

Utveckling i tiden

PER OLSSON & FREDRIK LUNDRÉN

Inledning

En gång vart tredje år ska en så kallad 3-årsrapport göras enligt kontrollprogrammet. Denna rapport ska redovisa utvecklingen i tiden för ingående undersökningsmoment som ingår eller har ingått i ÖVF:s kontrollprogram. Detta innebär hydrografi, växtplankton, bottenfauna, ålgräs och miljögifter i fisk och mussla. Även belastningssituationen med näringsämne-transporten från kommunala och industriella reningsverk samt vattendrag ska redovisas. Om möjligt ska alla data från och med år 1990 redovisas och analyseras. Där så är möjligt ska även klimatvariationer av betydelse redovisas. I följande kapitel redovisas utvecklingen i tid för belastning från reningsverk/vattendrag, hydrografi, växtplankton, bottenfauna ålgräs samt miljögifter i biota. Alla data har i figurer och analyser delats in i 4-5 delområden, beroende på delmomenten: Höganäs/Helsingborg, Helsingborg, Lundåkrabukten, Lommabukten samt Klagshamn/Höllviken.

Belastning - tillskott från land

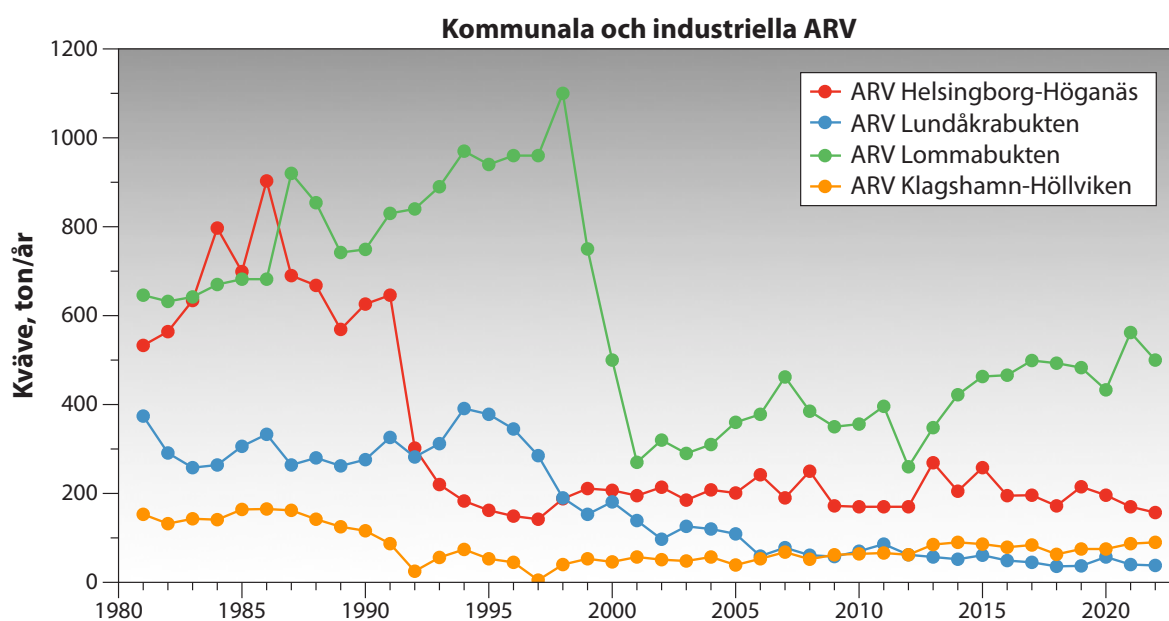
Reningsverk (ARV)

I detta moment är kommunala och industriella reningsverk (ARV) sammanslagda för respektive område. Data-materialet sträcker sig tillbaka ända till 1981 och baseras på material som sammanställts av Länsstyrelsen Skåne. Reningsverk enligt tab. 1 ingår i materialet.

Reningsverket i Höganäs emottager avloppsvatten från Höganäs tätort och omkringliggande tätbebyggda områden inom kommunen. Reningsverket i Helsingborg (Öresundsverket) mottager avloppsvatten från Helsingborg tätort samt omkringliggande tätbebyggda områden inom kommunen. Reningsverket i Landskrona (Lundåkraverket) har Landskrona tätort, och alla mindre omkringliggande tätorter samt några mindre tätorter i västra delarna av Svalövs kommun som upp-tagsområde. Det kan nämnas att utloppen från renings- verken i Kävlinge (som mottager avloppsvatten från hela Kävlinge kommun) och Borgeby (som mottager avloppsvatten från Bjärred, Borgeby, Flädie och Fjelle) mynnar i Kävlingeån varför deras bidrag ingår i trans- porten för detta vattendrag. Samma gäller för Lunds

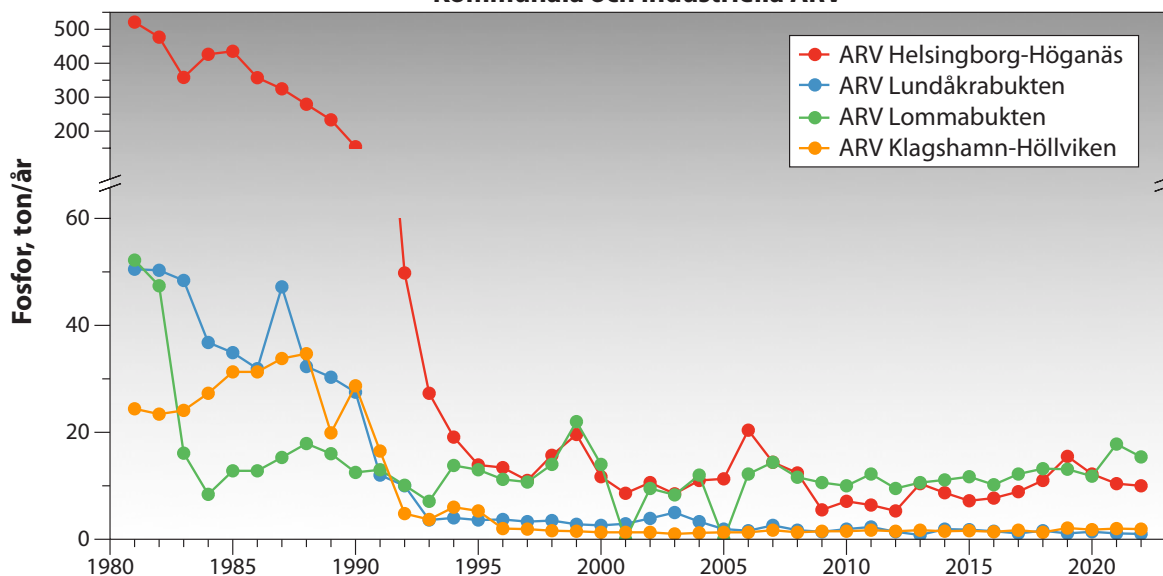
TABELL I. Sammanställning över ingående avloppsreningsverk i respektive delområde.

| Höganäs-Helsingborg | Lundåkrabukten | Lommabukten | Klagshamn-Höllviken |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------------|
| Höganäs ARV | Landskrona ARV | Lundåkraverket | Sjölunda ARV |
| Helsingborg ARV | Öresundsverket | LSR Landskrona | Klagshamns ARV |
| Kemira Kemi AB | Hydro Agri AB | | Skanör-Falsterbo ARV |
| Scandinavian Silver Eel | Scandust AB | | |



FIGUR 1. Utvecklingen i bidragen av totalkväve i ton/år från kommunala och industriella reningsverk (ARV) under perioden 1981-2022. Materialet är indelat i delområden enligt legenden.

Kommunala och industriella ARV



FIGUR 2. Utvecklingen i bidragen av totalfosfor i ton/år från kommunala och industriella reningsverk (ARV) under perioden 1981-2022. Materialet är indelat i delområden enligt legenden.

ARV som mynnar i Höje å och därför ingår i transporten för denna å. Reningsverket Sjölunda är Öresundskustens största reningsverk och mottager avloppsvatten från större delen av Malmö, Burlövs kommun, Bara, Klågerup, Staffanstorp, Hjärup och Lomma tätort. Reningsverket Skanör-Falsterbo är numera nedlagt och allt avloppsvatten skickas från och med 1995 till Klagshamns ARV. Till Klagshamn leds avloppsvatten från Limhamn, Bunkeflo, Klagshamn, Tygelsjö och hela Vellinge kommun.

TOTALKVÄVE

I figur 1 kan man se att ARV i Helsingborg-Höganäs och Lommabukten har de högsta bidragen av totalkväve under hela perioden 1981-2022. Generellt har bidragen från Öresundsverket, Helsingborg, varit 4-5 gånger större än Höganäs ARV. Under början av 90-talet sker en betydande minskning från båda verken, sannolikt beroende på införande av biologisk kvävereduktion. I Lommabukten är det endast Sjölunda ARV som har utsläpp direkt till havet och här sker en tydlig minskning i slutet av 90-talet. Ungefär samtidigt sker en tydlig minskning även från ARV Lundåkrabukten i Landskrona, framför allt från Lundåkraverket. Denna minskning fortsätter successivt och är nu till stor del beroende på minskade utsläpp från Hydro Agri. Vid Klagshamns ARV, sker en viss minskning i början av 90-talet. Från omkring år 2000 är utsläppen ganska konstanta för alla de fyra delområdena, men om hela perioden 1981-2022 beaktas är det tydligt att kväve-bidragen minskat, f.f.a. från de två stora, ARV Öresundsverket och ARV Sjölunda.

TOTALFOSFOR

Även för totalfosfor kan man se tydliga minskningar under perioden, med de största minskningarna i början

av 90-talet. (Fig. 2). Den mest drastiga minskningen är för Helsingborg-Höganäs men här är det minskningen från Kemira Kemi som har betytt mest. Under 80-talet var bidraget från denna industri ca 4 gånger större än för de båda kommunala ARV tillsammans. Även vid Lundåkrabukten skedde en kraftig minskning i början av 90-talet, nästan helt beroende på den kraftiga minskningen i fosforutsläpp från Hydro Agri. Från mitten av 90-talet har utsläppen varit ganska konstanta, med mest bidrag från Öresundsverket ARV och Sjölunda ARV.

Vattendrag

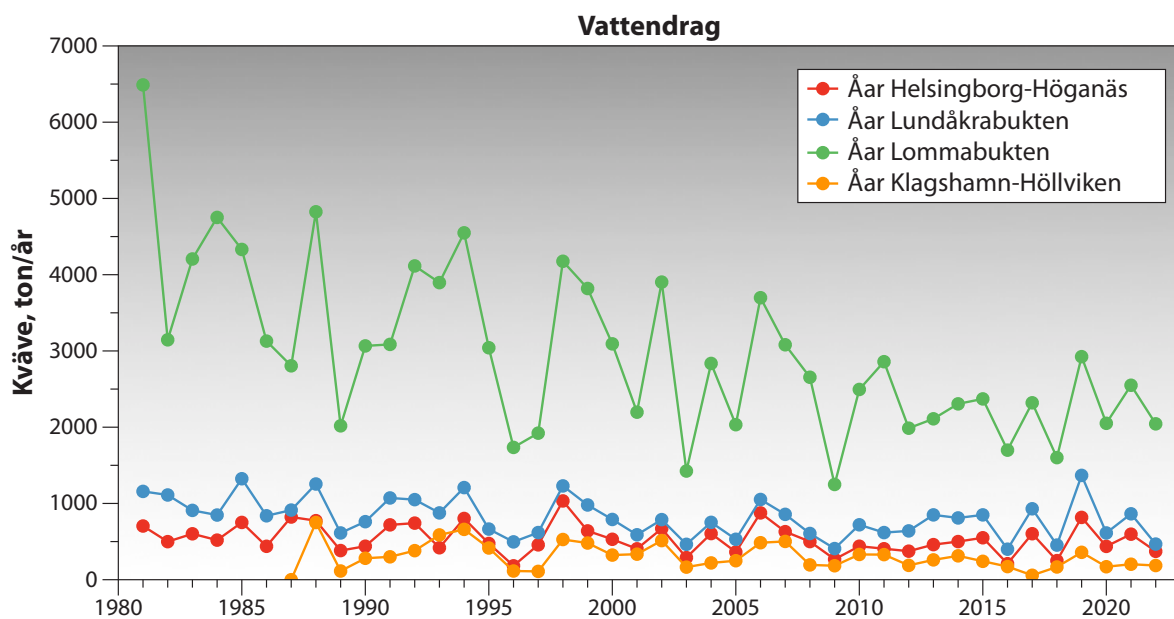
I tabell 2 redovisa vilka vattendrag som bidrar till respektive delområde. Lommabukten har tre relativt stora vattendrag, som dessutom är recipienter för kommunala ARV i Kävlinge, Borgeby och Lund. Data är erhållna från sammanställningar av Länsstyrelsen Skåne samt från årsrapporter från de olika vattendragsförbunden och vattenråden

TOTALKVÄVE

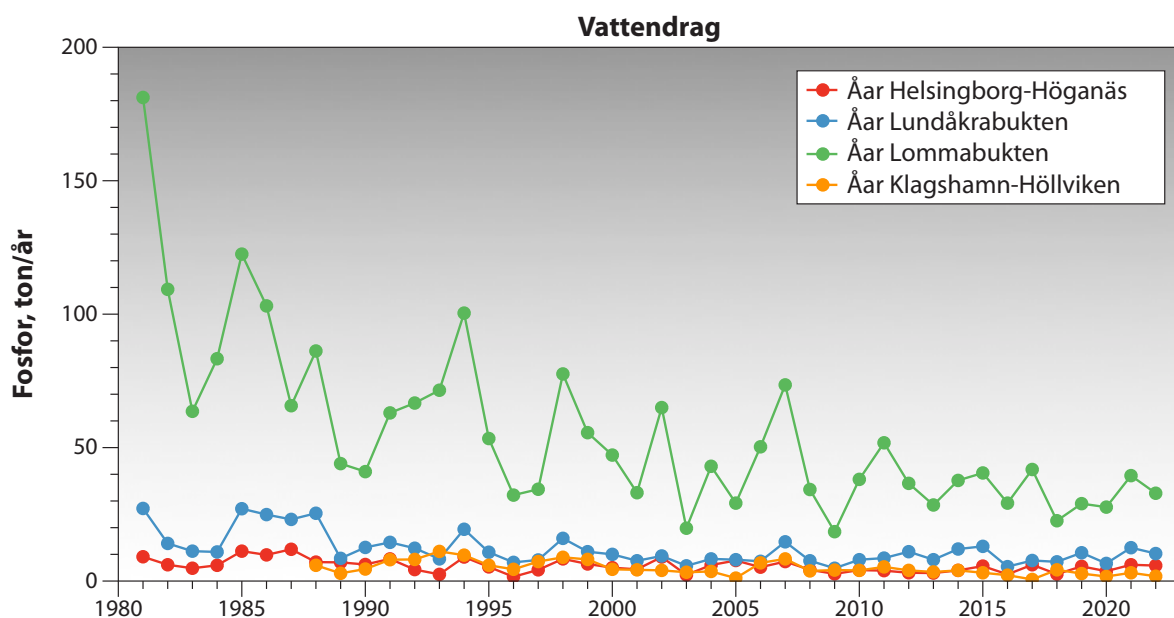
I figur 3 visas kvävebidragen för vattendragen i de fyra delområden. Det som sticker ut är hur dominerande Lommabukten är med sina tre stora vattendrag, Kävlingeån, Höje å och Segeån. Av dessa tre är Kävlingeån klart störst. Under perioden 1981-2022 kan man se en successiv minskning i transporten av kväve till Lommabukten, en minskning som nog både kan

TABELL 2. Sammanställning över ingående vattendrag i respektive delområde.

| Höganäs-Helsingborg | Lundåkrabukten | Lommabukten | Klagshamn-Höllviken |
|---------------------|----------------|-------------|---------------------|
| Råån | Saxån | Kävlingeån | Bunkeflod diket |
| | | Höje å | Tygelsjöbacken |
| | | Segeån | Skumparps diket |
| | | Alnarpsån | Vellingebäckarna |



FIGUR 3. Utvecklingen i bidragen av totalkväve i ton/år från vattendrag under perioden 1981-2022. Materialet är indelat i delområden enligt legenden.



FIGUR 4. Utvecklingen i bidragen av totalfosfor i ton/år från vattendrag under perioden 1981-2022. Materialet är indelat i delområden enligt legenden.

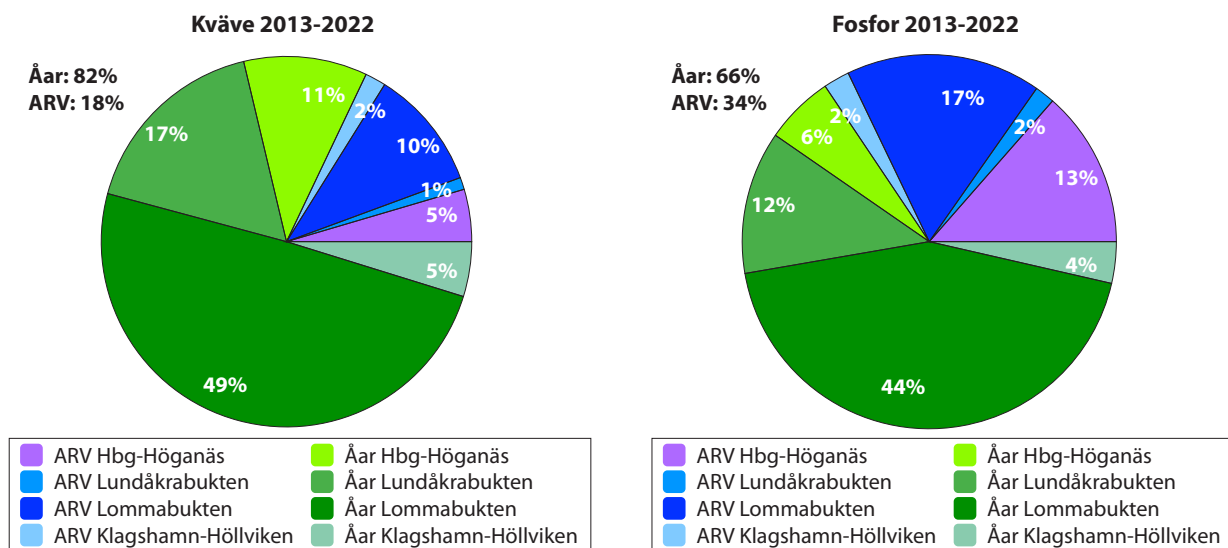
förklaras med förbättringar i kväveretentionen i vattendragen och förbättringar i de ARV som släpper direkt i vattendragen. För övriga tre områden kan man också se minskningar under perioden.

TOTALFOSFOR

Även för fosfortransporten dominerar Lommabukten helt med sina tre stora vattendrag och bidragande ARV (Fig. 4). En tydlig minskning ses under hela perioden 1981-2022, troligen av samma skäl som för kväve. Men även för de tre övriga områdena sker minskningar sett för hela perioden.

Fördelningen mellan ARV och vattendrag

Av intresse kan vara att studera om det är reningsverk eller vattendrag som står för de viktigaste bidragen av näringsämnestransporter. För att få en så rättvis bild av detta som möjligt redovisas transportererna av kväve och fosfor för respektive delområde och respektive ARV och vattendrag med medelvärden för en 10-årsperiod 2013-2022. Anledningen till detta är att transportererna i vattendrag kan variera väsentligt mellan åren beroende på nederbörden, medan transporten från ARV är relativt konstant för de senaste 10 åren. För att jämma ut variationerna är medelvärden beräknade för respektive delområdes bidrag. Respektive medelvärde för ARV och



FIGUR 5. Fördelningen mellan kommunala/industriella reningsverk (ARV) och vattendrag (år) i olika delområden för totalkväve och totalfosfor. Fördelningen baseras på medelvärden i tillförsel under 10 år, 2013-2022.

vattendrag för de olika delområdena är dividerade med medelvärdet av det totala bidraget för kväve respektive fosfor.

I figur 5 redovisas relationerna mellan vattendrag och ARV för kväve respektive fosfor. För kväve står vattendragen för drygt 80% av den totala kvävetransporten till Öresund. Cirka hälften av all kvävetransport till Öresund står vattendragen i Lommabukten för. Närmast i bidrag är Lundåkrabukten med Saxån-Braån med 17%. Av ARV är Sjöbo i Lommabukten störst med 10% av bidragen.

För fosfor är relationerna närmare mellan vattendrag och ARV, med 2/3 av transporten från vattendrag och 1/3 från ARV. Återigen är det vattendragen i Lommabukten som är klart störst med ca 44%, medan Saxån-Braån i Lundåkrabukten bidrar med ca 12%. De två stora ARV i Helsingborg och Sjöbo är med 13 respektive 17% större bidragsgivare än tre av vattendragsområdena.

Om man för kväve inte beaktar kostnaden per ton i reducering, verkar miljön vinna mest på en reduktionsminskning i vattendragens transporter ut i havet. Detta är speciellt tydligt i Lommabukten med fem gånger högre bidrag från vattendrag än från ARV och Lundåkrabukten med 17% resp. 1% för vattendrag resp. ARV. För övriga delområden står vattendragen för ca 2 gånger mer bidrag.

För fosfor är vattendragen i Helsingborg-Höganäs och Klagshamn-Höllviken Lommabukten bidrag mer än dubbelt så stort som för ARV, medan vattendragen i Lundåkrabukten, i.e Saxån-Braån, står för mer än sex gånger utsläppen relativt ARV.

Sammanfattning belastning

- Mycket tydliga minskningar i bidragen av både kväve och fosfor från både kommunala och industriella

reningsverk under perioden 1981-1999, varefter förändringarna är mindre. De senaste 20 åren dominerar de kommunala reningsverken i belastning.

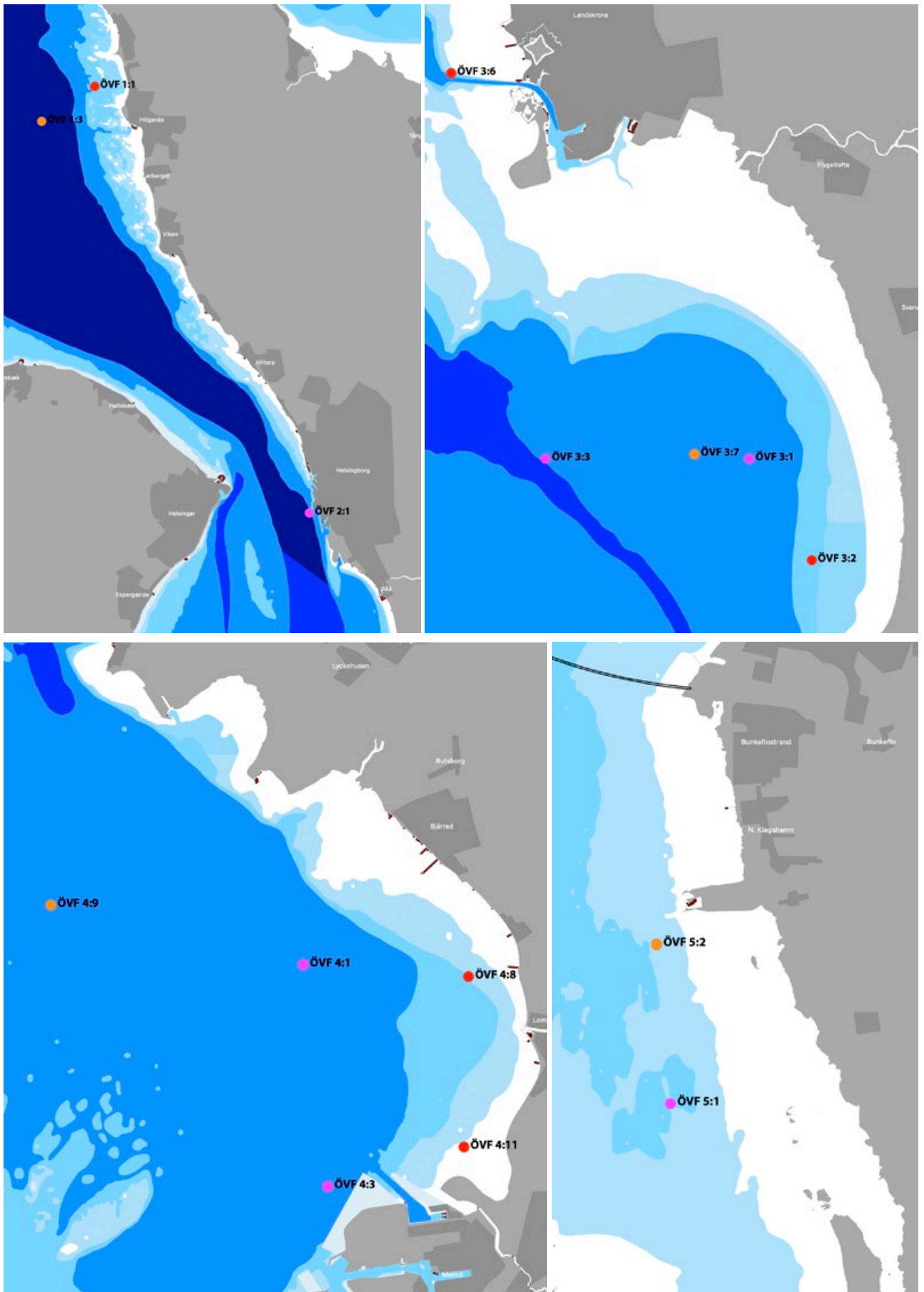
- Successiva minskningar i transporter av både kväve och fosfor under perioden. Lommabukten, med tre stora vattendrag, dominerar i belastning om hela Öresund beaktas.
- Vattendragens andel av belastningen under de senaste 10 åren är ca 80% för kväve och ca 70% för fosfor.

Hydrografi

Under åren 1990-2023 har det utförts hydrografiska undersökningar i hela Öresund, där flera stationer har haft en provtagningsfrekvens på 12-14 gånger per år. Dock har stationsplaceringarna ändrats vid ett flertal tillfällen under årens lopp. I tabell 3 och figur 6 redovisas de sta-

TABELL 3. Sammanställning över de hydrografistationer som använts i analyser under perioden 1990-2023 i respektive delområde.

| Delområden | Provtagningsår | Vattendjup, m |
|----------------------------|----------------|---------------|
| Höganäs-Helsingborg | | |
| ÖVF 1:1 | 1990-2020 | 8 |
| ÖVF 1:3 | 2021-2023 | 22 |
| Lundåkrabukten | | |
| ÖVF 3:1-3:3 | 1990-1996 | 17-20 |
| ÖVF 3:2 | 1997-2020 | 7 |
| ÖVF 3:7 | 2021-2023 | 17 |
| Lommabukten | | |
| ÖVF 4:1 | 1990-1996 | 12 |
| ÖVF 4:8 | 1997-2020 | 6 |
| ÖVF 4:9 | 2021-2023 | 14 |
| Klagshamn-Höllviken | | |
| ÖVF 5:1 | 1990-1996 | 6 |
| ÖVF 5:2 | 1997-2023 | 6 |



FIGUR 6. Placering av hydrografstationer i olika delområde. Violetta punkter = 1990-96, röda punkter 1997-2020, orange punkter 2021-2023. Observera dock att punkt 5:2 provtagits 1997-2023. Även hydrografstationer som ej använts för analyser visas, t ex ÖVF 2:1 utanför Helsingborg, ÖVF 3:6 utanför Landskrona och ÖVF 4:3 och 4:11 i Lommabukten.

tioner som använts för tillbakablicken 1990-2023.

I tabellen redovisas inte de stationer som sorterats bort i analyserna, men de visas i figur 6. För norra Öresund, i området Helsingborg-Höganäs, har station ÖVF2:1 utanför Helsingborg valts bort då provtagning ej skett sedan 1996. I Lundåkrabukten har station ÖVF3:6 valts bort då den endast provtogs under perioden 2016-2020. I Lommabukten förekommer ett antal stationer genom årens lopp. För att få ihop en någorlunda konsekvent datanals har två stationer valts bort, den mycket grunda stationen ÖVF 4:11 (2,5-3 m djup) samt stationen ÖVF 4:3, precis utanför Malmö hamn, som provtogs 1990-96. Det finns några dataserier äldre än 1990 (från 1985), men då det i programunderlaget för det reviderade kontrollprogrammet står att 3-årsrapporten om möjligt ska belysa utvecklingen från och med 1990, har gränsen dragits vid 1990.

Nedan redovisas tidsutvecklingen för varje delområde för olika parametrar vinter (december-februari) och sommar (juni-augusti). En parameter som inte analyseras är syrehalten i bottenvattnet. Anledningen är att under huvuddelen, 1997-2020, av den använda perioden 1990-2023 så låg provtagningsstationerna på så grunt vatten, 6-8 m vattendjup, att det inte förekom några språngskikt med risk för utveckling av syrebrist. Samtliga stationer under denna tidsperiod med grunda positioner har haft så välomblandade bottenvatten med höga syrevärden att någon analys inte varit meningsfull. Vidare har totalkväve och totalfosfor analyserats för både vinter- (december-februari) och sommarperioderna (juni-augusti), medan oorganiska närsalterna fosfat och DIN (nitrit+nitrat+ammonium) endast analyserats för vinterperioden. Detta beror på att sommarhalterna ofta legat vid rapportgränsen med <-värden samt att rapportgränserna varierat under åren, bl. a. beroende på analyslaboratorierna. Vintern har valts då närsalthalterna då är de högsta under året, innan vårbloomingens växtplankton börjat konsumera närsalter, och sommaren är vald då halterna ofta är som lägst under året. För klorofyll är halterna som mest stabila under sommaren, och för temperaturen är de som lägst under vintern och som högst under sommaren. Ur ett klimatperspektiv kan det vara intressant att se om vi under de senaste 30-35 åren har några trender vattentemperaturer.

Allt datamaterial har inhämtats från den nationella databasvärden SMHI:s databas SHARKweb, då alla konsulter (SMHI, Toxicon AB, NIRAS Sweden AB) som varit inblandade i undersökningarna under årens lopp levererat data dit. All dataanalys har skett med Graphpad PRISM 10.

Helsingborg-Höganäs

I detta delområde har stationerna 1:1 (1990-2020) och

1:3 (2021-23) använts och de ligger utanför Höganäs. Eftersom båda stationerna ligger i ett område med hög vattenomsättning och utan att vara direkt påverkade av några utsläpp så har ytvattnet antagits vara likartat på båda stationerna, även om vattendjupen skiljer sig betydligt åt (8 m resp. 22 m). Därför har den linjära regressionen kunnat göras på hela mätperioden 1990-2023. Samtliga analyserade parametrar visas i figur 7.

TOTALFOSFOR

Totalfosforhalterna under perioden ökar under både vinter och sommar, men ökningen är bara signifikant under vintern ($p < 0,05$). För sommaren är trenden nästan signifikant ($p = 0,09$), men variationerna är större för sommaren.

TOTALKVÄVE

För totalkväve observerades signifikanta minskningar för både vinter och sommar

FOSFAT OCH DIN

För fosfat finns ingen trend alls för vintern, medan det finns en nedåtgående trend för DIN även om den inte är signifikant.

KLOROFYLL

Klorofyll är ju ett mått på mängden växtplankton, i och med att alla fotosyntetiserande växtplankton innehåller klorofyll. Sommarens klorofyll-halter har en nedåtgående trend men den är inte signifikant. Det finns en del mycket höga och mycket låga värden under perioden som tyvärr försämrar utfallet från regressionsanalysen.

YTVATTENTEMPERATUR

Ytvattnet ökar i temperatur under både vinter och sommar. Det finns dock en del år som avviker tydligt vilket försämrar styrkan i trenderna, där t. ex. vintrarna 2010, 2011 och 2013 var kalla vilket återspeglas i fig. 6. Tydligast är ökningen för sommaren med $p = 0,11$.

Lundåkrabukten

I detta område har det förekommit fyra hydrografistationer under perioden 1990-2023. Under 1990-91 provtogs ÖVF 3:1 (ca 20 m djup), för att under 1992-96 ändras till ÖVF 3:3, också på ca 20 m djup, men belägen betydligt längre ut i bukten. År 1997 flyttades alla stationer i bukten in till grunt vatten, med station 3:2 (ca 7 m djup) som provtogs 1997-2020. I revideringen av kontrollprogrammet ändrades provtagningen igen med en station längre ut i bukten, med ÖVF 3:7 på ca 17 m djup. Detta har gjort det finns en inledande period i yttre bukten, 1990-96, en lång period på grunt vatten nära land, 1997-2020, samt en kort period på tre år återigen i yttre bukten. Det har inte varit meningsfullt att slå ihop dessa perioder för en enhetligt regressionsanalys

Helsingborg-Höganäs



FIGUR 7. Linjära regressioner för tidsutvecklingen 1990-2023 vid 1:1 (1990-2020) och 1:3 (2021-23). Legenden avser både 1:1 och 1:3. Siffror höger om legenden avser p-värdet från analysen. Om siffran är i röd färg = signifikant förändring ($p < 0,05$).

då värdena i yttre respektive inre bukten skiljer alltför mycket åt. Därför har endast den längre perioden på grunt vatten vid 3:2, 1997-2020, analyserats. Alla analyserade parametrar visas i figur 8.

TOTALFOSFOR

Trots närheten till land var variationen i materialet ganska låg vilket gav signifikanta resultat med ökning för både vinter och sommar. Den korta perioden 2021-23 går inte att bedöma, men den längre inledande perioden på djupare vatten visar på minskningar både vinter sommar, stick i stäv med analysen på grunt vatten.

TOTALKVÄVE

För totalkväve är variationen i datamaterialet mycket högre, f.f.a. för vintern där ingen trend kan utläsas alls. För sommaren finns en svag minskande trend. Troligen beror den stora variationen mellan åren på påverkan från vattendragstransport av kväve från särskilt Lommabuktens stora vattendrag.

FOSFAT OCH DIN

Även för fosfat under vintern, i likhet med totalfosfor, är variationen så pass låg att den ökande trenden nästan är signifikant. Den inledande perioden på djupt vatten avviker helt från denna ökande trend. För DIN vinter syns verkligen påverkan från landavrinning med mycket variation i materialet vilket inte ger någon som helst trend. Variationen i materialet från djupare vatten verkar vara lägre.

KLOROFYLL

Klorofyll på sommaren visar på, trots något kraftigt avvikande år, en signifikant minskande trend, men även här avviker de inledande sju åren på djupt vatten.

YTVATTENTEMPERATUR

Det är en hög variation i materialet, sannolikt på grund av snabbare avkylning och uppvärmning på grunt vatten samt påverkan från vattendrag. Svaga ökande trender finns, dock långt från signifikans.

Lommabukten

I Lommabukten inleds perioden 1990-96 med station 4:1 på ca 12 m djup varefter provtagningen flyttas närmare land till ca 8 m med station 4:8. Materialet verkar ganska likt varför hela perioden 1990-2020 analyseras som en helhet. Den avslutande perioden långt ut i bukten på ca 14 m har minst påverkan från land och ingår därför inte i tidsanalysen eftersom data avviker. Alla analyser visas i figur 9.

TOTALFOSFOR

Liksom i Lundåkrabukten, är variationen i materialet så pass liten att den ökande trenden blir signifikant för både vinter och sommar.

TOTALKVÄVE

Även i Lommabukten är variationen i materialet hög, f.f.a. under vintern. Inga trender kan därför utläsas i materialet, varken vinter eller sommar. Genom vattendragens stora fluktuationer i transport av kväve blir tidsanalyser mycket svårtydda.

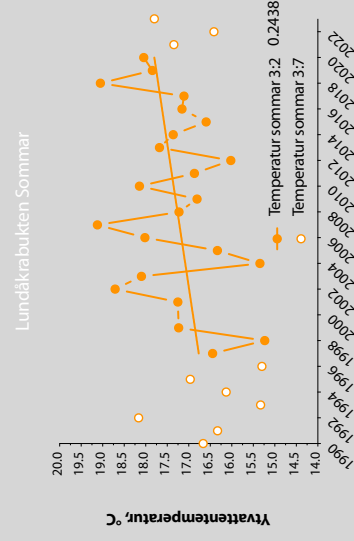
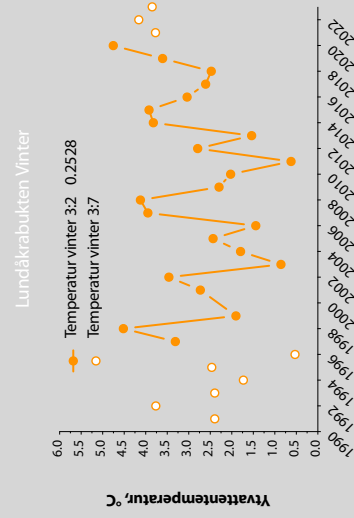
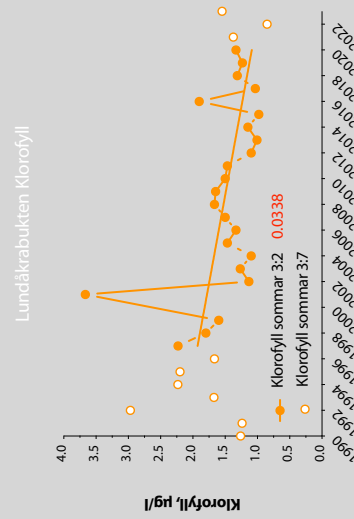
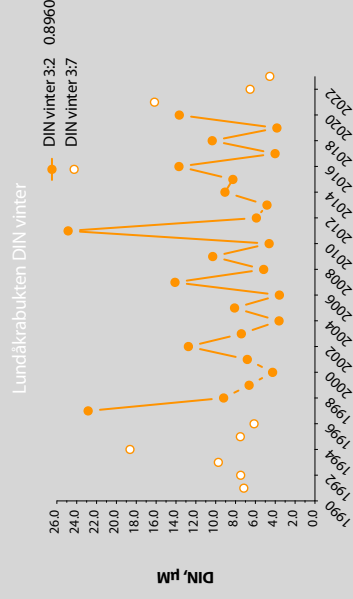
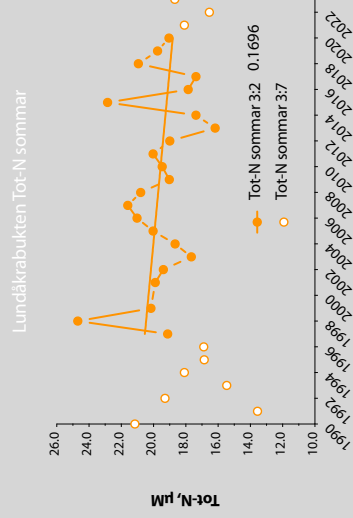
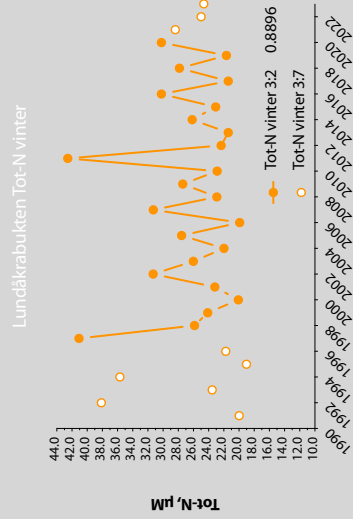
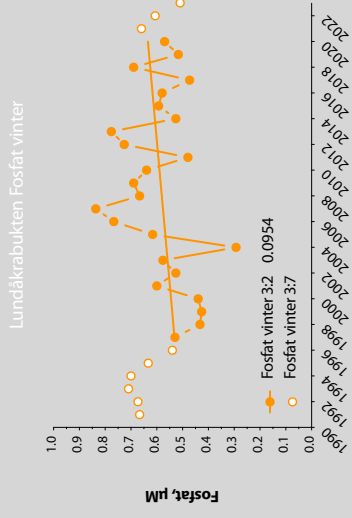
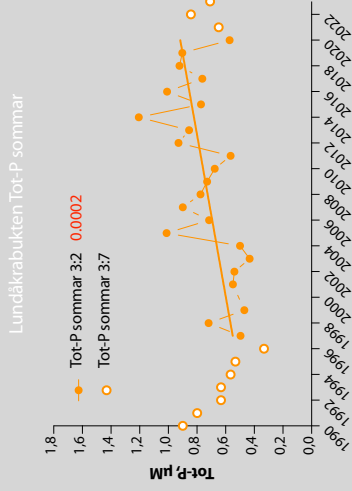
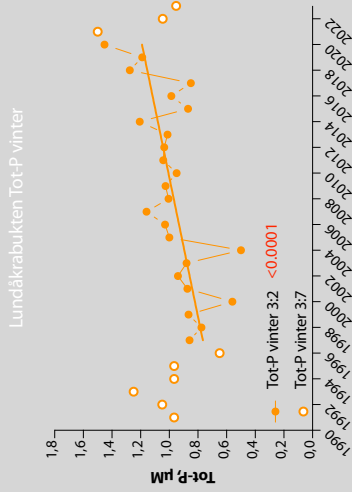
FOSFAT OCH DIN

Fosfat avviker från totalfosfor vinter genom att ingen trend finns för hela perioden 1990-2020. En förklaring kan vara att den inledande perioden 1990-96 har en minskande trend medan 1997-2020 har en svagt ökande trend. Liksom för totalkväve vinter är materialet för DIN vintertid präglad av så stora variationer att tidsanalysen blir omöjlig. Periodvis påverkan från vattendragen slår tyvärr igenom helt.

KLOROFYLL

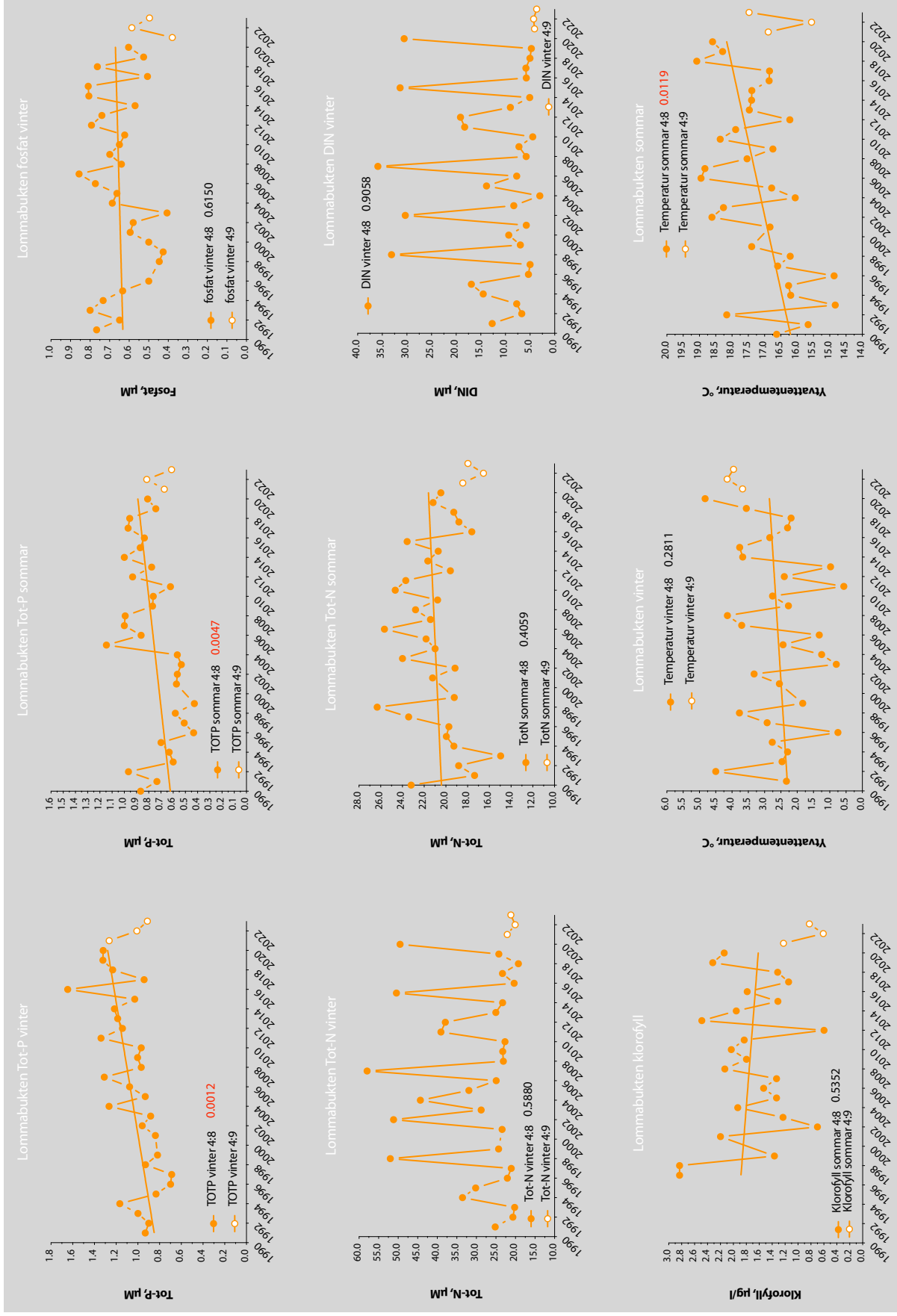
Data för klorofyll finns inte förrän 1997 på 4:8. Materialet har stora variationer och ingen trend finns

Lundåkrabrukten



FIGUR 8. Tidsutvecklingen 1990-2023 vid 3:1-3:3 (1990-1996, vita punkter), 3:2 (1997-2020, orange punkter) och 3:7 (2021-23, vita punkter). Legendan 3:7 avser även 3:1-3:3. Linjära regressioner har endast gjorts för perioden 1997-2020 (3:2). Siffror höger om legenden avser p-värdet från analysen. Om siffran är i röd färg = signifikant förändring ($p < 0.05$).

Lommabukten



FIGUR 9. Tidsutvecklingen 1990-2023 vid 4:1 (1990-1996, orange punkter), 4:8 (1997-2020, vita punkter). Linjära regressioner har endast gjorts för perioden 1990-2020 (4:1 + 4:8). Siffror höger om legenden avser p-värdet från analysen. Om siffran är i röd färg = signifikant förändring ($p < 0,05$).

YTVATTENTEMPERATUR

Även vattentemperaturen har stora variationer, sannolikt på grund av lågt vattendjup med snabbare avkylning och uppvärmning samt påverkan vattendragen. Trots detta är ökningen sommartid signifikant.

Klagshamn-Höllviken

Tidserien från detta område är den mest sammanhållna. Båda de använda stationerna, 5:1 (1990-1996) och 5:2 (1997-2023) ligger på samma avstånd från land och på ca 6 m vattendjup. Trots att 5:1 ligger betydligt längre söderut, bedöms att värdena från de två stationerna kan analyseras som en sammanhållen tidsserie då den direkta påverkan från land är ganska låg vid båda. De gjorda analyserna visas i figur 10.

TOTALFOSFOR

Trenden är ökande både vinter och sommar, dessutom signifikant. Detta överensstämmer väl med övriga tre delområdets ökning under perioden.

TOTALKVÄVE

Trenden för vinter är signifikant minskande, medan ingen trend ses för sommaren. Minskningen för vinter överensstämmer med Helsingborg-Höganäs.

FOSFAT OCH DIN

Fosfat visar ingen trend för perioden. Även om något delområde visar på en ökning i stil med totalfosfor överensstämmer det relativt väl med övriga delområden. Oorganiskt kväve DIN minskar signifikant, och minskningen överensstämmer med Helsingborg-Höganäs.

KLOROFYLL

Klorofyll-halterna visar inte på någon trend, datamaterialet varierar relativt mycket mellan åren.

YTVATTENTEMPERATUR

Ytvattentemperaturerna ökar under perioden 1990-2023, både vinter och sommar. Det är dock bara under vintern som ökningen är signifikant.

Sammanfattning trender - hydrografi

Resultaten från trendanalyserna kan sammanfattas i tre punkter:

1. Totalfosfor ökar både vinter och sommar i samtliga delområden, och i flera fall signifikant. Fosfat ökar i något fall men i huvudsak ses inga trender. Totalkväve minskar i norr och söder, i flera fall signifikant, och det samma gäller oorganiskt kväve, DIN. I områden med tydlig koppling till vattendrag varierar datamaterialet vilket gör att inga trender kan ses. Ytvattentemperaturen ökar i de flesta delområdena, i några fall signifikant. Sämre trender ses i

områden med stationer nära land och koppling till vattendrag.

2. Resultaten överensstämmer i huvudsak med närliggande områden, sydkusten och Skälderviken.
3. Det är uppenbart att perioden då hydrografistationer låg nära land OCH vattendrag kraftigt påverkar möjligheten att se trender i undersökningarna. Hydrografistationer bör aldrig placeras på detta sätt. Transporten från vattendrag vet vi genom vattendragens/vattenrådets undersökningar, det behöver inte mätas i havet strax utanför. Det är också uppenbart att ändringarna i stationsplaceringar under årens lopp försvårar tidsserieanalysen, då placeringar skiftat mellan grunt och djupt vattendjup, och med långt eller kort avstånd från vattendrag. Det nuvarande programmet med placering av hydrografistationer liknar i mycket placeringarna 1990-96, och bör behållas så långt det går för att man i framtiden ska kunna göra korrekta tidsserieanalyser.

Växtplankton

Under åren 1990-2023 har det utförts växtplanktonundersökningar i hela Öresund, där flera stationer har haft en provtagningsfrekvens på 12-14 gånger per år. Dock har stationsplaceringarna ändrats vid ett flertal tillfällen under årens lopp. Från 1990 till 1996 analyserades växtplankton enbart i Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, ÖVF3:3)

TABELL 4. Sammanställning över de växtplanktonstationer som använts i analyser under perioden 1990-2023 i respektive delområde.

| Delområden | Provtagningsår | Vattendjup, m |
|----------------------------|----------------|---------------|
| Höganäs-Helsingborg | | |
| ÖVF 1:1 | 1997-2020 | 8 |
| ÖVF 1:3 | 2021-2023 | 22 |
| Lundåkrabukten | | |
| ÖVF 3:1-3:3 | 1990-1996 | 17-20 |
| ÖVF 3:2 | 1997-2020 | 7 |
| ÖVF 3:7 | 2021-2023 | 17 |
| Lommabukten | | |
| ÖVF 4:8 | 1997-2020 | 6 |
| ÖVF 4:9 | 2021-2023 | 14 |
| Klagshamn-Höllviken | | |
| ÖVF 5:2 | 1997-2023 | 6 |

I tabell 4 och figur 6 (i hydrografiavsnittet) redovisas de stationer som använts för tillbakablicken 1990-2023. Liksom för hydrografi, var stationsplaceringarna konstanta 1997-2020 och prover togs på samma positioner och tidpunkter som för hydrografi. Från och med 2021 ligger växtplanktonstationerna på samma positioner som hydrografi, det vill säga längre ut från land och på djupare vatten. För åren 1990-96, då växtplankton endast utfördes i Lundåkrabukten, var stationsplacering och provtidpunkt samma som hydrografi även då.

Klagshamn-Höllviken



FIGUR 10. Linjära regressioner för tidsutvecklingen 1990-2023 vid 5:1 (1990-1996) plus 5:2 (1997-2023). Legendan avser både 5:1 och 5:2. Siffror höger om legendan avser p-värdet från analysen. Om siffran är i röd färg = signifikant förändring ($p < 0,05$).

Allt datamaterial har inhämtats från den nationella databasvärden SMHI:s databas SHARKweb, då alla konsulter (SMHI, Toxicon AB, NIRAS Sweden AB) som varit inblandade i undersökningarna under årens lopp levererat data dit.

Gemensamt för alla stationer och år är att individantal/liter för alla observerade arter/grupper förekommer medan data för biomassa (kolinnehåll eller biovolym) förekommer betydligt mer sparsamt. Biovolym finns endast inrapporterat för åren 2013-2023 medan kolinnehåll endast finns för några enstaka år. Därför är individantal den enda parameter som kan analyseras för hela perioden 1990-2023, medan biovolym analyserats för 2013-2023. Delvis på grund av förekommande parametrar så har allt material sammanställts in på två sätt.

1) Säsongsindelning med medelvärden av individantal och biovolym för respektive period och år:

- Vår (medelvärde februari-april)
- Sommar (medelvärde juni-augusti)
- Höst (medelvärde september-november)

Våren är perioden med återkommande blomningar av framför allt kiselalger, men analyser har visat att mixotrofa ciliater har ökat i en del kustområden utanför Öresund. Under sommaren kan det förekomma både mycket kiselalger och dinoflagellater och under hösten förekommer i regel mindre blomningar av både kiselalger och dinoflagellater.

2) för respektive period och år har data aggregerats för :

- Kiselalger
- Dinoflagellater
- Mixotrofa ciliater (e.g. *Mesodinium rubrum*)

Anledningen till fokuseringen på dessa tre grupper är dels att de är fundamentala för näringskedjan, och dels att det under de senaste 10 åren har funnits vissa tecken på en minskning av kiselalger och en ökning av *Mesodinium* både på skånska sydkusten och Västra Hanöbukten men även nationellt. När det gäller just *Mesodinium* (mixotrof ciliat) finns inga data förrän ca 1998-2001, beroende på säsong.

All datakompilering har skett genom import av SHARK-filer till databasprogrammet Plankton Tool Box (vers 1.4.1), där artgrupp- och säsongskompilering för respektive station och år gjorts. Dessa kompilerade data har sedan exporterats till programvarorna Datagraph 5.3 och Graphpad PRISM 10 för analys med diagram och linjär regression.

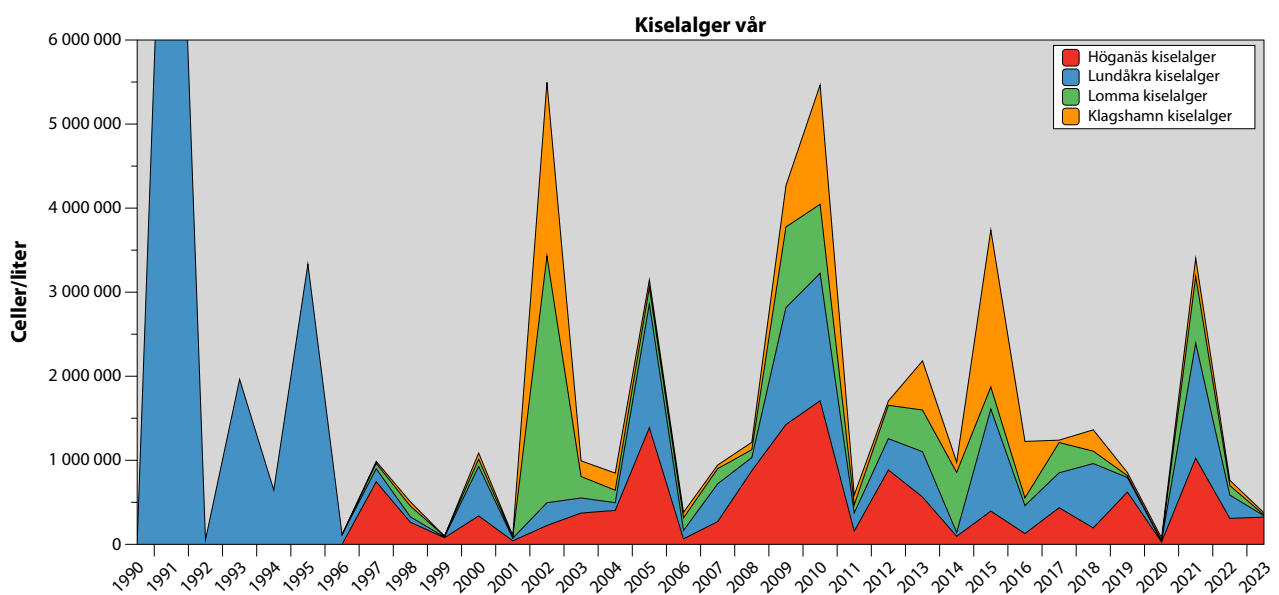
Individantal

VÅR

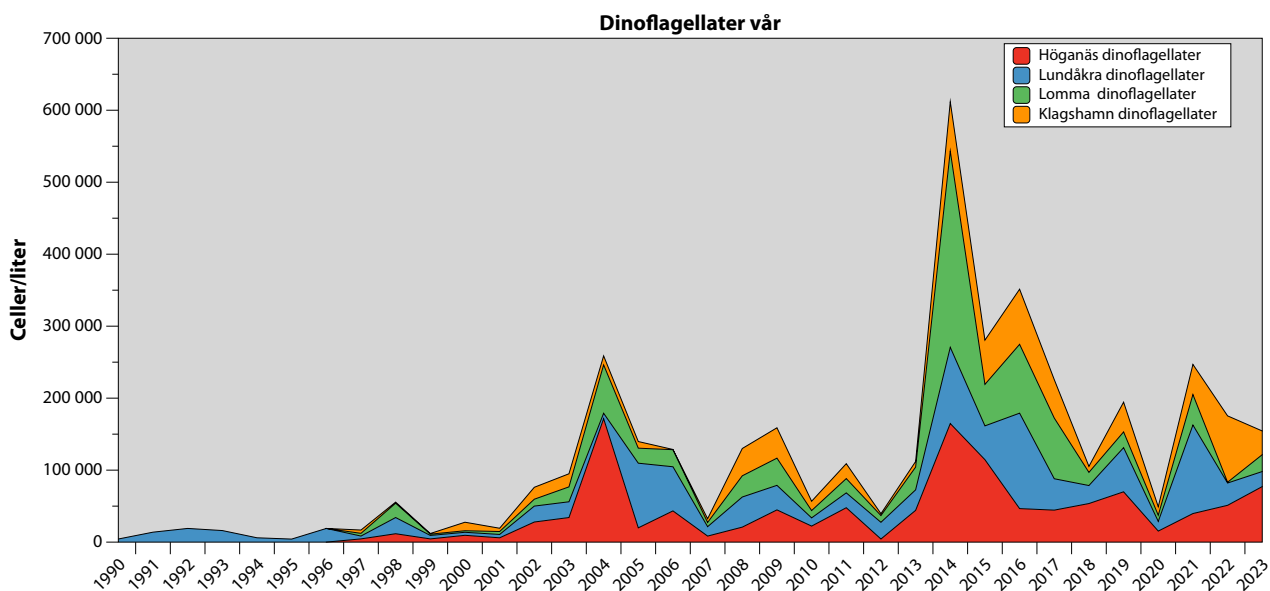
För kiselalger ses stora variationer mellan åren med antydning till ett cykliskt mönster för flertalet stationer (Fig. 11). En orsak till de stora variationerna kan vara att provtagning kan ha skett lite före, mitt i eller lite efter vårbloomingen som domineras av relativt små kiselalger. Analysen för hela tidsperioden visar inga trender (Tab. 5).

För dinoflagellater ses en ökning i individantal under perioden (Fig. 12), med ökning för alla delområdena och med signifikanta ökning i tre av dem (Tab. 5).

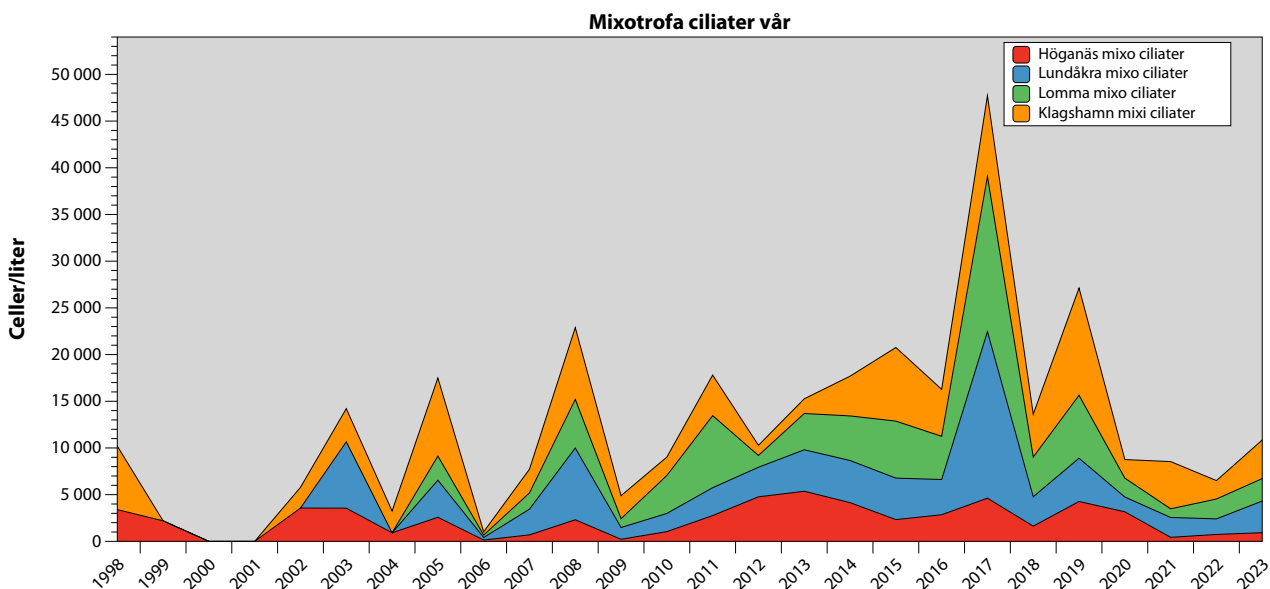
För mixotrofa ciliater finns ganska stora variationer mellan åren och stationer, och även om figur 13 indikerar en ökning under perioden finns inget i datanalyserna som antyder några trender för något av delområdena (Tab. 5).



FIGUR 11. Utvecklingen 1990-2023 av individantal för kiselalger under våren (medel för februari, mars, april) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).



FIGUR 12. Utvecklingen 1990-2023 av individantal för dinoflagellater under våren (medel för februari, mars, april) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).



FIGUR 13. Utvecklingen 1990-2023 av individantal för mixotrofa ciliater (i.e. *Mesodinium rubrum*) under våren (medel för februari, mars, april) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).

SOMMAR

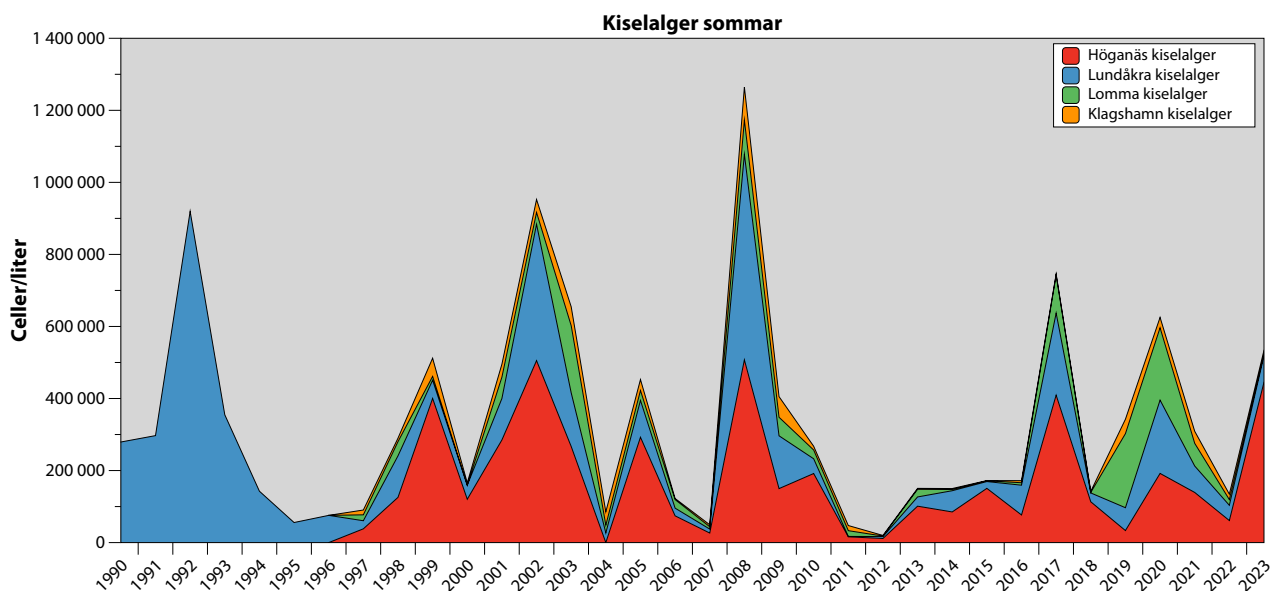
Även under sommaren är variationerna betydande mellan åren för vissa av delområdena när det gäller kiselalger (Fig. 14). För två delområden finns inga trender medan det fanns signifikant minskande trender för Lundåkrabukten och Klagshamn (Tab. 6).

För dinoflagellater var trenderna tydligare med signifikanta minskningar i alla fyra delområdena (Fig. 15 och tab. 6).

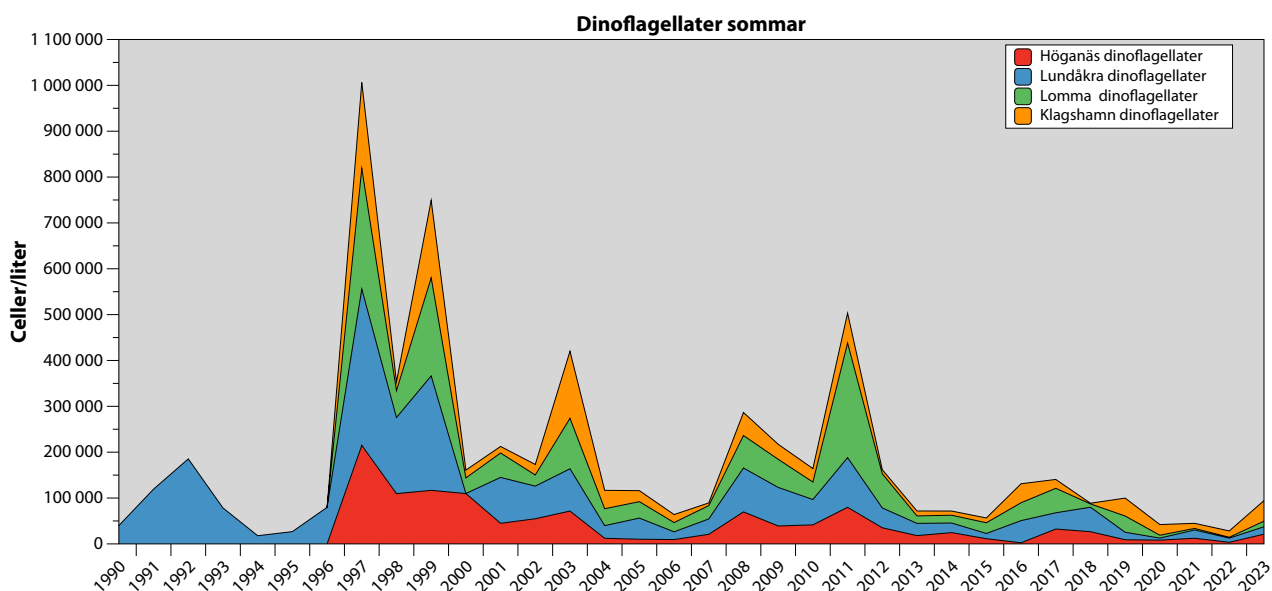
De mixotrofa ciliaterna varierade ganska mycket mellan åren (Fig. 16), men det fanns trender med minskningar i tre delområden (Tab. 6). I Lundåkrabukten var trenden tydlig men ej signifikant.

TABELL 5. Sammanställning av regressionsanalyser under perioden 1990-2023 i respektive delområde för våren av de tre använda planktongrupperna. Mörkgrön färg = förändringen är signifikant, + anger ökning under perioden.

| Delområde | Vår | | |
|---------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| | Kiselalger | Dinoflagellater | Mixotrofa ciliater |
| Höganäs-Helsingborg | ingen trend | + | ingen trend |
| Lundåkrabukten | ingen trend | + | ingen trend |
| Lommabukten | ingen trend | + | ingen trend |
| Klagshamn-Höllviken | ingen trend | + | ingen trend |



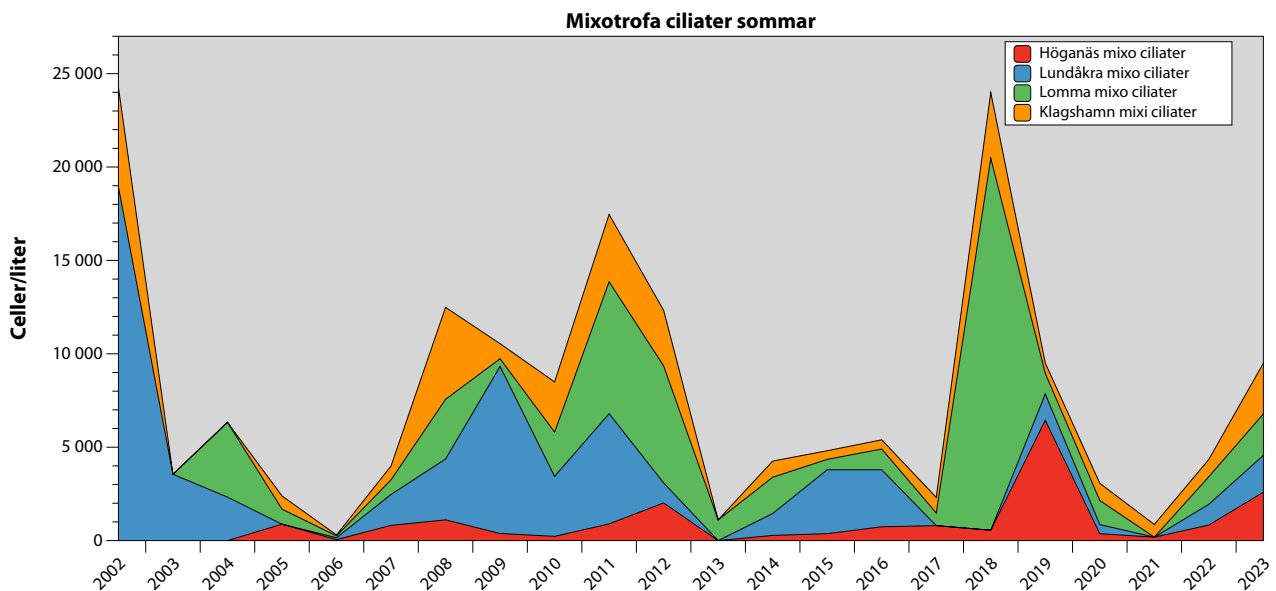
FIGUR 14. Utvecklingen 1990-2023 av individualantal för kiselalger under sommar (medel för juni-augusti) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).



FIGUR 15. Utvecklingen 1990-2023 av individualantal för dinoflagellater under sommar (medel för juni-augusti) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).

TABELL 6. Sammanställning av regressionsanalyser under perioden 1990-2023 i respektive delområde för sommaren av de tre använda planktongrupperna. Mörkgrön färg = förändringen är signifikant, svag grön färg=förändringen tydlig men ej signifikant, , - anger minskning under perioden.

| Delområde | Sommar | | |
|---------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| | Kiselalger | Dinoflagellater | Mixotrofa cillater |
| Höganäs-Helsingborg | ingen trend | - | - |
| Lundåkrabukten | - | - | - |
| Lommabukten | ingen trend | - | ingen trend |
| Klagshamn-Höllviken | - | - | - |



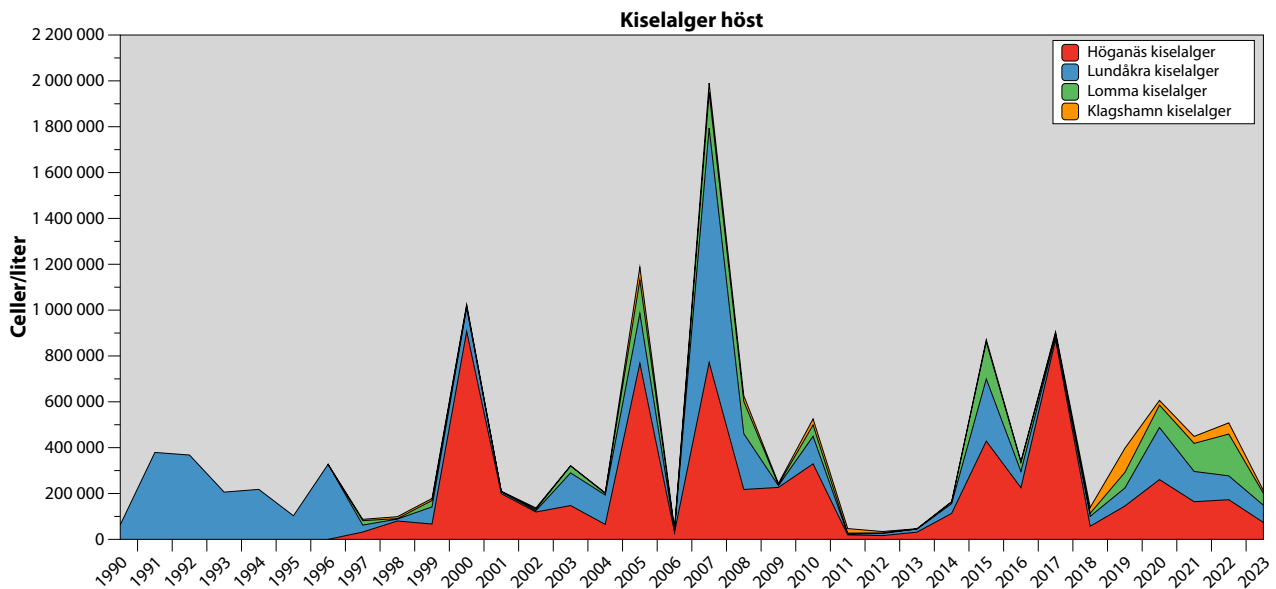
FIGUR 16. Utvecklingen 1990-2023 av individantal för mixotrofa ciliater (i.e. *Mesodinium rubrum*) under sommar (medel för juni-augusti) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).

HÖST

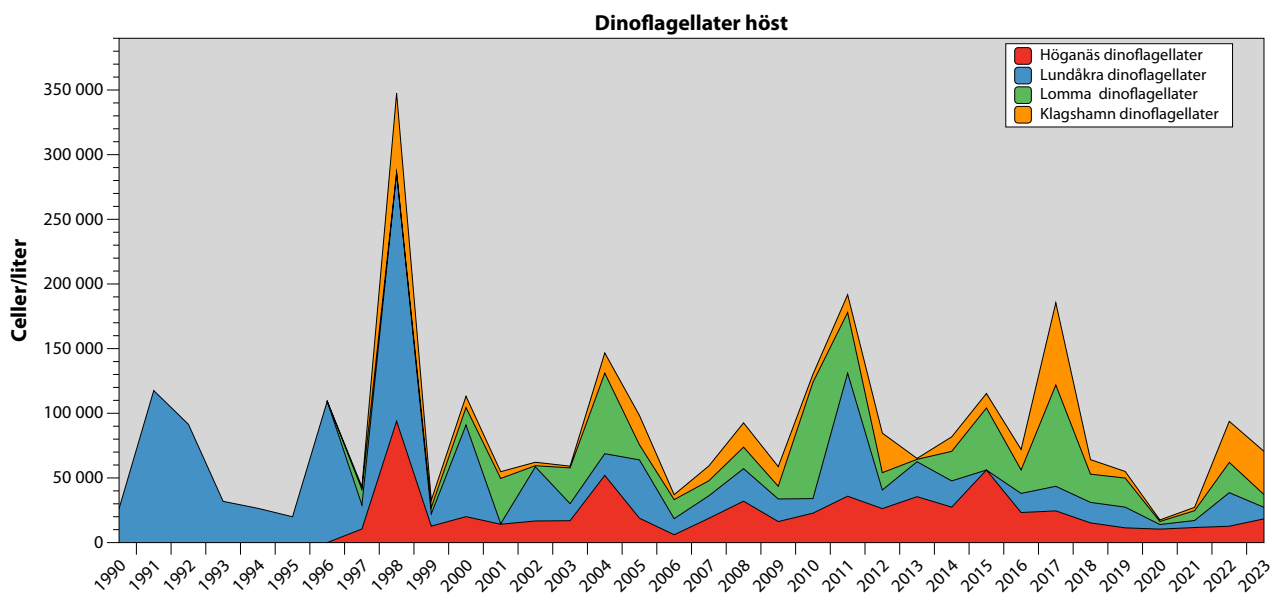
Kiselalgförekomsten varierar även under hösten en hel del mellan åren (Fig. 17). I norr, Höganäs, fanns inga trender medan det i Lundåkrabukten fanns en tendens till minskning (Tab. 7). I de två sydligare delområdena fanns dock tydliga tendenser till ökning även om de ej var signifikanta.

Dinoflagellaterna visade på minskningar i de två nordliga delområdena, varav en signifikant minskning i Lundåkrabukten. I de två sydliga delområdena fanns inga trender (Fig. 18 och tab. 7).

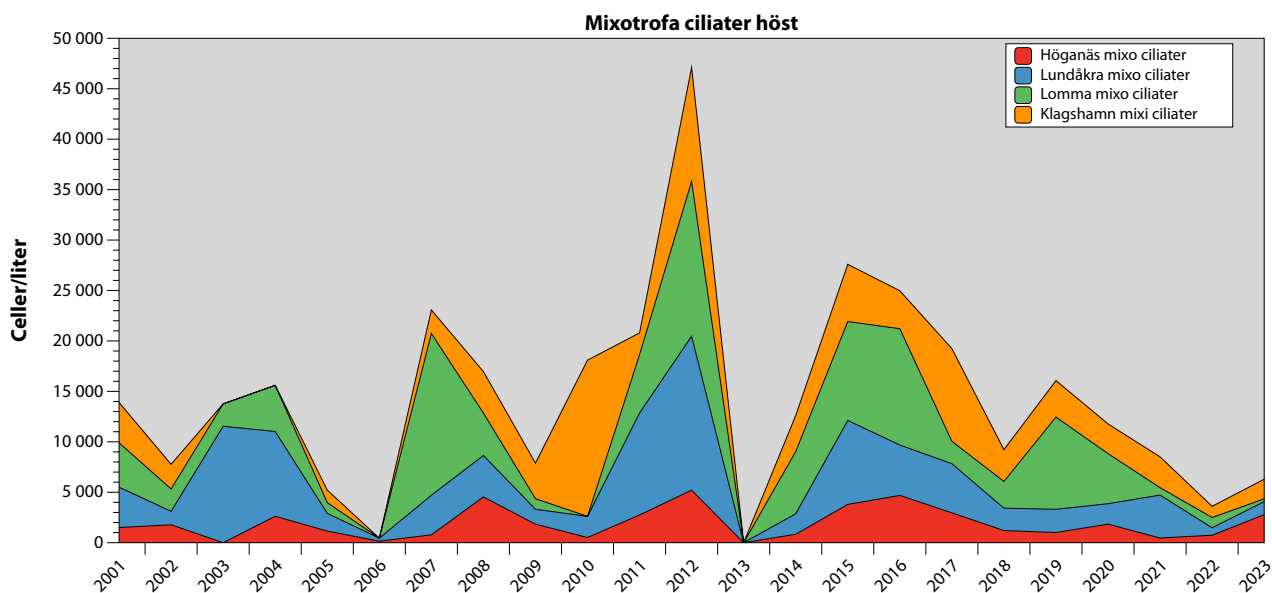
De mixotrofa ciliaterna varierade en del och inga trender fanns i materialet (Fig. 19 och tab. 7).



FIGUR 17. Utvecklingen 1990-2023 av individantal för kiselalger under höst (medel för september-november) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).



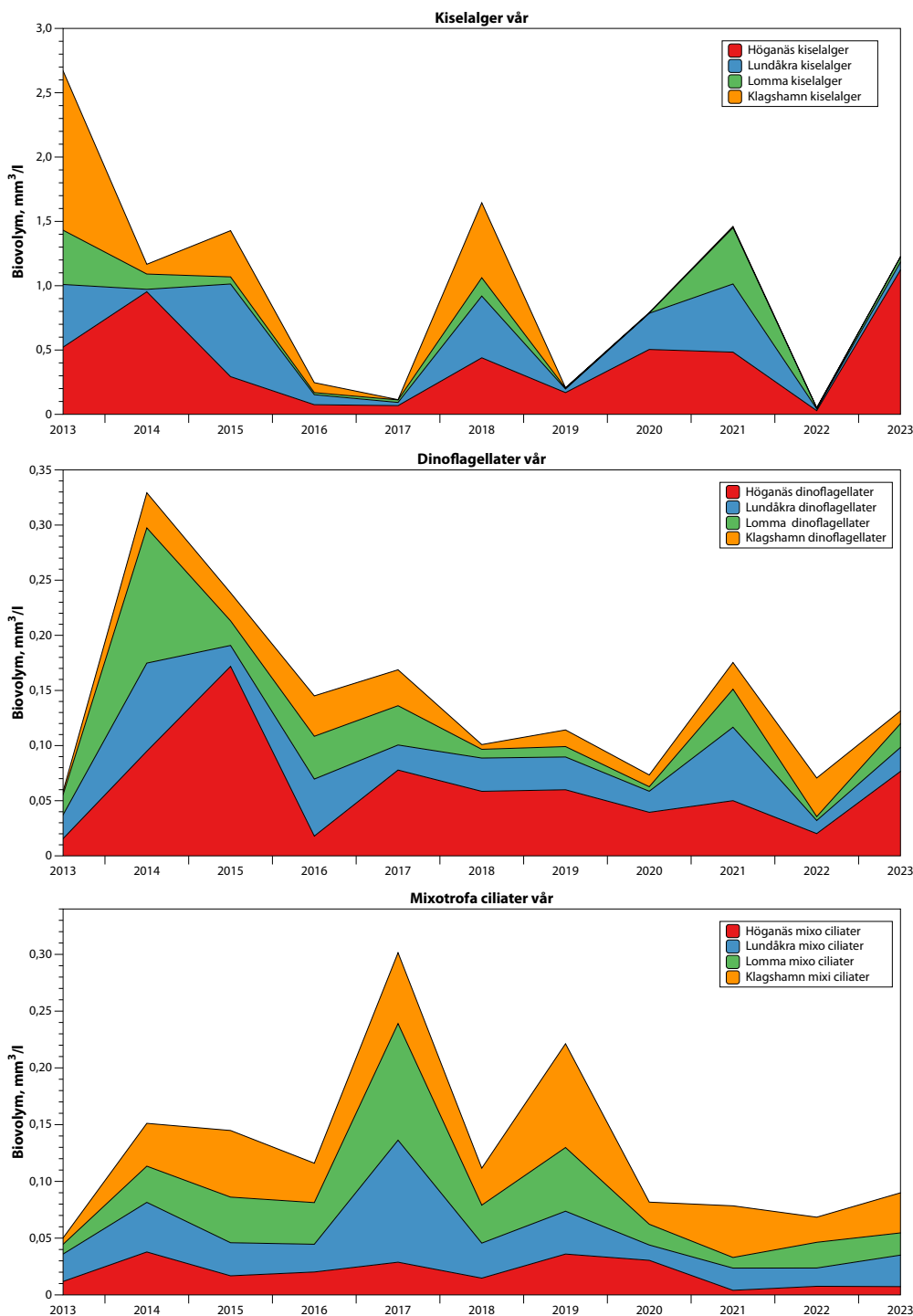
FIGUR 18. Utvecklingen 1990-2023 av individualantal för dinoflagellater under höst (medel för september-november) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF



FIGUR 19. Utvecklingen 1990-2023 av individualantal för mixotrofa ciliater (i.e. *Mesodinium rubrum*) under höst (medel för september-november) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).

TABELL 7. Sammanställning av regressionsanalyser under perioden 1990-2023 i respektive delområde för hösten av de tre använda planktongrupperna. Mörkgrön färg = förändringen är signifikant, svag grön färg=förändringen tydlig men ej signifikant, + anger ökning under perioden- anger minskning.

| Delområde | Höst | | |
|---------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| | Kiselalger | Dinoflagellater | Mixotrofa ciliater |
| Höganäs-Helsingborg | ingen trend | - | ingen trend |
| Lundåkrabukten | - | - | ingen trend |
| Lommabukten | + | ingen trend | ingen trend |
| Klagshamn-Höllviken | + | ingen trend | ingen trend |



FIGUR 20. Utvecklingen 2013-2023 av biovolym för kiselalger, dinoflagellater, och mixotrofa ciliater (i.e. *Mesodinium rubrum*) under vår (medel för februari-april) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).

Biovolym

VÅR

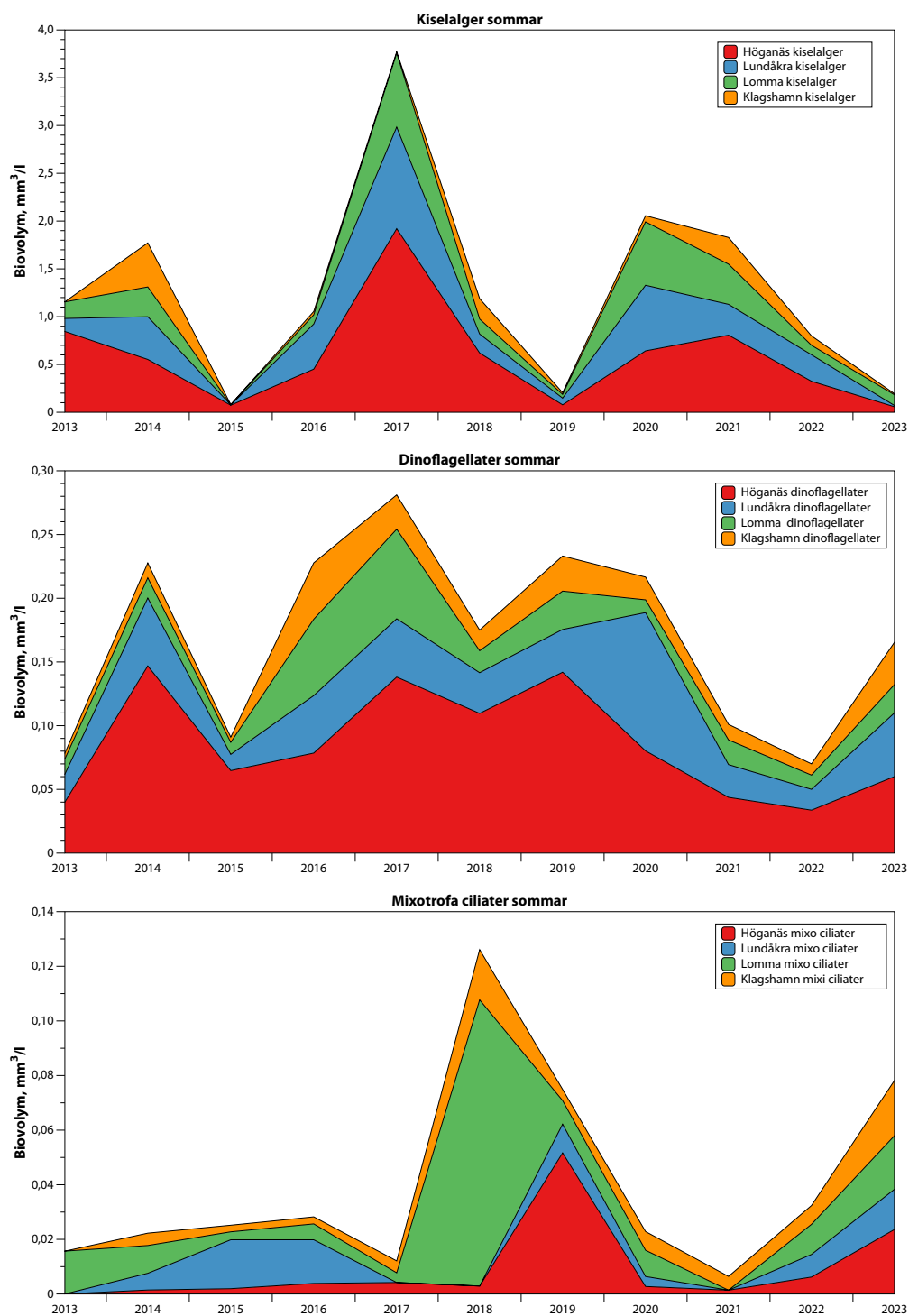
Biovolymen av kiselalger har varierat och inga trender fanns, med undantag för Klagshamn där en tydlig men ej signifikant minskning observerades (Fig. 20 och tab. 8).

Inga trender sågs för dinoflagellater, utom för Lommabukten där en minskning kunde skönjas.

Enbart vid Höganäs kunde en trend ses för mixotrofa ciliater (minskande), men i övrigt fanns inga trender.

TABELL 8. Sammanställning av regressionsanalyser under perioden 2013-2023 i respektive delområde för våren av de tre använda planktongrupperna. Svag grön färg=förändringen tydlig men ej signifikant, - anger minskning under perioden.

| Delområde | Vår | | |
|---------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| | Kiselalger | Dinoflagellater | Mixotrofa ciliater |
| Höganäs-Helsingborg | ingen trend | ingen trend | - |
| Lundåkrabukten | ingen trend | ingen trend | ingen trend |
| Lommabukten | ingen trend | - | ingen trend |
| Klagshamn-Höllviken | - | ingen trend | ingen trend |



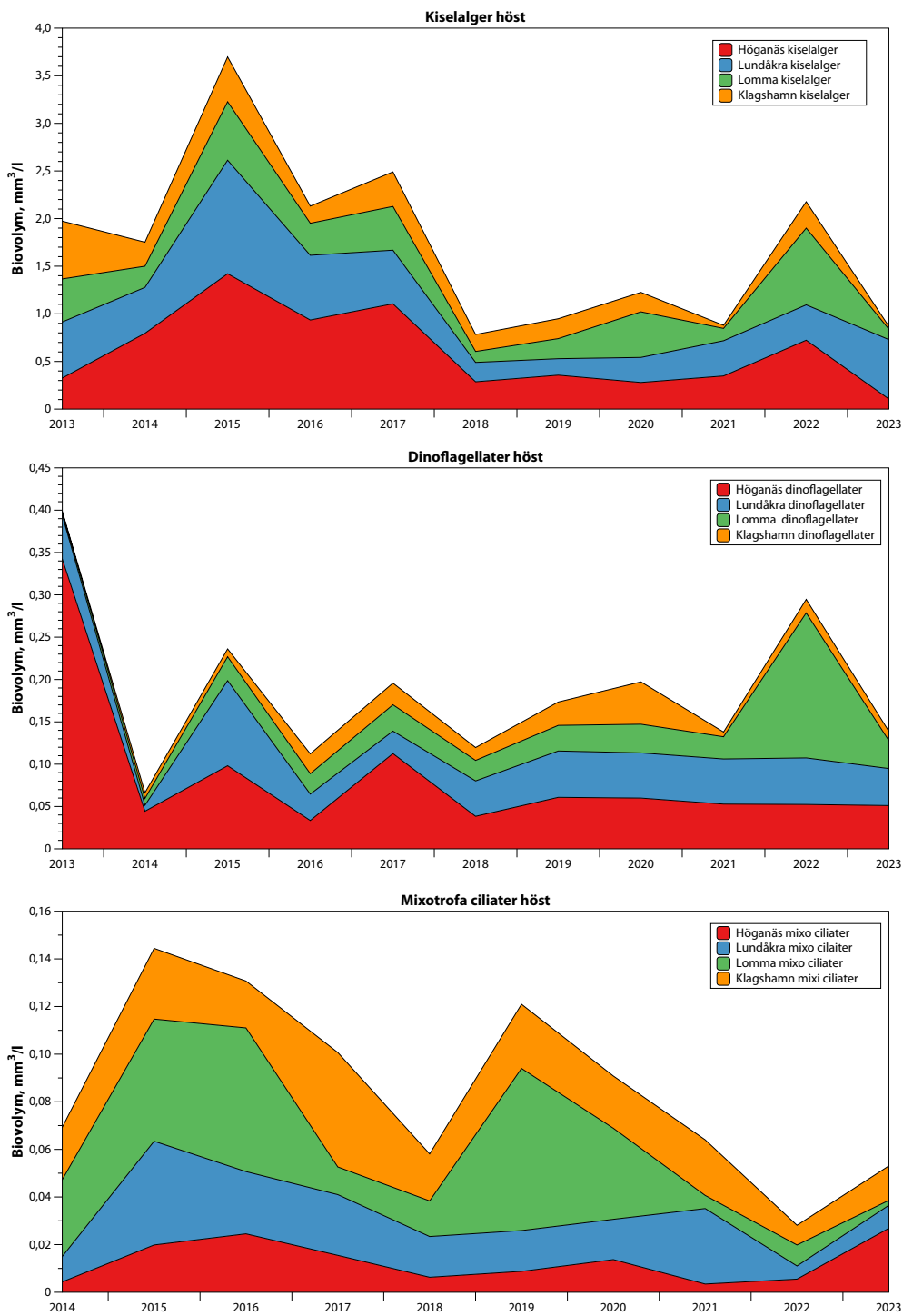
FIGUR 21. Utvecklingen 2013-2023 av biovolym för kiselalger, dinoflagellater, och mixotrofa ciliater (i.e. *Mesodinium rubrum*) under sommar (medel för juni-augusti) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).

SOMMAR

Biovolymerna för samtliga tre växtplanktongrupper har varierat så pass mycket mellan åren att inga trender ses för merparten av materialet. Det var endast för mixotrofa ciliater som en svagt ökande trend kunde ses vid Klagshamn (Fig. 21 och tab. 9).

TABELL 9. Sammanställning av regressionsanalyser under perioden 2013-2023 i respektive delområde för sommaren av de tre använda planktongrupperna. + anger minskning under perioden.

| Delområde | Sommar | | |
|---------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| | Kiselalger | Dinoflagellater | Mixotrofa ciliater |
| Höganäs-Helsingborg | ingen trend | ingen trend | ingen trend |
| Lundåkrabukten | ingen trend | ingen trend | ingen trend |
| Lommabukten | ingen trend | ingen trend | ingen trend |
| Klagshamn-Höllviken | ingen trend | ingen trend | + |



FIGUR 22. Utvecklingen 2013-2023 av biovolym för kiselalger, dinoflagellater, och mixotrofa ciliater (i.e. *Mesodinium rubrum*) under höst (medel för september-november) vid Höganäs (ÖVF 1:1, 1:3), Lundåkrabukten (ÖVF 3:1, 3:3, 3:2, 3:7), Lommabukten (ÖVF 4:8, 4:9), och Klagshamn (ÖVF 5:2).

HÖST

För höstperioden fanns det lite mer trender. Bland verkar biovolymen av kiselalger minska generellt med signifikant minskning vid Klagshamn (Fig. 22 och tab. 10). Dinoflagellaterna verkar både minska (Höganäs) och öka (Lommabukten), dock ej signifikant. Slutligen observerades minskningar, vid Lommabukten tydligt, för tre av delområdena vad avser mixotrofa ciliater.

TABELL 10. Sammanställning av regressionsanalyser under perioden 2013-2023 i respektive delområde för hösten av de tre använda planktongrupperna. Mörkgrön färg = förändringen är signifikant, svag grön färg=förändringen tydlig men ej signifikant, + anger ökning under perioden, - anger minskning.

| Delområde | Höst | | |
|---------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| | Kiselalger | Dinoflagellater | Mixotrofa ciliater |
| Höganäs-Helsingborg | - | - | ingen trend |
| Lundåkrabukten | - | ingen trend | - |
| Lommabukten | ingen trend | + | - |
| Klagshamn-Höllviken | - | ingen trend | - |

Sammanfattning trender - växtplankton

Sammataget kan sägas att spridningen i materialet är ganska stort, f.f.a. för individantalsdata. Detta har gjort att få trender är statistiskt signifikanta. För biovolymdata är spridningen lägre men tidsperioden där data varit tillgängliga, bara ca 10 år, har också gjort det svårare att se mer än ett par tydliga trender. Följande trender i individantal för de tre planktongrupperna som studerats har varit tydliga:

- Dinoflagellater har ökat signifikant i de flesta områden under våren, men minskat signifikant i hela Öresund under sommaren. Under hösten har dinoflagellater i vissa områden minskat
- Kiselalgerna visar ingen trend i individantal under vår, vissa minskningar under sommar och vissa svaga ökning under höst
- Mixotrofa ciliater, d.v.s. arten *Mesodinium rubrum*, visar på mycket få trender i individantal. Det är bara under sommar som svaga minskningar kan ses i flera delområden

Trenderna i biovolym är färre, med flest trender under hösten, där kiselalger och *Mesodinium* i huvudsak minskat svagt.

Resultaten är något motsägande de som observerats längs skånska sydkusten där biovolymen för kiselalger visat på tydligt minskande trender på våren men ökande på sommaren. Lika motsägande är trenderna för *Mesodinium* som på sydkusten ökar både vår och sommar.

En projekt för framtiden är att för ÖVF-data försöka få fram biomassadata (biovolym och/eller kolinnehåll) för alla data äldre än 2013. Möjligen kan man den vägen bättre se eventuella trender i viktiga växtplanktongrupper utveckling.

Referenser

- SMHI. SHARKweb. Nationell databasvärd för hydrografi, växtplankton, ålgräs och bottenfauna i havet.
- ÖVF. 1991-2024. Undersökningar i Öresund 1990-2023- Nätversioner - ÖVF:s hemsida, www.oresunds-vvf.se.