



Struer Kommune
Østergade 13
7600 Struer

att. Martin Friis Larsen

DATO: 20-12-2018

JOURNALNUMMER
01.05.08-P25-21-18

RÅDHUSET, PLAN OG MILJØ
ØSTERGADE 13
7600 STRUER

TINA PEDERSEN
T: 96848457
E: tcnp@struer.dk

DISPENSATION TIL ØGET INDTAG AF SALTHOLDIGT LIMFJORDSVAND I BRAKVANDSSØEN KILEN

Struer Kommunes vandløbsmyndighed ønsker at slusedriften til Kilen opereres i overensstemmelse med godkendt gældende sluseregulativ. I forhold til nuværende drift betyder det et øget indtag af saltholdigt fjordvand, hvilket kan påvirke Kilens naturindhold – bl.a. forventes forekomsten af dansemyggelarver reduceret. Et øget saltindtag anbefales af DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ved Århus Universitet.

Kilen (rød linje) og slusekanalen (gul linje) ses på nedenstående luftfoto.



Afgørelse efter Naturbeskyttelsesloven

Der meddeles hermed dispensation efter § 65 jfr. § 3 i Lov om naturbeskyttelse (beskyttet natur)¹ til øget indtag af saltholdigt fjordvand i Kilen, da det vurderes at en øget salinitet ikke vil give anledning til væsentlige ændringer af Kilens tilstand eller vil være til hindre for at Kilens målsætning opfyldes.

¹ LBK nr 1122 af 03/09/2018

Dispensationen er meddelt på følgende vilkår:

- Et øget indtag af saltholdigt fjordvand må ikke give anledning til en forringelse af Kilens miljøtilstand eller på sigt være til hindre for at Kilen opnår målopfyldelse.
- Struer Kommune skal monitorere effekten af et øget saltvandsindtag på Kilens tilstand.
- Viser det sig at et øget saltvandsindtag er til hindre for at Kilen kan opnå målopfyldelse skal slusepraksis ændres så Kilens miljøforhold tilgodeses.
- Indtag af mere fjordvand skal gerne effektueres fra 1. februar 2019 eller så tidligt som muligt så effekten også kan overvåges af Miljøstyrelsen, der i 2019 undersøger Kilen efter det nationale overvågningsprogram (som måler på flere parametre end kommunens monitorering).

Tilladelsen bortfalder, hvis den ikke er udnyttet inden 3 år fra dette brevs dato.

Tilladelsen må ikke udnyttes før klagefristen er udløbet.

Afgørelsen annonceres på Struer Kommunens hjemmeside den 20. december 2018.

Sagsredegørelse

Struer Kommune er blevet opmærksom på at slusedriften ikke opereres iht. gældende regulativ. Det betyder at indtaget af saltholdigt fjordvand i Kilen er mindre end hvad regulativet foreskriver.

Struer Kommune har bedt DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ved Århus Universitet redegøre for Kilens miljøtilstand og komme med anbefalinger til tiltag, der kan forbedre Kilens tilstand. På baggrund af overvågningsdata har DCE analyseret Kilens tilstand og udarbejdet en rapport (se BILAG 1 for DCE-rapporten).

DCE-rapporten anbefaler, at saltholdigheden i en periode øges ved sluseregulering med henblik på at forbedre vandkvaliteten (ved øget vandudskiftning). På baggrund af DCE's anbefaling om øget vandudskiftning ønsker Struer Kommune at operere slusedriften iht. gældende regulativ. Det vil øge vandudskiftningen, men vurderes også at gøre Kilen mere salt. En større saltholdighed forventes at reducere udbredelsen af dansemyggelarver i Kilen, hvilket er ønskværdigt, da store sværme af dansemyg i perioder er generende for byens borgere.

Kilen er en stor brakvandssø på ca. 319 ha. Søen er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3 beskyttelse, hvilket indebærer at der ikke må foretages ændringer i søens tilstand. Ændringer i tilstanden af de §3-beskyttede naturtyper kræver dispensation fra beskyttelsesbestemmelsen, uanset om ændringen har et naturforbedrende sigte.

Kilen er desuden omfattet af bekendtgørelsen om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster². Det fremgår af miljømålsbekendtgørelsen at Kilen er en type 11 sø dvs. en kalkrig, lavvandet fersk/saltholdig sø, hvor der er fastsat krav om god økologisk tilstand efter 22. december 2021. Makrofytter (undervandsplanter) og fisk anvendes ikke i

² BEK nr 1522 af 15/12/2017



målfastsættelsen. Den økologiske tilstand måles således på baggrund af algeindholdet (fytoplankton-koncentrationen målt som klorofyl).

Det fremgår af Vandområdeplanen 2015-2021 (for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn), at Kilen ikke opfylder målsætningen om god økologisk tilstand. Kilen tilledes for meget fosfor fra oplandet, som giver grobund for en stor algevækst. Der er behov for at reducere fosfortilførsen fra oplandet med 952 kg P/år før naturtilstanden kan forventes forbedret.

Selvom miljøtilstanden i Kilen ikke er tilfredsstillende er der sket en betydelig forbedring i søens økologiske tilstand i de seneste årtier. Vandet er blevet klarere og undervandsplanter har fået større udbredelse. Siden 2004 er miljøtilstanden dog ikke forbedret væsentligt.

Siden dæmning og sluse blev etableret først i 1900-tallet har der været meget varierende saltholdighed i Kilen. I 1990'erne var saltholdigheden omkring 8-10 promille, mens den gennemgående har været lavere, omkring 3-6 promille, i de sidste 10 år. Variationen i saltholdighed skyldes forskellig slusepraksis.

Søers saltholdighed har en række effekter på deres struktur og funktion. Det kan derfor ikke udelukkes, at et større indtag af saltholdigt fjordvand vil give anledning til ændringer i Kilens naturindhold. De fleste akvatiske organismer foretrækker enten ferskvand eller saltvand, og det betyder, at antallet af arter kan være mindst ved en middelhøj salinitet – eksempelvis ved 5-7 ‰. De største ændringer i artsforekomsten sker når saliniteten øges fra ferskvand til brakvand med en salinitet på omkring 1 ‰ – men saltholdigheden har aldrig været så lav i Kilen.

DCE-rapporten anbefaler at Kilens saltholdighed øges til 8-10 ‰. Struer Kommune kan ikke forudsige hvad Kilens salinitet vil blive, når slusepraksis opereres efter gældende regulativ. Det forventes dog at saliniteten vil øges primært i søens østlige del, som ligger tættest på slusen. I de følgende afsnit redegøres for mulige ændringer i Kilen som følge af større saltvandsindtag.

Fra 2004 til 2016 er undervandsplanter blevet markant mere udbredte i Kilen. Plantesamfundet domineres især af hjertebladet vandaks og børstebladet vandaks. Kransnålalger (*Chara aspera*) optræder for første gang i 2010 (*chara aspera* er kendt for at kan vokse i næringsfattige til meget næringsrige søer). Kilens plantesamfund er karakteristisk for brakvandssøer. I de relativt næringsrige brakvandssøer i Vejlerne finder man lignede plantesamfund med børstebladet vandaks og kransnålalgen (*Chara aspera*).

Det er muligt at vegetationen vil ændre sig som følge af et større saltvandsindtag. Mere marine arter vil måske igen indfinde sig som arter af havgræs og rørhindslægten på bekostning af hjertebladet vandaks. Arter af havgræs og rørhindslægten var de mest dominerende undervandsplanter i Kilen i 2004. Kransnålalgen *Chara aspera* forventes ikke at forsvinde, da den kan leve i brakvand med en saltholdighed på op til 15 ‰.

At sammensætningen af undervandsplanter potentielt kan ændres ved større saltvandsindtag, vurderes ikke at have nogen væsentlig effekt på Kilens miljøtilstand. I brakvandssøer synes undervandsplanter nemlig ikke at spille samme vigtige nøglerolle i søers klarhed som i ferskvandssøer.

Fugle og deres fødegrundlag vurderes heller ikke at blive påvirket væsentligt, hvis der vil ske ændringer i artsammensætningen af undervandsplanter.

Fiskebestanden har gennem årene været meget varierende i Kilen, som er typisk for brakvandssøer. En stigning i saltholdighed vurderes derfor ikke at have nogen væsentlig indflydelse på Kilens fisk.

Limfjordens vand er langt mere næringsfattigt end Kilens. Det forventes derfor at et øget indtag af fjordvand vil have en positiv effekt på Kilens vandkvalitet, som følge af den øgede vandudskiftning. Et større indtag af saltvand kan dog bidrage til en lagdeling af vandmasserne, idet det mere saltholdige og tungere vand kan lægge sig hen over bunden, hvis der ikke sker en opblanding. Der er derfor en vis risiko for at der opstår saltspringlag, som kan føre til dårlige iltforhold i bundvandet, og dermed potentielt give anledning til øget frigivelse af fosfor fra søbunden og øget algevækst. Det fremgår imidlertid af DCE-rapporten, at saltspringlag har ført til iltsvind i søen- senest i 2016, men der er ikke noget som tyder på at det øger den intern fosforfrigivelse – omend datamaterialet til belysning af dette er beskedent pga. af det meget reducerede måleprogram der er gennemført siden 1997

Da det er uvist om et saltspringlag dannes og vil kunne påvirke Kilens tilstand negativt, skal effekten af en øget saltholdighed monitoreres. Hvis monitoreringen mod forventning viser, at et større indtag af fjordvand er til hindre for at Kilen kan opnå målopfyldelse skal slusepraksis ændres. Miljøstyrelsen har oplyst at de i 2019 skal lave overvågningsundersøgelse i Kilen. Effekten af en ændret slusepraksis på søens kemi og biologi vil således blive grundigt belyst fra start.

Et øget indtag af fjordvand forventes ikke at have nogen indflydelse på, om Kilen kan opfylde dens målsætning om god økologisk tilstand så længe tilførslen af fosfor fra oplandet er for høj.

Endeligt er det vurderet at et øget indtag af fjordvand ikke vil påvirke de § 3 beskyttede naturarealer omkring Kilen. Vurderingen er truffet på baggrund af erfaringer fra 1990'erne, hvor der blev lukket væsentligt mere fjordvand ind i Kilen end i dag, og hvor saltholdigheden var på 8-10 promille. Denne slusedrift i 1990'erne gav ikke anledning til nogen væsentlig påvirkning af naturarealerne omkring Kilen.

Vurdering

Slusepraksis efter gældende sluseregulativ med et større indtag af fjordvand vurderes at have en neutral til positiv effekt på Kilens miljøtilstand som følge af en større vandudskiftning. Det er muligt, at der vil ske mindre ændringer i søens plantesamfund, men det vurderes ikke at have nogen væsentlig indflydelse på kilens tilstand eller fuglelivet tilknyttet Kilen. Det er vurderet, at de fastsatte vilkår (monitoring af springlag og tilstand mfl.), vil være tilstrækkelige til at sikre at Kilens miljøtilstand ikke forringes.

Endeligt er det vurderet at øget indtag af fjordvand ikke vil kunne hindre målopfyldelse, da Kilens tilstand afhænger af den eksterne belastning, som er for høj.

NATURA 2000-vurdering

Brakvandssøen Kilen ligger ikke i Natura 2000-område, men søen har udløb til Limfjorden, og dele af fjorden er udpeget som Natura 2000. Der er næsten 2 km fra søens udløb til nærmeste Natura 2000-område i Limfjorden, som er nr. N62 Venø og Venø Sund.

At indtaget af fjordvand til Kilen øges vurderes ikke at kunne påvirke tilledningen af næringsstoffer til Limfjorden væsentligt. På denne baggrund er det vurderet, at projektet



hverken i sig selv eller i kumulation med andre projekter vil kunne påvirke internationalt naturbeskyttelsesområder væsentligt.

Vurdering i forhold til internationalt beskyttede arter (Habitatdirektivets bilag IV-arter)

Der må ikke gives tilladelse til projekter, hvis indgreb forsætligt kan forstyrre eller skade arter eller bestande nævnt i direktivets bilag IV, eller hvis indgrebet kan beskadige eller ødelægge yngle- eller rasteområder for bilag IV-arterne.

Følgende arter kan tænkes at forekomme i Struer Kommune.

- Spidssnudet frø
- Stor vandsalamander
- Strandtudse
- Odder
- Birkemus
- Småflagermus
- Markfirben
- Ulv

Struer Kommune har kendskab til at odder lever i Kilen. Da Kilens tilstand forventes uændret eller forbedret, er det vurderet at et øget indtag af saltholdigt vand ikke vil give anledning til en negativ påvirkning af odderen og dens levested i Kilen.

Padder kan tænkes af leve i tilknytning til Kilens bred. Kilen vurderes også at udgøre et vigtigt fourageringssted for arter af småflagermus, som søger føde over vandoverfladen. Et øget indtag af saltholdigt vand vurderes ikke at give anledning til en væsentlig påvirkning af paddernes levesteder eller påvirke flagermusenes fødegrundlag væsentligt.

De øvrige arter vurderes ikke at leve i tilknytning til Kilen hvorfor de ikke vil blive påvirket.

Klage og søgsmålsvejledning

Der kan klages over kommunens dispensation efter naturbeskyttelseslovens § 78.

Klageberettiget er:

- 1) adressaten for afgørelsen,
- 2) ejeren af den ejendom, som afgørelsen vedrører,
- 3) offentlige myndigheder,
- 4) en berørt nationalparkfond oprettet efter lov om nationalparker,
- 5) lokale foreninger og organisationer, som har en væsentlig interesse i afgørelsen,
- 6) landsdækkende foreninger og organisationer, hvis hovedformål er beskyttelse af natur og miljø, og
- 7) landsdækkende foreninger og organisationer, som efter deres formål varetager væsentlige rekreative interesser, når afgørelsen berører sådanne interesser.

Der er 4 ugers klagefrist efter offentliggørelsen af afgørelsen. En klage skal derfor være indgivet senest 17. januar 2018 kl. 23.59.

Du klager via Klageportalen, som du finder via www.nmkn.dk, www.borger.dk eller www.virk.dk. Du logger på Klageportalen med NEM-ID. En klage er indgivet, når den er tilgængelig for Struer Kommune via Klageportalen. Når du klager, skal du betale et gebyr på 900,- kr. for borgere og 1.800,- kr. for virksomheder, organisationer og offentlige myndigheder.

I Klageportalen sendes din klage automatisk først til Struer Kommune. Hvis Struer Kommune fastholder afgørelsen, sender Struer Kommune klagen videre til behandling i nævnet via Klageportalen. Du får besked om videresendelsen.

Miljø- og Fødevareklagenævnet skal som udgangspunkt afvise en klage, der kommer uden om Klageportalen, hvis der ikke er særlige grunde til det. Hvis du ønsker at blive fritaget for at bruge Klageportalen, skal du sende en begrundet anmodning til Struer Kommune, Plan og Miljø, Østergade 11-15, 7600 Struer eller til teknisk@struer.dk. Skriv venligst journalnummeret i emnefeltet. Struer Kommune videresender herefter anmodningen til Miljø- og Fødevareklagenævnet, som træffer afgørelse om, hvorvidt din anmodning kan imødekommes. Kommunen sender via klageportalen kommunens bemærkninger til sagen og de anførte klagepunkter til Miljø- og Fødevareklagenævnet, vedhæftet den påklagede afgørelse og de dokumenter, der er indgået i sagens bedømmelse. Se betingelserne for at blive fritaget på www.nmkn.dk.

Ønsker du afgørelsen prøvet ved domstolene, skal sagen være anlagt inden 6 måneder efter offentliggørelsen.

Bilag: Kilen Rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Med venlig hilsen

Tina Pedersen
Naturmedarbejder

Kopi er sendt til:

Myndigheder og interesseorganisationer:

Miljøstyrelsen
Miljøstyrelsen, Midtjylland
Kystdirektoratet
Fiskeristyrelsen, Fiskeriinspektariatet Vest
Danmarks Naturfredningsforening
Dansk Botanisk Forening, Jyllandskredsen
Dansk Ornitologisk Forening
Struer Kystfiskerforening af 1990
Dansk Entomologisk Forening,
Jagtforeningerne i Struer kommune
Friluftsrådet

Danmarks Sportsfiskerforbund

mst@mst.dk
mjy@mst.dk
kdi@kyst.dk
mail@fisk-st.dk
dn@dn.dk; dnstruer-sager@dn.dk
dbf.oestjylland@gmail.com
natur@dof.dk; struer@dof.dk
formand@skf1990.dk
def@entoweb.dk
frands.jensen@altiboxmail.dk
limfjordsyd@friluftsradaet.dk
ajj-7600@webspeed.dk
post@sportsfiskerforbundet.dk
lbt@sportsfiskerforbundet.dk

BILAG 1: DCE RAPPORT

Kilen

Erik Jeppesen¹

Liselotte Sander Johansson¹

Jens Bøgestrand¹

Tserenpil Sh²

¹Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

²Nuclear Research Center NUM

Indhold

1. Status for Kilens miljøtilstand rapport til Struer Kommune	3
2. Søbeskrivelse	5
3. Opland og arealanvendelse	6
4. Belastning	7
4.1 Fosfor 1989-2005	7
4.2 Kvælstof 1989-2005	8
4.3 Nye opgørelser af tilførsel	8
5. Målsætning og overvågningsresultater fra Kilen	13
5.1 Saltholdighed, temperatur og iltmætning	13
5.2 Fosfor og kvælstof	14
6. Plankton	20
6.1 Planteplankton	20
6.2 Dyreplankton	21
7. Fisk	22
8. Undervandsvegetation	24
9. Bundfauna	27
10. Samlet vurdering	29
10.1 Tilstand og udvikling	29
10.2 anbefalinger	32
11. Referencer	33

1. Status for Kilens miljøtilstand – rapport til Struer Kommune

Kilen er en næringsrig, 319 hektar stor, brakvandssøer beliggende ved Struer. Siden dæmning og sluse blev etableret først i 1900-tallet, har der været en meget varierende saltholdighed i søen.

Før i tiden var vandudskiftningen mellem sø og fjord styret af højvandslukke med et stigbord i kanalen mellem Kilen og Struer Bugt. Struer Kommune er ansvarlig for slusepraksis baseret på et regulativ fra 2010, som tager sigte på at lukke saltvand ind i Kilen i sommerhalvåret. I 1990'erne var saltholdigheden omkring 9-10 promille (op til næsten 20 promille i bundvandet), men saltholdigheden har gennemgående været meget lavere, omkring 3-6 promille, de sidste 10 år. Endvidere var perioderne med saltspringlag været hyppigere og mere udpræget i perioden 1987-1994.

De betydeligste næringsstofkilder til søen er for både kvælstofs og fosfors vedkommende især den diffuse tilførsel fra oplandet. Søen har en målsætning om god økologisk tilstand, og i Vandområdeplan 2015-2021 er reduktionskravet sat til 952 kg fosfor. **Bedømt ud fra massebalance foretaget på det mest betydelige tilløb (Bredkær Bæk), som også er den mest betydelige næringsstofkilde til søen, er reduktionskravet langt fra opfyldt.** Der er ikke sket nogen reduktion i fosfortilførslen eller fosforkoncentrationen i Bredkær Bæk-tilløbet i perioden 2004-2016. Kvælstofkoncentrationen er derimod reduceret væsentligt i denne periode, og der er tendens til, at det også gælder kvælstoftilførslen.

Der er sket en betydelig forbedring i søens økologiske tilstand i takt med reduktionen i den eksterne næringsstoftilførsel i de seneste årtier, og forbedringen er markant sammenlignet med de fleste andre danske brakvandssøer, for hvilke der foreligger tidserier. Både totalfosfor, total kvælstof, klorofyl (indikator på mængden af planteplankton) og suspenderet stof er mindsket, og vandets sigtdybde er øget. Der er dog ikke tegn på væsentlige ændringer siden 2004.

Kilen viser klare tegn på kvælstofbegrænsning af planteplanktonets vækst om sommeren og fosforbegrænsning i forår og efterår. Dette understreger nytteværdien af at fokusere på både reduktion i fosfor og kvælstoftilførslen til Kilen, selvom der i dag ikke er fastsat målkrav for kvælstof.

Høje værdier af orthofosfat i 2016 tyder på en fortsat betydelig interne belastning, som dog ikke synes at øges med ændring i saltholdighed, om end datamaterialet til belysning af dette er beskedent. **Der er dog ingen idé i at mindske den interne tilførsel af fosfor, så længe den eksterne tilførsel er langt højere end målsætningen.** Alle kræfter bør derfor sættes ind på at reducere tilførslen af fosfor og gerne også kvælstof fra oplandet.

Fiskebestanden i Kilen er domineret af brakvandsarter. Der er fanget i alt 9-10 arter (helt, smelt, tre- og ni-pigget hundestejle, sild, brisling, ål, sort kutling, sand kutling og kutling sp. (ikke identificeret til art, måske ikke en ekstra art)). Bemærkelsesværdigt er manglen på ferskvandsarterne skalle, aborre og gedde, hvoraf de to sidstnævnte ellers trives vel i brakvandssøer. Som typisk for brakvandssøer er fangsten i gællenet på vægtbasis relativt lav i sammenligning med tilsvarende ferskvandssøer, mens den er høj antalsmæssigt. **Der er sket et markant fald i fangsten pr. nat i gællenet (CPUE) på vægtbasis samlet og især af fisk >10 cm, mens CPUE af småfisk < 10 cm er øget både antalsmæssigt og ikke mindst på vægtbasis.** Dette kan formentligt tilskrives et for intensivt fiskeri på større individer. Dette er ikke en god udvikling, da små fisk yder et større prædationstryk på zooplankton, og dermed mindskes deres græsningstryk på planteplankton. Dette græsningstryk er, som i andre brakvandssøer, i forvejen lavt. **Lysopdræt af 500.000 heltyngel i Kilen medvirker selvfølgelig til et lavt græsningstryk, da de spiser zooplankton, men dette skønnes at være af marginal betydning.**

Som det også er typisk for brakvandssøer med kontakt til marine områder varierer antallet af fisk meget fra år til år, men der er også klare trends. **Specielt bemærkelsesværdigt er det meget markante og gradvise fald i helt og smelt på vægtbasis, mens den lille fisk, trepigget hundestejle, er gået markant frem.** Brisling har vist store variationer i bestanden og var af størst betydning i 2016.

Undervandsplanterne er blevet mere talrige i perioden 2004-2016. **Det plantedækkede areal er øget fra 2.7-4% i 2004-2010 til 8.3% i 2016, og planterne når ud på væsentligt større dybder (fra ca. 2 m i 2004-2010 til 2.4 m i 2016).** Dette øger søens økologiske kvalitet, da det medfører flere habitater for flora (epifyter) og dyr.

Notatet kommer med følgende anbefalinger:

- 1) **Det er nødvendigt, at det planlagte fosforreduktionskrav indfries.** Ellers er det ikke muligt, at søen kan opnå god økologisk status, som det er krævet i Vandområdeplan 2015-2021. Der skal derfor sættes mere effektivt ind over for både punktkilder og den diffuse tilførsel fra oplandet. Forbedring i miljøtilstand om sommeren kan yderligere øges ved fortsat reduktion i kvælstoftilførslen. Det anbefales at foretage en ny detaljeret undersøgelse af belastningen og kildefordeling i oplandet med henblik på at optimere reduktionstiltag.
- 2) **Fiskebestanden har udviklet sig i en uheldig retning med stadig flere småfisk.** Det tilskrives intensivt fiskeri på store individer, selvom det ikke helt kan udelukkes, at ændret slusepraksis har spillet ind, idet brisling er blevet mere talrig. **Hvis muligt, bør fiskeriet på store individer mindskes.**
- 3) **Det foreslås, at saltholdigheden i en periode på f.eks. 10 år øges til 9-10 promille ved sluseregulering med henblik på at forbedre vandkvaliteten (ved øget vandudskiftning) og mindske dansemyggeproblemerne.** Den fremtidige status kan så tages op på ny, når fosforreduktionskravet er opfyldt, og erfaringsgrundlaget med øget saltholdighed er forbedret. Reguleringen bør dog afvejes mod risikoen for øget vandstand. Det må understreges, at høj vandstand også kan skyldes høj ferskvandsafstrømning. Denne har været særlig høj i de seneste år.
- 4) Det foreslås, at **moniteringsfrekvensen øges**, så udviklingen i søen økologiske tilstand bedre kan følges, end tilfældet er i dag. Det foreslås også, at der **udsættes automatisk udstyr til måling af saltholdighed, temperatur og ilt i overflade- og bundvand** på to stationer (i vest- -og øst-enden af søen) med henblik på at følge effekten af en regulering af saltholdigheden. Endelig foreslås det **at opstille en dynamisk hydrologisk-økologisk sø- og oplandsmodel** for bedre at kunne vurdere effekten af tiltag i oplandet og udveksling med vand fra Struer Bugt. Derigennem er det muligt at optimere de nødvendige tiltag til forbedring af miljøtilstanden og sikring af målopfyldelse og slusepraksis.

2. Søbeskrivelse

Kilen er en 319 hektar stor brakvands sø, som ligger nær Struer. Kilen er en tidligere fjordarm, der er afsnøret fra Limfjorden med en dæmning. Søen er en del af søterritoriet.



Figur 1. Kilen ved Struer.

Tabel 1 Morfometriske data for Kilen. Alle værdier er gældende ved vandspejlskote 0,2 m o. DNN/fra Miljøstyrelsen, 2004).

Areal, ha	319
Størst dybde, m	6,5
Middeldybde, m	2,9
Volumen, m3	9.800.000

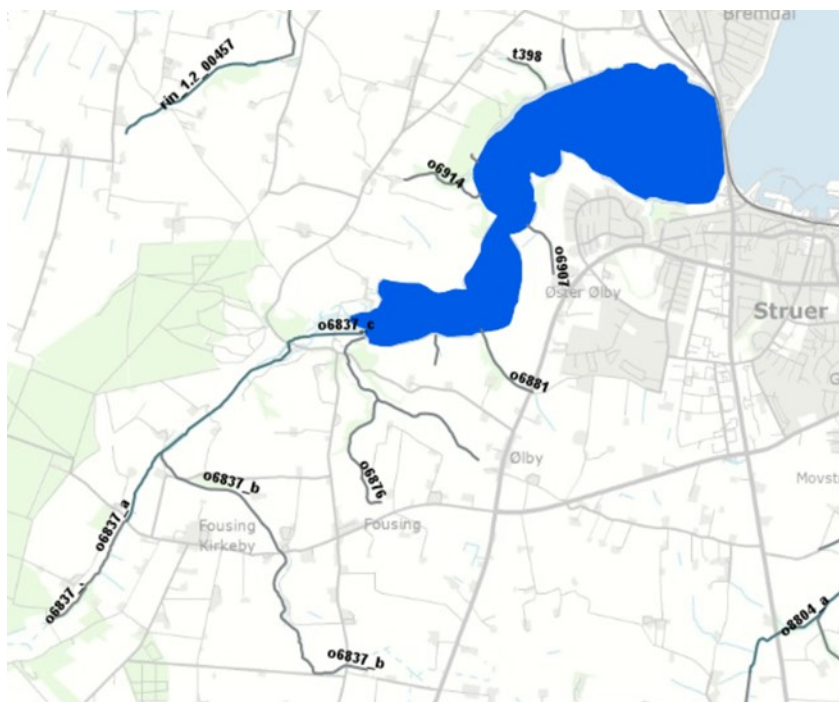
Søen er efter danske forhold relativt dyb med en største dybde på 6,5 m og en gennemsnitsdybde på 2,9 m (tabel 1). De største dybder findes i den østligste del af søen, og søbassinet er præget af en generelt stejl bundhældning i kystzonen, mens den centrale del af bassinet har en mere flad profil med en række dybere huller.

3. Opland og arealanvendelse

Kilen har et topografisk opland på ca. 3.500 ha, hvoraf 64% er opdyrket (tal fra 2004). Størstedelen af landbrugsjorden er drænet. Arealet omkring Kilen er et fredet naturområde, der består af småskove, enge, lyngbakker og bymæssig bebyggelse. Jordbunden i oplandet er fortrinsvis af lerblandet sandjord.

De største vandløb, der løber til Kilen, er Bredkær Bæk og Vasens Bæk med oplandsarealer på henholdsvis 1700 og 440 ha.

Kilen modtager overfladevand (regnvand) fra bysamfund i hele oplandet. I henhold til den senest vedtagne spildevandsplan modtager Kilen overfladevand via 16 udledningpunkter. Der er ikke renseforanstaltninger på disse regnvandsudløb i form af forsinkelsesbassiner. Kilen modtager ikke spildevand fra overløb fra kloaker etc. Der findes to dambrug i oplandet til Kilen, hhv. i Vasens Bæk og i Bredkær Bæk.



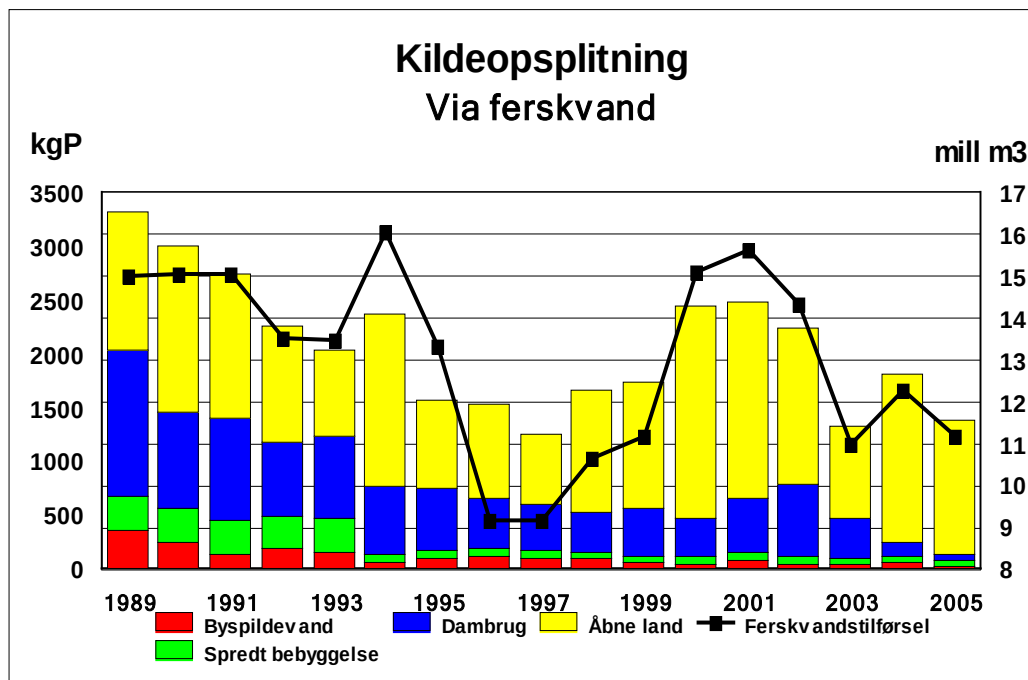
Figur 2. Kilen med tilløb.

4. Belastning

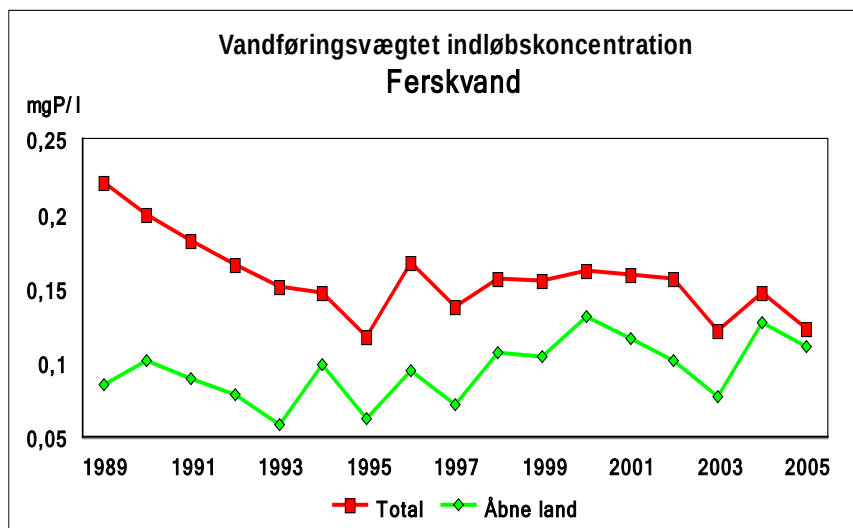
Der er tidligere foretaget detaljerede opgørelser af tilførsel af kvælstof og fosfor via ferskvand til Kilen for perioden 1989-2005 (figur 3 og figur 5).

4.1 Fosfor 1989-2005

Der var store år til år-varationer i fosforbidraget fra det åbne land, som udgør mellem 39 og 86 % af den samlede fosforbelastning via ferskvand. Den kan til dels tilskrives variationer i ferskvandsafstrømningen, idet der udvaskes større fosformængder med stigende vandtilførsel (figur 3). De vandføringsvægtede indløbskoncentrationer via ferskvand, hvor der er korrigeret for den varierende afstrømning, er vist i figur 4. Den totale indløbskoncentration af fosfor var faldende frem til 1995 på grund af reduceret punktkildebelastning, mens fosforbidraget fra det åbne land var relativt konstant (Miljøstyrelsen, 2004).



Figur 3. Vandføringsvægtede indløbskoncentrationer af fosfor (fra Miljøstyrelsen, 2004).



Figur 4. Vandføringsvægtede indløbskoncentrationer af fosfor (fra Miljøstyrelsen, 2004).

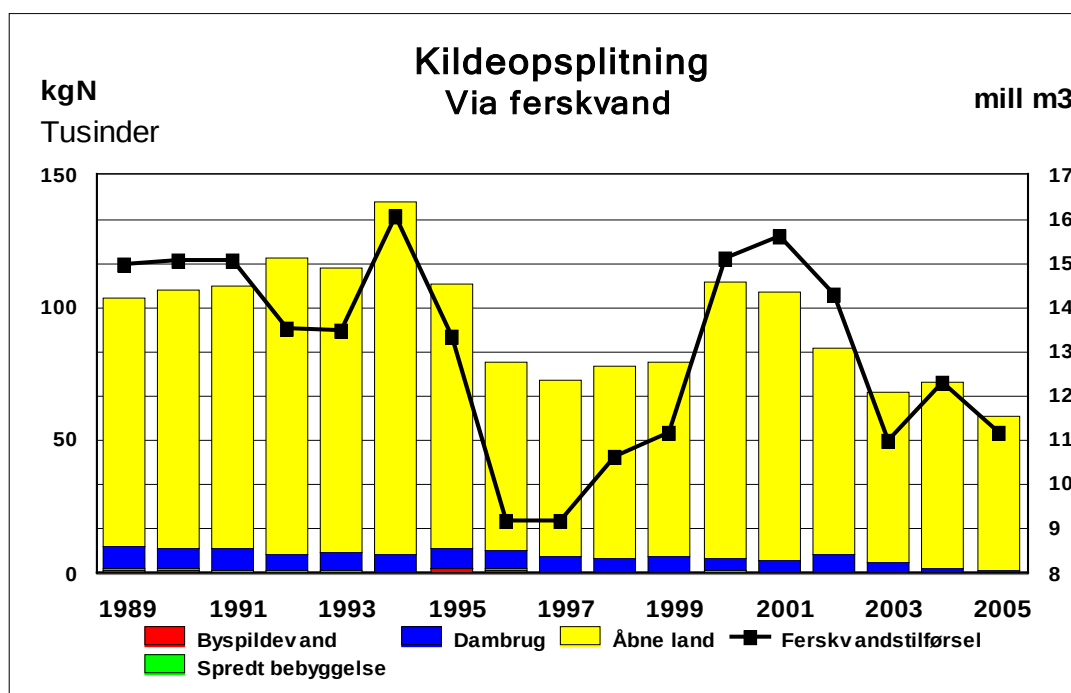
Struer Bugt har i årene 1989-1997 bidraget med 18% af den samlede fosforbelastning. Hovedparten kommer således fra oplandet til søen.

I Vandområdeplanen 2015-21 er der fastsat et reduktionsbehov for den ekstern tilførsel af fosfor på 952 kg P/år.

4.2 Kvælstof 1989-2005

Størstedelen af den samlede kvælstofbelastning af Kilen er diffus afstrømning fra det åbne land, herunder det dyrkede opland. Kvælstofbidraget fra det åbne land udgør mere end 90% af det totale bidrag via ferskvand (figur 5).

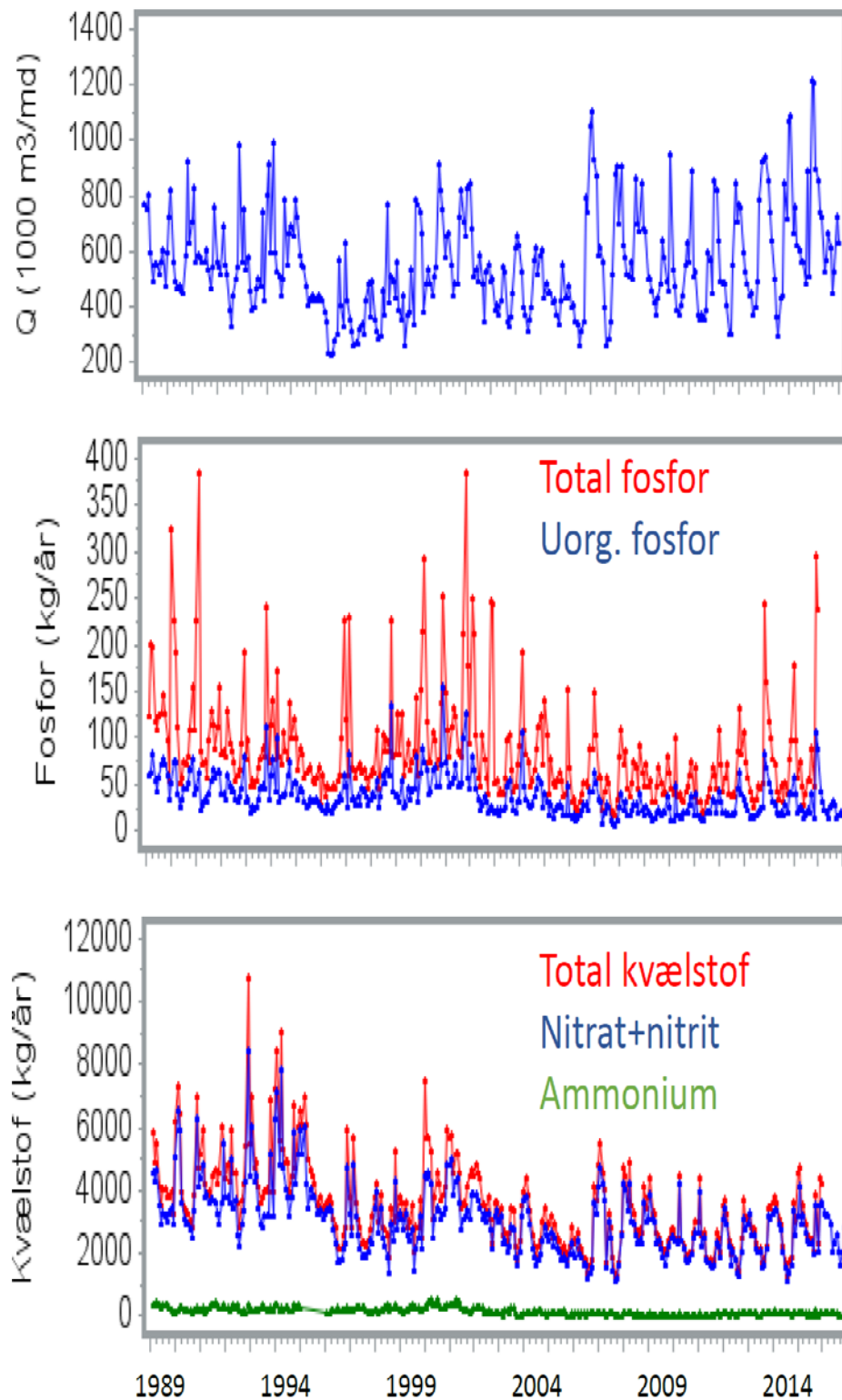
År til år-variationerne i kvælstoftilførslen skyldes især varierende vandafstrømning, idet der udvaskes større kvælstofmængder med stigende vandtilførsel.



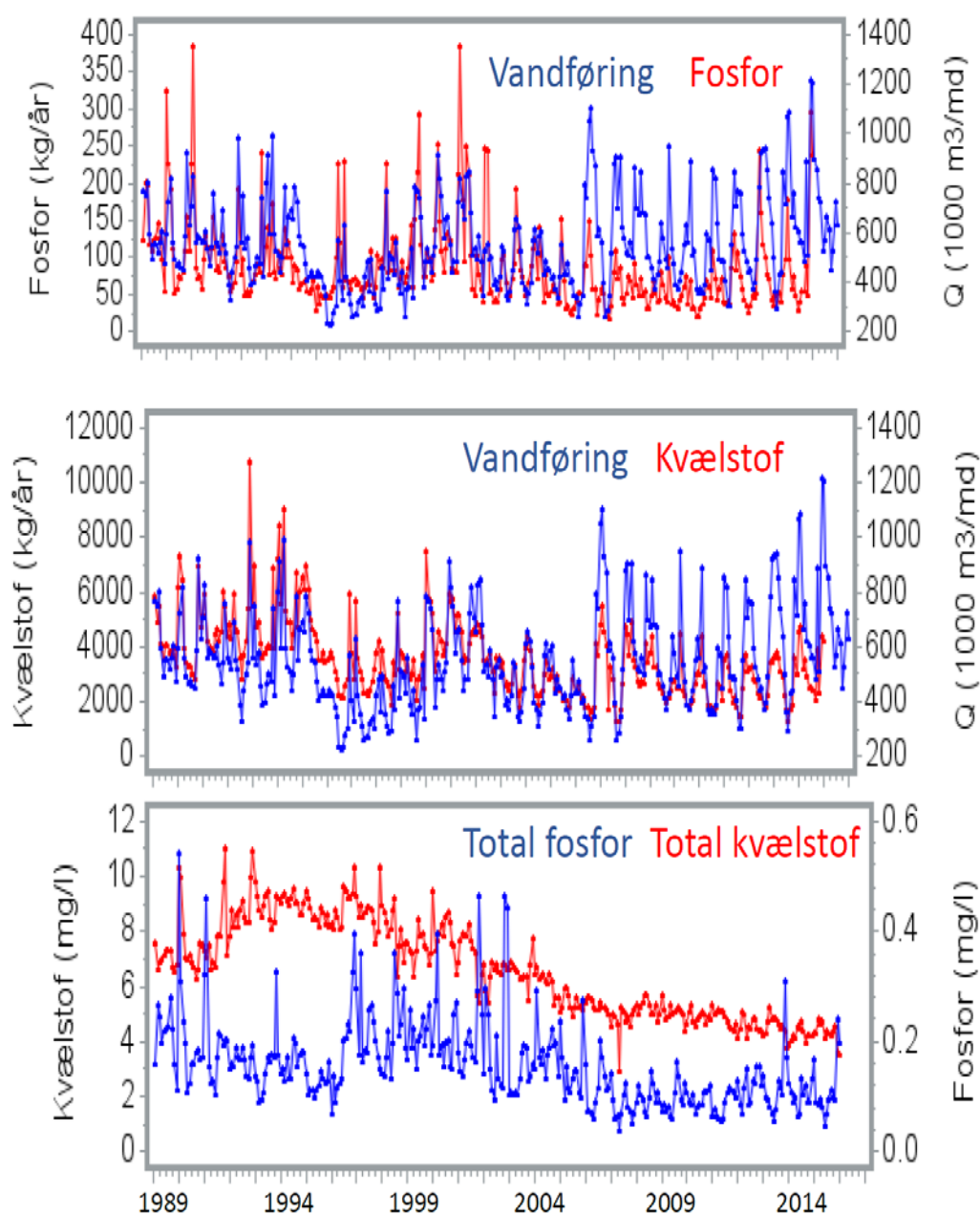
Figur 5. Kildeopsplitning for kvælstof (Miljøstyrelsen, 2004).

4.3 Nye opgørelser af tilførsel

Det har ikke været muligt – inden for rammerne af nærværende projekt – at foretage en tilsvarende opgørelse på hele oplandet, men der er fokuseret på udviklingen i det mest betydende tilløb, Bredkær Bæk, for perioden 1989-2016.



Figur 6. Månedstilførsel af vand, fosfor og kvælstof til Kilen fra Bredkær Bæk i perioden 1989-2016. Fra Bredkær Bæk udgør ca. 48 % af den samlede ferskvandstilførsel. Q er vandføringen.



Figur 7 Månedsbalancer for Bredkær Bæk i perioden 1989-2016 (øverst og midt) samt vandføringsvægtede indløbskoncentrationer af total fosfor og total kvælstof (nederst) i dette tilløb, hvorfra udgår knap 48 % af den samlede ferskvandstilførsel. Q er vandføringen.

Mens den vandføringsvægtede indløbskoncentration for kvælstof har vist en markant faldende tendens siden midten af halvfemserne, er situationen anderledes for fosfor. Der skete et markant fald i indløbskoncentrationen fra perioden før 2004 til perioden efter, men i de seneste 10 år er der ikke, som ellers målsat i vandplanerne, tale om et yderligere fald, måske snarere om en svag stigning i de senere år.

Fosfor i fremtiden

I Vandområdeplan 2015-2021 er der beregnet en årlig middelbelastning for Kilen (metode se <http://mst.dk/media/121345/retningslinjer-vandomraadeplaner-for-anden-planperiode.pdf>). Den er baseret

på belastningen fra punktkilder og det åbne land i perioden 2010-2014 og den ændring i kilderne, der forventes frem imod 2021, dvs. hvis der ikke foretages yderligere indgreb i forhold til de allerede planlagte (baseline 2021) (tabel 2).

Tabel 2. Kildefordeling af fosforbelastning 2010-2014 og baselineeffekten (fra Vandområdeplan 2015-2021).

	Fosfor, kg/år	
	Aktuelt 2010-14	Baseline-effekt
Renseanlæg	0	0
Regnvandsbetingede udledninger	141,6	0
Industri	0	0
Dambrug	153,1	0
Spredt bebyggelse	1.414,4	32,5
Åbent land inkl. spredt bebyggelse		

Den beregnede gennemsnitlige tilførsel af vand (for normalperioden 1990-2014) og fosfor i status (2010-2014) og baseline (2021) fremgår af tabel 4. Forskellen mellem den aktuelle belastning i tabellen ovenfor og den nedenfor angivne statusbelastning skyldes, at den aktuelle belastning i perioden 2010-2014 er "normaliseret" til middelvandføringen gennem hele perioden 1990-2014.

Tabel 3. Statusbelastning og baselinebelastning til Kilen (fra Vandområdeplan 2015-2021).et

Vand, 10 ³ m ³		Fosfor, kg/år	
Status	Baseline	Statusbelastning	Baselinebelastning
11.849	11.849	1.709	1.677

På basis heraf er fosforkoncentrationen i søen i baseline 2021 beregnet som beskrevet i Trolle et al. (2015) (tabel 4). Resultaterne ses i tabel 4.

Tabel 4. Indsatsbehov over for den eksterne tilførsel af fosfor for at opnå en målsat sommerkoncentration i Kilen på 0.053 mg/l. Målte og beregnede koncentrationer i relation til den øjeblikkelige belastning (2010-2014) er også vist (fra Vandområdeplan 2015-2021).

Sødata		Baselineværdier (beregnet)					Krav til målopfyldelse (beregnet)	Indsatsbehov (beregnet)
Søvolumen, 10 ³ m ³	Op-holdstid, år	Q-tilløb, 10 ³ m ³ /år	P-tilløb kg	P-Indløbskoncentration, mg/l	P-koncentration, år, mg/l (OECD)	P-koncentration, sommer, mg/l (OECD)	P-koncentration, sommer, mg/l	Ekstern P tilførsel
9.401	0.79	11.849	1.677	0.141	0.123	0.153	0.053	Ja (952 kg)

Der sigtes mod en sommer middeldkoncentration på 0.053 mg P/l, hvilket kræver en reduktion i tilførslen på 952 kg P årligt til 725 kg (1677 minus 952 kg, tabel 4).

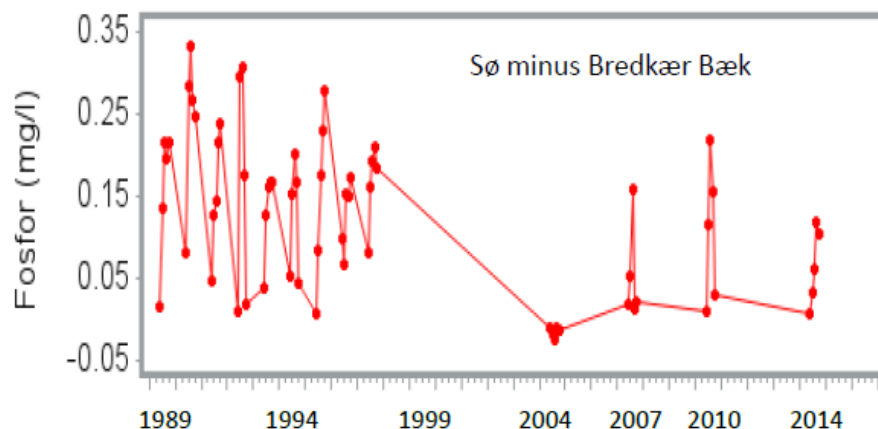
Den samlede tilførsel af fosfor i Bredkær Bæk i perioden 2011-2015 har varieret mellem 584 kg/år i normalåret 2010 (Q=6.27 10³ m³/år) og 1114 kg/år i det våde år 2015 (Q=9,19 10³ m³/år) med en middel på 861 kg/år.

Alene fra Bredkær Bæk har belastningen i gennemsnit for perioden 2011-2015 således været over målsætningen for den samlede årlige belastning til søen på maksimum 725 kg fosfor for målopfyldelse.

I de sidste fem år med fuld opgørelse af belastning (2001-2005) har Bredkær Bæk imidlertid kun bidraget med 57.7-67.5 % (middel 62.5%) af den samlede fosfortilførsel fra ferskvand (punktkilder+ diffus belastning). Antages det, at dette også er gældende for 2011-2015, er den reelle belastning fra ferskvand derfor i dag meget langt fra målsætningen. **Det er således nødvendigt med meget betydelige tiltag, hvis målsætningen på 0.053 mg P/l skal kunne opfyldes.**

Intern fosforbelastning

Et meget groft mål på ændringer i den interne belastning kan opnås ved at se på forskellen i indløbskoncentration (her repræsenteret ved Bredkær Bæk) og søkoncentrationen i sommerperioden (figur 8). Med undtagelse af 2004 har Kilen har tydeligvis en højere koncentration end Bredkær bæk, hvilket indikerer intern belastning om sommeren. Der er tendens til at den interne belastning er aftagende fra 90'erne til efter 2000 og er af kortere varighed, men der er fortsat væsentligt forhøjede koncentrationer i de seneste år. Der synes ikke at være nogen sammenhæng med variationen i saltholdighed (sammenlign figur 8 med figur 9). Det må forventes at den interne belastning falder i takt med reduktionen i den eksterne fosfor tilførsel.



Figur 8 Forskellen i månedsmiddel total fosforkoncentration i Kilen og den vandføringsvægtede månedsmiddel indløbskoncentration i Bredkær Bæk i sommerperioden (maj til september, inkl.) som en grov indikator på intern fosforbelastning.

5. Målsætning og overvågningsresultater fra Kilen

Kilen er i Vandområdeplanen 2015-21 målsat som type 11 sø "brakvands-sø" med krav om god økologisk tilstand. Tilstanden er dog karakteriseret som ringe på baggrund af klorofylindholdet.

Kilen er siden midt 1980'erne blevet overvåget, særligt intensivt i 1990'erne. Siden kommunalreformen i 2007 har staten været ansvarlig for overvågningen af Kilens tilstand. Miljøtilstanden i Kilen er blevet undersøgt intensivt i perioden 1989-1997 i forbindelse med Vandmiljøplanens overvågningsprogrammer, men udgik af programmet i 1997. I 2004, 2010, 2014 og 2016 er søen igen blevet undersøgt, men dog ikke med et så intensivt program som i perioden 1989-1997.

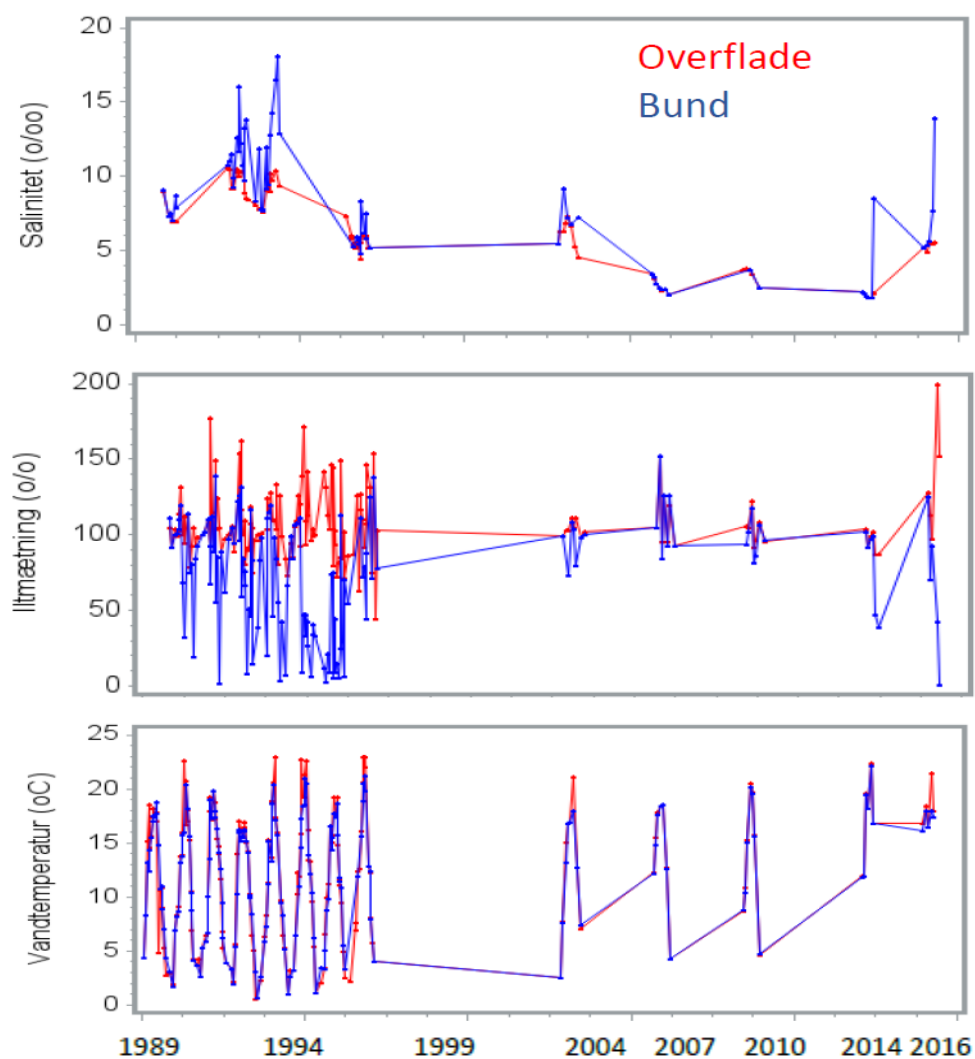
I det følgende gives en oversigt over resultaterne og udviklingen, med særlig vægt på perioden 2004-2016.

5.1 Saltholdighed, temperatur og iltmætning

Siden dæmning og sluse blev etableret først i 1900-tallet, har der været meget varierende saltholdighed i Kilen.

Før i tiden var vandudskiftningen mellem sø og fjord styret af højvandslukke med et stigbord i kanalen mellem Kilen og Struer Bugt. Stigbordet blev styret af den lokale fisker, der lod højvandsklappen stå åben i længere perioder. I starten af 2000 blev sluserne automatiseret. Struer Kommune er ansvarlig for slusepraksis og udarbejdede i 2010 et nyt regulativ for kanalen og slusen. Regulativet har fokus på at lukke saltvand ind i Kilen i sommerhalvåret.

I 1990'erne var saltholdigheden omkring 6-10 promille (op til 18 promille i bundvandet), mens den gennemgående har været lavere, omkring 3-6 promille, i de seneste 10 år, dog med forhøjede bundvandsniveauer i 2014 og i 2016 (figur 8). Variation i saltholdighed er især et resultat af forskellig slusepraksis.

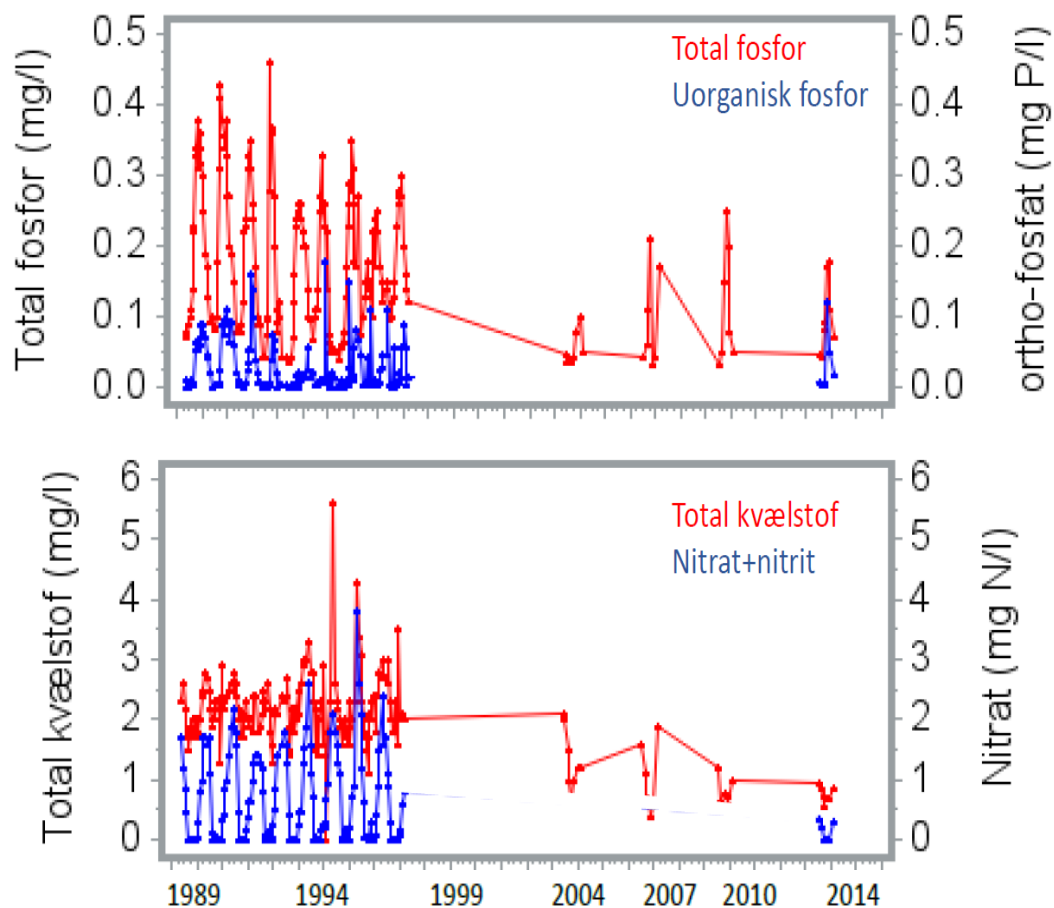


Figur 9. Saltholdighed, iltmætning og vandtemperatur hhv. som gennemsnit for den øverste meter og for dybder større end 3.5 m. Målinger i perioden 1989-2016.

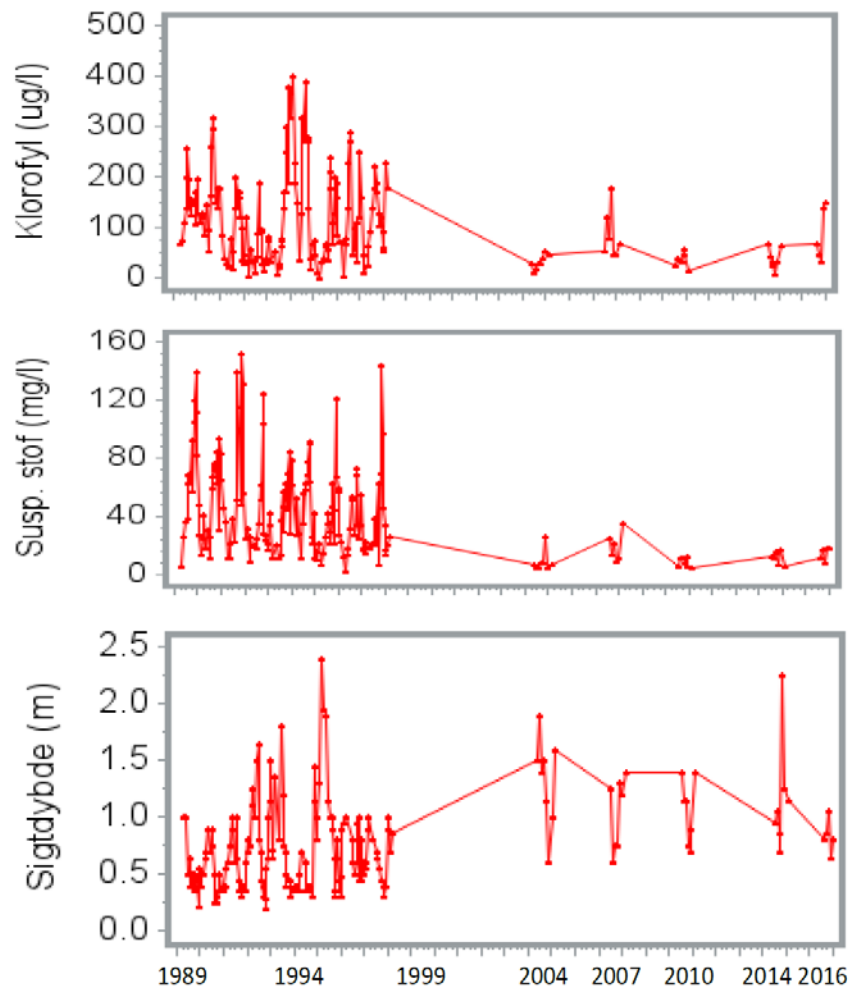
Der er i Kilen det meste af tiden samme temperatur ved bunden som i overfladen (figur 9, nederst). Dette betyder imidlertid ikke, at vandet altid er velopblandet, idet saltvandstilførslen fra Struer Bugt i perioder medfører saltspringlag. I disse perioder falder iltindholdet markant i bundvandet, som kan blive helt iltfrit, som observeret flere gange i 1990'erne og igen i 2016 (figur 8, midt).

5.2 Fosfor og kvælstof

I takt med reduktionen i tilførslen af fosfor og kvælstof er der sket en reduktion i totalfosfor og totalkvælstof i Kilen (figur 10).

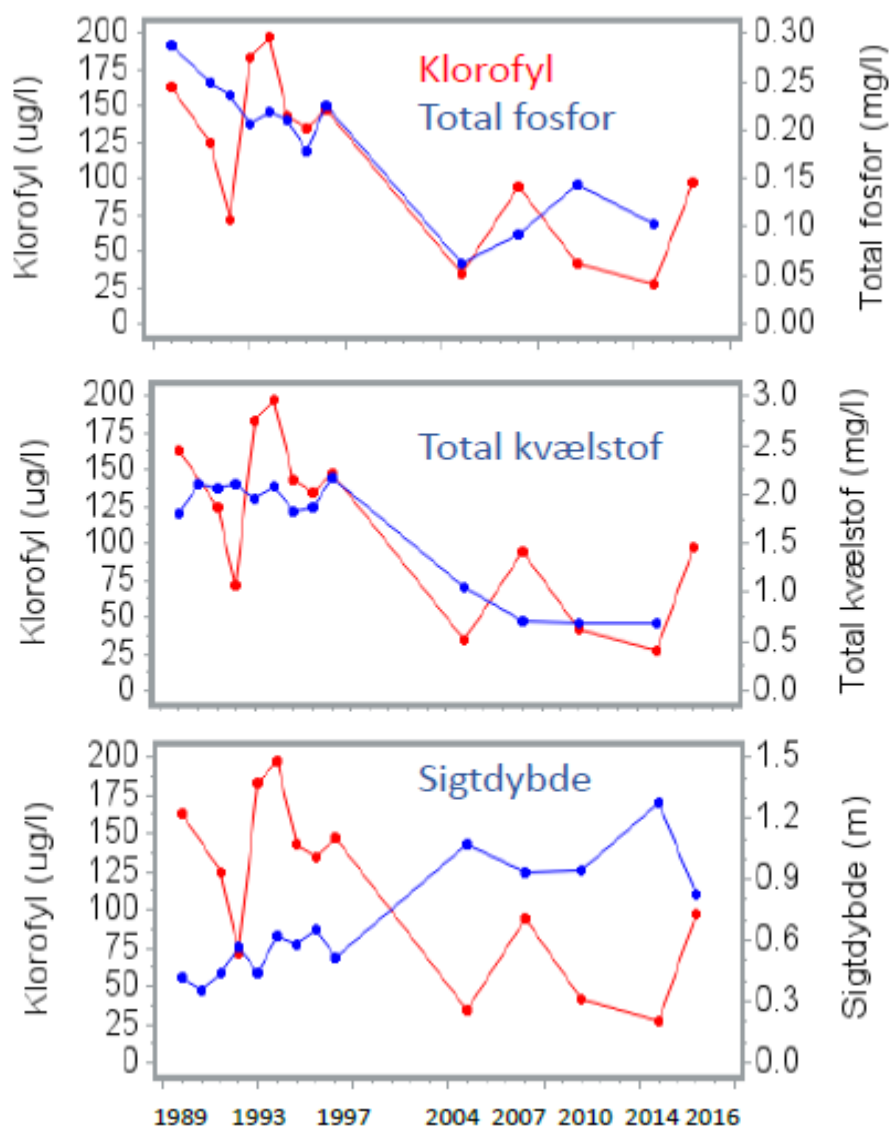


Figur 10. Udviklingen i total fosfor og total kvælstof samt nitrat+nitrit og ortho-fosfat i Kilen i perioden 1989-2014.



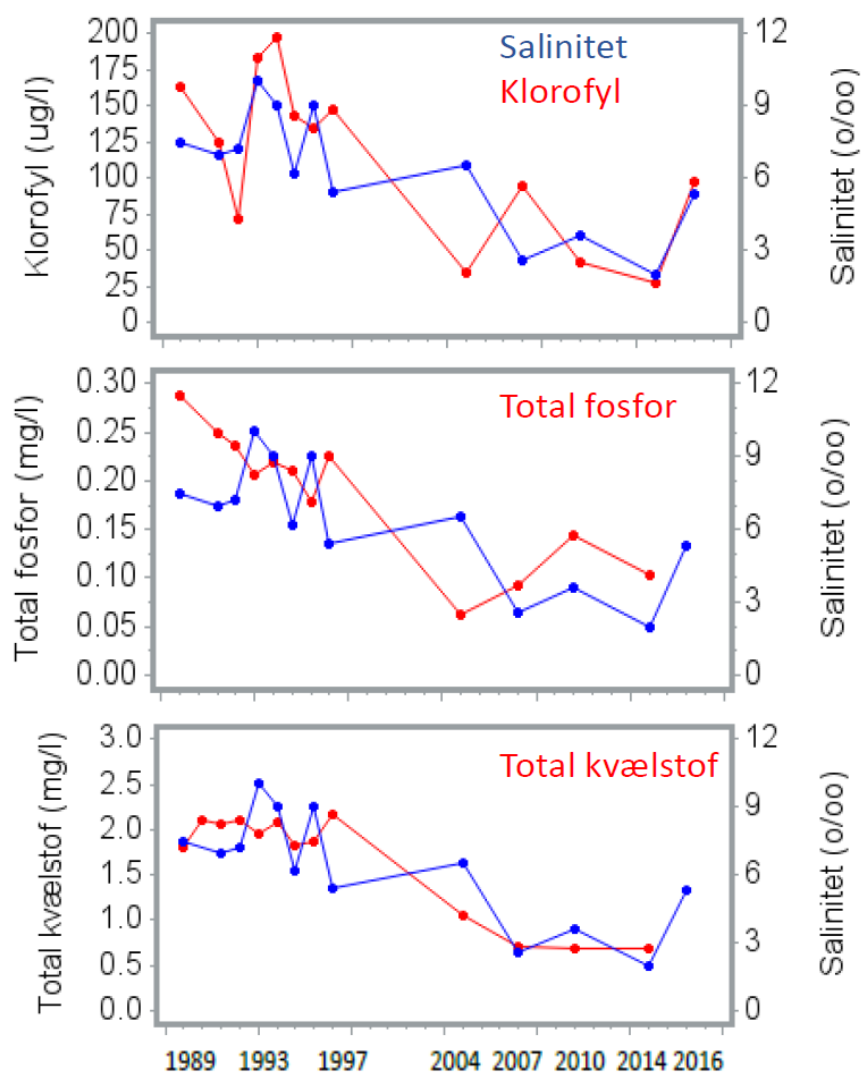
Figur 11. Udviklingen i klorofyl a, suspenderet stof og sigtdybde i perioden 1997-2016.

Klorofyl a niveauet, der er et indirekte udtryk for mængden af planteplankton, og mængden af suspenderet stof er faldet markant om sommeren fra 1990'erne til perioden 2004-2016, og vandets klarhed, målt som sigtdybde, er øget (figur 11 og figur 12). De laveste klorofylniveauer er observeret i 2004, hvor afstrømningen og tilførslen af næringsstoffer var lav sammenlignet med hele den efterfølgende periode.



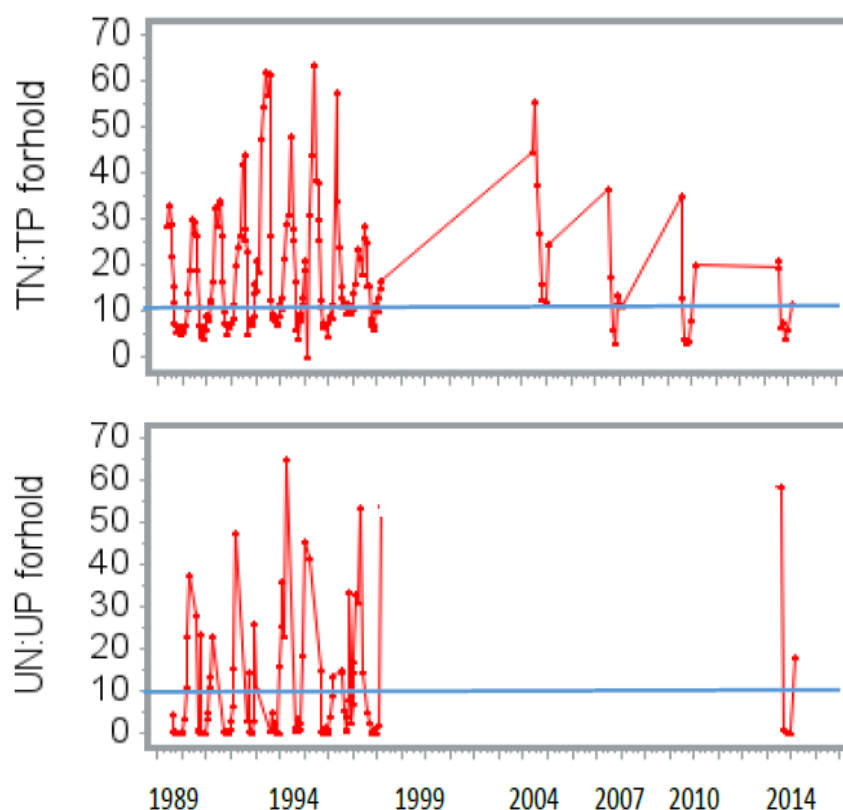
Figur 12. Sommermiddel koncentrationer (maj-okt.) af klorofyl, total fosfor, total kvælstof og sigtdybde i Kilen fra 1989-2016.

Der har været udtrykt bekymring for den stigende saltholdighed efter ændringen i slusepraksis, omkring, hvorvidt stigende klorofyl kan føre til øget algemængde p.g.a. saltlagdeling og iltvind i bundvandet. Der var rigtignok tendens til højere sommerklorofyl i 2016, men maksimumniveauet var ikke større end i 2007, hvor der ikke var saltspringlag, og saltholdigheden var væsentligt lavere. Derimod var afstrømningen størst i 2015-2016, ikke mindst om sommeren, så det kan være forklaringen på forværringen af tilstanden i 2016. Sammenholdes koncentrationerne af fosfor med saltholdigheden (figur 13), ses ingen klare sammenhænge i den seneste 10-års periode. Fosforindholdet er her ikke højere i år med høj saltholdighed, og **der er generelt ikke indikationer på, at den interne belastning af fosfor (frigivelse fra søbunden) om sommeren er højere i år med høj saltholdighed (figur 13).** Det må dog understreges, at datamaterialet efter 2000 er beskedent p.g.a. begrænset overvågning, så der må tages et vist forbehold for denne konklusion.



Figur 13. Sommermiddel koncentrationer (maj-okt.) af klorofyl, total fosfor og total kvælstof sammenholdt med saltholdighed i Kilen fra 1989-2016.

Kvælstof-fosfor forholdet ændres markant over sæsonen med høje værdier i de kolde perioder og lave værdier om sommeren, hvor tabet af kvælstof til denitrifikation og fosforfrigivelsen fra søbunden er høj. I næsten alle år er total kvælstof-totalfosforforholdet (TN:TP) mindre end 10 og for uorganiske fraktioner (UN:UP) tæt på 0 i længere perioder (figur 14).



Figur 14. Udviklingen i kvælstof til fosfor forholdet på vægtbasis i Kilen 1989-2014, hhv. for totalen af de to næringsstoffer (TN, TP) og for deres uorganiske fraktioner (UN:UP). En meget grov tommelfinger regel er, at kvælstof kan være begrænsende for væksten af planteplankton, når forholdet er lavere end 10 (tværgående linje) ellers formentlig fosfor hvis næringsstoffer er begrænsende.

Resultaterne peger endvidere på, at minimumsniveauerne af TN:TP er blevet større fra 2007 og frem, hvilket formentlig kan tilskrives aftagende indløbskoncentrationer af kvælstof. TN:TP værdier under 10 med samtidigt meget lave nitratkoncentrationer og lave UN:UP forhold peger på udpræget kvælstofbegrænsning af planteplankton om sommeren. Lave ortho-fosfat værdier i forår og efterår og samtidigt høje N:P forhold tyder på fosforbegrænsning om sommeren. Dette mønster kendes også fra næringsrige danske ferskvandssøer (Søndergaard et al, (2017). **Dette understreger nytteværdien af at fokusere på både reduktion i fosfor og kvælstoftilførslen til Kilen.**

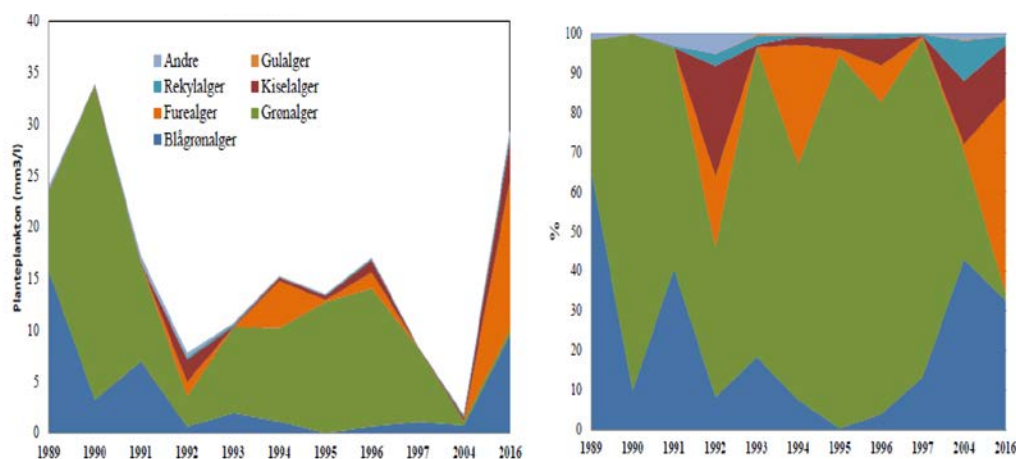
6. Plankton

6.1 Planteplankton

Der er tidligere foretaget en detaljeret analyse af sæsonvariationen i planteplanktonet i 2004 og 1990'erne (Miljøstyrelsen, 2004). Planteplanktonet bestod af både ferske, brakke og marine arter med skiftende dominans af små former (Miljøstyrelsen, 2004).

I nærværende rapport koncentrerer analysen til hovedgrupper og til sommerperioden (figur 14), idet der i 2004 og 2016 kun er taget sommerprøver.

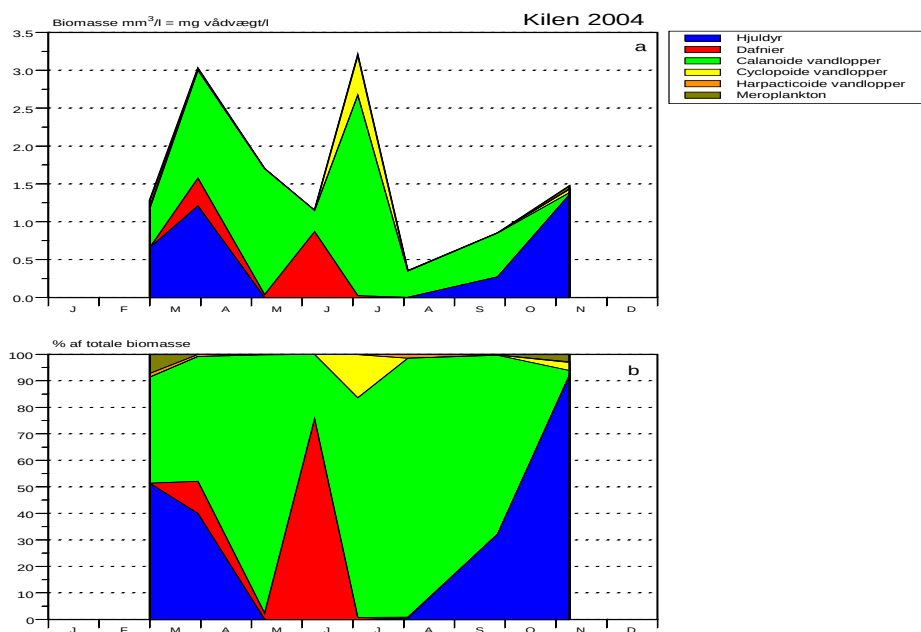
Sommerplanktonet var i de fleste år domineret af blågrønalger og/eller grønalger, med en periodisk høj andel af furealger og kiselalger (figur 15). Furealger var specielt betydningsfulde i 2016, hvor der var et markant salt-springlag. Furealger kan foretage vertikale vandringer og hente næringsstoffer i springlaget eller bundvandet og lys ved overfladen, hvilket giver dem en konkurrencefordel ved lagdeling, der forventeligt betyder højere næringsstofniveauer under springlaget.



Figur 15 Venstre: Sommermiddelt af planteplanktonbiomasse ($\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$) i Kilen i perioden 1980-2016. Højre: procentvis fordeling af planteplanktonets volumenbiomasse i Kilen i 2004. Bemærk tidsakseændring efter 1997.

6.2 Dyreplankton

Dyreplanktonet er sidst opgjort i 2004 (Miljøstyrelsen, 2004).



Figur 16. A: Dyreplanktonbiomasse (mm³/l = mg vådvægt/l) og B: Procentvis fordeling af dyreplanktonets volumenbiomasse i Kilen i 2004 (fra Miljøstyrelsen, 2004).

Dyreplanktonbiomassen var lav, i gennemsnit for perioden 1,3 mg vådvægt/l om sommeren og 1,6 mg/l på årsbasis (figur 16a). Artssammensætningen var karakteristisk for næringspåvirket brakvand.

De calanoide vandlopper dominerede dyreplanktonbiomassen (61 % på årsbasis og 75 % i sommerperioden) (figur 16b). *Eurytemora affinis* dominerede i foråret og *Acartia tonsa* om sommeren. Dette mønster kendes også fra andre danske brakvandssøer. De cyclopoide vandlopper havde meget lille betydning for den samlede dyreplanktonbiomasse. De var repræsenteret af små/meget små populationer af *Oithona similis* (brakvandsart).

Cladoceerne ("dafnierne") havde meget lille betydning for den samlede dyreplanktonbiomasse og var domineret af den marine art *Podon polyphemoides*. Der var spredte forekomster af *Daphnia spp.*, og der forekom også *Bosmina longispina* og den marine art *Evadne nordmanni*.

Dyreplanktonets græsningstryk på planteplanktonet var meget lavt om sommeren, som det ofte ses i brakvandssøer, hvilket tilskrives en stor bestand af småfisk (se næste afsnit). Dyreplanktonet yder derfor kun et meget beskedent græsningstryk på planteplanktonet.

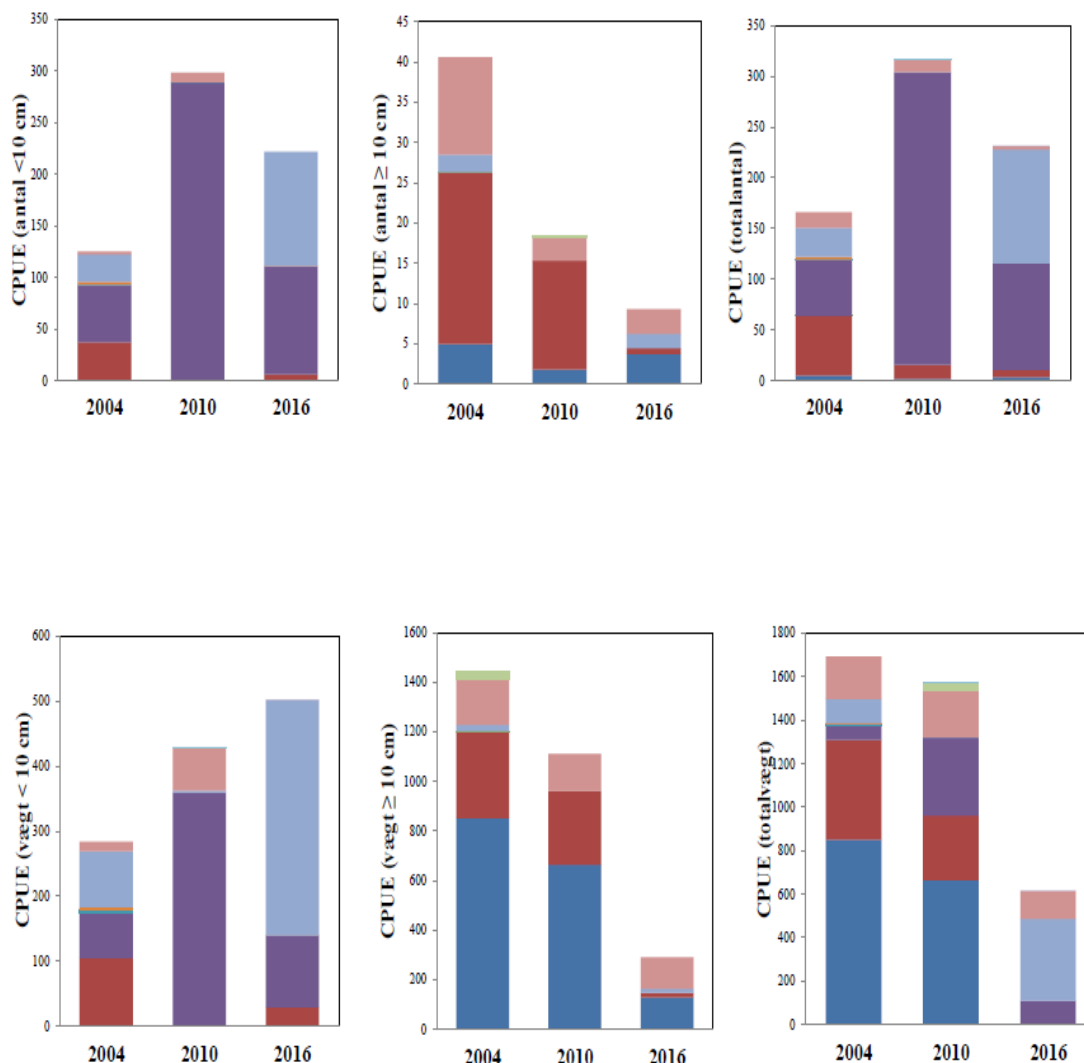
Lysopdræt af 500.000 helt yngel i Kilen medvirker selvfølgelig hertil, men det skønnes at være af marginal betydning, da det svarer til en tæthed på 1 fisk pr 28 m², hvilket er lavt i forhold til tætheden i søen.

7. Fisk

Fiskebestanden i Kilen er undersøgt ved flere lejligheder i perioden 1987-2016. Der er skiftet metode fra 2004 (se NOVANA ekstensiv 1 søer. Lauridsen et al., 2004, Johansson og Lauridsen, 2011), hvilket vanskeliggør en sammenligning af de nyeste undersøgelser med tidligere undersøgelser. Denne rapport vil derfor kun omfatte perioden 2004 til 2016.

Der er anvendt garntypen Modificeret NY-NORDISK-norm gællenet garn, der ud over 12 standardsektioner med maskestørrelser fra 5 mm til 55 mm består af to tillægssektioner med maskevidder på henholdsvis 68 mm og 85 mm. Hver maskesektion er 2,5 m lang og 1,5 m dyb. I Kilen er der anvendt 6 synkende NY-NORDISK-norm garn udvalgt efter et tilfældighedsprincip i et geografisk informationssystem (GIS).

Fiskebestanden i Kilen er domineret af brakvandsarter. Der er fanget i alt 9 arter (helt, smelt, tre- og ni-pigget hundestejle, sild, brisling, ål, sort kutling og kutling sp. (ikke identificeret til art)). Bemærkelsesværdigt er manglen på ferskvandsarterne skalle, aborre og gedde, hvoraf de to sidstnævnte ellers trives vel i brakvandsøer med lav saltholdighed. Som typisk for brakvandssøer (Jeppesen et al., 1994) er CPUE på vægtbasis relativt lav i sammenligning med tilsvarende ferskvandssøer, mens CPUE på antalsbasis er relativt høj. Desuden er andelen af fisk < 10 cm både høj på antalsbasis som i ferskvandssøer, men også på vægtbasis som i mange andre brakvandssøer.





Figur 17. Resultater ved fiskeri med gællenet. Figuren viser gennemsnitlig CPUE (fangst pr. gællenet pr. nat) som antal (øverst) og vægt for hhv. småfisk, fisk >10 cm og totalfangsten fordelt på arter.

I perioden 2004 til 2016 er der sket i fald i den samlede fangst på vægtbasis, mens andelen af fisk < 10 cm er øget både antalsmæssigt og ikke mindst på vægtbasis (figur 17). Som typisk for brakvandssøer med kontakt til marine områder varierer bestandsstørrelserne af de enkelte arter meget fra år til år. Som også typisk for denne type søer varierer bestandsstørrelserne af de enkelte arter af fisk meget fra år til år, men der er også klare trends.

Specielt bemærkelsesværdigt er det meget markante og gradvise fald i helt og smelt på vægtbasis, mens den lille fisk, trepigget hundestejle, er gået markant frem. CPUE på vægtbasis af helt er således faldet fra 851 g pr. net pr. nat i 2004 til 330 g i 2010 og blot 127 g i 2016. CPUE af smelt er faldet fra 457 g pr. nat i 2014 til 257 g i 2010 og blot 50 g i 2016 (figur 17).

Samtidigt er den opportunistiske art trepigget hundestejle, som helt sikkert har nydt godt af faldet i bestanden af smelt og helt, øget fra 70 g pr. net pr. nat til 110-358 g pr. net pr. nat. Bestanden var størst i 2010, hvor brislingebestanden var relativt lav sammenlignet med 2016 og bestod af mange små individer. Brisling har vist store variationer i bestande og var af størst betydning i 2016.

I Kilen findes der ingen typiske rovfisk. Fiskefaunaen er derfor kun i ringe grad reguleret af arternes indbyrdes prædation. Den vigtigste regulerende faktor for de større individer skønnes at være det intensive fiskeri, som foregår i søen. Derudover har formodentlig også adgangsforholdene gennem slusen betydning for ind- og udvandringen af fisk til og fra søen.

8. Undervandsvegetation

Der er i sommeren 2004 gennemført en detaljeret undersøgelse af undervandsvegetationen i Kilen. Undersøgelsen er blevet gennemført efter NOVANA-programmet (Lauridsen et al., 2005). Desuden er der gennemført undersøgelsen i 2007, 2010 og 2016.

Undervandsvegetationen i 2004 var moderat artsrig, idet der blev registreret 10 arter, omfattede 8 arter af blomsterplanter og 2 slægter af trådalger (tabel 5).

Tabel 5. Registrerede undervandsarter i Kilen 18-19 juli 2004 (Miljøstyrelsen, 2004).

Undervandsart	Latinsk navn	Status i søen
Blomsterplanter:		
Almindelig havgræs	<i>Ruppia maritima</i>	Almindelig
Langstilket havgræs	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Spredt
Stor vandkrans	<i>Zannichellia major</i>	Fåtalig
Krybende vandkrans	<i>Zannichellia repens</i>	Meget fåtalig
Børstebladet vandaks	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Meget fåtalig
Hjerterbladet vandaks	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Fåtalig
Kruset vandaks	<i>Potamogeton crispus</i>	Meget fåtalig
Strand-vandranunkel	<i>Batrachium baudottii</i>	Meget fåtalig
Grønalger:		
Vandhår	<i>Cladophora</i> sp.	Almindelig
Rørhinde	<i>Enteromorpha</i> sp.	Spredt

Almindelig havgræs, langstilket havgræs og stor vandkrans vokser kun i brakvand, mens krybende vandkrans, hjerterbladet vandaks, børstebladet vandaks, kruset vandaks og strand-vandranunkel vokser i både ferskvand og brakvand. I 2004 voksede der ved aktuel vandstand undervandsplanter ud til en største dybde på 2,10 m, svarende til 1,95 m ved referencevandstanden. Der fandtes stort set vandplanter over hele søen i et smalt bælte langs bredden, da der er forholdsvis stejle skrænter i søen tæt på bredden (figur 18). Bredzonen er imidlertid forholdsvis smal de fleste steder, og kun i vestenden og langs nordøstbredden var der større arealer med planter (figur 18)

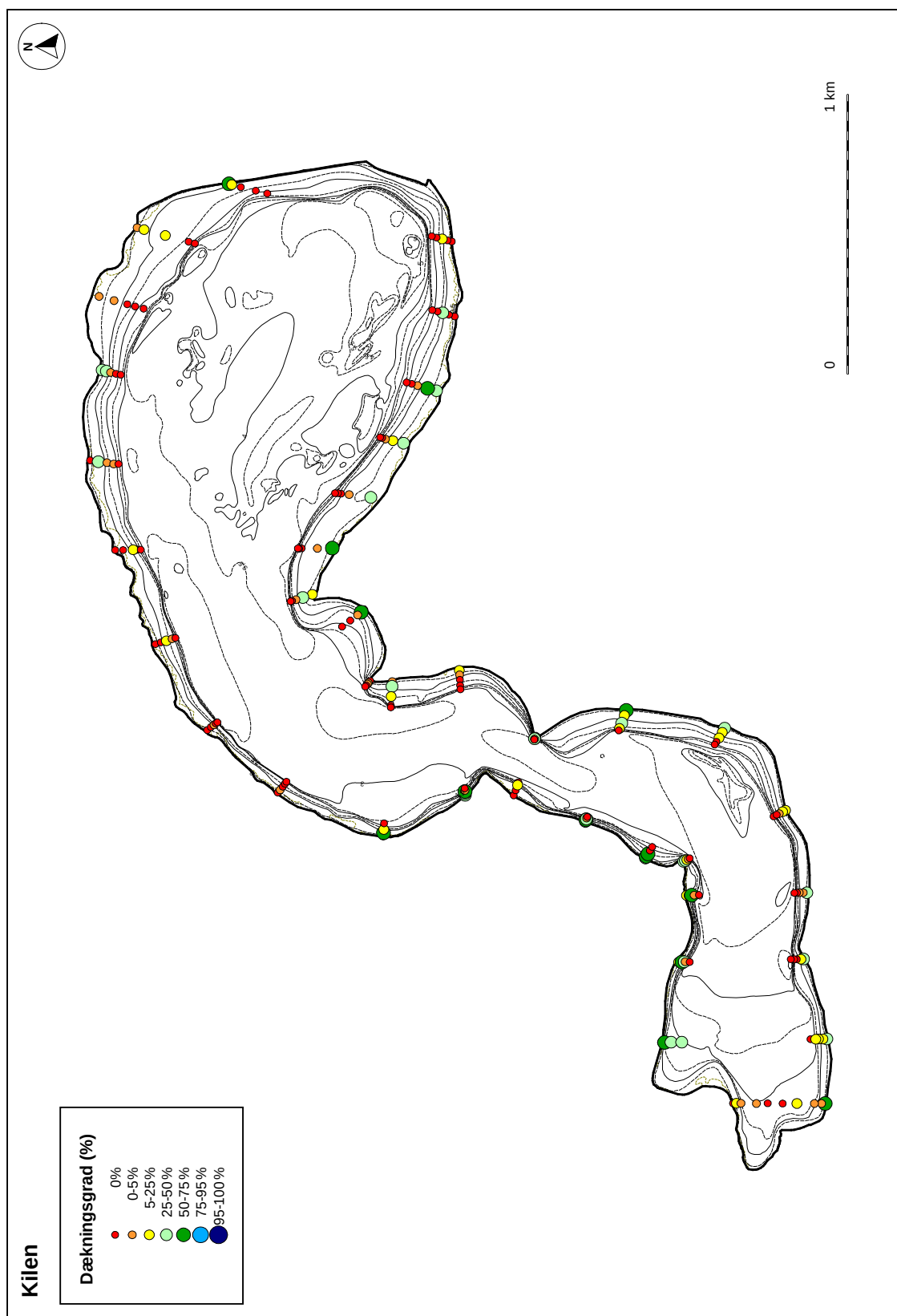
I dette bælte manglede vegetationen kun, hvor der var en blød og ustabil dyndbund samt i tæt rørsump. Almindelig havgræs, langstilket havgræs, vandhår og rørhinde var udbredt over hele søen, men kun Almindelig havgræs havde stedvis større sammenhængende bevoksninger, mens de tre andre arter fandtes spredt. De øvrige arter var kun fåtaligt eller meget fåtaligt forekommende.

Tabel 6. Undervandsarternes forekomst på transektterne i Kilen, 18.-19. juli 2004. Der var i alt 190 observationspunkter på transektterne. Strand-vandranunkel og krybende vandkrans blev ikke registreret på transektterne.

Undervandsart	Antal observationer	Frekvens (%)
Almindelig havgræs	96	50,5
Vandhår	73	38,4
Rørhinde	35	18,4
Langstilket havgræs	27	14,2
Stor vandkrans	13	6,8
Hjerterbladet vandaks	11	5,8
Børstebladet vandaks	2	1,1
Kruset vandaks	2	1,1

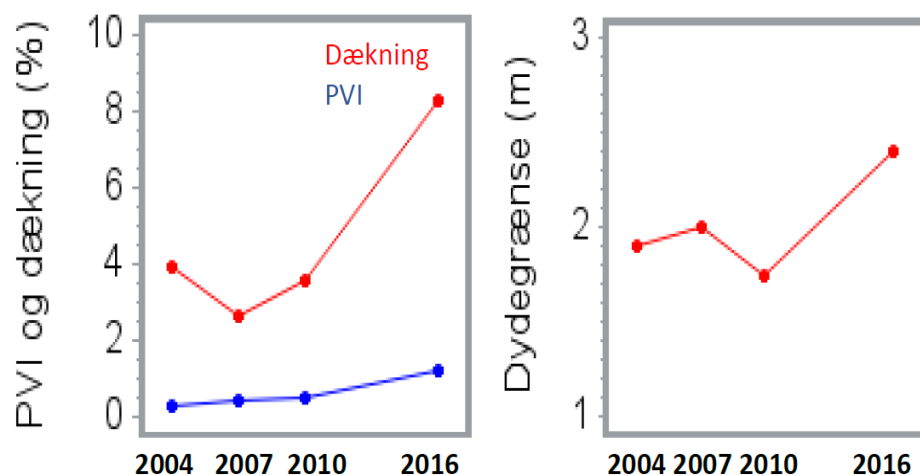
Almindelig havgræs havde den største udbredelse og frekvens, idet den fandtes på 51 % af observationspunkterne på transektterne, men også *vandhår* var udbredt med en frekvens på 38 % af observationspunkterne (tabel 6). Desuden havde *rørhinde* og *langstilket havgræs* en frekvens på henholdsvis 18 % og 14 %. De resterende fire arter havde frekvenser under 7 %.

Undervandsvegetationen havde en dækningsgrad på 15-24 % i dybdeintervallerne 0-0,5, 0,5-1,0 og 1,0-1,5 m, mens dækningsgraden var 3 % i intervallet 1,5-2,0 m. Det relative plantefyldte volumen udviste det samme mønster som for dækningsgraden. Den gennemsnitlige dækningsgrad og dybdeintervallerne er vist i figur 17.

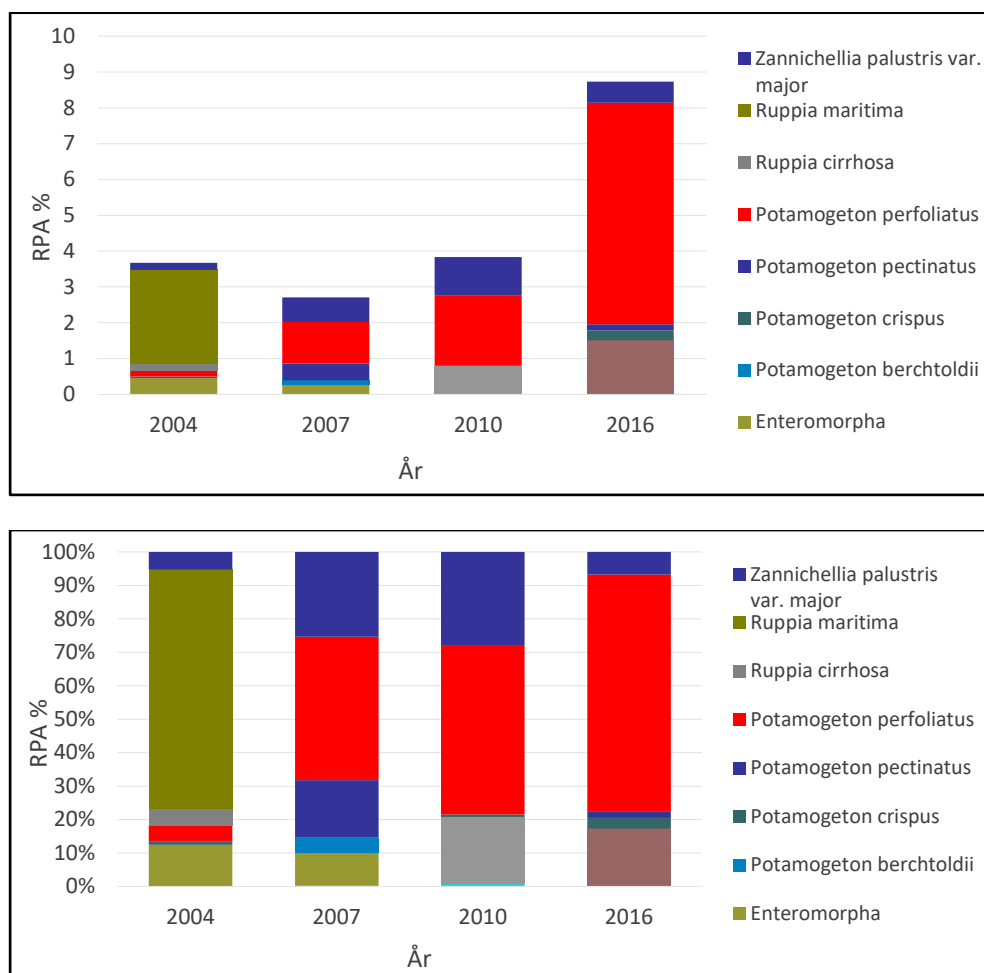


Figur 18. Undervandsvegetationens dækningsgrad i observationspunkterne på transekterne i Kilen, 18.-19. juli 2004 (Miljøstyrelsen, 2004).

Almindelig havgræs var den mest almindelige art, idet den i gennemsnit dækkede henholdsvis 2,7 % af søbunden, mens *vandhår* og *rørhinde* dækkede henholdsvis 0,9 og 0,5 %. De øvrige arter havde dækningsgrader på 0,2 % eller mindre. Arterne dækkede således samlet set kun en lille del af søbunden.



Figur 19. Dækningsgrad og plantefyldt volumen (PVI, samt maksimumsdybdegrænse for undervandsvegetationen i Kilen i perioden 2004-2016.



Figur 20. Absolut og relativ dækningsgrad fordelt på dominerende arter i Kilen i perioden 2004-2016.

Fra 2004 til 2016 er dækningsgraden og det plantefyldte volumen af undervandsplanter øget markant i Kilen (figur 19 og 20). Det plantedækkede areal er øget fra 2.7-4 % i 2004-2010 til 8.3 % i 2016, og planterne når

ud på væsentligt større dybde (fra ca. 2 m i 2004-2010 til 2.4 m i 2016). Det er især hjertebladet vandaks (*P. perfoliatus*) som har haft stor fremgang i de senere år og ikke mindst 2016.

Dette er sket på trods af en dårligere sigtbarhed i vandet i 2016. Det er derfor i højere grad den generelle forbedring i vandkvaliteten over de seneste 10-15 år, som kan forklare den øgede planteudbredelse i søen end vandets klarhed i det givne år. Desuden optræder kransnålsalger for første gang i 2010 og 2016 (tabel 7). Listen består hovedsageligt af arter som er typisk for brakvandssøer.

Tabel 7. Forekomne af undervandsplanter i perioden 2004 – 2016.

Latinsk navn	Dansk navn	2004	2007	2010	2016
<i>Enteromorpha</i>	Rørhindeslægten	x	x		
<i>Potamogeton crispus</i>	Kruset vandaks	x		x	x
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Børstebladet vandaks	x	x	x	x
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Hjertebladet vandaks	x	x	x	x
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Liden vandaks		x		
<i>Ranunculus peltatus</i> ssp. <i>baudotii</i>	Strand-vandranunkel	x			
<i>Ruppia cirrhosa</i>	Langstillet havgræs	x			
<i>Ruppia maritima</i>	Almindelig havgræs	x			
<i>Zannichellia palustris</i> var. <i>major</i>	Stor vandkrans	x	x	x	x
<i>Zannichellia palustris</i> var. <i>repens</i>	Krybende vandkrans	x			
<i>Batrachium</i>	Vandranunkelslægten		x	x	
<i>Chara</i>	Kransnålealgeslægten			x	x

9. Bundfauna

Der er foretaget undersøgelser i Kilen i oktober 2004, som beskrevet i Teknisk anvisning fra DMU 2004 "Overvågningsprogram for Søer".

Bundfaunaen var relativ arts- og individfattigt og omfattede især brakvandsarter som dansemyggen *Chironomus aprilius* og dyndsneflen *Potamopyrgus antipodarum*. Foruden disse arter forekommer flere arter, der er karakteristiske for barbundsfaunaen i næringsrige sø (tabel 8).

Tabel 8. Antalsfordeling af hvirvelløsedyr på barbunden i Kilen i 2004 (fra Miljøstyrelsen, 2004).

Abundans, antal/m ²			Kilen		
			no./m ²	Kol Sum %	N
GLASMYG	CHAOBORIDAE, Glasmyg	Chaoborus flavicans	59,5	1,3%	8
DANSEMYG	TANYPODINAE II	Procladius sp.	654,8	14,1%	8
		Chironomus plumosus gr.	595,2	12,8%	8
		Chironomus semireductus gr.	178,6	3,8%	8
		Chironomus aprilius	892,9	19,2%	8
SNEGLE	HYDROBIIDAE	Potamopyrgus antipodarum	2261,9	48,7%	8
Total			4642,9	100,0%	8

10. Samlet vurdering

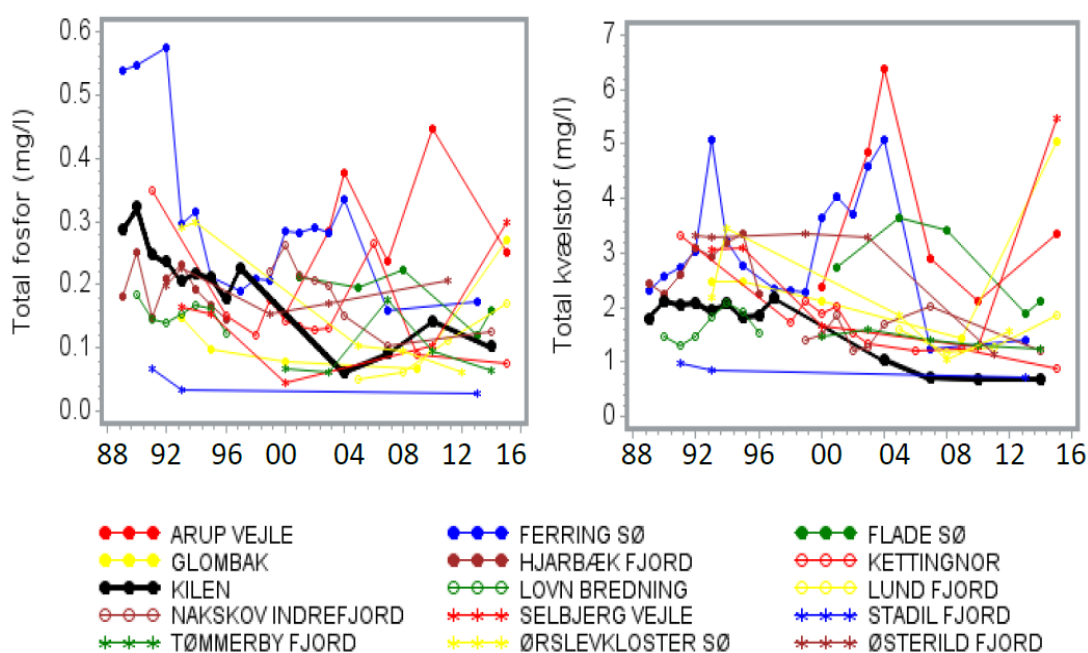
10.1 Tilstand og udvikling

Kilen er en næringsrig, 319 hektar stor brakvandssø beliggende ved Struer. Siden dæmning og sluse blev etableret først i 1900-tallet har der været meget varierende saltholdighed i søen.

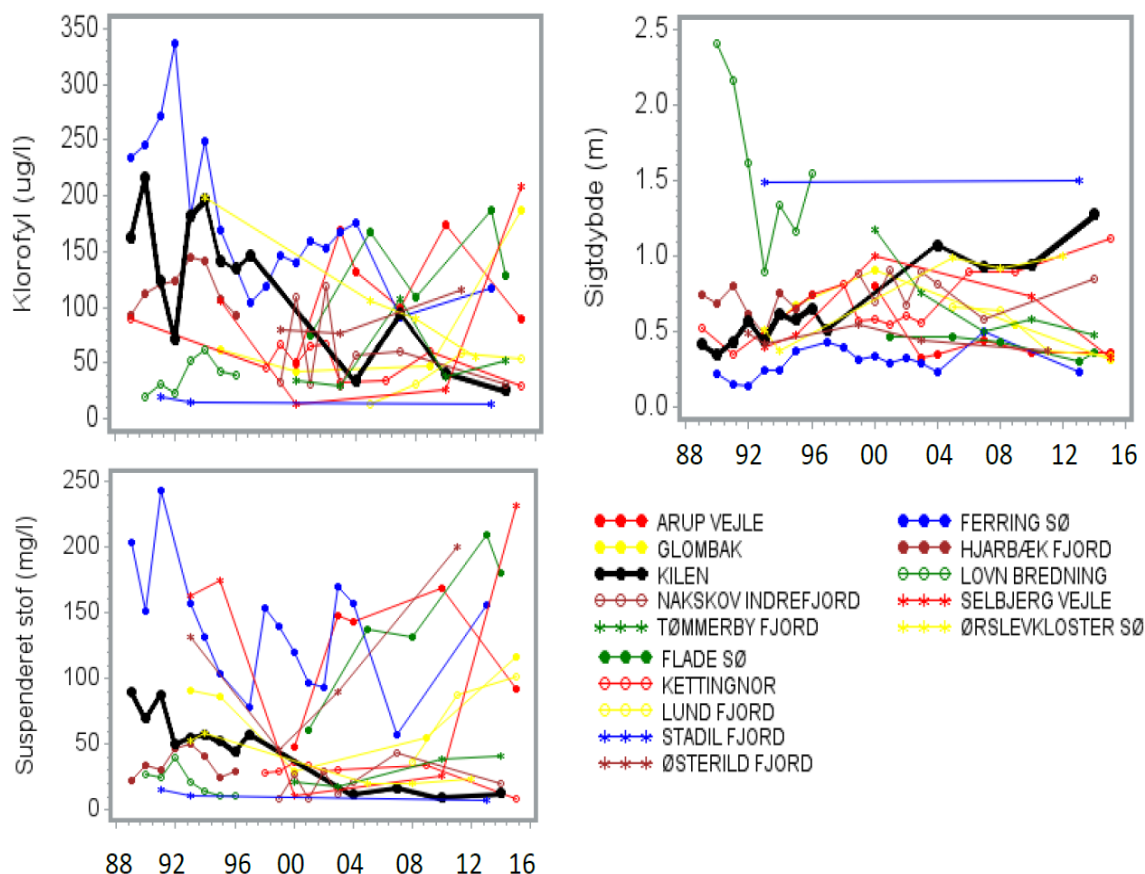
Før i tiden var vandudskiftningen mellem sø og fjord styret af højvandslukke med et stigbord i kanalen mellem Kilen og Struer Bugt. Struer Kommune er ansvarlig for slusepraksis baseret på et regulativ fra 2010, som tager sigte på at lukke saltvand ind i Kilen i sommerhalvåret. I 1990'erne var saltholdigheden omkring 9-10 promille (op til næsten 20 promille i bundvandet), men saltholdigheden har gennemgående været meget lavere, omkring 3-6 promille, i de seneste 10 år. Endvidere var perioderne med saltspringlag hyppigere og mere udpræget i perioden 1987-1994 men igen i 2014 og 2016.

Den betydeligste næringsstofkilde til søen er for både kvælstofs og fosfors vedkommende den diffuse tilførsel fra oplandet. Søen har en målsætning om god økologisk tilstand, og i Vandområdeplan 2015-2021 er reduktionskravet sat til 952 kg fosfor. **Bedømt ud fra massebalance foretaget på det mest betydelige tilløb (Bredkær Bæk), som også er den mest betydelige næringsstofkilde til søen, er reduktionskravet langt fra opfyldt.** Der er ikke sket nogen reduktion i fosforkoncentrationen i Bredkær Bæk-tilløbet i perioden 2004-2016. Kvælstofkoncentrationen er derimod reduceret væsentligt, og der er tendens til, at det også gælder kvælstoftilførslen.

Når det er sagt, er der sket en betydelig forbedring i søen i takt med den reduktion i næringsstofftilførslen, som har fundet sted i de seneste årtier og forbedringen er markant sammenlignet med de fleste andre danske brakvandssøer, for hvilke der foreligger tidserier (figur 21 og figur 22, kun omfattende perioden 1989-2015, så den forringelse i tilstand, som er set i Kilen i 2016, er ikke med her). Kun Kettinge Nor og Ferring Sø viser tilsvarende markante ændringer.



Figur 21. Udviklingen i totalfosfor og totalkvælstof i Kilen (fremhævet, sort) og en række andre danske brakvandssøer i perioden 1989-2015.



Figur 22. Udviklingen i klorofyl, suspenderet stof og sigtdybde i Kilen (fremhævet, sort) og en række andre danske brakvandssøer i perioden 1989-2015.

Både reduktionen i fosfor og kvælstof har været til gavn for Kilens miljøtand. Kvælstof-fosfor forholdet ændres markant over sæsonen med høje værdier i de kolde perioder og lave værdier om sommeren, hvor tabet af kvælstof til denitrifikation og fosforfrigivelsen fra søbunden er høj. I næsten alle år er totalkvælstof-totalfosforforholdet (TN:TP) således mindre end 10 og for uorganiske fraktioner (UN:UP) tæt på 0 i længere perioder. Resultaterne peger endvidere på, at minimumsniveauerne af TN:TP er blevet større fra 2007 og frem, hvilket formentlig kan tilskrives aftagende indløbskoncentrationer af kvælstof. **TN:TP værdier under 10 med samtidigt meget lave nitratkoncentrationer og lave UN:UP forhold peger på udpræget kvælstofbegrænsning af planteplankton om sommeren. Lave værdier af ortho-fosfat i forår og efterår og samtidigt høje N:P forhold tyder på fosforbegrænsning i disse perioder. Dette understreger nytteværdien af at fokusere på både reduktion i fosfor- og kvælstoftilførslen til Kilen.**

Høje værdier af ortho-fosfat i 2016 og væsentlig forskel på koncentrationen af totalfosfor i indløbsvandet og søen om sommeren tyder på fortsat betydelig intern belastning, som dog ikke synes at øges med ændring i saltholdighed, omend datamaterialet til belysning af dette er beskedent. Der er dog ingen idé i at mindske den interne tilførsel af fosfor, så længe den eksterne tilførsel er langt højere end målsætningen. Alle kræfter bør derfor sættes ind på at reducere tilførslen af fosfor og gerne også kvælstof fra oplandet.

Fiskebestanden i Kilen er domineret af brakvandsarter. Der er fanget i alt 9-10 arter (helt, smelt, tre- og ni-pigget hundestejle, sild, brisling, ål, sort kutling, sand kutling og kutling sp. (ikke identificeret til art, måske ikke en ekstra art)). Bemærkelsesværdigt er manglen på ferskvandsarterne skalle, aborre og gedde, hvoraf de to sidstnævnte ellers trives vel i brakvandssøer. Som typisk for brakvandssøer er fangsten i gællenet på vægtbasis relativt lav i sammenligning med tilsvarende ferskvandssøer, mens den er høj antalmæssigt. **Der er sket et markant fald i den samlede CPUE (fangsten pr. gællenet pr. nat) på vægtbasis fra 2004 til 2016, men CPUE af småfisk < 10 cm er øget både antalmæssigt og ikke mindst på vægtbasis.** De kan formentlig tilskrives et hårdt fiskeri på de store individer. **Speciel bemærkelsesværdigt er det meget markante og gradvise fald i helt og smelt på vægtbasis, mens den lille fisk trepigget hundestejle er gået markant frem.** Brisling har vist store variationer i bestandsstørrelse og var af størst betydning i 2016.

Søens fiskebestand består derfor overvejende af små individer, som yder et stort prædationstryk på dyreplanktonet. Biomassen af dyreplankton, som især består af brakvandsarter, er derfor meget lav på trods af, at planteplanktonet overvejende består af spiselige arter. **Græsningstrykket på planteplanktonet er derfor ringe. En regulering af fiskeriet på de større fisk vil til dels kunne rette op på dette, selvom brakvandssøer generelt udviser et lavere græsningstryk på planteplanktonet end ferskvandssøer med tilsvarende næringsstofniveau.**

Planteplanktonet består af både ferske, brakke og marine arter med skiftende dominans og af små former. Sommerplanktonet var i de fleste år domineret af blågrønalger og/eller grønalger, med periodisk høj andel af furealger og kiselalger. Furealger var specielt betydningsfulde i 2016, hvor der var et markant saltspringlag. Furealger kan foretage vertikale vandringer og hente næringsstoffer i springlaget eller bundvandet og lys ved overfladen. Dette giver dem en konkurrencefordel ved lagdeling, der forventeligt betyder højere næringsstofniveauer under springlaget

Undervandsvegetationen er udbredt i hele søen i et relativt smalt bælte indtil omkring 2 meters dybde. Vegetationen mangler kun, hvor der var en blød og ustabil dyndbund samt tæt rørsump. Vegetationen består af arter fra brakvand og arter, som tåler både en fersk og en brak tilstand. *Almindelig havgræs*, *langstillet havgræs*, *vandhår* og *rørhinde* var i 2004 udbredt over hele søen, men kun *Almindelig havgræs* havde stedvis større sammenhængende bevoksninger.

Undervandsplanterne er blevet mere talrige i perioden 2004-2016, Det plantedækkede areal er øget fra 2,7-4 % i 2004-2010 til 8,3 % i 2016, og planterne når ud på væsentligt større dybde (fra ca. 2 m i 2004-2010 til 2,4 m i 2016). Dette er sket på trods af en dårligere sigtbarhed i vandet i 2016. Det er derfor i højere grad den generelle forbedring i vandkvaliteten over de seneste 10-15 år, som kan forklare den øgede planteudbredelse i søen, end vandets klarhed i det givne år.

En række notater har vurderet effekten af at gøre Kilen enten mere salt eller mere fersk i håb om at forbedre miljøkvaliteten og påvirke mængden af dansemyg, der nævnes som en lokal plage i årene, hvor saltholdigheden har været lav (Fishcon, 2003 og 2018).

Undersøgelser i danske brakvandssøer peger på, at saltholdigheden skal mindskes til under 3-4 promille, for at slægten *Daphnia* (dyreplankton) kan etablere sig og give anledning til et højere græsningstryk på planktonalgerne (Jeppesen et al., 1994). En række forsøg i Vejlerne har således vist markante fald i mængden af planteplankton, fosfor og kvælstof, når dyreplanktonet ved lave saltholdigheder skifter fra dominans af calanoide vandlopper (som i Kilen i dag) til *Daphnia* (Jeppesen et al., 2007).

Men det kræver, at forudsætningerne i øvrigt er til stede for en sådan etablering og opbygning af en større bestand af *Daphnia* i søen. Dette er imidlertid ikke tilfældet i Kilen for øjeblikket. Det vil kunne ske, hvis den eksterne fosforbelastning blev reduceret med de 952 kg/år som fastlagt i vandplanerne. Ved for høj belastning, som den er nu, vil der være for mange fisk (især småfisk) i søen, der vil holde *Daphnia* nede på et for lavt niveau til at yde et væsentlig græsningstryk på planteplanktonet. Der bør også være rovfisk til stede (gedde og aborre), som kan regulere småfiskene. Hvis belastningen reduceres, og en rovfiskebestand etableres, vil der under sådanne forhold også være færre dansemyg. Der vil således være mindre næring til rådighed for myggen og større prædation fra fisk – forudsat at fiskeriet ikke er for intensivt.

For nærværende er etableringen af en rovfiskebestand ikke aktuel, da den eksterne belastning af fosfor er alt for høj. Et alternativ er at hæve saltholdigheden til 8-10 promille via regulering af saltvandstilførsel. Det vil øge vandskiftet og tilføre vand med lavere fosforkoncentration end i ferskvandstilløbene. Som beskrevet i notat fra Fishcon (2018) vil en saltholdighedsstigning til 8-10 promille tidligt på sæsonen desuden føre til reduktion i mængden af dansemyg. Tilsvarende blev myggeproblemet ved Hjarbæk Fjord løst ved ændring af slusepraksis og hævnning af saltholdigheden i 1991 (Fishcon, 2018). Da Kilens flora og fauna generelt domineres af brakvandsarter, vil en sådan ændring i saltholdighed ikke betyde væsentlige ændringer her. En sådan saltholdighed vil endvidere ikke have negativ effekt på helt opdræt i søen (Fishcon, 2018). Dansemyggeproblemet er givetvis også øget i de seneste år, hvor fiskebestanden er ændret i retning af små individer, da de større individer er mere bundære i fødesøgning og dermed vil kunne begrænse bestanden af de bundlevende dansemyg-gelarver.

En risiko ved denne løsning er, at der opstår saltspringlag, som kan føre til dårlige iltforhold i bundvandet og dermed potentielt give anledning til øget frigivelse af fosfor fra søbunden. Saltspringlag har ført til iltvind i søen- senest i 2016, men der er ikke noget, som tyder på, at det øger den interne fosforfrigivelse – omend data-materialet til belysning af dette er beskedent p.g.a. af det meget reducerede måleprogram, der er gennemført siden 1997.

En oplagt mulighed er at forsøge med en højere saltholdighed i en periode, hvor søen alligevel ikke kan opnå en god økologisk tilstand p.g.a. en fortsat for høj ekstern belastning. Det skønnes ikke at dette vil betyde øgede lugtskener. Den fremtidige status kan så tages op på ny, når fosfor reduktionskravet er opfyldt, og erfaringsgrundlaget med øget saltholdighed er forbedret. Det sidste kræver dog en mere intensiv monitoring, end tilfældet er i dag.

10.2 anbefalinger

- 1) **Det er nødvendigt, at det planlagte fosforreduktionskrav indfries**, ellers er det ikke muligt, at søen kan opnå god økologisk status, som krævet i Vandområdeplan 2015-2021. Der skal derfor sættes mere effektivt ind over for både punktkilder (inklusive dambrug) og den diffuse tilførsel fra oplandet. Forbedring i miljøtilstand om sommeren kan øges ved fortsat reduktion i kvælstoftilførslen. Det anbefales at foretage en ny detaljeret undersøgelse af belastningen og kildefordeling i oplandet med henblik på at optimere reduktionstiltag. Det forventes at den interne fosforbelastning vil blive gradvist reduceret i takt med ændringerne i den eksterne belastning. Det skønnes at der ikke vil være specifikt behov for at agere over for den interne belastning når den eksterne belastningsmålsætning er opnået, men det kan først endeligt vurderes på dette tidspunkt.
- 2) **Fiskebestanden har udviklet sig i en uheldig retning med stadig flere småfisk.** Det tilskrives intensivt fiskeri på store individer, selvom det ikke helt kan udelukkes, at ændret slusepraksis har spillet ind, idet sild og brisling er blevet mere talrige. Hvis muligt, bør fiskeriet på store individer mindskes.
- 3) **Det foreslås, at saltholdigheden i en periode på f.eks. 10 år øges til 9-10 promille ved sluseregulering med henblik på at forbedre vandkvaliteten (ved øget vandudskiftning) og mindske dansemyggeproblemerne.** Den fremtidige status kan så tages op på ny, når fosforreduktionskravet er opfyldt, og erfaringsgrundlaget med øget saltholdighed er forbedret. Reguleringen bør afvejes mod risikoen for øget vandstand. Det må dog understreges, at høj vandstand også kan skyldes høj ferskvandsafstrømning. Denne har været særlig høj i de seneste år. Som beskrevet i notat fra Fishcon (2018) vil en saltholdighedsstigning til 8-10 promille tidligt på sæsonen føre til reduktion i mængden af dansemyg, der nævnes som en lokal plage i årene, hvor saltholdigheden har været lav. En sådan saltholdighed vil ikke have effekt på helt opdræt i søen (Fishcon, 2018). Dansemyggeproblemet er givetvis også øget med skift til småfisk, da større individer er mere bundnære i fødesøgning. Da søens flora og fauna generelt domineres af brakvandsarter, vil en sådan ændring i saltholdighed ikke betyde væsentlige ændringer her. Desuden er søen målsat som brakvandssø.
- 4) Det foreslås, at **monitoringsfrekvensen øges**, så udviklingen i søen økologiske tilstand bedre kan følges, end tilfældet er i dag. Det foreslås også, at der **udsættes automatisk udstyr til måling af saltholdighed, temperatur og ilt i overflade- og bundvand** på to stationer med henblik på at følge effekten af en regulering af saltholdigheden. Endelig foreslås det at **opstille en dynamisk hydrologisk-økologisk model for bedre at vurdere effekten af tiltag i oplandet og udveksling med vand fra Struer Bugt for derigennem at optimere de nødvendige tiltag til forbedring af miljøtilstanden og til sikring af målopfyldelse.**

11. Referencer

Fishcon APS, 2004. Kilen- Miljø ved ferskvand eller saltvand.

Fishcon APS, 2018. Mulige løsninger på dansemyggeplage i omgivelserne ved Kilen ved Struer. Notat til Struer Kommune.

Jeppesen, E., M. Søndergaard, E. Kanstrup, B. Petersen, R.B. Henriksen, M. Hammershøj, E. Mortensen, J.P. Jensen & A. Have, 1994: Does the impact of nutrients on the biological structure and function of brackish and freshwater lakes differ? - *Hydrobiologia* 275-276: 15-30.

Jeppesen, E., M. Søndergaard, A.R. Pedersen, K. Jürgens, A. Strzelczak, T.L. Lauridsen & L.S. Johansson, 2007: Salinity induced regime shift in shallow brackish lagoons. - *Ecosystems* 10: 47-57.

Lauridsen, T.L., M. Søndergaard, J.P. Jensen, & E. Jeppesen, 2005: Undersøgelser i søer - NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. 234 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 22.

Johansson L.S. og T.L. Lauridsen, 2011: "Fiskeundersøgelser i søer" Teknisk Anvisning nr. S05 på: <http://bios.au.dk/fileadmin/bioscience/Fagdatacentre/Ferskvand>.

Miljøstyrelsen, 2004. Miljøtilstanden i Kilen 1989-2004.

Miljøstyrelsen, 2018. Belastningsopgørelse for Kilen.

Søndergaard M., T. L. Lauridsen, L.S. Johansson & E. Jeppesen, 2017. Nitrogen or phosphorus limitation in lakes and its impact on phytoplankton biomass and submerged macrophyte covers- *Hydrobiologia* 795:35-48.

Trolle, D., M. Søndergaard & R. Bjerring, 2015: Sammenhænge mellem næringsstofftilførsel og søkoncentrationer i danske søer. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 138.