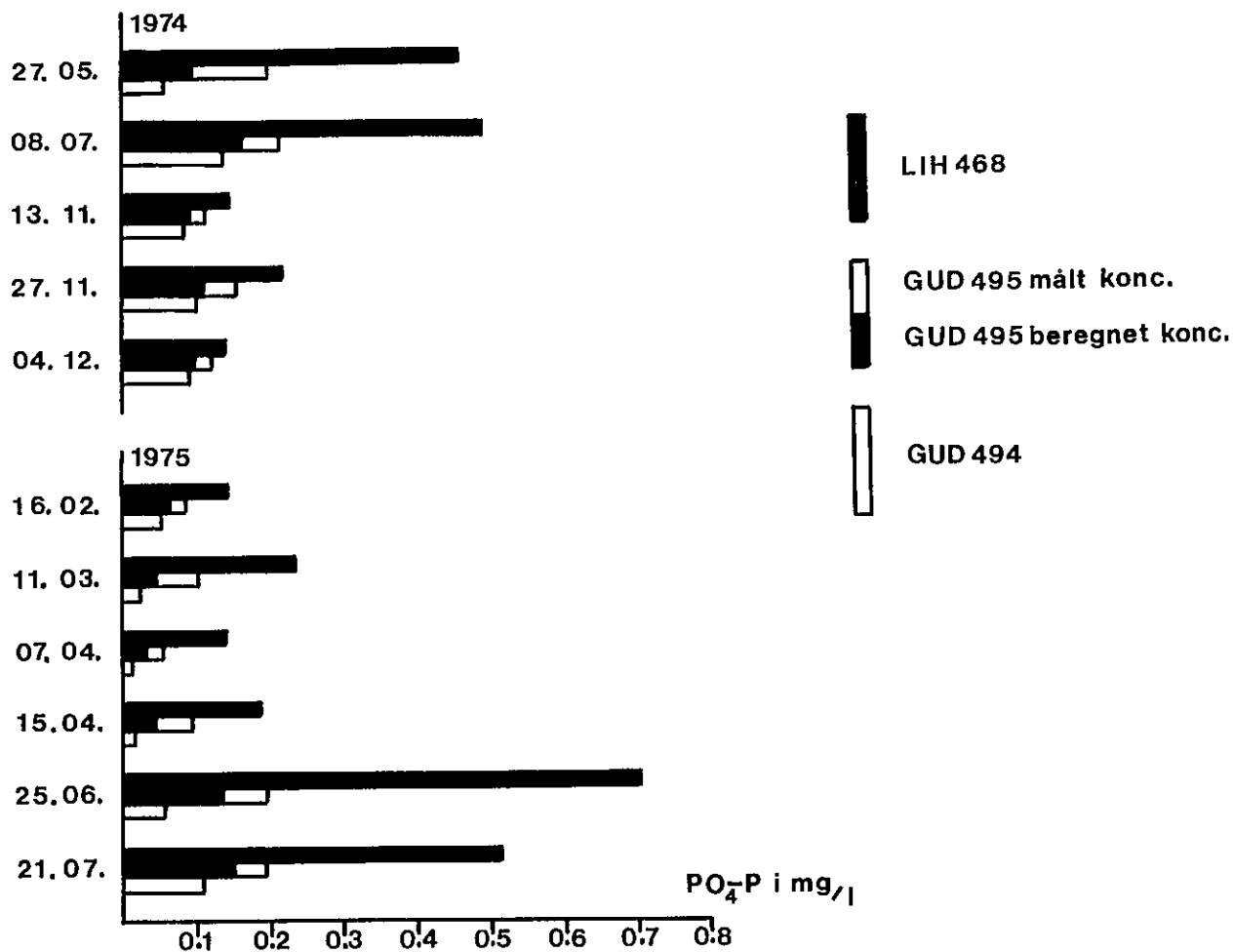
Sammenlignes tabelværdierne for GUD 495 med de faktisk målte (se bilag nr. 13.36. og 13.37.) harmonerer disse ikke særlig godt. Dette kan skyldes følgende ting:

- a) dårlige opblandingsforhold. At dette alene skulle bære skylden er dog usandsynligt, da GUD 495 ligger ca. 300 m nedenfor Lilleåens udløb. Endvidere bør den meget store forskel i vandføringen tages i betragtning.
- b) at der i Gudenåen tidligere er sedimenteret en betragtelig mængde organisk stof stammende fra Lilleå. Via dekompositionen tilføres Gudenå således stoffer som  $\text{PO}_4\text{-P}$  og  $\text{NH}_3\text{-N}$  m.fl.
- c) at en væsentlig del af transporten i Lilleå evt. foregår langs bunden og i bundnære lag. Under alle omstændigheder kan det være vanskeligt af udtage repræsentative prøver i Lilleå ved LIH 468.

Dato	LIH 468 vandføring	GUD 494 vandføring	GUD 495 vandføring	PO <sub>4</sub> -P mg/l	% stigning	Tot.P. mg/l	% stigning	NO <sub>2</sub> -N mg/l	% stigning	NO <sub>3</sub> -N mg/l	% stigning	NO <sub>3</sub> -N kg/l	% stigning
27.05.74	1150	11400	12550	0.036	62	0.039	14	0.014	74	0.143	42	0.094	104
08.07.74	835	11000	11835	0.025	18	0.032	13	0.008	67	0.031	9	0.055	65
13.11.74	2170	19000	21170	0.006	7	0.024	12	0.008	35	-	-	0.029	13
27.11.74	1720	26200	27920	0.007	7	0.011	7	0.195	9	0.195	8	0.018	5
04.12.74	2410	26000	28410	0.004	4	0.010	4	0.008	22	-	-	0.011	3
16.02.75	2350	29600	31950	0.006	11	0.013	10	0.002	6	0.250	8	0.023	14
11.03.75	2480	23300	25780	0.020	71	0.020	25	-	-	0.293	13	0.044	69
07.04.75	5430	26700	32130	0.021	131	0.056	27	0.012	75	0.739	49	0.155	369
15.04.75	4380	23700	28080	0.027	150	0.090	41	0.010	50	0.622	34	0.126	119
25.06.75	1290	9500	10790	0.077	131	0.086	45	0.020	154	0.086	29	0.115	155
21.07.75	1390	12000	13390	0.042	39	0.041	14	0.013	49	0.058	15	0.107	223

Table 10.7.1.

Teoretisk beregnet konc.stigning i Gudenå efter Lillieåens udløb, udregnet på grundlag af målte konc. ved LIH 468 og GUD 494. Stigningen er dels angivet i mg/l og %.



Figur 10.7.2. Grafisk fremstilling af Lilleåens påvirkning af Gudenå m.h.t. PO<sub>4</sub>-P og NH<sub>3</sub>-N såvel beregnet som målt. (se også tabel 10.7.1.).

tabel 10.7.3.

LIH 468

Dato	PO <sub>4</sub> -P kg/døgn	Tot.P kg/døgn	NO <sub>2</sub> -N kg/døgn	NO <sub>3</sub> -N kg/døgn	NH <sub>3</sub> -N kg/døgn
30.01.74	105	362	63	9789	330
05.02.74	63	134	35	3584	127
03.04.74	54	93	18	771	116
01.05.74	64	101	16	178	127
27.05.74	45	69	17	189	111
29.05.74	96	131	15	75	200
08.07.74	36	51	9	56	62
17.07.74	50	57	9	57	81
30.07.74	94	125	9	54	121
26.08.74	116	136	8	35	153
13.11.74	27	82	19	545	95
27.11.74	33	51	16	855	96
04.12.74	30	71	22	-	102
04.02.75	84	178	37	3377	160
16.02.75	29	62	11	1316	96
11.03.75	50	63	1	1153	122
07.04.75	67	253	42	2761	450
15.04.75	72	300	33	2198	347
25.06.75	78	101	21	113	115
30.06.75	26	64	16	139	43
21.07.75	62	83	18	115	130



Det er muligvis en kombination af både a og b og c, der er årsag til den dårlige relation mellem teoretiske og målte værdier.

Figur 10.7.2. giver en grafisk fremstilling af forholdene omkring Lilleåens udløb i Gudenå.

Tabel 10.7.3. På baggrund af de målinger, der er foretaget ved LIH 468 er der foretaget en beregning over Lilleåens stoftransport ud i Gudenå angivet som kg/døgn. Resultaterne er ikke maximalværdier (jfr. side 80 ).

Det kan således dokumenteres, at belastningen fra Lilleå og hermed fra Hadsten er af en ganske alvorlig karakter for hele det nedre Gudenåafsnit og hermed også for Randers fjord.

#### 10.8. Lilleåens biologiske status i relation til spildevandsbelastningen.

Som i adskillige andre danske vandløb er der i Lilleå både relativt rene vandløbsstrækninger helt i det øvre løb og i nogen afstand nedenstrøms spildevandsudledningen.

Denne "bedring" i vandkvalitet, som kan registreres i nogen afstand fra spildevandsudledninger, omtales ofte generelt som "vandløbets selvrensning". Oftest - og vel ikke mindst i Lilleå - er der dog især tale om en fortynding af de tilførte næringssalte m.v.

Effekten på Lilleå af spildevandsudledningen fra Hadsten har i undersøgelsesperioden været af en katastrofal karakter og udstrækning, således har det ved samtlige besigtigelser ved udløbet i Gudenå været muligt at konstatere synlige effekter endnu på denne lokalitet ca. 15 km nedenfor Hadsten.

Denne strækning af Lilleå, fra LIH 456 til LIH 468 behandles mere indgående i det følgende.

Den effekt spildevandet fra Hadsten har haft på Lilleåens biologiske status kan groft opsummeres som følger:

Tabel 10.8.3.

Observations nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Batrachium</i> sp.	x																			
<i>Elodea canadensis</i>	x	x	x	x	x		x	x												
<i>Potamogeton natans</i>	x																			
+ <i>Sparganium simplex</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x					
<i>Cladophora fracta</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x				x						
<i>Cladophora glomerata</i>				x	x	x	x													
<i>Spaerolobus natans</i>				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

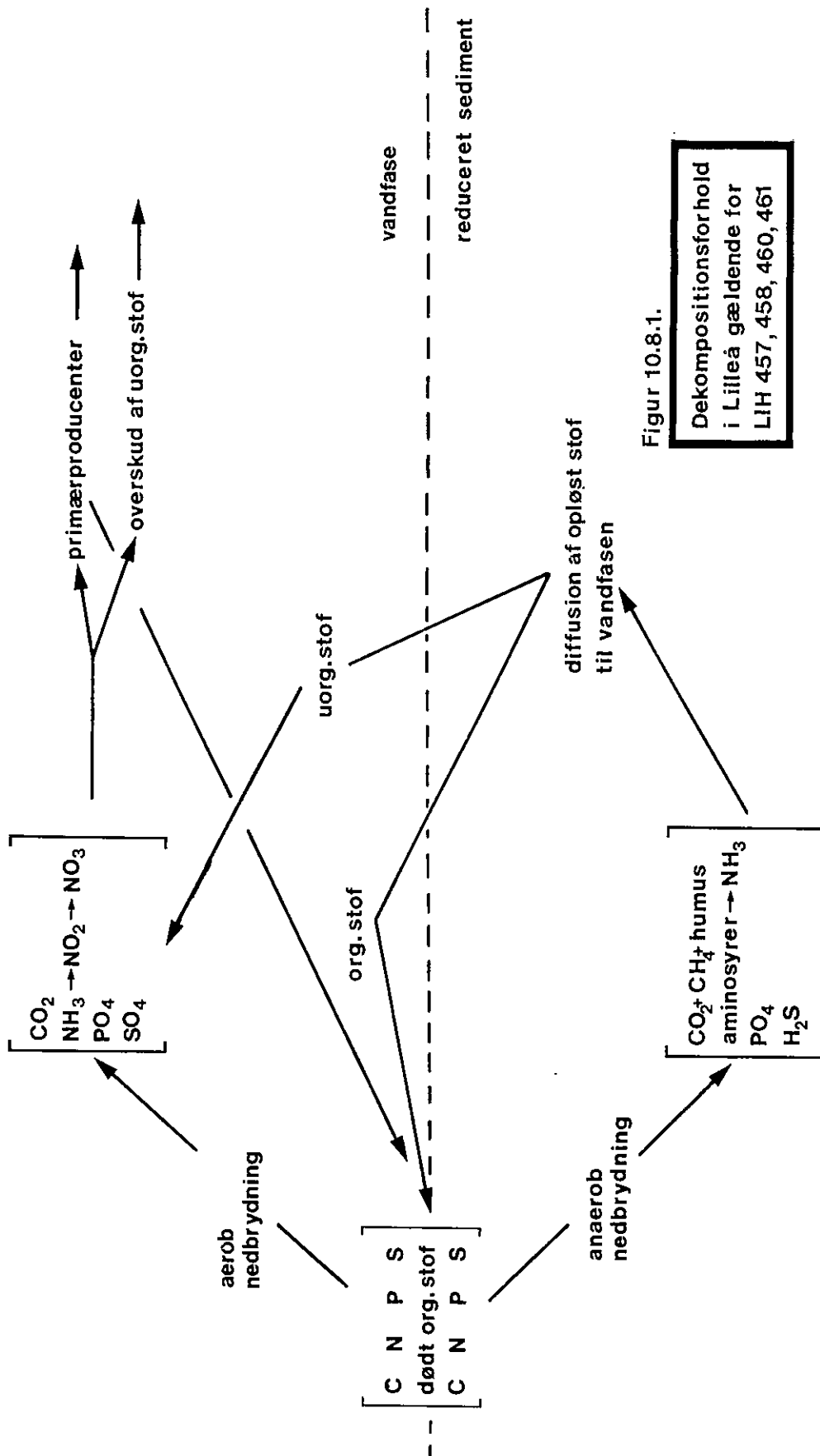
Den lodrette linie markerer det største spildevandsudløb.  
 +) båndblade.

- a) stærkt ændrede dekompositionsprocesser (fra aerob til anaerob nedbrydning i sedimentet) på strækningen LIH 457 til LIH 461.
- b) dårlige iltforhold.
- c) total destruktions af den oprindelige flora og fauna på strækningen LIH 457 til LIH 463.

#### 10.8.1. Dekomposition i Lilleåen/LIH 457 - LIH 461.

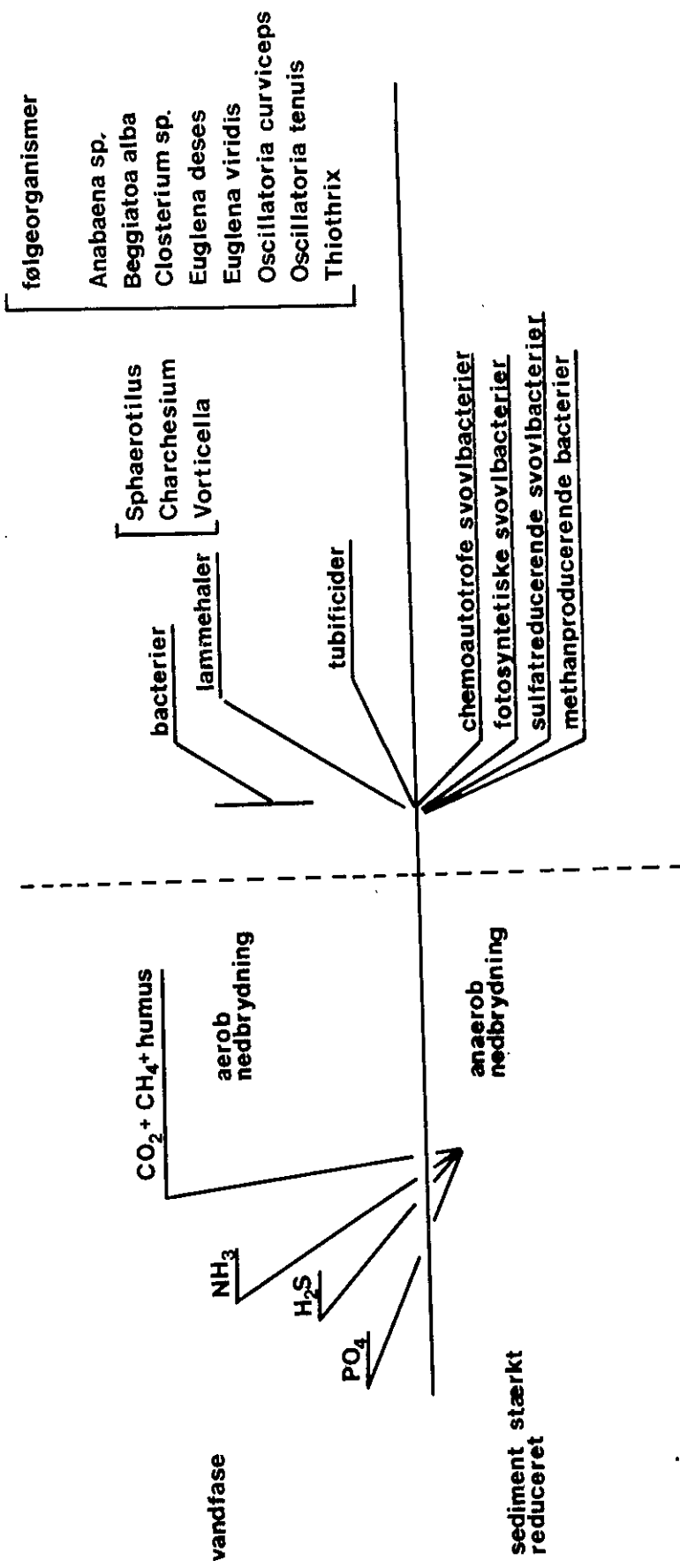
Lilleåafsnittet 457 - 461 fungerer som sedimentationsbassin for det partikulære organiske materiale, der kommer med spildevandet fra Hadsten. Generelt foregår nedbrydningen af org.stof i vandløb overvejende under aerobe betingelser såvel i sediment som i vandfase. Uanset om der er tale om aerob eller anaerob nedbrydning vil begge processer betyde en hel eller delvis omdannelse af org. stof til uorg. Begge processer er iltkrævende, dog på hver sin måde. Når mængden af organisk stof bliver så stor, at ilttilførslen til den aerobe dekomposition ikke længere er tilstrækkelig, opstår de anaerobe processer. Det skal understreges, at intet dansk vandløb med det indhold af næringssalte de tilføres med det diffuse vand, selv ville være i stand til via primærproducenter at producere organisk stof i en sådan mængde, at det betinger obligate anaerobe dekompositionsforhold - vandløbene skal med andre ord udsættes for en direkte spildevandspåvirkning af alvorlig karakter for at disse forhold opstår. Lilleåafsnittet 457 - 461 har fra Hadsten været udsat for en så massiv spildevandspåvirkning, at aerob nedbrydning i sedimentet ikke forekommer. Dette kan direkte erkendes i de sedimentforhold, der hersker på denne strækning. Sedimentet er sort, stærkt reduceret, og over meget store områder har det direkte karakter af slam. Gasudviklingen er åbenbar ( $\text{CH}_4$  &  $\text{H}_2\text{S}$ ), og kan til tider være så kraftig, at bunden går i opløsning. Dette var bl.a. tilfældet 1.10.74 hvor en døgnmåling måtte afbrydes på grund af dette.

Fig. 10.8.1. viser skematisk de dekompositionsforhold, som gælder for omtalte strækning.



Figur 10.8.1.

Dekompositionsforhold  
i Lilleå gældende for  
LIH 457, 458, 460, 461



Figur 10.8.3. Organismegrupper stærkt repræsenteret i Lilleå på strækningen LIH 457 - LIH 461. (se også figur 10.8.1.).

### 10.8.2. Iltforhold.

Det skal kort bemærkes, at iltforholdene på strækningen LIH 457 - LIH 461 er af en sådan karakter, at de udelukker muligheder for fisk. Der henvises iøvrigt til fig. 10.5.2. og 10.5.3.

### 10.8.3. Biologisk effekt/LIH 457 - 461.

Strækningen er domineret af heterotrofe organismer, hvor specielt lammehaler (et konglomerat bestående af bakterien *Sphaerotilus natans* samt protozoerne *Charchesium* og *Vorticella*) fremtræder som den dominerende "vegetation". Om sommeren forekommer store kolonier af hvide og røde svovlbakterier. Højere planter står spredt (biomassen mindre end 1 g tørstof/m<sup>2</sup>) og de på vegetationskortet side 93 angivne arter for denne strækning bør tages med forbehold. I september 1975 blev der foretaget en frekvensundersøgelse over artsfordelingen på station LIH 457. I alt blev der foretaget 20 registreringer på en strækning af 200 m, punkterne valgt "at random", det første punkt dog valgt før spildevandsudledningen. Resultatet er her angivet og anskueliggør helt klart spildevandets eliminerings af højere planter.

Invertebraterne på strækningen LIH 457 - LIH 461 indskrænker sig til forureningsdominanter (chironomider og tubificider) samt forureningsindikatorer (eristalislarver). Fig. 10.8.3. giver en kort oversigt over nogle organismer, som er almindeligt forekommende på omtalte strækning.

### 10.8.4. Biologisk effekt/LIH 461 - LIH 463.

Strækningen kan betragtes som en overgangszone, hvor trådalgerne (*Cladophora fracta*) når sin fulde udfoldelse, dels på grund af de enorme mængder af næringssalte (navnlig fosfor) der er til rådighed, og vel også fordi de ingen konkurrence har fra andre planter.

### 10.8.5. Biologisk effekt/LIH 463 - LIH 468.

Den sidste strækning inden Lilleåens udløb i Gudenå er et høj-produktivt område, både hvad angår højere planter og alger.

### 10.9. Vegetationstyper og vegetationsændringer i Lilleå.

De vegetationstyper, som i undersøgelsesperioden var de dominerende på de respektive strækninger af Lilleå, er vist i de to kortskitser i fig. 10.9.1. og fig. 10.9.2.

Der er anvendt en inddeling i (i figurer vist ved forskellige signaturer) følgende hovedtyper, der i hovedtræk svarer nøje til de i afsnit 6 og afsnit 9 omtalte vegetationstyper:

1. Potamogeton crispus-veg. og  
Sparganium simplex-Pot.Crispus veg. jfr. 6.2. og 6.9.
2. Sparganium simplex-veg. jfr. 6.4. - 7.7.
3. Elodea canadensis-Sparganium simplex-veg. jfr. 6.6.
4. Sphaerotilus natans - type jfr. 5.9. (5.8.)  
og 6.18. (6.17.)
5. Cladophora fracta - type jfr. 5.8. og 6.17.  
(6.2.)

Som det fremgår af kortene (10.9.1. og 10.9.2.) var hovedtrækkene i de nævnte hovedtypers fordeling i Lilleåsystemet i 1973-75 således:

Hovedtype 1: (Pot.crispus og Sparganium simplex):

Særligt fra LIH 448 til nedenstrøms LIH 450.

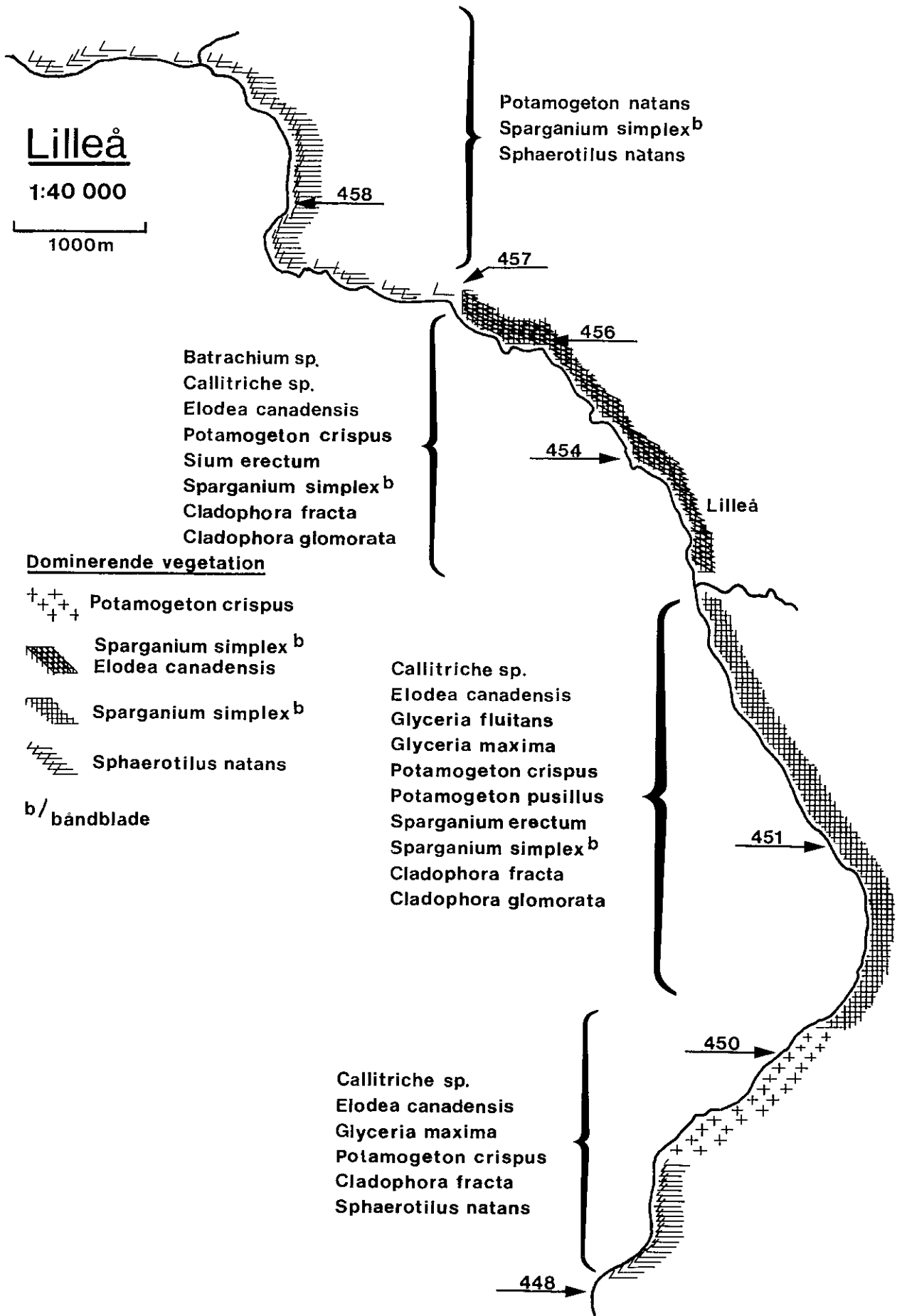
Hovedtype 2: (Sparganium simplex): vidt udbredt, særligt nedenstrøms LIH 450 - og til omkring tilløb af Spørring å. Desuden i nedre Lilleå, fra ca. 1 km nedenstrøms LIH 463.

Hovedtype 3: (Elodea canadensis-Sparganium simplex): vidt udbredt, særligt fra tilløbet af Spørring å og til Hadsten (kloakudløb).

Hovedtype 4: (Sphaerotilus natans): vidt udbredt, men sammenhængende og med massive forekomster af Sphaerotilus - og ofte totalt uden makrofyter - på strækningen fra Hadsten (kloakudløb) til Svejstrup Bro (LIH 460).

Kombination af Hovedtypen 4/5: (Sphaerotilus/Cladophora):

Særligt med masseforekomster af både Sphaerotilus og Cladophora-måtter på strækningen fra Svejstrup



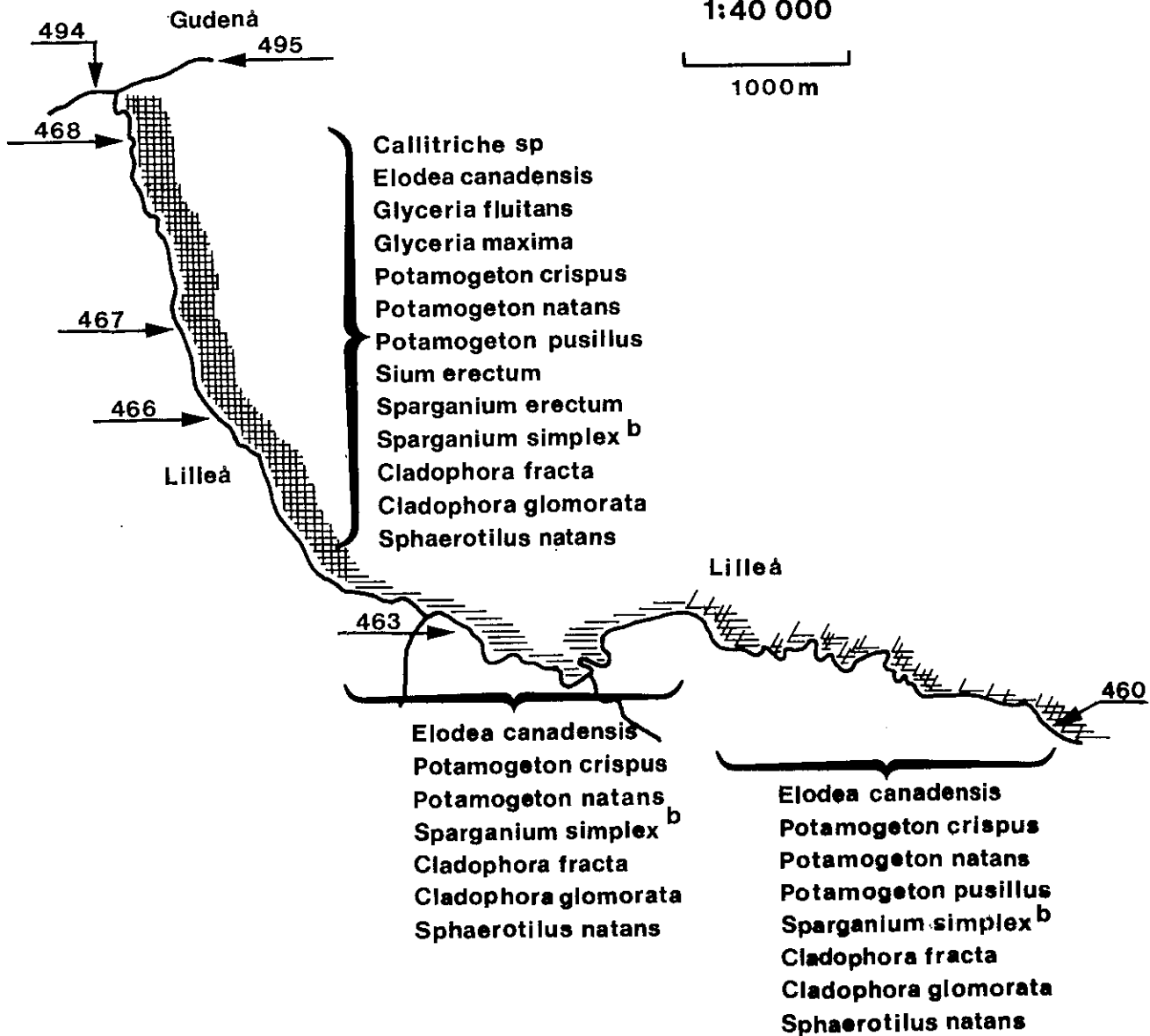
Figur 10.9.1. Vegetationssammensætningen i Lilleå gældende for 1974-75. Vegetationstype (dominans) vises for strækningen Hinnerup - Balle Bro.



# Lilleå

1:40 000

1000m



## Dominerende vegetation

 Sparganium simplex<sup>b</sup>

 Cladophora fracta

 Sphaerotilus natans

b/ båndblade

Figur 10.9.2. Vegetationssammensætningen i Lilleå gældende for 1974-75. Vegetationstype (dominans) vises for strækningen Svejstrup Bro - Langå.

Bro (LIH 460) til omkring Svejstrup Hede.

Hovedtype 5: (Cladophora-måtter): Særligt på en strækning efter Svejstrup Hede til ca. 1 km nedenstrøms Bidstrup Bro (LIH 463).

Det bør understreges, at der i nogle perioder under undersøgelsestiden ikke har eksisteret veludviklede vegetations typer på alle de omhandlede strækninger i Lilleå. Dels har de mekanisk-fysiske indgreb og dels har spildevandsbelastningen undertiden forårsaget, at der opstod næsten vegetationsløse strækninger.

Det skal også særligt fremhæves, at der har været en udpræget tendens til, at de mest uacceptable vegetationsforhold (hovedtyperne 4 og 5) fik større og større udbredelse i Lilleå nedenstrøms Hadsten. Særligt har det været vanskeligt at fastlægge nogen eksakt grænse mod den nedenstrøms eksisterende Sparganium-veg. (hovedtype 2). Denne er utvivlsomt blevet forlænget nedad - bort fra Hadsten - i de tre år besigtigelser er udført i forbindelse med Gudenåundersøgelsen.

Vegetationskortene dækker sammenfattende bedst vegetationsforholdene i 1974 (flere grønalge-måtter og færre grøde-planter i 1975).

#### 10.10. Spørring å.

Såvel fysisk-geografisk som biologisk kan vandløbet opdeles i to klart afskilte afsnit:

- a) øvre løb indtil Spørring by.
- b) nedre løb fra Spørring by til udløb i Lilleå.

#### Øvre løb/SPR 445 - SPR 448:

Er stærkt præget af reguleringer og hårdt medtaget af spildevand. Til belysning af sidstnævnte er vedlagt fig. nr. 10.10.1. og 10.10.2. der illustrerer N og P komponenternes årsvariation, der henvises iøvrigt til bilag nr. 13.1. - 13.6.

Vegetationen i området er i sommermånederne stærkt præget af trådformede grønalger (Cladophora fracta), samt andre alger, bl.a. epifyter. Dette er en følge af den voldsomme spildevands-

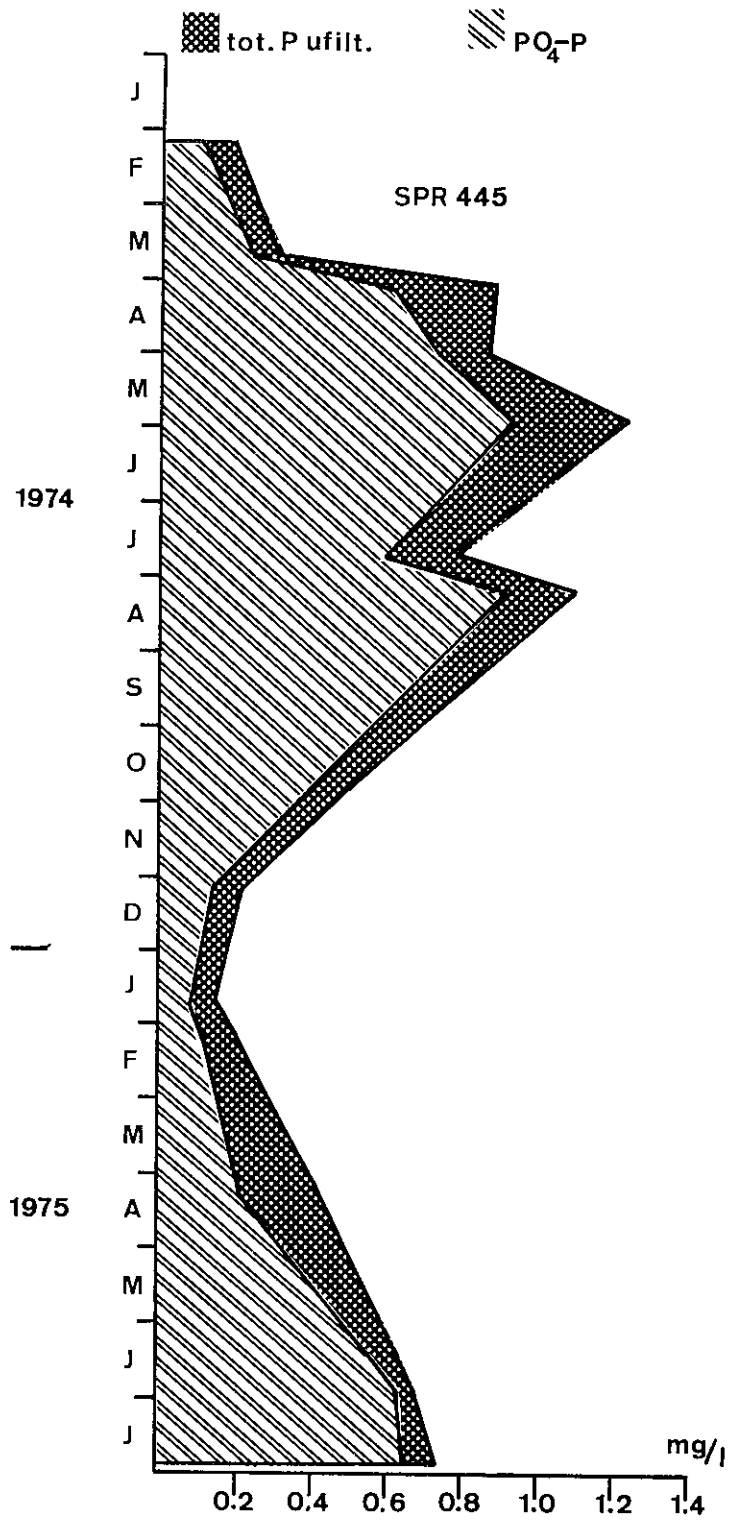
belastning. Om vinteren ses tætte bevoksninger af *Potamogeton crispus* samt en ikke ringe mængde *Callitriche* sp. (formodes at være *C. stagnalis*), men også lammehaler er tilstede. Forholdene omkring spildevandsudledningen på denne strækning er næppe tilfredsstillende.

#### Nedre løb/SPR 448 - SPR 458.

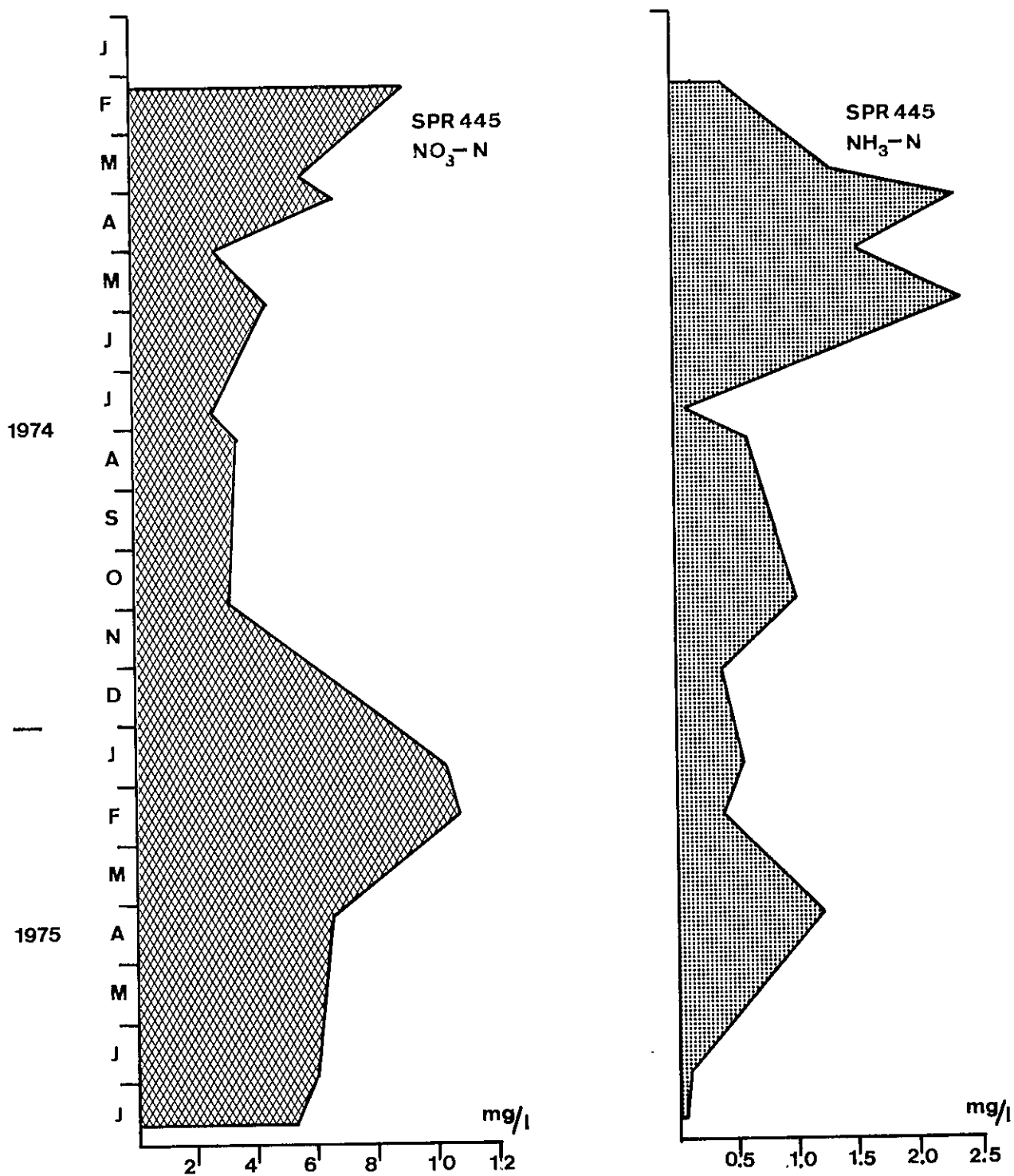
En af de meget få "originale" vandløbsstrækninger, der forekommer i Gudenåsystemet. At dette afsnit hidtil har henligget uberørt af reguleringer, har resulteret i et utal af meandre samt en række vandfyldte hesteskoformede søer stammende fra afsnørede åarme. Vandkvalitetsmæssigt lader afsnittet dog noget tilbage at ønske. Til belysning af dette er vedlagt årsvariationer for P- og N-komponenter gældende station SPR 450. (fig. 10.10.3. og 10.10.4.). Sammenlignes SPR 445 og SPR 450 bør det bemærkes, at vandføringen i sommermånederne mere end fordobles mellem de to stationer. En sådan sammenligning vil falde noget uheldigt ud for spildevandsforholdene i Spørring og Ødum. For en ordens skyld skal kort bemærkes, at nedenfor renseanlægget i Selling forefindes ofte store mængder findelt toiletpapir, hvilket unægteligt tyder på, at dette anlæg ikke fungerer tilfredsstillende. Et spørgsmål er, hvorfor trådalgerne ikke indtager en mere dominant rolle, da niveauet dog indbyder til dette. Svaret er muligvis, at algerne ikke får lys nok på grund af bredvegetationen, som for en stor del består af *Sparganium erectum*. Denne plante lukker sig hen på sommeren helt over vandløbet på lange strækninger. På åbne strækninger og navnlig i de store meandre forekommer *Cladophora fracta* i betragtelige mængder.

En anden interessant ting er, at vegetationen ændrer sig mærkbart. Således er der i undersøgelsesperioden 74/75 indvandret tre nye arter - *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus* og *Batrachium* sp.

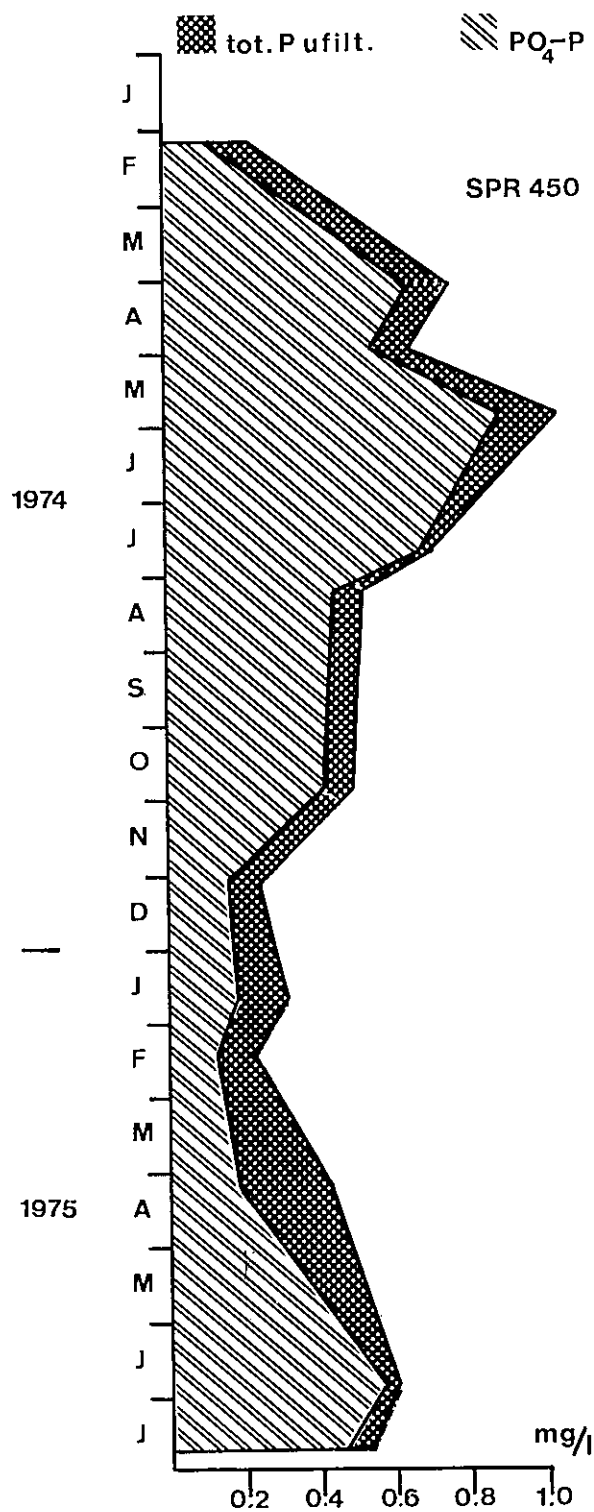
Det kan ligeledes bemærkes, at vandløbet har en betragtelig invertebratfauna, samt en ikke ringe ørredbestand.



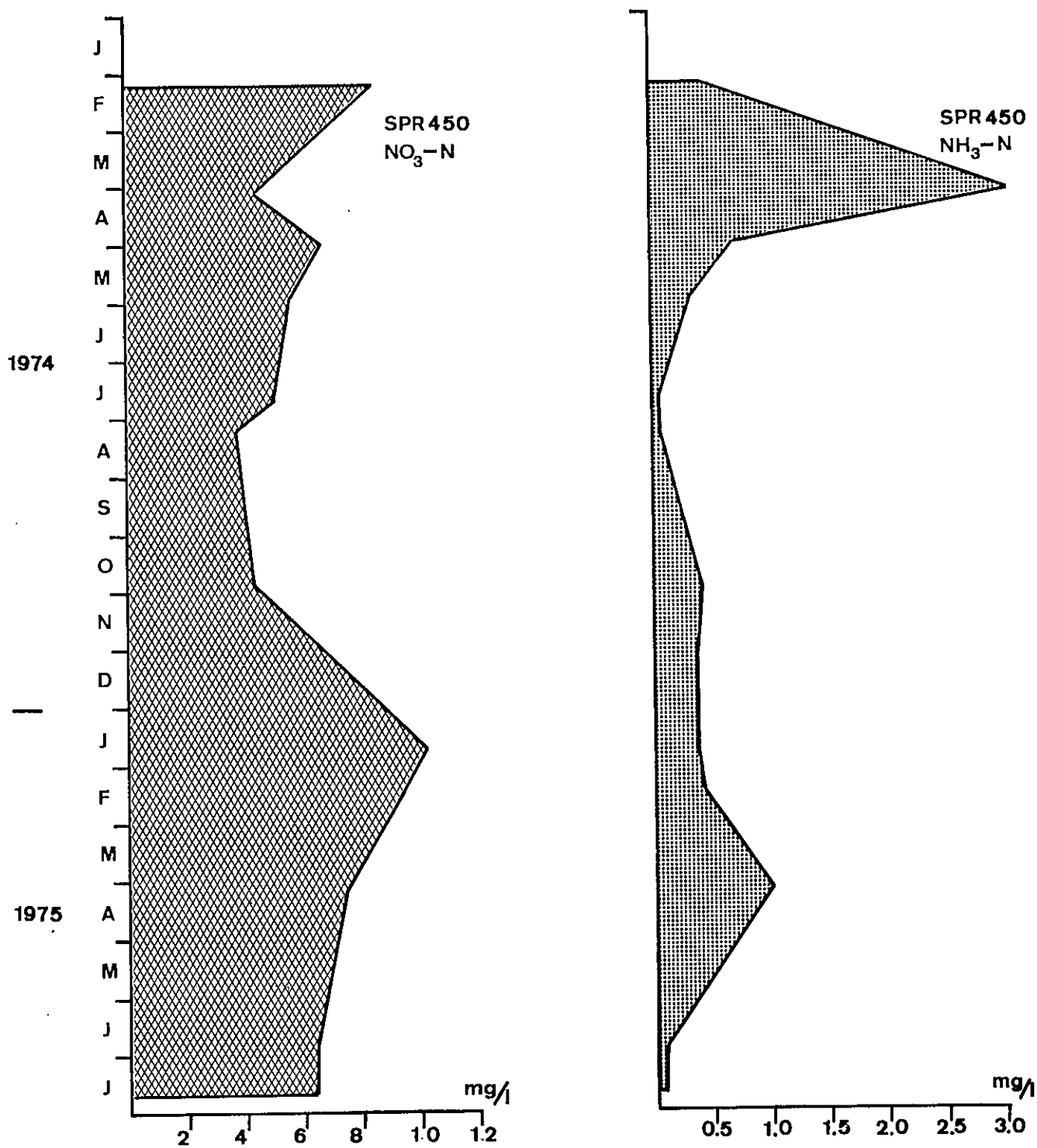
Figur 10.10.1. Sæsonvariation for fosfor (total P og PO<sub>4</sub>-P, mg/l) i Spørring A/SPR 445, Ejsvad oven for Spørring by.



Figur 10.10.2. Sæsonvariation for kvælstof (NO<sub>3</sub>-N og NH<sub>3</sub>-N, mg/l) i Spørring A/SPR 445, Ejsvad oven for Spørring by.



Figur 10.10.3. Sæsonvariation for fosfor (total P og PO<sub>4</sub>-P, mg/l) i Spørring Å/SPR 450, nedestrøms Spørring by.



Figur 10.10.4. Sæsonvariation for kvælstof (NO<sub>3</sub>-N og NH<sub>3</sub>-N, mg/l) i Spørring Å/SPR 450, nedestrøms Spørring by.

Det kan undre, at vandløbets biologiske status er så forholdsvist god, når spildevandsbelastningen tages i betragtning. Årsagen skal nok søges i den manglende fysiske belastning, ingen, eller meget ringe grad af regulering eller grødeskæring.

Det er en generel erfaring, at vandløb har en væsentlig større spildevandskapacitet, når de får lov til at optræde - "som naturen har skabt dem" - med en stor variation i miljømæssig henseende.

Det bør afslutningsvis understreges, at Spørring å er af betydelig videnskabelig interesse, ikke mindst på grund af, at der over en længere og sammenhængende-strækning ikke har været foretaget reguleringer og andre mekanisk-fysiske indgreb igennem en årrække.

Og det må tillige påpeges, at det ud fra naturfredningsmæssige synspunkter vil være af stor værdi, at bevare både landskabet omkring den uberørte Spørring å og selve åen, idet få andre østjyske vandløb er bevaret med tilsvarende uberørte meandre.



## 11. Sammenfatning, konklusioner og rekommandationer.

I den følgende sammenfatning af resultaterne fra de udførte vegetationsundersøgelser i Gudenåsystemets vandløb er der medtaget enkelte konklusioner, som ikke er anført eller tidligere ikke er understreget i de respektive tekstafsnit.

Idet et af hovedformålene med Gudenåundersøgelsen var at påpege eventuelle behov for fremtidige kontrolforanstaltninger og tillige påpege eventuelle særlige emner for fremtidige forureningsrelevante undersøgelser, er der til slut anført nogle rekommandationer i relation til emnekredsen "vandløbsvegetation, vandkvalitet i vandløb, vandløbspleje og spildevandsrensning."

### 11.1. Sammenfatning.

#### 11.1.1. Gudenå-forundersøgelsen

Som basis for undersøgelsen foreligger resultater fra et specialeprojekt ved Botanisk Institut (ved Margit Thorbek) og fra forundersøgelsen (jfr. "Fællesrapport" - 1973), idet særligt følgende er taget i betragtning:

- a) - at der ikke forekommer simple relationer mellem vandløbsvegetationens stofproduktion og åvandets koncentrationer af næringssalte.
  - og at der normalt ikke i Gudenå-vandløbene forekommer begrænsninger i grødetilvækst på grund af manglende tilførsel af kvælstof- og fosforkomponenter.
  - dette gælder også de rene vandløb.
- b) - at bundforhold og vegetationsforhold er nøje korreleret, og at der derfor består en nøje relation mellem: vandhastighed/sedimentation/vegetation.
- c) - at lav årsproduktion for vandløbsvegetationen (de større grødeplanters) oftest skyldes:
  - skyggevirkning fra en tæt bestand af træer.
  - en rigelig forekomst af epifytiske mikroalger (f.eks.

- en stigende produktion af disse nedenstrøms dambrug eller i forbindelse med andre forureninger).
- en rigelig forekomst af trådformede alger (ofte større mætter af grønalger nedenstrøms dambrug eller i forbindelse med andre forureninger).
  - en alvorligere forurening; evt. med slamaflejringer; forekomst af bakteriesamfund; evt. med trådformede alger og/eller mikroalger.
- d) - at såvel forurening som vandløbsregulering medfører stor ensformighed i henseende til vegetationsudvikling.

#### 11.1.2. Formål for undersøgelsen 1973-75.

- a) - at registrere arters og vegetationstypers udbredelsesforhold, særligt i relation til forurening.
- b) - at registrere grødens stofproduktion som biomassen i forskellige typer af vandløbsvegetation og som biomasse af "afslået grøde i drift".
- c) - at udføre undersøgelser, som kan anvendes i vurderinger i problematik vedrørende "dambrug" og "stoftransport".

#### 11.1.3. Omfang af vegetations-undersøgelser.

Af hensyn til den praktiske anvendelighed, resourceforbrug og faglige ønsker er der ikke tilstræbt en total registrering af arter og vegetationstyper i hele Gudenå.

Det er forsøgt at registrere vegetationsforhold i relation til den faktiske kulturpåvirkning (som: forurening og mekanisk-fysisk påvirkning), som foregår i udvalgte vandløb.

I rapportens afsnit 5 omtales særligt

- a) de arter, som er hyppigst forekommende og af størst betydning i vegetationstyperne.
- b) arter, som særligt forekommer på de udvalgte strækninger (inkl. enkelte trådformede grønalger).

#### 11.1.4. Udvalgte vandløb.

Særligt Matstrup å og Lilleå (inkl. Spørring å), samt Gjernå, er benyttet ved Botanisk Instituts vandløbsundersøgelser.

- a) For Matstrup å gælder, at vandløbsvegetationen indtil for få år siden har været meget varieret og artsrig, og at forurening fra byspildevand stadig er af ringe omfang og stort set koncentreret i én udledning fra et enkelt bysamfund.
- b) Gjernå er af særlig interesse i sammenhæng med problematik vedrørende forbedringer af spildevandsrensningen ovenstrøms Søbygaard sø (behandles ikke i nærværende vandløbs-rapport men i sø-rapport).
- c) Valget af Lilleå og Spørring å til en række af de mere intensive undersøgelser har især været betinget af:
- at særligt én stor spildevandskilde (Hadsten) gennem en igangværende forbedring af spildevandsrensningen må forventes fremtidigt at nedsætte belastningseffekten på Lilleå. På basis af de udførte undersøgelser kan ændringer nu følges, kontrolleres og planlægges videre.
  - at Lilleå og Spørring å m.v. omfatter en række forskellige vegetationstyper, som er betinget af miljømæssige forhold, der spænder fra det mest rene til det mest forurenede, og også tilsvarende spænder fra det af grødeskæring og oprensning m.v. helt uberørte vandløb til det mest regulerede og uddybede vandløb (jfr. afsnit 10).

#### 11.1.5. Floralister.

Ved beskrivelse af vandløbsvegetation er for de undersøgte lokaliteter medtaget alle "vandplanter", hvorved forstås alle de "egentlig vandplanter" samt "vandformer af sumpplanter".

Enkelte særligt dominerende eller karakteristiske sumpplanter er desuden medtaget i nogle tilfælde.

Floralister bringes fra Spørring å, Lilleå m.v. og fra Matstrup å og Gudenå.

Elodea canadensis (vandpest) og Sparganium simplex (enkelt pindsvineknop som undervandsform m. båndblade) er de to arter, som forekommer mest hyppigt og mest talrigt. Samtidig

er det disse to planter, som medfører, at vandløbsvegetationen over langt de største strækninger af Gudenåsystemet har en meget ensformig karakter.

Særligt i forurenede vandløb er *Potamogeton crispus* (kruset vandaks) nu meget hyppigt forekommende, men kruset vandaks har i kvantitativ henseende ikke så stor betydning som vandpest og pindsvineknop.

#### 11.1.6. Vegetationstyper.

De i produktionsmæssig henseende mest betydningsfulde vegetationstyper - og tillige de almindeligst forekommende - vegetationstyper, der alle findes repræsenteret i Lilleåsystemet, er (se kortskitterne 10.9.1. og 10.9.2.):

Hovedtype 1: Sparganium simplex-Pot.crispus samt diverse Pot.crispus typer.

Hovedtype 2: Sparganium simplex.

Hovedtype 3: Elodea canadensis-Sparganium simplex samt diverse Elodea typer.

Hovedtype 4: Sphaerotilus natans samt andre stærkt forurenede typer næsten uden makrofyter.

Hovedtype 5: Cladophora fracta samt andre typer, hvor trådformede alger (særligt grønalger) dominerer.

Kombinationer af hovedtyperne 4 og 5 er meget udbredte i Lilleå.

Hovedtyperne 2 og 3, som er domineret af henholdsvis båndblade (enkelt pindsvineknop og vandpest) er de i hele Gudenåsystemet mest udbredt og i produktion af grøde mest betydende vegetationstyper.

#### 11.1.7. Biomasse.

Alle resultater fra biomasse-målingerne gælder submerse (evt. flydende) overjordiske plantedele som g tørvægt pr. m<sup>2</sup> eller pr. prøveflade. Der er altså ikke indregnet underjordiske plantedele eller luftskud i kantvegetation el.lign.

Følgende hovedtræk er gældende for Gudenåsystemets mindre og middelstore vandløb:

- 1) Relativ artsrig vandløbsvegetation, (sluttet veg.) f.eks. Callitriche - Batrachium veg. (MAR 442); Potamogeton perfoliatis - P. crispus - Elodea veg. (MAR 448); Potamogeton pectinatus - Sparganium simplex veg. (MAR 457), uden skyggeeffekt eller væsentlig effekt af epifyter o.l. er registreret med ca. 200 - 250 (300) g tørstof pr. m<sup>2</sup>.
- 2) Relativ artsrig vandløbsvegetation (sluttet veg.) med skyggeeffekt eller effekt af epifyter (eller lavt vand og kantvegetation) er registreret med ca. 50 - 120 g tørstof pr. m<sup>2</sup>.
- 3) Ikke-sluttet vegetation (vegetationen er ikke bunddækkende), men relativ artsrig og uden oprensning og grødeskæring (med med skygge fra træer og effekt fra kantvegetation) er registreret med ca. 1 - 10 (40) g tørstof pr. m<sup>2</sup> (SPR 449).
- 4) Relativ artsrig vegetation efter oprensning, men uden effekt af træers skygge eller effekt af epifyter (MAR 442, 1975) er registreret (som 1 - 5% af biomasse forud for oprensning): ca. 1 - 10 (max.) g tørstof pr. m<sup>2</sup>.
- 5) Sparganium simplex - vegetation (båndbladsform af enkelt pindsvineknop er enedominant) med nogen skygge på blød bund (nedenstrøms dambrug, MAR 456), registreret med ca. 590 g tørstof pr. m<sup>2</sup> (ca. 500 - 700 g).
- 6) For relativ artsrig vegetation (MAR 446) med effekt af epifyter o.a. (nedenstrøms sø og dambrug) er registreret store forskelle fra år til år, f.eks. 1971/1974 som ca. 50/330 g tørstof pr. m<sup>2</sup>.
- 7) Drivende grøde af afskåret Sparganium simplex (enkelt pindsvineknop, især båndblade) er for 2 km vandløbsstrækning (Lilleå; bredde ca. 5 m) registreret til: total ca. 2200 kg modsvarende standing crop som: ca. 220 g tørstof pr. m<sup>2</sup>.

#### 11.1.8. Næringssalte

Oversigter over prøvetagning/dato/stationer bringes i særlige bilag. Skematiske opstillinger over analyse-resultater bringes

ligeledes i rapportens bilag (vandkemi/periode/station).

I øvrigt er alle analyseresultater indgået i Gudenåudvalgets centrale data-registrering.

Direkte relationer mellem koncentrationer af næringssalte i vandfasen og produktion af grøde-biomasse kan af flere grunde ikke forventes.

Der består i almindelighed heller ikke nogen direkte og simpel relation mellem forekommende mængder af vandløbenes algevegetationer (særligt her som epifyter og trådformede grønalger) og koncentrationer af næringssalte i åvandet.

Imidlertid forekommer der aldrig belastende og langvarige masseforekomster af hverken epifyter eller af de trådformede grønalger ved meget lave P-koncentrationer.

Som vejledende og foreløbig grænseværdi foreslås anvendt ca. 0.05 mg/l total P (middel/vækstperiode), idet denne koncentration ikke nås i de reneste vandløb, som er uden belastende algevegetation.

#### 11.1.9. Vegetationsmæssige aspekter ved mekanisk-fysiske indgreb.

De mekanisk-fysiske indgreb, som enten regelmæssigt i hver vegetationsperiode eller med års mellemrum eller helt ekstraordinært, foretages i vandløbene kan beskrives som: grødeskæring, oprensning (evt. inkl. uddybning) og regulering (evt. inkl. uddybning).

Den status, som på et givet tidspunkt (i en enkelt vegetationsperiode) kan registreres for vegetationen i vandløbene, er i stort omfang bestemt af hvilke indgreb, der har været foretaget på den pågældende vandløbsstrækning.

I et diagram (fig. 9.1.1.) er vist nogle af de for vandløbsvegetationen mest afgørende miljømæssige virkninger af regulering og uddybning, bl.a. vedrørende direkte og indirekte effekter.

I et andet diagram (fig. 9.5.1.) er gengivet en oversigt over visse hovedtræk af den vegetationsdynamik, som i såvel Gudenå-systemet som i andre danske vandløb, særligt foregår som:

- a) effekt af mekanisk-fysiske indgreb (fra nogen grødeskæring til gennemgribende regulering og uddybning).
- b) effekt af forurening (fra byspildevand, dambrug, landbrugsafstrømning o.s.v.).

Visse af de successionsforhold, som er vist i diagrammet (fig. 9.5.1.) kunne sikkert finde sted også under helt naturlige forhold, hvor f.eks. blød bund også kan forekomme.

Men den generelle succession som er vist i diagrammet er en udvikling mod meget ensformige vegetationstyper. Og det er disse ensformige "slutstadier", som under presset af de mekanisk-fysiske indgreb helt dominerer vegetationsudviklingen i dag i et vandløbssystem som Gudenåens.

De hovedlinier i de hyppigst forekommende successionsforhold, som diagrammet skulle illustrere er:

- a) at den forureningsskabte vegetationsudvikling mod mere ensformige og artsfattige vegetationstyper forstærkes kraftigt af alle mekanisk-fysiske indgreb, enten kvalitativt eller kvantitativt.
- b) at den af de mekanisk-fysiske indgreb forvoldte ensformighed og artsfattighed i vandløbsvegetationen forværres, når vandløbet tillige forurenes.

#### 11.1.10. Spildevand/Lilleå/Spørring å.

Den store variationsbredde, både i forureningsmæssig og i reguleringsmæssig henseende, er en væsentlig forudsætning for anvendelsen af Lilleå/Spørring å ved gennemførelsen af intensive undersøgelser.

Tillige må der forudses snarlige forbedringer i den forureningsmæssige status i Lilleå, men også forudses et voksende behov for kontrol med den fremtidige udvikling. Endelig må der forudses behov for yderligere forureningsbekæmpende

indgreb og eventuelt også anden naturforvaltningsmæssig indsats.

I dele af undersøgelsesperioden har der ikke eksisteret veludviklede vegetationstyper på de undersøgte strækninger af Lilleå, især som effekt af spildevandsbelastninger, men i nogle tilfælde antageligt som en kombination af denne effekt og effekten fra de mekanisk-fysiske indgreb.

På visse vandløbsstrækninger, bl.a. Spørring å, synes den biologiske status umiddelbart at være forholdsvis god, når spildevandsbelastningen tages i betragtning.

Dette gælder udelukkende de strækninger, som ikke i særlig grad er belastet af reguleringsindgreb o.lign. Vandløb, der tilhører den morfologiske (uregulerede) type som Spørring å, har en væsentlig større spildevandskapacitet ("selvrensnings-effekt") end f.eks. de stærkt regulerede og uddybede vandløb.

Imidlertid må det erkendes, at vurderingen af den biologiske status traditionelt udføres som en "relativ vurdering", og at adskillige af de i Lilleåsystemet undersøgte strækninger indtil for få år siden havde et endnu mere varieret plante- og dyreliv.

Til belysning af den store forskel mellem Lilleå's nuværende status og rene vandløbs status bringes en opstilling over baggrundsværdier fra omtrent rene vandløb (tabel 10.4.1).

I forbindelse med indsamling af primærdata, særligt vedrørende koncentrationer af næringssalte, er der i Lilleå nedenunder for Hadsten udført flere døgnundersøgelser, som bl.a. belyser fluktuationer, opholdstid og stofomsætning i vandløbet.

Gudenå ved Langå påvirkes i væsentlig grad af Lilleå, og en del af de udførte undersøgelser tilsigter at belyse omfang og karakter af denne effekt. Foruden de i bilags-tabellerne opførte primærdata er forholdet Lilleå/Gudenå belyst i tabel 10.7.1. og 10.7.3. samt i figur 10.7.2.



## 11.2. Særlige konklusioner.

11.2.1. Det varierede dyre- og planteliv, som gennem forureningsbekæmpelsens målsætning søges bevaret og genétableret, er kun i yderst ringe omfang repræsenteret m.h.t. planteliv ved de i Gudenå-vandløbene forekommende vegetationstyper.

To arter, og to hovedtyper af ensformig vandløbsvegetation, dominerer totalt de strækninger, som ikke er vegetationsfrie (nemlig: vandpest og båndbladsformen af enkelt pindsvineknop).

11.2.2. Medens der i moderne naturforvaltning i stor udstrækning indgår anvendelse af viden om vegetationsdynamik (f.eks. ved fredning af lyngarealer) synes der ved beskrivelse af ønskelig biologisk vandkvalitet i danske vandløb ikke at indgå betragtninger vedrørende de successionsforhold, som måtte gælde for dansk vandløbsvegetation.

Ved undersøgelser over Gudenåsystemets vandløbsvegetation bekræftes den almindelige antagelse om, at vandløbsvegetation af de større, rodfæstede vandplanter i særlig grad er afhængig af bundforhold.

Der består en nøje relation mellem: vandhastighed/bundforhold/vegetation. Ved samtlige de mekanisk-fysiske indgreb påvirkes dette indbyrdes forhold i almindelighed således, at der indledes eller forstærkes et successionsforløb, som vil føre mod de ensformige vegetationstyper.

11.2.3. I henseende til den kvantitative udvikling er vandløbsvegetationen kontrolleret af:

- 1) grødeskæring og oprensning, som berører de underjordiske plantedele.
- 2) ændring i bundforhold, f.eks. ved oprensning og regulering.
- 3) forekomst af blød bund/stenet bund o.s.v.
- 4) transport i åvandet og sedimentation af partikulært materiale.
- 5) lysforhold, f.eks. skygge fra træer og anden bredvegetation.
- 6) forekomst af epifytiske mikroalger (kiselalger og andre alger).

- 7) forekomst af større alger (mest som trådformede grønalger).
- 8) indhold i åvandet af f.eks. planktonalger, jernforbindelser (der kan udfældes), humus, o.s.v.

11.2.4. Effekten af spildevandsbelastningen på Gudenå-vandløb kan indirekte have en negativ indflydelse på vandløbsvegetationen ved at begunstige udviklingen af store bestande af epifytiske mikroalger og/eller af trådformede grønalger.

11.2.5. Ved spildevandsbehandlingen i de mekanisk-biologiske renseanlæg opnås særligt en mineralisering, og der udledes herved store stofmængder omfattende uorganiske næringssalte og nogen rest af organisk stof.

Det må i almindelighed forventes, at f.eks. epifytiske alger og trådformede grønalger vil kunne udvikles kraftigt og indgå som dominerende elementer i vegetationen på de vandløbsstrækninger, hvor høje koncentrationer af total-P opnås. Nedenstrøms udledninger fra mekanisk-biologiske renseanlæg vil derfor især forekomme i høj koncentration som uorganiske næringsalte.

11.2.6. I henseende til de aktuelle spildevandsforhold i Lilleå, må det anses for en sandsynlig udvikling, at et højt niveau for næringssaltkoncentrationer (specielt total-P) vil føre til en udvikling med masseforekomster af trådformede grønalger på store strækninger af vandløbet.

### 11.3. Rekommandationer.

11.3.1. Som generelle emner for forureningsrelevante undersøgelser (i relation til "vandløbsvegetation" peges på behov for øget viden særligt vedrørende:

- a) sedimenter og sedimentationsforhold i danske vandløb.
- b) ikke-regulerede vandløb, f.eks. in situ eksperimenter i vandløb, som føres tilbage til en status uden regulering og uden grødeskæring.
- c) epifyters (mikroalgers) og større trådformede algers økologi i danske vandløb; kvalitativt og kvantitativt.

11.3.2. Som lokalitetsbestemte projekter peges på et særligt behov for aktuel og fremtidig kontrol og planlægning vedrørende:

- a) Matstrup å: effekt af spildevandsudledning,  
" fra dambrug,  
" af oprensning og grødeskæring.
- b) Gudenå: udvikling i øvre kildeområder,  
effekt på Randers Fjord.
- c) Lilleå: effekt af spildevandsudledning,  
" fra dambrug,  
indflydelse på nedre dele af Gudenå.
- d) Spørring å: effekt af spildevandsudledning,  
opretholdelse af nuværende status uden reguler-  
ringer og andre mekanisk-fysiske indgreb.

## 12. Litteraturliste

### Håndbøger:

- Brock, T.D. 1966. Principles of Microbial Ecology. - Prentice-Hall, New Jersey.
- Danmarks Natur, 1971, Bd. 5. - Politikens Forlag.
- Fenchel, T. 1973. Almen økologi. - Akademisk Forlag.
- Fenchel, T. & Henningsen B.B. 1974. Manual of Microbial Ecology - Akademisk Forlag.
- Hynes, H.B.N. 1972. The Ecology of Running Waters. - Liverpool University Press, G.B.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology, 3 udg. - W.B.Saunders, U.S.A.
- Ruttner, F. 1975. Fundamentals of Limnology, 3 udg. - University of Toronto Press.
- Sculthorpe, C.D. 1971. The Biology of Aquatic Vascular Plants. - Edward Arnold, G.B.
- Sparks, B.W. 1969. Geomorphology. - Longmans, Green and Co., LTD. G.B.
- Stanier, R.Y., Dandoroff, K., Adelberg, E.A. 1971. General Microbiology. - The Macmillan Press. LTD., G.B.
- Imhoff, K. 1954. Taschenbuch der Stadtteut - Wässerung, 15. udg. - München.

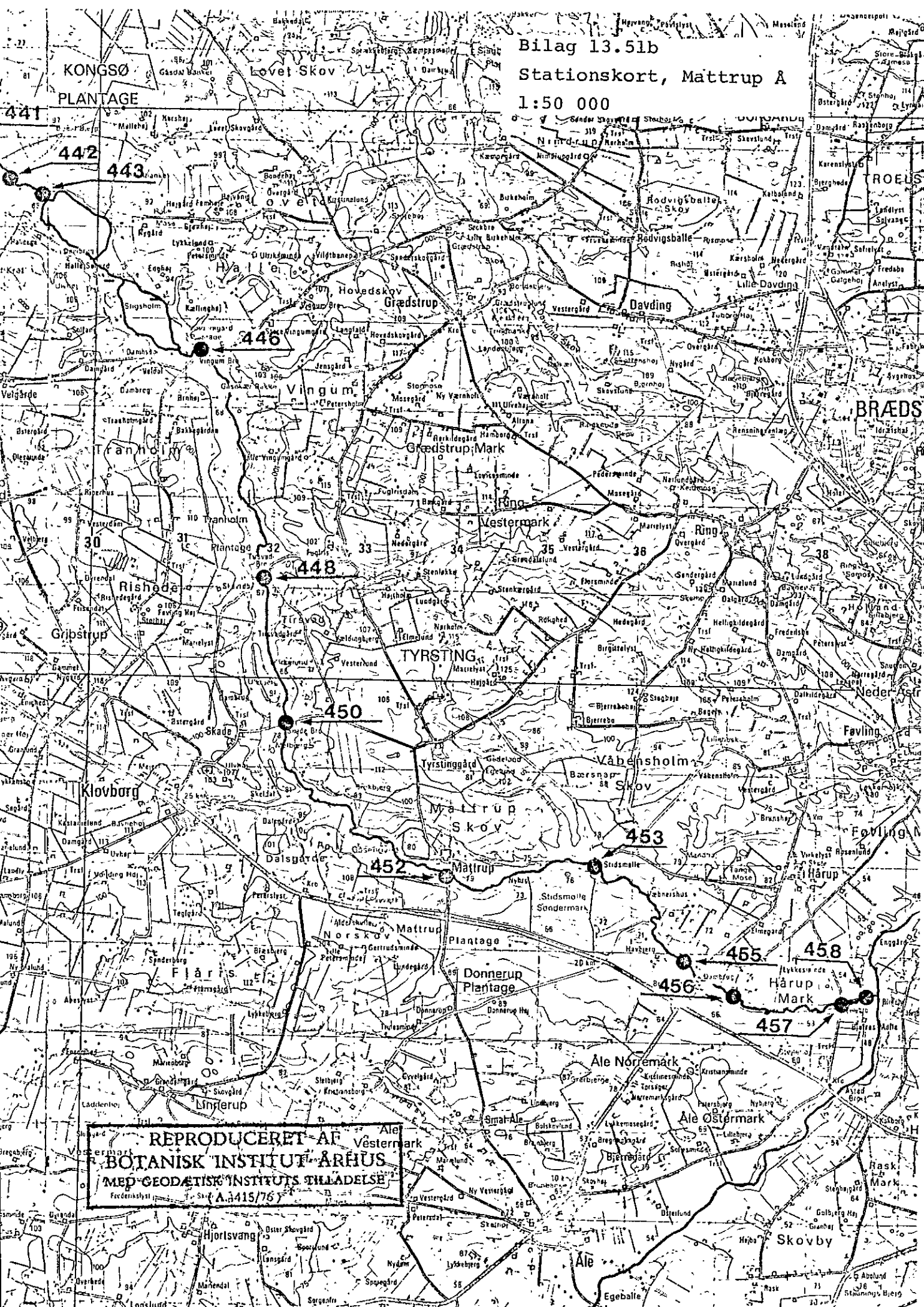
### Bestemmelsesværker:

- Bourrelly P. 1968 - 1972. Les algues d'eau douce 1 - 3. - N. Boubée & Cie, Paris.
- Christensen, T. 1966. Alger 2. udg. - Munksgaard, København
- Lid, J. 1974. Norsk og Svensk Flora, 4. udg. - Det Norske Samlaget.
- Raunkiær, C. 1895-99. De danske blomsterplanters Naturhistorie I, Enkimbladede. - København.
- Rostrup/Jørgensen 1973. Den danske flora, 20 udg. - Gyldendal,

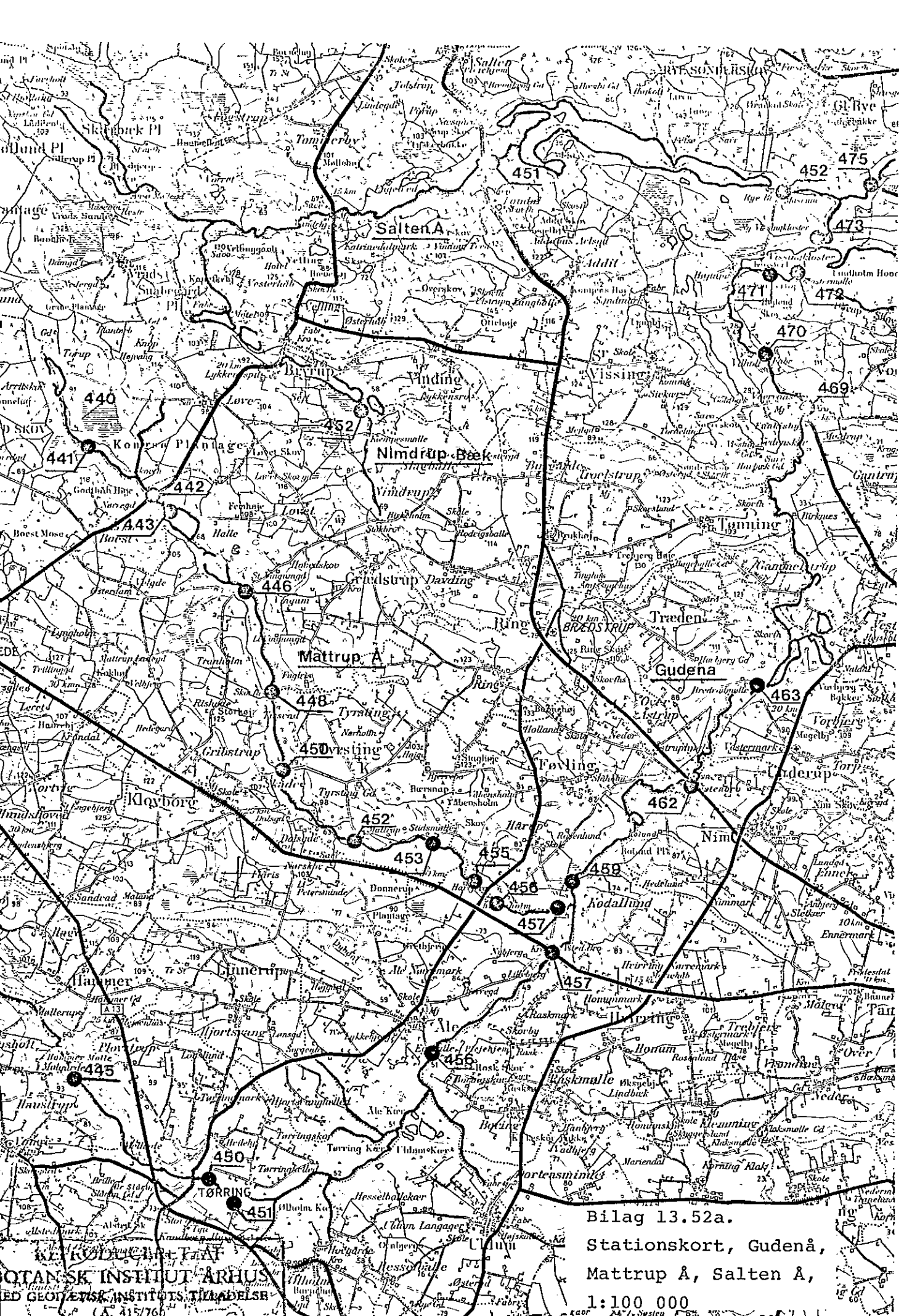
Artikler m.v.:

- Breitenbauch, Kn.E. 1975. Primærproduktion og biomasse af periphyton i ferskvand. - Specialeopgave ved Bot.Inst., Århus Universitet.
- Larsen, V. 1973. Undersøgelser over vegetationen i vandløb. - Særtryk af Hedeselskabets Tidsskrift nr. 5, 1973.
- Mathiesen, H., Schierup H.H. 1973. Undersøgelser over koncentrationen af næringssalte i vandløb og søer samt sedimentundersøgelser m.v. - Gudenåundersøgelsen 1972. Delrapport fra Bot.Inst. Århus Universitet.
- Riemann B. 1976. Eutrofiering af Mossø. Limnologiske undersøgelser over søens belastning med næringssalte samt forekomst af horizontale forskelle i eutrofieringseffekt. - Bot.Inst. Århus Universitet.
- Thorbek, M. 1971. Miljøfaktorer i relation til macrophytvegetationens udbredelse og stofproduktion i Mattrup Å. - Specialeopgave ved Bot.Inst. Århus Universitet.
- Thyssen, Niels, 1976. Iltforhold i rindende vand med speciel relation til makrofyternes rolle som iltforbrugere. - Specialeopgave ved Bot.Inst. Århus Universitet.
- Wong, S.L. & Clark, B. 1976. Field Determination of the Critical Nutrient Concentrations for Cladophora in Streams. - J.Fish. Res.Board.Can. 33: 85-92.
- Olsen, C. 1954. Hvilke betingelser må være opfyldte, for at *Helodea canadensis* kan opnå den optimale udvikling, der er årsag til den massevisse optræden i naturen. - Bot.Tidsskr. 51 Bind, København.

Bilag 13.51b  
Stationskort, Mattrup A  
1:50 000



REPRODUCERET AF VESTERMARKE  
BOTANISK INSTITUT ÅRHUS  
MED GEODÆTISKE INSTITUTS TILLADELSE  
Fæderiksstien 11 - 8000 Århus C - Tlf. 4415/76



Bilag 13.52a.

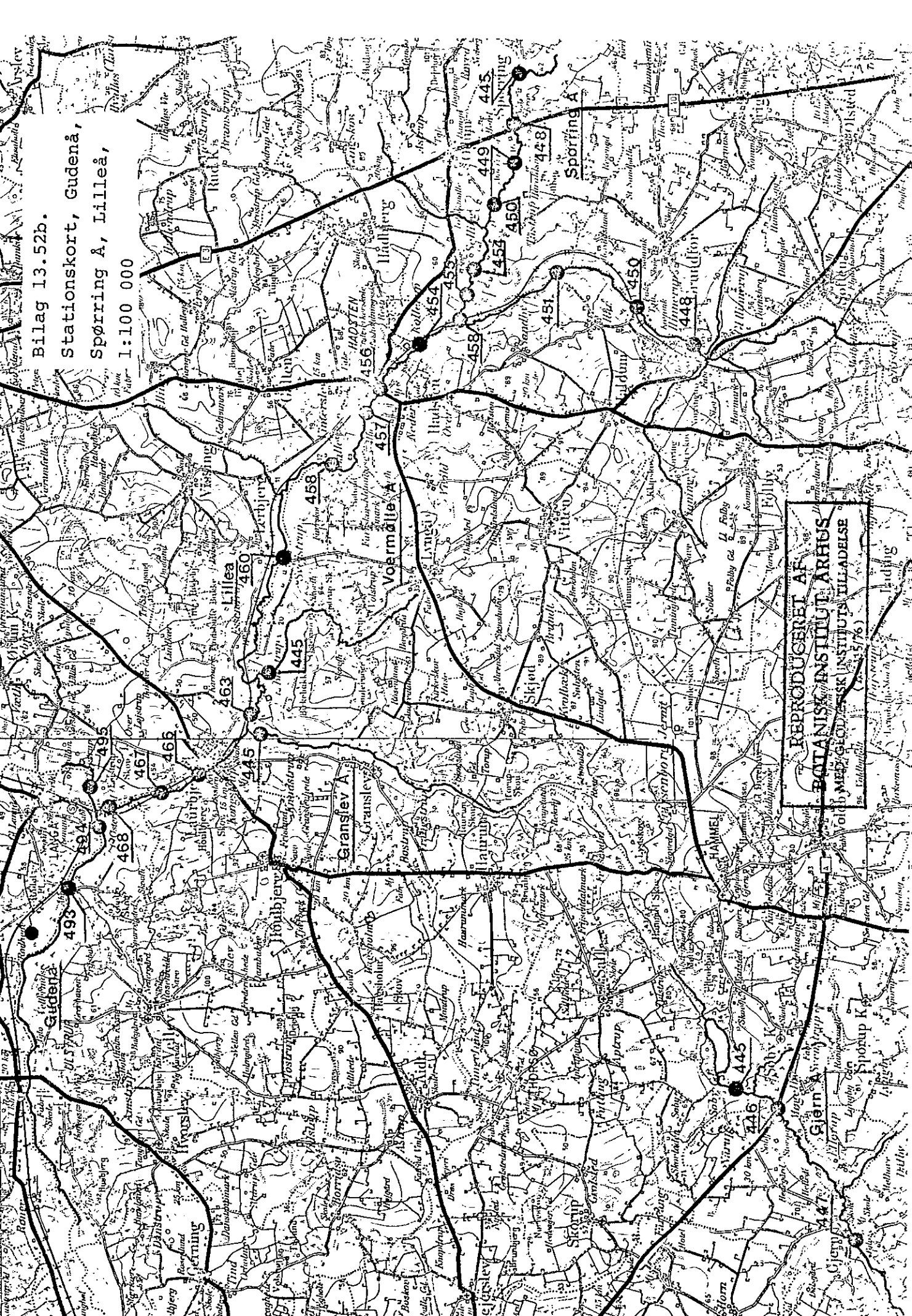
Stationskort, Gudena,  
Mattstrup A, Salten A,

1:100 000

Bilag 13.52b.

Stationskort, Gudena,  
Spørring Å, Lilleå,

I:100 000



REPRODUCERET AF  
BOTANISK INSTITUT, ÅRHUS  
TOLD MED GLØDDESK INSTITUT, BILADESE  
(1957/6)