



BAGSVÆRD SØ 1900 – 2020



Recipientovervågning ISSN 0901 - 5167

Afstrømningsmålinger 1982

Recipientovervågning af Køge Bugt
1980-1981
Supplerende undersøgelser og
intensivt tilsyn

Afstrømningsmålinger 1983

Masseforekomst af enårige tråd-
alger i Køge Bugt

Alternativberegninger for
Køge Bugt 1984

Overvågning af og nærområdeaf-
grænsning i de kystnære dele af
Kattegat og Øresundsregionen i
1981
Hoveddel og bilagsdel

Overvågning af og nærområdeaf-
grænsning i de kystnære dele af
Kattegat og Øresundsregionen i
1982
Hoveddel og bilagsdel

Buresø 1981

Afstrømningsmålinger 1984

Fiskebestande i Bure, Gurre og
Kimmerslev søer 1984

Overvågning af Kattegat, Øresund
og Køge Bugt 1983

Tungmetalanalyse
Hav, sund og bugt 1983

- 13 Fæstningskanalen 1985
- 14 Bastrup sø 1974-1984
- 15 Gundsømagle sø 1980-1986
- 16 Mølleå søernes vandbalancer 1981
- 17 Helligrenden og Skovbækken 1986
- 18 Frederiksborg Slotssø 1986
- 19 Kattingesøerne 1985

Arbejdsdokument
BAGSVÆRD SØ 1900-2020
HOVEDDEL

VANDKVALITETSINSTITUTTET ATV

Rapport til:

HOVEDSTADSRÅDET

Vedrørende:

BAGSVÆRD SØ 1900 - 2020

HOVEDDEL

Sagsbehandlere:

Cand.scient. Jørgen Krogsgaard
Cand.scient. Erik Koch Rasmussen
Civ.ing. Erik Aagaard Hansen

Konsulent:

Lic.scient. Kirsten Olrik

Sagsnummer: 92.616

Dato: 1986.03.13/LR



VKI · VAND
KVALITETS
INSTITUTTET

AGERN ALLE 11 · DK-2970 HØRSHOLM
SARALYST ALLE 52 · DK-8270 HØJBJERG

☎ *02-86 52 11
☎ *06-27 42 11

FORORD

Hovedstadsrådet er ifølge miljøbeskyttelsesloven recipientansvarlig myndighed i hovedstadsregionen, hvilket bl.a. indebærer, at Hovedstadsrådet skal udarbejde en regional recipientkvalitetsplan.

Med henblik på at tilvejebringe det tekniske grundlag for denne recipientkvalitetsplan har Hovedstadsrådet i årene 1976-1986 områdevis gennemført en række større recipientundersøgelser.

For så vidt angår Mølleå-systemet danner følgende undersøgelser grundlag for forslaget til recipientkvalitetsplan:

- den større recipientundersøgelse af Mølleå-systemet som Hovedstadsrådet gennemførte 1976-1978, med konsulentbistand fra Vandkvalitetsinstituttet.
- den overvågning af systemet tilstand som Hovedstadsrådet gennemførte 1983-84, med bistand fra Københavns og Frederiksborg amtskommune.
- undersøgelser og vurderinger af systemet vandbalance gennemført med konsulentbistand fra Vandkvalitetsinstituttet, Cowiconsult og Hedeselskabet i 1982 og 1983.
- en undersøgelse af bidraget med forurenende stoffer med regnvandet fra separat- og fælleskloakerede områder udført af Hovedstadsrådet i samarbejdet med Danmarks Tekniske Højskole i årene 1977-81.

I denne rapport er ændringerne i Bagsværd sø's tilstand i perioden 1900-1984 sammenholdt med ændringerne i søens belastning med spildevand og ændringerne i vandskiftet. Endvidere er sammenhængen mellem den fremtidige tilstand og belastning vurderet ved hjælp af modelberegninger.

Endvidere er det datamateriale om søens tidligere tilstand, der foreligger, inddraget i vurdering og beregninger.

Nærværende arbejdsdokument er udarbejdet med konsulentbistand fra Vandkvalitetsinstituttet. Rapporten er et optryk af Vandkvalitetsinstituttets rapport til Hovedstadsrådet.

September 1986

INDHOLDSFORTEGNELSE

<u>0.</u>	<u>RESUME</u>	1
<u>1.</u>	<u>BESKRIVELSE AF BAGSVÆRD SØ</u>	4
<u>2.</u>	<u>UDVIKLINGEN 1900 - 2020</u>	9
2.1	Belastningen til Bagsværd Sø	9
2.2	Fosforkoncentrationen	14
2.3	Kvælstofkoncentrationen	21
2.4	Plantep planktonets næringsbegrænsning	27
2.5	Sigt dybde, algemængde og produktion	32
2.6	Plantep planktonsammensætning	40
2.7	Undervandsvegetation	47
2.8	Ilt	48
<u>3.</u>	<u>MODELBEKRIVELSE</u>	52
3.1	Stofbalancemodel for fosfor	53
3.1.1	Modelstruktur	53
3.1.2	Kalibrering af modeller og beskrivelse af 1900 - 2020	55
3.2	Årsvariationsmodel	57
<u>4.</u>	<u>ALTERNATIVE BELASTNINGER</u>	58
4.1	Spildevandsbidraget fra overløbsbygværket fjernes (B)	58
4.2	Fosforrenset spildevand tilledes søen (C)	61
4.3	Overpumpning af vand fra Furesøen (D)	63
4.4	Ingen vandindvinding fra Bagsværd Vandværk (E)	64
4.5	Sedimentfjernelse	66
4.6	Iltning	70
4.7	Kombineret indgrebsforslag	73

0. RESUME

Bagsværd Sø er med sine 1,22 km² vandflade lidt større end Farum Sø og Mølleå-systemets næststørste sø efter Furesøen.

Den gennemstrømmes ikke af Mølleåen som Farum Sø, Furesø og Lyngby Sø, men ligger som et appendix til resten af systemet. Oplandet til søen er på 6,3 km². Afløbet fra søen udmunder i Mølleåen lige opstrøms for Lyngby Sø.

Bagsværd Sø har, på grund af sin placering lige ved store boligområder, meget stor rekreativ betydning og anvendes bl.a. til rosport og lystfiskeri.

På grund af sin nærhed ved København blev Bagsværd Sø's opland bebygget tidligere end de fleste andre Mølleå-søer's opland. Det medførte, at Bagsværd Sø allerede i begyndelse af århundredet blev spildevandspåvirket.

På grund af sit lille opland har Bagsværd Sø, på trods af sin ringe vandmasse, en relativ lang opholdstid for vandet i søen. Opholdstiden var ved århundredskiftet ca. 1,7 år, men på grund af vandindvinding og afskæring af spildevandsudledning er den idag ca. 5 1/2 år.

Allerede i 1906 var spildevandsbelastningen med fosfor af Bagsværd Sø i samme størrelsesorden som den naturlige næringssalttilførsel. I 1930 var den 10 gange så stor og i 1960, da spildevandet blev afskåret fra søen, var den 150 gange så stor. I dag belastes søen med spildevand fra et overløbsbygværk, som giver et næringssaltbidrag af samme størrelsesorden som

det naturlige bidrag.

Den meget store spildevandsudledning til Bagsværd Sø (svarende til 12.500 PE i 1960), har medført at søen er blevet hyper-eutrof med et meget højt indhold af plantenæringsstoffer.

Al undervandsvegetation var i 1957 forsvundet fra søen, og algevæksten var domineret af blågrønalger i perioden fra maj til januar.

Et godt mål for søens tilstand er vandets gennemsigtighed. Allerede i 1911-12 blev der registreret forholdsvis lave sigtddybder (ned til 1/2 meter) i søen. De lave sigtddybder blev forklaret som en effekt af ophvirvling af bundmateriale, men eutrofieringen må også have spillet en rolle, da der allerede på dette tidspunkt blev udledt 1/2 tons fosfor til søen pr. år med spildevandet.

I 1945-46 blev der registreret sigtddybde mellem 0,25 og 0,80 meter, i 1959 varierede sigtddybden mellem 0,12 og 1 meter, og siden er der tilsyneladende ikke sket en større bedring af sigtddybdeforholdene.

Ved en undersøgelse i 1911-12 blev der registreret en del arter af undervandsplanter (rankegrøde) i søen, men store dele af søen var vegetationsløs, på trods af de lave vanddybder. Dette kunne forklares ved såvel den forholdsvis ringe sigtddybde, som ved at bundforholdene visse steder ikke var egnet for planternes vækst. Ved undersøgelser i 1957 og 1983 blev der ikke registreret undervandsvegetation i Bagsværd Sø.

I perioden efter 1960 er der sket et fald i indholdet

af næringssalte i søen. Fosforindholdet er dog ikke faldet så meget, at det begrænser mængden af planktonalger i søen.

Dette skyldes:

- udledningen af spildevand fra overfaldsbygværket ved det forhenværende renseanlæg,
- ophobningen af næringssalte og organisk stof i søens sediment,
- det stærkt reducerede vandskifte i søen.

Med en model er årsgennemsnittet af indholdet af fosfor i Bagsværd Sø udregnet.

Med den nuværende belastning og vandskifte, vil fosforindholdet i søen falde noget. Dette vil forbedre søens tilstand i forårsperioden (færre alger, større sigtddybde), mens der ikke kan forventes en bedring af tilstanden i sommerperioden.

En bedring af tilstanden i Bagsværd Sø, således at den svarer til forholdene ved begyndelsen af århundredet forudsætter:

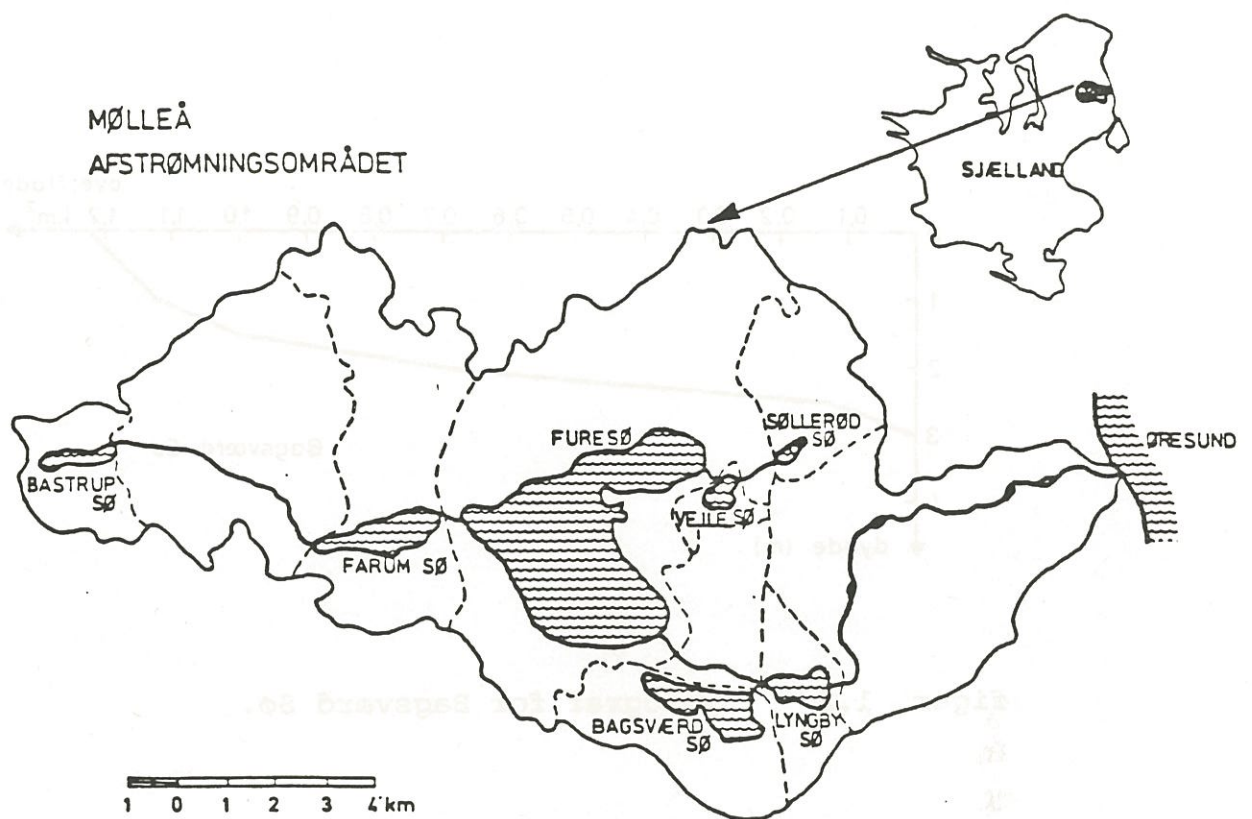
- en stærk begrænsning af udledningen af spildevand fra overløbsbygværket,
- ophør af vandindvinding ved søen (Bagsværd Vandværk).

Den forbedrede tilstand vil dog først opnås omkring år 2020. Hvis der skal opnås en hurtigere bedring af søens tilstand, må de ovennævnte indgreb kombineres med en restaurering af søen.

1. BESKRIVELSE AF BAGSVÆRD SØ

Bagsværd Sø udgør en del af Mølleåsystemet. Mølleåen udspringer i Bastrup Sø ved vandskellet mellem Roskilde Fjord og Øresund. Mølleåen løber ca. 40 km frem til Øresund ved Strandmøllen gennem en af istidens tunneldale og gennemstrømmer undervejs en række søer og mølledamme. Bagsværd Sø ligger som en slags appendix til det øvrige Mølleåsystem, idet søen i modsætning til de øvrige søer ikke gennemstrømmes af Mølleåen. Afløbet fra Bagsværd Sø udmunder i Mølleåen (Fureåen) umiddelbart ovenfor Lyngby Sø (figur 1.1). Søerne i Mølleåsystemet er morfometrisk og topografisk meget forskellige. Som yderpunkter kan nævnes de fladvandede Lyngby og Bagsværd søer med maksimale dybder på 2-3 meter, og landets dybeste sø, Furesøen, hvor den største dybde er 36 meter. Mere detaljerede data vedr. dybde og størrelse af Bagsværd Sø fremgår af tabel 1.1 og figur 1.2. Yderligere fremgår dybdekurvers forløb i søen af figur 1.3.

I dag udnyttes Mølleåsystemets søer (incl. Bagsværd Sø) og vandløb hovedsageligt til rekreative formål. Den nære beliggenhed til København og byudviklingen i halvtredserne har medført, at naturområderne i og omkring vandsystemet er blevet en rekreativ perle for hele hovedstadsregionen. Badning, fiskeri, sejlads i og på søerne samt naturoplevelser langs bredderne stiller derfor store krav til systemets vandkvalitet, der siden 1920'erne har ændret sig betydeligt i takt med den øgede urbanisering og ændringer i afledning af spildevand, f.eks. Mølleåplanen.

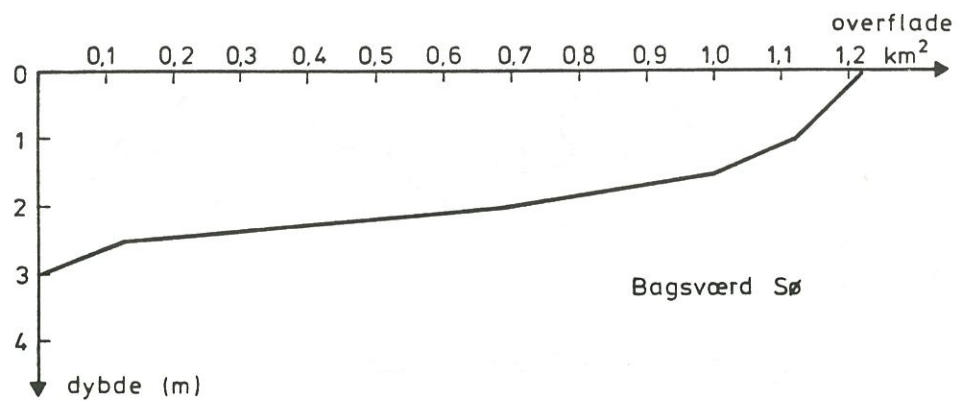


Signaturforklaring: ——— totale afstrømningsområde.
 - - - - - delafstrømningsområder.

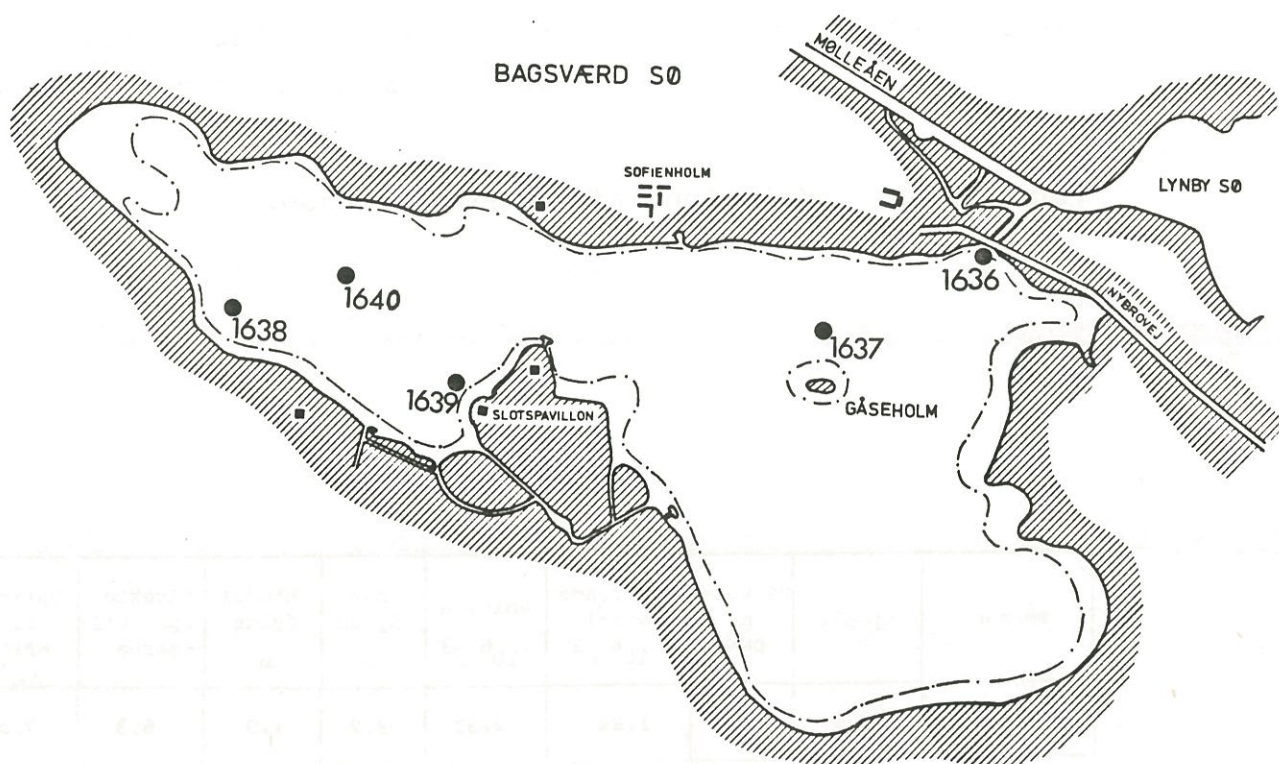
Figur 1.1 Mølleåens afstrømningsområde.

Sønavn	Opmålt	VS-kote m DNN	Overflade areal 10^6 m^2	Volumen 10^6 m^3	Max dybde m	Middel dybde m	Direkte opl. til søerne	Opland til afløb km^2
BAGSVÆRD	1976	18,4	1,22	2,33	3,2	1,9	6,3	7,5

Tabel 1.1 Morfometriske data for Bagsværd Sø.



figur 1.2 Hypsograf for Bagsværd Sø.



figur 1.3 Bagsværd Sø.

Den intensive grundvandsindvinding i og umiddelbart omkring Mølleåens opland har medført en række ændringer af vandbalancens elementer. Særligt udtalt er ændringerne i grundvandsmagasinet samt balancen mellem den overjordiske afstrømning (vandløbsafstrømningen) og grundvandsafstrømningen til vandløb og søer. Endvidere er spildevand afskåret fra oplandet.

De væsentligste tilløb og stofbidrag til Bagsværd Sø kommer i dag fra

- Belastning ved regn fra overløbsbygværk.
- Diffus belastning fra skov og villa arealer i søens direkte opland.
- Atmosfærisk nedfald.

Der er i tidens løb sket betydelige ændringer i belastningsforholdene. Bagsværd Sø har således tidligere modtaget en del spildevand.

Som nævnt udmunder afløbet fra Bagsværd Sø i Mølleåen (Fureå) umiddelbart overnfor Lyngby Sø. De to søer er således forbundet med en ganske kort kanal (figur 1.3). Vandet løbet til tider fra Lyngby Sø og Fureå ind i Bagsværd Sø. Dette kan være tilfældet, når der kommer et kraftigt vindpres i retning af Bagsværd Sø, og i varme sommerperioder, hvor der sker stor fordampning fra Bagsværd Sø. Der kan således også være tale om et belastningbidrag fra det øvrige Mølleåsystem til Bagsværd Sø.

Bagsværd Sø er så lavvandet, at der ikke forekommer permanent lagdeling af søen i sommerperioden i lighed med forholdene i f.eks. Farum Sø og Furesøen. På

trods heraf kan der i Bagsværd Sø alligevel, især i rolige sommerperioder, forekomme væsentlige gradienter over dybden med hensyn til ilt og temperatur. Disse gradienter vil dog blive brudt jævnlige på grund af vindpåvirkning.

2. UDVIKLINGEN 1900 - 2020

I den udstrækning der foreligger oplysninger og måledata beskrives udviklingen i søens belastningsforhold og tilstand i perioden 1900 - 1984. For perioden 1984 - 2020 gives prognoser for udviklingen i belastningen samt vurderinger af den dermed følgende vandkvalitet i søen. Disse vurderinger bygger på det i kapitel 3 beskrevne modelværktøj kombineret med biologisk viden om og erfaringer fra den hidtidige udvikling i såvel Bagsværd Sø som andre tilsvarende søer.

2.1 Belastningen til Bagsværd Sø.

Belastningen til Bagsværd Sø udgøres af følgende bidrag

- spildevand fra Bagsværd by. Efter 1960 i form af regnvandsoverløb.
- Atmosfærisk nedfald direkte på søoverfladen.
- Diffus belastning fra oplandet (villagrunde, skov- og markarealer).
- Visse algers fixering af frit kvælstof fra atmosfæren.
- Stoftilførsel som følge af indstrømning af vand fra Lyngby Sø og/eller kanalen fra Furesøen (Fureå).

Spildevand

I 1908 blev Bagsværd by kloakeret og spildevandet

ledt til Bagsværd Sø i urensset tilstand. Efter 1917 blev det første renseanlæg etableret. Dette blev forbedret og udbygget i 1937. Anlægget blev benyttet frem til 1960, hvorefter der blev bygget en afskærende ledning. Spildevand blev i denne ført væk fra Bagsværd Sø. Fra det nedlagte renseanlæg kan der fortsat ske regnvandsoverløb til søen. Der er aldrig blevet ledt industrispildevand til Bagsværd Sø. En nærmere beskrivelse af disse forhold fremgår af bilag 2. Spildevandets bidrag med fosfor og kvælstof til søen, som fremgår af tabel 2.2 og 2.3, er baseret på viden om indbyggerantallet i oplandet, antagede enhedsbidrag pr. indbygger samt forventelig rensningseffektivitet på det nævnte renseanlæg.

Atmosfærebidrag

Nedfaldet af N og P fra atmosfæren er målt ved Sønderø i 1977-78. Disse data samt målinger fra andre steder i landet ligger til grund for den skønnede udvikling, som fremgår af tabel 2.2 og 2.3.

Diffus belastning (skov og mark)

Udviklingen i oplandstyper fremgår af tabel 2.1. Skov- og markarealerne, som er opgjort i 1960 og 1980 består alt overvejende af skovarealer.

År	Skov og mark km ²	By km ²
1900	6,2	0,1
1940	5,8	0,5
1960	3,6	2,7
1980	2,3	4

Tabel 2.1 Skøn over arealudviklingen i Bagsværd Sø's opland.

Belastningsbidraget fra skov og markarealerne er baseret på målinger fra andre oplande dels i Mølleåsystemet dels i det øvrige Danmark. For vurdering af bidraget er således inddraget oplysninger fra Miljøstyrelsens NPO-redegørelse samt målinger fra Hestetangsåen til Farum Sø og Dumpedalsrenden, der afvander Rude Skov. For en nærmere diskussion heraf henvises til bilag 2. Bidragene fremgår af tabel 2.2 og 2.3.

Algers N-fixering

På grundlag af planktonundersøgelser fra perioden 1969-78, vandkemiske målinger fra 1945 - 1984, samt måling af N-fixeringen i 1977/78 er blågrønalgers kvælstoffixering fra atmosfæren skønnet som det fremgår af tabel 2.2 og 2.3.

Stoftilførsel fra Fureå/Lyngby Sø.

Bagsværd Sø er forbundet med kanalen fra Furesøen (Fureå) og Lyngby Sø med en ganske kort kanal. På grund af interne bølger i søerne, vindstuvningsef-

fekter vandindvinding og fordampning, kan der i perioder strømme vand ind i Bagsværd Sø fra Fureå og/eller Lyngby Sø.

Vand- og stoftilførsler herfra er der gjort nærmere rede for i bilag 1 og 2. De skønnede bidrag med N og P herfra fremgår af tabel 2.2 og 2.3.

Fra 1983 regnes der med, at såfremt der ikke sker direkte indgreb overfor afløbsforholdene i oplandet, vil der ikke ske ændringer i belastningen til søen. Dette betyder, at der bl.a. ikke forekommer nogen udvikling i det diffuse belastningsbidrag (incl. atmosfære-bidraget).

År	Spildevand	Regnaf- lastning	Atmosfæren	Skov og mark	Kvælstof- fixering	Tilløb ved Nybro pga.reduc. gennemstrøm.	Vindinduceret belastning (ved ½ mill. m ³ /år)	Ialt
1906	0,6	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	1,75
1911	2,9	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	4,05
1916	3,9	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	5,05
1921	4,3	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	5,45
1930	6,3	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	7,45
1935	10,3	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	11,45
1937	9,8	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	10,95
1946	15,8	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	16,95
1948	19,1	-	0,65	0,5	~ 0	-	-	20,25
1950	24,5	-	0,65	0,5	0	-	-	25,65
1953	35,8	-	0,70	0,5	0	-	-	37,00
1960	51,0	-	1,2	0,5	0	-	-	52,70
1961	0	0,63	1,2	0,5	0	0,2	+ 0,3	2,23
1965	0	0,63	1,5	0,5	3	0,2	+ 0,3	5,53
1970	0	0,63	1,9	0,5	6	0,4	+ 0,3	9,13
1975	0	0,63	2,2	0,5	6	0,4	+ 0,3	9,43
1980	0	0,63	2,4	0,5	6	0,2	+ 0,3	9,43
1983	0	0,63	2,4	0,5	6	0,2	+ 0,3	9,43
1986	0	0,63	2,4	0,5	6	0,2	+ 0,3	9,43
1990	0	0,63	2,4	0,5	6	0,2	+ 0,3	9,43
1995	0	0,63	2,4	0,5	6	0,2	+ 0,3	9,43
2020	0	0,63	2,4	0,5	6	0,2	+ 0,3	9,43

Tabel 2.2 Kvælstofbelastning til Bagsværd Sø
(ton N/år).

År	Spildevand	Regnaf- lastning	Atmosfæren	Skov og mark	Tilløb ved Nybro pga. reduc. $\frac{1}{2}$ mill. m ³ /år.) gennemstrøm.	Vindinduceret belastning (ved $\frac{1}{2}$ mill. m ³ /år.)	Ialt
1906	93	-	40	60	0	0	193
1911	410	-	40	60	0	0	510
1916	610	-	40	60	0	0	710
1921	670	-	40	60	0	+ 50	820
1930	990	-	50	60	0	+ 100	1200
1935	1610	-	50	60	0	+ 125	1845
1937	1650	-	50	60	0	+ 125	1885
1946	2650	-	50	60	0	+ 200	2960
1948	3190	-	50	60	0	+ 100	3400
1950	4070	-	50	60	0	0	4180
1953	10400	-	60	60	0	+ 50	10470
1960	17000	-	60	60	0	+ 250	16840
1961	0	163	60	60	35	+ 250	68
1965	0	163	65	60	57	+ 100	245
1970	0	163	70	60	100	0	393
1975	0	163	75	60	126	0	424
1980	0	163	80	60	68	0	371
1983	0	163	80	60	45	0	348
1986	0	163	80	60	45	0	348
1990	0	163	80	60	45	0	348
1995	0	163	80	60	45	0	348
2020	0	163	80	60	45	0	348

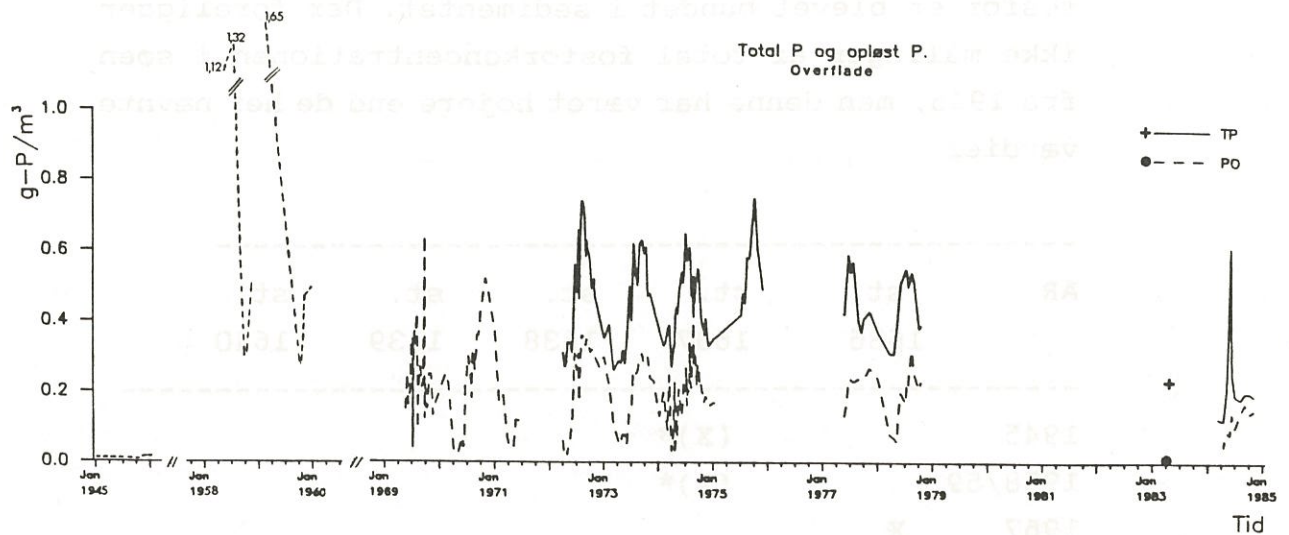
Tabel 2.3 Fosforbelastning til Bagsværd Sø (kg P/år).

2.2 Fosforkoncentrationen

Fosfor er et af de næringsalte der potentielt kan begrænse planteproduktionen i Bagsværd Sø. Det er derfor af interesse at betragte udviklingen i fosforkoncentrationen i søen, når udviklingen i forureningstilstanden diskuteres.

Der foreligger data for fosforkoncentrationer i Bagsværd Sø fra 1945, 1958/59 samt fra 1967 til 1985. Imidlertid er alle prøverne ikke taget på samme station. Prøvetagningsstationerne i søen fremgår af figur 1.3. Data, der kan antages at repræsentere forholdene i de centrale vandmasser i søen, er vist i figur 2.3. På grund af periodevis tilbageløb (jf. kapitel 1) af vand fra Fureå og Lyngby Sø, er målinger fra station 1636 (fra årene 1967/68, 1975) ved Mølleåens fraløb fra Bagsværd Sø kun i begrænset omfang inddraget i de følgende vurderinger eller vist i figuren. De data der er medtaget i figuren stammer således fra stationerne 1637, 1638, 1639 og 1640. Af tabel 2.7 fremgår fra hvilke år der foreligger data fra de forskellige stationer.

Fra perioden før 1972 foreligger der kun målinger af opløst uorganisk fosfat. Fra 1972 og fremefter foreligger der desuden målinger for indholdet af total fosfor i vandet. Der er kun indsamlet prøver i én dybde (ca. 1 meter) på grund af søens relative lille vanddybde. Det er generelt blevet antaget at søens vandmasser har været total opblandede.



figur 2.1 Koncentration af total fosfor (TP) og opløst uorganisk fosfat (PO) i overfladevand fra Bagsværd Sø 1969-1984.

1900-1959

Der foreligger ikke fosformålinger fra Bagsværd Sø før 1945. Udfra udviklingen i belastningsdata er det forventeligt, at der frem til 1945 er sket en stigning i koncentrationsniveauet i søen.

Fra 1945 foreligger der uorganiske fosfatmålinger, som dækker hele året i de "centrale vandmasser" i søen. Ved målingerne i 1945 lå koncentrationen af uorganisk fosfat mellem 0 og $0,018 \text{ gP/m}^3$ med en års-gennemsnitsværdi omkring $0,004 \text{ gP/m}^3$. De højeste værdier forekom i december. Resten af året lå koncentrationen mellem 0 og $0,005 \text{ gP/m}^3$. Fosfatkoncentrationen var i 1945 på trods af den forøgede belastning så lav at planteplanktonets vækst i hele produktions-

perioden (marts - oktober) har været begrænset af fosfor. Årsagen hertil kan være, at det tilledte fosfor er blevet bundet i sedimentet. Der foreligger ikke målinger af total fosforkoncentrationen i søen fra 1945, men denne har været højere end de her nævnte værdier.

ÅR	st. 1636	st. 1637	st. 1638	st. 1639	st. 1640
1945		(X)*			
1958/59		(X)*			
1967	X				
1968	X				
1969		X		X	
1970		X		X	
1971				X	
1972				X	
1973				X	
1974				X	X
1975	X				
1976					
1977		X			
1978		X			
1979					
1980					
1981					
1982					
1983			X		
1984		X			

* Prøverne er taget på en station som ligger øst for station 1637

Tabel 2.4 Oversigt over fosforkoncentrationsmålinger i Bagsværd Sø.

I 1958 og 1959 foreligger kun målinger af uorganisk fosfat fra månederne marts - oktober. På trods af at disse målinger stammer fra den periode, hvor algernes vækst er størst og fosfatoptagelsen i algerne derfor også er størst, blev der målt høje fosfatkoncentrationer (mellem 1,6 og 0,260 gP/m³). Fosfatkoncentrationen har således ikke været begrænsende for algernes vækst i disse to år, og det kan konstateres, at der er sket en markant stigning i koncentrationsniveauet siden 1945. Der foreligger ikke målinger af total fosfatkoncentrationen fra 1958 eller 1959, men det må formodes at disse har ligget væsentligt højere end de ovenfor nævnte værdier.

1960-1968

Fra denne periode foreligger der kun enkelte målinger fra 1967 og 1968 på stationen lige ved afløbet fra Bagsværd Sø (st. 1636). Den uorganiske fosfatkoncentration lå ved disse målinger mellem 0,276 og 0,414 gP/m³. På grund af det tidligere omtalte mulige "tilbageløb" fra Fureå/Lyngby Sø, er det ikke sikkert disse tal er repræsentative for tilstanden i Bagsværd Sø de pågældende år. Tallene tyder dog på, at der fortsat forekom et højt koncentrationsniveau i søen i 1967/68.

1969 - 1984

Ved sammenligning af fosfordata fra 1969-84 (figur 2.1) med ovennævnte data fra 1958/59 fremgår det, at der er sket et fald i koncentrationsniveau. Det må dog konkluderes, at der fortsat forekom et relativt højt koncentrationsniveau helt frem til 1984. Der har dog været en faldende tendens sidst i perioden.

På trods af koncentrationsfaldet fra 1959 til 1969 lå minimumsværdien af uorganisk fosfat ($0,036 \text{ gP/m}^3$) i 1969 på det dobbelte af maksimalkoncentrationen fra 1945. Maksimalkoncentrationerne i 1969 ($0,450$ - $0,640 \text{ gP/m}^3$) var endvidere 25 - 35 gange højere end maksimalkoncentrationen i 1945.

I 1969-84 forekom de laveste uorganiske fosfatkoncentrationer i månederne april og maj. Koncentrationsniveauet i disse måneder svingede i perioden mellem $0,01$ og $0,08 \text{ gP/m}^3$. I perioden er der tilsyneladende ikke sket signifikante ændringer i dette minimale koncentrationsniveau. Der skete tilsyneladende heller ikke nogen ændring i udstrækningen af perioden, hvori disse minimumskoncentrationer forekom.

Perioderne med så lave fosfatkoncentrationer, at plan-teplanktonets vækst kan have været fosforbegrænset, har været meget korte og sandsynligvis uden betydning. For nærmere diskussion af næringsstofbegrænsning henvises til afsnit 2.4.

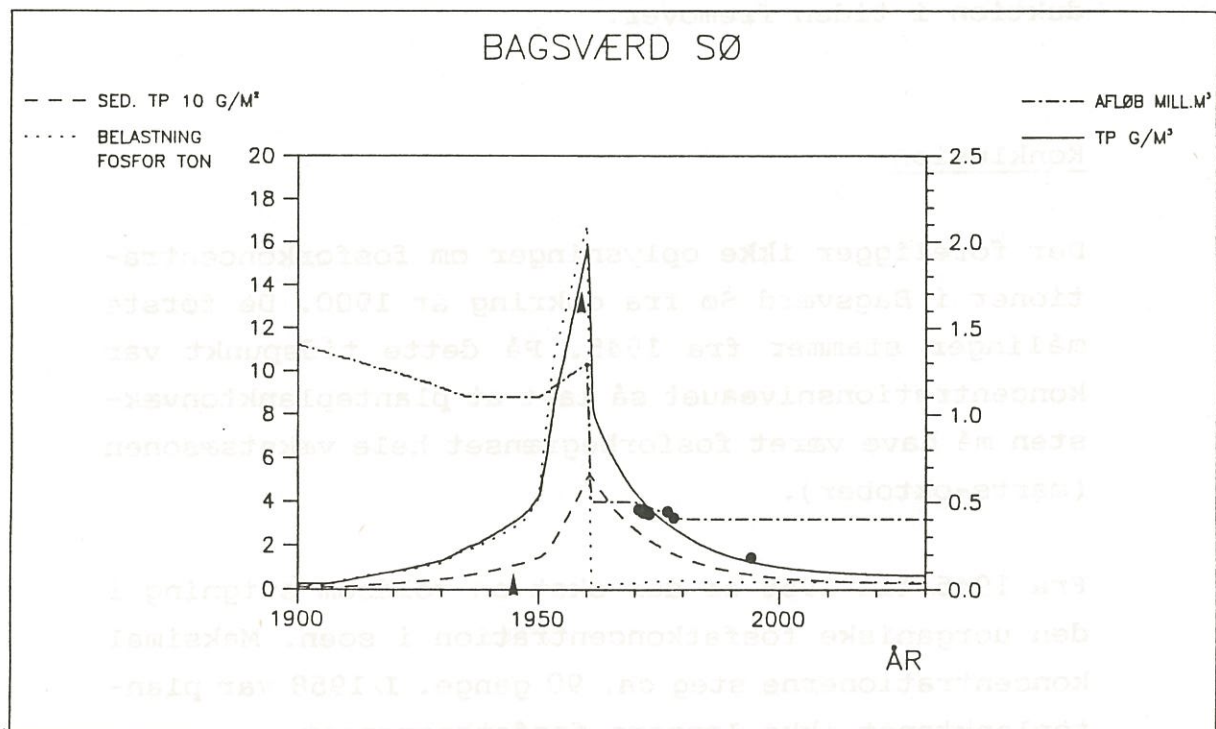
Af figur 2.1 fremgår det dog at såvel det generelle koncentrationsniveau som maksimalkoncentrationer af uorganisk fosfat har udvist en faldende tendens i perioden 1969 - 1984. Tendensen har været mest udtalt i den sidste del af perioden. Da der ikke er opnået koncentrationer, der har været begrænsende for planktonproduktionen, har dette imidlertid ikke haft væsentlig betydning for søens tilstand.

Betragtes målingerne af total-fosforkoncentrationen ses af figur 2.1, at der fra 1972 til 1978 tilsyneladende ikke skete nogen væsentlig udvikling i koncentrationsniveauet. Fra 1978 og frem til 1984 tyder total fosformålingerne i lighed med målingerne for

uorganisk fosfat på et fald i koncentrationniveauet. Den årgennemsnitlige total-fosforkoncentration lå således i 1972-78 mellem 0,411 og 0,441 g P/m³ uden nogen klar udviklingstendens. I 1984 var den årgennemsnitlige koncentration 0,193 g P/m³.

1985 - 2020

For vurdering af den fremtidige udvikling i fosforkoncentrationen i Bagsværd Sø, er der udarbejdet en årgennemsnitlig massebalancemodel for total fosfor. For beskrivelse af modellen henvises til afsnit 3.1 og bilag 8. Resultatet af modelberegningerne fremgår af figur 2.2. Figur 2.2 er udarbejdet under den forudsætning, at belastnings- og gennemstrømningsforholdene ikke ændres efter 1984.



Figur 2.2 Modelsimuleret udvikling i den årgennemsnitlige total fosforkoncentration. Det er forudsat, at belastningsforholdene ikke ændres fra 1984 og fremefter.

Som det fremgår af kapitel 3 er der visse usikkerheder forbundet med anvendelse af den opstillede model for Bagsværd Sø. Det kan bl.a. nævnes at de hidtidige måledata tyder på, at ændringerne i fosforkoncentrationerne i søen, er sket i spring. Sådanne ændringer kan ikke beskrives med modellen. På grundlag af modelberegningerne må det dog antages, at total fosforkoncentrationen i søen i en ny ligevægts tilstand vil komme til at ligge omkring $0,08 \text{ g P/m}^3$. Denne tilstand skønnes at være opnået omkring år 2020. Udviklingen frem til denne tilstand kan evt. komme til at foregå i spring, såfremt de nuværende iltfrie forhold ved bunden, i sommerperioden (jvf. afsnit 2.8) ændres til iltede forhold. For nærmere vurdering heraf kræves en bestemmelse af det ophobede iltforbrug i sedimentet i Bagsværd Sø, samt beregning af forventet planteproduktion i tiden fremover.

Konklusion

Der foreligger ikke oplysninger om fosforkoncentrationer i Bagsværd Sø fra omkring år 1900. De første målinger stammer fra 1945. På dette tidspunkt var koncentrationsniveauet så lavt at planteplanktonvæksten må have været fosforbegrænset hele vækstsæsonen (marts-oktober).

Fra 1945 til 1958 er der sket en voldsom stigning i den uorganiske fosfatkoncentration i søen. Maksimal koncentrationerne steg ca. 90 gange. I 1958 var planteplanktonet ikke længere fosfatbegrænset.

Fra 1959-1968 foreligger ikke data der med sikkerhed er repræsentative for vandmassen i Bagsværd Sø. De foreliggende målinger nær afløbet til Lyngby Sø tyder

dog på, at der er sket et væsenteligt fald i koncentrationsniveauet i dette 10-år. Koncentrationsniveauet var dog fortsat højt sidst i 1960'erne.

Fra 1969 til 1984 lå koncentrationsniveauet ligeledes højt. Kun i meget korte perioder er det muligt at planteplanktonets vækst kan have været fosforbegrænset. Der er ikke sket nogen udvikling i de minimale fosfatkoncentrationer i perioden. Der har dog været en faldende tendens, især fra 1978 til 1984 i de maksimale fosfatkoncentrationer og i total fosfor niveauet.

Det må forventes, at der i fremtiden fortsat vil ske et fald i det generelle fosforkoncentrationsniveau i søen. Hvorvidt udviklingen vil ske jævnt eller i spring kan ikke afgøres på det eksisterende grundlag. Det vurderes dog, at koncentrationsniveauet omkring år 2020 vil være faldet fra ca. $0,19 \text{ g P/m}^3$ i 1984 til $0,08 \text{ g P/m}^3$ i 2020. Niveauet i 2020 vil være et nyt ligevægtsniveau, som vil ligge ca. 4 gange over niveauet fra 1945.

2.3 Kvalstofkoncentrationen

Kvalstof er et andet vigtigt næringsstof, der kan være begrænsende for plantevækst i Bagsværd Sø. De kvalstofforbindelser, der er umiddelbart tilgængelige for planterne, er ammoniak (NH_3), nitrit (NO_2) og nitrat (NO_3). Summen af disse udgør puljen af uorganisk kvalstof (UN). Foruden disse tre kvalstofforbindelser er der i Bagsværd Sø foretaget måling af total kvalstof (TN), som inkluderer uorganisk, dødt organisk og levende organisk kvalstof.

Der foreligger måledata for de uorganiske kvælstofkomponenter fra forårs- og sommermånederne 1958 og 1959 samt fra juni 1967 og frem til udgangen af 1984. Total kvælstof data foreligger fra perioden 1969 til udgangen af 1984.

Målingerne fra 1967-68 og 1975 stammer fra station 1636, beliggende tæt ved kanalen mellem Bagsværd- og Lyngby Sø (figur 1.3). Data fra denne station kan være væsentlig påvirkede af vand fra Fureå og Lyngby Sø og er derfor kun i begrænset omfang inddraget i den følgende vurdering.

De data der benyttes ved beskrivelsen af udviklingen i Bagsværd Sø stammer fra stationerne 1637, 1638, 1639 og 1640 (figur 1.3). Disse data er præsenteret i figur 2.3. De benyttede kvælstofdata stammer de enkelte år fra de samme stationer som de foreliggende fosfordata, jvf. tabel 2.4.

Fra stationerne er der kun indsamlet prøver fra én dybde (ca. 1 meter). På grund af søens relative ringe dybde, er det blevet antaget at vandmassen har været total opblandet.

1900 - 1959

Der foreligger ikke data fra Bagsværd Sø fra største delen af denne periode. Vurderet ud fra stigningen i kvælstofbelastninger til søen fra 1900 til sidst i 1950'erne (jvf. afsnit 2.1) må det dog forventes, at der er sket en stigning i kvælstofniveauet i søen. I 1958/59 lå koncentrationen af uorganisk kvælstof i planteplanktonets vækstperiode (marts-oktober) på mellem 0,316 og 3.358 g N/m³. Disse værdier er så høje, at der ikke har været tale om kvælstofbegræns-

ning af planteplanktonets vækst.

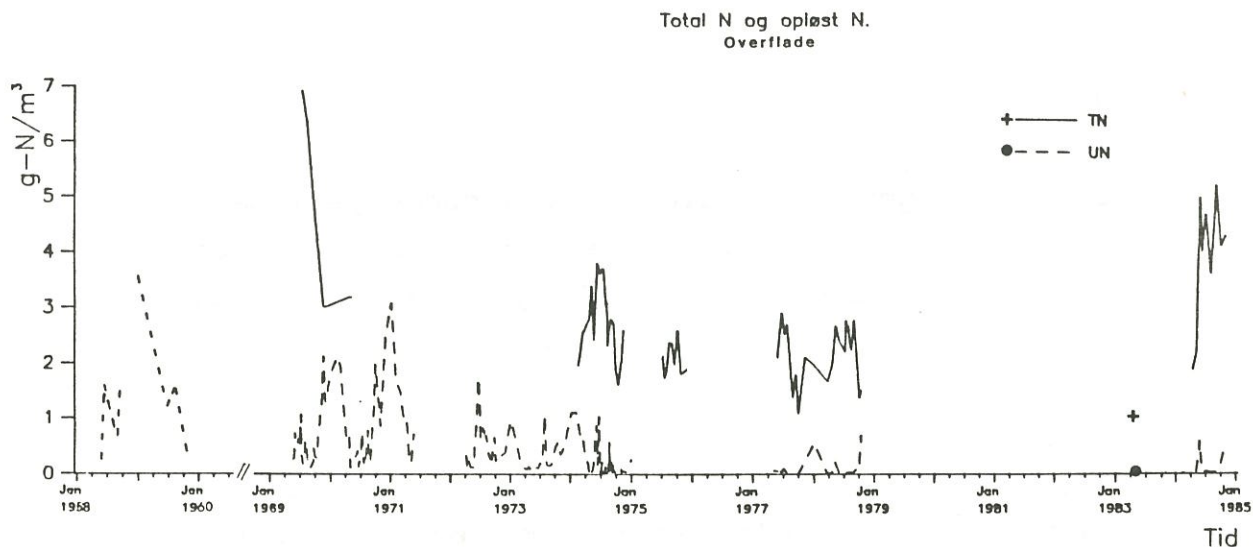
1960-1968

Der foreligger ikke måledata fra denne periode som med sikkerhed kan antages repræsentative for søen, hvorfor en vurdering af udviklingen i perioden bliver usikker. Fra 1960 blev en væsentlig del af spildevandsbelastningen til søen afskåret.

På grund af manglende informationer om kvælstof fixering samt kvælstofomsætning og ophobning i søen, kan det imidlertid ikke umiddelbart vurderes, om der er sket nogen udvikling i koncentrationsniveauerne her umiddelbart efter afskæringen af spildevandet.

Fra 1967/68 foreligger målinger fra juni til april på stationen ved afløbet fra Bagsværd Sø. Koncentrationen af total kvælstof på denne station lå omkring $3,0 \text{ gN/m}^3$, mens koncentrationen af uorganisk kvælstof varierede mellem $0,067$ og $1,132 \text{ gN/m}^3$. Stationen kan som nævnt være under indflydelse af vand fra Fureå og Lyngby Sø. Den målte koncentration må betegnes som høj og er af samme størrelse som målt i Furesøen og Lyngby Sø i samme tidsrum.

De nævnte data tyder ikke på nogen væsentlig ændring i koncentrationsniveauet i perioden.



Figur 2.3 Koncentrationer af totalkvælstof (TN) og opløst uorganisk kvælstof (UN) i overfladevand fra Bagsværd Sø 1969-84.

1969 - 1984

Ved sammenligning af målingerne fra 1969-84 med målingerne fra 1958/59 (figur 2.3) tyder det ikke på, at der er sket nogen væsentlig udvikling fra sidst i 1950'erne til omkring 1970. Dette er dog alene baseret på målinger af uorganisk kvælstof.

Betragtes totalkvælstofkoncentration i søen, ses det af figur 2.5, at der heller ikke er sket nogen entydig udvikling efter 1969. Målingerne tyder dog på at der skete et fald i koncentrationsniveauet fra 1969 til 1974, hvorefter niveauet var konstant frem til 1978. Målinger fra 1984 tyder på at der efter 1979 igen er sket en stigning af niveauet. Totalkvælstofkoncentrationer på 4,0 - 5,2 gN/m³ som målt i 1984,

må betragtes som meget høje.

Betragtes de uorganiske kvælstofkoncentrationer ses af figur 2.3, at der er sket et betydeligt fald fra 1969/70 og frem til 1974. De lave koncentrationer af uorganisk kvælstof fra 1974 blev atter konstateret ved målingerne i 1977/78 og i 1983/84. Koncentrationerne var så lave, at planteplanktonets vækst kan have været kvælstofbegrænset i sommerperioden i årene fra 1974 til 1984. Dette gælder såfremt der ikke forekom væsentlige mængder af alger, som er i stand til at fixere frit kvælstof fra vandet og atmosfæren. De høje total kvælstofværdier i 1984 kunne tyde på at en sådan kvælstoffixering forekom. Planteplanktonundersøgelser fra 1978 viste også (jvf. afsnit 2.7), at der forekom betydelige mængder kvælstoffixerende alger i søen.

1985-2020

Som beskrevet i kapitel 3 og bilag 9 er der forsøgt etableret en model, der også kan beskrive kvælstofkoncentrationerne i søen i en fremtidig situation. Resultatet blev inden for de til rådighed værende ressourcer en grovkalibreret model, som viser, at der kan etableres et sådant prognoseredskab på grundlag af de eksisterende data. Kalibreringsresultatet med modellen er imidlertid ikke så tilfredsstillende på nuværende tidspunkt, at det er forsvarligt at anvende modellen til fremskrivning af tilstanden i Bagsværd Sø. Der kan derfor på det etablerede grundlag ikke foretages beregninger vedrørende fremtidige kvælstofkoncentrationer.

Den hidtige udvikling i Bagsværd Sø har imidlertid vist, at selvom der de senere år har forekommet så

lave koncentrationer af uorganisk kvælstof, at plante-
produktionen kunne have været kvælstofbegrænset,
har såvel algekoncentrationerne som total kvælstof-
værdierne været høje. Dette skyldes sandsynligvis,
at kvælstoffixerende alger har udgjort en betydelig
del af planteplanktonet.

Konklusion

Da der ikke foreligger kvælstofdata fra Bagsværd Sø
før sidst i 1950'erne, kan udviklingen indtil da,
ikke beskrives nærmere. Ud fra udviklingen i belast-
ningen forventes det, imidlertid at der er sket en
kraftig stigning i koncentrationsniveauet fra 1900
frem til 1960, hvor en væsentlig del af spildevandet
blev afskåret fra søen. I 1958/59 forekom høje uorga-
niske kvælstofkoncentrationer i søen.

I 1969 blev der ligeledes målt høje kvælstofkoncen-
trationer i søen. Fra 1969 til 1984 er der ikke sket
nogen signifikant udvikling i total kvælstofniveauet
i søen. Derimod er der sket et fald i koncentrationen
af opløst uorganisk kvælstof, således at planteplank-
tonets vækst fra 1975 til 1984 kunne have været kvæl-
stof begrænset i sommerperioden, såfremt der ikke
forekom kvælstoffixerende alger i søen.

Der er ikke foretaget beregninger for fremtidige
kvælstofkoncentrationer. Men den hidtidige udvikling
med ganske lave uorganiske kvælstofkoncentrationer
de senere år, tyder på at forholdene i søen ikke
forbedres før fosforkoncentrationerne reduceres.

2.4 Planteplanktonets næringsbegrænsning.

Plantevæksten begrænses på forskellige årstider af forskellige faktorer. De vigtigste er

- fosfor
- kvælstof
- silicium
- lys (og temperatur)

Lyset spiller hovedsagelig en rolle som begrænsende faktor i vinterhalvåret. Desuden kan der, når alger optræder i masseforekomst, være tale om en skygnings-effekt, således at plantevækst på lidt større dybde ($> 1-2$ meter) begrænses af lyset.

Silicium er essentielt for en bestemt gruppe af alger, kiselalger. Disse benytter dette stof til opbygning af cellevægge. Kiselalgernes vækst er ofte begrænset af siliciummangel i sommerperioder. I sådanne perioder "overtager" andre algearter produktionen. Kiselalgerne forekommer derfor hyppigst i forårs- og eventuelt efterårsperioderne.

For alle planter gælder det, at kvælstof og fosfor er livsvigtige. Planterne benytter disse to næringsstoffer i forskellig mængde. Som gennemsnit regnes der med, at alger optager stoffer i et forhold $N/P = 7$ (på vægtbasis). Når det uorganiske N/P -forhold er mindre end ca. 7 regner man som hovedregel med, at algerne er kvælstofbegrænsede, mens de er fosforbegrænsede når N/P -forholdet er større end 7. Der forekommer store afvigelser fra denne hovedregel, idet forskellige arter kan optage fosfor og kvælstof i noget forskelligt forhold. Endvidere kan der ske oplagring af næringsstoffer i planterne, hvorfor

der ikke direkte kan slutes fra koncentrationer i vandet til planternes aktuelle vækstvilkår. Udover N/P-forholdet skal endvidere næringssaltets absolutte koncentrationer tages i betragtning.

Når det uorganiske N/P-forhold i vandet på trods af ovenstående alligevel benyttes til vurdering af kvælstof, henholdsvis fosforbegrænsning af algerne i Bagsværd Sø, skyldes det, at dette sammen med beskrivelsen af algesammensætningen (afsnit 2.7) er det bedst tilgængelige grundlag.

For at der kan være tale om begrænsning af et af de to næringssalte, skal N/P-forholdet gennem en periode ligge på samme side af 7, samtidig med at den uorganiske opløste koncentration af næringssaltet skal være lille. Af figur 2.6 fremgår de beregnede N/P-forhold i Bagsværd Sø.

1900 - 1959

Før 1945 foreligger der ikke data, udfra hvilket N/P-forholdet i søen og planteproduktionens næringsstofbegrænsning kan vurderes.

Fra 1945 foreligger der kun målinger af fosfatkoncentrationerne. Disse målinger viser imidlertid at væksten af planteplanktonet i Bagsværd Sø var begrænset af fosfor i hele vækstperioden.

I 1958 og 1959 lå N/P-forholdet ved alle målinger (figur 2.4) væsentligt under 7, hvilket tyder på at kvælstof var mere begrænsende end fosfor. Imidlertid var koncentrationen af såvel uorganisk fosfor som kvælstof høj ved alle målinger. Den væsentligste begrænsende faktor for planteproduktionen har været

lysets ringe nedtrængning i vandet p.g.a. store algemængder.

1960-1968

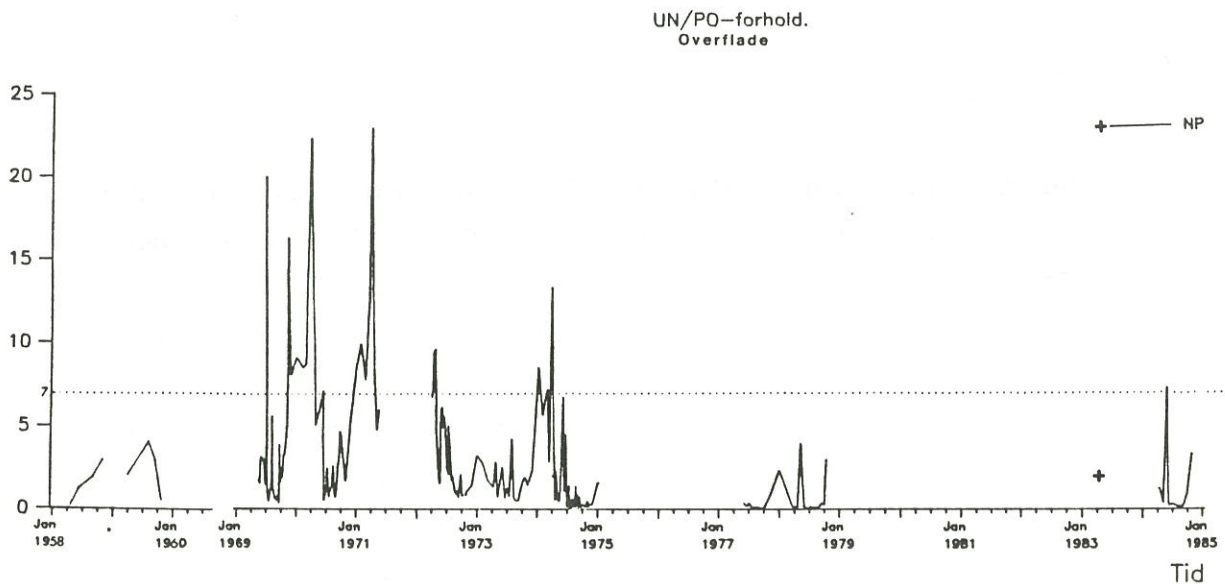
De foreliggende målinger fra 1967 og 1968 er ikke med sikkerhed repræsentative for forholdene i Bagsværd Sø. Sammenholdes målingerne med såvel de tidligere som de efterfølgende skønnes det, imidlertid sandsynligt at planteplanktonets vækst i perioden, ikke har været væsenetligt begrænset af nogen af de to næringsstoffer, men derimod af lysets nedtrængning i vandet.

1969-1973

Af figur 2.4 fremgår det, at N/P-forholdet varierede meget fra 1969 til 1973. Ved de fleste af målingerne lå forholdet dog under 7. Den uorganiske kvælstofkoncentration var kun ved enkelte af disse målinger så lav ($< 0,1 \text{ gN/m}^3$), at der kan have været tale om kvælstofbegrænsning af plantevæksten. Dette drejer sig om enkelte målinger i maj og juni 1970, maj 1972 og i april, maj, juni 1973.

Fra 1969-72 forekom, hvert år i begyndelsen af april N/P-forhold større end 7. Fosfatkoncentrationen lå i disse situationer mellem $0,02$ og $0,04 \text{ gP/m}^3$. I disse situationer kan der have været tale om en vis fosforbegrænsning af plantevæksten.

Udover de nævnte situationer var planteplanktonets vækst i Bagsværd Sø ikke næringsstofbegrænset fra 1969 til 1973. Lyset har været den væsentligste begrænsende faktor.



figur 2.4 Forholdet mellem koncentrationen af uorganisk kvælstof (UN) og uorganisk fosfat (UP) (på vægtbasis) i vandet i Bagsværd Sø.

1974 -1984

I forhold til den foregående periode skete der fra 1974 en væsentlig ændring i N/P-forholdet. Fra 1974 til og med 1984 er der ikke målt N/P-forhold væsentligt over 7. Udover et lavt N/P-forhold i hele vækstperioden, er der målt lave koncentrationer af uorganisk kvælstof ($0,100-0,006 \text{ gN/m}^3$) i store dele af perioden fra april/maj til oktober/november. Disse to forhold tyder på at kvælstof har spillet en rolle som begrænsende næringssalt for alger som ikke kan fixerer frit kvælstof. På trods heraf var total N og algekoncentrationerne fortsat høje. Dette skyldes sandsynligvis forekomsten af kvælstoffixerende blågrønner. Det kan således konstateres, at det ikke,

frem til 1984, har været muligt at begrænse alge-
mængderne alene ved en kvælstofbegrænsning af plante-
produktionen.

1985 - 2020

Da der ikke er foretaget beregninger af de fremtidige
kvælstofkoncentrationer kan N/P-forholdet ikke vur-
deres i fremtidige situationer. På baggrund af oven-
nævnte konstatering vedrørende effekten af en kvæl-
stofbegrænsning af planteproduktionen, må det imidler-
tid konkluderes at det er nødvendigt at reducere
fosforkoncentrationerne og derved fosforbegrænse
plantevæksten, hvis forholdene i søen skal forbedres.

Med en reduktion til omkring $0,080 \text{ gP/m}^3$ (årgennem-
snitlig total fosforkoncentration), som der forventes
omkring år 2020, jvf. afsnit 2.2, må det formodes
at der vil optræde fosforbegrænsning af plantevæksten
i forårsperioder. Niveauet må dog betegnes som rela-
tivt højt og frigivelse af fosfor fra sedimentet
vil sandsynligvis bevirke at planteproduktionen ikke
vil fosforbegrænses i størstedelen af produktions-
perioden.

Konklusion

I Bagsværd Sø var planteplanktonets vækst ved de
første målinger i 1945 begrænset af fosfor i hele
vækstperioden. I takt med den tiltagende belastning
af søen ændrede situationen sig, således at plankton-
væksten i slutningen af 1950'erne og i 1960'erne
ikke var næringsstofbegrænset men i højere grad lysbe-
grænset.

I 1969-1973 begrænsede fosfor sandsynligvis planteplanktonvæksten i korte perioder i begyndelsen af april, mens kvælstof kan have været den begrænsende faktor for ikke kvælstoffixerende alger i korte perioder fra april til juni. I perioden 1969-73 forekomder i den største del af vækstsæsonen ikke næringsstofbegrænsning af planteplanktonets vækst.

I perioden 1974-1984 blev planteplanktonets vækst sandsynligvis begrænset af såvel kvælstof som fosfor i april måned. I store dele af den øvrige vækstsæson var de uorganiske kvælstofkoncentrationer så lave at planteplanktonets vækst har været begrænset af kvælstof i perioder, hvor der ikke forekom væsentlige mængder af kvælstoffixerende blågrønalger i søen. Imidlertid betød forekomst af større mængder kvælstoffixerende i perioder, at den samlede algeproduktion ikke blev væsentligt reduceret.

For at begrænse planteproduktionen i fremtiden, må fosforkoncentrationerne reduceres væsentligt. Det er beregnet, at der vil forekomme en reduktion til et niveau på $0,08 \text{ gP/m}^3$ omkring 2020. Dette vil sandsynligvis betyde, at planktonalgeproduktionen i foråret vil blive fosforbegrænset i en længere periode end tilfældet var i 1984. I den største del af produktionsperioden må der dog stadig forventes høj algeproduktion og høje algekoncentrationer.

2.5 Sigtdybde, algemængde og produktion

Med stigende næringstilførsler til en sø øges algernes vækst og dermed produktionen af organisk stof i søen. Den algemængde, der produceres, bliver oftest ikke omsat øjeblikkelig, hvorfor algemængden i vandet

øges. Dette vil betyde, at vandet bliver mere uklart (grønt) og sigtddybden i søen bliver reduceret. I en lavvandet sø som Bagsværd Sø, vil sigtddybden desuden være påvirket af resuspension af partikulært materiale fra bunden. Efter et kraftigere blæsevejr, kan der således af kortere varighed forekomme en reduceret sigtddybde. Reduktionen i lysets nedtrængen i vandet, hovedsageligt forårsaget af algemængderne, vil forringe forholdene for især de større rodfæstede planter. Men også planteplanktonets vækst (algeproduktionen) kan blive hæmmet, når vandet bliver meget uklart.

1900 - 1959

De første oplysninger om sigtddybdeforholdene kan fås fra Wesenberg-Lunds undersøgelse i 1911-12. Der blev på dette tidspunkt registreret bundplanter ud til 2-2 1/2 meter vand (jvf. afsnit 2.7). Det fremgår dog af undersøgelsen, at sigtddybden en stor del af året næppe har været større end 1/2-1 meter. På baggrund af disse oplysninger, må det slutes at sigtddybden omkring 1911-12, i sommerperioden, sandsynligvis varierede mellem 1/2 og ca. 2 meter.

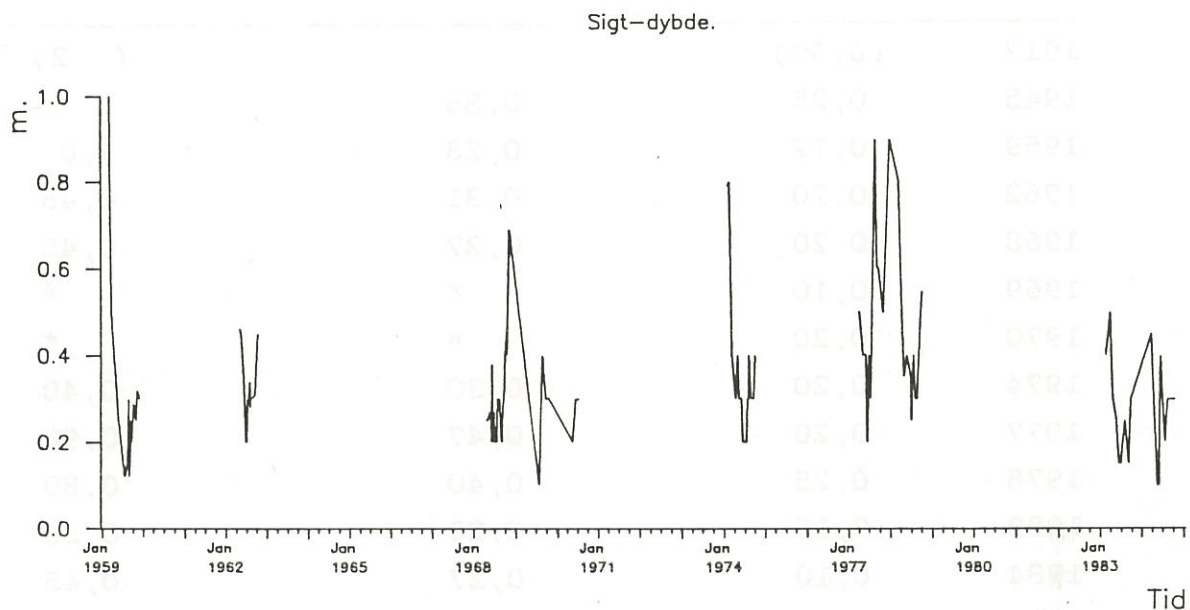
Herefter foreligger der først oplysninger om sigtddybden i Bagsværd Sø fra Sigurd Olsens undersøgelser i 1945/46. Sigtddybden varierede på årsbasis på dette tidspunkt mellem 0,25 og 0,80 meter med en gennemsnitsværdi på 0,46 m. I perioden april til oktober varierede sigtddybden mellem 0,25 og 0,50 meter.

De næste sigtddybdemålinger stammer fra 1959 og fremgår af figur 2.5. Det fremgår af figuren, at der forekom en sigtddybde på ca. 1 meter inden planteplanktonpro-

duktionen startede. I produktionsperioden (medio marts-oktober) varierede sigtddybden mellem 0,12 og 0,50 meter med en gennemsnitsværdi på 0,23 meter.

Der foreligger ikke oplysninger om algemængden (klorofylkoncentrationen) i perioden. Målingerne af sigtddybden i søen kan benyttes som indirekte mål for algemængde. Ud fra de ovennævnte data kan det sluttes, at der er sket en stigning i algemængden fra 1912 til 1959. Denne stigning må tilskrives de forøgede næringsstoffertilførsler til søen.

Tilsvarende stigningen i algemængden i søen, må det forventes at der fra 1912 til 1959 er sket en stigning i planteplanktonets (algerne) produktion. Der eksisterer ikke produktionsdata fra Bagsværd Sø før 1959. I 1959 blev der målt $360 \text{ gC/m}^2/\text{år}$. Dette er en relativ høj værdi, som viser at Bagsværd Sø på dette tidspunkt var væsentligt entrofieret. Det skal i denne sammenhæng nævnes, at produktionen i Lyngby Sø i 1959 var lidt højere ($495 \text{ gC/m}^2/\text{år}$).



figur 2.5 Sigtdybdemålinger fra Bagsværd Sø 1959-85.

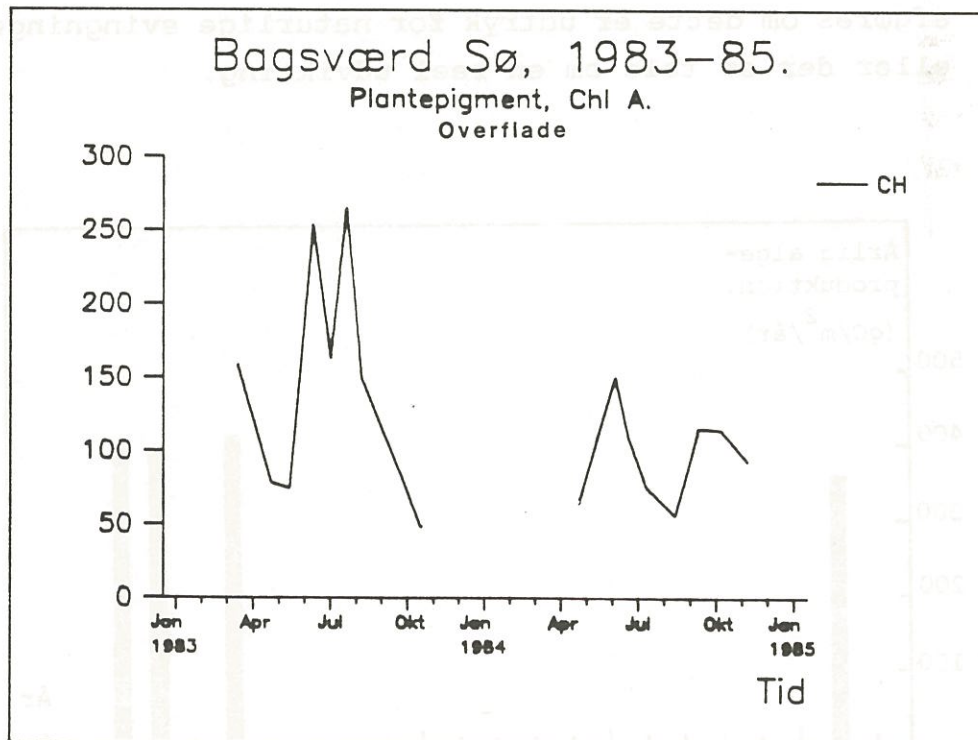
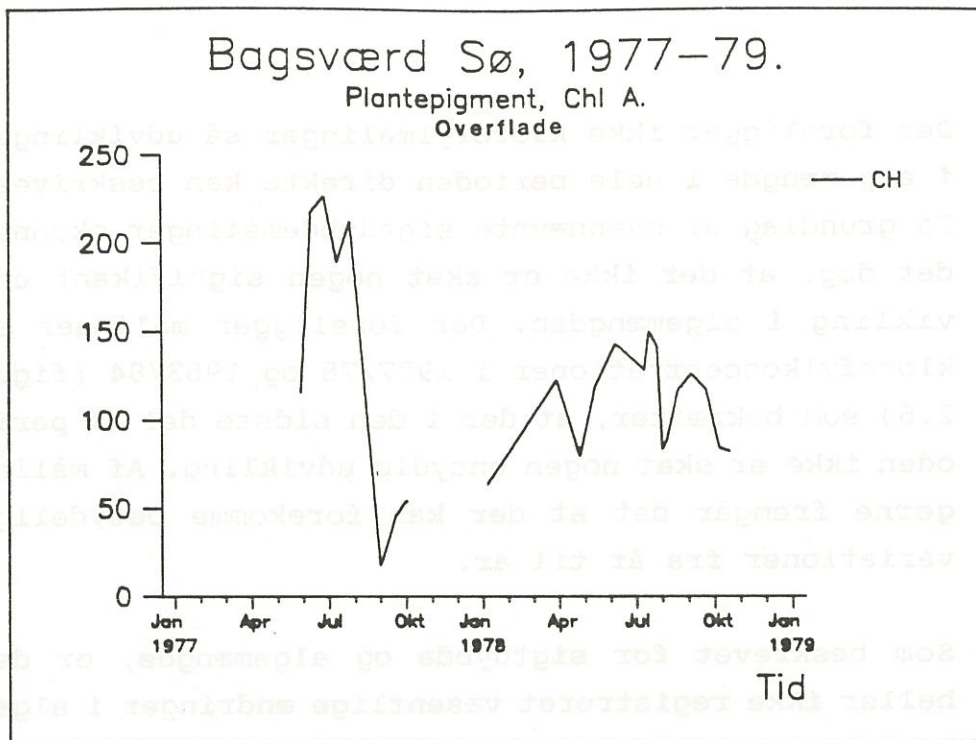
1959 - 1984

Sigtdybdemålingerne fra perioden fremgår af figur 2.7. Målingerne frem til og med 1979 tydede på en svagt stigende tendens, men i 1983 og 1984, blev der igen registreret lavere værdier. Samlet må det konkluderes, at der ikke er sket nogen entydig udvikling i sigtdybden i søen i perioden. Af tabel 2.5 fremgår de målte minimums sigtdybder samt gennemsnitsværdien for perioden medio marts til oktober de forskellige år.

år	sigtdybde i meter		
	minimum	genmsnt.(marts-okt.)	max.(marts-okt.)
1912	(0,50)		(2)
1945	0,25	0,35	
1959	0,12	0,23	1,0
1962	0,20	0,31	0,45
1968	0,20	0,27	0,45
1969	0,10	*	*
1970	0,20	*	*
1974	0,20	0,30	0,40
1977	0,20	0,47	0,90
1978	0,25	0,40	0,80
1983	0,15	0,29	0,50
1984	0,10	0,27	0,45

* målinger mangler, således at en sammenligneligt værdi kan angives.

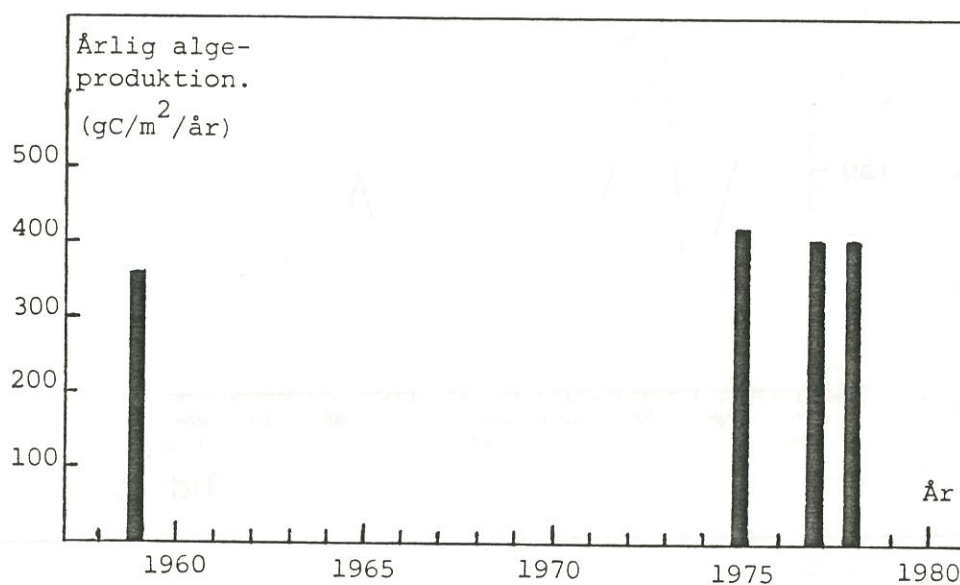
Tabel 2.5 Sigtdybder i Bagsværd Sø.



Figur 2.6 Algemængde målt som klorofylkoncentration (ug/l)

Der foreligger ikke klorofylmålinger så udviklingen i algemængde i hele perioden direkte kan beskrives. På grundlag af ovennævnte sigtddybdemålinger skønnes det dog, at der ikke er sket nogen signifikant udvikling i algemængden. Der foreligger målinger af klorofylkoncentrationer i 1977/78 og 1983/84 (figur 2.6) som bekræfter, at der i den sidste del af perioden ikke er sket nogen entydig udvikling. Af målingerne fremgår det at der kan forekomme betydelige variationer fra år til år.

Som beskrevet for sigtddybde og algemængde, er der heller ikke registreret væsentlige ændringer i algeproduktionen fra 1959 til 1975/78 (figur 2.7). Der er eventuelle tale om en mindre stigning på 10-15%. Det kan dog på grund af de relative få måledata ikke afgøres om dette er udtryk for naturlige svingninger eller der er tale om en reel udvikling.



Figur 2.7 Planteplanktonets produktion i Bagsværd Sø.

På baggrund af de i 1983/84 målte sigtddybder og klorofylkoncentrationer vurderes det endvidere, at der ikke er sket væsentlige ændringer i algeproduktionen siden 1977/78. Af ovenstående fremgår det, at der ikke er sket væsentlige ændringer i algeproduktionen eller algemængden i perioden fra 1959 til 1984 på trods af de i afsnit 2.2 - 2.4 beskrevne ændringer i næringsstofforholdene.

1985 - 2020

Det er beregnet, at der kan forventes et fald i fosforkoncentrationsniveau til ca. $0,08 \text{ gP/m}^3$ omkring år 2020. Som nævnt i afsnit 2.5 vil dette sandsynligvis medføre en længere periode med fosforbegrænsning af planteproduktionen om foråret end tilfældet har været de senere år. På grund af relativ høj frigivelse fra sedimentet om sommeren forventes ingen fosforbegrænsning i sommerperioden. Samlet vil dette betyde en mindre reduktion i den årlige primærproduktion i søen. Endvidere vil det betyde, at algemængderne reduceres samtidig med at sigtddybdeforholdene vil blive forbedret i forårsperioden. Om sommeren kan der derimod ikke forventes mindre algemængder eller større sigtddybder end der kendes fra Bagsværd Sø i 1977/78 og 1984. Forholdene for plante- og dyrelivet i Bagsværd Sø, kan derfor ikke forventes at blive forbedret væsentligt, såfremt der ikke foretages yderligere indgreb.

Konklusion

De stigende belastninger fra 1900 frem til 1960 medførte en stigning i såvel algeproduktion som algemængde og deraf følgende fald i sigtddybden i søen,

især om sommeren. Efter 1959 er der ikke sket nogen entydig udvikling i søens algeproduktion, algemængde og sigtddybde. Dette på trods af en reduktion i næringsstoffkoncentrationerne i samme periode.

Det må konkluderes, at selvom forholdene i Bagsværd Sø frem til 1983/84 havde nærmet sig en situation, hvor algeproduktionen i højere grad end i årene forud var næringsbegrænset (jvf. afsnit 2.4), var næringsstoffniveauet i 1983/84 ikke tilstrækkeligt lavt til at begrænse algevæksten og algemængden i nogen betydende grad, og dermed er der ikke sket en forøgelse af sigtddybden.

Når en ny ligevægtkoncentration (for total P) har indstillet sig, sandsynligvis omkring år 2020, kan det forventes at algemængden om foråret reduceres noget, og dermed forøges sigtddybden. Om sommeren forventes reduktionen i den gennemsnitlige fosforkoncentration, ikke at give mærkbare forbedringer i algeproduktion, algemængde eller sigtddybde. Forholdene for plante- og dyrelivet i Bagsværd Sø forventes derfor ikke at blive væsentligt forbedret.

2.6 Planteplanktonssammensætning.

1900 - 1968

Der foreligger kun meget sparsomme oplysninger om planteplanktonet i Bagsværd Sø fra denne periode. Mathiesen (1962) oplyser, at blågrønalgen Microcystis aeruginosa dominerede sommer- og efterårsplanktonet i 1958.

Planteplanktonundersøgelser 1969 - 78

Baggrundsmaterialet for denne redegørelse om planteplanktonsammensætning i Bagsværd Sø i perioderne 1969 - 70, 1974 og 1978 findes i bilag 7.1 - 7.4. Søen var i denne periode domineret af blågrønalger. Udviklingen i blågrønalg sammensætning og -mængde er i hovedtræk præsenteret i figur 2.8.c.

1969 - 70

Planteplanktonsammensætningen fordelt på hovedgrupper som gennemsnit for hver af de fire årstider ses af figur 2.8.a

Planteplanktonet bestod i 1969 - 70 udelukkende af arter, der er typiske for alkaliske næringsrige søer. Der fandtes 81 arter, hvoraf 12 blågrønalger, 3 rekylalger, 3 furealger, 18 kiselalger, 4 øjealger, 6 volvocale grønalger, 30 chlorococcale grønalger og 5 desmidiaceer.

Blågrønalger (store, kolonidannende, ikke-kvælstoffixerende arter) dominerede voldsomt fra maj til februar. I sommerperioden fandtes gsn. 39 mg/l, max. 51 mg/l. I gennemsnit var blågrønalgforekomsterne ca. 4 gange større end i Farum Sø og Furesø samme år.

Kvælstoffixerende blågrønalger (Aphanizomenon flos-aquae) var hyppige i forårsperioden, hvor de opbyggede en biomasse på max. 14 mg/l, gsn. 4 mg/l. Ved sammenligning af biomassen af kvælstoffixerende blågrønalger i Lyngby Sø 1977 med den tilsvarende biomasse i Bagsværd Sø 1969 - 79 og ved at antage, ens N-fixeringsaktivitet i de to søer, kan der beregnes en kvælstoffixering på max. 11 ug N₂/l/time i Bagsværd Sø 1969

Rekylalger var biomasse­mæssig den næstvigtigste gruppe. De dominerede fra februar til maj med maximum i slutningen af april, 25 mg/l, samtidig med (eller i slutningen af) kiselal­gemaximum.

Centriske kiselalger var vigtige forår og efterår. Forårsmaximum var ca. dobbelt så stort som i Farum Sø og Furesø (gsn. 4.1 mg/l, max. 16 mg/l.)

Rekylalger og kiselalger har dannet et godt fødegrundlag for planteædende dyreplankton i forårs- og efterårsperioden.

Chlorococcale grøn­alger var den artsrigeste gruppe. Arter med en diameter < 20 um var særlig hyppige sommer og efterår (gsn. 6-7 mg/l, max. 9.6 mg/l).

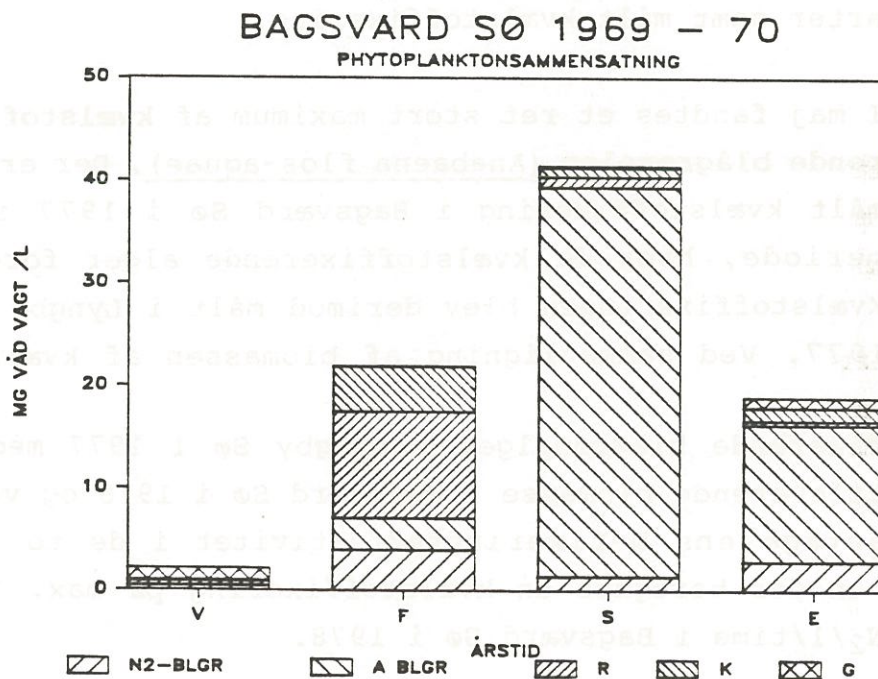
Chlorococcale grøn­algers tilstedeværelse i sommerperioden er et tegn på, at der ikke har været nærings­saltbegrænsning i søens vandmasse i denne periode og at grænsningstrykket fra dyreplankton ikke har været særlig stort, hvilket betyder, at der må have været en talrig bestand af zooplanktonædende småfisk.

1974

I 1974 var udviklingen af **ikke-kvælstoffixerende blågrøn­alger** som i 1969 - 70: Dominans fra maj til januar og en meget stor sommerbiomasse. I modsætning til 1969 - 70 havde **kvælstoffixerende blågrøn­alger** intet forårsmaximum, men optrådte først sent på efteråret.

Antal arter af kiselalger var lavere, men antal arter af chlorococcale grønalger var som i 1969 - 70.

De forskelle, der var i planteplanktonsammensætningen mellem 1969 - 70 og 1974 kan ikke tolkes som en forbedring af søens tilstand i den pågældende periode.



Figur 2.8.a Planteplanktonsammensætning i Bagsvård Sø 1969 - 70 fordelt på de fire årstider vinter (V), forår (F), sommer (S) og efterår (E). N₂-BLGR: Kvælstoffixerende blågrønalger, A BLGR: Ikkekvælstoffixerende blågrønalger, R: Rekyalger, K: Kiselalger, G: Grønalger.

1978

Fra 1974 til 1978 skete der markante ændringer i planteplanktonsammensætningen:

I sommerperioden fandtes kun ca. 1/5 af den **blågrøn-alge**biomasse, som fandtes i 1969 - 70 og 1974. Det var især den kolonidannende art, Microcystis wesenbergii, der var gået tilbage i mængde.

I figur 2.8.b er vist blågrønalgernes årstidsvariation fordelt på kvælstoffixerende og ikke-kvælstoffixerende arter samt målt kvælstoffixering.

I maj fandtes et ret stort maximum af **kvælstoffixe-rende blågrønaler** (Anabaena flos-aquae). Der er ikke målt kvælstoffixering i Bagsværd Sø i 1977 i den periode, hvor de kvælstoffixerende alger forekom. Kvælstoffixeringen blev derimod målt i Lyngby Sø i 1977. Ved sammenligning af biomassen af kvælstof-

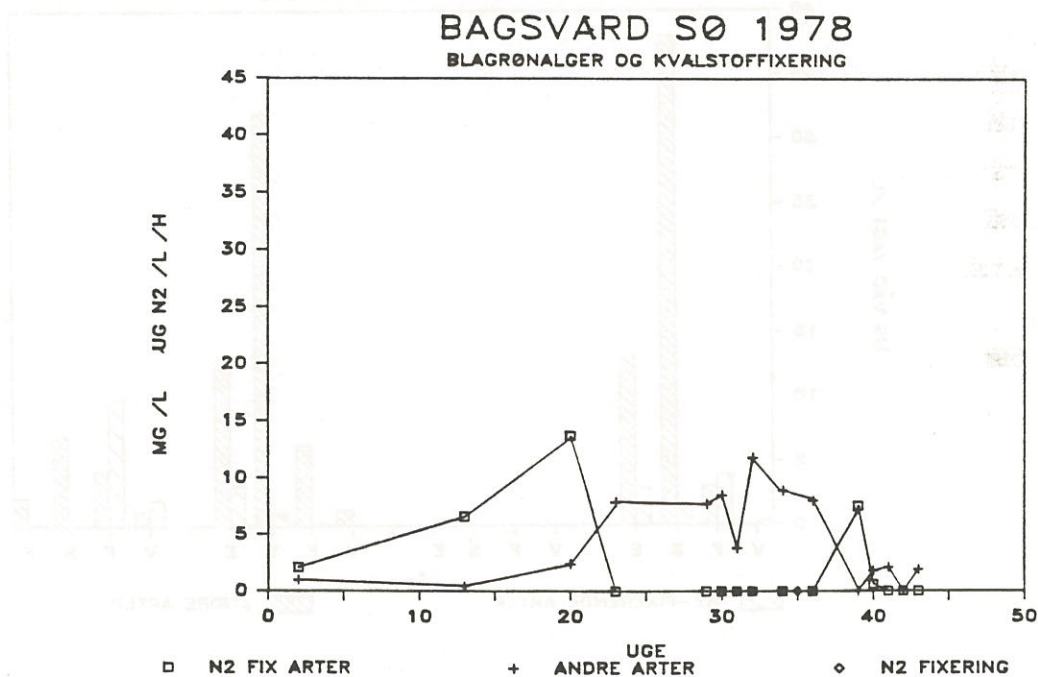
fixerende blågrønaler i Lyngby Sø i 1977 med den tilsvarende biomasse i Bagsværd Sø i 1978 og ved at antage ens N-fixeringseffektivitet i de to søer, kan der beregnes en kvælstoffixering på max. 11 ug N₂/l/time i Bagsværd Sø i 1978.

Antal arter af **chlorococcale grønaler** var det samme som tidligere, med maximum forår og sommer, (Melosira granulata var. angustissima), men der blev ikke fundet noget markant kiselalgemaximum i forårsperioden. Det kan dog ikke udelukkes, at det skyldes, at der har været for længe mellem prøvetagningerne i denne periode og kiselalgemaximum derfor ikke er blevet registreret.

Den markante tilbagegang af Microcystis wesenbergii kan tolkes i retning af, at søen er blevet mindre næringsrig. Maximum af kvælstoffixerende blågrønalger og mangel på kiselalger (hvis de har manglet) i forårsperioden er tegn på, at der har været kvælstofmangel i denne periode.

Konklusion

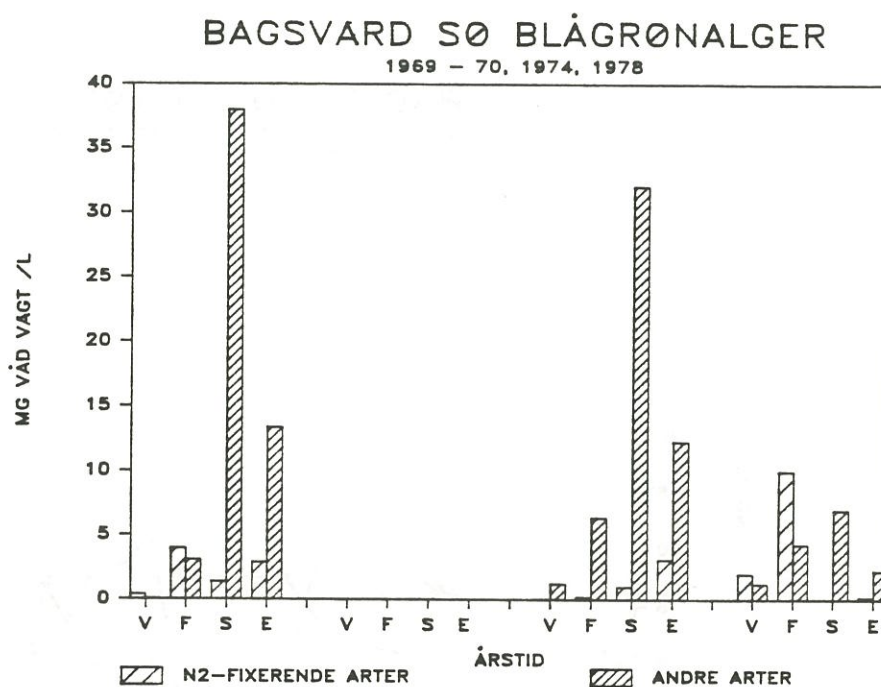
Bagsværd Sø's planteplankton er undersøgt i 1969 - 70, 1974 og 1978. Der foreligger en enkelt oplysning om planteplanktonsammensætningen fra 1958. Allerede



Figur 2.8.b Blågrønalger Bagsværd Sø 1978. Biomasse af kvælstoffixerende og ikke-kvælstoffixerende arter (mg våd vægt /l) samt målt kvælstoffixering (ug N₂/l/time).

da var det domineret af ikke-kvælstoffixerende blågrønalger i sommer- og efterårsperioden.

I 1969 - 70 og i 1974 var søen domineret af ikke-kvælstoffixerende blågrønalger fra maj til januar. *Chlorococcale* grønalger med diameter < 20 μm var den artrigeste gruppe. De var talrigt til stede i sommerperioden og tyder på, at grænsningstrykket fra herbivort zooplankton ikke har været stort og at bestanden af små, zooplanktonædende fisk har været stor.



Figur 2.8.c Blågrønalger i Bagsvård Sø 1969, 1974 og 1978. Ændringer i biomasse af kvælstoffixerende og ikke-kvælstoffixerende arter. Søjlernerne angiver gennemsnitsværdier fra de fire årstider: V = januar - marts; F = april - juni; S = juli - september; E = oktober - december.

I 1978 var der sket markante ændringer i planteplanktonsammensætningen:

I sommerperioden fandtes kun ca. 1/5 af den **blågrøn-alge**biomasse, som fandtes i 1969-70 og i 1974. Det tolkes som en forbedring af søens tilstand. I maj fandtes et ret stort maximum af **kvælstoffixerende blågrønalger**, som kunne tyde på, at søen i denne periode har været kvælstofbegrænset og at kvælstoffixering kan have tilført søen et ret væsentligt kvælstofbidrag.

Generelt kan det konkluderes, at der er sket en forbedring af søens tilstand med en nedgang i biomassen af **blågrønalger**. Disse er indikatorer for næringsrige alkaliske søer med roligt vand. Men fytoplanktonets artssammensætning var i 1978 stadig karakteristisk for sådanne søer og der var ikke kommet nogen rentvandsindikatorer til.

2.7 Undervandsvegetation

Ved en undersøgelse i 1911-12 (C. Wesenberg-Lund, 1917: Furesøstudier) blev søens vegetation af større planter kortlagt.

Der blev registreret følgende undervandsplanter: Kruset Vandaks, Glinsende Vandaks, Tornfrøet Hornblad, Akstusindblad og Kredsbladet Vandranunkel, som var forholdsvis udbredte i søen, samt nogle der kun forekom enkelte steder blandet mellem andre planter: Krebseklo, Frøbid, Bændelvandaks, Vandpest og en Kransnålalgeart. Den mest udbredte undervandsplante var Kruset Vandaks som forekom på dybder mellem 1 og 2 1/2 meter, mens Tornfrøet Hornblad og Tusindblad forekom på dybder mellem 1 og 2 meter.

Søens bund var i 1911-12 på store strækninger vegetationsløs til trods for vandets ringe dybde. Som årsag til dette blev søens meget uklare vand nævnt. Gennemsigtigheden var den største del af året næppe mere end 1/2 - 1 meter. Det uklare vand blev forklaret ved en ophvirvling af bundmateriale. Allerede på dette tidspunkt var søen dog ret spildevandsbelastet, og en eutrofiering kan være medvirkende til den ringe sigtdybde og den ringe udbredelse af undervandsvegetationen. Lyngby Sø, hvis sigtdybdeforhold minder meget om Bagsværd Sø havde på dette tidspunkt en meget udbredt undervandsvegetation.

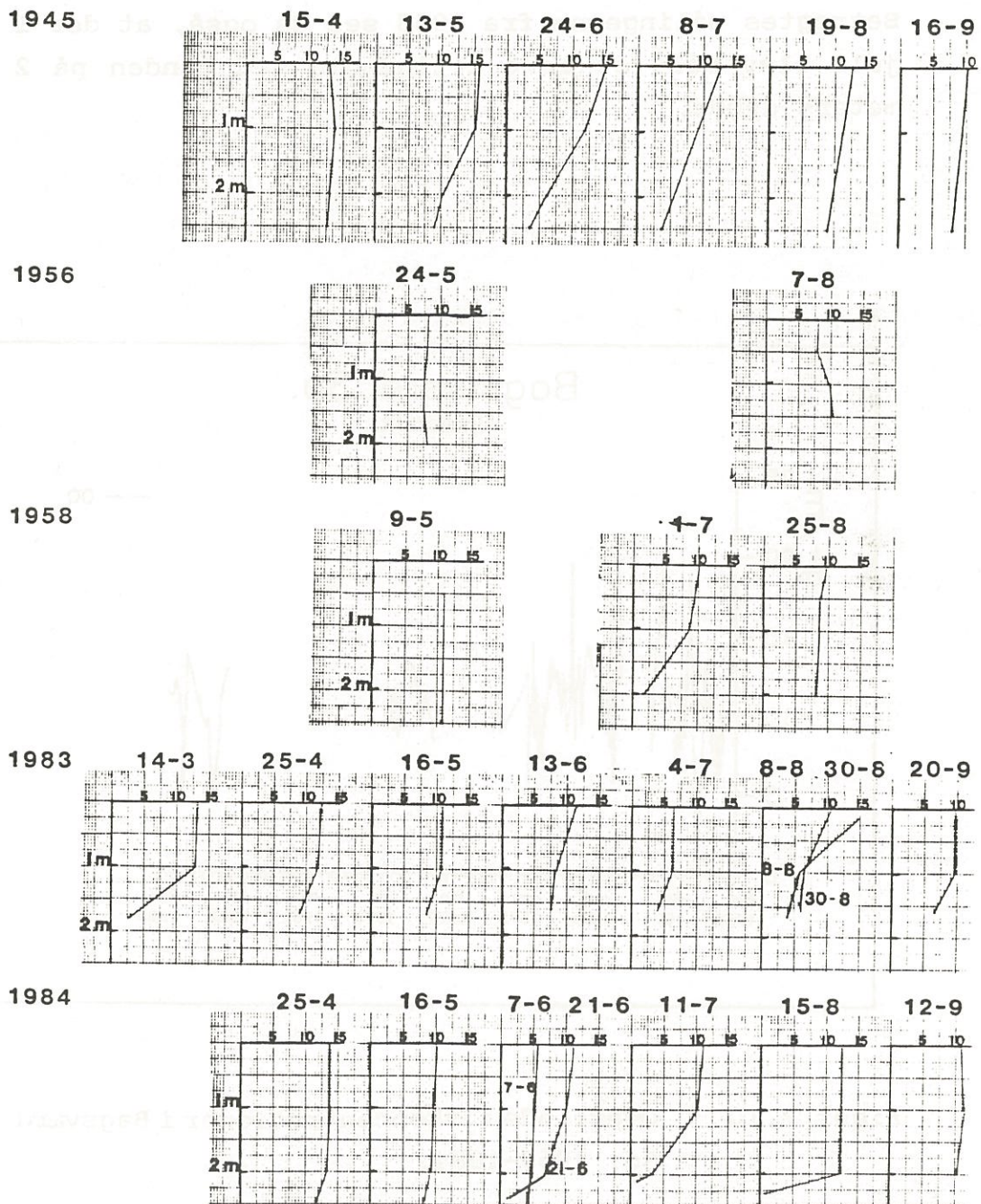
En undersøgelse udført i 1957 viste at undervandsvegetationen var forsvundet, mens der ikke var sket særlig store forskydninger i sammensætning og udbredelse af rørsumpens og flydebladsbæltets arter. (P. Johnsen m.fl. 1962: Sorø-søerne, Lyngby Sø og Bagsværd Sø).

I forbindelse med Hovedstadsrådets recipienttilsyn blev der foretaget en undersøgelse af Bagsværd Sø's vegetation i 1983. Heller ikke ved denne undersøgelse kunne der påvises nogen undervandsvegetation.

2.8 Ilt

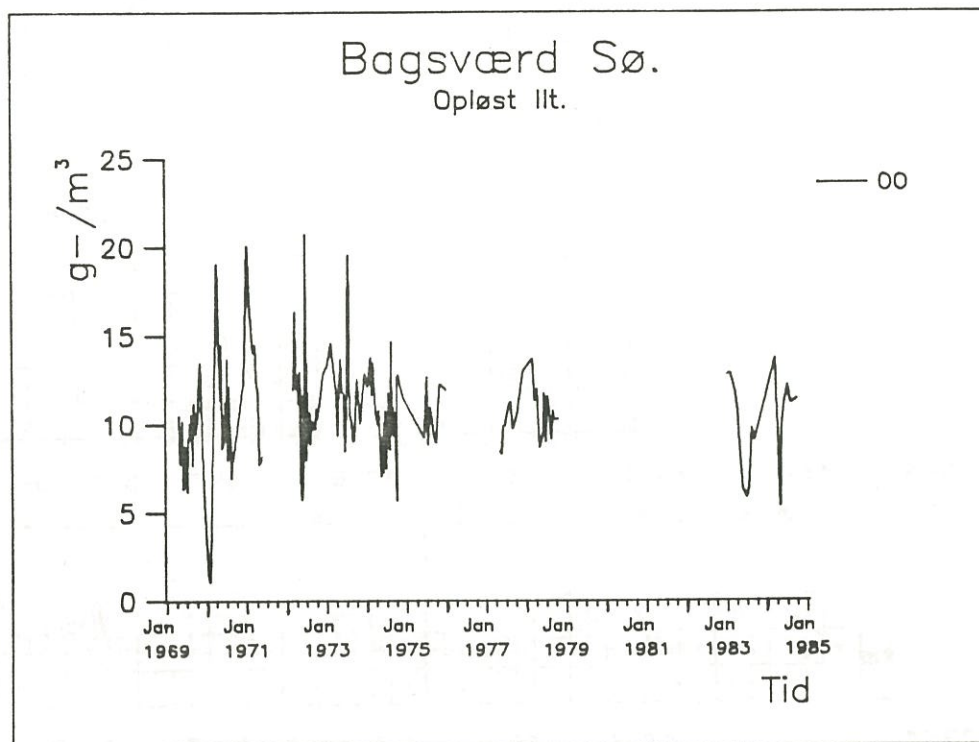
De første målinger af iltforholdene i Bagsværd Sø blev gennemført i 1945 og 1946 (bilag 6). Disse er gennemført såvel i overflade- som bundvand. Herefter foreligger der først målinger fra 1956 og 1958. Målingerne fra 1956 og 1958 består af relativt få enkeltmålinger af iltprofilen i søen. Fra 1969 er der foretaget jævnlige iltmålinger i løbet af året (figur 2.10). Til gengæld er disse kun gennemført som overflademålinger. Først i 1983 og 1984 er der atter foretaget profilmålinger.

Udvalgte profilmålinger fra sommerperioden i årene 1945, 1956, 1958, 1983 og 1984 fremgår af figur 2.9. Det fremgår, af disse iltprofiler at der har været en faldende tendens i iltkoncentrationen i bundvandet på dybder over 2 meter fra 1945 til 1984.



Figur 2.9 Udvalgte iltprofiler fra Bagsværd Sø. 1945 - 1984.

Der er i perioden fra 1946 til 1983 ikke foretaget tilstrækkeligt hyppige iltmålinger i bundvandet på dybder over 2 meter, til at udviklingsforløbet kan beskrives med nogen sikkerhed. Vurderet udfra udviklingen i næringsstofkoncentrationer og algemængder, må det antages at den største del af forringelsen i iltforholdene, er sket frem til sidst i 1950'erne. Betragtes målingerne fra 1958 ses da også, at der i juli blev målt et lavt iltindhold ved bunden på 2 meters dybde.



Figur 2.10 Overflade iltkoncentrationer i Bagsværd Sø, 1969-1984.

Det kan på baggrund af de målte profiler konkluderes, at iltforbruget i sedimentet og de bundnære vandmasser er så stort, at iltkoncentrationen i de forholdsvis korte perioder med roligt vejr, der forekommer i løbet af sommeren, kan falde til helt lave koncentrationer (1 mg O₂/l). Der eksisterer således om sommeren perioder, hvor vandet over sedimentet i Bagsværd Sø kan blive iltfrit. Målingerne fra 1984 tyder på at der forekommer iltfrie forhold liger over sedimentet fra midten af juni til udgangen af august. De skiftende iltkoncentrationer ved bunden har stort indflydelse på næringsstoffrigivelsen fra sediment til vand (jvf. bilag 5) og kan derigennem påvirke tilstanden i Bagsværd Sø væsentligt.

Betragtes udviklingen i overfladeiltkoncentration (figur 2.14) fra 1969 til 1983 ses ingen klare tendenser. Den målte værdi vil, i en sø som Bagsværd Sø med sigtdybde på ned til 10 cm være følsom overfor produktions og geniltningsforhold på måletidspunktet. Desuden vil måleværdien være afhængig af den præcise måledybde. Det er derfor forventeligt, at der vil være store naturlige variationer i den målte iltkoncentration i overfladevandet.

Udviklingen i iltforholdene i Bagsværd Sø i fremtiden, kan ikke vurderes nærmere udfra de eksisterende data. For vurdering af iltforholdene kræves beregning af fremtidige produktionsforhold samt måling af det "ophobede iltforbrug" i Bagsværd Sø.

3. MODELBESKRIVELSE

For at vurdere den fremtidige udvikling i tilstanden i Bagsværd Sø ved forskellige belastninger og for at beskrive betydningen af stofomsætningen i søen, er der gennemført modelberegninger for perioden 1900 til 2030.

Der er opstillet to typer af modeller:

- en simpel stofbalance model for totalfosfor
- en eutrofierings model, hvori algevækst og omsætning af såvel fosfor som kvælstof beskrives. Modellen er kun grovkalibreret.

Stofbalance modellen er opstillet, således at den målte koncentrationsudviklingen i Bagsværd Sø beskrives fra 1900 til 1984. Formålet med denne model er bl.a. at beskrive fosforbelastningens betydning for koncentrationen i vandet samt ændringerne fra år til år. Modelberegningerne benyttes desuden til at vurdere sedimentets rolle for fosforkoncentration i søen.

Formålet med at opstille en eutrofieringsmodel er at beskrive årtidsvariationen i koncentrationen af kvælstof og fosfor samt algevækst inden for udvalgte år ved givne belastninger.

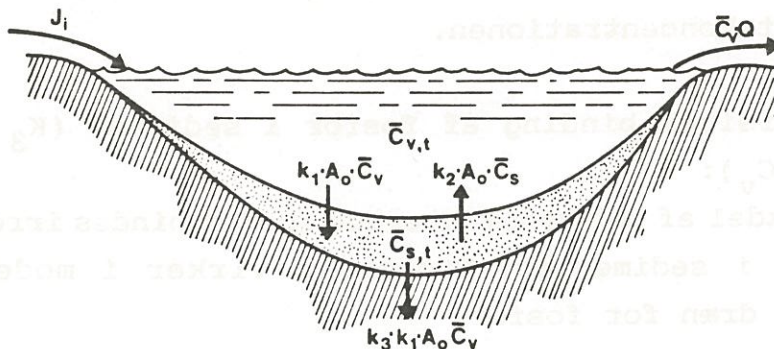
Indenfor rammerne af dette arbejde har det været muligt at opstille modellen og foretage en grovkalibrering af denne. Grovkalibreringen er sket på grundlag af data fra årene 1977 - 78. Det er herefter vurderet, om det er muligt at finkalibrere modellen til et tilfredsstillende niveau, således at den

kan anvendes til, at beskrive koncentrationsniveau og algevækst i 1995 og 2020.

3.1 Stofbalancemodel for fosfor

3.1.1 Modelstruktur

I den opstillede stofbalancemodel beskrives koncentrationen af total fosfor i vandet, samt den fosforpulje i sedimentet, som kan frigives til vandet (den udvekslelige pulje). For en nærmere beskrivelse af modellen henvises til bilag 8 og Miljøprojekt 16 fra Miljøstyrelsen. I figur 3.1 er gengivet en illustration af koncentrationer, puljer samt processer, som indgår i modellen.



Figur 3.1 Principskitse for stofbalance model.

J_i : stoftilførsel, $C_{v,t}$: stofkoncentration i vandet, Q : afstrømmende vandmængde, A_o : søens areal, C_s : sedimentets stofindhold, K_1 : sedimentationskonstant, K_2 : sedimentfrigivelseskonstant, K_3 : ikke udvekslelig sedimentationsfraktion (irreversibel bindings konstant).

De processer og stoffluxer som indgår i modellen kan kort beskrives som følger:

Tilført fosformængde (J_i):

Heri indgår bidrag fra spildevand udledt direkte til Bagsværd Sø i form af regnvandsoverløb, samt diffus belastning med nedbør på søen og afstrømning fra oplandet.

Afstrømmende fosformængde ($C_v \times Q \times a$):

Denne fosformængde beregnes ved afstrømmende vandmængde gange årsgennemsnitskoncentrationen i søen. Yderligere gange med en udvaskingsfaktor der korrigeres for at der ikke sker afstrømning fra søen i sommermånederne.

Sedimentation ($K_1 \times A \times C_v$):

Den totale stoftilførsel til sedimentet pr. år (brutto sedimentationen) beskrives proportionalt med årsgennemsnitskoncentrationen.

Irreversibel binding af fosfor i sediment ($K_3 \times K_1 \times A \times C_v$):

En brøkdelen af det sedimenterede fosfor bindes irreversibelt i sedimentet. Processen virker i modellen som et dræn for fosfor.

Frigivelse fra sediment ($K_2 \times A_o \times C_s$):

Den del af det sedimenterede fosfor som ikke bindes irreversibelt indgår i en udvekslelig fosforpulje i sedimentet. Frigivelsen af fosfor beskrives proportionalt med denne pulje.

3.1.2 Kalibrering af modeller og beskrivelse af 1900-2020

Modellen er kalibreret på relativ få årsgennemsnitlige total-fosformålinger, stammende fra årene 1972-73, 1977-78 og 1984. Endvidere er der ved kalibrering benyttet de målte maksimale uorganiske fosfatkoncentrationer fra 1945 og 1957-58. Kalibreringsresultatet fremgår af figur 3.2, hvor beregnede og målte værdier er sammenlignet.

Sammenlignes med fosfatmålingerne i 1945 og 1957-58 fremgår det at de beregnede totalfosforkoncentrationer som forventet ligger højest. Hvor meget højere totalfosforkoncentrationen har været de pågældende år kan ikke afgøres, hvorfor der i figur 3.2 er vist en pil, der angiver hvilket niveau de beregnede værdier skal ligge over.

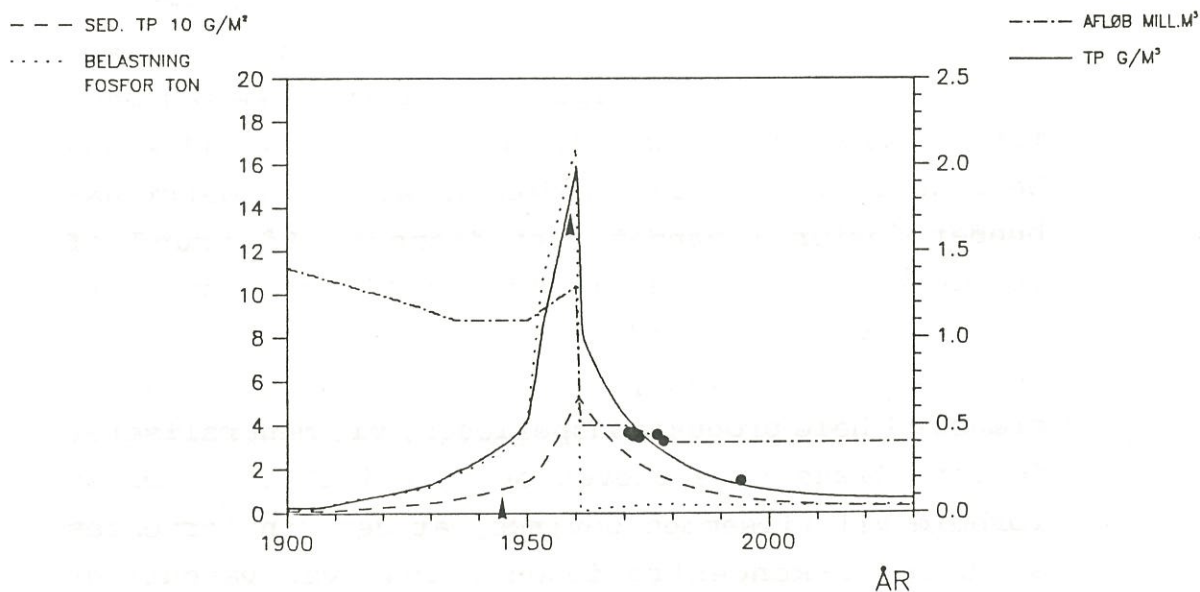
I en lavvandet sø som Bagsværd Sø, hvor der forekommer en høj grad af resuspension pga. vindpåvirkninger, er det sandsynligt, at alger og detritus ikke sedimenterer i samme grad som i dybere søer. Dette vil kunne bevirke en høj koncentration af alge- og detritusbundet fosfor i vandet året igennem. På grund af forholdsvis gode iltforhold i 1945, vil uorganisk fosfat i vid udstrækning være blevet bundet i sedimentet. Da endvidere plankton-algerne var fosfatbe-grænset i hele produktionsperioden, vil mineraliseret fosfat straks være blevet optaget i algerne. Disse forhold vil tilsammen bevirke, at det kan forventes at total P-koncentrationen i 1945 var væsentligt højere end den uorganiske koncentration.

På baggrund af en målt maksimal uorganisk fosfatkoncentration i 1958 på $1,65 \text{ g P/m}^3$, virker den beregnede

total fosforkoncentration på ca. 2 g P/m³ endvidere rimelig.

I 1970'erne tyder de målte koncentrationer ikke på, at der er sket nogen udvikling i fosforniveauet i søen. Modellen simulerer derimod et jævnt faldende koncentrationsniveau, der er højere i starten og lavere i slutningen af 70'erne end de målte værdier. Målingerne tyder på at udviklingen i Bagsværd Sø er skete i spring. Et sådant udviklingsforløb kan ikke beskrives med den opstillede model. Men da 1984-niveauet beskrives tilfredsstillende, vurderes modellen at beskrive udviklingen i søen i retableringsperioden tilfredsstillende. Den beregnede nye ligevægt-koncentration omkring år 2020, skønnes på denne baggrund at ville repræsentere det fremtidige niveau.

BAGSVÆRD SØ

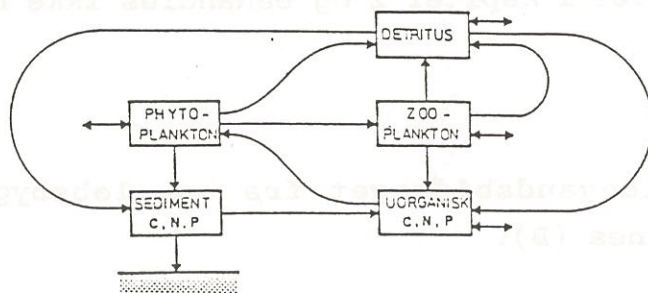


Figur 3.2 Simulerede og målte fosforkoncentrationer i Bagsværd Sø. Prikkerne angiver målte årsgennemsnitlige total-fosforkoncentrationer. Pilene angiver målte uorganiske fosfatkoncentrationer.

3.2 Årsvariationsmodel

Årsvariationsmodellen, som er opstillet for Bagsværd Sø er nærmere omtalt i bilag 9. En skematisk fremstilling af processer og variable som indgår i modellen fremgår af figur 3.3. Modellen er grov-kalibreret på data fra 1977 og 1978. Kalibreringsresultatet fremgår af bilag 9.

Det kan blot nævnes, at modellen beskriver total-P, total-N, klorofyl og sigtgybde-niveauerne rimeligt. Modellen beskriver derimod generelt en for lav primærproduktion og for lave uorganiske næringsstofkoncentrationer. Det drejer sig om for lave uorganiske kvælstofkoncentrationer om foråret og for lave uorganiske fosfatkoncentrationer om sommeren og efteråret. Årsagen hertil skal søges i modellens sedimentbeskrivelse og manglende beskrivelse af iltforholdene lige over sedimentet. Det vurderes imidlertid, at den opstillede model inden for begrænsede ressourcer kan modificeres på grundlag af eksisterende måledata, således at den vil kunne beskrive forholdene i Bagsværd Sø tilfredsstillende. Modellen vil herefter kunne anvendes til fremskrivning af forventelig tilskud i 1990 og 2020 under forskellige belastningssituationer og/eller restaurerende indgreb. Det er imidlertid ikke fagligt forsvarligt at anvende modellen i den eksisterende tilstand til dette formål.



Figur 3.3 Processer og variabler som indgår i årsvariationsmodellen.

4. ALTERNATIVE BELASTNINGER

Der er foretaget vurdering af den fremtidige tilstand i Bagsværd Sø for følgende situationer:

Situation A: Nuværende belastningsforhold og uden restaurerende indgreb. (Se kapitel 2).

Situation B: Spildevandsbidraget fra overløbsbygværker fjernes.

Situation C: Fosforfjernelse på spildevandet, som blev afskåret i 1960. Dette spildevand ledes igen til Bagsværd Sø.

Situation D: Overpumpning af vand fra Furesøen.

Situation E: Ingen vandindvinding fra Bagsværd Vandværk.

Situation F: Restaurering ved sedimentfjernelse.

Situation G: Restaurering ved iltning af vandet lige over sedimentet i sommermånederne.

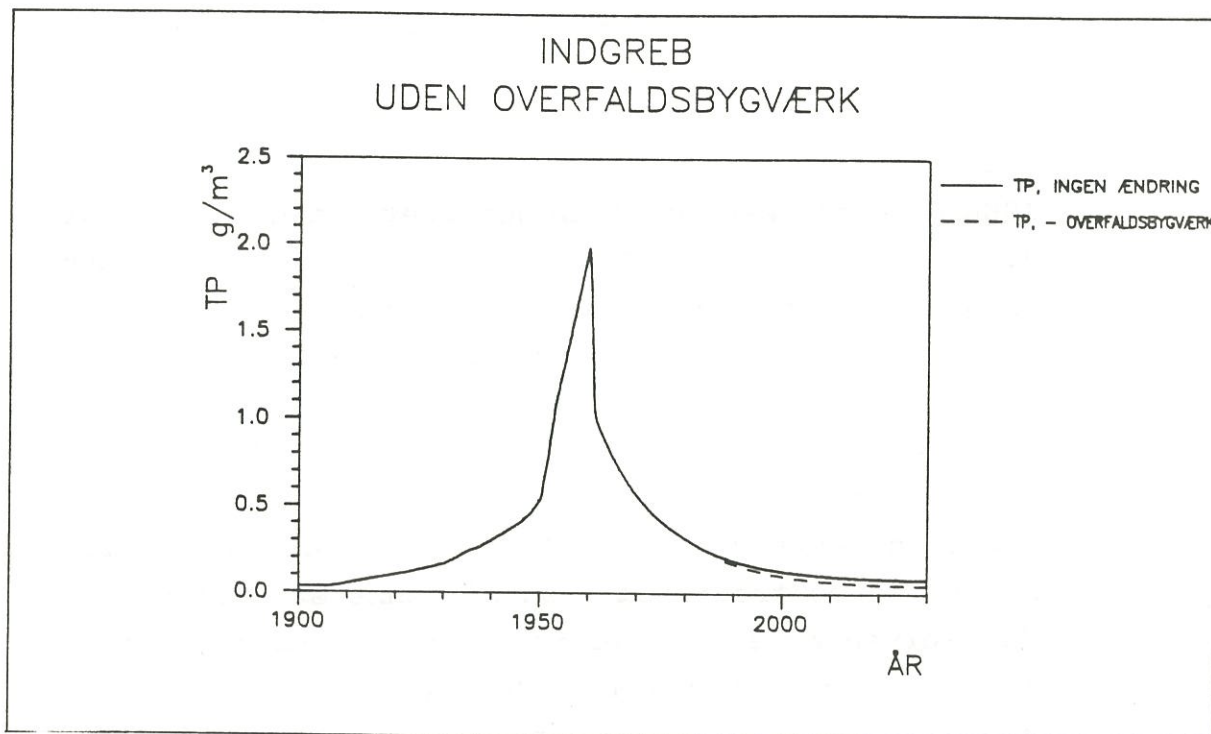
Ved vurdering af indgrebenes effekt, regnes med at indgrebet sker i 1986. Der sammenlignes med situation A (uden indgreb). Forholdene i Bagsværd Sø i situation A er beskrevet i kapitel 2 og behandles ikke nærmere her.

4.1 Spildevandsbidraget fra overløbsbygværket fjernes (B).

Ved fjernelse af dette spildevandsbidrag kan den

samlede belastning til Bagsværd Sø reduceres med 163 kg P/år eller med ca. 47% af den externe belastning.

Efter den nævnte reduktion i fosforbelastningen fra 1986 beregnes med modellen forløbet optegnet i figur 4.1 (stiplet kurve). I forhold til situationen uden indgreb (fuldt optrukne kurve), fremgår det af beregningerne, at der langsomt vil ske en reduktion i fosforkoncentrationen i Bagsværd Sø. Uden indgreb opnås en ny ligevægt-koncentration på $0,080 \text{ g P/m}^3$. Efter fjernelse af overløbsbidraget opnås en ligevægts-koncentration på $0,046 \text{ g P/m}^3$ omkring år 2020. Med et koncentrationsniveau af denne størrelse, kan det forventes at der bliver fosforbegrænsning i en længere periode om foråret. Hvorvidt der vil forekomme fosforbegrænsning i sommerperioden vil afhænge af, hvor stor den interne belastning fra sedimentet vil være om sommeren. Dette vil igen afhænge af, om iltforbruget i sedimentet er så stort, at der opstår periodevis iltfrie forhold ved bunden. Under iltfrie forhold ved bunden forøges fosforfrigivelse nemlig væsentligt. D.v.s. hvorvidt det opnåede koncentrationsniveau vil medføre, at der opnås fosforbegrænsning af algevæksten om sommeren, vil afhænge af om det ophobede iltforbrug i sedimentet er opbrugt. Dette forhold er ikke belyst gennem de hidtige undersøgelser. Det skønnes dog sandsynligt, at en væsentlig del af det ophobede iltforbrug vil være brugt, således at der kan forventes en forbedring af sigtgybdeforholdene i såvel forårs- som sommerperioden i forhold til de i 1984 målte (0,15-0,55m).



Figur 4.1 Udviklingen i den årgennemsnitlige total-fosforkoncentration i Bagsværd Sø ved afskæring af regnvandsoverløb fra 1986, (stiplede kurve).

Sammenlignes med observationerne fra 1945 kan det nævnes, at den total P-koncentration, der beregnes omkring år 2020, vil ligge på cirka det dobbelte af de målte uorganiske fosfatkoncentrationer fra 1945. Fosforkoncentration forventes derfor omkring 2020 stadig at ville være væsentligt forhøjet i forhold til situationen i begyndelsen af dette århundrede.

Det kan konkluderes, at alene ved afskæring af regnvandsoverløbene til Bagsværd Sø, vil der opnås en forbedring i tilstanden frem til omkring år 2020.

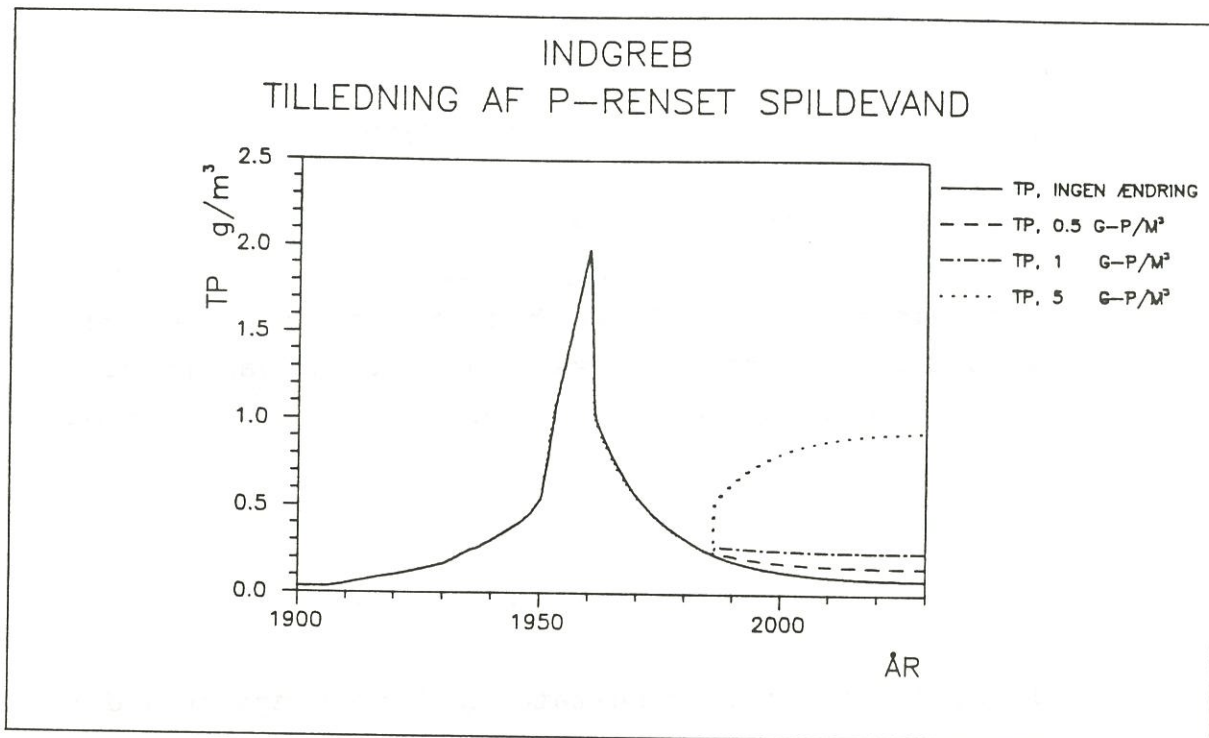
Søen vil dog stadig forblive eutrofieret og kulturpåvirket med relativ lille sigtddybde. Det vil forventes, at der vil kunne forekomme nogen bundvegetation i søen selvom udbredelsen sandsynligvis vil være ringe. Den kulturpåvirkede tilstand skyldes forøgelsen i det diffuse bidrag i form af forøget atmosfærisk belastning, samt effekten af vandindvindingen i oplandet til søen. For en nærmere vurdering af tilstanden henvises til sidste del af afsnit 4.7.

4.2 Fosforrenset spildevand tilledes søen (C)

I figur 4.2 er vist resultatet af beregningerne under antagelse af at en vandmængde svarende til den spildevandsmængde der i øjeblikket afskæres, atter tilledes Bagsværd Sø. Beregningerne er gennemført under antagelse af forskellige fosforkoncentrationer i det tilledte vand.

En koncentration på 5 g P/m^3 svarer til biologisk rensning af spildevand. En koncentration på 1 g P/m^3 svarer til biologisk rensning af spildevand med efterfølgende kemisk fældning. En koncentration på $0,5 \text{ g P/m}^3$ svarer til biologisk rensning og kemisk fældning med efterfølgende kontaktfiltrering. Det er disse situationer der er gennemregnet og gengivet i figur 4.2.

Ved en høj effektivitet af den kemiske fældning og kontaktfiltreringen, kan der måske opnås ned til $0,25 \text{ g P/m}^3$. Dette må imidlertid også betragtes som den i dag bedste tekniske rensningsgrad. En beregning med denne koncentration i det tilledte spildevand, vil give et koncentrationsniveau mellem grundkørslen og beregningen for $0,5 \text{ g P/m}^3$ (se figur 4.2).



Figur 4.2 Udviklingen i den årgennemsnitlige fosforkoncentration efter tilledning af fosforrenset spildevand fra 1986 (stiplede kurve).

Det fremgår af beregningerne, at uanset rensningsgrad, vil en tilledning af fosforrenset spildevand forårsage en forøgelse i koncentrationsniveauet i Bagsværd Sø og dermed en forringelse af tilstanden.

Samtidig med udledningen af det rensede spildevand vil der også tilføres søen en ekstra kvælstofmængde. Dette vil sammen med de udledte fosformængder forringe den biologiske tilstand af Bagsværd Sø.

4.3 Overpumpning af vand fra Furesøen (D).

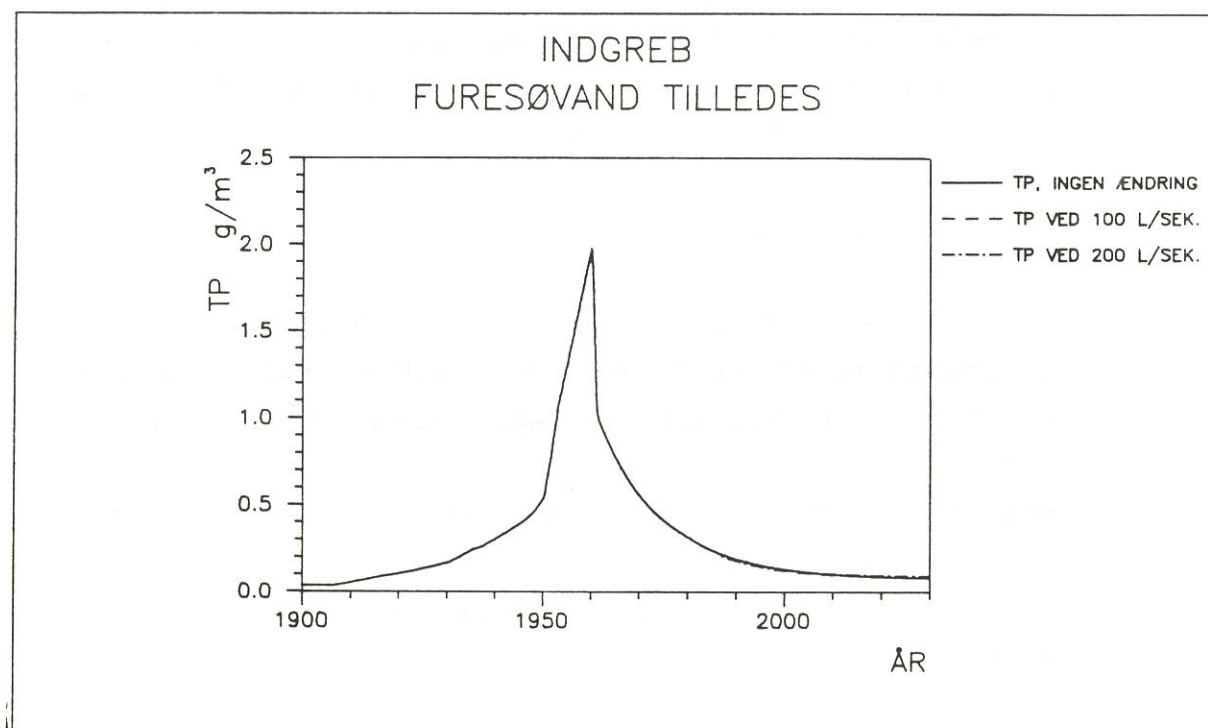
For eventuelt at opnå en hurtigere udskylning og dermed hurtigere forbedring i tilstanden i Bagsværd Sø, kunne gennemstrømningen gennem søen øges. Dette kunne tænkes gjort ved at overpumpe vand fra Furesøen. En sådan overpumpning skulle koncentreres til sommerperioden, hvor koncentrationen er højest i Bagsværd Sø og lavest i Furesøen. Den resulterende koncentration i Bagsværd Sø, vil i vid udstrækning blive bestemt af koncentrationen i Furesøen.

Der er foretaget beregninger for effekten af en sådan overpumpning af henholdsvis 100 og 200 l/sek. i perioden 1/5 - 1/9. Ved disse beregninger er fosforkoncentrationen i Furesøevandet sat til $0,1 \text{ g P/m}^3$. Dette svarer til de målte sommerkoncentrationer fra 1984. Af figur 4.3 fremgår det, at en sådan overpumpning kun vil have marginal effekt på koncentrationsniveauet i Bagsværd Sø.

Efterhånden som sommerkoncentrationen i Furesøen falder i takt med retableringen af tilstanden i denne sø, kan der dog forventes en lidt større effekt end den her beregnede. I rapport "Furesøen 1900-2020" er det beregnet, at sommerkoncentrationen i Furesøen vil falde til ca. 0,08 i 1990 og 0,06 - 0,07 g P/m^3 i 2020 i en situation, hvor der ikke sker ændringer i belastningen til søen.

I tilfælde af at regnvandsbelastningen til Furesøen afskæres, og der gennemføres sandfiltrering på Stavns-holt Renseanlæg er det i rapporten "Furesøen 1900-2020" beregnet, at fosforkoncentrationen i Furesøen i sommermånederne vil falde til 0,06 - 0,07 g P/m^3 i 1995 og til ca. 0,04 g P/m^3 i 2020. Såfremt disse

indgreb i Furesøens belastning gennemføres og der ikke gennemføres andre indgreb end overpumpning, vil denne ifølge modelberegninger, på lang sigt dog have en forbedrende effekt på tilstanden i Bagsværd Sø.



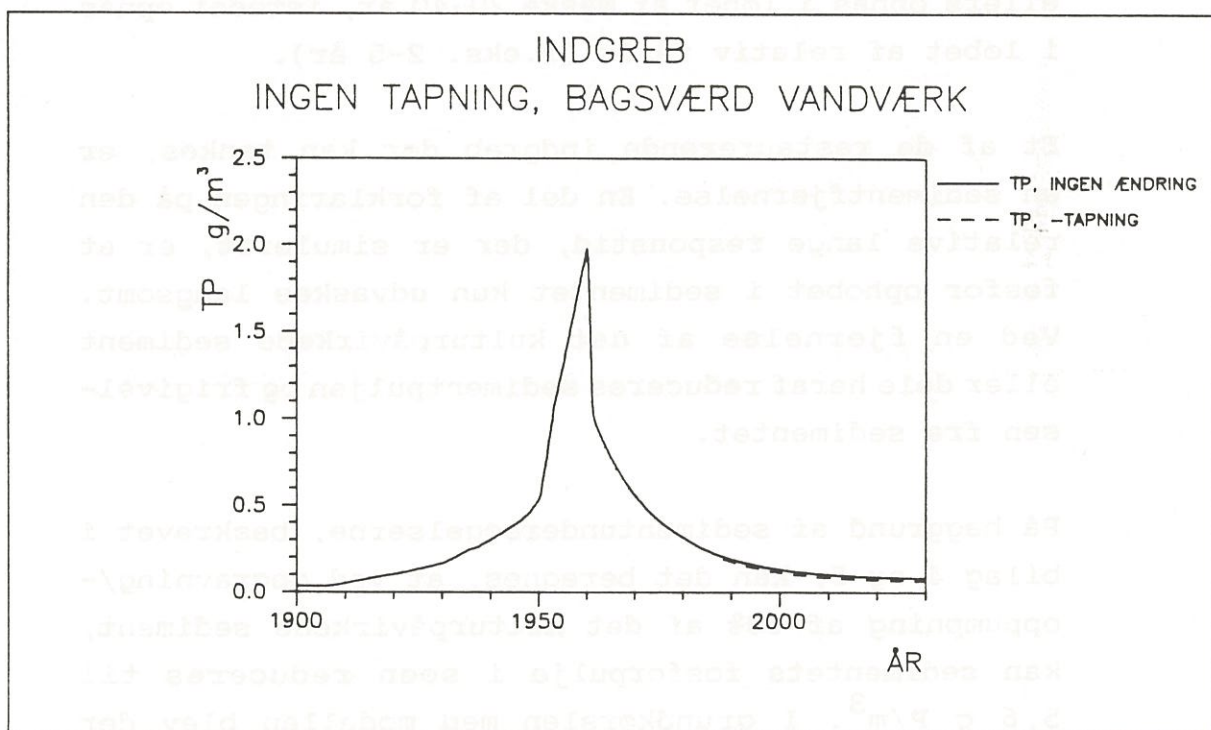
Figur 4.3 Udviklingen i den årgennemsnitlige totalfosforkoncentration efter overpumpning af Furesø vand ($0,1 \text{ g P/m}^3$) i sommermånederne fra 1986, (stiplede kurve).

4.4 Ingen vandindvinding fra Bagsværd Vandværk (E).

For simulering af effekten af, at Bagsværd Vandværk ophører med vandindvindingen i oplandet til søen, er der foretaget beregninger hvor tilstrømningen efter 1986 øges med $0,65 \text{ mill m}^3/\text{år}$. Dette bevirker, at den væsentligste del af tilbageløbet fra Fureå/Lyngby

sø på 0,225 mill m³/år som, jvf, bilag 1 og 3, sker i øjeblikket i perioden maj-september,, ophører. Den resulterende gennemstrømning gennem Bagsværd Sø bliver på 1,075 mill m³/år. Med vandtransporten fra Fureå/Lyngby Sø er det i bilag 3 skønnet, at der kommer 45 kg P/år. Belastningen til Bagsværd Sø ned-sættes tilsvarende ved simuleringen.

Af figur 4.4 fremgår effekten af at Bagsværd Vandværk ophører med vandindvindingen uden at der gennemføres andre indgreb.



Figur 4.4 Udviklingen i den årgennemsnitlige fosforkoncentration i Bagsværd Sø. Stiplet kurve simulerer ophør af vandindvinding fra Bagsværd Vandværk fra 1986.

Af figur 4.4 fremgår det, at der opnås en vis reduktion i den årsgennemsnitlige fosforkoncentration. Reduktionen er på $0,02 \text{ g P/m}^3$, således at den resulterende koncentration bliver ca. $0,06 \text{ g P/m}^3$. Reduktionen vil givetvis medfører en reduktion i algemængderne i forårsperioden, men sandsynligvis vil effekten i sommermånederne være minimal.

4.5 Sedimentfjernelse

Gennem restaurerende indgreb er det muligt at fremskynde udviklingen, således at en forbedring, der ellers opnås i løbet af måske 20-40 år, istedet opnås i løbet af relativ få år (f.eks. 2-5 år).

Et af de restaurerende indgreb der kan tænkes, er en sedimentfjernelse. En del af forklaringen på den relative lange responstid, der er simuleret, er at fosfor ophobet i sedimentet kun udvaskes langsomt. Ved en fjernelse af det kulturpåvirkede sediment eller dele heraf reduceres sedimentpuljen og frigivelsen fra sedimentet.

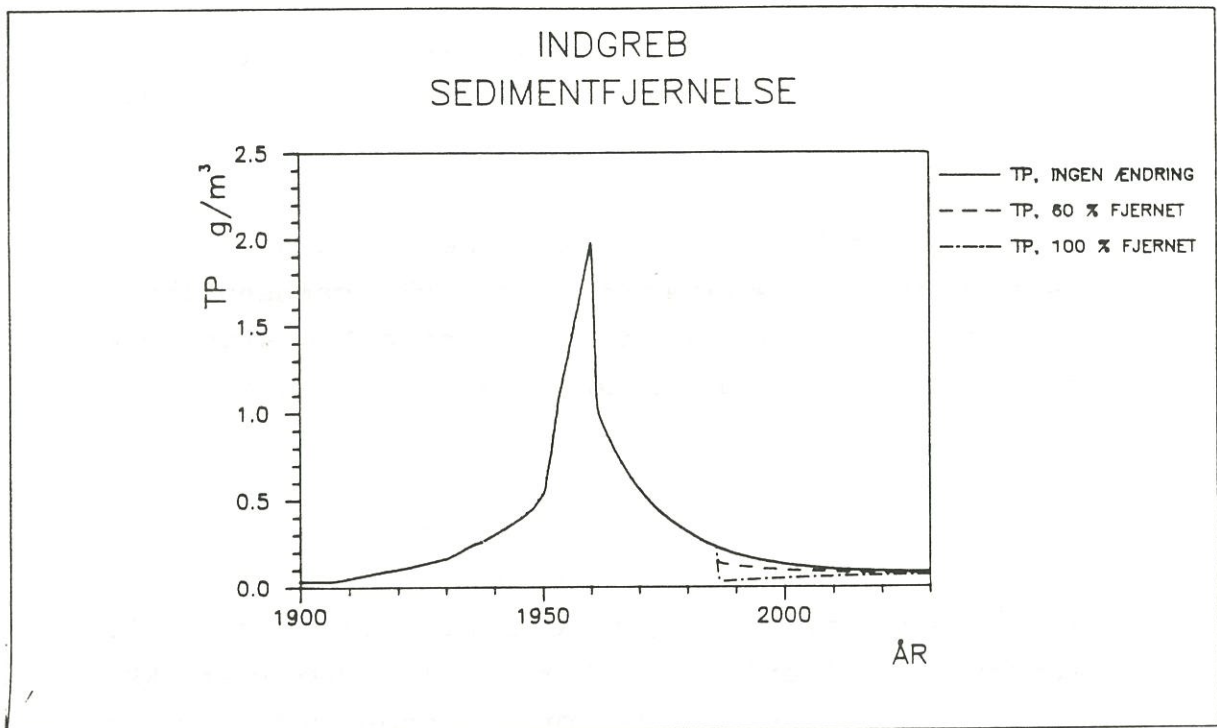
På baggrund af sedimentundersøgelserne, beskrevet i bilag 4 og 5, kan det beregnes, at ved opgravning/oppumpning af 60% af det kulturpåvirkede sediment, kan sedimentets fosforpulje i søen reduceres til $5,6 \text{ g P/m}^3$. I grundkørslen med modellen blev der beregnet en pulje i 1985 på $10,2 \text{ g P/m}^3$.

Den beregnede pulje på $5,6 \text{ g P/m}^3$ efter en 60% sedimentfjernelse, er forbundet med en vis usikkerhed, idet indholdet i det underliggende sediment ikke er kendt på nuværende tidspunkt.

I det følgende er der gennemført beregninger for såvel betydningen af 60% som 100% fjernelse af det næringsrige sediment i Bagsværd Sø.

Ved en hel og delvis sedimentfjernelse vil sedimentsrespirationen reduceres. Dette vil sandsynligvis medføre, at der betydelig sjældnere eller slet ikke vil forekomme iltfrie forhold ved sedimentoverfladen. Dette vil betyde, at fosforfrigivelsen fra tilbageværende sediment og/eller nyt sedimenteret materiale, vil være mindre end tilfældet er under de nuværende forhold i Bagsværd Sø. Sedimentfrigivelseskonstanter i den benyttede model burde derfor sandsynligvis ændres i de efterfølgende beregninger. Dette er ikke gjort, da det ud fra de foreliggende oplysninger ikke kan vurderes, hvor meget denne konstant burde ændres. Dette betyder, at den forbedrede effekt overfor koncentrationsniveauet i søen sandsynligvis vil være større end beregnet her.

Resultatet af en simulering, hvor det antages at sedimentpuljen ændres til $5,6 \text{ g P/m}^3$ (60% sedimentfjernelse) fra 1986 fremgår af figur 4.5. Det fremgår af figuren, at der i forbindelse med sedimentfjernelsen kan forventes en umiddelbar effekt.



Figur 4.5 Udviklingen i den årgennemsnitlige total fosforkoncentration under antagelse af, at sedimentpuljen reduceres ved sedimentfjernelse fra 1986.

---- 60% sedimentfjernelse.

- · - · - 100% sedimentfjernelse.

Det er dog muligt, at effekten i virkeligheden ikke vil være helt så umiddelbar som beskrevet ved modellen, idet der i forbindelse med sedimentfjernelsen kan ske ophvirvling og ekstra frigivelse af fosfor. Da opholdstiden i søen er af størrelsen 4-5 år, vil denne ekstra frigivelse ikke umiddelbart udskyldes. I løbet af de første par år efter sedimentfjernelsen, vil det eventuelt ekstra frigivede fosfor imidlertid være sedimenteret og delvist udskyldet. Den umiddelbare respons vil derfor kunne strække sig over 2-4 år.

Modellen beregner, at der sandsynligvis kan opnås en ny ligevægtskoncentration i Bagsværd Sø på $0,075 \text{ g P/m}^3$ omkring år 2020 efter 60% sedimentfjernelse. Dette er tæt ved den koncentration på $0,080 \text{ g P/m}^3$ der kunne opnås uden indgreb omkring år 2020. Ud fra modellen og ovenstående overvejelser, kan det imidlertid forventes, af maksimalt nogle få år efter indgreb, vil 80-90% af den mulige forbedring være indtrådt. Det vil sige, hvis sedimentfjernelsen gennemføres i 1986, kan det inden 1990 forventes at tilstanden i Bagsværd Sø vil være væsentlig forbedret.

Ved 100% sedimentfjernelse fremgår det af figur 4.5, at umiddelbart efter et sådant indgreb beregner modellen et drastisk fald i koncentrationsniveauet i vandet, hvorefter der vil forekomme en mindre stigning igen. Dette skyldes, at der ved beregninger antages at fosforpuljen i sedimentet reduceres til 0 ved indgrebet. Der vil herefter langsomt opbygges en vis fosforpulje, som i løbet af en periode vil komme i ligevægt med de overliggende vandmasser. Hvorvidt dette hændelsesforløb nøjagtig vil blive resultatet af en total sedimentfjernelse, er usikkert, da det ikke er sandsynligt at alt udvekseligt P i sedimentet fjernes ved opgravningen/oppumpningen. Det kan imidlertid på grundlag af beregningerne konkluderes, at man ved en total fjernelse af sediment med højt næringssaltindhold, i løbet af et par år vil opnå en forbedring af tilstanden i Bagsværd Sø, som ellers først ville være nået efter år 2020. Det endelige ligevægtsniveau, der kan forventes efter en 100% sedimentfjernelse, beregnes til at ville ligge omkring $0,7 \text{ gP/m}^3$.

Imidlertid gælder det, at hvis der gennemføres en sedimentfjernelse uden samtidig at gennemføre andre

indgreb, vil koncentrationsniveauet fortsat ligge relativt højt, 0,70-0,80 gP/m³ i den endelige ligevægtstilstand. For en nærmere beskrivelse af den forventelige tilstand henvises til Kapitel 2, hvor dette er beskrevet for et koncentrationsniveau på cirka 0,08 g P/m³, som opnås uden sedimentfjernelse i år 2020. Det skal dog bemærkes, at der måske kan ventes en lidt større effekt af sedimentfjernelse i sommerperioden end beskrevet i Kapitel 2. Dette skyldes, at en del af, eller henholdsvis hele det ophobede iltforbrug i sedimentet vil blive fjernet ved indgrebet, hvilket betyder, at den høje fosforfrigivelse der vil komme fra et ellers iltfrit sommersediment vil reduceres betydeligt. En nærmere vurdering af denne effekt vil kræve højere overvejelser og beregninger, som i højere grad inddrager den interne dynamik i Bagsværd Sø, end det har været muligt i de her gennemførte massebalanceberegninger.

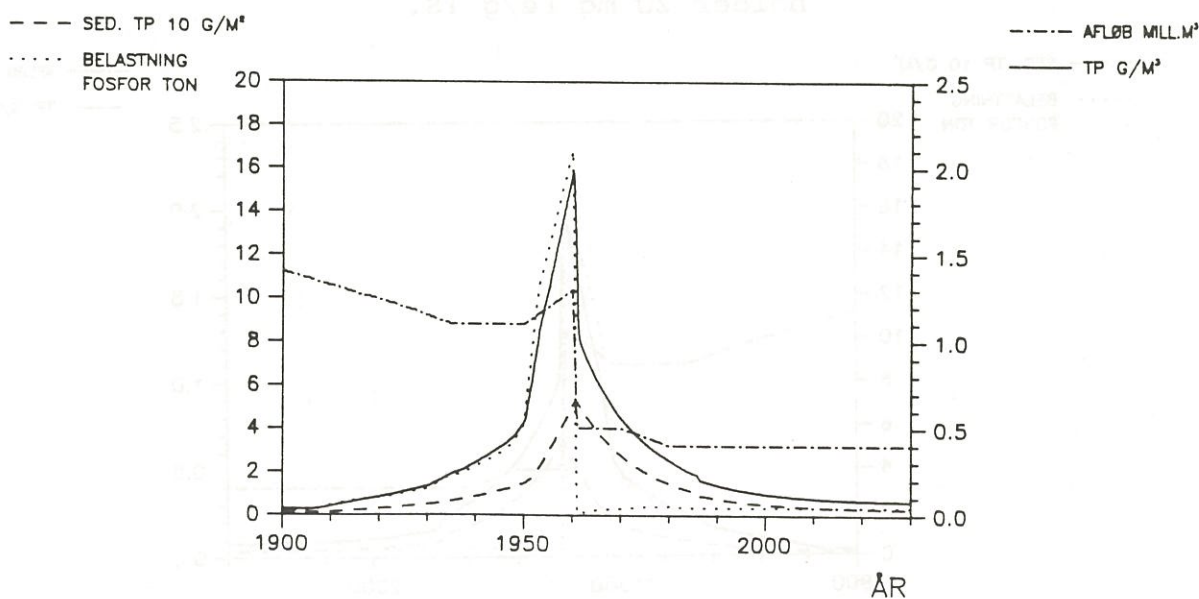
4.6 Iltning

En anden måde at gennemføre en restaurering af Bagsværd Sø på, er at ilte bundvandet i sommermånederne. Som beskrevet i Kapitel 2, er der iltfrit lige over sedimentet fra midten af juni til udgangen af august. Af bilag 5 fremgår det, at sedimentets frigivelse af fosfor over 55 døgn, blev øget 4-5 gange ved iltfrie, i forhold til iltede forhold. Dette skyldes, at jern binder fosfor betydeligt bedre under iltede end under iltfrie forhold. Et konstant højt iltindhold i bundvandet, vil derfor have samme effekt som en reduktion af den udvekslelige fosforpulje. Hvor meget puljen vil blive reduceret afhænger af jernindholdet i sedimentet.

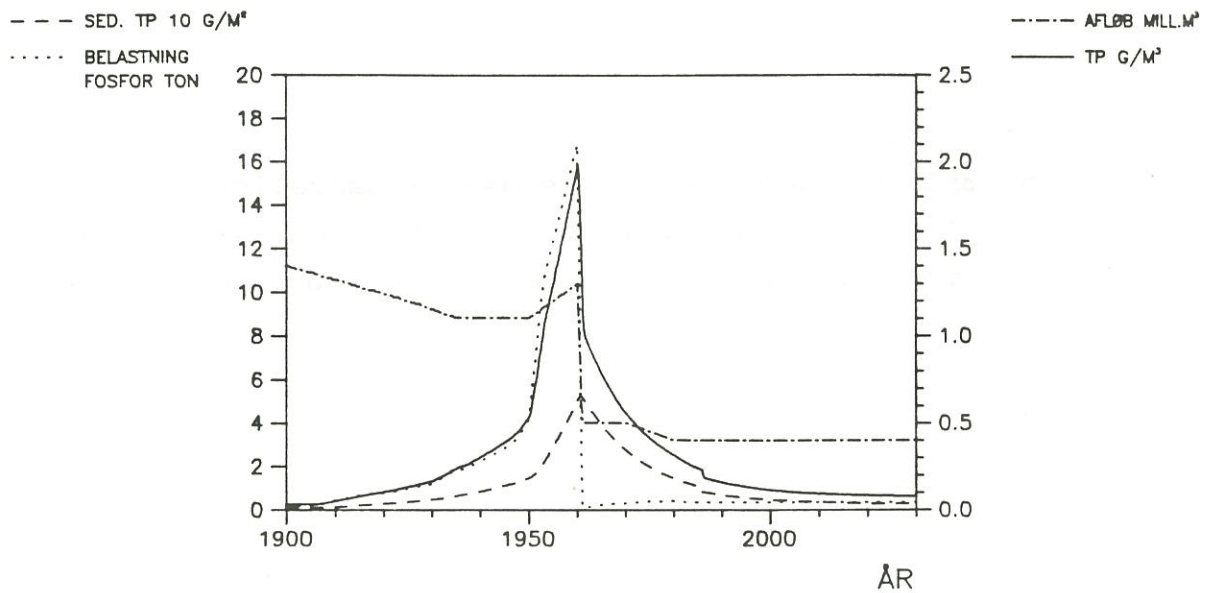
For beregning af effekten af en iltning af bundvandet, kræves data for jernindholdet i sedimentet.

Der er

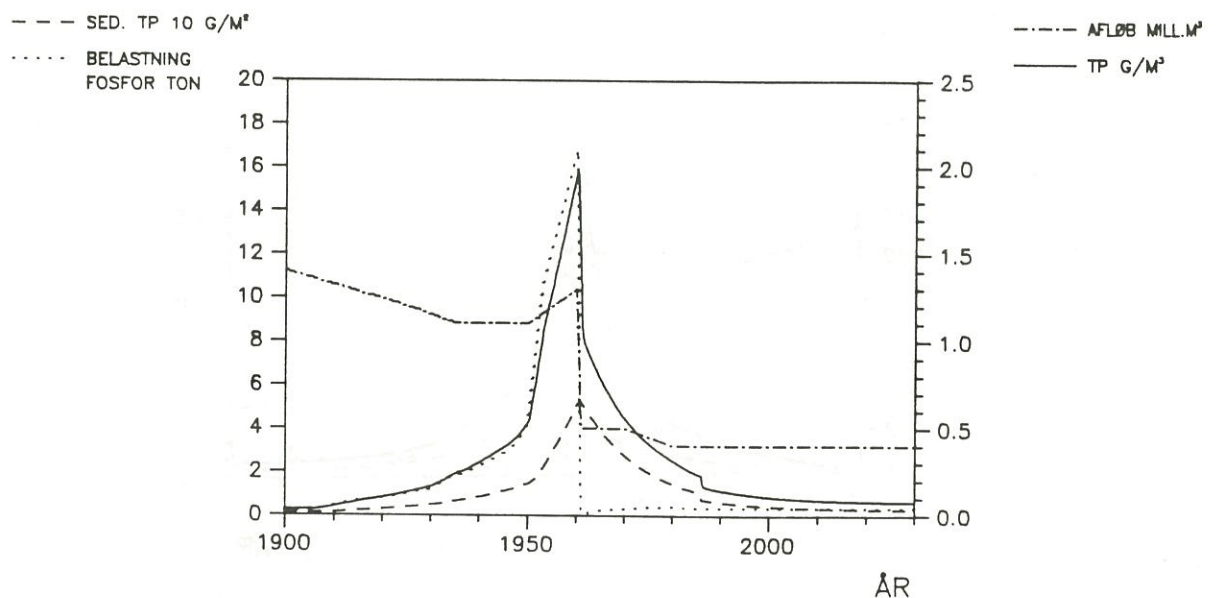
gennemført beregninger med forskellige forventelige jernindhold i sedimentet. For hvert 10 mg jern pr. g tørt sediment, nedsættes den tilgængelige P-pulje med 1 g P/m^3 , hvis der antages et 10 cm tykt aktivt sediment. Med disse forudsætninger er der gennemført beregninger for jernindhold på 10, 20 og 30 mg Fe/g TS. Resultaterne fremgår af figurerne 4.6, 4.7 og 4.8.



Figur 4.6 Udviklingen i den årgennemsnitlige total fosforkoncentration efter iltning af bundvandet fra 1986, hvis sedimentet indeholder 10 mg Fe/g TS.



Figur 4.7 Udviklingen i den årgennemsnitlige total fosforkoncentration efter iltning af bundvandet, hvis sedimentet indeholder 20 mg Fe/g TS.



Figur 4.8 Udviklingen i den årgennemsnitlige total fosforkoncentration efter iltning af bundvandet, hvis sedimentet indeholder 30 mg Fe/g TS.

Det ses at i alle 3 tilfælde opnås en umiddelbar effekt. Den endelige ligevægtkoncentration vil ikke ændre sig væsentligt ved dette indgreb, men der vil relativt hurtigt opnås en betydelig effekt. Effekten på søens tilstand vil sandsynligvis være større end det umiddelbart fremgår af de beregnede reduktioner i den årsgennemsnitlige fosforkoncentration. Dette skyldes at iltning vil betyde at sedimentets meget høje frigivelse i sommermånederne vil reduceres væsentligt. Herved er der mulighed for at opnå en vis fosforbegrænsning af planteplanktonproduktionen og algemængderne i sommerperioden. En nøjere vurdering af størrelsen af denne effekt, vil kræve nærmere vurderinger og beregninger, hvori den interne dynamik og primærproduktion indgår.

Imidlertid skønnes det forbundet med væsentlige tekniske/økonomiske problemer at gennemføre en iltning af bundvandet i Bagsværd Sø. De dårlige iltforhold optræder lokalt lige over sedimentet i rolige sommerperioder. For at imødegå disse situationer skal der sandsynligvis fordeles et relativt tæt rør/diffuser system over søbunden, for at sikre at alle områder holdes iltede hele sommeren. Hvorvidt iltningen af Bagsværd Sø således er en realistisk mulighed bør nærmere vurderes gennem tekniske undersøgelser af forskellige iltningemetoder.

4.7 Kombineret indgrebsforslag

I de foregående afsnit er effekten af en række forskellige indgreb diskuteret hver for sig. For at give en beskrivelse af, hvad der kan opnås ved forskellige kombinationer af de enkelte indgreb, er der foretaget yderligere en række beregninger. For

at lette sammenligningen af den slutlige effekt af forskellige indgreb, er der i tabel 4.1 angivet beregnede ligevægtskoncentrationer. Disse vil i alle tilfælde være opnået omkring 2020-2030, men ved sedimentfjernelse dog væsentligt hurtigere.

I det følgende skal 3 kombinerede indgreb kommenteres nærmere:

- regnvandsoverløb afskæres og vandindvinding fra Bagsværd Vandværk ophører
- regnvandsoverløb afskæres og vandindvinding fra Bagsværd Vandværk ophører samtidig med at der gennemføres sedimentfjernelse
- regnvandsoverløb afskæres samtidig med at der gennemføres sedimentfjernelse

De beregnede koncentrationsforløb i disse tre alternative kombinerede indgreb er gengivet i figur 4.9 - 4.11.

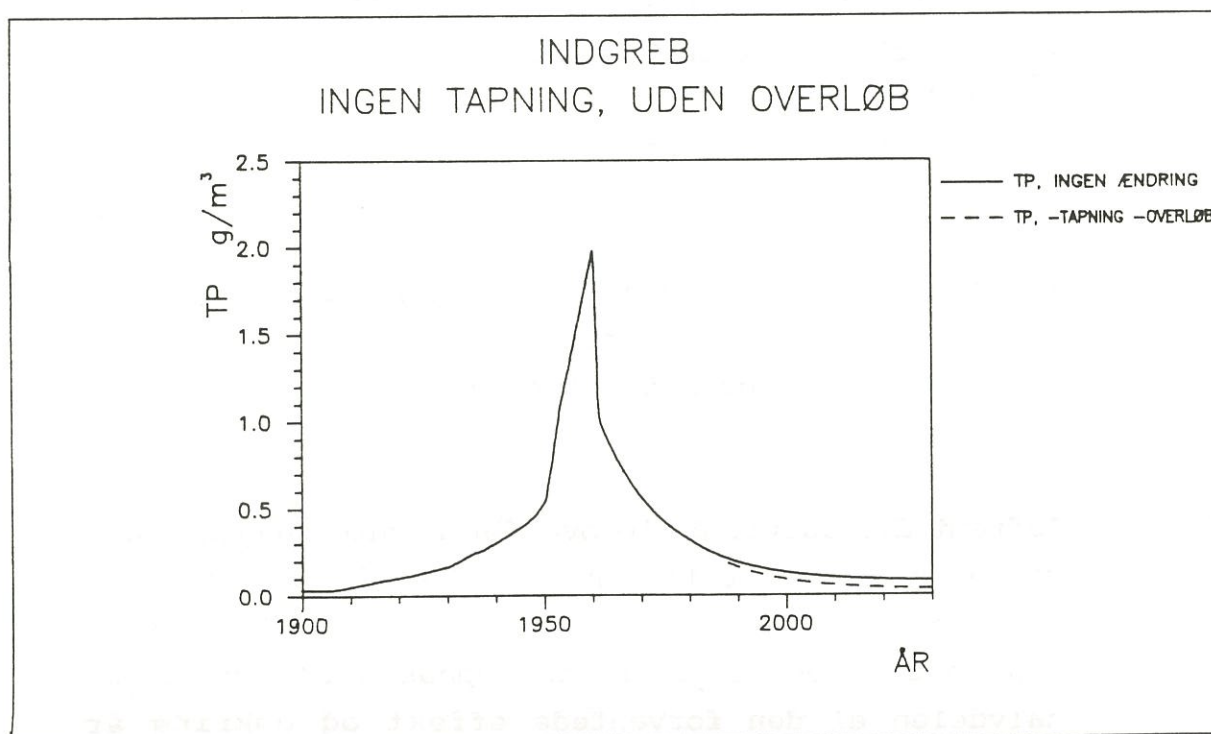
Efter afskæring af regnvandsbelastningen og forøgelse af gennemstrømningen, ved at ophøre med vandindvinding på Bagsværd Vandværk, beregnes en ny ligevægtskoncentration på omkring $0,03 \text{ gP/m}^3$. Dette er under halvdelen af det koncentrationsniveau, der forventes at kunne opnås, såfremt der ikke foretages indgreb. Som det fremgår af figur 4.9, opnås dette niveau omkring 2020-2030, såfremt indgrebet bliver gennemført i 1986.

Indgreb	Beregnete årsgenms. ligevægtskoncentrationer	
	TP g -P/m ³	
Ingen	0,079	0,08
÷ Bagsværd Vandværk	0,064	0,06
÷ Overløb	0,046	0,05
÷ Bagsværd V., ÷ overløb	0,033	0,03
60% sedimentfjernelse	0,076	0,07-0,08
100% "-	0,071	
÷ overløb, 60% sedimentfjern.	0,042	0,04
÷ "- 100% "-	0,038	
÷ overløb, ÷ Tapn.Bagv.v.		
60% sedimentfjernelse	0,030	
÷ overløb, ÷ Tapn.Bagsv.v.		0,03
100% sedimentfjernelse	0,027	

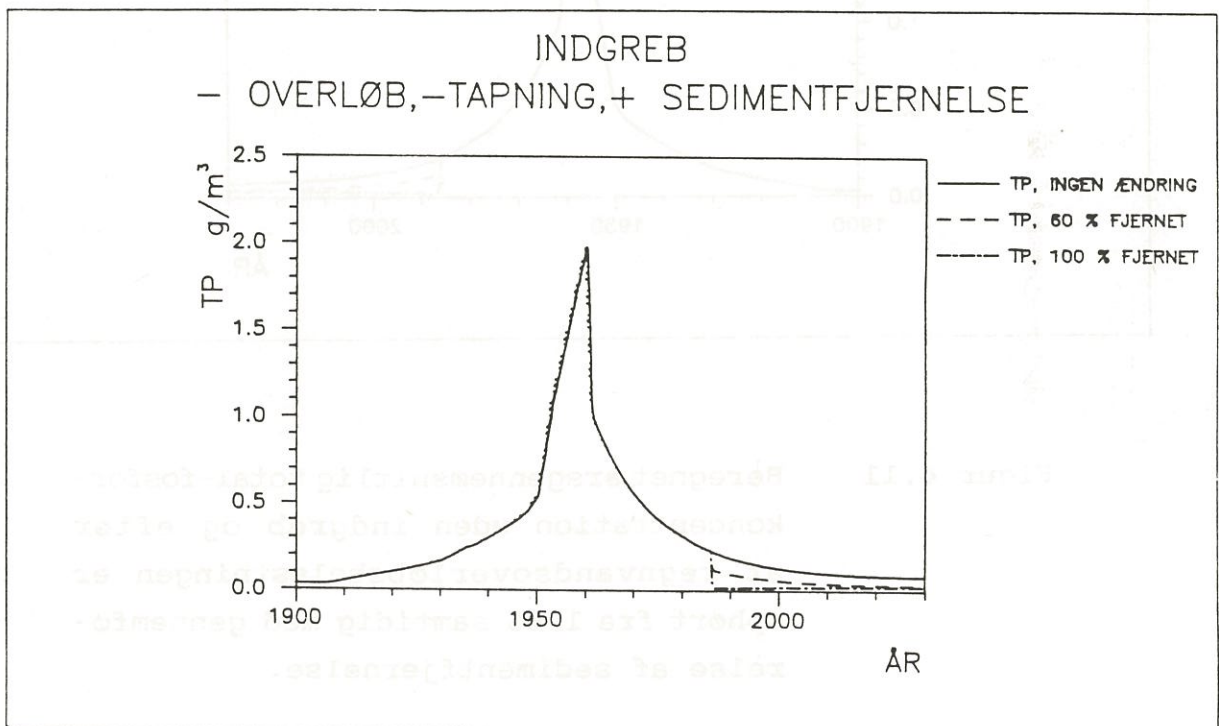
Tabel 4.1 Beregnete årsgennemsnitlige total-fosforkoncentrationer i Bagsværd Sø i ligevægtstilstanden.

Såfremt der udover de to ovenfor nævnte indgreb også gennemføres sedimentfjernelse, fremgår det af figur 4.10, at der umiddelbart opnås en betydelig effekt. Ved en 60% sedimentfjernelse opnås umiddelbart ca. halvdelen af den forventede effekt og omkring år 2000 vil ca. 80% af effekten være opnået. Ved 100% sedimentfjernelse opnås hele effekten umiddelbart efter indgrebet. Der beregnes i alle tilfælde et koncentrationsniveau på omkring 0,03 gP/m³. Det fremgår af beregningerne, at sedimentfjernelse i hovedsagen har betydning for hvor hurtig der opnås en effekt, mens det er de eksterne kilder og gennemstrøm-

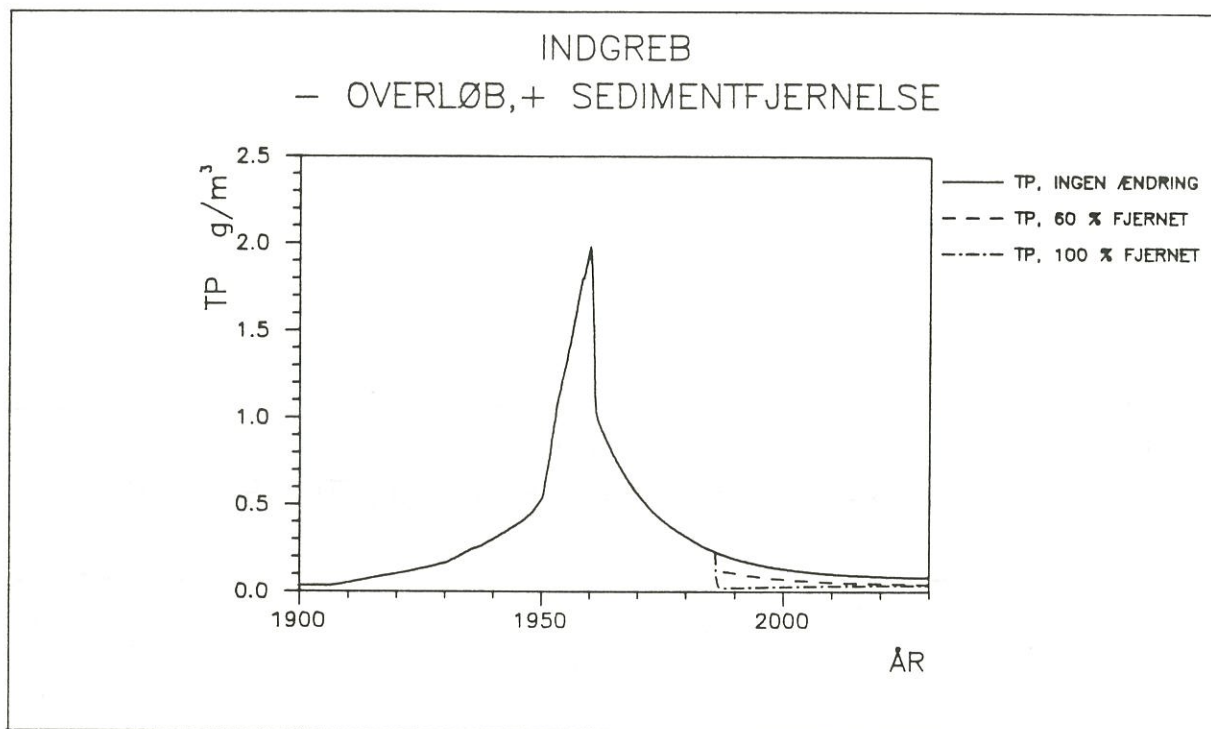
ningen, der er bestemmende for koncentrationsniveauet, der opnås.



Figur 4.9 Beregnet årsgennemsnitlig, total-fosforkoncentration uden indgreb og efter at vandindvinding fra Bagsværd Vandværk og regnvandsoverløbsbelastningen er ophørt fra 1986.



Figur 4.10 Beregnet årgennemsnitlig total-fosfor-koncentration uden indgreb og efter at vandindvindingen fra Bagsværd Vandværk og regnvandsoverløbsbelastningen er ophørt fra 1986 samtidig med at der er gennemført sedimentfjernelse.



Figur 4.11 Beregnet årgennemsnitlig total-fosfor-koncentration uden indgreb og efter at regnvandsoverløbsbelastningen er ophørt fra 1986 samtidig med gennemførelse af sedimentfjernelse.

Et koncentrationsniveau på omkring $0,03 \text{ gP/m}^3$ må betegnes som nær koncentrationsniveau i Bagsværd Sø omkring år 1900. Der kan i en ligevægtssituation med et årgennemsnitligt koncentrationsniveau af denne størrelse forventes fosforbegrænsning af plan-teplanktonets produktion det meste af året. I den nye ligevægtstilstand må det formodes, at det i sedimentet ophobede organiske materiale er nedbrudt

eller ved sedimentindgreb fjernet. Dette vil betyde bedre iltforhold ved bunden, især om sommeren, hvilket vil medføre reduceret fosforfrigivelse og dermed lave fosforkoncentrationer netop i denne kritiske periode.

Benyttes den empiriske sammenhæng mellem klorofyl-koncentration og årsgennemsnitlig fosfor-koncentration som beskrevet i Miljøprojekt 16, kan der bergnes en sommer-klorofyl-koncentration på ca. 12 ug/l. Udfra denne koncentration kan ved hjælp af endnu en empirisk beskrevet sammenhæng (Miljøprojekt 16) beregnes en sigtddybde på ca. 2.2 meter i sommerperioden. De her gennemførte beregninger må kun tages som et groft overslag for den forventede størrelse af sigtddybden i den nye ligevægtssituation. Den ovenfor omtalte reduktion af sedimenteret iltforbrug kan betyde, at effekten bliver større end beregnet her. Derimod kan resuspension af sedimenteret materiale betyde at sigtddybden i hvertfald i perioder kan være betydelig mindre end beregnet.

Det forventes, på denne baggrund, at algemængderne vil blive reduceret, således at sigtddybden også om sommeren vil øges betydeligt. Det forventes, at en vegetation af undervandsplanter (rankegrøde) vil kunne trives i størstedelen af Bagsværd Sø, hvor bunden iøvrigt er egnet for disse planter.

Såfremt der kun gennemføres indgreb overfor regnvands-overløbene til Bagsværd Sø, vil der i ligevægtstilstanden kunne opnås et koncentrationsniveau på omkring $0,04 \text{ gP/m}^3$. Såfremt der gennemføres en sedimentfjernelse kan dette niveau opnås relativt hurtigt. Ved en 100% sedimentfjernelse opnås effekten i løbet af få år, mens det helt uden et sådant indgreb vil for-

ventes at vare op mod 30-40 år. Bl.a. på baggrund af de målte fosfatkoncentrationer fra 1945 vurderes det resulterende koncentrationsniveau at være højere end det oprindelige koncentrationsniveau for Bagsværd Sø.

Et årsgennemsnitligt koncentrationsniveau på 0,04 gP/år vil imidlertid være ca. en halvering af det niveau, der vil kunne forventes, såfremt der ikke bliver foretaget indgreb. Anvendes den ovenfor nævnte beregningsmetode, kan der estimeres et forventeligt sigtdybdeniveau i sommerperioden på ca. 1,7 meter. Dette er en betydelig forbedring i forhold til den nuværende situation, hvor sigtdybden om sommeren varierer mellem 0,2 - 0,8 meter og der ikke findes bundvegetation i søen. Med en sigtdybde på ca. 1,7 meter kan der forventes at undervandsplanter vil kunne trives i en zone rundt langs søens bredder, hvor bunden iøvrigt er egnet for disse planter.



RAPPORTDATABLAD

1. Sag nr:

92.616

Dato:

1986.03.13

2. Sagsbeh. - Sekr. - Afd.

JKJ DS JDB Økologisk

3. Rekvirent:

HOVEDSTADSRÅDET
Sct. Annæ Plads 26
1250 København K

4. Evt. geografisk område:

Bagsværd Sø
(Sjælland)

5. Rekvireret rapport: X

Forskningsrapport:

Rapporten forhandles af:

Pris: _____

6. Titel

Bagsværd Sø 1900 - 2020

Hoveddel + Bilagsdel

Hoveddel 80 sider

Antal sider: Bilagsdel

7. Nøgleord
på dansk:

Keywords
in English:

Abstract in English:



Recipientkvalitetsplanlægning

Arresø 1976-1981

Langvad å-systemet 1978-1981

Samlerapport

Delrapport 1-4

Regnafstrømning i Mølleå-
systemet

Supplerende målinger 1981-1983

Hoveddel og bilagsdel

Vejle sø 1900-2020

Søllerød sø 1900-2020

Lyngby sø 1900-2020

Bagsværd sø 1900-2020

Farum sø 1900-2020

