



STOFTRANSPORT I GUDENÅEN

1974 – 1993

REGISTERBLAD

- Udgiver: Gudenåkomitéen,
c/o Århus Amt,
Natur- og Miljøkontoret,
Lyseng Allé 1,
8270 Højbjerg.
- Udgivelsesår: 1995.
- Forfatter: Lisbeth Wiggers.
- Layout: Mette Mogensen.
- Emneord: Vandløb, søer, eutrofiering, stoftransport,
kvælstof, fosfor, organisk stof, retention,
denitrifikation, kildeopsplitning, spildevand,
landbrug, dambrug, Gudenåen.
- English Title: Transport of nutrients and organic matter in
River Gudenå 1974-1993.
- Keywords: Streams, lakes, eutrophication, discharge,
nitrogen, phosphorous, organic matter,
retention, denitrification, waste water,
agriculture, fish farming, River Gudenå.
- Format: A4.
- Sidetæl: 140.
- Oplag: 700.
- ISBN: 87-7295-446-9.
- Forsidefoto: Lars Nygaard. Gudenåen (Remstrup Å) ved
Silkeborg
- Tryk: Århus Amts Trykkeri.

TEKNISK RAPPORT

STOFTRANSPORT I GUDENÅEN
1974 – 1993

Indholdsfortegnelse

0. Sammenfatning	5
1. Indledning og formål	9
2. Oplandet til Gudenåen og Randers Fjord	11
3. Stoftransport i Gudenåens vandsystem	15
Udviklingen fra 1974 til 1993	15
Gudenåen, Voervadsbro	16
Tåning Å, Fuldbro Mølle	17
Gudenåen, Ry Mølle	18
Gudenåen, Tvillum Bro	19
Gudenåen, Ulstrup	20
Nørre Å, Fladbro	21
Gudenåen, A-10	22
Alling Å, Ringvejsbroen	23
Udviklingen i kvælstofafstrømningen	24
Udviklingen i fosforafstrømningen	26
Udviklingen i indholdet af organisk stof og total ammonium	26
Stoftransport i 1993	28
Stofkoncentrationer i Gudenåens hovedløb, 1993	28
Spildevandsbelastning	30
4. Omsætning og tilbageholdelse i Gudenåsystemet	31
Kvælstof.....	31
Fosfor	32
5. Kildeopsplitning	35
6. Fosfor og kvælstofbelastning efter indgreb mod næringsstofkilderne	39
Kvælstoftransport efter reduktion af belastningen	39
Fosfortransport efter reduktion af belastningen	39
Betydning for søerne og Randers Fjord	44
7. Afslutning	45
8. Referencer	47
9. Bilag	49

0. Sammenfatning

Gudenåens opland strækker sig over de tre amter, Vejle Amt, hvor Gudenåen udspringer, Århus Amt med hovedparten af oplandet og udløbet i Randers Fjord samt Viborg Amt, hvorfra bl.a. Nørreåen, det største tilløb til Gudenåen kommer.

Allerede i begyndelsen af 70'erne indledte de tre amter et samarbejde med henblik på at koordinere indsatsen mod forureningen af Gudenåen og Randers Fjord. Samarbejdet fortsattes i dag i Gudenåkomitéen.

Formålet med denne opsamling på de foreliggende målinger og resultater er

- at beskrive den udvikling, der er sket - primært i næringsstoftransport og -indhold - som følge af forbedret spildevandsrensning m.v.,
- at belyse den nuværende tilstand, herunder de enkelte næringsstofkilders relative betydning,
- at give et bud på den fremtidige tilstand, dels med den nuværende belastning og dels med reduceret næringsstofbelastning.

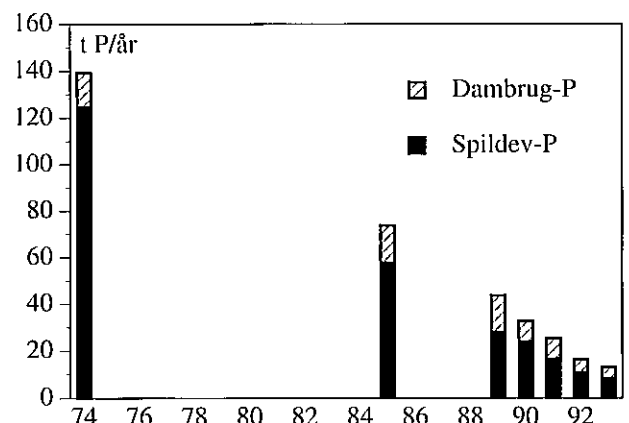
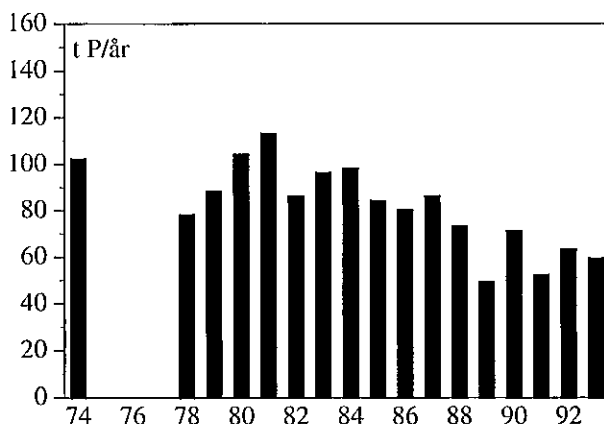
I langt de fleste søer og fjorde er det primært tilførslen af fosfor, der er afgørende for, hvorledes den miljømæssige tilstand bliver. Som følge heraf har man i Gudenåkomité-samarbejdet fokuseret på at få nedbragt

fosforbelastningen - hovedsageligt ved at sænke fosforbelastningen fra byspildevand.

Hvordan har udviklingen været?

For langt de fleste målestationer i Gudenåens opland er der sket et fald i fosfortransporten og i fosforkoncentrationen. Mest tydeligt er faldet opstrøms de større søer og i de tilløb, hvor der ikke ligger søer opstrøms målestationerne. Faldet hænger sammen med, at der er sket en væsentlig reduktion i fosforudledningen fra byspildevand og dambrug. For hele oplandet til Randers Fjord er belastningen fra byspildevand og dambrug reduceret fra omkring 400 t/år til knap 40 t/år - en reduktion på 90%. For mange af vandløbsstationerne er stoftransporten dog ikke reduceret i samme grad som punktkildebelastningen. På grund af tidligere tiders store fosforbelastning af søerne, tilbageholder søerne mindre fosfor end de ellers ville gøre, indtil overskudslagrene af fosfor er nedbragt, og søerne kommer i en ny ligevægtstilstand.

Det fald, der ses i fosfortransporten, har resulteret i et fald i koncentrationen - i første omgang ved Tvilum på grund af fosforfjernelse fra Silkeborgs spildevand. Fra 1985 til 1989 ses der et generelt fald i koncentrationen langs hovedløbet, dog mindst ved A-10 på grund af den fortsat store spildevandsbelastning. Fra 1989 til 1993 er koncentrationen ved A-10 faldet markant, hovedsageligt en effekt af bedre fosforfjernelse i Viborg.



Transporten af fosfor ved Tvilum Bro samt belastningen med fosfor fra byspildevand og dambrug gennem årene.

Kvælstoftransporten er stærkt afhængig af vandafstrømningen de enkelte år. En udvikling i kvælstoftransporten kan derfor ikke bedømmes uafhængigt af vandafstrømningen. I en række landbrugsoplande har kvælstofafstrømningen i de senere år ligget på et højere niveau end gennemsnittet før 1987-88, når der tages højde for de forskelle, der skyldes variationen i nedbør og vandafstrømning.

Kvælstofbidraget fra spildevand, der kun udgør en lille del af den samlede belastning, har stort set været uændret gennem tiden.

Tilstanden i 1993

Fosfortransporten er i 1993 nedbragt til et niveau, hvor fosforkoncentrationen i Gudenåens hovedløb ligger mellem 100 µg/l og 120 µg/l på de fleste stationer. Fosfortransporten er afhængig af den samlede belastning fra punktkilder og fra landbrugs- og naturbidraget (det diffuse fosforbidrag). Herudover spiller fosfortilbageholdelsen (eller -frigivelsen) i søerne en rolle. I 1993 er fosfortilbageholdelsen opstrøms Ry Mølle og opstrøms Tvilum Bro beregnet til at være knap 30% af den samlede belastning og for Gudenåen til A-10 knap 40%.

Ved opgørelse af de enkelte fosforkilders relative betydning er der taget højde for den fosfortilbageholdelse, der finder sted i søerne. Kildeopsplitningen er foretaget på den samlede belastning fra diverse punktkilder plus et beregnet diffust fosforbidrag. Kildeopsplitningen for 1993 viser i store træk, at omkring en tredjedel af den samlede fosforbelastning stammer fra punktkilderne samt spredt bebyggelse, en tredjedel fra landbrugsbidraget og den sidste tredjedel fra det naturlige baggrundsbidrag. Opstrøms Tange Sø udgør punktkildebidraget lidt mindre end en tredjedel og landbrugsbidraget tilsvarende mere. Landbrugsbidraget er her beregnet til at være omkring fire gange større end bidraget fra byernes spildevand. For den samlede belastning til Randers Fjord udgør punktkildebidraget lidt mere end en tredjedel af den samlede belastning - og landbrugsbidraget tilsvarende mindre. Dette skyldes en mindre effektiv fosforfjernelse fra byspildevandet i de større byer nedstrøms Tange Sø.

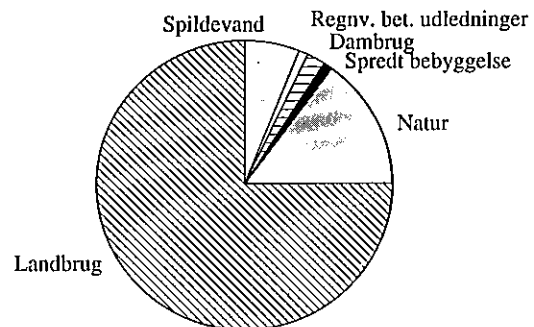
Fordelingen af fosfor på de forskellige kilder er ændret kraftigt gennem tiden. Tidligere har punktkildebidraget - hovedsageligt fra byspildevand - været langt den største fosforkilde. På grund af den effektive spildevandsrensning på mange af de større anlæg, er denne fosforkilde

nedbragt så meget, at landbrugsbidraget i dag er den væsentligste fosforkilde.

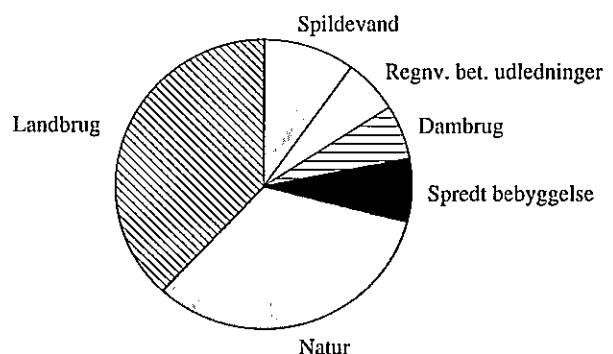
Kvælstoftransporten i 1993 ligger på samme niveau som tidligere år, når der tages forbehold for de variationer, der skyldes vandføringen. Kvælstofkoncentrationen i hovedløbet ligger gennemgående på 2,5 mg/l til 5 mg/l. Dette er lavt i forhold til, hvad der findes i øvrige oplande, men skyldes at der i søerne foregår en stor kvælstoffjernelse. Omkring halvdelen af den kvælstofmængde, der tilføres i oplandet, vil forsvinde ved kvælstoffjernelse i søerne. For tilløb uden søer, f.eks. Knud Å, Sophindal og Alling Å, Fløjstrup, ligger kvælstofkoncentrationen væsentligt højere.

Som for fosfor er opgørelsen af de enkelte kvælstofkilders relative betydning baseret på den samlede belastning opstrøms målestationen. Landbrugsbidraget er langt den største kvælstofkilde, idet det udgør godt tre fjerdedele af belastningen. Punktkilderne udgør samlet knap 10%.

Kvælstof 1993



Fosfor 1993



De enkelte kvælstof- og fosforkilders relative betydning ved Tvilum Bro i 1993.

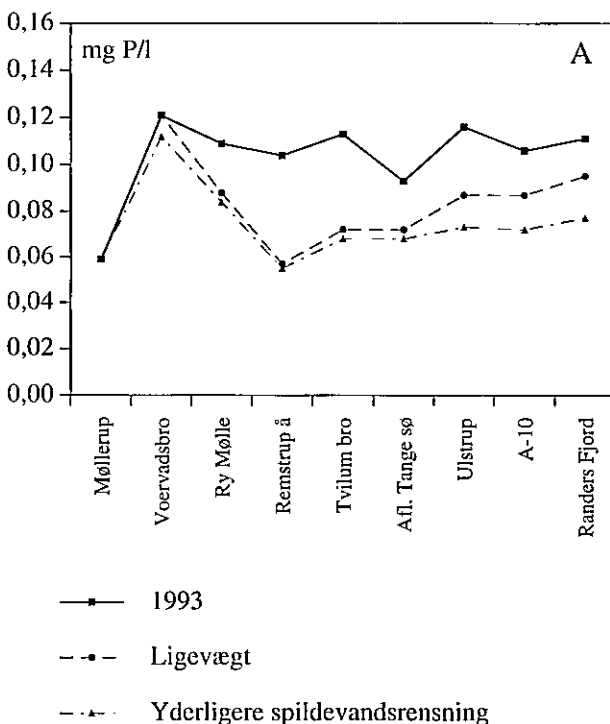
Tilstanden frem over med uændret og med reduceret belastning

Selvom fosforbelastningen generelt er nedsat væsentligt, ses der endnu ikke den fulde effekt, idet der stadig ligger store fosfordepoter på bunden af mange søer.

For kvælstof er der ikke en tilsvarende forsinkelse af effekten, idet der ikke frigives kvælstof til vandet fra søernes bund.

Ud fra kendskabet til, hvor stor fosfortilbageholdelsen vil være i en sø i ligevægt kan beregnes den koncentration, der vil kunne opnås under forskellige belastningsforhold. Ved uændret belastning vil der, når søerne er færdige med at aflaste overskudslagrene af fosfor være en fosforkoncentration mellem 60 µg/l og 90 µg/l i hovedløbet fra Ry Mølle til A-10 og en smule højere koncentration i den samlede tilledning til Randers Fjord. Dette er 20-40 µg/l under den nuværende koncentration.

Ikke alle rensningsanlæg opfylder i dag Gudenåkomitéens generelle anbefalinger til spildevandsrensning. Hvis alle anlæg som minimum opfylder disse krav, vil koncentrationen i hovedløbet fra Ulstrup til Randers

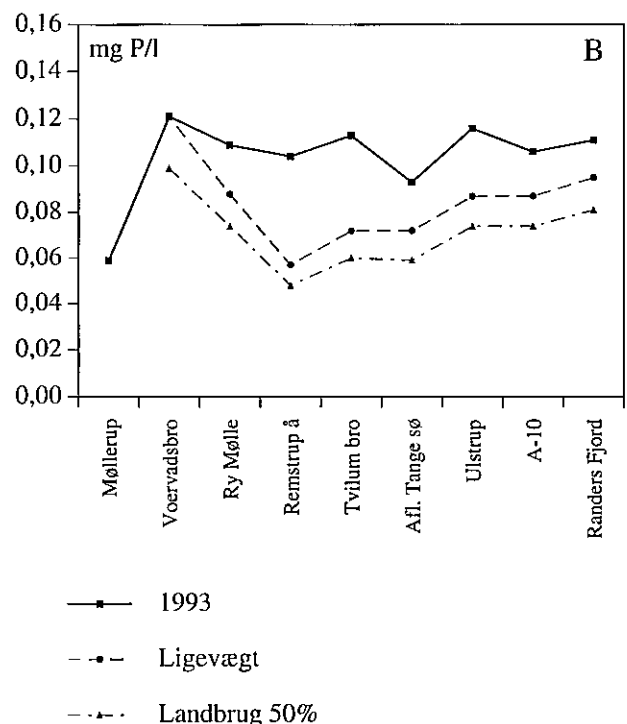


A: Fosforkoncentrationen gennem Gudenåens hovedløb i 1993 sammenholdt med den koncentration, der vil kunne opnås, når søerne er i ligevægt, samt den koncentration væsentligt skærpede krav til spildevandsrensning vil kunne give.

Fjord kunne reduceres med omkring 5 µg/l, mens der ikke vil ske nogen ændringer opstrøms Tange Sø. Forudsætningen for denne beregnede fremtidige tilstand er imidlertid, at de anlæg, der i 1993 har en væsentlig bedre fosforfjernelse end kravværdierne angiver, fortsat renser lige så godt.

Ved yderligere at skærpe kravene til spildevandsrensning på de store rensningsanlæg væsentligt, vil der kunne opnås en reduktion af koncentrationen nedstrøms Ulstrup på omkring 15 µg P/l og ca. 10 µg P/l ved Voervadsbro, mens der stort set ikke vil kunne registreres nogen ændring fra Ry Mølle til afløbet fra Tange Sø. Generelt set betyder dette, at der kun vil kunne opnås mindre forbedringer i koncentrationen i hovedløbet opstrøms Tange Sø ved forbedret spildevandsrensning. Fosfortransporten og -koncentrationen fra Ulstrup til Randers Fjord kan fortsat sænkes ved spildevandsrensning. Hensyn til lokale vandområder kan dog betyde, at spildevandsrensning fra visse anlæg bør forbedres - også opstrøms Tange Sø.

Som vist tidligere er landbrugsbidraget i dag den største fosforkilde. Som eksempel er gennemregnet hvilken effekt en halvering af landbrugsbidraget vil have på



B: Som A, men med halveret landbrugsbidrag i stedet for reduceret spildevandsbelastning.

fosforkoncentrationen. En halvering af landbrugsbidraget vil give en reduktion i fosforkoncentrationen på omkring 15 $\mu\text{g P/l}$ i hele hovedløbet, også opstrøms Tange Sø. Ved Randers Fjord vil reduktionen i koncentrationen svare til, hvad en meget effektiv fosforfjernelse på alle større anlæg vil give.

Landbrugets fosforbidrag stammer for en stor del fra overfladisk afstrømning fra markerne. Skrånende arealer ned mod vandløb og søer vil være mest erosionstruede, og ligeledes kan brinkerrosion forårsaget af jordbearbejdning tæt på vandløbene forøge landbrugsbidraget. En overholdelse af 2 m bræmmerne vil være et første skridt mod at reducere landbrugsbidraget.

Ved en kombination af effektiv spildevandsrensning og reduceret landbrugsbidrag, vil ligevægtskoncentrationen ved udløb til Randers Fjord kunne reduceres til omkring 60 $\mu\text{g P/l}$ og koncentrationen langs hovedløbet vil ligge omkring 50-70 $\mu\text{g P/l}$ på de fleste stationer.

Miljømæssig betydning

En reduktion i fosfor- og kvælstofbelastningen vil få betydning for miljøet i søerne og Randers Fjord. I en fremtidig situation vil langt de fleste søers algeproduktion være begrænset af fosfor. Biologisk er søerne i dag karakteriseret ved stor algeopblomstring af bl.a. blågrønalger om sommeren, ingen eller sparsom bundvegetation og mange små aborrer, skaller og brasener. Såfremt fosforbelastningen reduceres, vil algeopblomstringen blive mindre, bundvegetationen vil efterhånden få mulighed for at brede sig og fiskesammensætningen vil ændres således, at der kommer flere rovfisk som store aborrer og gedder.

Undersøgelser i en lang række søer har vist, at overgangen fra en tilstand, hvor søen er domineret af algeopblomstringer og uklart vand til en klarvandet sø med en mere varieret biologisk struktur typisk vil ske, når fosforkoncentrationen bringes ned omkring 80-100 $\mu\text{g P/l}$. Koncentrationen i størstedelen af Gudenåens hovedløb ligger i dag højere end dette. Når fosforafkastningen ad åre aftager fra søerne, vil man imidlertid nå ned på et niveau, der betinger en god miljøtilstand i søerne i hovedløbet og i Skanderborg Sø og Mossø.

Randers Fjord er i dag ikke næringssaltbegrænset. En mindre tilførsel af næringssalte forventes fremover at kunne gøre de ydre dele af fjorden næringssaltbegrænset. Fjordens fremtidige miljøtilstand vil afhænge både af kvælstof- og fosfortilførslen. I og med at algeproduktionen i søerne forventes at blive mindre, vil også tilførslen af organisk stof til Randers Fjord falde, til gavn for fjordens miljø.

Selvom en yderligere reduktion af den eksterne fosforbelastning ikke umiddelbart vil give fuld effekt på grund af søerne, vil den få betydning ved, at den tid det vil tage inden søerne når en ny og bedre miljøtilstand vil blive kortere, og slutsituationen vil blive bedre.

1. Indledning og formål

Gudenåens opland strækker sig over de tre amter, Vejle Amt, hvor Gudenåen udspringer, Århus Amt med hovedparten af oplandet samt Viborg Amt, hvor vandløbet efter at have forladt Århus Amt gennemløber Tange Sø. Efter Tange Sø vender Gudenåen igen tilbage til Århus Amt inden udløbet i Randers Fjord.

Formålet med denne rapport er:

- at beskrive den udvikling, der er sket i stoftransport og -indhold i Gudenåen bl.a. som følge af forbedret spildevandsrensning,
- at belyse den nuværende tilstand, herunder de enkelte næringsstokilders relative betydning,
- at give et bud på den fremtidige tilstand, dels med den nuværende belastning og dels med reduceret næringsstofbelastning.

Hovedvægten er lagt på målestationer i selve Gudenåens hovedløb og i større tilløb, selvom der bl.a. i forbindelse med søundersøgelser også måles i en del mindre vandløb. Dette afrapporteres særskilt i diverse sørapporter.

Gudenåundersøgelsen 1973-75

Forud for denne afrapportering ligger flere store undersøgelser og afrapporteringer. Allerede i 1973-75 blev der gennemført en omfattende undersøgelse af Gudenåens vandsystem, for at belyse forureningstilstanden og forureningskilderne. Med baggrund i dette blev fastsat de første planer for indsats mod forureningen. Undersøgelserne i 1973 blev iværksat af Gudenåudvalget, der bestod af politikere og teknikere fra amter og kommuner i Gudenåens opland. Størstedelen af undersøgelserne blev udført af Vandkvalitetsinstituttet (1976) og Enviroplan (1976). På baggrund af undersøgelserne anbefalede Gudenåudvalget foranstaltninger for at mindske forureningen af søer og vandløb, bl.a. fosforfjernelse fra spildevandet fra alle byer over 500 personer opstrøms Tange Sø (Gudenåudvalget 1978).

Fra 1978 og frem genoptog amterne regelmæssige målinger ved alle større vandløbsstationer, således at der stort set findes sammenhængende tidsserier tilbage fra 1978.

Gudenåkomitéen

Den videre indsats mod forureningen af vandsystemet er siden 1980 forestået af Gudenåkomitéen, som består af amtsrådsmedlemmer fra Århus, Viborg og Vejle Amter og én repræsentant for kommunerne i hver af de tre amter. Desuden er de tre miljøchefer i amterne medlemmer.

Resultaterne fra stoftransportmålingerne og punktkildebelastning fra årene frem til og med 1985 er blevet afrapporteret i: Stoftransport i Gudenåen 1974-85 (Gudenåkomitéen, 1987). Derudover er resultater vedrørende søer i Gudenåsystemet, fisk i Gudenåen m.v. afrapporteret i særskilte rapporter, som fremgår af litteraturlisten.

2. Oplandet til Gudenåen og Randers Fjord

Gudenåen er Danmarks længste vandløb med en længde på 160 km fra udspringet ved kilderne i Tinnet Krat i Vejle Amt til udløbet i Randers Fjord. Oplandet til Gudenåen inklusive alle større og mindre tilløb er 2.603 km², mens oplandet til hele Randers Fjord er 3.264 km².

En stor del af oplandet - 78% - er opdyrket, 16% henligger som skov og 3% som ferskvandsareal (opgørelser ifølge Arealdatakontoret, Vejle).

Sandjord og lerblandet sandjord er de dominerende jordtyper, specielt i den vestlige del af oplandet, mens jordbunden generelt er mere leret i den østlige del af oplandet.

I tabel 2.1 er arealanvendelse og jordbundsforhold i en række hovedoplande opsummeret. Vandafstrømningen i oplandet er generelt høj - omkring 400 mm årligt. Dette hænger først og fremmest sammen med den høje nedbør over den jyske højderyg, men i nogle af de vestfra kommende tilløb, specielt Funder Å, finder der desuden en

del grundvandstyveri sted fra de tilgrænsende oplande mod vest. Ses på deloplande til Gudenåen og Randers Fjord, er vandafstrømningen dog langt fra ens. De østligere dele af oplandet har mindre vandafstrømning, hvilket hænger sammen med en lavere nedbør.

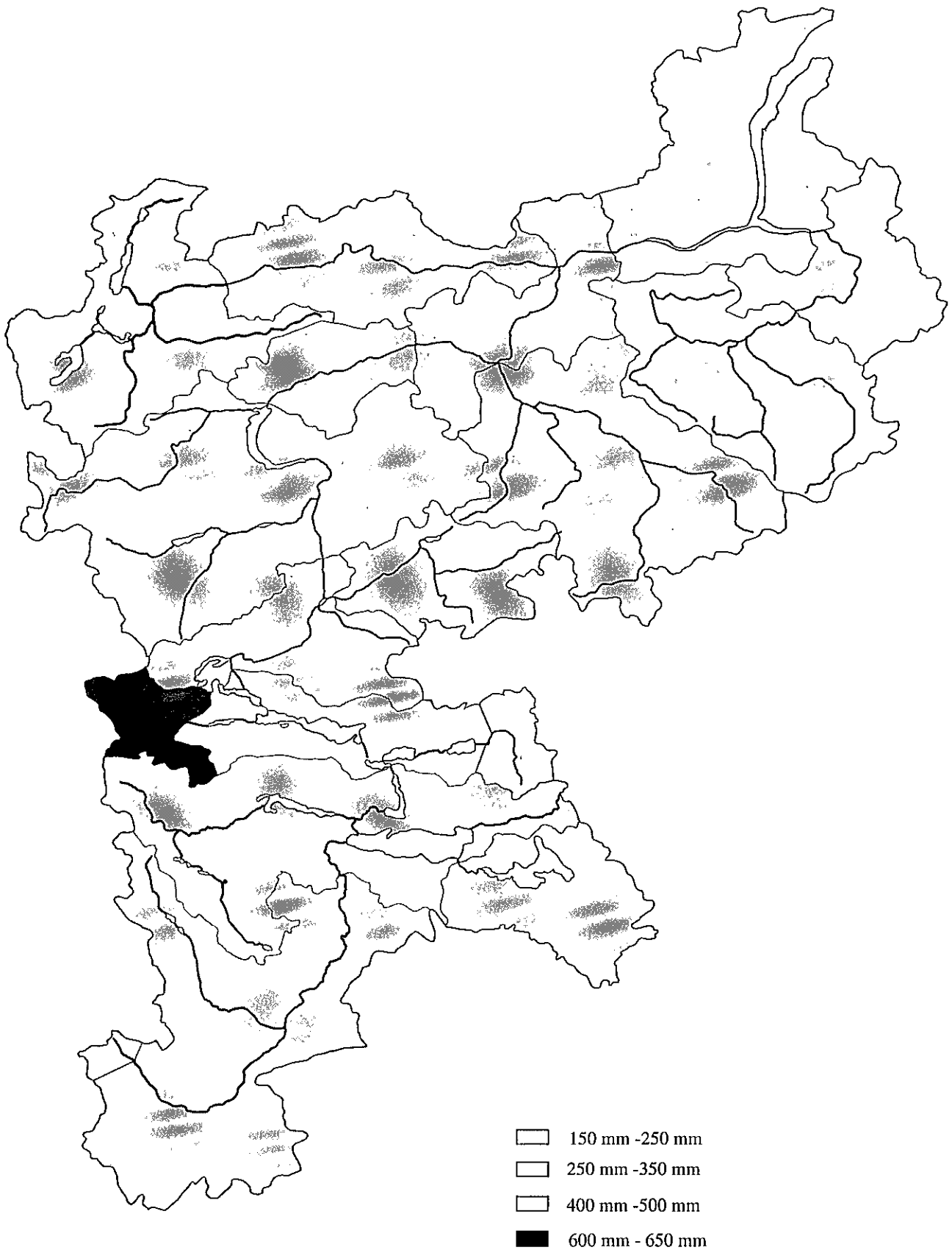
De vestlige dele af oplandet (f.eks. Funder Å og Salten Å) adskiller sig endvidere fra de østlige dele ved, at grundvandsandelen i vandtilførslen er større. Dette skyldes hovedsageligt jordbundsforholdene, idet der foregår en større grundvandsnedsvivning i sandede jorde end i mere lerede jorde. Desuden spiller grundvandstyveriet vest fra en rolle. Konsekvensen af dette for vandafstrømningen er en mindre variation over året og dermed relativ større sommer vandføring i forhold til i f.eks. Knud Å og Alling Å, der ligger i den østlige men lerede del af oplandet. I de lerede oplande, vil en større del af vandet afstrømme overfladisk eller overfladenært, hvilket afspejles i de målte stofkoncentrationer og -transporter.

Opland	Topografisk opland, km ²	Grovsandet jord, F1 %	Finsandet jord, F1 %	Lerblandet sandjord, F3 %	Sandblandet lerjord, F4 %	Lerjord, F5 %	Svær lerjord, F6 %	Humusjord, F7 %	Special type, F8 %	Skov %	Ferskvand %	Andet %	Dyrket %	Udyrket %
Gudenå, Voervadsbro	377	33	0	36	23	3	0	5	0	12	1	2	85	15
Salten Å, Salten Bro	122	28	0	33	5	0	0	2	0	27	1	4	68	32
Gudenå, Ry Mølle	817	23	0	29	17	2	0	4	0	17	4	4	76	24
Funder Å, Funderholme	49	31	0	31	0	0	0	3	0	32	0	3	65	35*
Knud Å, Sophiendal	32,2	3	0	44	37	3	0	3	0	9	0	0	91	9
Gudenå, Tvillum Bro	1282	20	0	30	16	1	0	3	0	19	4	7	71	29
Gudenå, Ulstrup	1790	23	0	47	24	2	0	4	0	17	4	14	65	35
Lilleå, Løjstrup	301	0	0	38	35	4	3	4	0	13	0	3	83	17
Nørre Å, Fladbros	406	20	0	46	4	1	1	10	0	12	2	4	81	19
Gudenå, A-10	2603	15	0	37	18	1,4	0,6	4,4	0	16	2,8	3	77	23
Allingå, Fløjstrup	238	6	1	58	13	4	2	7	0	7	0	2	90	10
Alling Å, Allingåbro	337	11	2	51	9	3	1	10	0	10	0	3	87	13

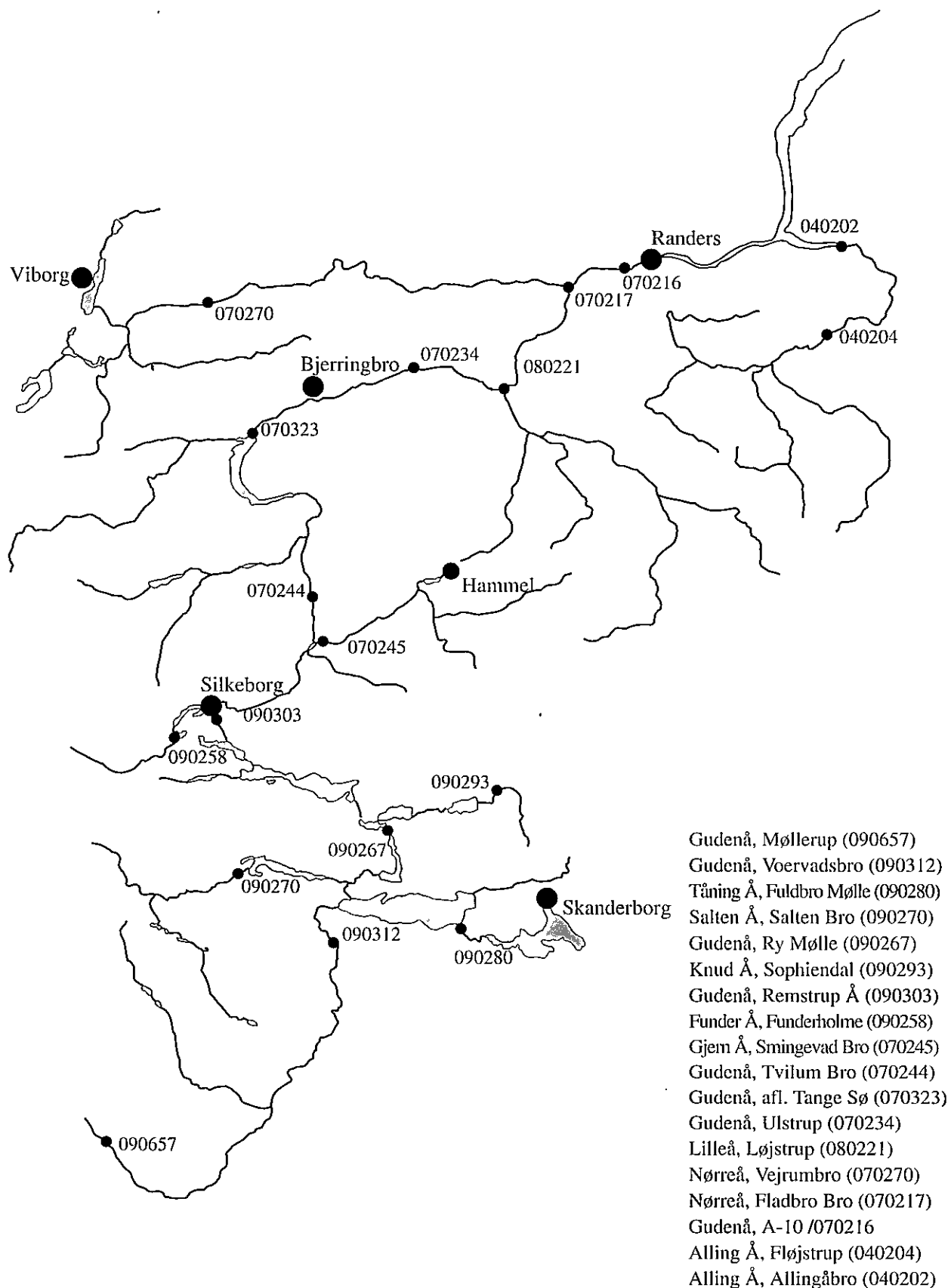
* Skønnet fordeling: 50% dyrket og 50% udyrket.

Tabel 2.1

Arealanvendelse og jordbundsforhold i en række deloplande i Gudenåens vandsystem (opgørelser ifølge Arealdatakontoret, Vejle).



Figur 2.1
Vandafstrømning i 1993 i deloplande i Gudenåens vandsystem.



Figur 2.2

Hovedmålestationer i oplandet til Randers Fjord, der indgår i afrapporteringen.

Vandafstrømningen på årsbasis (1993) er vist i figur 2.1.

Belastningen fra punktkilder i oplandet stammer for en stor del fra byernes spildevand. Lokalt kan dambrugsbelastningen dog også have stor betydning for vandløb og nedstrøms beliggende søer. Totalt er der i 1993 målt en spildevandsproduktion fra byerne svarende til knap 550.000 PE.

Den relative betydning af fosforbelastningen fra spredt bebyggelse, regnvandsbetingede udledninger og ikke mindst fra landbrugsarealerne er dog blevet større i takt med, at spildevandet i dag renses bedre.

I figur 2.2 er vist hovedmålestationer i oplandet til Randers Fjord samt de største byer i oplandet.

3. Stoftransport i Gudenåens vandsystem

De stoffer, der primært er årsag til forureningsproblemer i vandløb, søer og kyst- og havområder, er organisk stof samt næringsstofferne fosfor og kvælstof.

I vandløbene er det især vandets indhold af letnedbrydeligt organisk stof, der virker forurenende således, at vandløbets biologiske tilstand forringes. Måling af koncentrationer og tilførsler af organisk stof bidrager til at belyse årsager til eventuelt utilfredsstillende forureningsstilstand i vandløb. Kvælstof- og fosforkoncentrationerne har derimod ingen væsentlig indflydelse på vandløbenes forureningsstilstand.

I søer, fjorde og havområder er det derimod belastningen med fosfor og kvælstof, der udgør det største forureningsproblem.

Når næringsstofftilførslerne øges ud over det naturlige niveau, sker der en overgødsning (eutrofiering) af disse vandområder, typisk med større algemængde og mere uklart vand til følge og eventuelt større iltsvind ved bunden. Næsten alle søer er eller kan blive fosforbegrænsede - d.v.s. at den miljømæssige tilstand især er bestemt af, hvor store fosformængder, der tilføres. De åbne havområder (Kattegat) er primært kvælstofbegrænsede, mens produktionen i fjord- og kystområder kan være styret både af fosfor og kvælstof.

Tilførsel af organisk stof, bl.a. i form af alger fra opstrøms liggende søer, kan dog også virke forurenende i søer og fjorde.

I det følgende vil hovedvægten blive lagt på beskrivelse af fosfor- og kvælstoftransport og -dynamik i Gudenåsystemet, da disse næringsstoffer er de væsentligste faktorer, der påvirker den miljømæssige tilstand i Gudenåsystemets mange søer samt i Randers Fjord.

Den biologiske tilstand i Gudenåens hovedløb beskrevet ved forureningsgradsbedømmelser vil blive afrapporteret særskilt. For den miljømæssige tilstand i søerne henvises til diverse specifikke sørapporter (se f.eks. Århus Amt, 1994 a).

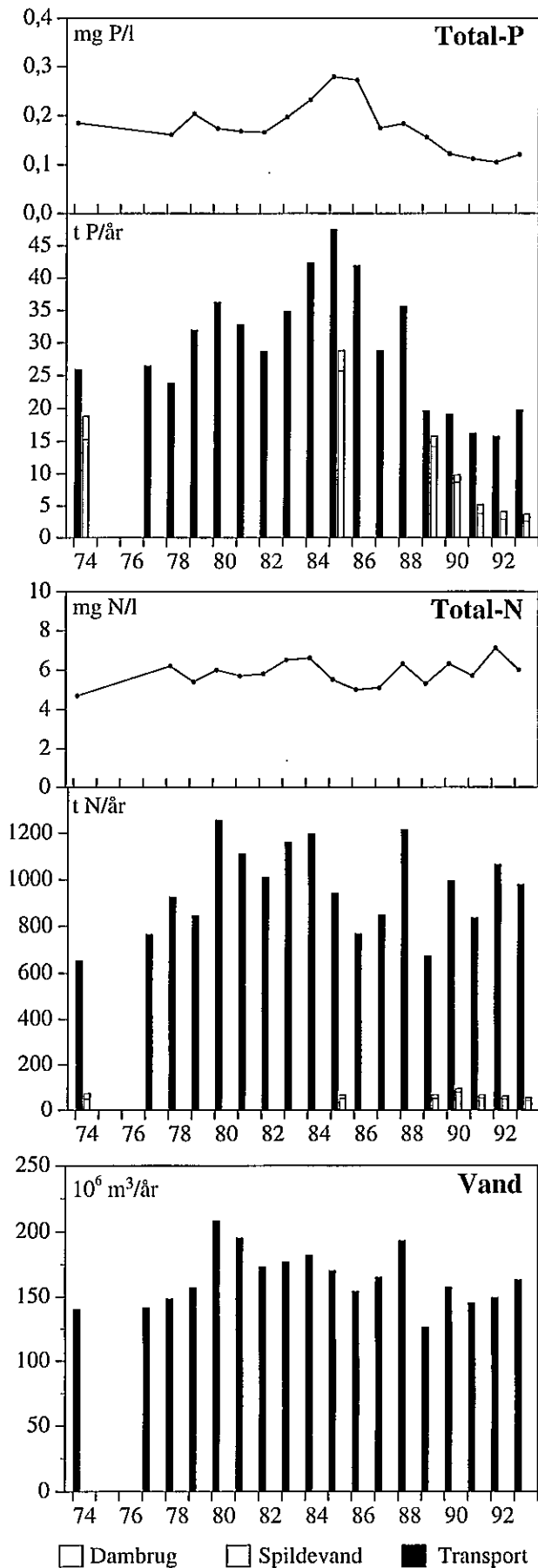
Udviklingen fra 1974 til 1993

På de fleste af hovedstationerne i Gudenåens opland blev der som tidligere omtalt opgjort stoftransport og spildevandsbelastning i 1974 (Vandkvalitetsinstituttet 1976, 1976 a).

Fra 1977-78 har de tre amter genoptaget målingerne, således at der i dag stort set ligger sammenhængende tidsserier fra dette tidspunkt. Ved sidste afrapportering af stoftransport i Gudenåsystemet som hele (Gudenåkomitéen, 1987) er opgjort spildevandsbelastning for 1974 og 1985. Disse opgørelser er anvendt videre i denne afrapportering. Ved den her foreliggende afrapportering er for alle stationer desuden opgjort spildevandsbelastning fra 1989 og frem og i et vist omfang (for deloplande kun beliggende i Århus Amt) desuden tilbage til 1980.

I det efterfølgende gennemgås eksempler fra nogle af målestationerne langs hovedløbet samt fra nogle sidetiløb til Gudenåen. I bilag I bagest i rapporten findes data og figurer for samtlige stationer. I gennemgangen er fokuseret på næringsstofferne fosfor og kvælstof.

I figurerne er det væsentligt at bemærke, at der ud fra spildevandsbelastningen i de samlede oplande opstrøms stationen og den målte transport ikke umiddelbart kan foretages en vurdering af de enkelte stofkilders relative betydning. En stor del af den kvælstof- og fosformængde, der tilledes, vil tilbageholdes eller omsættes undervejs - kvælstof hovedsageligt ved denitrifikation (omdannelse til atmosfærisk kvælstof) i søer og fosfor ved sedimentation til (eller frigivelse fra) søernes bund. Figurerne viser således ikke punktkildernes andel af stoftransporten.



Gudenåen, Voervadsbro

Ved Voervadsbro ses et klart fald i fosfortransporten fra midten af 80'erne til i dag (figur 3.1). Udledningen fra punktkilder (spildevand og dambrug) er i perioden reduceret med omkring 90%, og stoftransporten ses at være faldet med, hvad der svarer til reduktionen i spildevandsudledningen. Den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration varierer i 1990-1993 mellem 105 µg P/l og 120 µg P/l, hvor den i midten af 80'erne var oppe omkring 270 µg P/l.

Kvælstoftransporten og -koncentrationen følges i høj grad med vandafstrømningen, således at transport og koncentration som regel er størst i regnrige år. Dette skyldes den større udvaskning fra landbrugsjorden i disse år. Spildevandsbidraget udgør en meget lille og ret konstant andel af transporten gennem tiden. Når der ses bort fra de forskelle i transport og koncentration, der skyldes forskelle i vandafstrømning, er der ikke noget fald i kvælstofbelastningen.

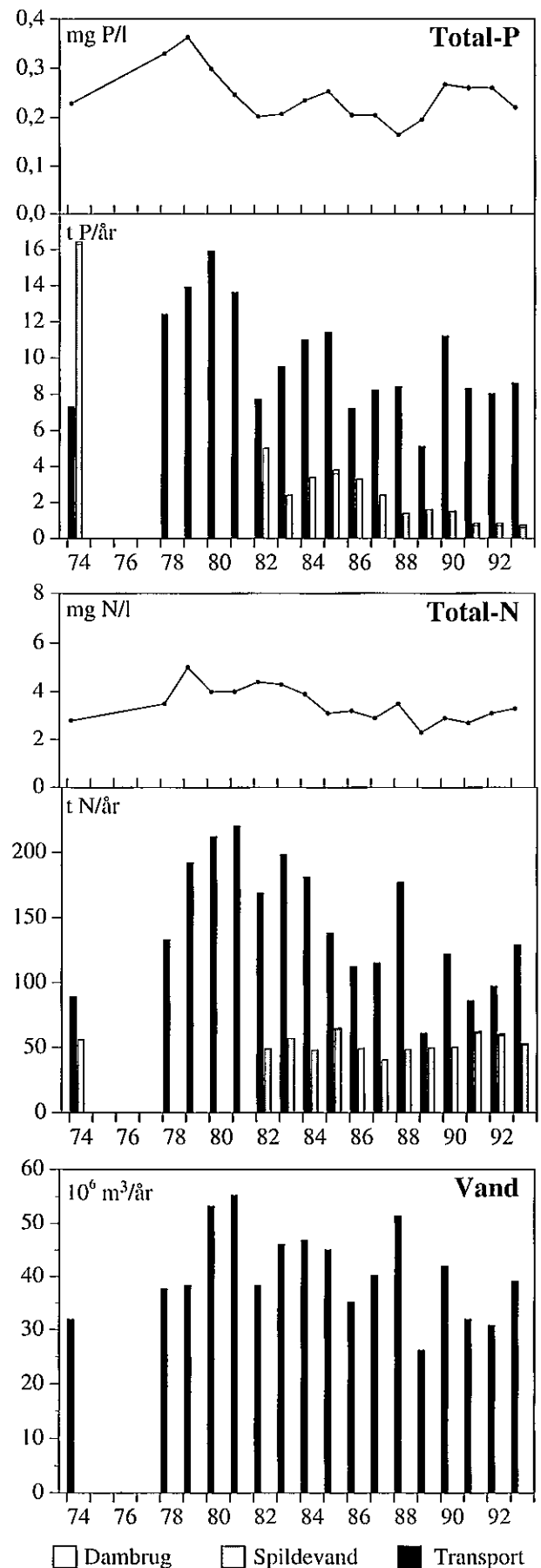
Figur 3.1

Transporten af fosfor, kvælstof og vand gennem tiden ved Gudenåen, Voervadsbro samt belastningen fra spildevand og dambrug opstrøms stationen. For fosfor og kvælstof er endvidere vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.

Tåning Å, Fuldbro Mølle

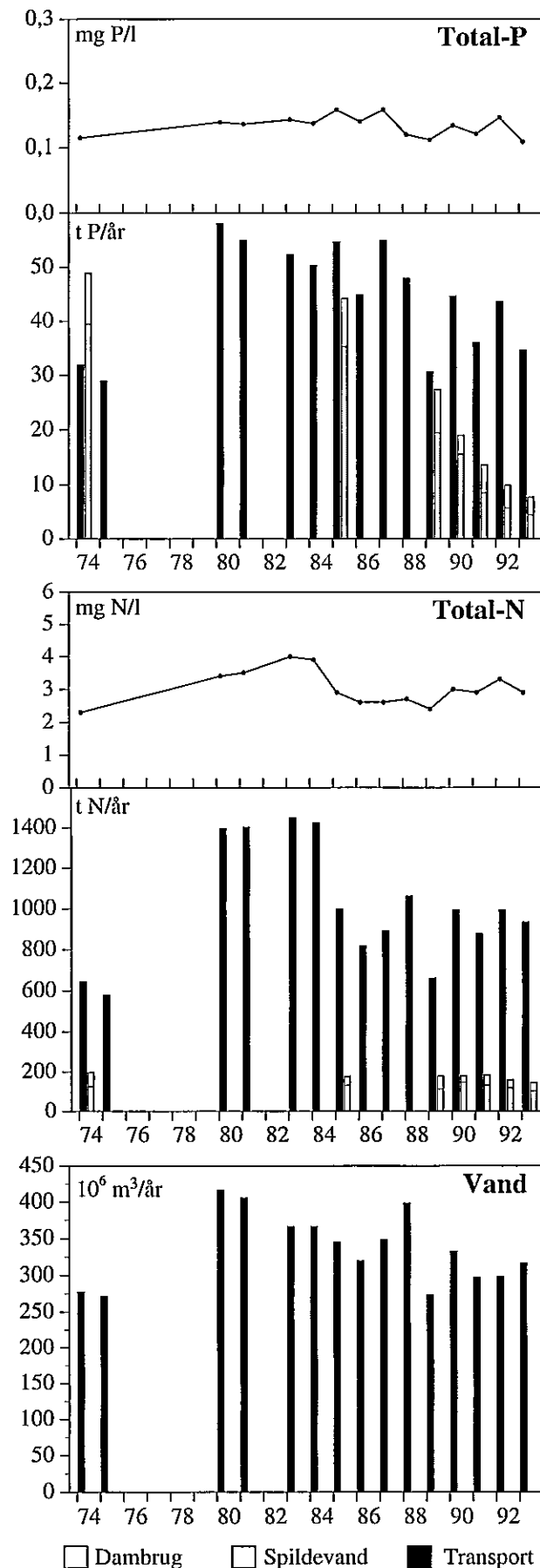
Tåning Å modtager størstedelen af sit vand fra afløbet af Skanderborg Sø. Skanderborg Sø har i tidens løb modtaget store mængder fosforholdigt spildevand fra Skanderborg by. Fra 1977 blev indført fosforfjernelse på Skanderborg Centralrenseanlæg, hvilket mindskede tilførslerne markant. De store mængder fosforholdigt slam på søbunden påvirker imidlertid stadig stoftransporten og -koncentrationen kraftigt, idet fosfor frigives fra søsedimentet. Fosforkoncentrationen ligger stadig over 200 µg P/l i de fleste år, hvilket er mere end dobbelt så meget, som når søen har nået en ny ligevægtstilstand.

Kvælstoftransporten og -koncentrationen følger i store træk vandafstrømningen. Koncentrationen på omkring 3 mg N/l, er væsentligt under, hvad man normalt finder i landbrugsoplande. Årsagen er den kvælstoffjernelse (denitrifikation) på omkring 80% af den tilførte mængde, der finder sted i Skanderborgsøerne, (Århus Amt, 1991).



Figur 3.2

Transporten af fosfor, kvælstof og vand gennem tiden ved Tåning Å, Fuldbro Mølle samt belastningen fra spildevand og dambrug opstrøms stationen. Før fosfor og kvælstof er endvidere vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.



Gudenåen, Ry Mølle

Ry Mølle ligger nedstrøms Skanderborg Sø og Mossø og modtager desuden vand fra Salten Å via Salten Langsø. Fosfortransporten er faldet lidt siden starten af 80'erne. En del af faldet må dog tilskrives, at vandafstrømningen er faldet. Den vandføringsvægtede P-koncentration viser dog også en tendens til et fald. Selvom punktkildebelastningen opstrøms er reduceret kraftigt, er effekten endnu begrænset, da der frigives fosfor fra det fosforrige sediment i søerne opstrøms.

Kvælstoftransporten og den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration følger i store træk vandafstrømningen. Der er ikke tendens til noget fald. Kvælstofkoncentrationen er lav på grund af denitrifikationen i de store opstrømsliggende søer.

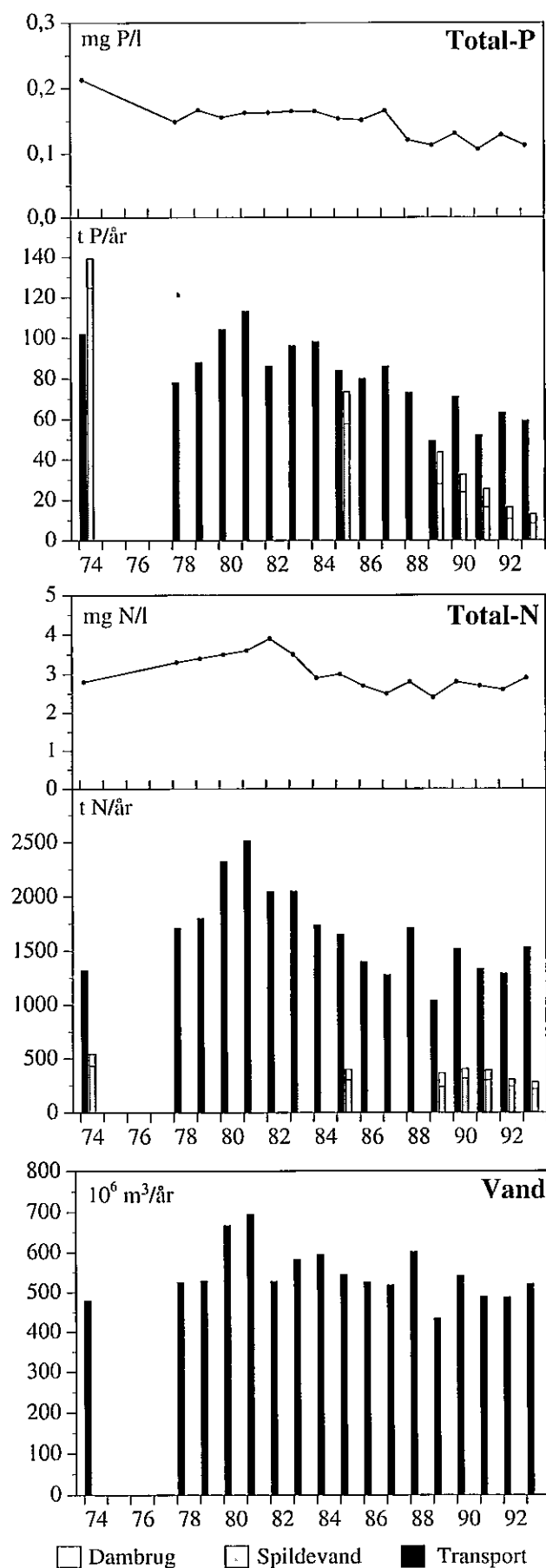
Figur 3.3

Transporten af fosfor, kvælstof og vand gennem tiden ved Gudenå, Ry Mølle samt belastningen fra spildevand og dambrug opstrøms stationen. For fosfor og kvælstof er endvidere vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.

Gudenåen, Tvillum Bro

Ved Tvillum har Gudenåen yderligere modtaget vand fra bl.a. Gjern Å og fra Funder Å via Ørn Sø. Herudover er tillidt rensset spildevand fra Silkeborg. I fosforbelastningen ses et fald fra 1974 til 1985. I 1976 blev der indført fosforfjernelse på Søholt, Silkeborgs rensningsanlæg, hvorved fosforudledningen herfra blev reduceret til ca. en tiendedel. Faldet i spildevandsbelastningen fra Silkeborg er umiddelbart slået igennem både på stoftransporten og den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration, idet der ikke er nogen søer med større betydning for fosfortilbageholdelse og -frigivelse undervejs. Faldet i spildevandsbelastningen højere oppe i Gudenåen har endnu kun givet et mindre fald i stoftransport og koncentration ved Tvillum på grund af de mellemliggende søer.

For kvælstof er der som ved de øvrige stationer ingen ændring, når der ses bort fra de forskelle, der skyldes forskelle i vandafstrømningen.

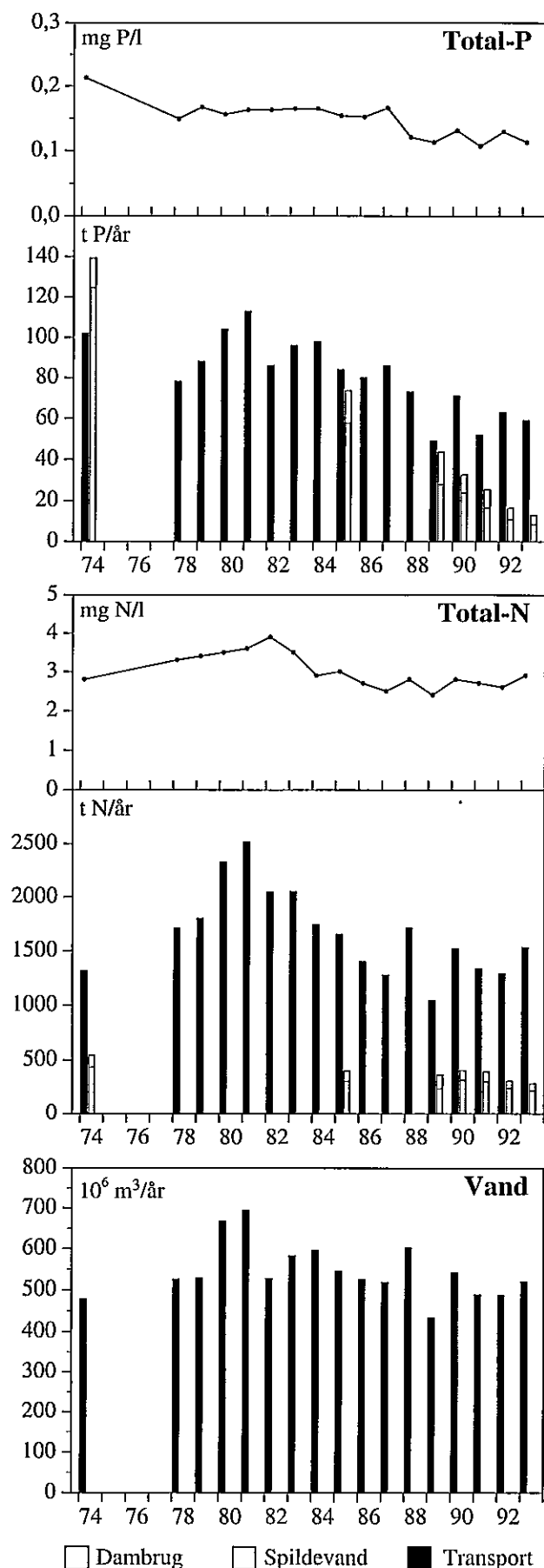


Figur 3.4

Transporten af fosfor, kvælstof og vand gennem tiden ved Gudenå, Tvillum Bro samt belastningen fra spildevand og dambrug opstrøms stationen. For fosfor og kvælstof er endvidere vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.

Gudenåen, Ulstrup

Ved Ulstrup har Gudenåen yderligere passeret Tange Sø og modtaget vand fra Hinge Å, Borre Å og Tange Å. De største spildevandskilder undervejs er Bjerringbro og Kjellerup. Både fosfortransporten og den vandføringsvægtede fosforkoncentration er faldet. Som for de øvrige hovedstationer ses det, at forskellen mellem fosfortransporten og punktkildebidraget øges, hvilket skyldes fosforfrigivelsen fra de opstrøms beliggende søer.



Figur 3.5

Transporten af fosfor, kvælstof og vand gennem tiden ved Gudenåen, Ulstrup samt belastningen fra spildevand og dambrug opstrøms stationen. For fosfor og kvælstof er endvidere vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.

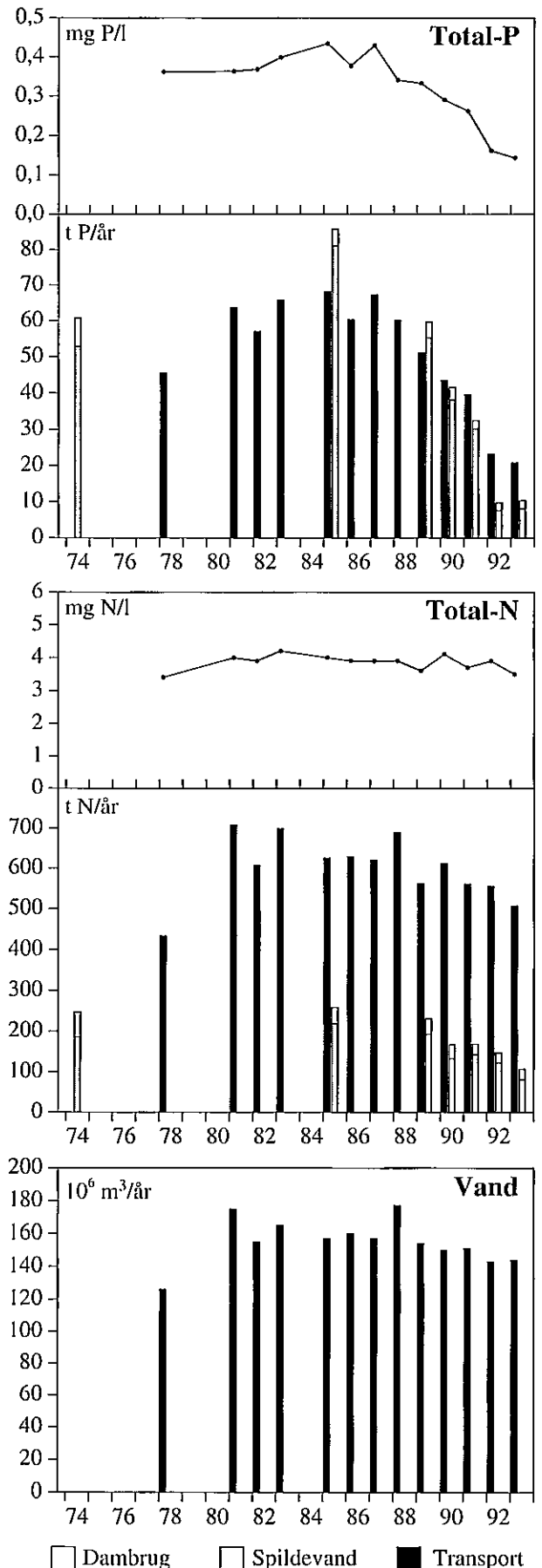
Nørre Å, Fladbro

Nørreåen, Gudenåens største tilløb, løber til kort før Gudenåens udløb i Randers Fjord. I den øvre del af Nørreåens opland ligger bl.a. Søndersø, der indtil 1971 modtog Viborg by's spildevand og som følge heraf i dag indeholder store mængder fosforholdigt slam.

Også fra Vedsø er der en fosforafkastning. Spildevandet fra Viborg afledes i dag til Nørre Å nedstrøms søerne.

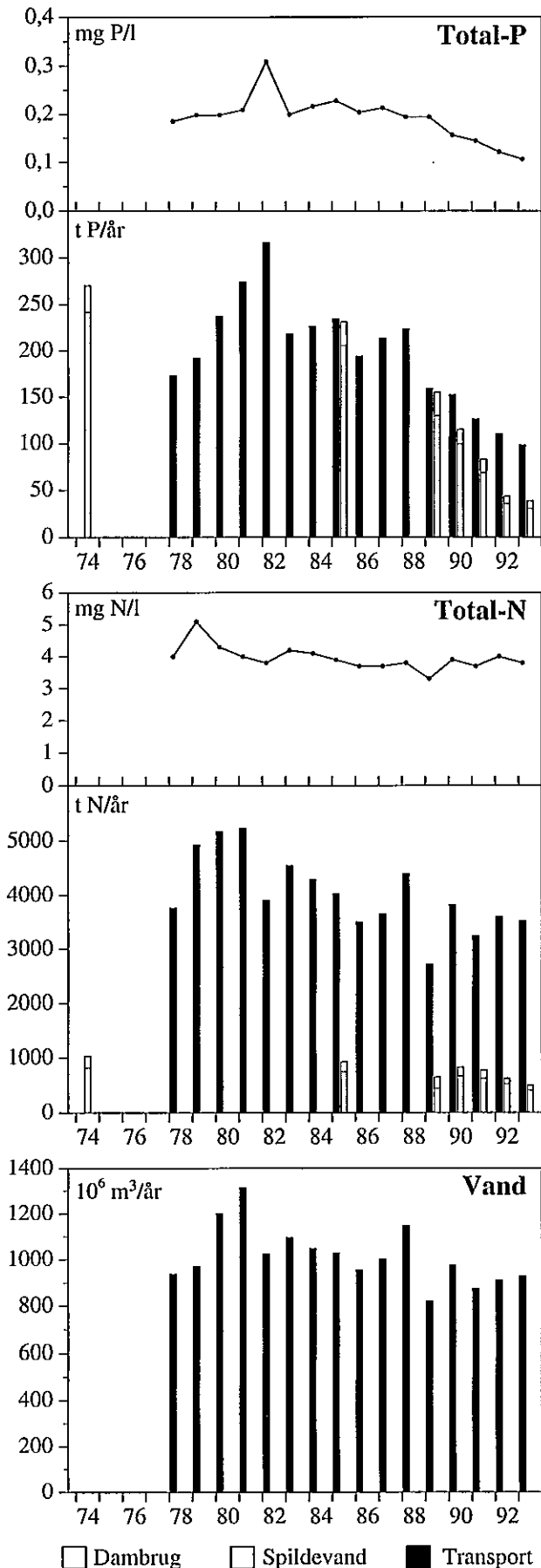
Samtidig med at spildevands- og dambrugsbelastningen er blevet mindre, er fosfortransporten og den vandføringsvægtede fosforkoncentration faldet. Fosforkoncentrationen ligger dog stadig omkring 150 $\mu\text{g P/l}$, hvilket hovedsageligt skyldes de relativt store fosformængder, der udledes med Viborgs spildevand.

De vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer ligger lavt, selvom størstedelen af vandmængderne ikke har passeret søer. Årsagen ligger til dels i, at en stor del af vandtilstrømningen sker fra grundvand med et lavere kvælstofindhold end overfladenært vand, men engstrækningerne langs vandløbet medvirker også til at øge denitrifikationen. I selve Nørreåen, der er et stort bredt langsomtløbende vandløb, kan der sandsynligvis også foregå en vis denitrifikation.



Figur 3.6

Transporten af fosfor, kvælstof og vand gennem tiden ved Nørreå, Fladbro samt belastningen fra spildevand og dambrug opstrøms stationen. For fosfor og kvælstof er endvidere vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.



Gudenåen, A-10

Gudenåen ved motorvejsbroen er sidste målested, inden Gudenåen går over i Randers Fjord (defineret som ved Randers Havn). Ud over Nørreåen, er også Lilleåen løbet til inden A-10.

Frem til 1985 har et fald i fosforudledningen på grund af fosforfjernelse fra spildevandet fra de større byer i den øvre del af Gudenåens opland i nogen grad været opvejet af, at fosforbelastningen fra andre byer længere nedstrøms er øget. Fosforbelastningen falder dog med ca. 1/3 fra 1985 til 1989, og frem til 1993 sker der yderligere et betydeligt fald. Faldet de seneste år skyldes hovedsageligt bedre fosforfjernelse i Viborg.

Transporten og den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration falder fra 1990 til 1993.

Kvælstoftransporten og den vandføringsvægtede koncentration følger vandafstrømningen og ligger relativt lavt på grund af denitrifikation i opstrøms beliggende søer.

Figur 3.7

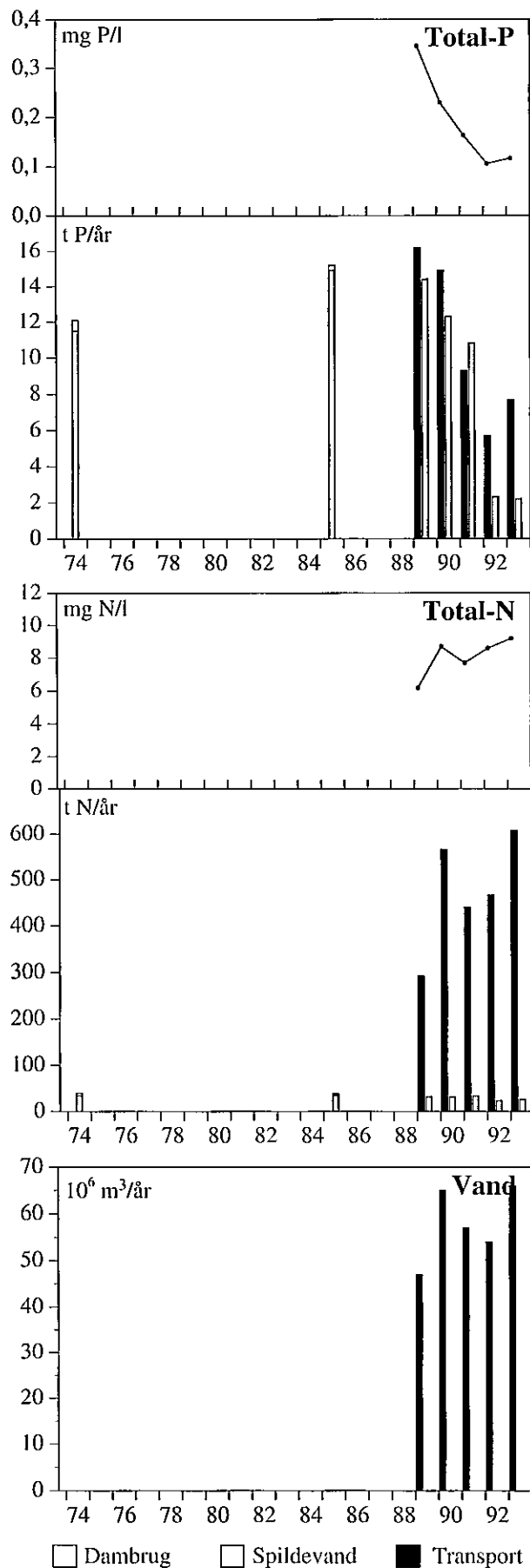
Transporten af fosfor, kvælstof og vand gennem tiden ved Gudenåen, A-10 samt belastningen fra spildevand og dambrug opstrøms stationen. For fosfor og kvælstof er endvidere vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.

Alling Å, Ringvejsbroen

Alling Å løber ud i Grund Fjord. Oplandet er hovedsageligt et landbrugsopland uden større søer. Inden udløbet modtager Alling Å spildevand fra Allingåbro.

Fosforbelastningen med spildevand er reduceret kraftigt siden 1989, hvilket afspejles i fosfortransporten og den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.

Den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration ligger højere end ved de øvrige hovedstationer i Gudenåens opland. Årsagen er dels, at en relativ større del af afstrømningen kommer som overfladenær afstrømning med et højere nitratindhold. Desuden spiller det en rolle, at denitrifikationen ikke er stor i det søfattige opland. Den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration på den opstrøms liggende målestation ved Fløjstrup er dog højere, hvilket kunne pege på, at der trods alt foregår en vis denitrifikation i den nedre del af vandløbet.



Figur 3.8

Transporten af fosfor, kvælstof og vand gennem tiden ved Alling Å, Ringvejsbroen samt belastningen fra spildevand og dambrug opstrøms stationen. For fosfor og kvælstof er endvidere vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration.

Udviklingen i kvælstofafstrømningen

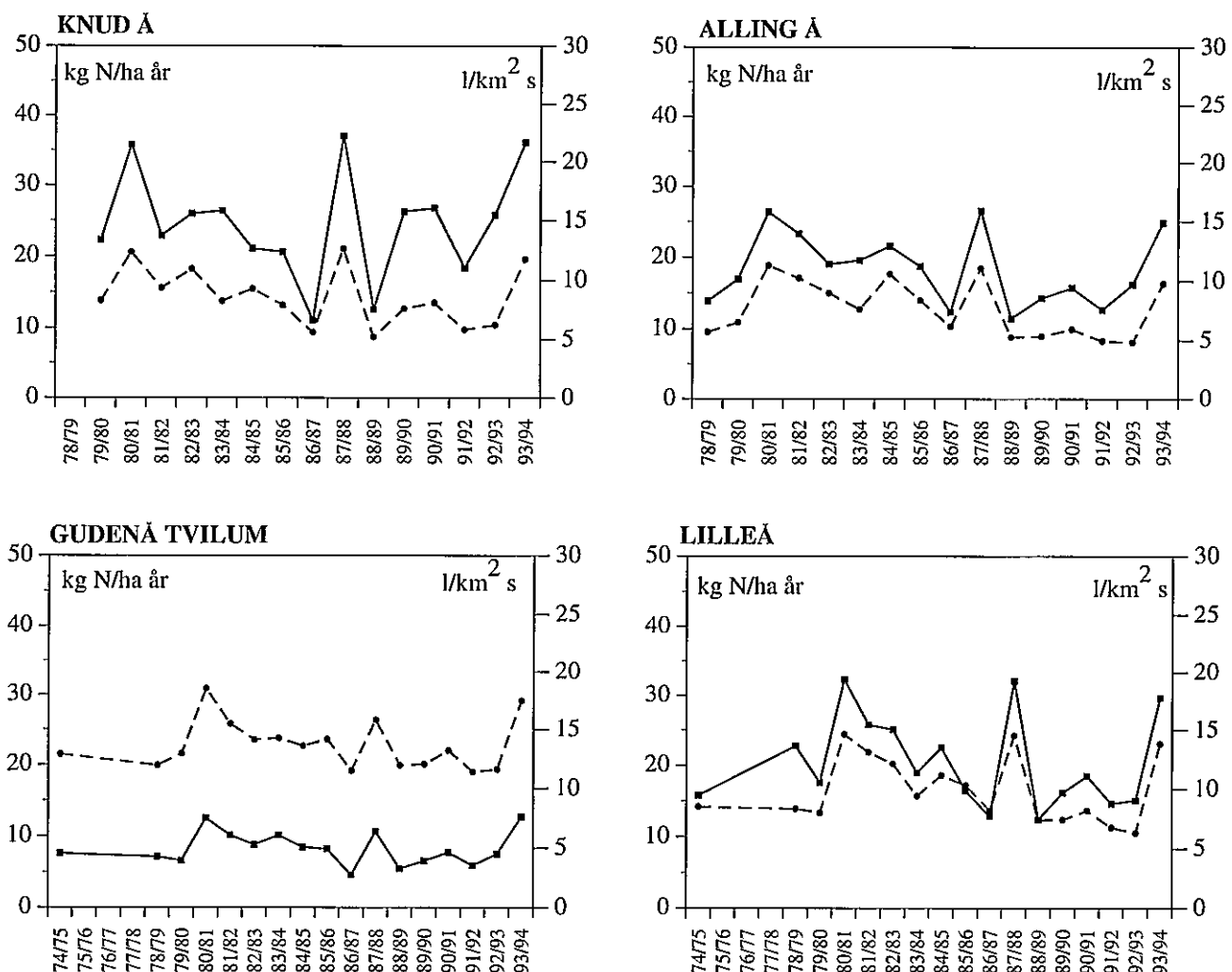
I de her gennemgåede eksempler på udviklingen i fosfor- og kvælstoftransporten og -koncentrationen har vægten været lagt på den betydning, spildevandsrensningen har haft. Kvælstofbelastningen stammer imidlertid hovedsageligt fra landbrugsbidraget. I de gennemgåede eksempler har konklusionen været, at der tilsyneladende ikke er sket nogen udvikling, når der ses bort fra de variationer, der skyldes vandafstrømning. I forbindelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er der foretaget en nøjere analyse af kvælstofafstrømningen i hydrologiske år i en række vandløb - herunder fire vandløb i Gudenåens opland. De tre oplande: Knud Å, Sophiendal, Alling Å, Fløjstrup og Lilleå, Løjstrup Mølle er landbrugsoplande uden søer af betydning. Vandkvaliteten i det fjerde vandløb, Gudenå, Tvilum er derimod klart påvirket af de opstrøms beliggende søer. For alle vandløbene ses nitratafstrømningen at følges

med vandafstrømningen (figur 3.9). De største år til år variationer ses i Lilleå og Knud Å, der har de mest lerede jordbundsforhold og hermed er mindst grundvandsfødte.

På baggrund af nitrat- og vandafstrømningen i de hydrologiske år er der for hvert af de syv vandløb ved regressionsanalyser beregnet sammenhængen mellem nitratafstrømningen og vandafstrømningen. Sammenhængen er beregnet alene ud fra årene frem til og med 87/88 - altså forud for Vandmiljøplanen.

For denne periode er desuden beregnet et gennemsnitligt nitratafstrømningsniveau.

I figur 3.10 er vist nitratafstrømningen korrigeret for forskellene i vandafstrømning beregnet som forholdet mellem den målte nitratafstrømning og den beregnede (ud fra regressionsammenhængen) multipliceret med det gennemsnitlige niveau frem til 87/88.



Figur 3.9

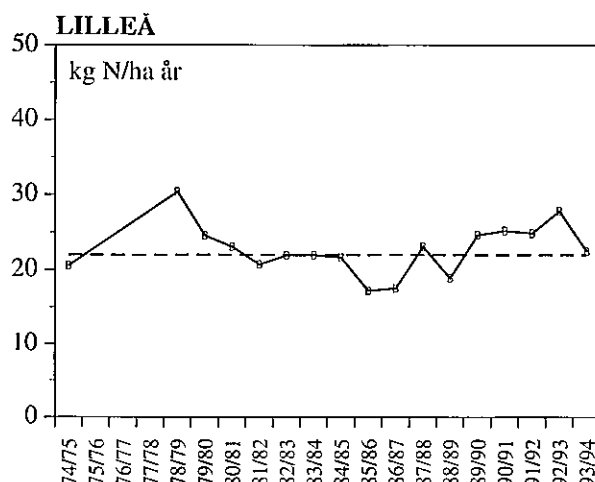
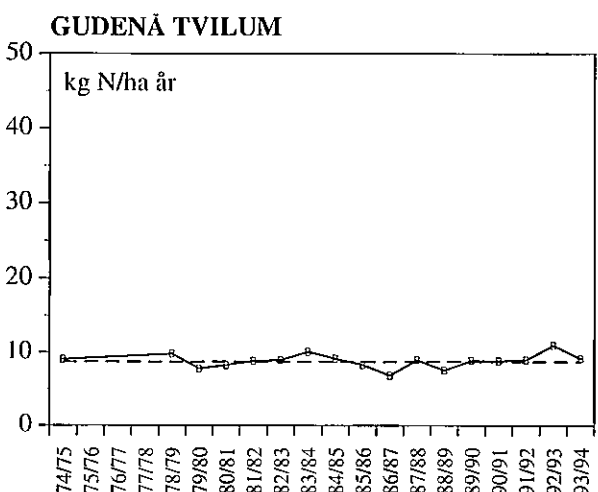
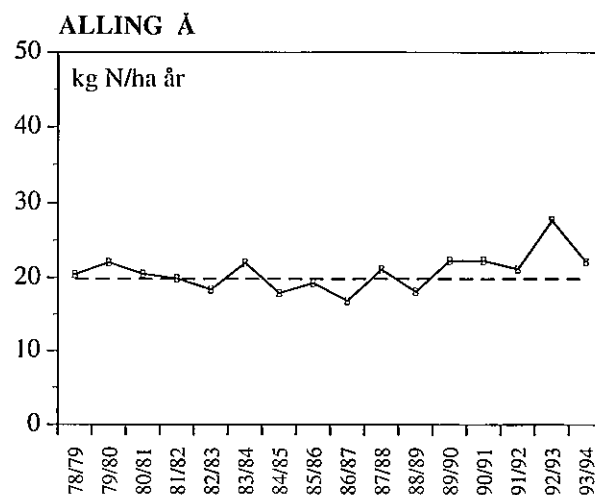
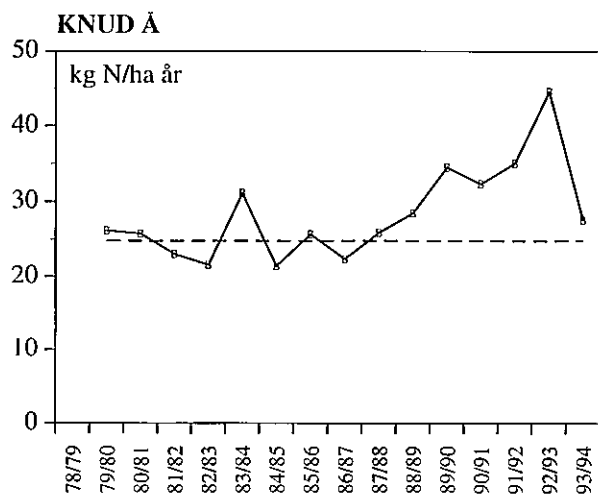
Nitrat- og vandafstrømningen fra fire overvågningsvandløb i de hydrologiske år frem til 93/94. — nitratafstrømning, kg N/ha·år -·-·-·- vandafstrømning, l/s·km²

$$\text{Korrigeret NO}_3 \text{ afstr.} = \frac{\text{Målt NO}_3 \text{ afstr.}}{\text{Beregnet NO}_3 \text{ afstr.}} \times \text{gns. NO}_3 \text{ afstr.}$$

Desuden er vist gennemsnitsniveauet frem til 87/88. Det ses, at den vandføringskorrigerede nitratafstrømning i 93/94 i de fleste af vandløbene ligger over gennemsnitsniveauet for årene frem til 87/88, men dog væsentligt lavere end i 92/93. I 92/93 var den specielt høj på grund af den forudgående sommertørke, der havde bevirket, at planternes nitratoptagelse havde været mindre end normalt. Den forholdsvis lave vandføringskorrigerede nitratafstrømning i 93/94 hænger sammen med, at nitratkoncentrationen i alle vandløbene (pånær i Gudenå, Tvillum) var lav i forbindelse med tøbruddet og sneafsmeltningen i marts måned, samtidig med at de rekordstore vandafstrømninger forekom. Den overfladiske afstrømning fra den afsmeltede sne havde altså et

lavere nitratindhold end det vand, der på andre tidspunkter nåede frem til vandløbene efter at have passeret de øverste jordlag. Det fald, der ses i den vandføringskorrigerede nitratafstrømning i 93/94 kan derfor næppe tolkes som et udtryk for et generelt fald i nitratudvaskningen, men faldet hænger nærmere sammen med de anderledes klimatiske forhold i 93/94 end i de foregående år.

At den vandføringskorrigerede kvælstofafstrømning på trods af ovennævnte forhold stadig ligger over gennemsnitsniveauet for årene frem til 87/88 er udtryk for, at nitratudvaskningen ikke er faldet.

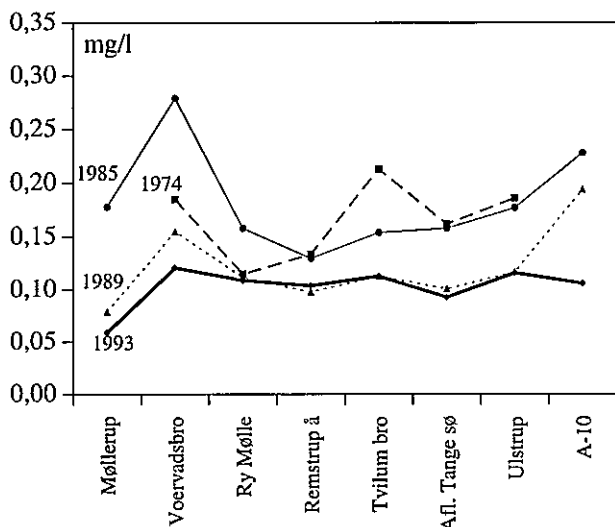


Figur 3.10

Den vandføringskorrigerede nitratafstrømning i de hydrologiske år i de fire overvågningsvandløb. Desuden er vist gennemsnitsniveauet for årene til og med 87/88.

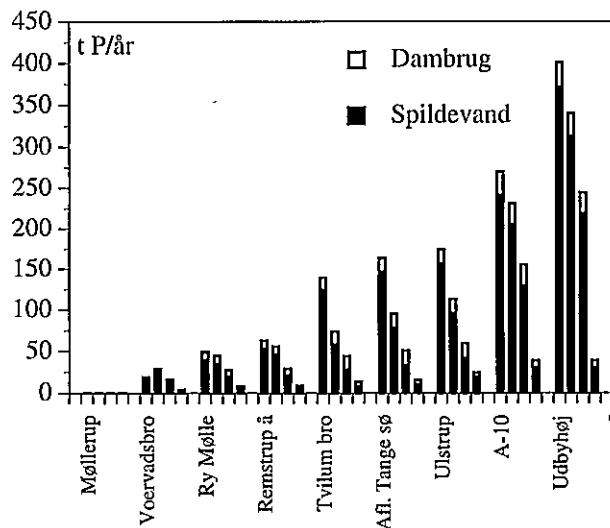
Udviklingen i fosforafstrømningen

I figur 3.11 er sammenfattet den udvikling, der er sket i den vandføringsvægtede fosforkoncentration i Gudenåens hovedløb gennem tiden. Fra 1974 til 1985 er det kun ved Tvillum, der kunne registreres en nedgang i fosforindholdet. Faldet hænger sammen med indførelsen af fosforfjernelse for Silkeborgs spildevand i 1976. Selvom der også var blevet indført fosforfjernelse i Skanderborg i 1977, er det ikke slået igennem på grund af søernes aflastning.



Figur 3.11

Den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration af fosfor i Gudenåens hovedløb 1974, 1985, 1989 og 1993.



Figur 3.12

Fosforudledning fra spildevand og dambrug opstrøms målestationer i Gudenåens hovedløb i 1974, 1985, 1989 og 1993.

Fra 1985 til 1989 er der sket et kraftigt fald i koncentrationen ved Voervadsbro, hvilket er en umiddelbar effekt af forbedret spildevandsrensning opstrøms. I den øvrige del af Gudenåens hovedløb til og med Ulstrup er den vandføringsvægtede fosforkoncentration faldet med 30-60 µg P/l til et niveau på 100-120 µg P/l. Ved A-10 er faldet imidlertid mindre og koncentrationen højere på grund af den fortsat store spildevandsbelastning.

I den sidste periode fra 1989 til 1993 er der sket et yderligere fald ved Voervadsbro på grund af spildevandsrensning. Fra Ry Mølle til Ulstrup er der ikke sket de store ændringer, mens der ses et markant fald i koncentrationen ved A-10, således at den i 1993 er nede på ca. 110 µg P/l. Den forbedrede spildevandsrensning primært i Viborg har hurtigt givet effekt ved A-10.

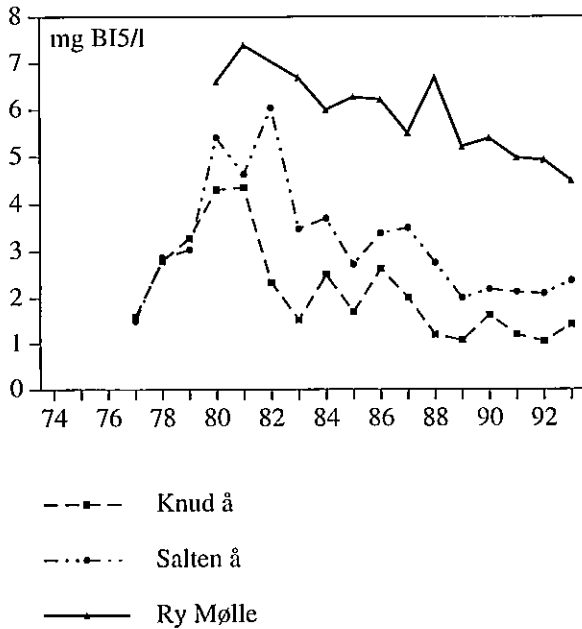
Til illustration af udviklingen i punktkildebelastningen er i figur 3.12 vist fosforudledningen med spildevand og fra dambrug opstrøms målestationerne i perioden 1974-93.

Udviklingen i indholdet af organisk stof og total ammonium

Indholdet af organisk stof - målt som BI_5 - og total ammonium ($NH_3 + NH_4$) er primært af betydning for vandløbsorganismene. Ved et BI_5 -indhold større end omkring 2 mg/l, påvirkes dyrelivet i negativ retning. Giftigheden af total ammonium afhænger af surhedsgraden og temperaturen. Ved pH 8,5 og 15°C findes ca. 8% af total-ammonium på ammoniakformen. Et ammoniakindhold større end 0,025 mg/l kan have en skadelig effekt på fisk. Under ovennævnte betingelser svarer dette til et total ammoniumindhold på 0,31 mg/l (Miljøstyrelsen, 1983).

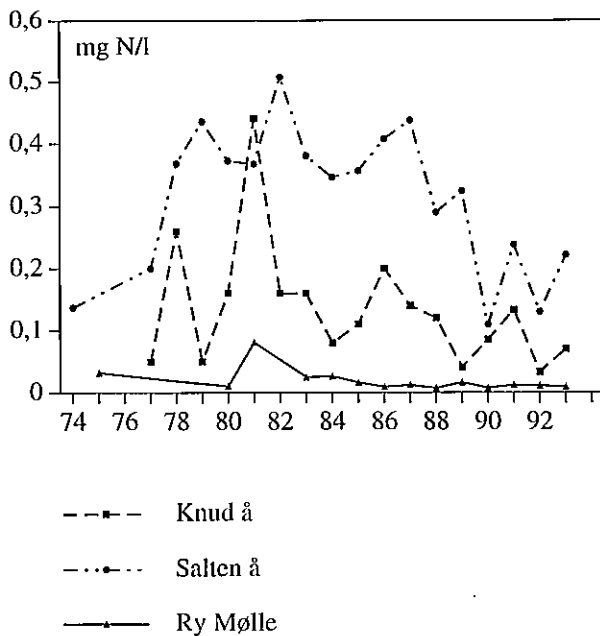
Forurenende udledninger enten fra spildevand, dambrug, regnvandsbetingede udledninger eller tidligere tiders ulovlige landbrugsudledninger har været væsentlige kilder til total-ammonium og organisk forurening. Om sommeren, hvor vandføringen har været mindst, har stigningen i koncentration i vandløbene været størst. Effekten har været tydeligst i tilløbene til Gudenåen, hvor fortyndingseffekten er mindst, og hvor der endnu ikke er sket en omsætning af stofferne.

I figur 3.13 og 3.14 er vist udviklingen i sommergennemsnitskoncentrationen (1. maj - 1. oktober) af BI_5 og total-ammonium i Knud Å, Sophiendal - et landbrugs-påvirket vandløb, i Salten Å, Salten Bro - et dambrugs-påvirket vandløb og i Gudenåen ved Ry Mølle.



Figur 3.13

Udviklingen i sommergennemsnitskoncentrationen (1/5-1/10) af BI_5 i Knud Å, Sophiendal - et landbrugspåvirket vandløb, i Salten Å, Salten Bro - et dambrugspåvirket vandløb og i Gudenåen, Ry Mølle.

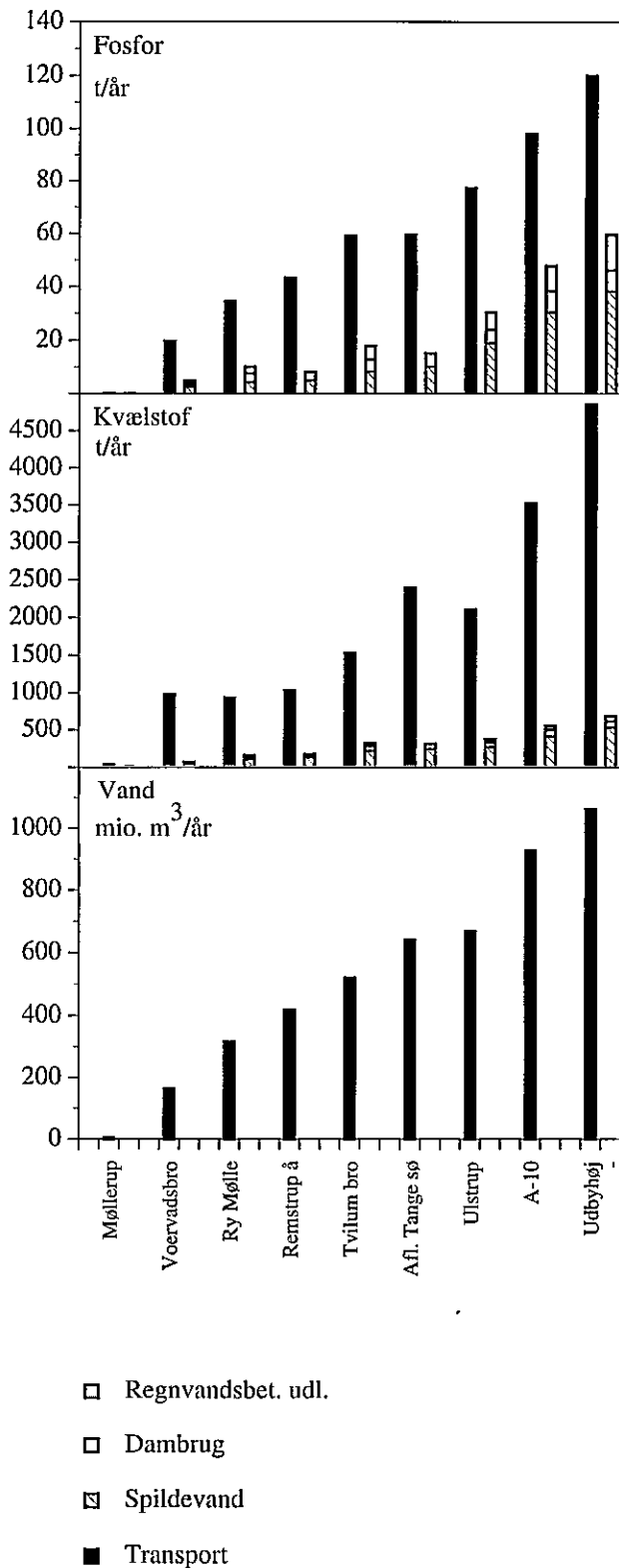


Figur 3.14

Udviklingen i sommergennemsnitskoncentrationen (1/5-1/10) af total ammonium i Knud Å, Sophiendal - et landbrugspåvirket vandløb, i Salten Å, Salten Bro - et dambrugspåvirket vandløb og i Gudenåen, Ry Mølle.

I Knud Å, Sophiendal er både indholdet af organisk stof og total-ammonium faldet - hovedsageligt en effekt af, at en række ulovlige landbrugsudledninger er stoppet. I Salten Å, Salten Bro, hvor både total-ammonium-indholdet og indholdet af organisk stof tidligere har ligget højt på grund af de opstrøms liggende dambrug, er der sket et væsentligt fald på grund af ændret dambrugsdrift.

Ved Gudenåen, Ry Mølle er den største kilde til organisk stof planktontilførslen fra de opstrøms beliggende søer. Der er sket et lille fald i indholdet af organisk stof, som sandsynligvis er en kombineret effekt af bedre spildevandsrensning og mindre plankton fra søerne. Total-ammonium-indholdet ligger alle år lavt.



Figur 3.15 a-c
Transport af total-P total-N, og vand gennem Gudenåen i 1993. For kvælstof og fosfor er desuden vist den samlede punktkildebelastning opstrøms målestationen.

Stoftransport i 1993

I figur 3.15 a-c er vist den samlede årlige transport af total-P, total-N, og vand ned gennem Gudenåen. For kvælstof og fosfor er desuden vist den samlede belastning fra spildevand, dambrug og regnvandsbetingede udledninger opstrøms målestationerne.

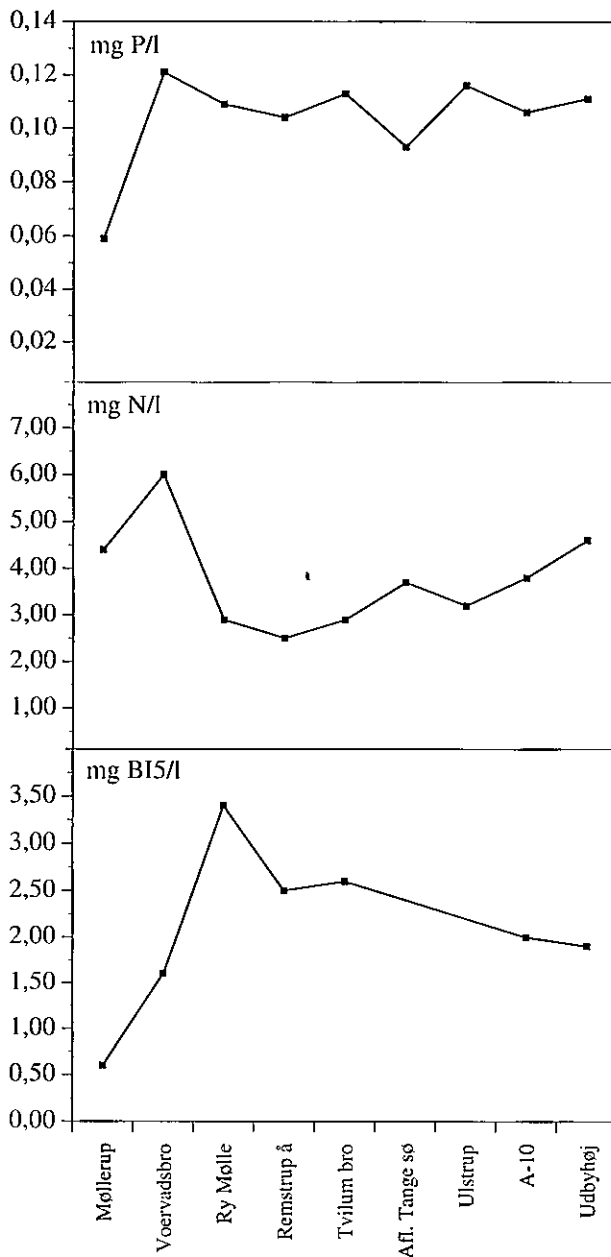
Som for figurerne, der præsenterer den tidlige udvikling i stoftransport og punktkildebelastning, kan man ikke ud fra figur 3.15 aflæse punktkildernes andel af stoftransporten, idet der sker en omsætning af kvælstof og fosfor undervejs. Senere i rapporten (afsnit 5) er de forskellige stofkilders relative betydning i 1993 beregnet.

Stofkoncentrationer i Gudenåens hovedløb, 1993

I figur 3.16 c er vist gennemsnitskoncentrationen (tidsvægtet) af BI₅ igennem Gudenåens hovedløb. Det ses, at koncentrationen stiger kraftigt fra Voervadsbro til Ry Mølle, en effekt af planktonproduktionen i søerne opstrøms Ry Mølle. Søernes planktonproduktion udgør i dag den største organiske belastning til Gudenåens hovedløb.

For kvælstof og fosfor er vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration (beregnet som den årlige stoftransport divideret med den årlige vandtransport). Den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration er udtryk for vandets gennemsnitlige stofindhold, der når frem til søer og til Randers Fjord.

Den vandføringsvægtede fosforkoncentration gennem Gudenåen er vist i figur 3.16 a. Gudenåen Møllerup ligger tæt ved udspringet og er kun svagt påvirket af punktkildeudledninger (et enkelt dambrug). Vandløbet er overvejende grundvandsfødt på dette sted, og fosforkoncentrationen ligger på niveau med, hvad man ofte vil finde i kildevand. Ved Voervadsbro er fosforindholdet steget til omkring 120 µg P/l. Denne fosforkoncentration ændres i 1993 ikke væsentligt i Gudenåens hovedløb, før afløbet fra Tange Sø. Det forhøjede fosforindhold nedstrøms Voervadsbro er til dels et resultat af spildevands-, dambrugs- og arealbelastning, men fosforafkastning fra de søer, der tidligere modtog væsentlig større fosformængder end i dag, er den væsentligste årsag, som det senere vil blive vist i afsnit 6.

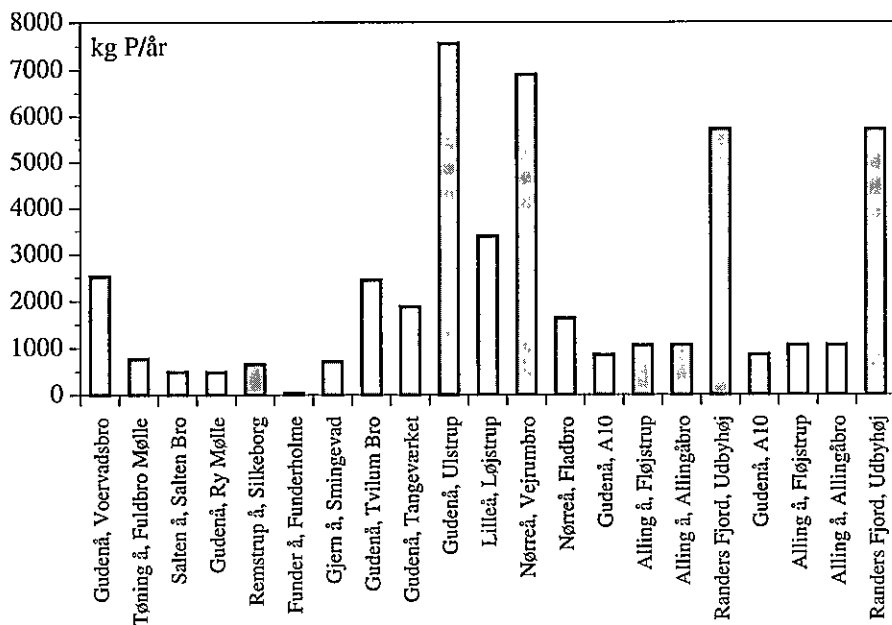


Figur 3.16 a-c

Vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration af fosfor og kvælstof og tidsvægtet gennemsnitskoncentration af BI_5 gennem Gudenåens hovedløb, 1993.

Nedstrøms Tange Sø er det begrænset, hvor stor den interne fosforbelastning fra gamle aflejringer i søer (og vandløb) er. Der tilledes imidlertid ret store mængder fosfor med spildevand nedstrøms Tange Sø (se efterfølgende afsnit). Dette medfører, at fosforindholdet ved A-10 er målt til omkring 110 $\mu\text{g P/l}$. For Randers Fjord som helhed er beregnet gennemsnitskoncentrationen af den landbaserede fosfortilførsel - der er altså ikke tale om den målte koncentration i fjorden, da denne også vil være påvirket af opblanding med Kattegatvand. Den landbaserede gennemsnitskoncentration er lidt højere end ved A-10 på grund af spildevandstilledning fra Randers og Allingåbro.

For kvælstofs vedkommende (figur 3.16 b) ligger koncentrationen gennemgående lavere, end hvad der normalt måles i landbrugspåvirkede oplande. Det højeste kvælstofindhold findes ved Voervadsbro. På strækningen indtil Voervadsbro findes ingen større søer, hvorfor der kun har kunnet foregå en mindre denitrifikation og sedimentation opstrøms. Fra Ry Mølle til Tange Sø findes de laveste koncentrationer - en effekt af omsætningen i de opstrøms liggende søer. Ved udløbet i Randers Fjord er kvælstofkoncentrationen igen øget - en effekt af, at der fra den nedre del af oplandet er løbet vand til med et højere kvælstofindhold.



Figur 3.17
Fosforudledningen med spildevand fra de enkelte deloplande i Randers Fjords opland.

Spildevandsbelastning 1993

I 1993 er der for hele oplandet til Randers Fjord målt en spildevandsproduktion fra byerne svarende til knap 550.000 PE. Som tidligere omtalt er det primært spildevandets fosforindhold, der har betydning for miljøet i søerne og Randers Fjord. Inden udledning til vandløbene og søerne renses spildevandet således, at der kun sker en udledning af gennemsnitligt 9% af den fosformængde (vægtet i forhold til mængde), der var indeholdt i råspildevandet.

Den gennemsnitlige renseeffekt i 1993 på 91% dækker dog over store forskelle, idet de største byer opstrøms søerne - Skanderborg, Silkeborg samt en række øvrige byer renses væsentligt bedre, mens nogle af de større byer nedstrøms Tange Sø - specielt Bjerringbro og Tange, men til dels også Viborg og Randers, ikke har så effektiv en fosforfjernelse. Det samme gælder selvfølgelig mange mindre rensningsanlæg.

I figur 3.17 er vist fosforudledningen med byspildevand i de enkelte deloplande til Randers Fjord, - f.eks. er spildevandsudledningen til deloplandet til Remstrup Å kun den spildevandsmængde, der er tilledt mellem Ry Mølle og Remstrup Å. Af bilag 2 fremgår udledning og rensgrader for de enkelte anlæg. Det fremgår af figur 3.17, at størstedelen af fosforudledningen med spildevand foregår nedstrøms Tange Sø. I 1993 bidrog byerne nedstrøms Tange Sø med tre fjerdedel af den samlede fosforudledning med spildevand.

4. Omsætning og tilbageholdelse i Gudenåsystemet

En del af de næringsstoffer, der føres til vandløbene i systemet, når aldrig frem til Randers Fjord. En stor del omsættes eller tilbageholdes undervejs. Denne omsætning og tilbageholdelse sker først og fremmest i søerne, men beregningerne tyder på, at der også kan ske en tilbageholdelse og omsætning på de nedre store og brede vandløbsstrækninger.

Kvælstof

Kvælstof fjernes primært ved omsætning (denitrifikation), hvor de opløste kvælstofforbindelser omdannes til luftformigt kvælstof, der vil indgå i atmosfæren. Desuden sker der en mindre sedimentation i søerne sammen med organisk materiale. Denitrifikationen foregår i iltfrie omgivelser, som typisk forekommer ved bunden af søer, men til en vis grad også i grøden ved kanterne af vandløb og i grøfter. For at denitrifikationen skal kunne foregå, skal der være "brændstof" i form af organisk materiale. Hvor meget kvælstof, der vil fjernes ved denitrifikation, vil bl.a. afhænge af vandets kvælstofindhold, opholdstiden i det iltfrie miljø, temperaturen og tilgængeligheden af organisk stof.

En mulighed for at foretage et skøn over kvælstoffjernelsens størrelse er at sammenholde den målte kvælstoftransport i vandløbet med, hvad der tilledes vandløbet opstrøms. Differencen vil være kvælstoffjernelsen.

$$\text{Kvælstoffjernelse} = (\text{Åbent-land bidrag} + \text{punktkildebidrag}) - \text{målt stoftransport}$$

Kvælstof tilledes dels fra punktkilder (spildevand, dambrug, regnvandsbetingede udledninger) og dels i form af

et åbent-land bidrag, der udgøres af et naturbidrag (baggrundsbidrag), et landbrugsbidrag og et lille bidrag fra spildevand fra spredt bebyggelse. Punktkildebidraget er rimeligt godt beskrevet gennem målinger og beregninger. Åbent-land bidraget er derimod en ukendt størrelse, som skal estimeres. I oplande, hvor kvælstoffjernelsen antages at være lille på grund af få søer, kan åbent-land bidraget beregnes som forskellen mellem den målte transport og punktkildebidraget. Åbent-land bidraget vil variere en del mellem forskellige oplandstyper, således vil det typisk være 1-2 kg N/ha•år i naturoplande og 10-25 kg N/ha•år i landbrugsopplande (Århus Amt, 1994). Størrelsen af åbent-land bidraget afhænger både af arealanvendelsen, af vandafstrømningens størrelse, af jordbundsforholdene m.v. Oplandet til Gudenåen, Voervadsbro er i denne sammenhæng valgt som repræsentativt for Gudenåsystemet som hele. Dyrkningsgrad, jordbundsforhold og vandafstrømning er på niveau med, hvad der er gældende for de øvrige hovedstationer langs Gudenåen, og da der ikke findes større søer i oplandet, antages kvælstoffjernelsen at være ubetydelig.

Åbent-land bidraget for Voervadsbro bør dog ikke anvendes til at beregne kvælstoffjernelse i mindre oplande, hvor arealanvendelse, vandafstrømning og jordbundsforhold kan afvige en del fra forholdene i oplandet til Voervadsbro.

I tabel 4.1 er vist beregningen af åben-land bidraget for Voervadsbro i en række år.

Åbent-land bidraget er herefter anvendt sammen med punktkildebidraget til at beregne den samlede retention opstrøms Ry Mølle, Tvillum Bro og A-10.

	1974	1985	1989	1990	1991	1992	1993
Målt	652	941	670	993	833	1063	977
Punktkilder	75	69	69	95	71	65	59
Spildevand	48	51	51	79	53	48	42
Dambrug	25	15	16,0	14	13,0	12	12,0
Regnvandsbet. udl.	2	2	2	2	5	4	4
Åbent land	577	872	601	898	762	998	919
Åbent land kg/ha./år	15,0	23	16	23	20	26,0	24

Tabel 4.1

Åbent-land bidrag af kvælstof beregnet for oplandet til Voervadsbro for udvalgte år.

	Ry Mølle		Tvilum bro		A-10	
	t/år	%	t/år	%	t/år	%
1974	785	55	1201	48		
1985	1044	51	1716	51	2862	42
1989	809	55	1387	57	2076	43
1990	1108	53	1945	56	3151	45
1991	935	52	1653	55	2745	46
1992	1300	57	2411	65	3846	52
1993	1174	56	1876	55	3254	48

Tabel 4.2

Kvælstoffjernelse i de samlede oplande til Ry Mølle, Tvilum Bro og A-10.

I tabel 4.2 er resultaterne for oplandene til Ry Mølle, Tvilum Bro og A-10 opsummeret. Beregningerne fremgår af bilag 3.

Den absolutte kvælstoffjernelse varierer med kvælstofafstrømningen således, at der i år med stor kvælstofafstrømning også sker en stor kvælstoffjernelse. Den procentvise kvælstoffjernelse synes derimod at være meget konstant - omkring godt halvdelen til Ry Mølle og Tvilum Bro og knap halvdelen til A-10. Den lidt mindre procentvise kvælstoffjernelse til A-10 hænger sammen med, at de kvælstofmængder, der tilledes nedstrøms Tange Sø, ikke passerer andre større søer, hvor der kan foregå en denitrifikation.

Fosfor

I søer sker der under naturlige forhold en fosfortilbageholdelse ved udfældning af organisk bundet fosfor og tungtopløselige uorganiske fosforforbindelser. Ved undersøgelse af et større antal lavvandede søer i ligevægt er fundet en sammenhæng mellem den vandføringsvægtede indløbskoncentration af fosfor, vandets opholdstid i søen og fosfortilbageholdelsen (Vollenweider, 1976).

$$P_{sp} = \frac{P_{ind}}{1 + \sqrt{T_w}}$$

hvor

P_{sp} = gennemsnitlige opnåede fosforkonc. i søen ved ligevægt (mg/l).

P_{ind} = vandføringsvægtede fosfor-indløbskonc. (mg/l).

T_w = vandets opholdstid i år.

Retentionen beregnes ud fra kendskabet til indløbskoncentrationen og den resulterende søkoncentration.

Sammenhængen gælder kun for søer i ligevægt. Mange danske søer - herunder søerne i Gudenåens opland - er imidlertid ikke i ligevægt på grund af tidligere tiders store fosfortilførsler, der i dag ligger som fosforholdigt slam på søbunden. Fra disse fosfordepoter frigøres der under iltfrie forhold fosfor til vandet. Dette betyder, at selv om der sker en bruttotilbageholdelse af fosfor, vil nettotilbageholdelsen blive mindre eller endog negativ (større fosfortransport ud af søen end til søen). Dette vil med tiden bringe søen i en ny ligevægtstilstand, hvor "overskuds"fosfordepoterne er blevet tømt.

Da mange af søerne i Gudenåens opland langt fra er i ligevægt, kan den aktuelle fosforretention ikke beregnes ud fra sammenhængen opstillet af Vollenweider. I stedet kan man - som for kvælstof - forsøge at estimere retentionen som differencen mellem den fosformængde, der tilledes fra oplandet og den målte transport.

$$\text{Fosforretention} = (\text{Åbent-land bidrag} + \text{punktkilder}) - \text{målt transport}$$

For fosfor kan det dog være problematisk at anvende åbent-land bidraget fra Voervadsbro - specielt i tidligere år, idet spildevandsandelen er langt større end for kvælstofs vedkommende. Specielt før 1991 ville bidraget derfor blive bestemt som en relativ lille differens mellem to næsten lige store talværdier for h.h.v. fosfortransporten og punktkildebidraget og dermed være ret usikkert opgjort.

I 1993 har punktkildebidraget opstrøms Voervadsbro imidlertid været under 20% af transporten. Beregner man åbent-land bidraget ud fra transporten og punktkildebidraget fås 0,41 kg P/ha eller udtrykt i vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration knap 100 µg P/l. Idet dette er et minimumsbud på åbent-land bidraget, bl.a. på grund af en vis fosforretention i oplandet, antages en vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration for 1993 at være 120 µg P/l.

Fra målinger i en række mindre ikke-punktkildebelastede vandløb ved vi, at åbent-land bidraget og den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration afhænger af vandafstrømningen således, at de stiger med højere vandafstrømning. Ved at skæve til resultaterne fra øvrige vandløb og til vandafstrømningen de enkelte år i Gudenåen er antaget vandføringsvægtede gennemsnitskoncentrationer for åbent-land bidraget som anført i tabel 4.3.

De vandføringsvægtede fosforkoncentrationer vist i tabel 4.3 er anvendt til at beregne åbent-land bidraget til Ry Mølle, Tvilum Bro og A-10 de enkelte år. Retentionen er herefter fundet som forskellen mellem åbent-land bidraget plus punktkildebidraget og den målte transport de enkelte år. Beregningerne fremgår af bilag 3 og resultaterne er opsummeret i tabel 4.4.

Selvom størrelsen af den beregnede retention er noget usikker på grund af de antagelser, der ligger til grund, er beregningsmåden den samme fra år til år. For fosfor synes der at tegne sig det billede, at retentionen er faldet igennem årene fra 1974 til 1992. Samtidig med, at indløbskoncentrationen til søerne er faldet, er bruttotilbageholdelsen blevet mindre. Bruttofrigivelsen fra søernes bundslam har imidlertid fortsat været høj - måske endda stigende - på grund af det store fosforindhold og på grund af en stigende fosforgradient mellem søvandet og sedimentet. Dette har resulteret i, at nettoretentionen er faldet. I principskitsen i figur 4 er anskueliggjort, hvorledes ændring i bruttotention og bruttofrigivelse kan resultere i, at nettoretentionen ændres i forbindelse med reduceret belastning af en sø.

Retentionen i 1992 synes at have været noget mindre end i 1993 og 1991. Muligvis har den varme og tørre sommer betydet, at bruttofrigivelsen har været større end normalt. En anden mulig forklaring kan have været større forekomst af blågrønalger end normalt, der vil give en mindre bruttotention.

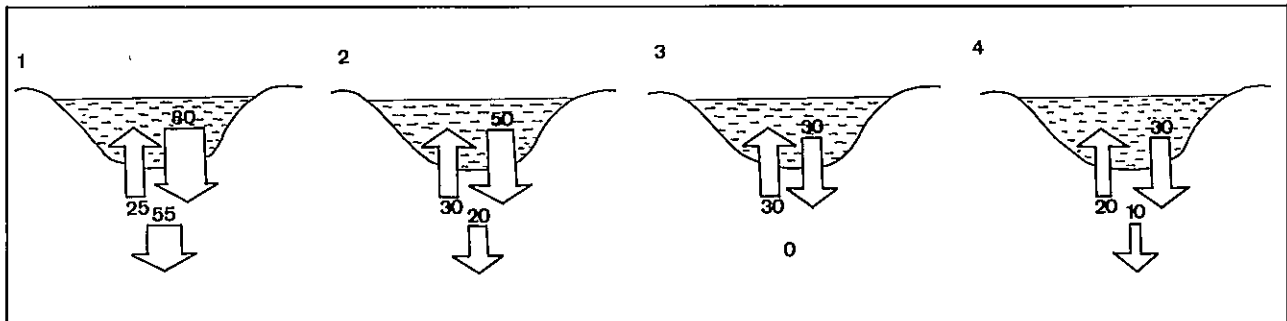
	Ry Mølle		Tvilum bro		A-10	
	t/år	%	t/år	%	t/år	%
1974	47	60	91	47		
1985	33	38	62	42	133	36
1989	25	45	42	46	86	35
1990	15	25	30	30	88	37
1991	12	25	30	37	60	32
1992	-1,5	-4	12	16	43	28
1993	13	28	21	27	61	38

Tabel 4.4
Fosforetentionen i oplandene til Ry Mølle, Tvilum Bro og A-10.

	Voervads Bro	Vand, mm			Fosfor µg P/l
		Ry Mølle	Tvilum	A-10	
1974	365	339	373		105
1985	443	422	425	395	125
1989	328	334	338	314	100
1990	409	406	423	374	120
1991	378	364	381	335	110
1992	388	365	380	349	110
1993	424	387	405	356	120

Tabel 4.3

Vandafstrømning de enkelte år samt de vandføringsvægtede gennemsnitskoncentrationer af fosfor, der er anvendt ved beregningen af åbent-land bidraget til hovedstationer i Gudenåen.



Figur 4.1

Principskitse for fosfortilbageholdelse i sø, hvor fosforbelastningen aftager:

1: Ligevægt - stor belastning.

2+3: Overgang til mindre ekstern belastning. Intern belastning fortsat stor.

4: På vej mod ny ligevægt, hvor intern belastning efterhånden aftager indtil ligevægt nås.

5. Kildeopsplitning

Den samlede næringsstofbelastning et givent sted i Gudenåen eller ved Randers Fjord er et resultat af næringsstofftilførslerne fra diverse kilder opstrøms - spildevand, dambrug, regnvandsbetingede udledninger, landbrug samt et naturbidrag - og den omsætning og tilbageholdelse, der sker undervejs. Punktkilderne (spildevand, regnvandsbetingede udledninger, dambrug) måles eller beregnes direkte, naturbidraget kan beregnes ud fra den viden, vi har fra rene naturoplande i amterne, mens landbrugsbidraget bliver beregnet som "resten". For at foretage en reel kildeopsplitning er det imidlertid ydigtigt også at medtage den kvælstof- og fosformængde, der er gået tabt (eller kommet til) undervejs i søerne. Det vil sige, at den stofmængde, der skal foretages kildeopsplitning på, er den målte transport plus retentionen/denitrifikationen.

I de følgende opgørelser af kildeopsplitningen til Gudenåen, Ry Mølle, til Gudenåen, Tvilum og til Randers Fjord, er anvendt de målte transporter plus retentionen/denitrifikationen, som den er beregnet i forrige

afsnit. Af tabel 5.1 og tabel 5.2 fremgår størrelsen af de enkelte kilder og deres relative andel. Dambrugsbelastningen er målt eller - hvor der ikke er foretaget målinger - beregnet efter Miljøstyrelsens retningslinier. Regnvandsbetingede udledninger er beregnet ud fra de målte regnmængder og erfaringstal og spildevandsudledninger er helt overvejende målt. For spredt bebyggelse er i overensstemmelse med, hvad nyere undersøgelser har vist (Wiggers & Moldt, 1993) anvendt nye lavere værdier (en P-PE = 2 g/døgn) for fosforbelastningen end hidtil antaget.

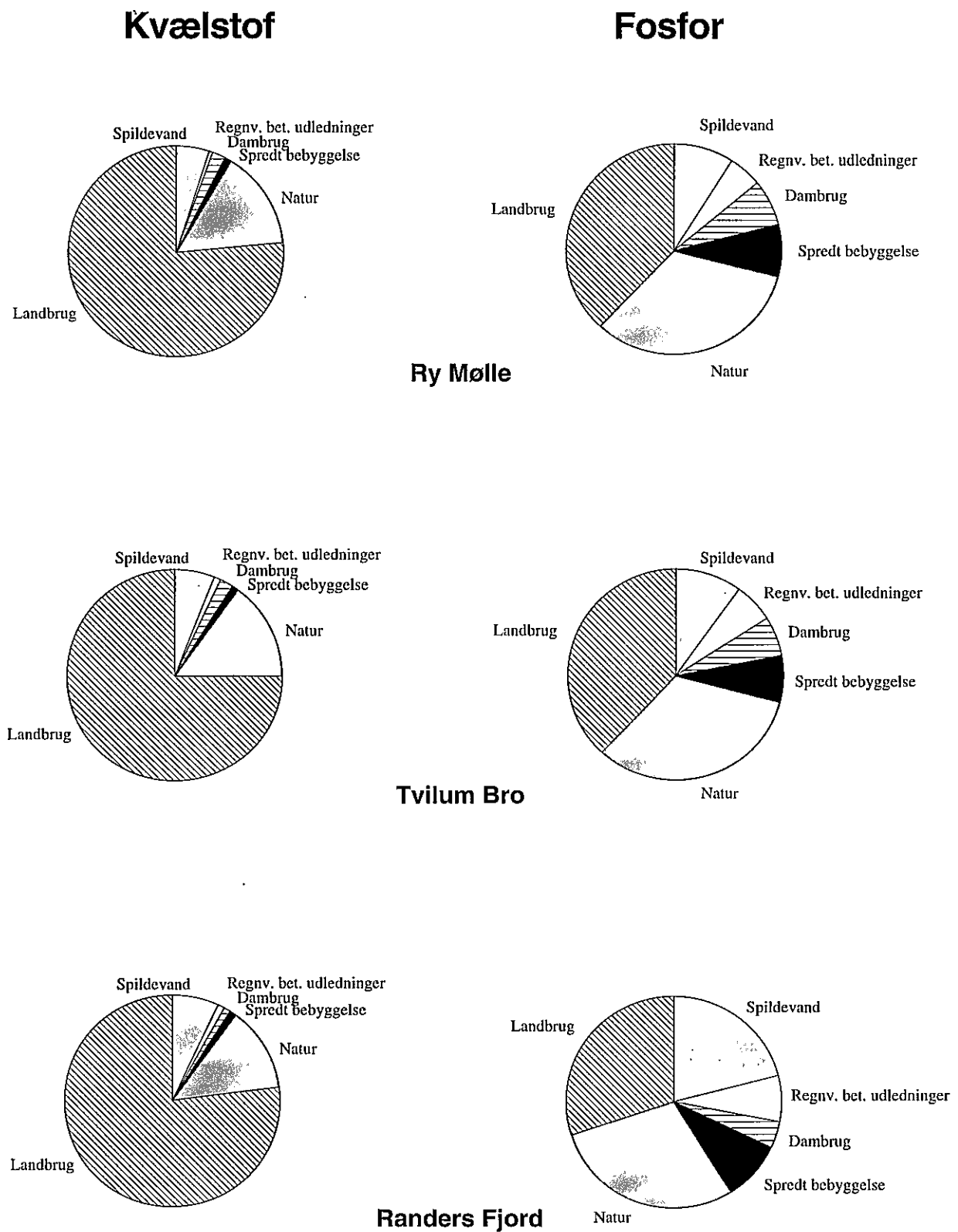
Ud fra kendskabet til koncentrationer i vandløb i naturoplande, er naturbidraget antaget at være 1 mg N/l og 50 µg P/l. Retentionen/denitrifikationen opstrøms Randers Fjord er antaget at være lig retentionen/denitrifikationen opstrøms Gudenåen, A-10, hvilket muligvis er en mindre underestimering, da der kan finde en vis retention/denitrifikation sted i Alling Å også.

t N/år	Ry Mølle		Tvilum bro		Randers Fjord	
	t/år	%	t/år	%	t/år	%
Målt	932		1530		4855	
Retention/denitrifikation	1174		1876		3254	
Tilledning ialt	2106		3406		8109	
Spildevand	104	5	217	6	533	7
Regnvandsbet. udl.	9,5	0,5	31	1	69	1
Dambrug	41,2	2	65	2	87	1
Natur	316	15	520	15	1062	13
Spredt bebyggelse	22,9	1	33	1	69	1
Landbrug	1612	77	2540	75	6289	78

Tabel 5.1
Kildeopsplitning af kvælstof, 1993.

t P/år	Ry Mølle		Tvilum bro		Randers Fjord	
	t/år	%	t/år	%	t/år	%
Målt	34,6		58,9		119,7	
Retention	13		21		61	
Tilledning ialt	47,6		79,9		180,7	
Spildevand	4,5	9	8,3	10	38,3	21
Regnvandsbet. udl.	2,4	5	4,9	6	13,4	7
Dambrug	3,2	7	4,6	6	7,9	4
Natur	15,8	33	26	33	53,1	29
Spredt bebyggelse	3,9	8	5,6	7	15,7	9
Landbrug	17,8	37	30,5	38	52,3	29

Tabel 5.2
Kildeopsplitning af fosfor, 1993.



Figur 5.1
Kildeopsplitning af kvælstof og fosfor til Ry Mølle, Tvillum Bro og Randers Fjord i 1993.

I figur 5.1 er vist den relative betydning af de forskellige stofkilder i 1993.

For kvælstof er landbrugsbidraget langt det største, idet det udgør godt tre fjerdedel af kvælstoftilførslen. Kvælstoftilførslen med spildevand og de øvrige punktkilder er ubetydelig i forhold til landbrugsbidraget.

Kildeopsplitningen af fosfor viser, at punktkildebidraget her udgør en større andel. Byspildevandets andel af tilledningen opstrøms Ry Mølle og Tvilum Bro er dog nedbragt til omkring 10%, mens den stadig er ca. 20% for Randers Fjord. Tilsammen udgør tilledningerne fra dambrug, regnvandsbetingede udledninger og spredt bebyggelse ca. 20% og med nogenlunde ligelig fordeling til de tre kilder ved Ry Mølle og Tvilum Bro.

Også for fosfors vedkommende er landbrugsbidraget det væsentligste. Ved Ry Mølle og Tvilum er det ca. fire gange større end byspildevandets andel. Størrelsen af det beregnede landbrugsbidrag vil afhænge af, hvor stor retentionen er beregnet at være og dermed af, hvilken koncentration, der ligger bag beregningen af det diffuse fosforbidrag. De her anvendte 120 µg P/l er højere, end hvad der ofte ses anvendt, men antages her at være det bedste skøn. Såfremt der i stedet havde været anvendt 100 µg P/l, ville det imidlertid ikke have rykket væsentligt i stofkildernes relative fordeling - ved Tvilum Bro ville landbrugsbidraget f.eks. blive beregnet til knap 30% i stedet for knap 40% og altså stadig være langt den største fosforkilde.

Kildeopsplitningen af fosfor for Gudenåen viser altså overordnet set, at naturbidraget udgør cirka en tredjedel af belastningen, punktkildebidraget (+ bidraget fra spredt bebyggelse) knap en tredjedel opstrøms Tange Sø og godt en tredjedel nedstrøms og landbrugsbidraget resten.

Samtidig med at spildevandsbidraget er nedbragt i de forløbne år, er den relative betydning af de forskellige fosforkilder forrykket. I den tidligere Gudenå-afrapportering (Gudenåkomitéen, 1987) blev det skønnet, at spildevandsandelen udgjorde ca. 2/3 af fosfortilledningen opstrøms Randers Fjord. Også på dette tidspunkt blev det dog påpeget, at fosforafstrømningen fra landbrugsarealer var en væsentlig fosforkilde. Kildeopsplitningen for Gudenåen i 1993 og andre undersøgelser af fosforafstrømning i landbrugsoplande viser (Wiggers, 1995), at landbrugets fosforbidrag er den største fosforkilde.

6. Fosfor og kvælstofbelastning efter indgreb mod næringsstofkilderne

Størstedelen af rensningsanlæggene i Gudenåens opland opfylder allerede i dag de krav til fosforfjernelse, som er anbefalet af Gudenåkomitéen. Flere rensere endog væsentligt bedre, evt. som følge af strammere krav af hensyn til lokale recipienter (se bilag 2). Ifølge Vandmiljøplanens handlingsprogram skal der herudover renses for kvælstof på anlæg større end 5.000 PE.

Dambrugsudledningerne er i dag ligeledes nedbragt væsentligt som følge af bedre fodertyper og opfyldelse af de krav på hovedparten af dambrugene, der er sat ifølge dambrugsbekendtgørelsen.

Kvælstofbelastning skal ifølge Vandmiljøplanen nedsættes med 50% og fosforbelastningen med 80%. Af hensyn til søerne i Gudenåsystemet har der i de tre amters recipientkvalitetsplaner været fastsat væsentligt strammere krav til fosforfjernelse fra spildevand, end hvad Vandmiljøplanen foreskriver, og Vandmiljøplanens målsætning for fosforfjernelse fra spildevand er derfor opfyldt.

Amterne har i dag kun ringe mulighed for at påvirke den kvælstof- og fosforbelastning, der stammer fra landbrugsarealerne.

På trods af bedre opbevaringskapacitet for husdyrgødning og øget braklægning de seneste år, ses der endnu ingen nedgang i landbrugets bidrag af kvælstof og fosfor (Århus Amt, 1994).

Selvom fosforbelastningen fra punktkilder er nedsat væsentligt, ses der endnu ikke den fulde effekt, idet der - som omtalt i afsnit 4 - stadig ligger store fosfordepoter på bunden af mange søer, der endnu i en årrække vil give en stor frigivelse af fosfor. For kvælstof er der ikke en tilsvarende forsinkelse af effekten, idet der ikke frigives kvælstof til vandet fra søernes bund.

Kvælstoftransport efter reduktion af belastningen

Kvælstofbelastningen stammer som tidligere omtalt helt overvejende fra landbruget. En reduktion i belastningen skal derfor komme herfra, idet spildevandsbidraget kun udgør 5%-7% af den samlede belastning (tabel 5.1). Idet landbrugsbidraget tilsyneladende har været uænd-

ret, når der ses bort fra de variationer, der skyldes klimatiske forhold, er der ikke set en nedgang i kvælstofbelastningen af Gudenåen og Randers Fjord. Størrelsen af kvælstoffjernelsen de enkelte år varierer afhængigt af belastningen, men tilsyneladende er den relative kvælstoffjernelse ret konstant - omkring 45% - til Gudenåen, A-10 (tabel 4.2). En nedsættelse af kvælstofbelastningen vil give en mindre absolut kvælstoffjernelse.

Om den relative kvælstoffjernelse forbliver uændret, er svært at forudsige. Nye undersøgelser peger på, at kvælstoffjernelsen øges i klarvandede planterige søer. En generelt bedre miljøtilstand i søerne vil således kunne bevirke en større kvælstoffjernelse (Miljø- og Energiministeriet, 1994).

En nedsættelse af landbrugsbidraget - specielt i den nedre del af Gudenåens opland, vil reducere kvælstoftilførelsen til Randers Fjord.

Fosfortransport efter reduktion af belastningen

Som omtalt er effekten af reduktionen i fosforbelastningen endnu ikke slået fuldt igennem. I det følgende er den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration af fosfor beregnet for den belastning, der har været i 1993 samt for nogle scenarier med reduceret spildevands- og landbrugsbelastning. Beregningerne bygger på en række antagelser om størrelsen af det diffuse fosforbidrag (bidrag fra landbrug, natur og spredt bebyggelse) og retention i søer undervejs. Retentionen er beregnet for større søer ud fra opholdstid (Gudenåkomitéen, 1982) og indløbskoncentration under anvendelse af Vollenweiders sømodel (se afsnit 4). Ud fra stoftransportmålinger og massebalanceberegninger for 1993 er det skønnet, at der ligeledes finder en retention sted i Nørreåen og på Gudenåens nederste strækning. I tabel 6.1 er opsummeret hovedantagelserne for beregningerne.

Af figur 6.1 fremgår den vandføringsvægtede fosforkoncentration gennem Gudenåens hovedløb - dels som den er målt i dag og dels som beregnet ved ligevægt med 1993-belastning. For Randers Fjord er vist den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration af den fosformængde, der tilføres via vandløb, direkte spildevandsudledninger og fra umålt opland. Koncentratio-

Q-vægtet P-konc., 1993

Tåning Å	130 µg P/l
Gudenå, Ry Mølle	120 µg P/l
Remstrup Å	50 µg P/l
Gudenå, Tvilum Bro	120 µg P/l
Afløb Tange Sø	120 µg P/l
Gudenå, Ulstrup	120 µg P/l
Nørre Å	100 µg P/l
Gudenå, A-10	100 µg P/l
Randers Fjord	100 µg P/l

Retention i søer ved ligevægt

	Opholdstid	Retention
Skanderborg søerne	1,48 år	55%
Mossø, Øst + midterbassin	2,9 år	63%
Salten Langsø	0,2 år	50%
Knud Sø	1,3 år	Uændret (Søkonc. 28 µg P/l)
Gudenå søerne	0,15 år	28%
Ørn Sø	0,05 år	Uændret (Søkonc. 80 µg P/l)
Silkeborg Langsø	0,08 år	22%
Søbygård Sø	0,07 år	20%
Tange Sø	0,03 år	15%
Nørre Å, Fladbro		20%
Gudenå, A-10 (delopl.)		15%

Tabel 6.1

a: Fosforkoncentrationen for de enkelte deloplande anvendt ved beregning af det diffuse fosforbidrag i forbindelse med ligevægtsberegninger med uændret diffust bidrag.

b: Søopholdstider og retentioner anvendt ved beregning af ligevægtstilstand.

nen er altså ikke udtryk for, hvad der måles i Randers Fjord, idet fjordvandet vil være mere eller mindre opblandet med Kattegatvand med et lavere næringssaltindhold.

Koncentrationen gennem hovedløbet fra Voervadsbro til Randers Fjord ligger i 1993 mellem 105 µg P/l og 120 µg P/l på nær i afløbet fra Tange Sø, hvor koncentrationen er 95 µg P/l. Såfremt der var ligevægt i søerne, ville koncentrationen ligge lavere (70-90 µg P/l), specielt på det midterste stykke af Gudenåen, hvor der i dag er aflastning fra de store søer.

I figur 6.2 er vist de resulterende koncentrationer ved ligevægt, såfremt der gennemføres spildevandsrensning med krav svarende til Gudenåkomitéens retningslinier (Scenarie 2). For de anlæg, der i dag renser bedre end de generelle krav angiver, forudsættes at udledningerne fremover forbliver uændrede.

Scenarie 2:

- alle anlæg, der i 1993 renser bedre end nedennævnte grænseværdier, fortsætter uændret.
- alle anlæg > 199 PE (godkendt kapacitet) overholder 1,5 mg P/l.
- alle anlæg > 500 PE (godkendt kapacitet) overholder 1,0 mg P/l.

I samme figur er vist resulterende koncentrationer ved ligevægt med følgende skærpede krav.

Scenarie 4:

- alle anlæg, der i 1993 renser bedre end nedennævnte grænseværdier, fortsætter uændret.
- alle anlæg > 199 PE (godkendt kapacitet) overholder 1,5 mg P/l.
- alle anlæg > 500 PE (godkendt kapacitet) overholder 0,5 mg P/l.
- alle anlæg > 5.000 PE (godkendt kapacitet) overholder 0,2 mg P/l.

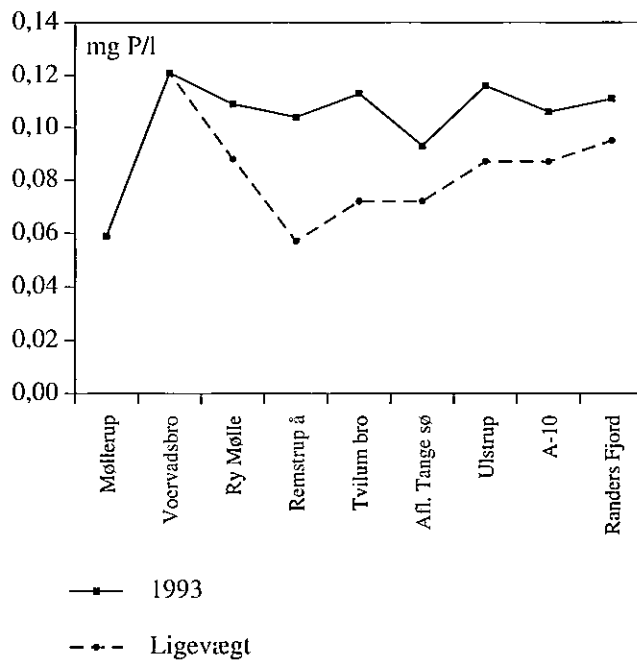
Spildevandsrensning ifølge Gudenåkomitéens retningslinier (Scenarie 2) vil kun reducere fosforkoncentrationen nedstrøms Tange Sø med i størrelsesordenen 5 $\mu\text{g P/l}$ i forhold til ligevægtssituationen. Såfremt de anlæg nedstrøms Tange Sø, der i 1993 overskred de fastsatte udlederkrav, havde overholdt disse, ville koncentrationen i Gudenåen, A-10 og til Randers Fjord have været ca. 5 $\mu\text{g P/l}$ mindre.

Såfremt der gennemføres spildevandsrensning med skærpede krav (Scenarie 4), vil fosforkoncentrationen ved Voervadsbro højst kunne nedsættes med omkring 10 $\mu\text{g P/l}$. Mellem Ry Mølle og afløbet fra Tange Sø vil der kun ske en ubetydelig reduktion i forhold til ligevægts-tilstanden, mens der nedstrøms Tange Sø vil kunne ske en forbedring således, at fosforkoncentrationen ved A-10 og i det vand, der afstrømmer til Randers Fjord, vil kunne sænkes med 15-20 $\mu\text{g P/l}$. Spildevandsrensningen opstrøms Tange Sø er altså i dag så god, at der kun vil kunne ske små forbedringer i fosforindholdet i Gudenåen ved forbedret rensning.

Undersøger man, hvilke anlæg, der bidrager med den største reduktion i fosforudledningen (bilag 2), ses det, at det både i Scenarie 2 og Scenarie 4 er de større anlæg. 15 anlæg under 1.000 PE opfylder i dag ikke de retningslinier, som Gudenåkomitéen har fastsat for spildevandsrensning, og 18 anlæg opfylder ikke kravene i Scenarie 4. Udledningen fra disse 15-18 anlæg vil imidlertid kun reduceres med 2 t fosfor, hvis de pålægges kravene i de to scenarier, mens reduktionen fra anlæg større end 1.000 PE vil være h.h.v. 6 t og 22 t. Langt den største effekt har altså en forbedret rensning (til 0,2 mg P/l) på de større anlæg. Af hensyn til mindre søer i oplandet, kan der dog stadig lokalt være en væsentlig miljømæssig gevinst ved forbedret rensning - også på nogle af de mindre anlæg.

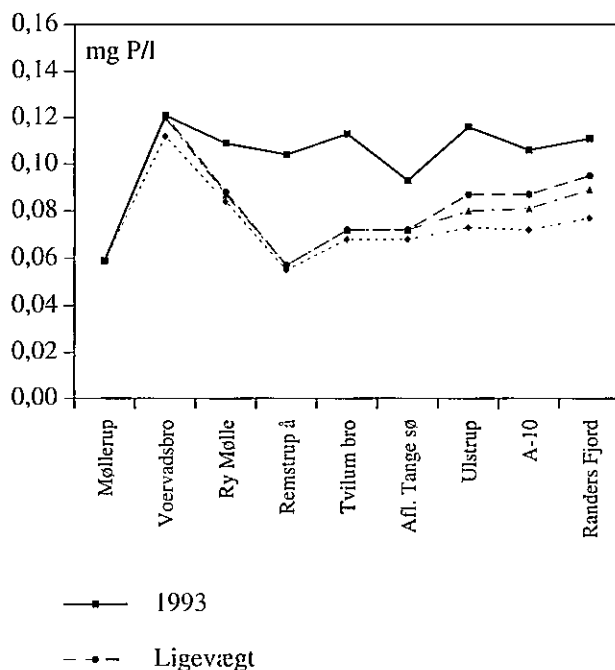
I tabel 6.2 er vist den udledte fosformængde med spildevand i dag og mængderne ved forskellige scenarier. Tabel 6.2 viser endvidere, at den målte fosforudledning med spildevand i hele Randers Fjords opland i 1993 er 9 t mindre end udledningstilladelsen, idet nogle - specielt af de større anlæg - allerede i dag renser meget fint.

Såfremt alt spildevand var blevet udledt kun mekanisk rensset, ville spildevandsbelastningen have været omkring 350 t. Hvis belastningen fra de øvrige kilder havde været som i dag, og hvis vi antager, at den samlede retention for hele oplandet er omkring 40%, ville udløbskoncentrationen til Randers Fjord have været knap 300 $\mu\text{g P/l}$.



Figur 6.1

Vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration af fosfor som målt i dag og som beregnet ved ligevægts-tilstand med ekstern belastning som i 1993.



Figur 6.2

Vandføringsvægtet ligevægtskoncentration af fosfor ved reduceret spildevandsbelastning som beskrevet i teksten samt koncentration i 1993 og ligevægtskoncentration med 1993-belastning.

	Ry Mølle	Tange	A-10	Randers Fj.
Målt spildevandsbelastning - P - 1993	41,8	140	345	438
Udledning ved mekanisk rensning	33,4	112	275	350
Udledningstilladelser - 1993 - (Scen. 1)	7,9	17,8	35,4	47,3
Udledt i 1993	4,3	10,0	30,3	38,2
Scenarie 2	4,2	9,5	22,8	29,9
Scenarie 3	3,5	7,2	11,7	14,9
Scenarie 4	2,9	6,5	10,8	13,9

Tabel 6.2.

Udledte fosformængder med spildevand under forskellige betingelser.

Scenarie 1:

De tilladte døgnmængder x 365. For anlæg uden fosforkrav er anvendt den aktuelle mængde i 1993.

Scenarie 2:

alle anlæg, der i 1993 lå under nedennævnte grænseværdier uændret.

alle anlæg > 199 PE (godk. kapacitet) \leq 1,5 mg P/l.*

alle anlæg > 500 PE (godk. kapacitet) \leq 1,0 mg P/l.*

*Gudenåkomitéens generelle krav.

Scenarie 3:

alle anlæg, der i 1993 lå under nedennævnte grænseværdier uændret.

alle anlæg > 199 PE (godk. kapacitet) \leq 1,5 mg P/l.

alle anlæg > 500 PE (godk. kapacitet) \leq 0,5 mg P/l.

alle anlæg > 10.000 PE (godk. kapacitet) \leq 0,2 mg P/l.

Scenarie 4:

alle anlæg, der i 1993 lå under nedennævnte grænseværdier uændret.

alle anlæg > 199 PE (godk. kapacitet) \leq 1,5 mg P/l.

alle anlæg > 500 PE (godk. kapacitet) \leq 0,5 mg P/l.

alle anlæg > 5.000 PE (godk. kapacitet) \leq 0,2 mg P/l.

Hvis hele oplandet til Randers Fjord derimod havde ligget hen som naturopland uden spildevandspåvirkning, viser målinger i forskellige naturoplande og i kilder, at baggrundskoncentrationen ligger omkring 50 μ g P/l. Hvis retentionen som ovenfor antages at være omkring 40% for hele oplandet, vil det svare til en udløbskoncentration omkring 30 μ g P/l til Randers Fjord.

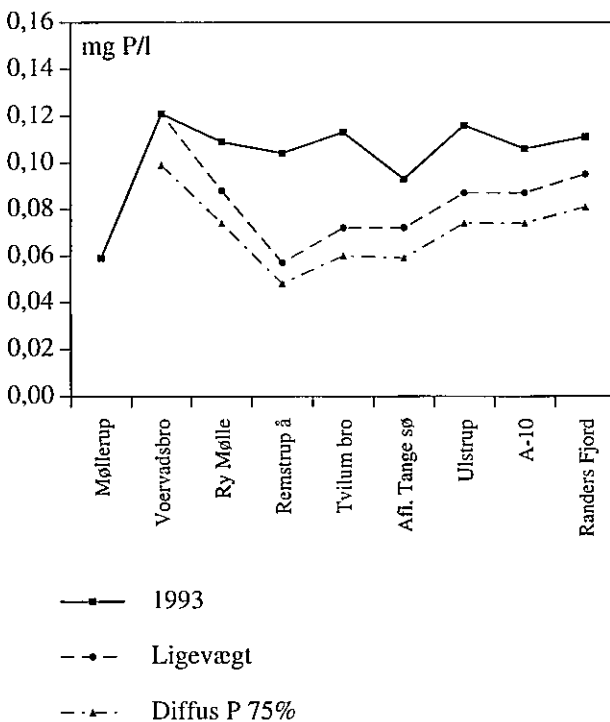
Som tidligere omtalt udgør landbrugets fosforbidrag i dag knap halvdelen af den diffuse belastning (naturbidrag, landbrugsbidrag samt bidrag fra regnvandsbetingede udledninger og spredt bebyggelse) - se tabel 5.2, kildeopsplitning. Hovedparten af resten af den diffuse belastning udgøres af naturbidraget, mens regnvandsbetingede udledninger og spredt bebyggelse kun udgør en mindre del. Landbrugets fosforbidrag stammer for en stor del fra overfladisk afstrømning fra markerne. Skrånende arealer ned mod vandløb og søer vil være

mest erosionstruede og ligeledes kan brinkerrosion forårsaget af jordbearbejdning for tæt på vandløbene forøge landbrugsbidraget. Den diffuse fosfortilførsel er tilsyneladende ikke blevet mindre i de forløbne 15 år, når der ses bort fra de nedbørsbetingede forskelle (Århus Amt, 1994). Selvom flere marker i dag er med vinterafgrøder, er dette vegetationslag i efterårs- og vintermånederne så tyndt, at det ikke nedsætter erosionsrisikoen. I nogle tilfælde ville plovfurer i en konturpløjet mark sandsynligvis have været en bedre beskyttelse mod erosionen, men et tæt vegetationsdække giver den bedste beskyttelse mod erosion.

I figur 6.3 er vist effekten af at reducere det diffuse fosforbidrag med 25% - hvilket i store træk svarer til en halvering af landbrugsbidraget. Ved ligevægtsforhold vil dette resultere i, at den vandføringsvægtede fosforkoncentration gennem hele Gudenåen vil være 15-20 $\mu\text{g P/l}$ mindre end ved nuværende belastning.

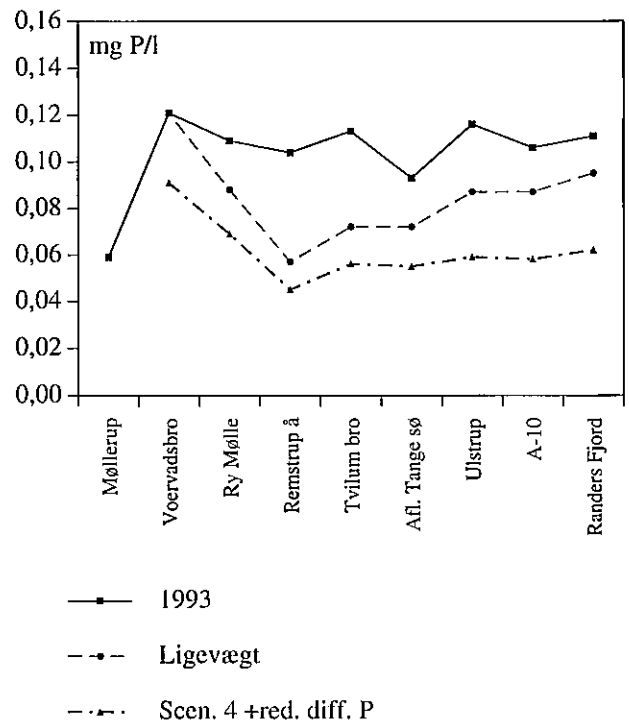
Figur 6.4 viser den samlede effekt af bedre spildevandsrensning (scenarie 4) og reduktion af de diffuse fosforbidrag med 25%. Indtil afløbet fra Tange Sø skyldes effekten næsten udelukkende reduktion af det diffuse bidrag. Efter Tange Sø ses den kombinerede effekt af spildevandsrensning og mindre diffust bidrag. Ved A-10 resulterer dette i en vandføringsvægtet fosforkoncentration på ca. 60 $\mu\text{g P/l}$, og koncentrationen i det tilstrømmende vand til Randers Fjord vil ligeledes være omkring 60 $\mu\text{g P/l}$. Dette svarer til næsten en halvering i forhold til, hvad der er målt i 1993 og en 35% reduktion i forhold til ligevægtssituationen som beregnet ud fra 1993-belastningen.

I de antagelser, der er lagt til grund for ovenstående scenarieberegninger, er kun kalkuleret med retention (beregnet ud fra Vollenweider-modellen) i større søer - og på Nørre Å og Gudenåens nedre strækninger. Da der imidlertid også må finde en vis retention sted i mindre søer - og eventuelt i vandløb - og da retentionen visse steder måske kan være større end beregnet ud fra Vollenweider på grund af vandets jernindhold, vil den beregnede fosfortilbageholdelse sandsynligvis være i underkanten af, hvad der fremover vil være tilfældet. Det kan med andre ord meget vel tænkes, at den fremtidige fosforkoncentration bliver lavere end beregnet på grund af større retention. Såfremt de koncentrationer, der ligger til grund for beregning af det diffuse fosforbidrag reelt skulle være lavere end, hvad der her er antaget, vil det ligeledes resultere i en lavere fosforkoncentration frem over end beregnet her. Scenarieberegningerne vil således alt i alt sandsynligvis ligge i overkanten af, hvad der må forventes i en ny ligevægtstilstand.



Figur 6.3

Vandføringsvægtet ligevægtskoncentration af fosfor ved reduceret diffus fosfor (75%) samt koncentration i 1993 og ligevægtskoncentrationer med 1993-belastning.



Figur 6.4

Vandføringsvægtet ligevægtskoncentration af fosfor ved reduceret spildevandsbelastning (scenarie 4) og reduceret diffus fosforbelastning samt koncentrationen i 1993 og ligevægtskoncentrationen med 1993-belastning.

Betydning for søerne og Randers Fjord

En reduktion i fosfor- og kvælstofbelastningen får betydning for miljøet i søerne og i Randers Fjord. De fleste søer vil ved ligevægt være fosforbegrænsede i foråret og hovedparten af sommeren. Biologisk er de i dag ofte karakteriseret ved lille sommersigt dybde på grund af algeopblomstringer og ingen eller sparsom bundvegetation. Såfremt fosforbelastningen reduceres, vil algeopblomstringen blive mindre. Herved vil mere lys nå ned til bunden, og bundvegetationen vil få en mulighed for at brede sig.

Samtidig med at søen bliver mere klarvandet, ændres den biologiske struktur. Undervandsvegetationen vil brede sig, og fiskebestanden vil typisk ændres således, at der kommer flere rovfisk som store aborrer og gedder og også bunddyr og dyreplankton vil få en anden sammensætning. De massive blågrønne- og grønne algeopblomstringer, som ses i mere forurenede søer, vil ikke mere være det typiske. Undersøgelser i en lang række søer har vist, at overgangen fra en tilstand, hvor søen er domineret af algeopblomstringer og uklart vand til en klarvandet sø med en mere varieret biologisk struktur typisk vil ske, når fosforkoncentrationen bringes ned omkring 80-100 µg P/l (Miljøministeriet, 1990). Koncentrationen i Gudenåens hovedløb ligger i dag højere end dette. Når fosforbelastningen ad åre aftager fra søerne, vil man imidlertid nå ned på et niveau, der betinger en god miljøtilstand i søerne i hovedløbet og i Skanderborg Sø og Mossø.

Randers Fjord er i dag ikke næringssaltbegrænset. En mindre tilførsel af næringssalte forventes fremover at kunne gøre den ydre del af fjorden næringssaltbegrænset. Fjordens fremtidige miljøtilstand vil afhænge både af kvælstof- og fosfortilførslen.

Store tilførsler af organisk stof via Gudenåen, bl.a. på grund af algeproduktionen i søerne, forøger iltforbruget ved bunden af fjorden og forringer herved levevilkårene for bunddyrene. I og med at algeproduktionen i søerne forventes at blive mindre, vil også tilførslen af organisk stof falde. Dette vil forbedre forholdene for bunddyrene.

Selvom en yderligere reduktion af den eksterne fosforbelastning ikke umiddelbart vil give fuld effekt på grund af søerne, vil den få betydning ved, at den tid det vil tage inden søerne når en ny og bedre miljøtilstand, vil blive kortere, og slutsituationen vil blive bedre.

7. Afslutning

Undersøgelserne af vandkvaliteten og stoftransport i Gudenåens hovedløb fra 1974 til 1993 har vist følgende:

For kvælstof vedkommende er der ikke sket nogen ændringer med hensyn til koncentrationer og transport, når der ses bort fra de udsving, der hovedsageligt skyldes forskel i nedbør. Landbrugsbidraget er langt den største kvælstofkilde (75%-80%), mens punktkildebidraget er mindre end 10%. Knap halvdelen af kvælstoftilførslen forsvinder ved denitrifikation undervejs til Randers Fjord. På baggrund af spildevandsbidragets ringe størrelse og denitrifikationen undervejs, vil kvælstoffjernelse på rensningsanlæg opstrøms Himmelbjergsøerne være uden betydning for kvælstoftilførslen til Randers Fjord og Kattegat. En mærkbar nedsættelse af kvælstoftilførslen til Randers Fjord vil kun kunne opnås ved, at landbrugsbidraget nedbringes, især nedstrøms Tange Sø.

Fosforkoncentrationen og -transporten har ved en række målestationer vist et markant fald i de forløbne år, - dette gælder f.eks. i Nørreå, Lilleå, Gjern Å, Alling Å og i Gudenåen ved Voervadsbro og A-10. Desuden ses det i de dambrugsbelastede vandløb, Funder Å og Salten Å. Faldet hænger klart sammen med forbedret spildevandsrensning - og ændret dambrugsdrift.

Ved Ry Mølle, Tvillum Bro og afløbet fra Tange Sø ses der kun et lille fald i transport og koncentration. Selvom der er gennemført omfattende spildevandsrensning - både før og efter 1985, hvor stoftransport m.v. sidst blev gjort op - er Gudenåen stadig kraftig påvirket af tidligere tiders store fosforudledninger, der i dag langsomt frigives fra bunden af søerne. Når systemet på et tidspunkt kommer i ligevægt, vil koncentrationerne fra Ry Mølle til Randers Fjord ligge mindst 20-40 µg P/l lavere end i dag.

Såfremt fosforindholdet opstrøms Tange Sø skal reduceres yderligere, skal det primært ske ved en reduktion af landbrugets fosforbidrag, der i dag er fire gange større end spildevandsbidraget i denne del af oplandet. Nedstrøms Tange Sø vil der imidlertid stadig kunne ske væsentlige reduktioner i fosforindholdet og -transporten ved forbedret spildevandsrensning - hovedsageligt på større rensningsanlæg. De mindre anlæg (< 1.000 PE) bidrager kun lidt til den samlede belastning.

8. Referencer

Enviroplan, 1976: Randers Fjord - Alling Å, 1973-75. Samlerapport. Rapport udarbejdet for Gudenåudvalget, 143 pp.

Gudenåkomitéen, 1982: Søer i Gudenåens vandsystem. Gudenåkomitéen, rapport nr. 1.

Gudenåkomitéen, 1987: Stoftransport i Gudenåens vandsystem 1974-1985. Gudenåkomitéen, rapport nr. 14.

Gudenåudvalget, 1978: Rapport vedrørende opfølgning af Gudenåundersøgelsen 1973-75, 42 pp.

Miljø- og Energiministeriet, 1994: Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993. Ferske vandområder, søer. Faglig rapport fra DMU, nr. 121.

Miljøministeriet, 1990: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1989. Ferske vandområder, Vandløb, kilder og søer. Faglig rapport fra DMU, nr. 5.

Miljøstyrelsen, 1983: Vejledning i recipientkvalitetsplanlægning. Del I vandløb og søer. Vejledning nr. 1.

Vandkvalitetsinstituttet, 1976: Gudenåundersøgelsen 1973-75. Samlerapport. Rapport udarbejdet for Gudenåudvalget.

Vandkvalitetsinstituttet, 1976a: Gudenåundersøgelsen 1973-73. Stoftransport. Rapport udarbejdet for Gudenåudvalget.

Vollenweider, R.A., 1976: Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. I st. Itab. Idrobiol. 33: 53-83.

Wiggers, L., 1995: Bedre kildeopsplitning af diffus fosfor. Vand & Jord, nr. 1, s. 28-32.

Wiggers, L., 1994: En fosfor-PE er ikke, hvad den har været. Vand & Jord, nr. 2 s. 88-90.

Århus Amt, 1991: Skanderborgsøerne 1990 - Forureningstilstand. Teknisk Rapport.

Århus Amt, 1994a: Himmelbjergsøerne 1992 - Forureningstilstand. Teknisk Rapport.

Århus Amt, 1994: Vandløb og kilder, Vandmiljøovervågning 1993. Teknisk Rapport.

Øvrige publikationer

Gudenåkomitéen, 1990: Forureningskort for Gudenåens vandsystem 1989, rapport nr. 16.

Gudenåkomitéen, 1988: Fiskenes passage gennem turbineanlæg i Gudenåen, rapport nr. 15.

Gudenåkomitéen, 1985: Havørreden i Gudenåens vandsystem. Kviksølv i fisk fra Ring Sø, Tange Sø og Silkeborg Langsø 1981, rapport nr. 2.

Gudenåkomitéen, 1985: Laksefiskene og fiskeriet i Randers Fjord, rapport nr. 4.

Gudenåkomitéen 1987: Vandløb og fisk i Gudenåen og øvrige tilløb til Randers Fjord. Samlerapport, rapport nr. 5.

Gudenåkomitéen, 1987: Vandløb og fisk i Gudenåens vandsystem fra udspringet til Mossø, rapport nr. 6.

Gudenåkomitéen, 1987: Vandløb og fisk i tilløbene til Skanderborg Søerne og Mossø, rapport nr. 7.

Gudenåkomitéen, 1987: Vandløb og fisk i Gudenåens vandsystem fra Mossø til Silkeborg Langsø, rapport nr. 8.

Gudenåkomitéen, 1987: Vandløb og fisk i Gudenåens vandsystem fra Silkeborg Langsø til Tange, rapport nr. 9.

Gudenåkomitéen, 1987: Vandløb og fisk i de mindre tilløb til Gudenåen mellem Tange og Randers, rapport nr. 10.

Gudenåkomitéen, 1987: Vandløb og fisk i Hadsten Lilleå's vandsystem, rapport nr. 11.

Gudenåkomitéen, 1987: Vandløb og fisk i Nørreåens vandsystem, rapport nr. 12.

Gudenåkomitéen, 1987: Vandløb og fisk i tilløbene til Randers Fjord, rapport nr. 13.

Århus Amt, 1991: Vandmiljøet i Randers Fjord 1990. Teknisk Rapport.

Århus Amt, 1994: Mossø 1992. Teknisk rapport.

9. Bilag

	Side
Bilag 1: Oversigt over stofkoncentrationer, stoftransporter og punktkildebidrag for hver målestation	51
Bilag 2: Spildevandsrensning i Gudenåens opland	125
Bilag 3: Beregning af fosforretention og kvælstoffjernelse	133
Bilag 4: Beregningsmetoder m.v.	135

Bilag 1

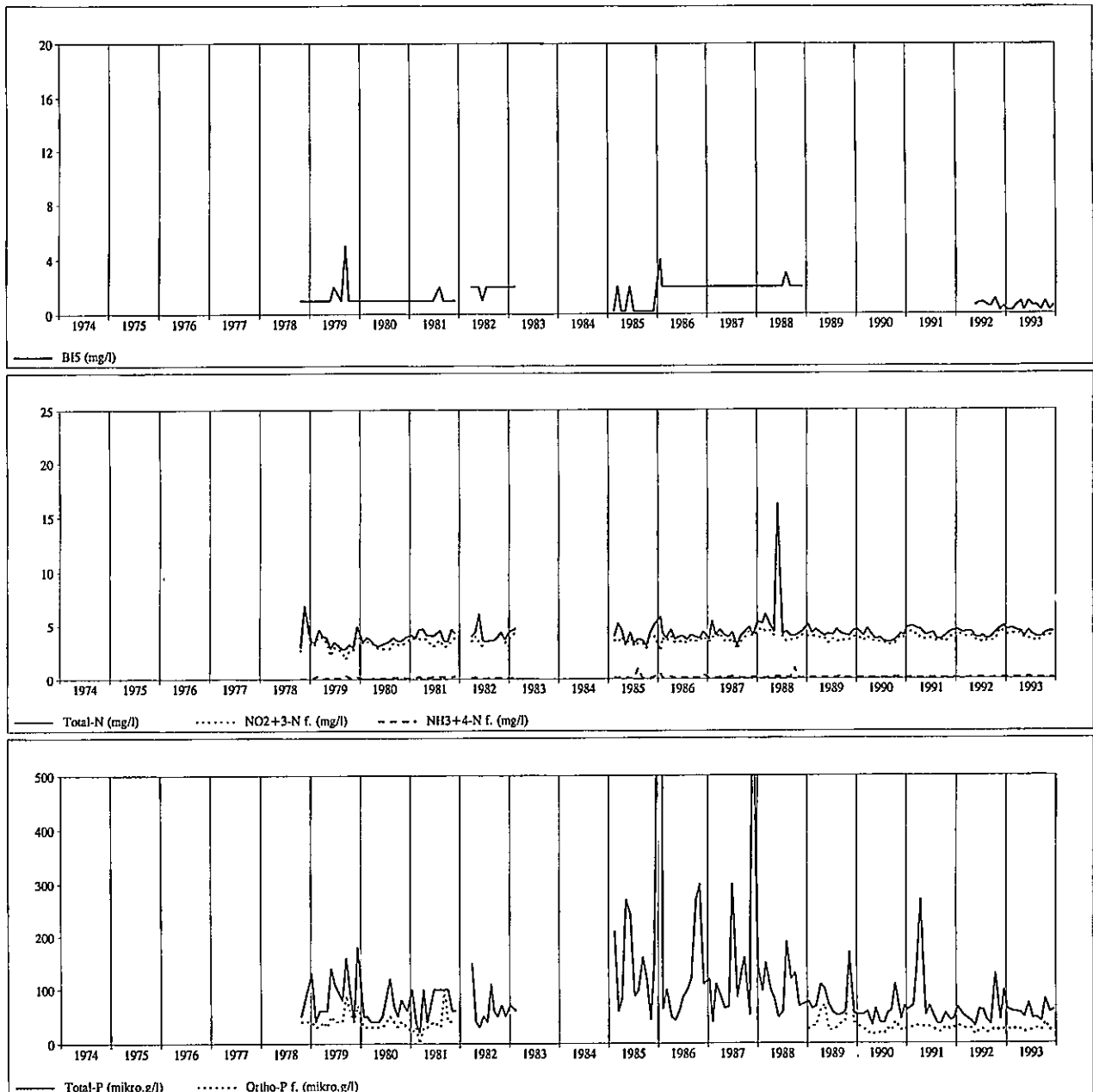
Oversigt over stofkoncentrationer, stoftransporter og punktkildebidrag for hver målestation

	Side
Gudenå, Møllerup (090657)	52
Gudenå, Voervadsbro (090312)	56
Tåning Å, Fuldbro Mølle (090280)	60
Salten Å, Salten Bro (090270)	64
Gudenå, Ry Mølle (090267)	68
Knud Å, Sophiendal (090293)	72
Gudenå, Remstrup Å (090303)	76
Funder Å, Funderholme (090258)	80
Gjern Å, Smingevad Bro (070245)	84
Gudenå, Tvillum Bro (070244)	88
Gudenå, afl. Tange Sø (070323)	92
Gudenå, Ulstrup (070234)	96
Lilleå, Løjstrup (080221)	100
Nørreå, Vejrumbro (070270)	104
Nørreå, Fladbro Bro (070217)	108
Gudenå, A-10 /070216	112
Alling Å, Fløjstrup (040204)	116
Alling Å, Allingåbro (040202)	120

GUDENÅ (Station 90657)
MØLLERUP (VEJLE AMT)

Udskrift d.22/11 - 1994

Prøvetyper medtaget : 1



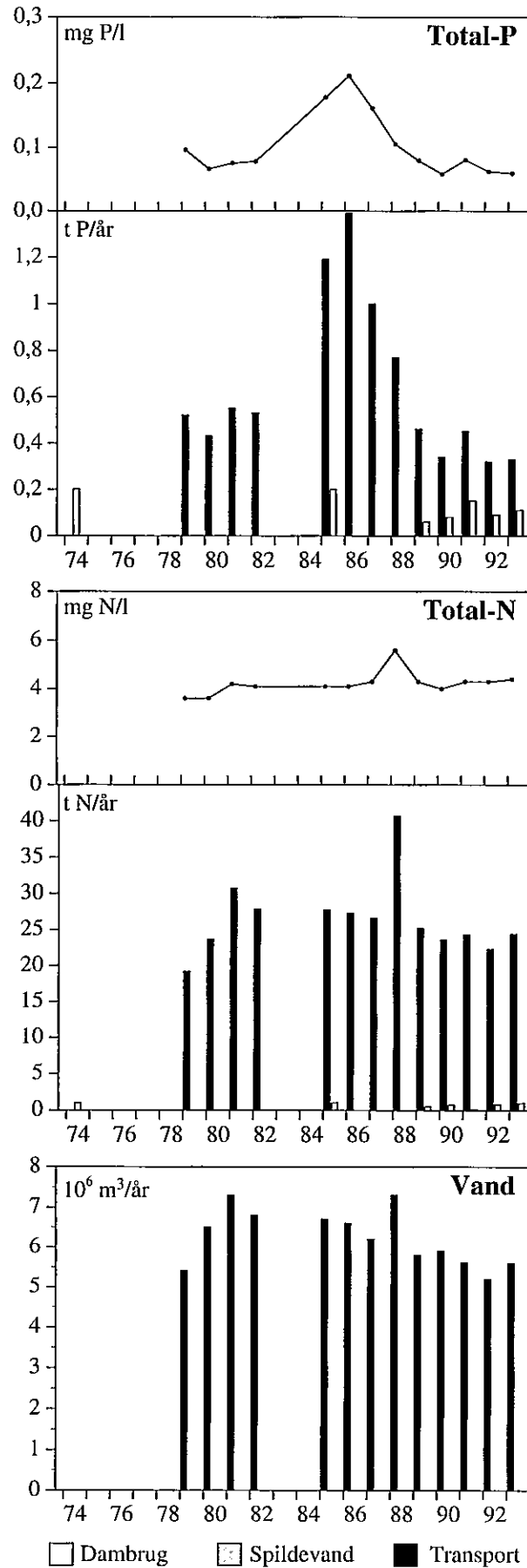
Gudenå, Møllerup
St. 090657

Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1973								
1974								
1975								
1976								
1977								
1978								
1979	171			3,5	3,0	0,79	96	46
1980	207			3,6	3,2	0,47	64	34
1981	233			4,2	3,5	1,14	76	39
1982	215			4,1	3,4	0,66	74	
1983								
1984								
1985	213			4,1	3,5	1,22	172	
1986	208			4,1	3,5	1,10	195	
1987	197			4,2	3,7	0,73	160	
1988	231			5,6	5,0	1,36	103	
1989	185			4,3	3,7	0,73	78	48
1990	188			3,9	3,6	0,59	57	24
1991	176			4,3	3,8	0,53	78	28
1992	165	0,7		4,2	3,9	0,47	59	24
1993	179	0,6		4,3	3,9	0,11	58	26

Årlig stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1979	5,4			19,2	16,6	0,79	0,52	0,25
1980	6,5			23,6	21,1	0,47	0,43	0,23
1981	7,3			30,7	26,1	1,14	0,55	0,28
1982	6,8			27,8	23,2	0,67	0,53	
1983								
1984								
1985	6,7			27,7	23,6	1,22	1,19	
1986	6,6			27,3	23,1	1,10	1,39	
1987	6,2			26,6	23,4	0,73	1,00	
1988	7,3			40,7	36,3	1,36	0,77	
1989	5,8			25,2	21,6	0,73	0,46	0,28
1990	5,9			23,6	21,2	0,59	0,34	0,14
1991	5,6			24,3	21,6	0,53	0,45	0,16
1992	5,2			22,3	20,3	0,47	0,32	0,13
1993	5,6			24,4	22,3	0,62	0,33	0,15

Gudenå, Møllerup
St. 90657

År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974		0,2		1
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985		0,2		1
1986				
1987				
1988				
1989		0,06		0,52
1990		0,08		0,74
1991		0,15		0,13
1992		0,09		0,82
1993		0,11		0,97

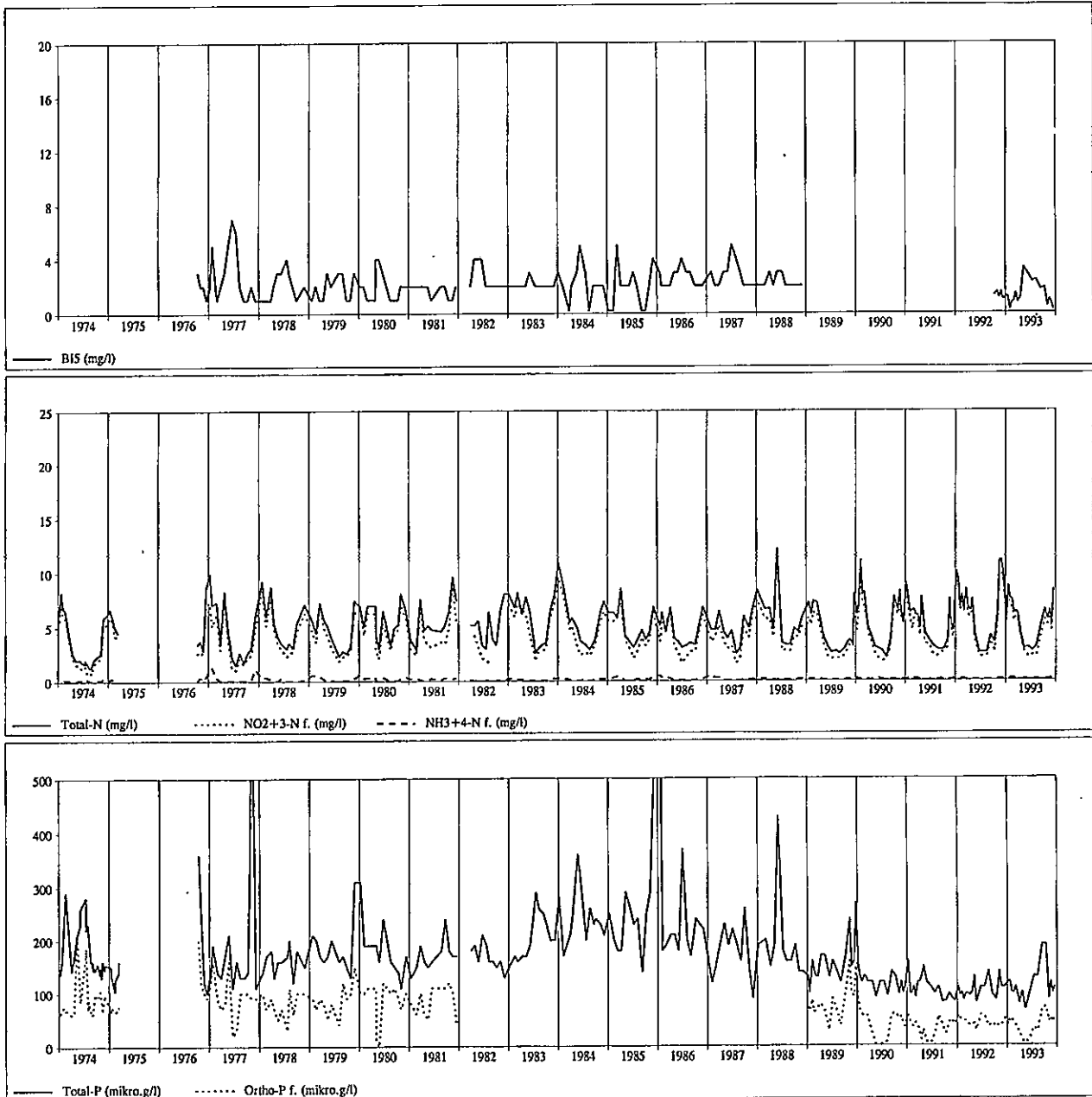


**Gudenå,
Møllerup**

GUDENÅ (Station 90312)
VOERVADSBRO, (VEJLE AMT)

Udskrift d.22/11 - 1994

Prøvetyper medtaget : 1



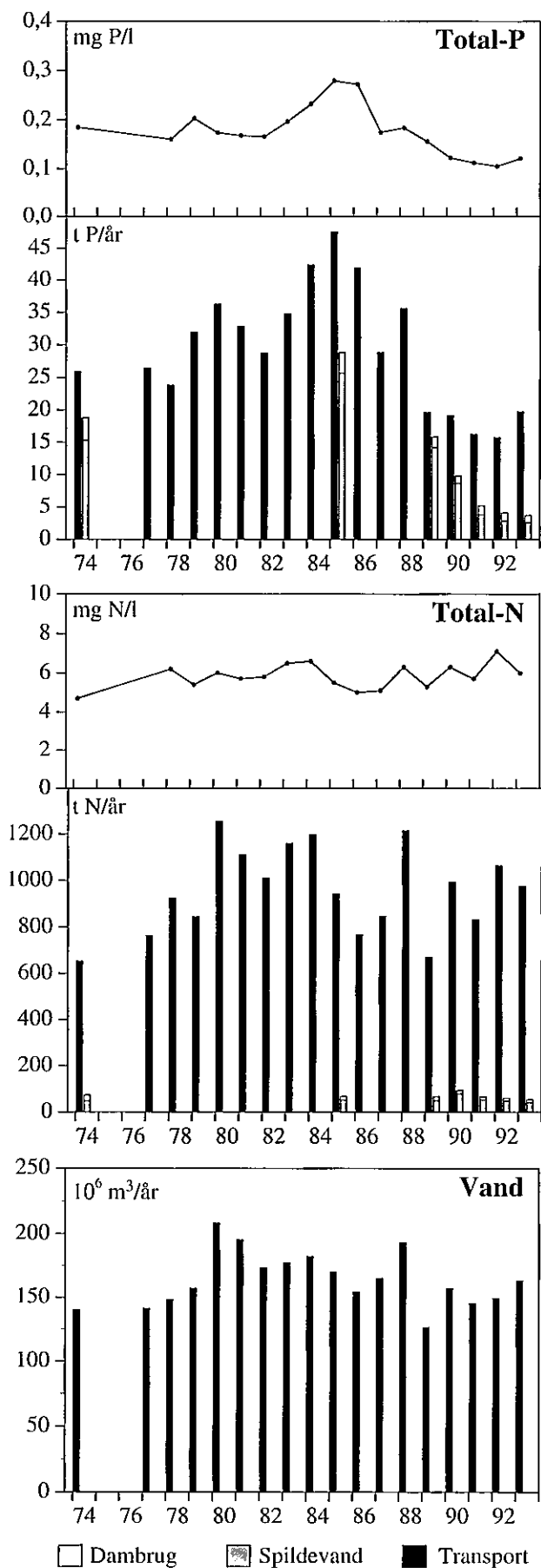
Gudenå, Voervadsbro
St. 090312

Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1973								
1974	4447			3,6	3,0	0,14	189	93
1975								
1976								
1977	4462	2,8		4,6	3,7	0,30	186	91
1978	4700	2,0	16,1	5,6	4,8	0,17	160	80
1979	4982	1,9	14,7	4,7	4,0	0,21	191	87
1980	6581	1,9	19,8	5,6	4,9	0,20	181	91
1981	6199	1,7	16,0	5,5	4,3	0,17	170	88
1982	5486	2,5	14,3	5,4	4,0	0,09	169	
1983	5613	1,9	17,7	6,0	5,2	0,15	206	
1984	5779	2,1	26,3	5,6	4,7	0,12	242	
1985	5405	1,9	20,9	5,2	4,2	0,18	259	
1986	4870	2,6		4,6	3,8	0,13	249	
1987	5234	2,8		4,9	3,9	0,13	177	
1988	6110	2,3		5,9	5,1	0,07	191	
1989	4000			4,6	3,6	0,07	156	78
1990	4978			5,3	4,5	0,07	119	37
1991	4608			4,9	4,3	0,09	106	31
1992	4727			5,9	5,3	0,07	106	42
1993	5172	1,6		5,2	4,6	0,07	117	36

Årlig stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	140,2			652	563	24,4	25,9	12,0
1975								
1976								
1977	140,7			763	615	57,7	26,4	13,7
1978	148,2		2552	924	806	29,8	23,8	12,3
1979	157,1		2721	844	748	43,2	31,9	14,4
1980	207,5		3983	1255	1096	48,7	36,2	19,4
1981	195,5		3192	1109	883	36,0	32,8	16,9
1982	173,0		2513	1009	770	18,7	28,7	
1983	177,0		3178	1159	1001	27,9	34,8	
1984	182,2		4933	1196	1030	27,4	42,3	
1985	170,5		3737	941	739	36,2	47,5	
1986	153,6			766	643	27,6	41,9	
1987	165,1			846	688	23,6	28,8	
1988	192,7			1214	1058	16,4	35,6	
1989	126,1			670	532	10,4	19,6	9,3
1990	157,0			993	857	11,4	19,1	7,1
1991	145,3			833	727	14,1	16,2	5,0
1992	149,1			1063	962	10,7	15,7	6,3
1993	163,1	216		977	866	13,4	19,7	7,0

Gudenå, Voervadsbro
St. 090312

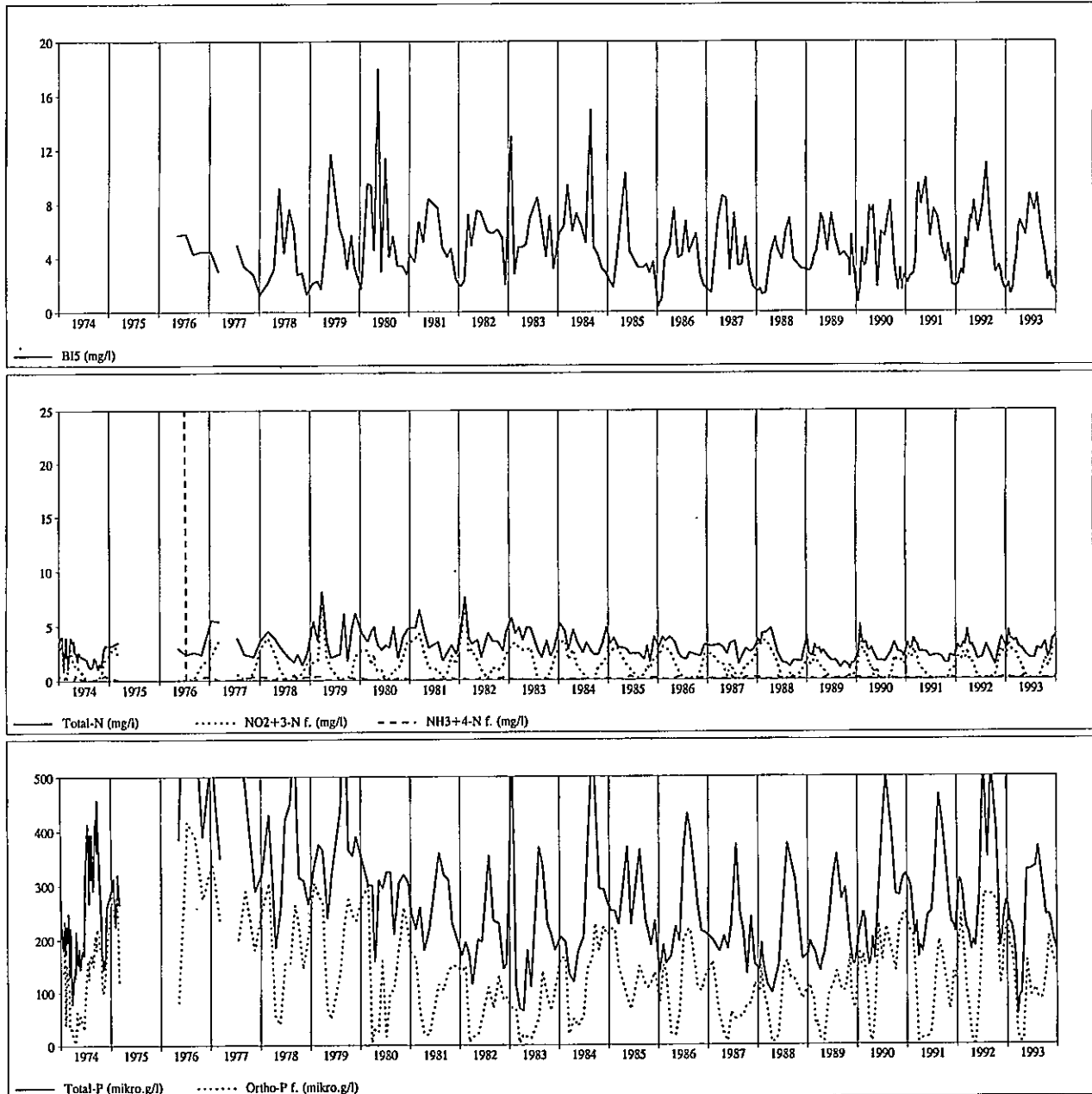
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	15,3	3,5	47,8	24,5
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	25,7	3,1	51,4	15,1
1986				
1987				
1988				
1989	14,2	1,6	50,6	16
1990	8,7	1,1	78,6	13,8
1991	3,8	1,4	52,6	13
1992	2,9	1,2	48,4	12,1
1993	2,6	1,1	42,1	12



**Gudenå,
Voervadsbro**

TÅNING Å (Station 90280)
FULDBRO MØLLE

Udskrift d.18/10 - 199.



Tåning Å, Fuldbro Mølle
St. 090280

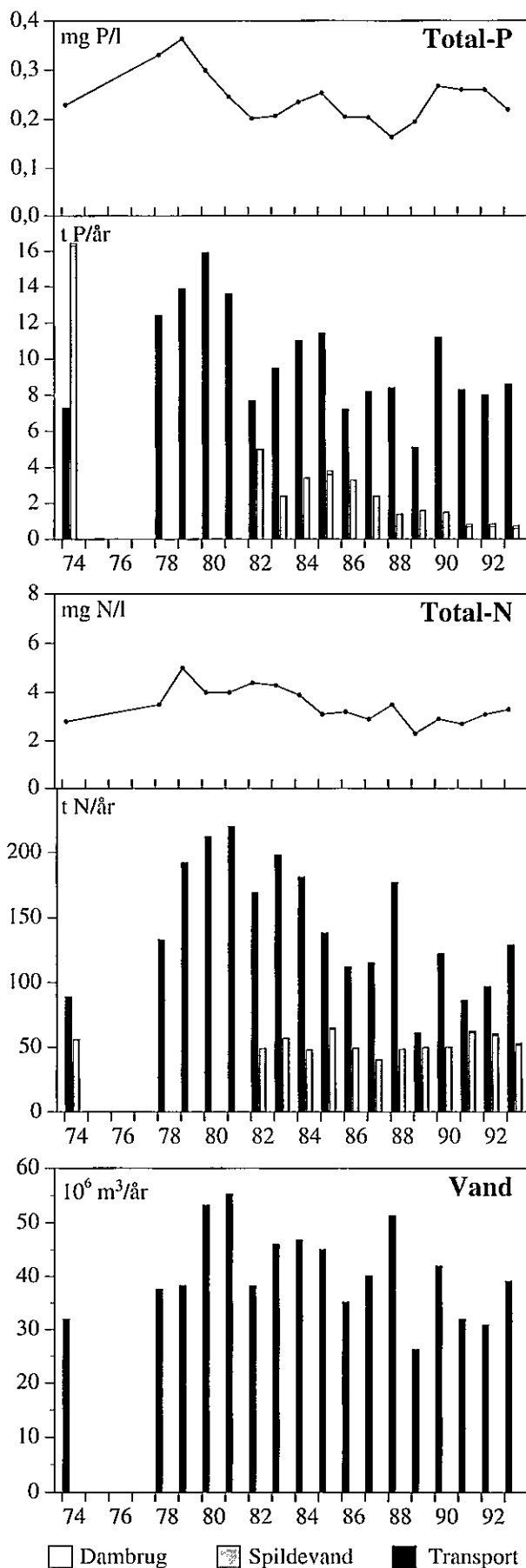
Års gns. af konc.	Vand års gns.	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974	1012			2,37	1,19	0,21	243	120
1975								
1976		5,2		2,9	0,42		511	234
1977		3,6		3,9	1,63	0,15	436	238
1978	1191	4,0	27,3	2,9	1,49	0,23	352	182
1979	1215	5,0	41,2	2,3	1,66	0,15	386	203
1980	1686	6,2	37,0	3,7	1,59	0,11	292	151
1981	1751	5,5	36,1	3,6	1,97	0,09	257	104
1982	1212	5,5	35,5	4,0	2,07	0,10	211	78
1983	1459	6,2	38,7	3,8	1,89	0,05	224	62
1984	1485	6,4	40,0	3,5	1,52	0,06	266	131
1985	1427	4,2	36,3	2,8	1,48	0,11	265	132
1986	1113	4,1	31,3	2,8	1,31	0,10	250	120
1987	1270	4,6	34,1	2,8	1,30	0,10	212	74
1988	1628	3,7	26,9	2,7	1,55	0,09	202	91
1989	832	4,7	29,1	2,0	0,67	0,08	223	84
1990	1329	4,4	27,6	2,6	1,23	0,15	295	162
1991	1013	5,4	34,3	2,4	0,87	0,03	279	107
1992	976	5,3		2,8	1,22	0,05	312	174
1993	1240	5,0		2,8	1,36	0,09	245	117

Total stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	31,9			88,7	57,4	8,5	7,3	4,41
1975								
1976								
1977								
1978	37,6	114,6	946	132,8	89,4	8,2	12,4	7,34
1979	38,3	153,3	1309	191,7	105,5	7,4	13,9	8,21
1980	53,2	276,9	1812	211,5	107,8	5,7	15,9	9,45
1981	55,2	280,5	1831	219,8	134,3	4,3	13,6	6,26
1982	38,2	190,2	1229	169,3	108,9	3,9	7,7	3,16
1983	46,0	284,5	1728	197,5	114,4	2,4	9,5	2,34
1984	46,8	274,8	1509	180,6	102,8	3,1	11,0	6,75
1985	45,0	183,6	1440	138,1	84,6	4,2	11,4	6,26
1986	35,1	110,9	902	112,3	69,3	3,5	7,2	3,74
1987	40,1	174,7	1245	114,9	57,9	4,9	8,2	3,17
1988	51,3	138,9	1200	177,3	127,0	4,3	8,4	4,48
1989	26,2	122,1	728	61,4	27,3	1,7	5,1	1,90
1990	41,9	153,8	1049	121,6	75,8	4,1	11,2	6,89
1991	31,9	155,3	957	86,4	44,6	0,9	8,3	3,81
1992	30,8	138,8		97,4	55,3	1,7	8,0	4,31
1993	39,1	129,4		129,1	81,0	3,6	8,6	5,45

Vandføring i 1985-1990 er beregnet ud fra aflæsning af skodindstillinger, - de øvrige år er beregnet ud fra Tvilum Bro (21.01) og Århus Å, Skibby (26.01) som $Q = 0,0584 \times Q_{21.01} + 0,589 \times Q_{26.01} - 385$.

Tåning Å. Fuldbro Mølle
St. 090280

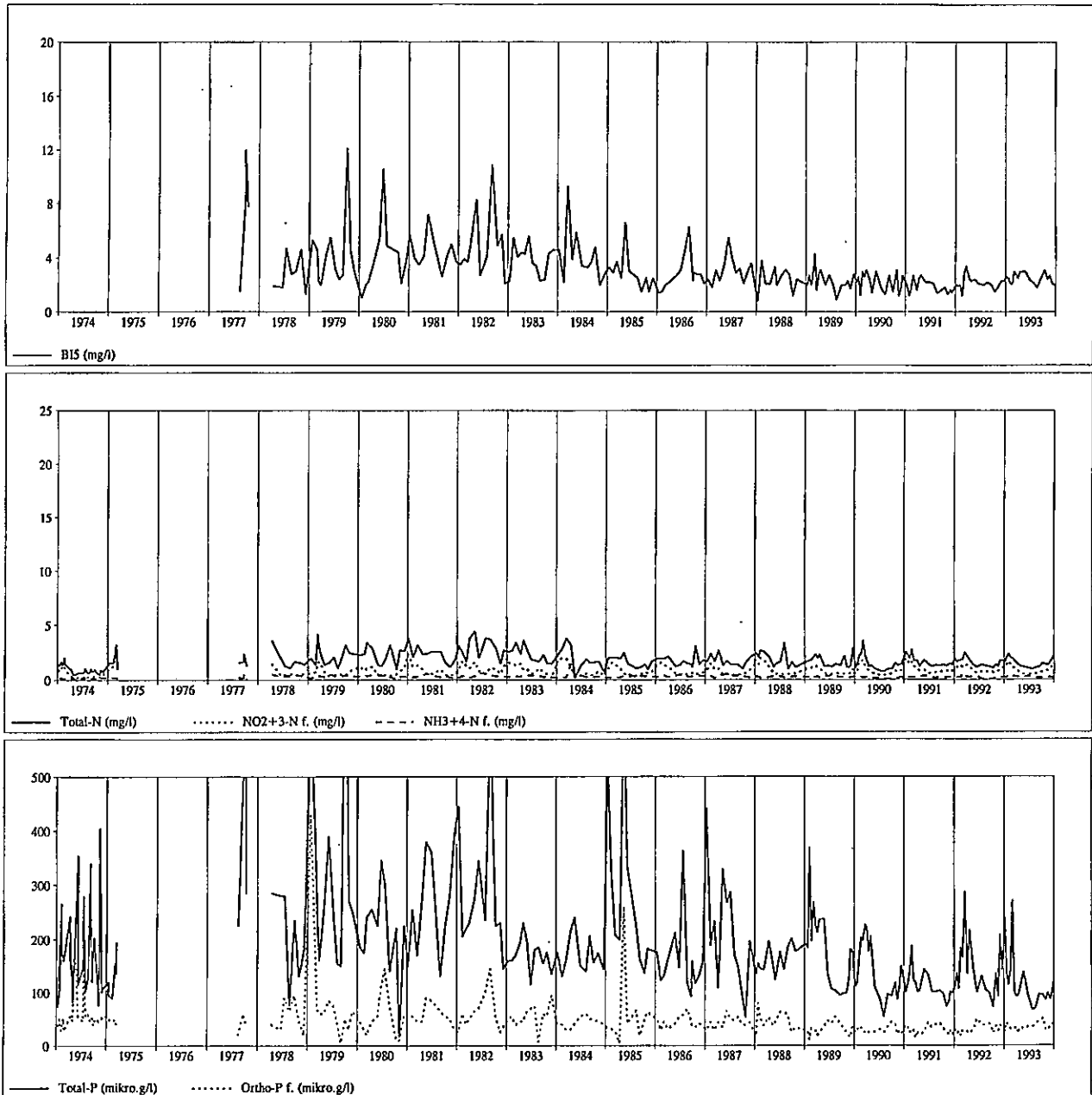
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	16,3	0,13	56	
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982	5		49	
1983	2,4		57	
1984	3,4		48	
1985	3,6	0,2	64	1
1986	3,3		49,1	
1987	2,4		40,3	
1988	1,4		48,5	
1989	1,6		49,8	
1990	1,5		50,2	
1991	0,7	0,12	61,2	1,1
1992	0,7	0,14	59,2	1,2
1993	0,6	0,12	51,9	1



Tåning Å,
 Fuldbro Mølle

SALTEN Å (Station 90270)
VED SALTEN BRO

Udskrift d. 18/10 - 1994



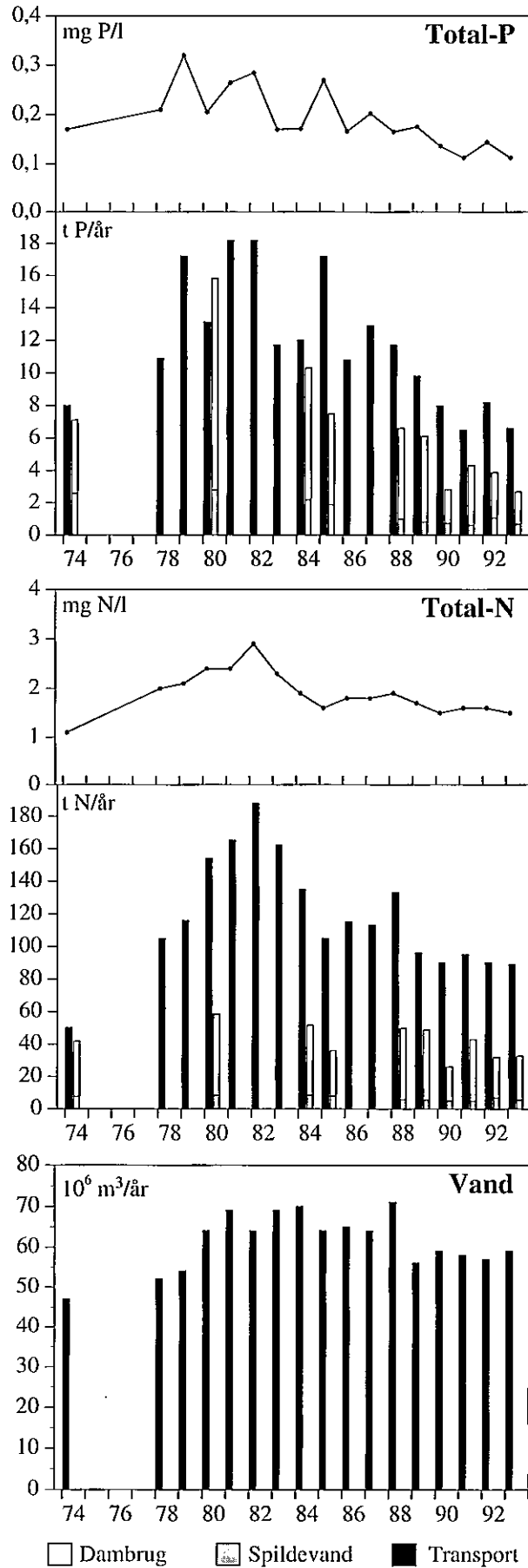
Salten Å, Salten Bro
St. 090270

Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1972				1,0	0,42	0,16	218	41
1973				0,9	0,39	0,12	181	41
1974	1500			0,9	0,50	0,16	166	59
1975								
1976		2,7		1,4	0,58	0,25	193	31
1978	1658	3,0	10,3	1,9	0,80	0,36	207	58
1979	1703	4,2	16,9	2,1	0,73	0,37	333	99
1980	2039	4,1	16,4	2,3	0,81	0,34	210	55
1981	2194	4,4	19,4	2,4	0,87	0,32	265	60
1982	2029	5,1	20,4	3,0	1,07	0,37	291	65
1983	2189	3,9	17,3	2,3	0,96	0,31	170	55
1984	2205	4,1	17,5	1,9	0,89	0,38	174	44
1985	2030	2,9	15,8	1,6	0,76	0,30	271	57
1986	2055	2,9	11,6	1,8	0,81	0,35	170	44
1987	2030	3,0	12,9	1,7	0,77	0,35	205	42
1988	2238	2,4	12,4	1,8	0,87	0,28	166	45
1989	1780	2,2	9,8	1,7	0,75	0,27	169	33
1990	1874	2,2	11,3	1,4	0,81	0,16	129	29
1991	1830	1,8	9,5	1,6	0,96	0,23	112	30
1992	1798	2,1		1,5	0,90	0,21	139	32
1993	1856	2,5		1,5	0,83	0,23	111	36

Årlig stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	47			50	36		8,0	3,3
1978	52	159	547	105	45	18,7	10,9	3,0
1979	54	217	899	116	42	19,5	17,2	5,1
1980	64	257	1081	154	54	21,4	13,1	3,5
1981	69	307	1330	165	63	21,9	18,2	4,1
1982	64	320	1311	188	70	23,2	18,2	4,0
1983	69	276	1201	162	68	21,2	11,7	3,9
1984	70	286	1209	135	67	25,6	12,0	3,0
1985	64	184	1012	105	50	18,6	17,2	3,6
1986	65	179	758	115	55	22,4	10,8	2,8
1987	64	193	824	113	50	22,3	12,9	2,7
1988	71	169	888	133	68	19,1	11,7	3,2
1989	56	128	567	96	44	15,2	9,8	1,8
1990	59		691	90	53	10,2	8,0	1,8
1991	58	111	548	95	58	13,5	6,5	1,7
1992	57	124		90	53	12,3	8,2	1,8
1993	59	146		89	52	13,4	6,6	2,1

Salten Å, Salten Bro
St. 090270

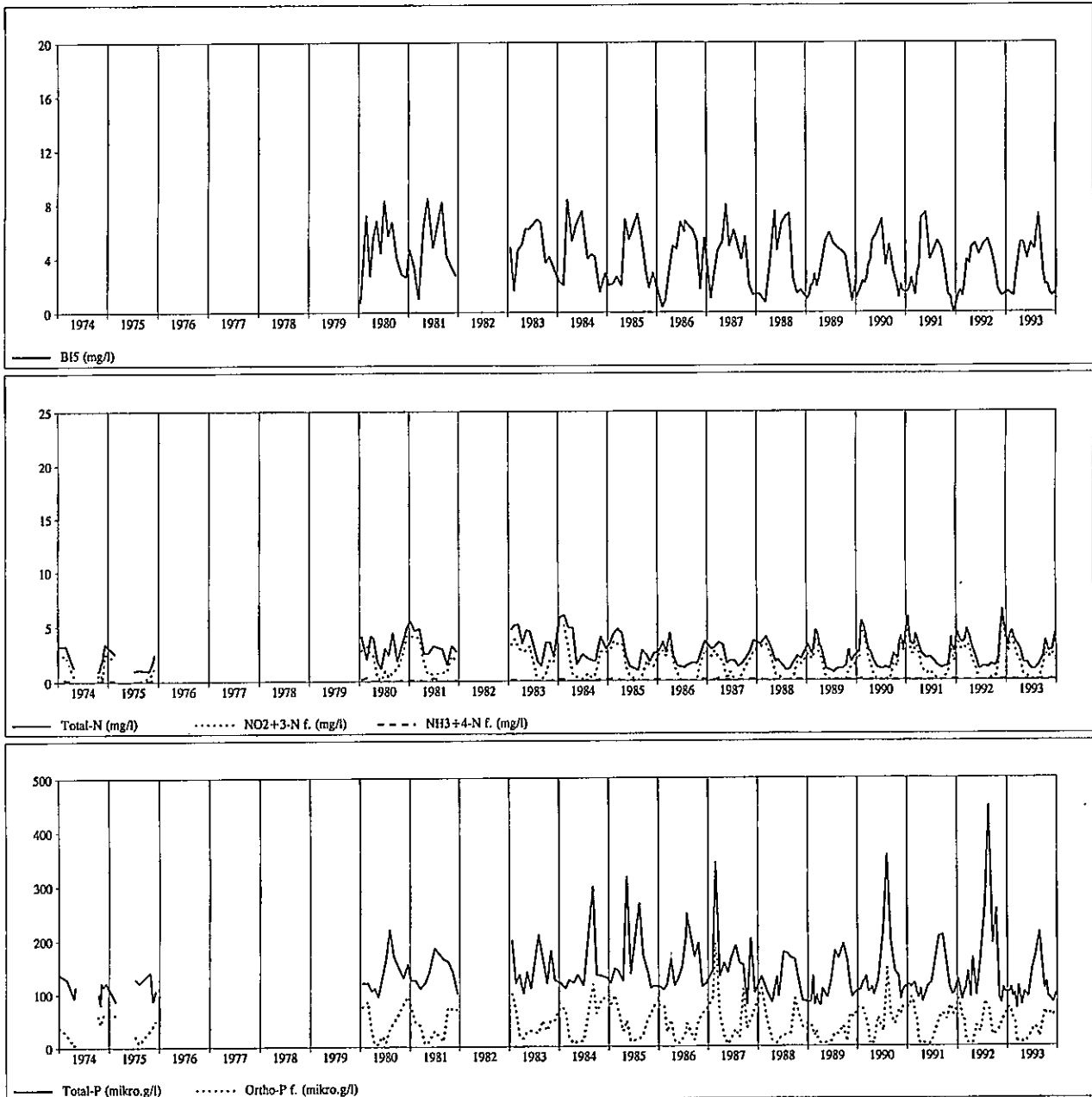
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	2,6	4,5	7,7	34
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980	2,8	13	8,4	50
1981				
1982				
1983				
1984	2,2	8,1	8,5	43
1985	1,89	5,6	8	28
1986				
1987				
1988	1	5,6	5,7	44
1989	0,81	5,3	5,6	43
1990	0,72	2,1	4,9	21
1991	0,62	3,7	4,8	38
1992	1,08	2,8	6,8	25
1993	0,68	2	5,6	27



**Salten Å,
Salten Bro**

GUDENÅ (Station 90267)
VED RY MØLLE

Udskrift d.18/10 - 1994



Gudenå, Ry Mølle
St. 090267

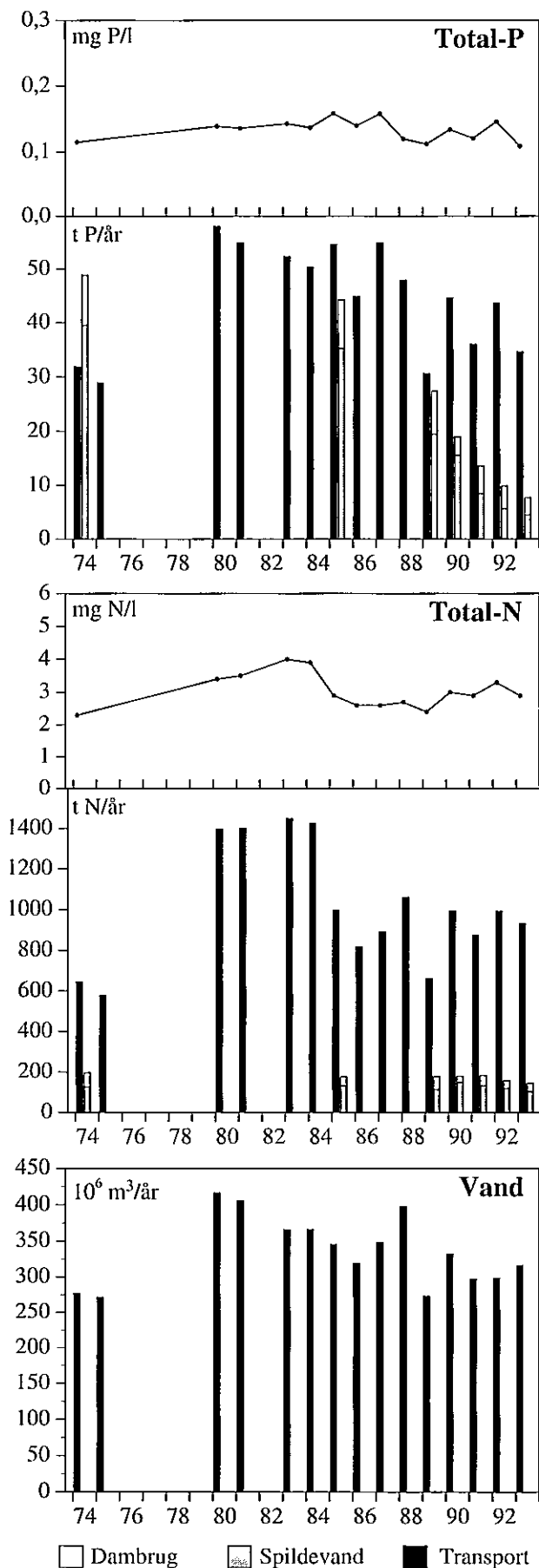
Års gns. af konc.	Vand års gns.	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974	8778			1,9	1,1	0,10	112	34
1975	8581			1,7	0,9	0,09	112	37
1980	13198	4,7	21,5	3,1	1,8	0,07	139	49
1981	12828	4,9	25,4	3,3	1,9	0,08	141	40
1983	11605	4,8	24,8	3,6	2,1	0,04	147	43
1984	11608	4,5	20,5	3,4	1,8	0,06	147	54
1985	10952	4,0	18,6	2,6	1,7	0,07	164	48
1986	10100	4,2	19,6	2,3	1,3	0,05	150	39
1987	11048	4,1	17,9	2,5	1,4	0,07	159	58
1988	12636	3,6	18,8	2,2	1,4	0,05	125	43
1989	8668	3,4	117,9	2,0	1,4	0,03	123	26
1990	10529	3,5	19,1	2,5	1,5	0,03	149	56
1991	9412	3,5	20,4	2,5	1,6	0,04	130	44
1992	9427	3,3		2,8	1,8	0,03	169	42
1993	10023	3,4		2,5	1,6	0,04	116	38

Total stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	277			645	412	33,9	31,9	9,6
1975	271			577	370	26,3	28,9	12,4
1980	416	1813	8886	1395	915	37,1	58,0	23,7
1981	405	1787	10778	1400	888	30,9	54,9	17,8
1983	366	1735	8485	1448	923	17,2	52,3	16,7
1984	366	1498	7125	1424	889	26,8	50,3	21,0
1985	345	1240	6052	995	662	26,3	54,6	18,2
1986	319	1136	5650	816	544	21,4	44,8	14,4
1987	348	1370	6061	891	539	27,7	54,9	21,1
1988	398	1127	6938	1060	773	20,4	47,9	21,0
1989	273	832	4556	660	414	6,5	30,6	7,1
1990	332		5997	992	727	12,7	44,6	18,1
1991	297	954	5638	875	578	14,3	36,0	13,8
1992	298	885		992	718	9,8	43,6	11,9
1993	316	877		932	664	17,1	34,6	14,3

Vandføring i 1974-1989 beregnet ud fra aflæsning af skodstilling, - de øvrige år beregnet ud fra Tvilum Bro (21.01) som $Q = 0,647 \times Q_{21.01} - 652$.

Gudenå, Ry Mølle
St. 090267

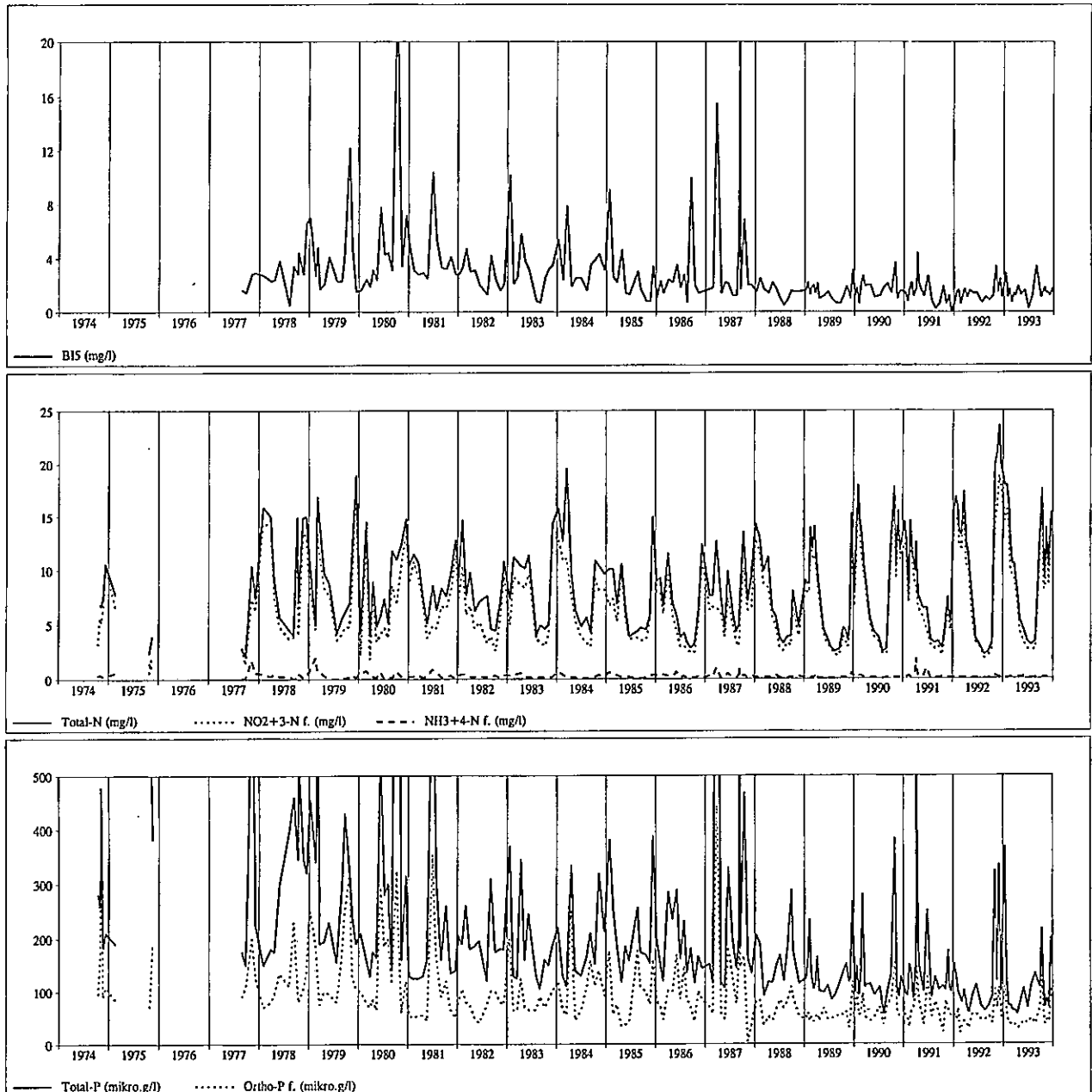
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	39,5	9,3	126	70
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	35,3	8,9	132	44
1986				
1987				
1988				
1989	19,5	7,9	114	64
1990	15,6	3,4	148	31,5
1991	8,5	5,1	132	51,7
1992	5,7	4,2	120	38,6
1993	4,5	3,2	104	41,2



Gudenå,
Ry Mølle

KNUD Å (Station 90293)
VED SOPHIENDAL

Udskrift d.18/10 - 1994



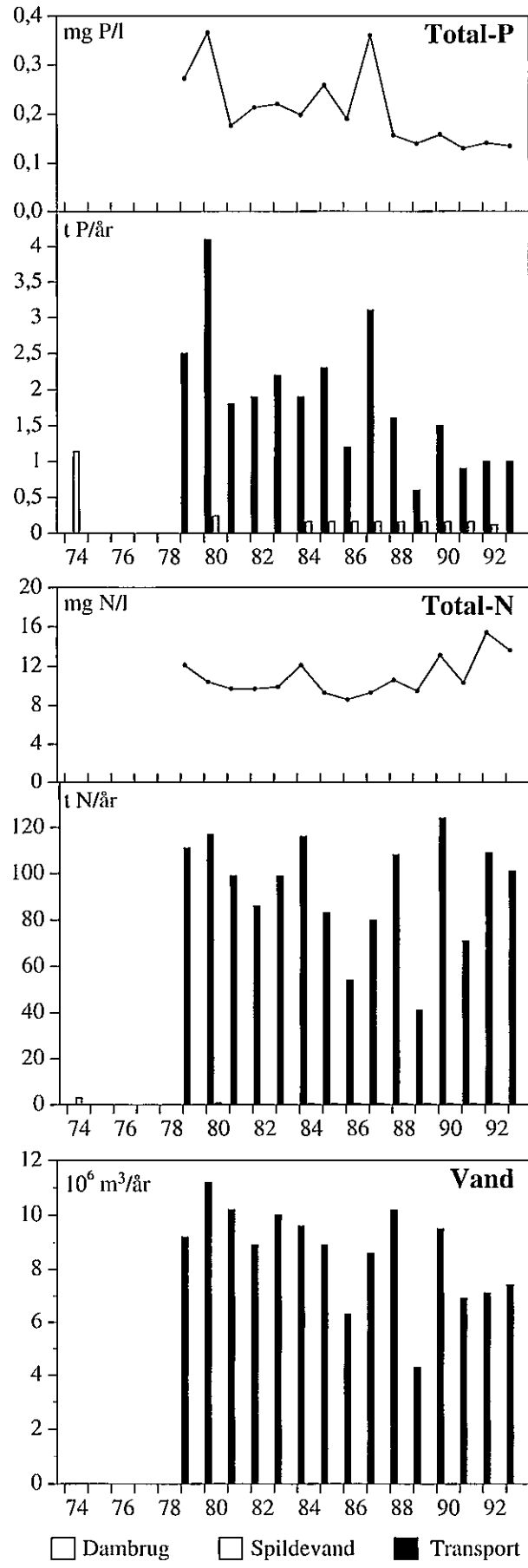
Knud Å, Sofieldal
St. 090293

Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1973				10,7	7,1	1,18	361	128
1974				7,2	3,0	0,88	383	162
1975				5,3	3,8	0,96	441	96
1976		2,4		3,2	2,4	0,23	215	116
1977		1,8		7,9	6,2	0,57	219	106
1978		3,0	20,3	10,2	8,9	0,29	301	114
1979	291	4,0	24,4	9,1	7,5	0,41	280	151
1980	354	5,7	28,1	9,1	6,9	0,36	363	142
1981	323	4,1	26,5	8,9	7,3	0,33	226	102
1982	281	2,8	17,4	7,9	5,7	0,26	198	79
1983	316	3,4	23,3	8,8	7,2	0,25	191	90
1984	305	3,5	27,1	9,7	7,4	0,22	192	108
1985	282	2,7	19,4	7,1	5,9	0,23	215	94
1986	199	2,6	17,1	6,7	5,6	0,25	188	91
1987	272	3,7	27,8	8,4	6,3	0,27	299	123
1988	325	1,5	16,7	7,2	6,0	0,15	152	67
1989	136	1,4	13,5	6,6	5,8	0,12	128	55
1990	301	1,7	18,7	9,0	7,0	0,12	129	67
1991	220	1,3	15,6	7,1	6,0	27,00	136	66
1992	225	1,4		10,6	9,0	0,10	144	53
1993	235	1,5		9,7	8,3	0,11	113	52

Årlig stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1979	9,2	29	260	111	93	4,2	2,5	1,1
1980	11,2	68	327	117	94	4,1	4,1	1,4
1981	10,2	38	239	99	85	2,8	1,8	0,8
1982	8,9	30	196	86	65	3,0	1,9	0,8
1983	10,0	45	292	99	81	3,1	2,2	1,0
1984	9,6	39	270	116	91	3,1	1,9	1,0
1985	8,9	32	199	83	69	3,0	2,3	0,9
1986	6,3	13	115	54	45	1,8	1,2	0,5
1987	8,6	40	274	80	59	2,8	3,1	1,2
1988	10,2	18	204	108	94	1,4	1,6	0,7
1989	4,3	7	69	41	36	0,7	0,6	0,2
1990	9,5		228	124	111	1,5	1,5	0,7
1991	6,9	10	131	71	62	1,6	0,9	0,4
1992	7,1	11		109	92	0,9	1,0	0,4
1993	7,4	12		101	87	0,9	1,0	0,5

Knud Å, Sophiendal
St. 090293

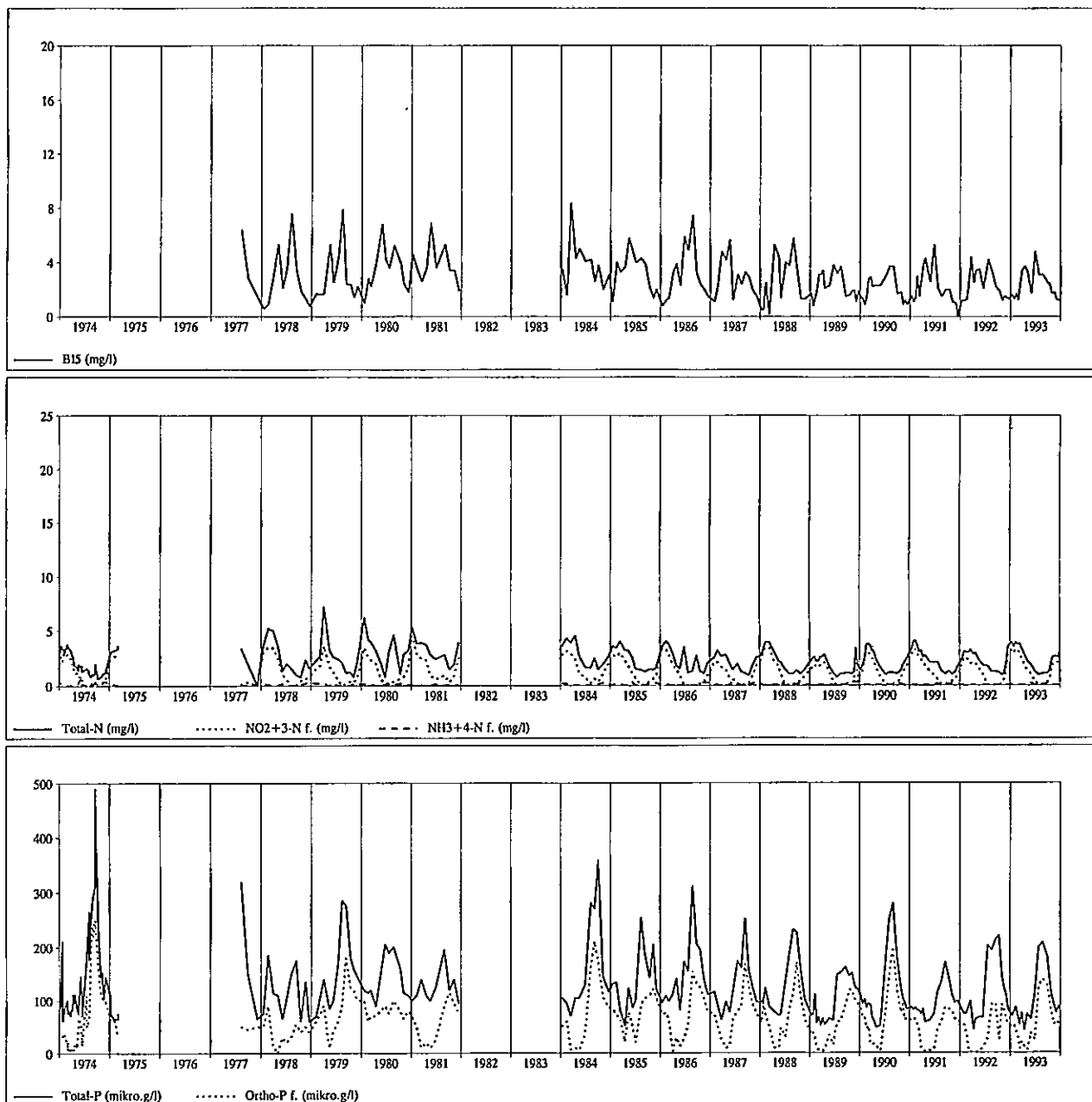
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	1,14		3	
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980	0,24		0,7	
1981				
1982				
1983				
1984	0,16		0,5	
1985	0,16		0,5	
1986	0,16		0,5	
1987	0,16		0,5	
1988	0,16		0,5	
1989	0,16		0,5	
1990	0,16		0,5	
1991	0,16		0,5	
1992	0,12		0,4	
1993	0		0	



**Knud Å,
Sophiendal**

GUDENÅ, REMSTRUP Å (Station 90303)
OPSTRØMS BÅDEHAVN

Udskrift d.18/10 - 1994



Gudenå, Remstrup Å
St. 090303

Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1973								
1974	11533			1,9	1,08	0,18	158	32
1975								
1976								
1977								
1978	13342	2,8	15,0	2,6	1,48	0,09	114	41
1979	13403	3,0	18,8	2,7	1,21	0,12	149	84
1980	16564	3,6	21,7	3,3	1,38	0,12	144	80
1981	17204	3,9	22,0	3,1	1,65	0,06	127	56
1982								
1983								
1984	14923	3,9	24,8	2,7	1,53	0,09	160	80
1985	13805	3,3	17,0	2,4	1,37	0,11	134	77
1986	13332	3,2	18,4	2,3	1,12	0,09	150	72
1987	13182	2,7	15,3	2,1	1,07	0,10	126	72
1988	15083	2,8	17,2	2,1	1,34	0,06	127	67
1989	11242	2,3	15,6	1,7	0,95	0,09	105	53
1990	13737	2,2	15,8	2,0	1,20	0,06	127	74
1991	12497	2,3	16,1	2,2	1,29	0,07	99	46
1992	12445	2,4		2,1	1,18	0,03	121	40
1993	13283	2,5		2,3	1,48	0,06	109	61

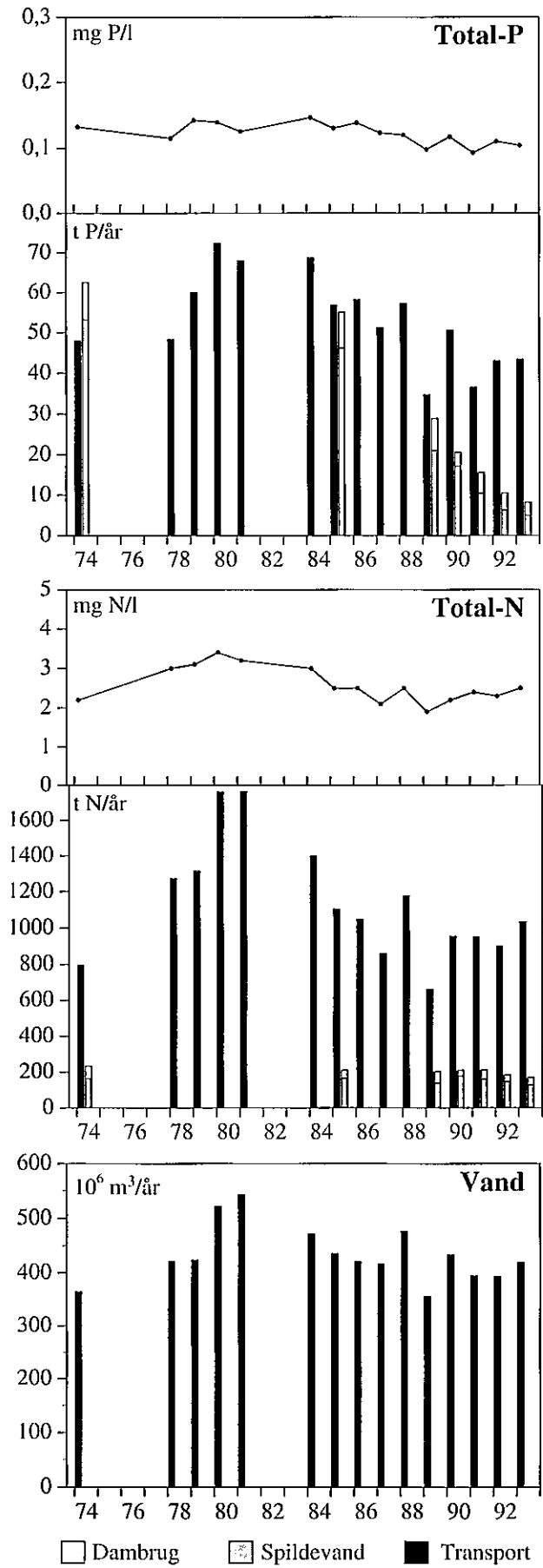
Årlig stoftransport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	363,7			795	522	65,2	48,9	26,6
1975								
1976								
1977								
1978	420,8	1098	5988	1272	781	38,2	48,3	16,4
1979	422,7	1142	7672	1313	621	54,8	59,9	34,8
1980	522,4	1703	11310	1760	777	64,4	72,4	41,6
1981	542,5	2032	11658	1762	1023	30,5	67,9	29,9
1982								
1983								
1984	470,6	1171	10718	1398	857	48,9	68,7	34,6
1985	435,4	1395	6967	1103	678	48,0	56,7	33,3
1986	420,4	1159	7194	1048	613	39,8	58,1	28,8
1987	415,7	1133	6248	860	456	43,5	51,2	29,8
1988	475,7	1186	7897	1177	842	26,9	57,1	31,0
1989	354,5	823	5404	659	390	30,5	34,7	16,7
1990	433,2	881	6558	954	650	28,2	50,5	29,4
1991	394,1	875	6093	951	624	22,7	36,5	17,6
1992	392,5	912		898	562	13,3	43,0	15,6
1993	418,9	935		1035	721	24,0	43,4	25,3

Vandføring er i 1974 beregnet ud fra skodstilling.

1978 og følgende år er vandføring beregnet ud fra Tvilum Bro (21.01) som $Q = 0,717 \times Q_{21.01} + 1404$.

Gudenå, Remstrup Å
St. 090303

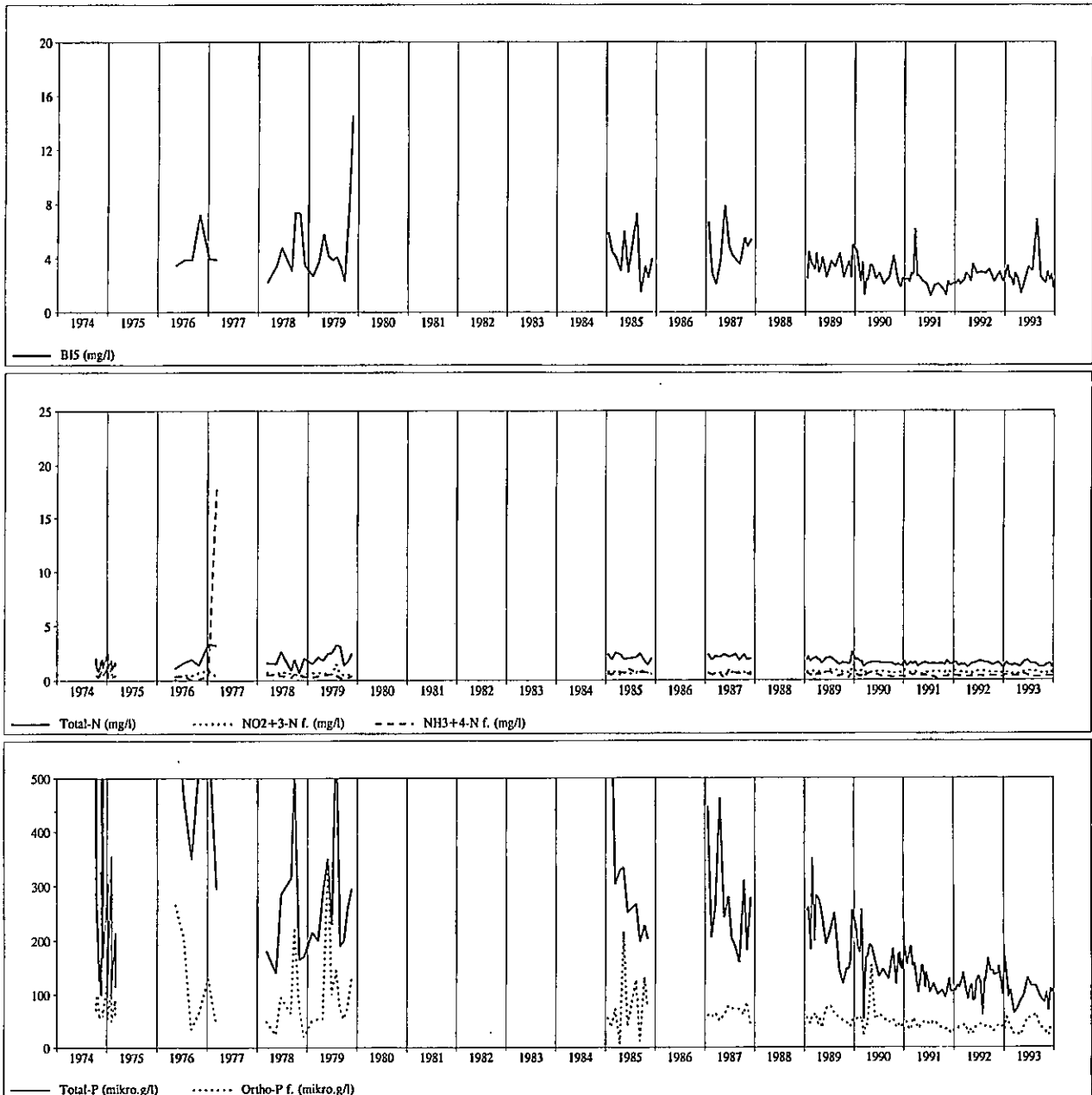
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	53,2	9,3	163	70
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	46,2	8,9	166	44
1986				
1987				
1988				
1989	21	7,9	139	64
1990	17,2	3,4	178	31,5
1991	10,5	5,1	161	51,7
1992	6,3	4,2	146	38,6
1993	5	3,2	129	41,2



Gudenå,
Remstrup Å

FUNDER Å (Station 90258)
FUNDER HOLME

Udskrift d.18/10 - 1994



Funder Å, Funderholme
St. 090258

Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974				1,3	0,47	0,47	219	70
1978	928*	4,0	10,7	1,7	0,68	0,43	247	68
1979	913*	5,6	21,9	2,2	0,67	0,36	276	105
1985	1130*	4,2	17,6	2,1	0,69	0,67	315	77
1987	1141*	4,6	15,2	2,1	0,62	0,57	267	63
1989	1032	3,5	11,0	1,8	0,76	0,50	213	56
1990	993	2,9	11,9	1,5	0,70	0,39	162	56
1991	961	2,3	9,2	1,5	0,69	0,34	128	41
1992	870	2,7		1,5	0,70	0,36	122	37
1993	943	3,0		1,4	0,65	0,35	102	40

Årlig stoftransport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1978	29	115	314	52	20,0	12,6	7,2	2,0
1979	29	166	634	63	19,3	10,3	8,0	3,0
1985	36	150	633	73	24,4	24,4	11,3	2,7
1987	36	166	549	76	22,3	20,6	9,6	2,2
1989	27	94	298	48	20,3	13,1	5,7	1,5
1990	31		389	48	22,2	11,9	5,1	1,7
1991	30	70	285	45	21,0	10,0	3,9	1,3
1992	28	75		40	19,0	10,0	3,4	1,0
1993	30	88		41	19,4	10,3	3,0	1,2

*Beregnet ved oplandskorrektion til Funder Station (1,14 x Q 21.39).

1974-87: Stofkoncentrationer målt ved Funderholme, mens vandføring og stoftransport er beregnet for det samlede opland til Funderholme + Parallelkanalen.

1989: De anførte stofkoncentrationer målt ved Funderholme. Vandføring og stoftransport er målt både ved Funderholme og Parallelkanalen og summeret her.

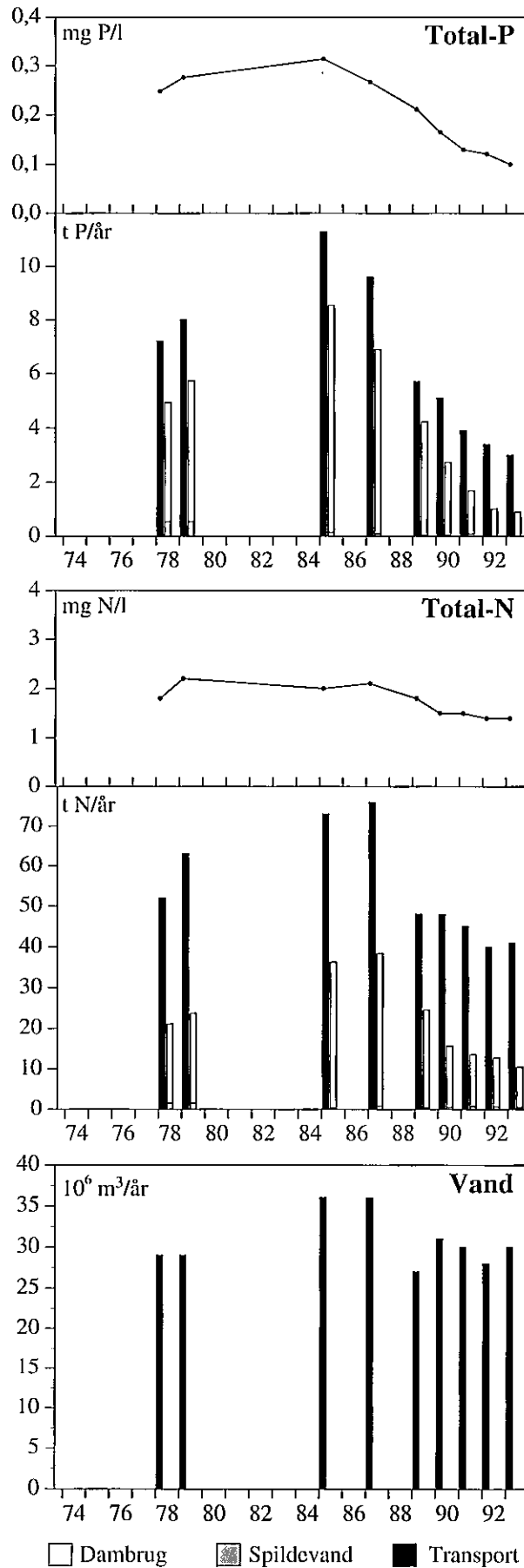
1990 og efterfølgende år: Stoftransport kun målt ved Funderholme, idet stoftransporten i parallelkanalen anses for at være neglignel.

1989-1992 er vandføring målt ved Funderholme.

1993 er vandføring beregnet ud fra Funder Station (21.39) som $Q = 1,74 \times Q 21.39 - 543$.

Funder Å, Funderholme
St. 090258

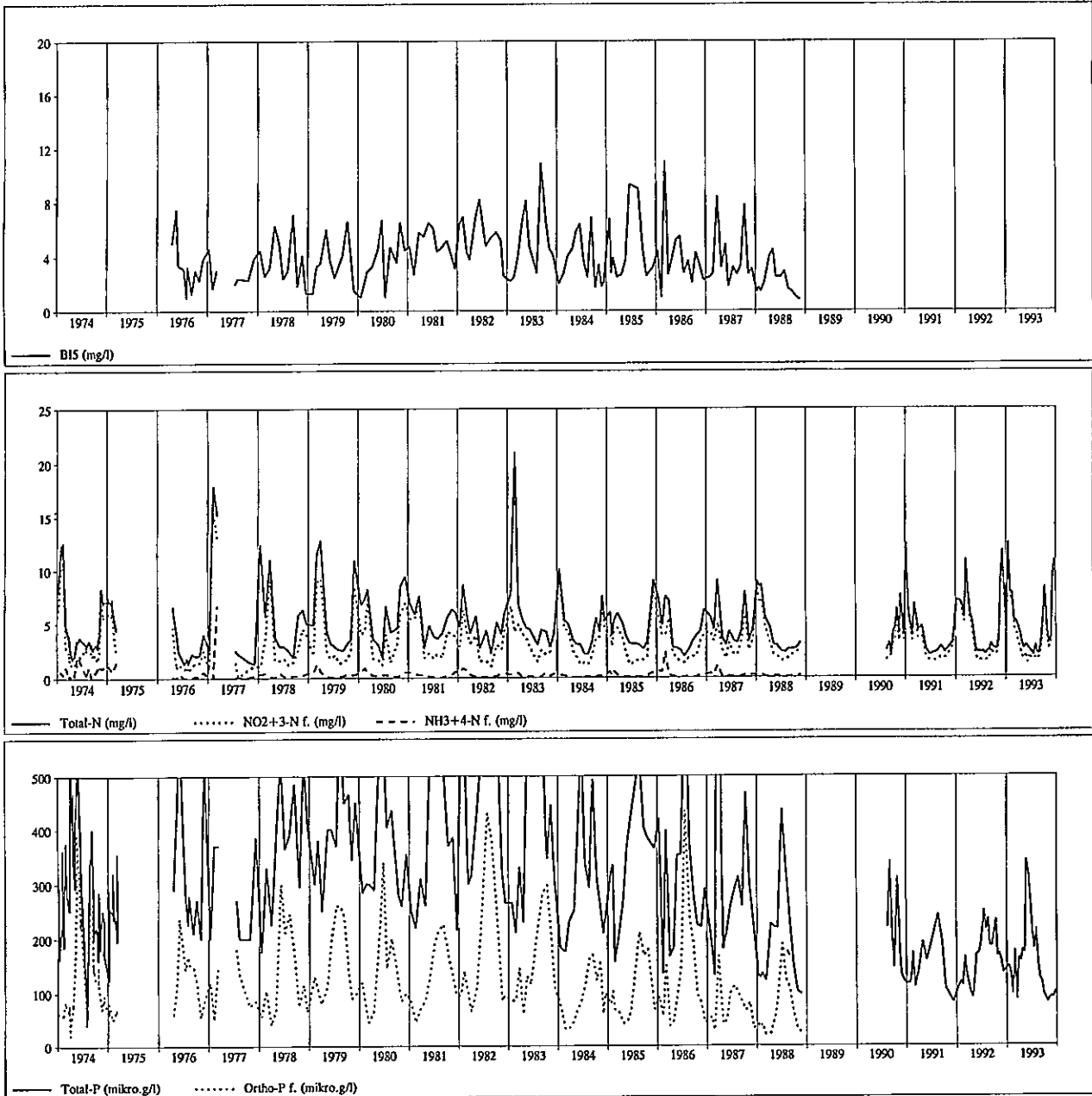
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974				
1975				
1976				
1977				
1978	0,54	4,4	1,6	19,5
1979	0,54	5,2	1,6	22,1
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	0,14	8,4	0,4	35,9
1986				
1987	0,09	6,8	0,9	37,5
1988				
1989	0,03	4,2	0,4	24,2
1990	0,04	2,7	0,5	15,2
1991	0,09	1,6	0,8	12,8
1992	0,01	1	0,7	12,1
1993	0,01	0,9	0,5	10



**Funder Å,
Funderholme**

GJERN Å (Station 70245)
SMINGEVAD BRO

Udskrift d.18/10 - 1994



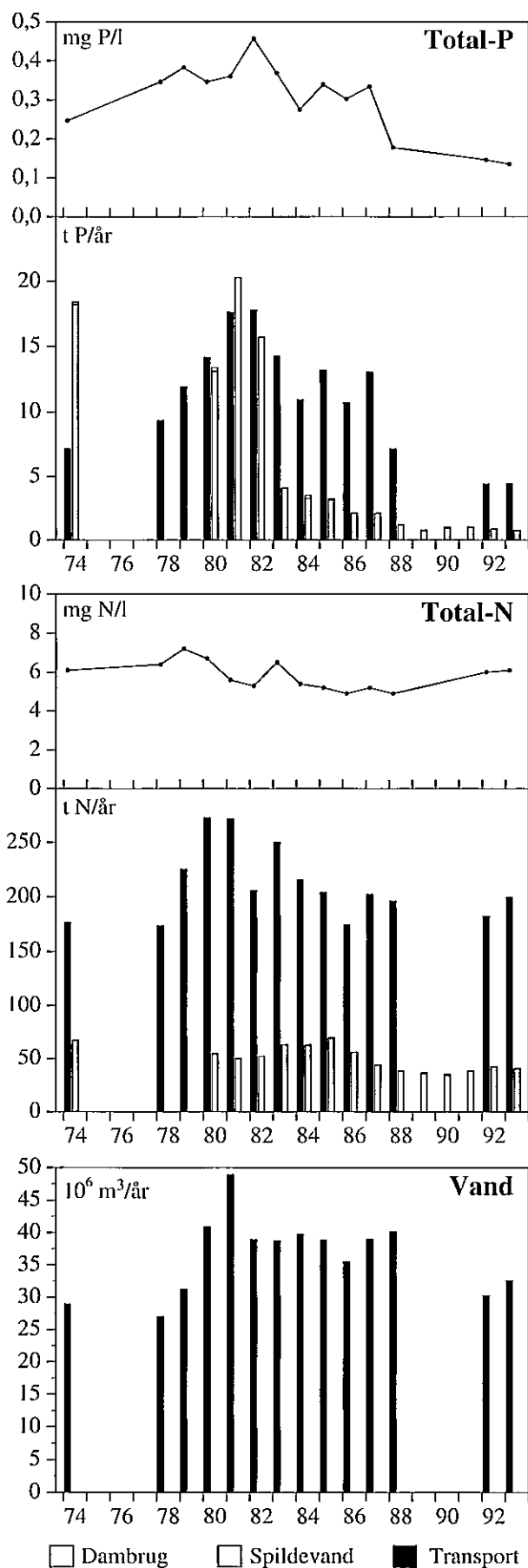
Gjern Å, Smingevad Bro
St. 070245

Års gns. af konc.	Vand års gns.	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974	915			4,9	3,6	0,76	271	128
1975				5,1	3,1	1,30	334	60
1976		3,9		3,8	2,4	0,15	323	108
1977								
1978	856	3,8		5,4	3,0	0,25	373	132
1979	988	3,5		5,7	3,9	0,34	398	151
1980	1297	3,7		5,8	3,7	0,32	368	136
1981	1550	4,9		5,2	3,6	0,23	376	131
1982	1232	5,5		4,7	3,0	0,27	483	189
1983	1228	5,0		6,1	3,5	0,21	391	158
1984	1259	3,8		4,6	3,5	0,10	302	92
1985	1229	5,0		4,6	3,2	0,20	361	105
1986	1126	4,0		4,3	2,9	0,33	317	135
1987	1237	3,8		4,9	3,4	0,23	314	75
1988	1271	2,1		4,0	3,2	0,09	195	63
1989								
1990								
1991				3,8	3,2		152	
1992	959			4,9	4,3		160	
1993	1033			4,8	4,1		154	

Total stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	28,9			176,6	136,9	22,2	7,14	3,02
1975								
1976								
1977								
1978	27,0	100,1		173,3	95,9	7,1	9,34	3,01
1979	31,2	103,6		224,8	157,2	13,1	11,92	4,09
1980	40,9	165,8		272,7	185,7	14,3	14,15	4,90
1981	48,9	231,3		271,8	195,1	12,4	17,61	6,08
1982	38,9	205,9		205,6	138,3	14,0	17,77	6,16
1983	38,7	188,0		250,0	153,1	8,6	14,26	5,42
1984	39,7	133,5		215,3	174,6	5,0	10,92	3,53
1985	38,8	168,8		203,4	152,2	9,6	13,14	3,64
1986	35,5	136,3		174,2	122,7	13,6	10,72	4,01
1987	39,0	154,8		202,0	140,9	9,9	13,02	2,94
1988	40,1	82,6		196,1	159,6	3,9	7,14	2,11
1989								
1990								
1991								
1992	30,2			182,0	163,1		4,40	
1993	32,6			199,3	176,9		4,41	

Gjern Å, Smingevad Bro
St. 070245

År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	18,2	0,2	67	0,7
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980	13,1	0,27	54	1
1981	20,3		50	
1982	15,7		52	
1983	4,1		63	
1984	3,3	0,2	62	1,1
1985	3,14	0,12	69	0,6
1986	2,12		56	
1987	2,11		44	
1988	1,17	0,07	38	0,6
1989	0,71	0,07	36	0,6
1990	0,92	0,1	34	0,9
1991	0,97	0,07	38	0,6
1992	0,83	0,06	42	0,6
1993	0,72	0,05	40	0,6

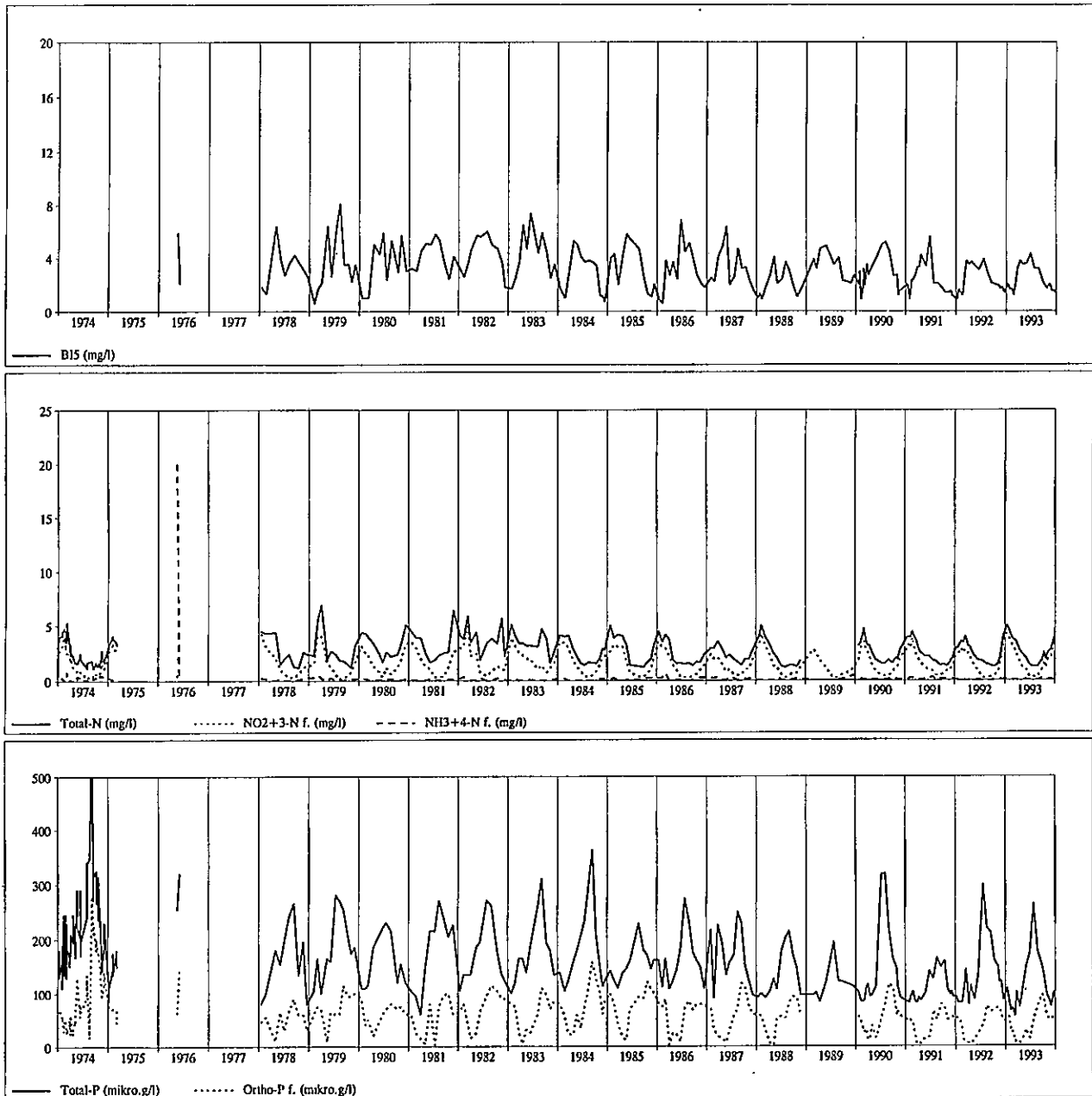


**Gjern Å,
Smingevad Bro**

□ Dambrug □ Spildevand ■ Transport

GUDENÅ (Station 70244)
TVILUM BRO

Udskrift d.18/10 - 1994



Gudenå, Tvilum Bro
St. 070244

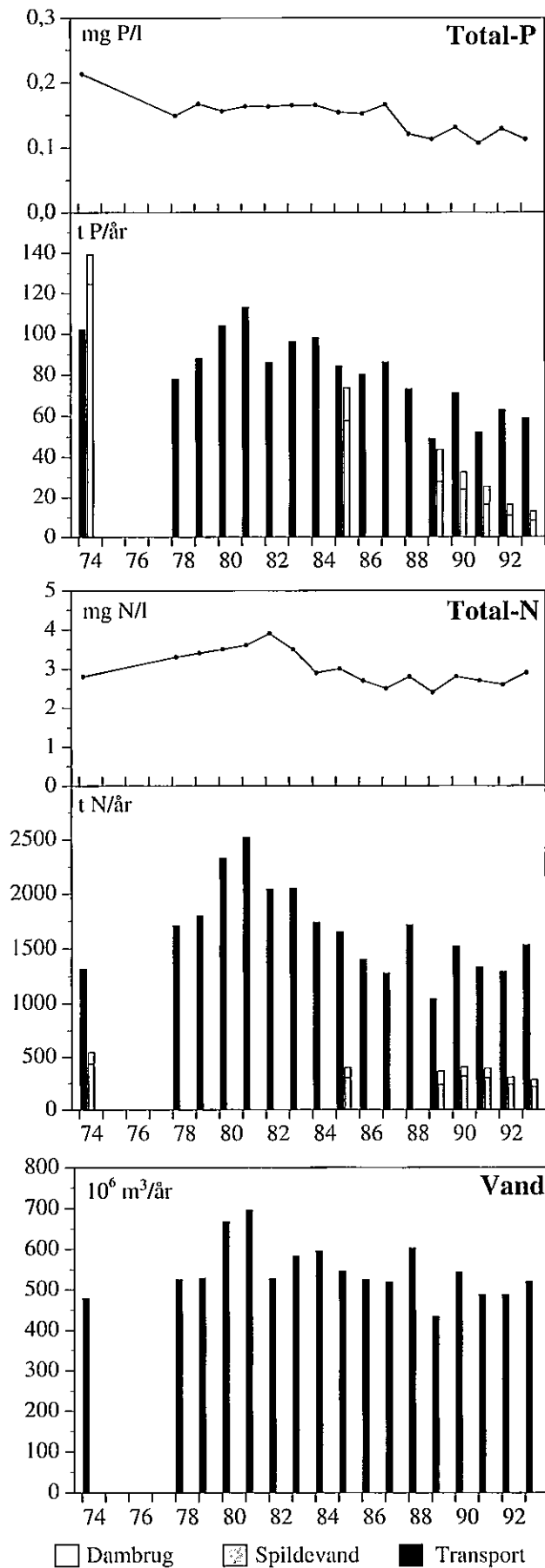
Års gns. af konc.	Vand års gns. l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974	15168			2,4	1,4	0,26	233	96
1977		3,9		2,6	1,4	0,05	193	60
1978	16649	3,4	16,7	2,8	1,6	0,12	162	50
1979	16735	3,6	21,0	2,9	1,6	0,18	179	71
1980	21144	3,5	21,1	3,2	1,7	0,12	164	61
1981	22036	4,1	24,5	3,3	1,7	0,08	175	52
1982	16704	4,4	25,2	3,8	1,8	0,13	176	73
1983	18450	4,3	24,1	3,5	2,0	0,06	179	61
1984	18855	3,0	22,0	2,6	1,7	0,09	185	75
1985	17296	3,5	20,9	2,7	1,7	0,12	159	76
1986	16636	3,2	22,1	2,3	1,4	0,15	164	59
1987	16426	3,2	17,9	2,4	1,3	0,17	168	56
1988	19078	2,2	17,8	2,4	1,5	0,07	133	53
1989	13721	3,5		2,4*	1,3	0,11	120	
1990	17201	3,1	18,9	2,5	1,5	0,14	153	55
1991	15500	2,5	17,3	2,4	1,5	0,10	114	42
1992	15400	2,6		2,4	1,5	0,04	144	41
1993	16498	2,6		2,6	1,8	0,05	126	42

Årlig stoftransport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	478			1315	833	133	102	43
1976								
1977								
1978	525	1719	8697	1708	1048	67	78	24
1979	528	1742	10584	1798	1041	103	88	38
1980	667	2279	13826	2324	1286	79	104	42
1981	695	2785	16546	2516	1343	55	113	35
1982	527	2132	11833	2044	1100	74	86	37
1983	582	2406	13079	2047	1257	37	96	34
1984	595	1544	12230	1737	1238	65	98	43
1985	545	1819	10520	1651	1059	72	84	41
1986	525	1450	10049	1400	904	90	80	31
1987	518	1625	9039	1276	725	90	86	29
1988	602	1188	10732	1712	1245	39	73	30
1989	433	1558		1040*	667	44	49	
1990	542		9551	1518	997	61	71	28
1991	488	1215	8019	1332	884	64	52	19
1992	487	1197		1289	860	24	63	19
1993	520	1201		1530	1112	32	59	24

*Koncentrationer og stoftransporten er skønnet ud fra nitratkoncentrationen og transporten.

Gudenå, Tvilum Bro
St. 070244

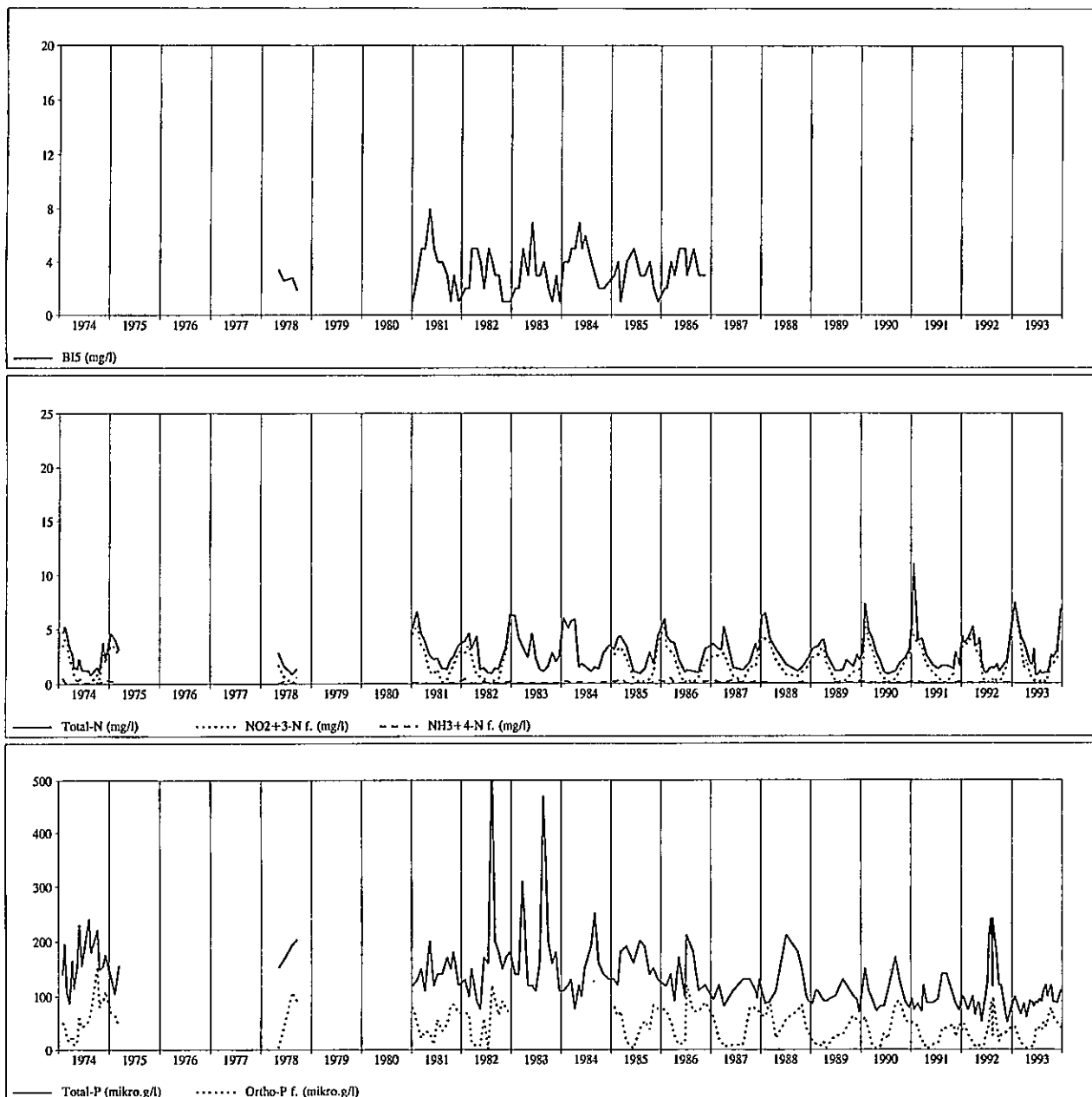
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	124,7	14,5	435	109
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	57,7	15,9	304	95
1986				
1987				
1988				
1989	27,9	15,7	237	127
1990	23,9	8,7	316	88
1991	16,5	8,9	301	91
1992	10,9	5,5	241	64
1993	8,4	4,6	217	65



**Gudenå,
Tvilum Bro**

GUDENÅ (Station 70323)
AFLØB TANGE SØ, NEDSTRØMS TANGEVÆRKET

Udskrift d.20/3 - 1995



Gudenå, afl. Tange Sø
St. 070323

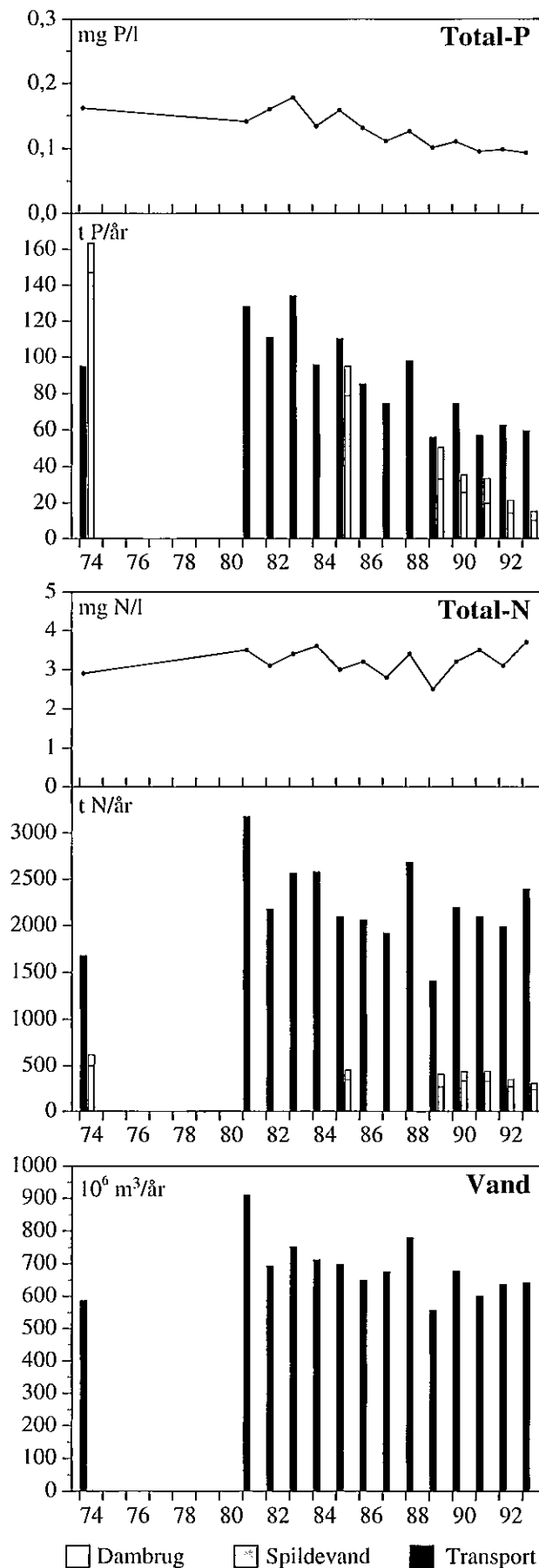
Års gns. af konc.	Vand års gns.	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974	18574			2,3	1,4	0,15	168	63
1975								
1976								
1977								
1978								
1979								
1980								
1981	28854	3,6	22,3	3,1	2,1	0,05	144	50
1982	21930	2,9	22,0	0,7	1,7	0,11	171	55
1983	23813	3,0		3,0		0,03	187	
1984	22558	3,9		3,1		0,08	141	
1985	22098	3,1		2,6	1,6	0,12	162	48
1986	20594	3,5		2,6	1,7	0,11	136	63
1987	21366			2,7	1,6	0,14	112	35
1988	24702			2,8	1,9	0,04	140	57
1989	17637			2,3	1,3	0,05	102	28
1990	21453			2,5	1,7	0,04	109	43
1991	19016			2,8	1,7	0,05	99	29
1992	20157			2,7	1,9	0,03	108	31
1993	20335			3,1	2,2		92	35

Total stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	586			1674	1124	117,4	94,9	37,3
1975								
1976								
1977								
1978								
1979								
1980								
1981	910			3173	2282	57,7	128,2	47,7
1982	692			2175	1440	88,3	110,5	38,6
1983	751			2560		30,1	133,8	
1984	711			2576		68,5	95,5	
1985	697			2091	1405	95,9	109,9	36,3
1986	649			2056	1444	87,7	85,0	40,6
1987	674			1917	1162	90,8	74,5	26,4
1988	779			2681	1866	33,4	97,8	49,0
1989	556			1406	891	23,8	55,9	14,2
1990	677			2192	1597	36,5	73,3	30,1
1991	600			2091	1315	32,3	56,8	17,8
1992	636			1984	1523	18,8	62,5	18,6
1993	641			2393	1861		59,5	24,1

Vandføring beregnet ved oplandskorrektion til Gudenåen, Ulstrup (21.09) som $Q = 0,96 \times Q_{21.09}$.

Gudenå, afl. Tange Sø
St. 70323

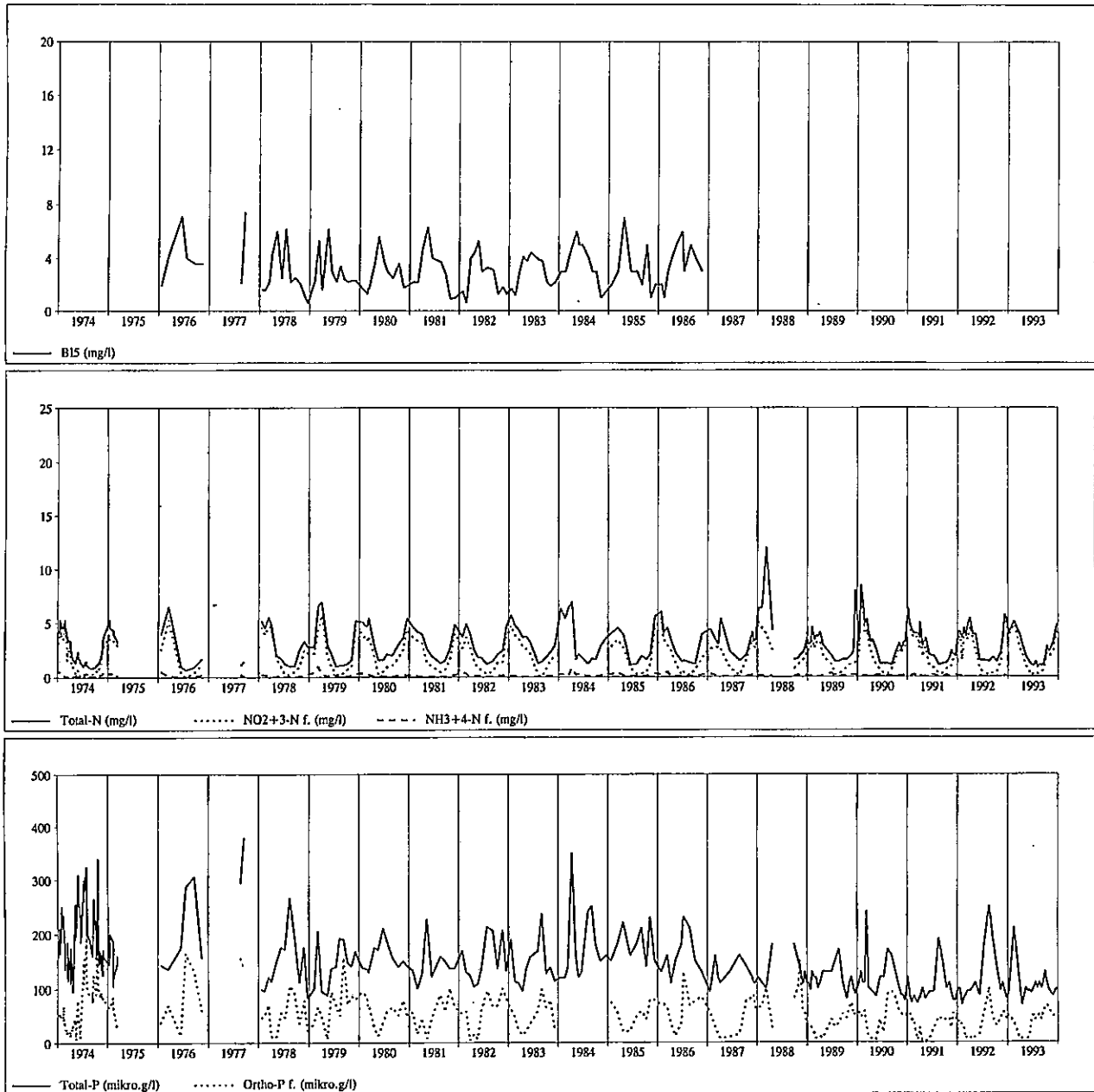
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	147,1	16,2	500	120
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	78,6	16,2	349	103
1986				
1987				
1988				
1989	33,3	17,2	271	139
1990	25,7	9,8	337	100
1991	19,8	13,6	333	109
1992	14,4	7	274	77
1993	10,3	4,9	241	68



Gudenå,
afl. Tange Sø

GUDENÅ (Station 70234)
ULSTRUP BRO (I VIBORG AMT).

Udskrift d.20/3 - 1995



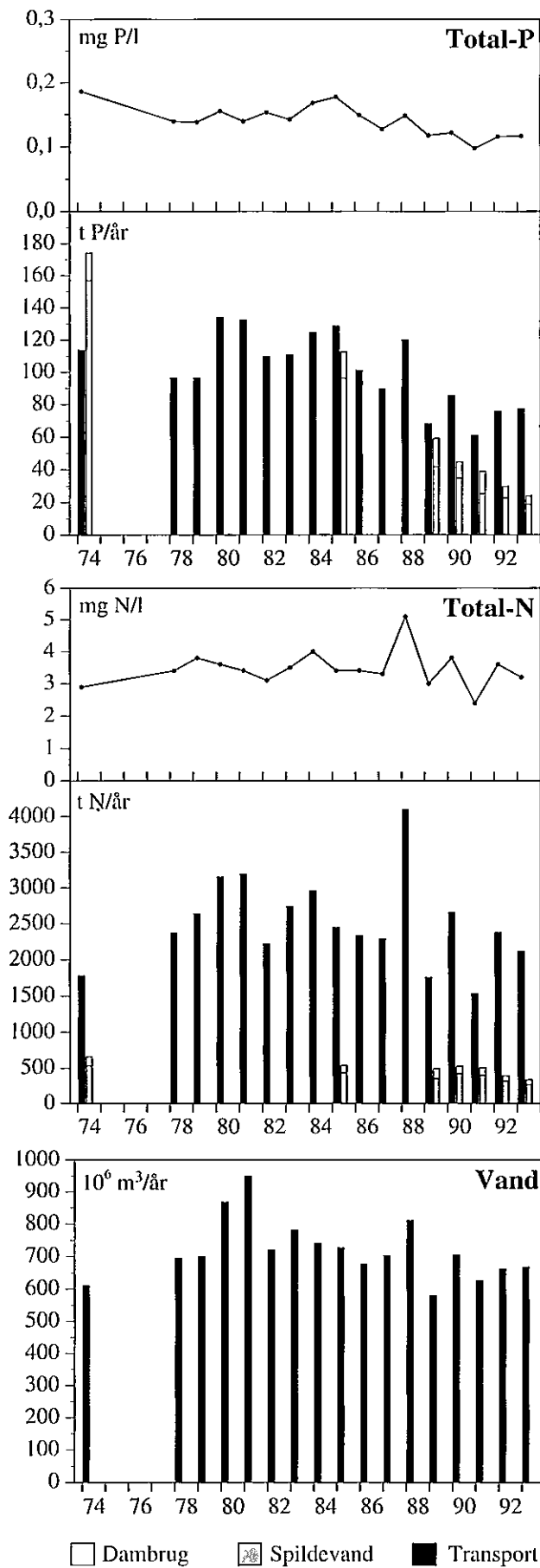
Gudenå, Ulstrup
St. 070234

Års gns. af konc.	Vand års gns.	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974	19348			2,4	1,5	0,16	197	71
1975				3,4	2,9	0,12	152	36
1976								
1977								
1978	22010	2,9	23,0	2,8	2,1	0,11	151	53
1979	22183	3,0	21,6	3,0	2,1	0,26	141	67
1980	27486	2,8	18,6	3,3	2,2	0,15	159	57
1981	30056	3,1	22,2	3,0	2,1	0,10	143	55
1982	22844	2,7	20,2	2,7	1,7	0,15	155	58
1983	24806	3,0	20,9	3,1	2,1	0,07	145	49
1984	23497	3,5		3,4		0,22	177	
1985	23019	3,2		2,9	1,9	0,17	179	52
1986	21452	3,7		2,9	1,7	0,14	158	66
1987	22257			3,1	1,8	0,09	129	37
1988	25732		11,1	4,3	2,3	0,08	151	67
1989	18372		16,1	2,8	1,5	0,12	120	34
1990	22347		16,0	2,9	2,1	0,09	119	47
1991	19808		16,7	2,7	1,9	0,10	103	30
1992	20997			3,1	2,1	0,05	126	37
1993	21182			2,7	2,0		111	38

Total stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974	610			1777	1277	123,1	113,7	41,4
1975								
1976								
1977								
1978	694	1930		2366	1897	87,7	96,4	34,4
1979	700	2063		2636	1922	216,0	96,3	44,2
1980	867	2233		3152	2177	143,9	134,0	53,1
1981	948	2655		3190	2320	105,4	132,2	52,3
1982	720	1752		2211	1472	120,6	109,8	41,1
1983	782	2269		2738	1909	59,6	110,9	35,4
1984	741	2400		2961		167,8	124,7	
1985	726			2442	1681	141,2	128,5	39,3
1986	677			2333	1546	111,2	101,0	43,9
1987	702			2286	1423	73,6	89,4	28,7
1988	811			4098	2165	70,4	120,0	61,8
1989	579			1753	983	62,0	67,9	18,3
1990	705		11535	2652	2001	67,9	85,5	33,3
1991	625		10028	1962	1528	64,2	60,9	18,7
1992	662			2373	1801	36,3	75,8	21,7
1993	668			2109	1668		77,3	27,1

Gudenå, Ulstrup
St. 070234

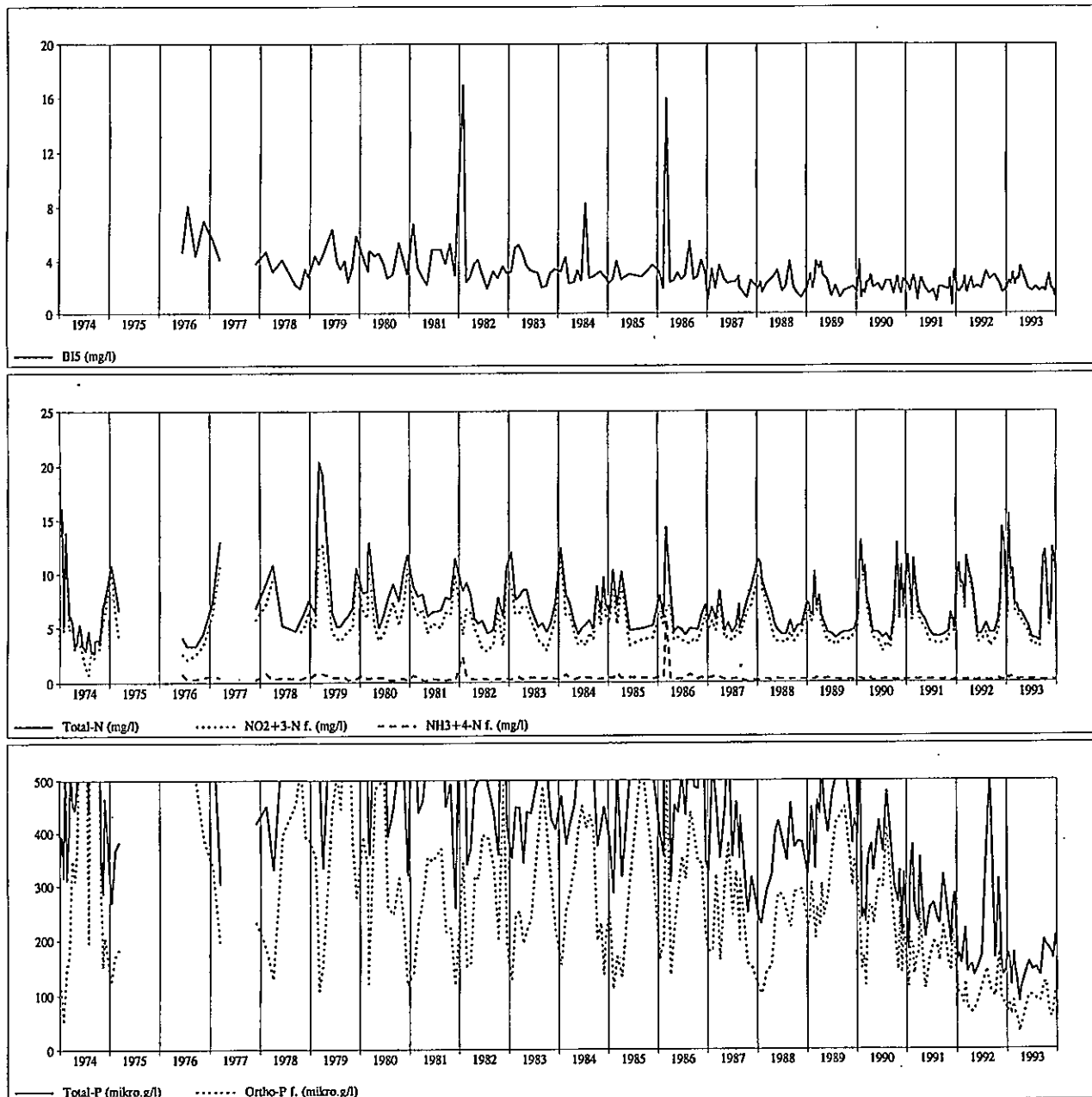
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	157	17	535	126
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	96,3	16,3	434	103
1986				
1987				
1988				
1989	41,9	17,2	354	139
1990	35	9,8	425	100
1991	25,5	13,6	398	109
1992	22,8	7	319	71
1993	19	5	267	68



Gudenå,
Ulstrup

LILLEÅ (Station 80221)
500 M NEDSTRØMS LØJSTRUP DAMBRUG

Udskrift d.18/10 - 1995



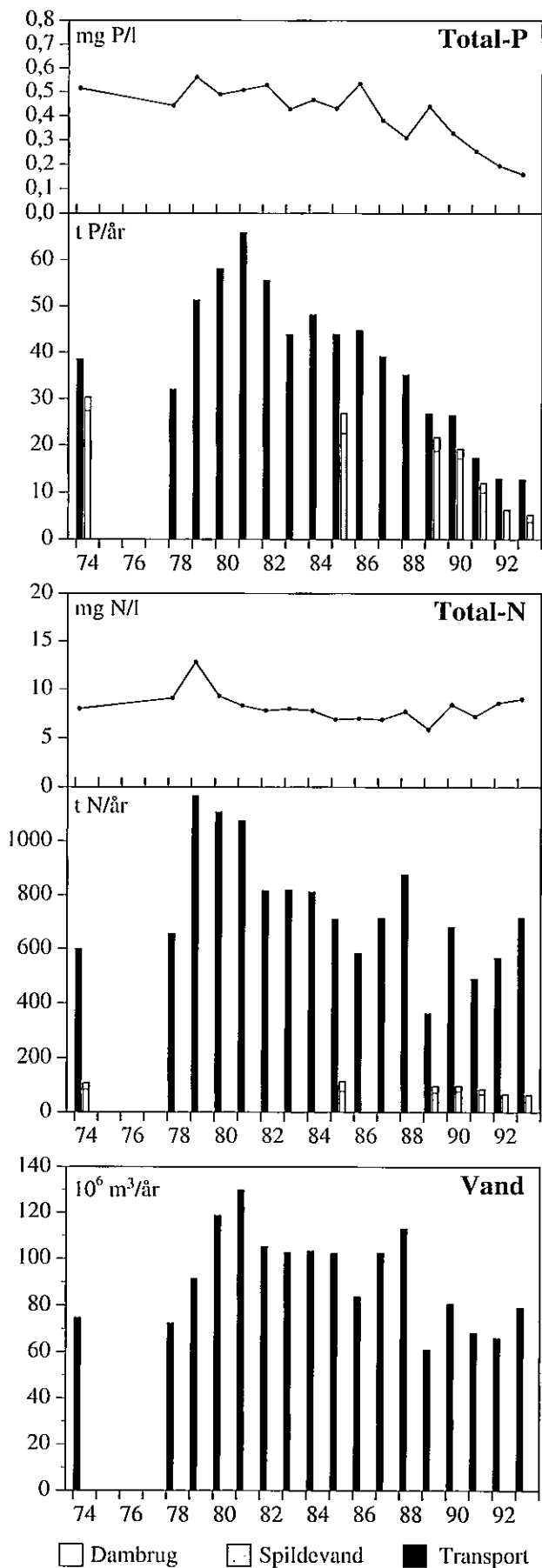
Lilleå, Løjstrup
St. 080221

Års gns. af konc.	Vand års gns.	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974	2368			6,0	4,9		624	420
1975								
1976								
1977		3,8		7,9	6,3	0,38	487	330
1978	2292	3,0	23,2	7,3	5,6	0,36	501	327
1979	2894	4,4	22,1	9,3	6,7	0,53	618	391
1980	3760	4,0	24,7	8,5	6,5	0,36	524	325
1981	4111	4,5	27,5	7,8	6,3	0,34	533	258
1982	3332	4,5	21,7	6,8	4,9	0,53	536	306
1983	3253	3,5	20,3	7,2	5,6	0,37	447	282
1984	3275	3,4	24,1	7,0	5,7	0,38	494	305
1985	3240	2,9	20,5	6,1	5,0	0,37	453	283
1986	2655	4,0	22,5	6,3	4,8	0,74	539	300
1987	3254	2,3	18,0	6,5	5,5	0,27	392	234
1988	3585	2,2	16,2	6,2	5,2	0,23	352	223
1989	1932	2,4	13,1	5,4	4,7	0,24	449	325
1990	2556	2,2	16,4	6,9	6,1	0,21	351	249
1991	2162	2,0	12,3	6,1	5,4	0,21	259	173
1992	2092	2,3		7,6	6,8	0,17	217	103
1993	2512	2,2		7,2	6,6	0,20	151	79

Total stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1974				599	509		38,5	21,2
1975								
1976								
1977								
1978		245	1842	656	512	28,9	32,0	18,2
1979	91,3	404	2336	1167	808	53,9	51,3	26,6
1980	118,6	467	3098	1106	865	38,2	58,0	32,2
1981	129,6	566	3513	1073	876	42,7	65,8	30,7
1982	105,1	519	2461	816	596	65,2	55,5	28,4
1983	102,6	376	2248	818	648	37,2	43,9	25,1
1984	103,3	339	2530	810	681	38,7	48,1	27,5
1985	102,2	302	2314	709	580	40,1	43,9	24,9
1986	83,7	338	2057	582	443	68,8	44,7	22,4
1987	102,6	243	1970	713	599	27,1	39,1	22,0
1988	113,1	244	2113	875	752	24,4	35,1	19,9
1989	60,9	157	837	362	320	15,2	26,7	18,3
1990	80,6	171	1491	681	618	16,8	26,4	17,2
1991	68,2	142	896	490	437	14,5	17,4	11,3
1992	66,0	143		567	517	11,1	12,9	6,4
1993	79,2	170		715	656	15,7	12,7	6,6

Lilleå, Løjstrup
St. 080221

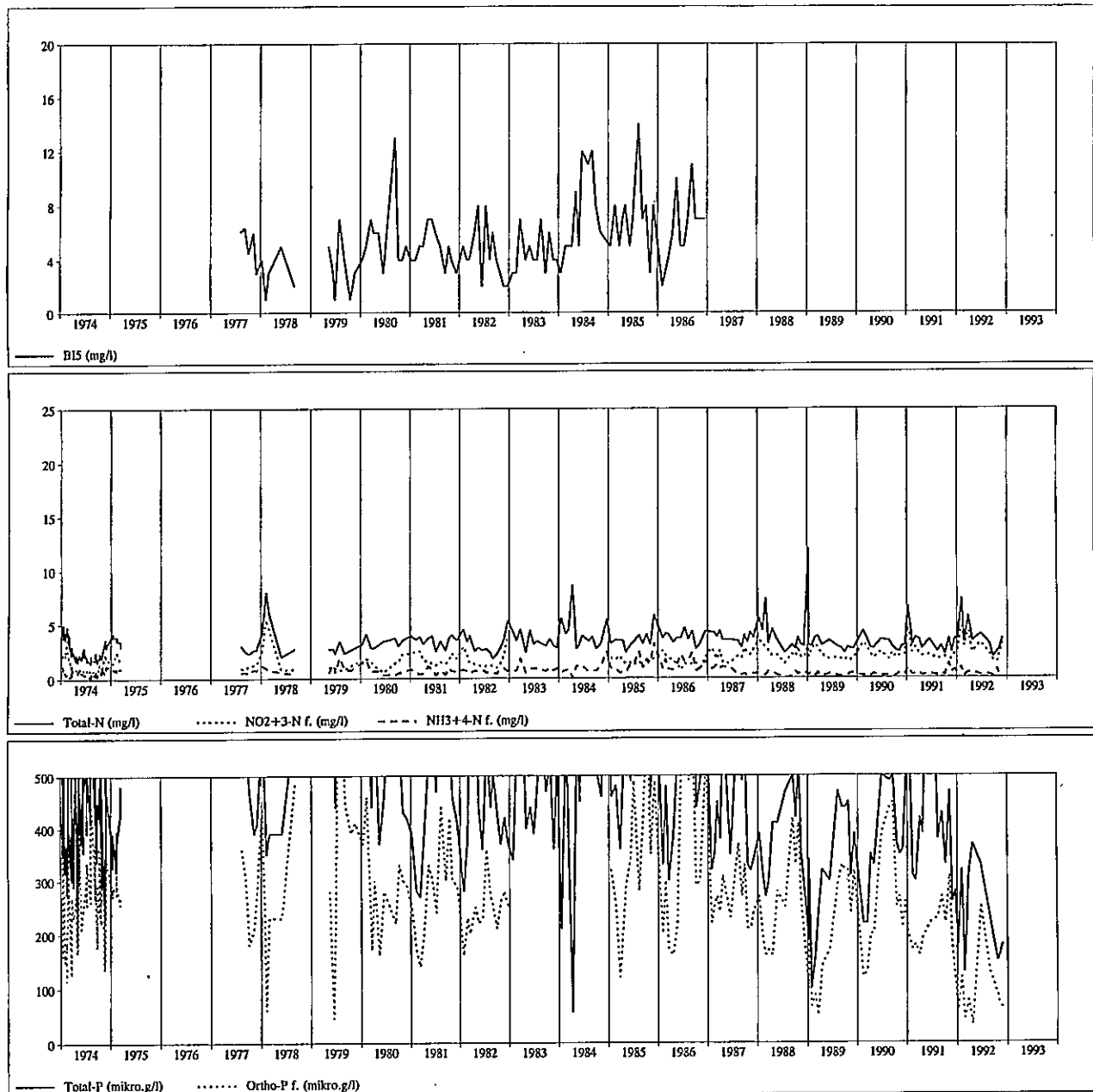
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	27,4	2,9	85	23
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	22,5	4,3	78,3	36,3
1986				
1987				
1988				
1989	18,8	2,9	73,6	23,7
1990	17,2	2	77,7	19,6
1991	10	2	66,9	18,2
1992	6,3	0,02	68,3	0,1
1993	3,8	1,5	64,1	1,8



Lilleå,
Løjstrup

NØRRE Å (Station 70270)
VEJRUMBRO, VIBORG AMT, UDEN FOR KORT C3

Udskrift d.20/3 - 1995



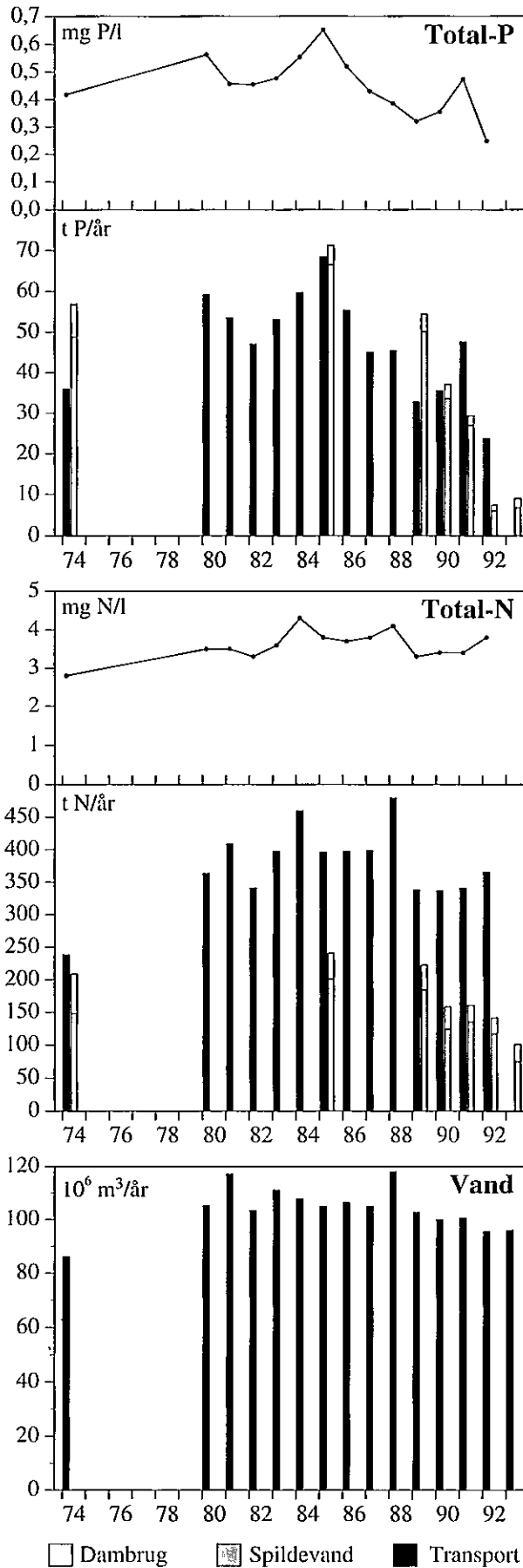
Nørreå, Vejrumbro
St. 070270

Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1973								
1974	2731			2,6	1,3	0,58	429	279
1975				2,4	1,6	0,90	348	267
1976								
1977								
1978								
1979								
1980	3336	6,0		3,4	1,4	0,69	566	282
1981	3710	4,8	24,7	3,5	1,8	0,63	472	283
1982	3272	4,5	22,0	3,2	1,7	0,64	463	241
1983	3523	4,5		3,5		0,85	485	
1984	3418	7,4		4,3	0,7	0,91	575	
1985	3327	7,2		3,6	1,5	1,37	643	357
1986	3372	6,1		3,7	1,5	1,28	557	369
1987	3325			3,7	2,0	0,63	431	265
1988	3743			3,6	2,2	0,30	397	260
1989	3253			3,2	2,0	0,26	333	210
1990	3169			3,2	2,3	0,20	379	270
1991	3184			3,3	2,2	0,43	476	207
1992	3024			3,7	2,8	0,34	250	108
1993	3040							

Årlig stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1973								
1974	86			238,3	119,9	53,2	36,0	23,6
1975								
1976								
1977								
1978								
1979								
1980	105	614		362,5	156,5	74,1	59,2	30,2
1981	117			408,2	215,0	72,3	53,5	31,9
1982	103			341,0	190,4	67,1	47,0	62,6
1983	111			397,2		94,5	53,1	
1984	108			458,8		96,3	59,7	59,7
1985	105			394,8	161,7	153,6	68,4	37,9
1986	106			397,0	170,5	128,8	55,4	36,1
1987	105			397,9	201,0	67,6	45,1	28,2
1988	118			478,6	274,0	37,0	45,4	29,5
1989	103			338,0	212,3	27,1	32,8	20,1
1990	100			336,1	242,5	20,5	35,5	24,3
1991	100			340,6	230,7	44,1	47,6	20,5
1992	95			364,5	274,2	32,7	23,7	9,4
1993	96							

Nørreå, Vejrumbro
St. 070270

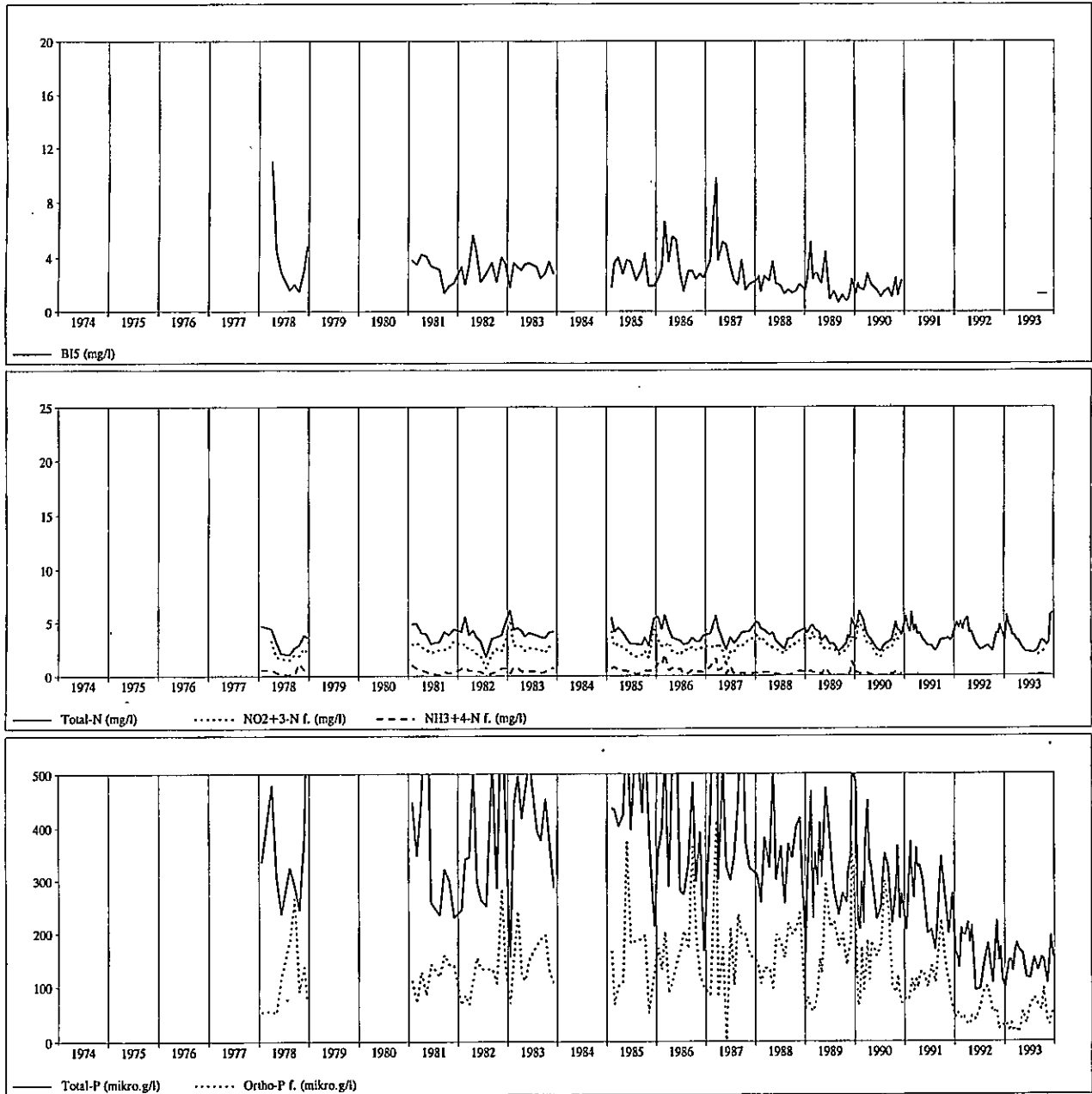
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	48,8	8	148	60,6
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	66,6	4,7	201	39,4
1986				
1987				
1988				
1989	50,1	4,3	184	38,5
1990	33,6	3,5	124	33,8
1991	27	2,3	135	25,3
1992	6	1,4	117	24,3
1993	6,8	2,2	75	25,4



Nørreå,
Vejrumbro

NØRRE Å (Station 70217)
FLADBRO KRO

Udskrift d.18/10 - 1994



Nørreå, Fladbro Bro
St. 070217

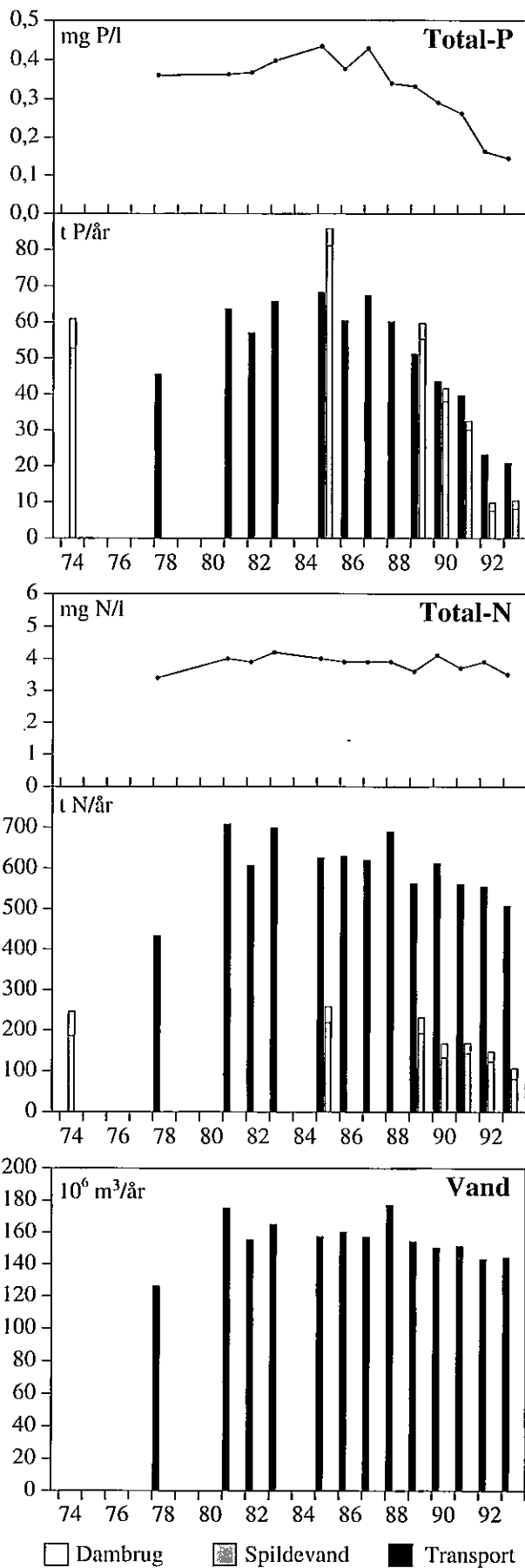
Års gns. af konc.	Vand l/s	BIS mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1973								
1974								
1975								
1976								
1977								
1978	4008	5,2	24,4	3,3	2,3	0,47	353	112
1979								
1980								
1981	5565	3,1	25,7	4,0	2,7	0,42	367	121
1982	4908	3,3	23,8	3,8	2,3	0,46	371	127
1983	5238	3,1	25,9	4,2	2,8	0,49	399	150
1984								
1985	4990	2,9	23,6	3,9	2,7	0,46	445	158
1986	5058	3,4	22,1	3,8	2,6	0,61	380	167
1987	4986	3,7	29,5	3,9	2,6	0,49	439	162
1988	5612	2,0	22,3	3,8	2,9	0,20	345	164
1989	4895	2,0	17,9	3,5	2,8	0,25	331	169
1990	4768	1,8	20,0	3,8	3,0	0,14	295	151
1991	4777	2,5	20,0	3,6	3,0	0,15	263	119
1992	4537			3,7			157	53
1993	4556			3,3			144	46

Årlig stoftransport	Vand 10x6 m3/år	BIS t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1973								
1974								
1975								
1976								
1977								
1978	126	656		433	291	61,5	45,5	13,1
1979								
1980								
1981	175	547		707	471	78,4	63,6	21,1
1982	155	503		607	375	75,7	57,0	19,5
1983	165	510		698	469	81,8	65,7	24,1
1984								
1985	157	445		625	434	74,5	68,1	24,2
1986	160	543		629	420	104,4	60,3	25,3
1987	157	573		620	420	74,0	47,3	25,4
1988	177	358		689	522	37,0	60,1	28,2
1989	154	323		562	445	41,7	51,1	24,7
1990	150	268		611	487	23,2	43,5	21,0
1991	151			561			39,6	17,4
1992	143			555			23,2	7,2
1993	144	204		507	311	12,3	20,8	6,6

Stoftransport beregnet ud fra vandføringen ved Vejrumbro som 1,5x vandmængden ved Vejrumbro. (Vandafstrømningen mellem Vejrumbro og Fladbro er antaget at være den samme på årsbasis som ved Lilleå, Løjstrup. Vandafstrømningen - l/s km² - ved Lilleå er 0,7x vandafstrømningen ved - Vejrumbro i gennemsnit over årene).

Nørreå, Fladbro Bro
St. 070217

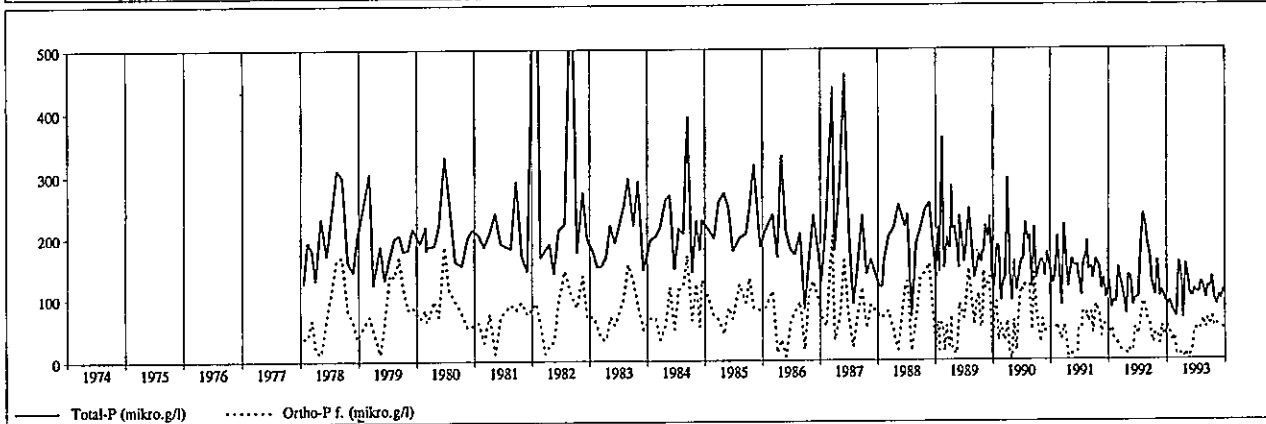
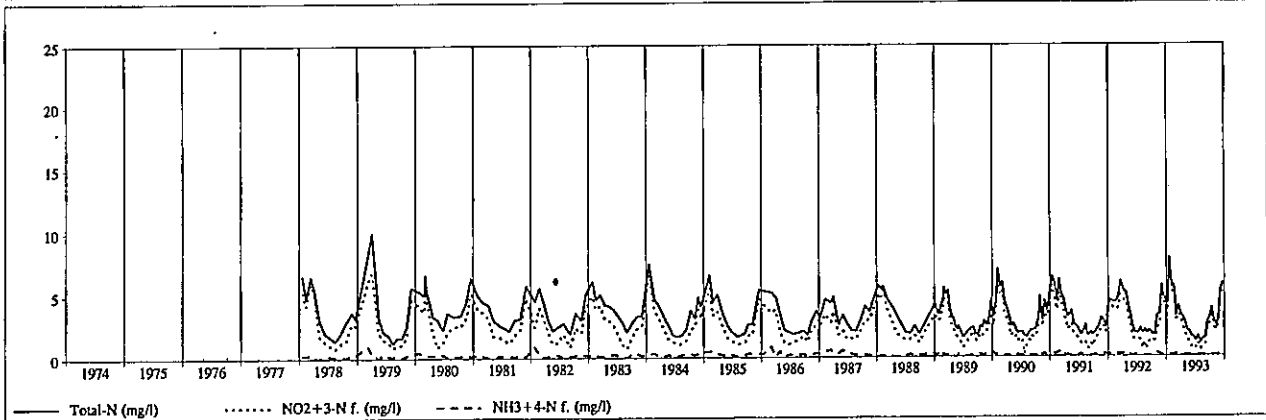
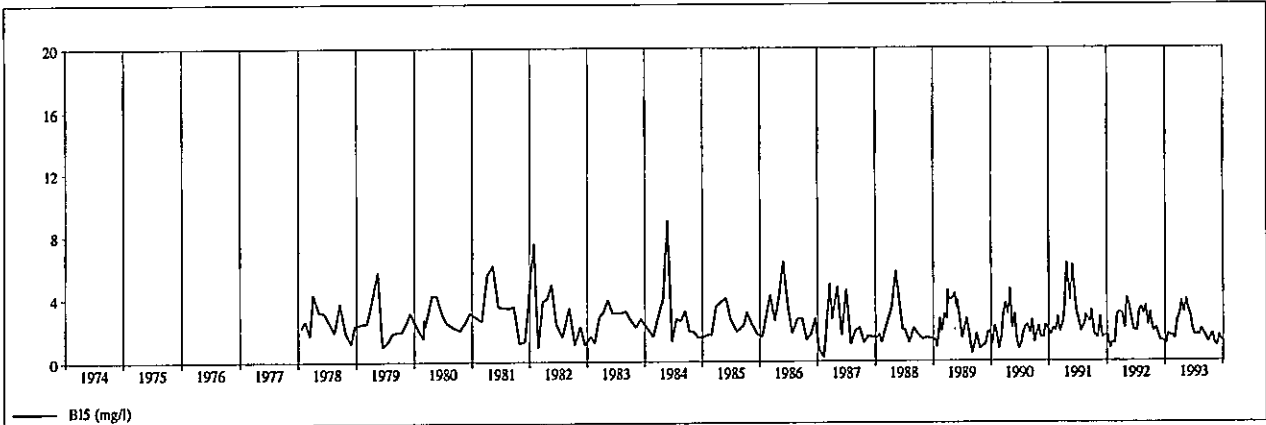
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	52,8	8	186	60,6
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	81,1	4,7	219	39,4
1986				
1987				
1988				
1989	55,3	4,3	193	38,5
1990	38,1	3,5	133	33,8
1991	30,2	2,3	143	25,3
1992	7,6	2,2	123	24,3
1993	8,1	2,2	81	25,4



Nørreå,
Fladbro Bro

GUDENÅ (Station 70216)
VED MOTORVEJSBRO, A 10

Udskrift d.18/10 - 1994



Gudenå, A-10
St. 070216

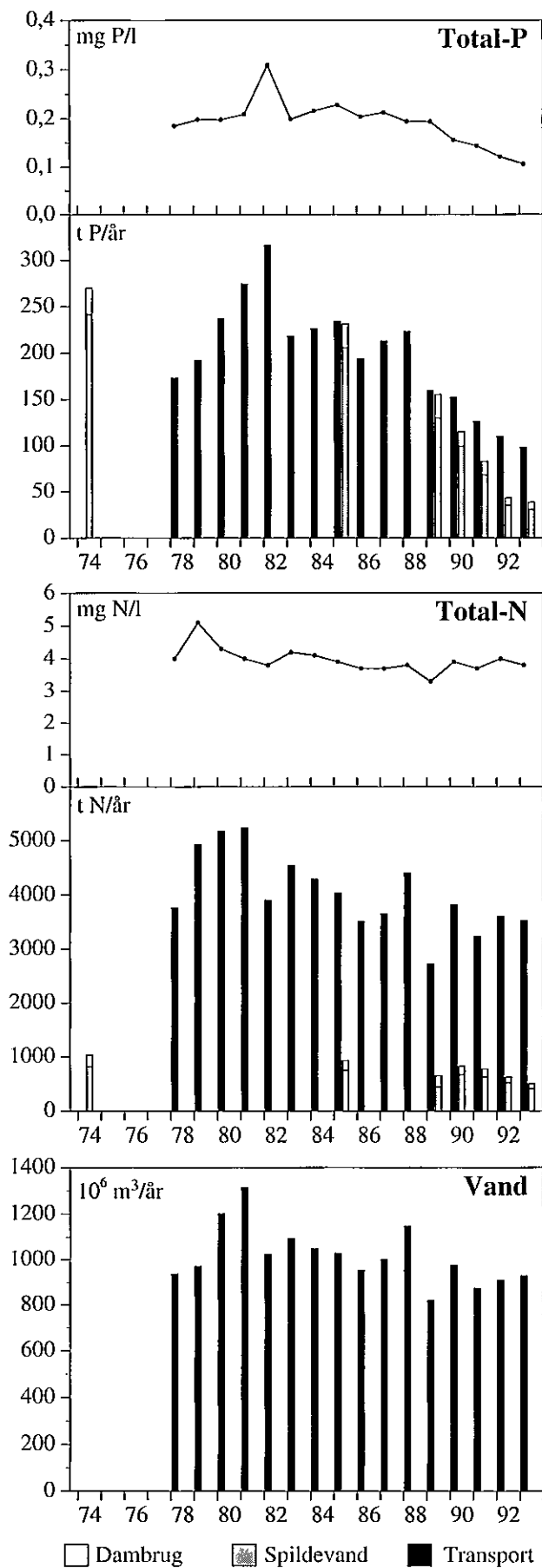
Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1974	28540			3,4			220	
1978	29671	2,7	26,0	3,4	2,6	0,16	200	73
1979	30738	2,6	20,0	4,2	3,0	0,32	196	85
1980	38040	2,6	19,8	4,1	2,9	0,23	204	88
1981	41664	3,4	23,2	3,7	2,7	0,17	213	67
1982	32393	2,9	21,5	3,5	2,3	0,23	304	83
1983	34706	2,7	22,6	3,9	2,7	0,18	208	77
1984	33209	2,8	20,6	3,5	2,6	0,22	222	89
1985	32570	2,5	20,3	3,5	2,6	0,26	229	87
1986	30228	2,9	21,5	3,2	2,3	0,27	199	71
1987	31718	2,2	20,3	3,5	2,5	0,28	221	82
1988	36363	2,2	16,9	3,3	2,5	0,13	203	88
1989	25925	2,1	15,8	3,0	2,3	0,14	194	70
1990	30890	2,0	15,6	3,3	2,6	0,13	159	65
1991	27670	2,8	16,6	3,2	2,4	0,12	144	46
1992	28725	2,3		3,5	2,7	0,09	128	40
1993	29405	2,0		3,2	2,6	0,07	108	38

Årlig stoftransport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1978	936	2656	25308	3760	2994	143	173	54
1979	969	2701	19317	4924	3597	350	192	74
1980	1200	2989	23207	5167	3784	270	237	98
1981	1314	4176	29367	5226	3881	228	274	88
1982	1022	3051	22541	3905	2624	270	316	80
1983	1094	2880	24311	4544	3319	201	218	78
1984	1047	2697	21512	4288	3326	253	226	88
1985	1027	2540	21199	4028	3077	288	234	87
1986	953	2686	22221	3502	2537	284	194	70
1987	1000	2081	20443	3654	2684	273	213	80
1988	1147	2446	20272	4400	3485	136	223	97
1989	818	1822	13348	2712	2128	121	159	51
1990	974	1926	16002	3818	3090	126	152	57
1991	873	2365	14285	3236	2511	117	126	40
1992	908	2063		3599	2922	100	110	32
1993	927	1700		3522	3004	73	98	37

Vandføring beregnet ved oplandskorrektion til Gudenå, Ulstrup (21.09), Lilleå, Løjstrup (21.49) og Nørre Å, Vejrumbro (21.03) som $Q = 1,12 \times (Q_{21.09} + Q_{21.49} + Q_{21.03})$.

Gudenå, A-10
St. 070216

År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	241,6	28,4	821	213
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	205,8	25,4	748	179
1986				
1987				
1988				
1989	129,9	25,2	446	201
1990	99,4	15,5	669	155
1991	68,4	14,5	628	145
1992	35,5	7,8	527	96
1993	30,5	7,9	413	88

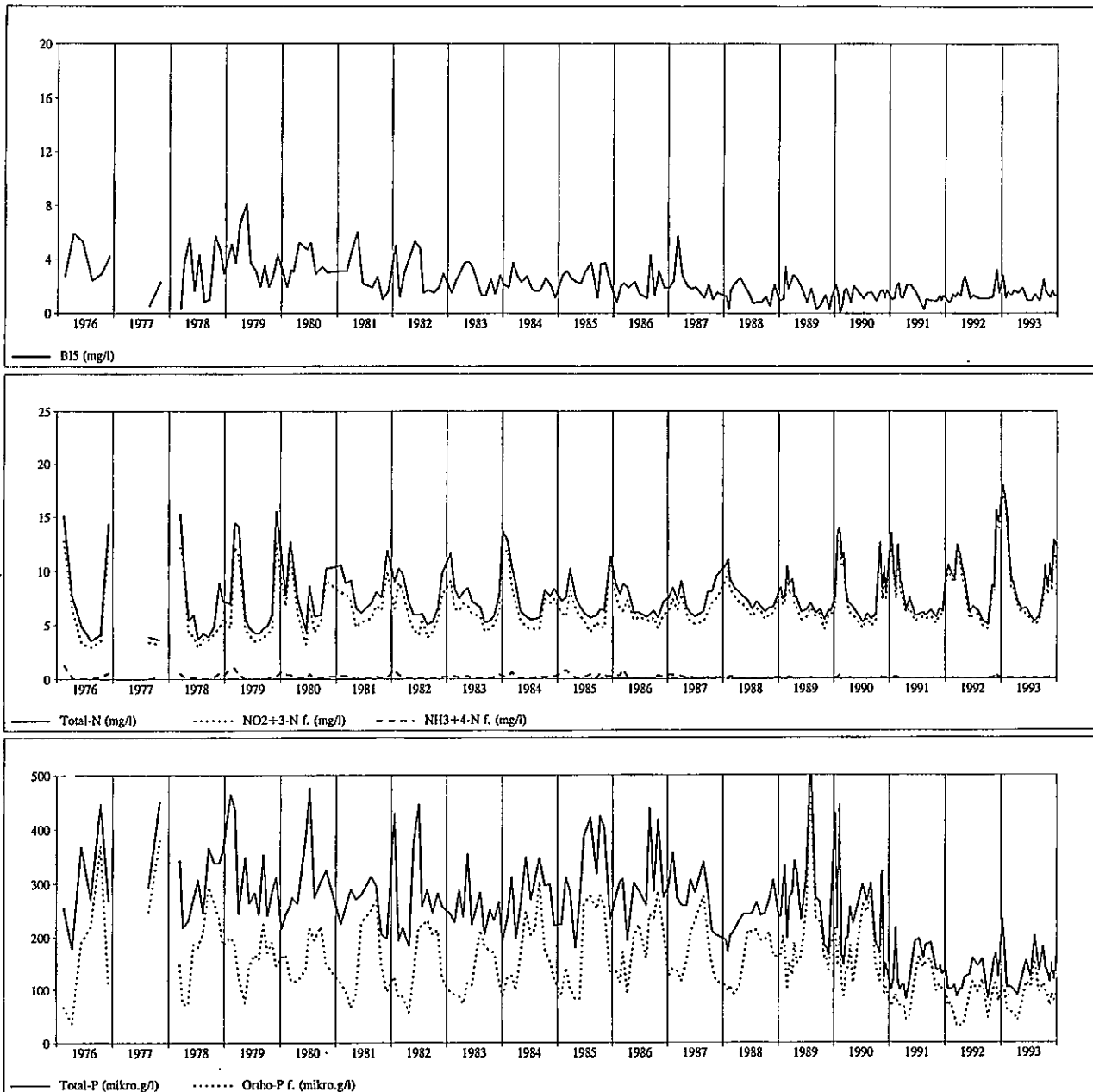


Gudenå,
A-10

ALLING Å (Station 40204)
NEDSTRØMS NY-RÆVEBRO, FLØJSTRUP

Udskrift d.23/2 - 1995

Prøvetyper udeladt : 2



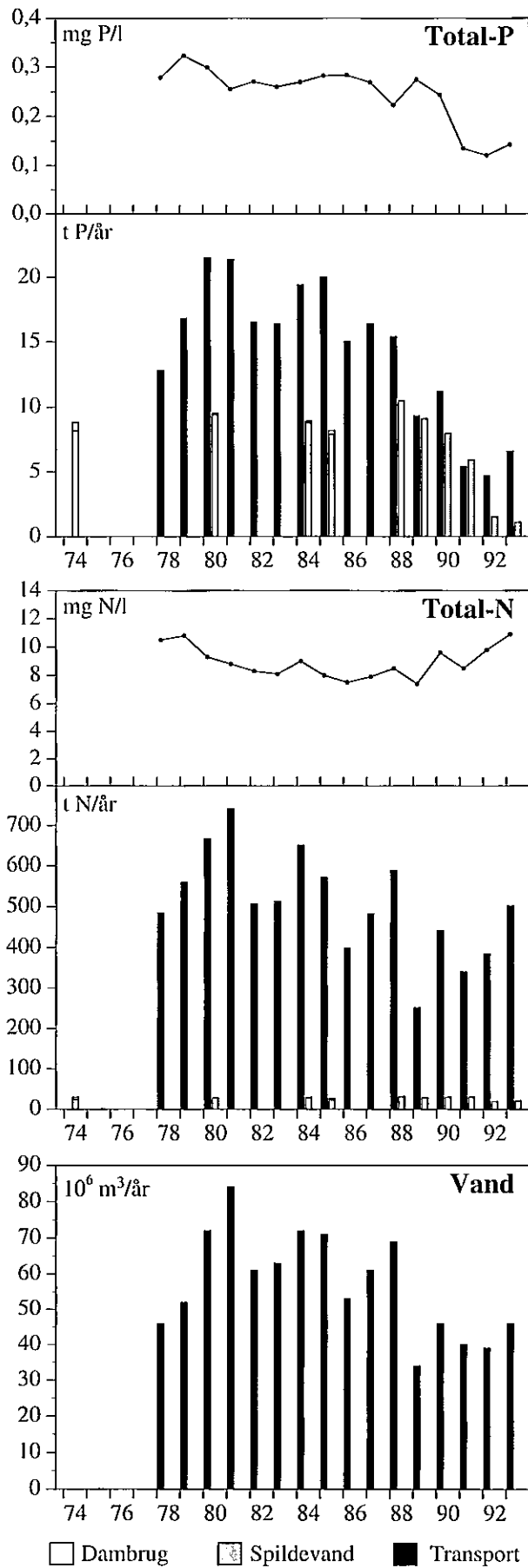
Alling Å, Fløjstrup
St. 040204

Årsgns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1978	1455	3,0	28,6	7,9	6,5	0,23	285	173
1979	1651	4,1	27,6	7,8	6,3	0,32	317	162
1980	2282	3,6	30,6	8,3	7,0	0,22	303	158
1981	2649	2,9	27,8	8,4	6,8	0,16	266	156
1982	1922	2,9	25,0	7,4	6,0	0,18	283	150
1983	1996	2,4	21,1	7,6	6,3	0,16	253	132
1984	2298	2,2	24,1	8,0	6,9	0,20	278	171
1985	2237	2,7	26,5	7,3	6,1	0,32	314	179
1986	1668	2,0	20,0	7,0	6,0	0,20	298	186
1987	1925	2,1	23,3	7,6	6,4	0,16	275	171
1988	2181	1,4	18,6	7,6	6,8	0,09	243	162
1989	1068	1,4	14,7	7,0	6,4	0,08	284	205
1990	1458	1,4	20,8	8,0	7,3	0,10	245	178
1991	1270	1,3	14,7	7,4	6,7	0,07	147	104
1992	1219	1,4		8,8	8,1	0,08	127	77
1993	1470	1,5		9,0	8,4	0,08	139	89

Årlig stof-transport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1978	46	120	1532	485	407	14,8	12,8	7
1979	52	233	1513	559	455	24,4	16,8	8
1980	72	244	2306	667	561	18,3	21,5	11
1981	84	229	2369	742	606	14,8	21,4	12
1982	61	172	1590	507	410	15,4	16,5	8
1983	63	167	1482	513	421	11,4	16,4	7
1984	72	159	1829	651	571	15,9	19,4	11
1985	71	186	1911	571	480	26,9	20,0	10
1986	53	96	1172	399	340	13,5	15,0	9
1987	61	129	1527	483	406	10,9	16,4	10
1988	69	102	1391	589	527	8,7	15,4	9
1989	34	56	534	251	229	3,1	9,3	6
1990	46		1119	442	403	6,2	11,2	7
1991	40	56	664	340	311	3,2	5,4	4
1992	39	61		384	357	3,5	4,7	3
1993	46	73		502	468	4,6	6,6	4

Alling Å, Fløjstrup
St. 040204

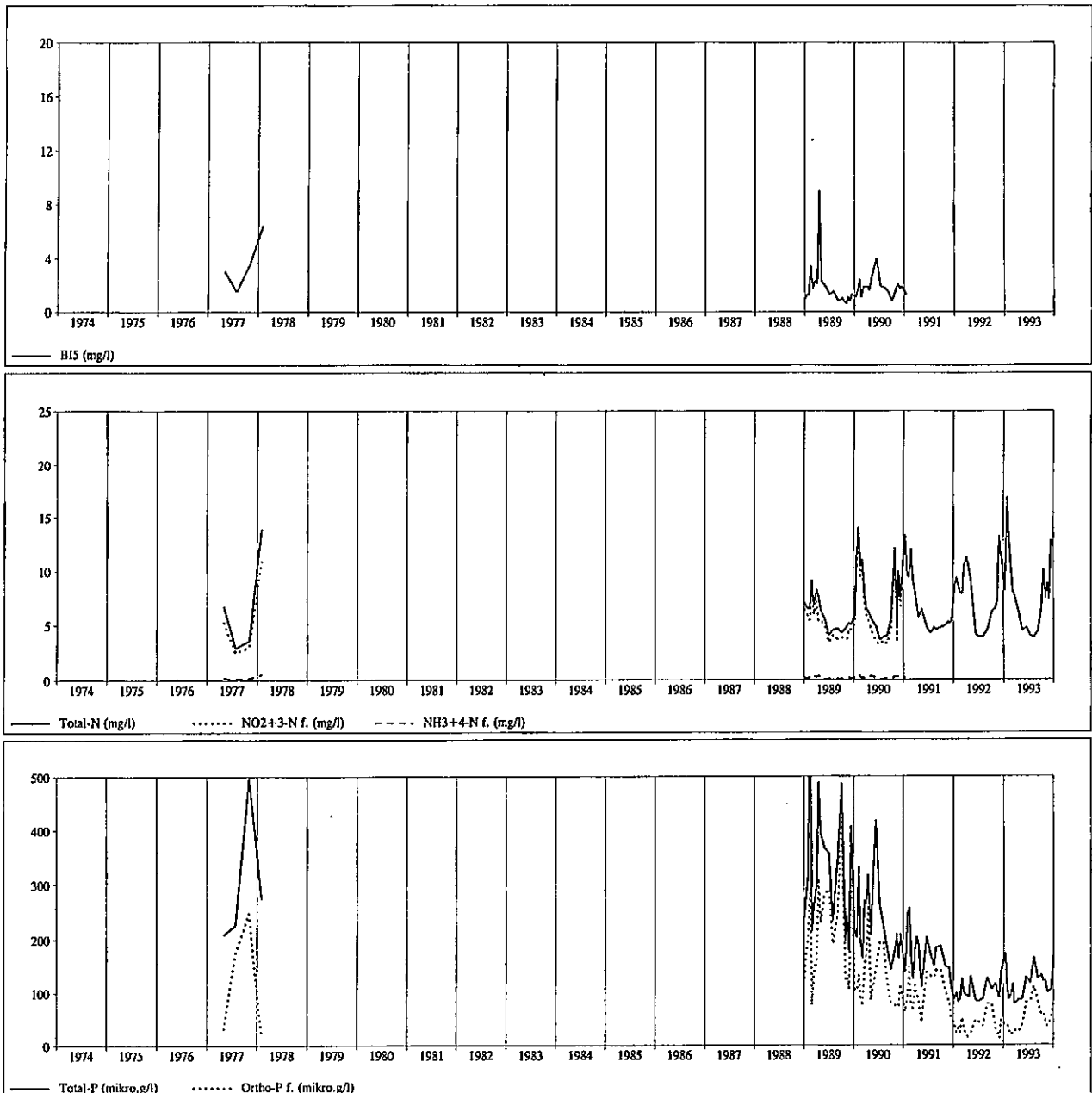
År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	8,2	0,6	24,4	5
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980	9,4	0,13	28	0,4
1981				
1982				
1983				
1984	8,8	0,13	28,3	0,7
1985	7,9	0,3	22,6	3,8
1986				
1987				
1988	10,5	0,003	31,6	0
1989	9,1	0,004	28,8	0,04
1990	8	0,004	29,6	0,08
1991	5,9	0,025	29,8	0,23
1992	1,5	0,033	19,5	0,33
1993	1,1	0,011	21	0,16



**Alling Å,
Fløjstrup**

ALLING Å (Station 40202)
FAUSING-ALLINGÅBRO OMFARTSVEJ

Udskrift d. 18/10 - 1994



Alling Å, Allingåbro
St. 040202

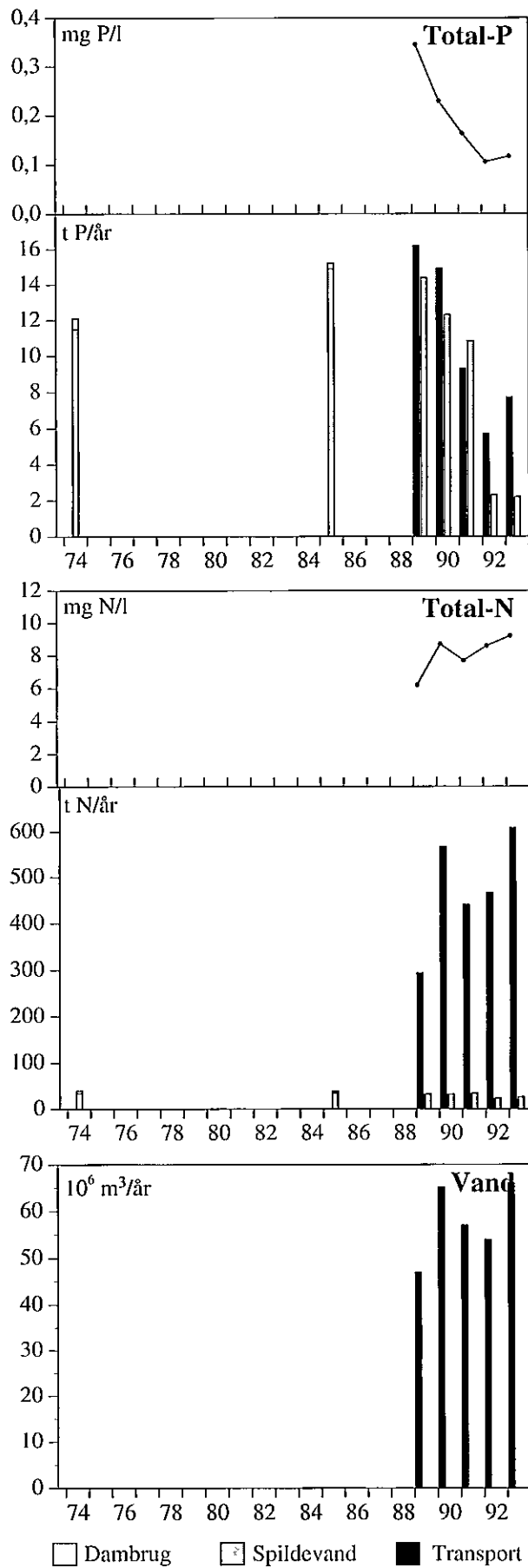
Års gns. af konc.	Vand l/s	BI5 mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	Total-P µg/l	Ortho-P µg/l
1989	1506	1,8	17,0	5,6	4,8	0,11	340	229
1990	2056	1,9	20,0	7,0	6,1	0,16	233	126
1991	1794			6,5			168	102
1992	1718			7,3			104	41
1993	2087			7,4			116	55

Årlig stoftransport	Vand 10x6 m3/år	BI5 t/år	COD t/år	Total-N t/år	NO3-N t/år	NH4-N t/år	Total-P t/år	Ortho-P t/år
1989	47	94	868	293	255	6,9	16,2	10,1
1990	65	121	1449	566	500	13,0	14,9	7,5
1991	56,6			440			9,3	5,2
1992	54,3			466			5,7	1,9
1993	65,8			608			7,7	3,3

Vandføring beregnet ved oplandskorrektion til Alling Å, Fløjstrup (21.52) som $Q = 1,4 \times Q_{21.52}$.

Alling Å, Allingåbro
St. 040202

År	Byspildevand t P/år	Dambrug t P/år	Byspildevand t N/år	Dambrug t N/år
1974	11,5	0,6	34,3	5
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985	14,9	0,3	34,6	3,8
1986				
1987				
1988				
1989	14,4	0,004	32,3	0,04
1990	12,3	0,004	31,6	0,08
1991	10,8	0,03	33,9	0,23
1992	2,3	0,03	23,2	0,33
1993	2,2	0,01	25,9	0,16



**Alling Å,
Allingåbro**

Bilag 2**Spildevandsrensning i Gudenåens
opland**

OPLAND rensaneanlæg	Type 1993	Godk. kapac. PE	Målt belastn. 1993 PE	Gudenå- kom. frist for P-red. år	P-red. gennemf. år	P-konc. midd. 1993 mg/l	Målt P-udledn. 1993 kg/år	Renseeff. P - 1993 %	1)	2)	3)	4)	5)
Gudenå, Voervadsbro													
Adal	MBNK	1.200	727	90	90	0,39	33	95	252	33	33	33	17
Vonge	MBNK	2.300	1721	85	89	0,40	130	95	335	130	130	130	65
Tørring	MBNK	6.000	2700	85	88	1,00	582	84	979	582	291	116	116
Åle	MBNK	6.000	4796	85	88	0,50	442	92	880	442	442	177	177
Uldum	MBNK	3.500	1902	85	88	0,94	330	77	511	330	176	176	70
Lindved	MBK	1.500	1075	90	90	0,99	178	79	240	178	90	90	36
Hvirring	Bas/LT	180	156	95		2,38	62	37	62	62	62	62	62
Klovborg	MBNK	1.330	810	90	89	0,66	90	91	124	90	68	68	27
Østbirk	MBNK	2.600	1321	90	89	0,61	122	93	394	122	100	100	40
Vestbirk	Bas/LT	405	335	95 nedl. 94		2,09	132						
Bredstrup CR	MBNDK	8000	8206	85	92	0,34	383	95	1680	383	383	225	225
Nim	MBNK	1000	468	90	90	0,54	24	93	66	24	22	22	9
Tredden	Bas/LT	265	49	95		1,52	10	63	10	10	10	10	10
Underup	MB	150	189			nedsvkn.							
Nim Skole	M	50	50		93	1,80	9		9	9	9	9	9
Sum			24505				2527		5542	2395	1816	1218	864

Tåning Å, Fuldbro Mølle													
Type	Godk. kapac. PE	Målt belastn. 1993 PE	Gudenå- kom. frist for P-red. år	P-red. gennemf. år	P-konc. midd. 1993 mg/l	Målt P-udledn. 1993 kg/år	Renseeff. P - 1993 %	1)	2)	3)	4)	5)	
													Udledn.- tilladelse P kg/år
Grumstrup	S	179	179	94		180		180	180	180	180	180	180
Skanderborg CR.	MBNKF	29.715	18711	81	77	0,19	317	97	759	317	317	317	317
Hylke	MBNK	620	314	87	87	0,73	38	88	55	38	26	26	26
Glesing	MBNK	754	803	87	87	0,42	26	92	62	26	26	26	26
Tåning	BAS	200	150				175		175	175	175	175	175
Motel Oasen	MB	30	20				20		20	20	20	20	20
Torrid	MBNK	320	190	87	87	0,65	16	89	16	16	16	16	16
Sum			20367			772		1267	772	760	760	760	760

Salten Å, Salten Bro											
Bryrup	MBNK	1.996	1801	81	84	0,33	76	94	230	76	46
Vrads	RZ	170	77			4,75	62	24	62	62	62
Lystruphave	M	120	50				40		40	40	40
Katinedal	MBN	120	120			2,33	122		122	122	122
Vrads Sande	RZ	116	106				99		99	99	99
Løve	M	50	80				93		93	93	93
Sum			2234				492		646	492	462

Gudenå, Ry Mølle											
Sdr. Vissing	MBNK	1000	697	90	90	1,26	68	87	37	27	11 ?
Voervadsbro	MBNK	750	304	90	90	1,00	42	88	92	21	21
Addit	M	220	80			nedsivn.					
Dørup	M	150	23	95		3,65	4		4	4	4
Salten Skov	RZ	60	70				71		71	71	71
Gl. Rye	MBK	1.078	1655	90	90	1,20	159	84	135	66	27
Alken	MBK	190	319	92	92	2,02	38	87	33	38	38
Svejstrup	BS	140	55			5,55	22	57	22	22	22
Bjedstrup Skole	BS	25	75			4,07	87		87	87	87
Sum			3278				491		481	336	280

Remstrup Å, Silkeborg											
Laven	MBNKL	1.400	355	85	86	0,30	20	94	66	20	13 ?
Them CR.	MBNK	4.294	5371	85	87	0,29	135	98	460	135 ?	93
Svejbæk Færgegård	M	50	50				58	32	58	58	58
Ry	MBK	5.600	6543	85	86	0,61	243	83	548	199	80
Spejlerc. Sletten	MB	140	43				60		60	60	60
Jaungyde	RZ + K	120	60	85	85/89	2,68	61		44	44	44
Alling	BS	104	56			4,30	34	37	34	34	34
Ballen	MBKL	560	520	81	76	0,32	40	92	80	40	40
Sum			12998				651		1350	590	422

Funder Å, Funderholme											
Hesselhus	MBK	950	134	90	91		3	96	7	3	3
Rideh., Funderh.	M	25	25				29		29	29	29
Sum			159				32		36	32	32

OPLAND rensaneanlæg	Type 1993	Godk. kapac. PE	Målt belastn. 1993 PE	Gudenå- kom. frist for P-red. år	P-red. gennemf. år	P-konc. midd. 1993 mg/l	Målt P-udledn. 1993 kg/år	Renseeff. P - 1993 %	Udledn.- tilladelse P kg/år	Udledn. 1993, for Pm=1,5/ 1,0 mg/l	Udledn. 1993, for Pm=0,5/ 0,2 mg/l	Udledn. 1993, for P-midd.= 0,2 mg/l
Gjern Å, Smingevad												
Gjern	MBNK	3025	3972	85	87	0,55	180	92	343	180	164	65
Toustrup Mark	MB	150	81			9,08	51		51	51	51	51
Hammel	MBNK	30000	13586	81	83	0,45	352	96	449	352	156	156
Svenstrup	RZ	300	87	96		5,00	84	28	84	25	25	25
Røgen	BS	170	117			2,28	47	49	47	47	47	47
Sum			17843				714		974	655	443	345
Gudenå, Tvilum Bro												
Voel	MBNK	1081	622	90	87	2,37	203	50	84	86	43	17
Grauballe	MBK	640	662	90	90	0,60	34	92	51	34	28	28
Søholt	MBNDKF	97.650	94276	81	77	0,30	2194	96	3833	2194	1463	1463
Silkeborg Papirf.	M(K)		6232				18	79	18	18	18	18
Sum			101792				2449		3986	2332	1552	1526
Gudenå, Tangeværket												
Højbjerg	M	350	185	96			250	10	250	42	42	42
Eisborg	M	100	100				135	10	135	135	135	135
Drøsbro	MBNK	10.000	4500	85	87	0,35	149	95	402	149	85	85
Borre	M	100	70				95	10	95	95	95	95
Kjellerup	MBNDK	16.250	14000	85	86	0,45	965	94	2224	965	429	429
Mausing					Neel. 93							
Grønbæk	M	150	150				200	10	200	200	200	200
Truust	MBNK	3369	1923	85	90	0,39	86	95	215	86	86	44
Sum			20928				1880		3521	1672	1072	1030
Gudenå, Ulstrup												
Bjerringbro	MBNDK	80000	56000	91	90	2,24	5036	85	2259	2248	450	450
Tange	MBNDK	15000	20000	91	90	2,82	2099	94	841	744	149	149
Vindum	M	400	135	96			180	10	180	30	30	30
Ulstrup	MBNDK	5.400	5600	91	89	0,39	238	96	724	238	122	122
Sum			81735				7553		4004	3261	867	751

Lilleå, Løjstrup												
Trige	MBNDKF	3.950	3206	92	92	0,46	82	97	234	82	82	36
Hårup	MBNDK	1.313	2016	93	93	1,39	177	84	208	127	64	25
Sabro	RZ	115	260			6,07	53	41	53	53	53	53
Spørring	MBNK	1.292	736	93	93	0,39	55	91	113	55	55	28 ?
Kvotrøp	M	110	110				128		128	128	128	128
Q8 Tankstation	M	45	40				46		46	46	46	46
Bebyggelse n.f. Trige	M	15	25				29		29	29	29	29
Hadsten	MBNK	19500	11784	91	91	0,85	1283	89	1741	1283	302	302
Langskov	RZ	30	50			1,45	51	51	51	51	51	51
Skjød	MB	320	460	96		3,68	470	38	470	192	192	192
Skjoldlev	MB	250	250	96		3,32	255	26	255	115	115	115
Hinnerup	MBNK	12325	7721	90	91	0,56	657	91	1351	657	235	235
Sandby	MBN	66	100			12,62	102	5	102	102	102	102
Sum			26758				3888		4781	2920	1454	1454

Nørreå, Vejrumbro												
Demstrup	MBNK	1.200	930	93	1993/94	4,38	300	73	107	68	34	14
Rødning	MBNK	1.000	530	93	1987	0,52	63	89	123	63	61	24
Bruunshåb	MBNDK	80.000	40000	91	1992	0,91	5343	94	5643	5343	1174	1174
Rindsholm	M	400	380	96			510	10	510	85	85	85
Sønder Rind	M	200	240	96			320	10	320 ?	53	53	53
Vinkel	M	200	190	96			260	10	260 ?	43	43	43
Lysgård	M	100	75				100	10	100	100	100	100
Sum			42345				6896		7063	5756	1550	1493

Nørreå, Fladbro												
Tindbæk	MB	400	230	96		2,38	93	77	93	59	59	59
Vester Velling	MBS	200	180	96		7,74	110	40	110	21	21	21
Ørum	MBNK	4.000	1900	93	1992	0,44	86	96	209	86	86	39
Hammershøj	MBN	3.000	1500	93	1993/94	4,56	794	61	176	174	87	35
Vejrumbro	MBN	1.000	370	93	1993/94	3,68	367	35	105	100	50	20
Ålum	MBNK	500	245	93	89	0,73	25	90	33	25	25	25
Tånum	MB	300	114	96		2,84	100	28	100	53	53	53
Øster Velling	BS	230	85	96		2,88	53	62	53	28 ?	28	28
Sum			4624				1628		879	545	409	280

OPLAND reenseanlæg	Type 1993	Godk. kapac. PE	Målt belastn. 1993 PE	Gudenå- kom. frist for P-red. år	P-red. gennemf. år	P-konc. midd. 1993 mg/l	Målt P-udledn. 1993 kg/år	Renseeff. P - 1993 %	Udledn.- tilladelse P kg/år	Udledn. 1993, for Pm=1,5/ 1,0 mg/l	Udledn. 1993, for Pm=0,5/ 0,2 mg/l	Udledn. 1993, for P-midd.= 0,2 mg/l
Gudenå, A10												
Langå	MBNDK	10600	6509	91	91	0,97	716	90	715	716	148	148
Helstrup	BS	230	111	96		5,05	115	30	115	34	34	34
Bøstrup	BS	150	150			0,80	22	89	22	22	22	22
Sum			6770				853		852	772	204	204

Alling Å, Fløjstrup												
Årsv	BS	180	55				47	60	47	47	47	47
Brusgård	BS	120	117				33	58	33	33	33	33
Hornslet	MBNK	8.986	4215	91	90	0,44	231	94	511	231	105?	105
Marbæk CR.	MBN	2.995	1450	93	91	0,45	67	94	150	67	67	30
Sjellebrolejren	MB	105	115				117		117	117	117	117
Hvilsager	M	90	30				35		35	35	35	35
Voldum	MBN	2540	684	93	94	3,78	452	33	33	120	60	24
Hvaløes	M	35	35				40		40	40	40	40
Clausholm	M	30	30				35		35	35	35	35
Sum			6731				1057		1001	725	665	466

Alling Å, Allingåbro												
BAS + K	240	195	89	96	89	2,16	58	69	58	40	40	40
Langkastrup	MBNDK	17.045	13403	91	91	1,12	1000	89	898	893	179	179
Sum			13598				1058		956	933	219	219

Randers Fjord, Udbyhøj												
MBND	35.416	42420					404	17	1260	404	404	404
Kronjyden	MBNK	4.560	5032	91	91	1,39	365	92	657	263	131	131?
Assentoft CR.	MBNK	4251	2668	91	91	0,81	242	91	548	242	149	60
Råby Kær	MBNK	1475	1506	93	93	1,16	198	83	198	171	85	34
Mejlby	MBNK	1566	1135	93	91	0,86	272	78	219	272	158	63
Vestrup	MBNK	1255	681	93	92	2,83	264	71	264	93	47	19
Møllerup	MBNDK	121.790	106432	91	91	0,60	3971	94	6826	3971	1324	1324
Sum			159874				5716		9972	5416	2298	1956

Randers Fjord, Udbyhøj IALT

			546.539				38.157		47.311	29.761	14.759	13.800	12.430
--	--	--	---------	--	--	--	--------	--	--------	--------	--------	--------	--------

Frist for P-red. :

For enkelte anlæg kan der i recipientkvalitetsplanerne, af hensyn til lokale recipienter, være fastsat tidligere frist og skrappe krav end gudenå-beslutningen. Endvidere er nogle af fristerne udskudt ved senere revisioner af recipientkvalitetsplanerne.

Målt belastning :

For flere af de mindste anlæg er der ikke målinger på tilløbet, og belastningen er da beregnet/anslået.

- 1) : De tilladte døgnmængder * 365. For anlæg uden fosforkrav er anvendt den aktuelle mængde for 1993
- 2) : Samlet fosforudledning fremover hvis : (Gudenåkomiteens generelle krav)
 alle anlæg der i 1993 lå under nedennævnte grænseværdier er medtaget uændret
 alle anlæg > 199 pe (godk. kapacitet) overholder 1,5 mg/l
 alle anlæg > 500 pe (godk. kapacitet) overholder 1,0 mg/l
- 3) : Samlet fosforudledning fremover hvis :
 alle anlæg der i 1993 lå under nedennævnte grænseværdier er medtaget uændret
 alle anlæg > 199 pe (godk. kapacitet) overholder 1,5 mg/l
 alle anlæg > 500 pe (godk. kapacitet) overholder 0,5 mg/l
 alle anlæg > 10.000 pe (godk. kapacitet) overholder 0,2 mg/l
- 4) : Samlet fosforudledning fremover hvis :
 alle anlæg der i 1993 lå under nedennævnte grænseværdier er medtaget uændret
 alle anlæg > 199 pe (godk. kapacitet) overholder 1,5 mg/l
 alle anlæg > 500 pe (godk. kapacitet) overholder 0,5 mg/l
 alle anlæg > 5.000 pe (godk. kapacitet) overholder 0,2 mg/l
- 5) : Samlet fosforudledning fremover hvis :
 alle anlæg der i 1993 lå under nedennævnte grænseværdier er medtaget uændret
 alle anlæg > 199 pe (godk. kapacitet) overholder 1,5 mg/l
 alle anlæg > 500 pe (godk. kapacitet) overholder 0,5 mg/l
 alle anlæg > 1.000 pe (godk. kapacitet) overholder 0,2 mg/l
- ? : Angiver en betydende forskel mellem godkendt kapacitet og målt belastning

Bilag 3

Beregning af fosforretention og kvælstoffjernelse

Fosforretention

Ry Mølle	1974	1985	1989	1990	1991	1992	1993
Målt	31,9	54,6	30,6	44,6	36,0	43,6	34,6
Åbent-land	29,1	43,1	27,3	39,8	32,7	29,8	37,9
Pkt. kild.	50	44,9	28,1	19,7	15,1	12,3	10,1
Beregnet udl.	79	88	55,4	59,5	47,8	42,1	48
Retention	47	33,4	24,8	14,9	11,8	-1,5	13,4
%	60	38	45	25	25,0	-4	28

Tvilum Bro	1974	1985	1989	1990	1991	1992	1993
Målt	102	84	49	71	52	63	59
Åbent-land	50,2	68,1	43,3	65	53,7	53,6	62,4
Pkt. kild.	143	77,4	47,4	36,3	28,6	21	17,9
Beregnet udl.	193,2	145,5	90,7	101,3	82,3	74,6	80,3
Retention	91	61,5	41,7	30,3	30,3	11,6	21
%	47	42	46	30	37	16	27

A-10	1974	1985	1989	1990	1991	1992	1993
Målt		234	159	152	126	110	98
Åbent-land		128	82	117	96	100	111
Pkt. kild.		239	163	123	89,9	52,9	48
Beregnet udl.		367	245	240	185,9	152,9	159
Retention		133	86	88	59,9	42,9	61
%		36	35	37	32	28	38

Kvælstoffjernelse

Ry Mølle	1974	1985	1989	1990	1991	1992	1993
Målt	645	995	660	992	875	992	932
Åbent-land	1225	1854	1282	1911	1617	2124	1952
Pkt. kild.	205	185	187	189	193	168	154
Beregnet udl.	1430	2039	1469	2100	1810	2292	2106
Retention	785	1044	809	1108	935	1300	1174
%	55	51	55	53	52	57	56

Tvilum Bro	1974	1985	1989	1990	1991	1992	1993
Målt	1315	1651	1040	1518	1332	1289	1530
Åbent-land	1941	2937	2032	3028	2562	3364	3093
Pkt. kild.	575	430	395	435	423	336	313
Beregnet udl.	2516	3367	2427	3463	2985	3700	3406
Retention	1201	1716	1387	1945	1653	2411	1876
%	48	51	57	56	55	65	55

A-10	1974	1985	1989	1990	1991	1992	1993
Målt		4208	2712	3818	3236	3599	3522
Åbent-land		5909	4087	6091	5154	6768	6221
Pkt. kild.		981	701	878	827	677	555
Beregnet udl.		6890	4788	6969	5981	7445	6776
Retention		2862	2076	3151	2745	2846	3254
%		42	43	45	46	52	48

Bilag 4

Beregningsmetoder m.v.

Stoftransport

Stoftransporten i vandløbene er beregnet ved C-lineær-interpolationsmetode, hvor den daglige stoftransport beregnes ved at multiplicere den daglige målte eller beregnede vandføring med den stoffkoncentration, der findes ved lineær interpolation mellem værdierne ved de enkelte prøvetagninger. Ved de fleste af de her behandlede målestationer i Gudenåens opland findes faste vandføringsstationer. Nogle steder er det af forskellige årsager ikke muligt at beregne vandføring ud fra en Q/h-sammenhæng, og vandføringerne er her beregnet ud fra øvrige faste vandføringsstationer, som det er beskrevet i tilknytning til tabellerne for stoftransport i bilag 1.

Frem til 1988 har prøvetagningsfrekvensen i de fleste vandløb været 12 gange pr. år - på nær i 1974, hvor den var væsentlig større. Fra 1989 og frem er prøvetagningsfrekvensen øget til 18-26 prøver pr. år.

Spildevandsanlæg

Mængden af total-kvælstof og total-fosfor er opgjørt for alle spildevandsanlæggene, som det fremgår af bilag 2.

For de anlæg, hvor der er målt stoffkoncentration og vandmængde, er transporten beregnet herudfra. For anlæg, hvor der ikke er målt transport, anvendes erfaringstal for den pågældende anlægstype. For langt størstedelen af den spildevandsmængde, der udledes, foreligger der målinger.

Regnvandsbetingede udledninger

Regnvandsbetingede udledninger er kun opgjørt i de senere år (fra 1989-90 og frem) og indgår derfor ikke i punktkildeopgørelserne tilbage i tid. For 1993 er de regnvandsbetingede udledninger medtaget i kildeopslitningen.

Mængden af total-kvælstof og total-fosfor er beregnet ud fra regnhændelser i 1993.

Spredt bebyggelse

Opgørelsen af bidraget fra spredt bebyggelse bygger i høj grad på oplysninger indhentet fra kommunerne vedrørende ejendommene. I de fleste tilfælde foreligger

oplysninger om rensetyper og -grader (f.eks. septictank, nedsivning, udledning via dræn etc.). Belastningen er herefter beregnet under følgende forudsætninger: én husstand = 2,8 PE, én P-PE = 2,0 g P/døgn, 10% rensning i septictank, 50% yderligere reduktion ved udledning i dræn.

Dambrug

Udledninger af total-N og total-P fra dambrug er enten beregnet ud fra foderforbrug og fiskeproduktion eller målt på de enkelte dambrug. Beregningerne for 1974 er dog mindre sikre end de øvrige, idet oplysningerne om foderforbrug og fiskeproduktion næppe er særligt nøjagtige - hvis de overhovedet har kunnet fremskaffes.

For fosfor er frem til 1990 regnet med en 10% tilbageholdelse på dambrugene (sedimentation i bassinerne). Fra 1990 er, som forudsat i dambrugsbekendtgørelsen regnet med 20% tilbageholdelse, såfremt bundfældningsbassinerne har været i drift hele året - ellers forholdsvis.

For kvælstof er der frem til 1990 angivet kvælstofudledningerne uden reduktion.

Dambrugsbekendtgørelsen opererer med en tilbageholdelse på 7% i bundfældningsbassinerne, hvilket er anvendt i beregningerne fra 1990 og frem.

Følgende fosforindhold er anvendt i beregningerne:

Foder, 1980: 2,0% P

Foder, 1984: 1,5% P

Foder, 1988 + 1989: 1,1% P

Foder, 1990 og frem: aktuelt indhold

Fisk: 0,5% P

Følgende kvælstofindhold er anvendt i beregningerne:

Foder, 1980 - 1989: 7,6%

Foder, 1990 og frem: aktuelt indhold

(vådfoder enkelte steder i 1980 dog 2,7%)

Fisk: 2,7%

For alle punktkildeopgørelserne gælder, at opgørelsen tilbage i tid vil være mere usikker end i de senere år, idet opgørelserne tidligere i langt mindre grad har været baseret på målinger end i dag. Uanset dette viser

opgørelserne dog størrelsesordenen af punktkildebelastningen. Opgørelserne af punktkildebelastningen for 1974 og 1985 er stort set overført uændret fra den tidligere afrapportering af stoftransport i Gudenåen. Fra begyndelsen af 80'erne er der blevet målt på de fleste større spildevandsudledninger.

