Länsstyrelsen
Västra Götaland

Näringsbelastningen i Bohuskustens grunda vikar

En utvärdering av provtagningen under 2009-2011 och 2016-2018

Rapport 2021:08

Rapportnr: 2021:08

ISSN: 1403-168X

Titel: Näringsbelastningen i Bohuskustens grunda vikar. En utvärdering av provtagningen under 2009-2011 och 2016-2018

Författare: Erlandsson Carina

Foto: Sara Svedlindh

Utgivare: Länsstyrelsen Västra Götaland

Innehåll

1. Inledning 5
Näringsbelastningen till Bohuskustens grunda vikar 6
Statusklassning 6
Observationer 7

2. Sammanfattning av rapporten 9
Skillnaden mellan grunda och djupare provtagningsstationer 9
Förändring över tid 10
Förslag på ändringar inom grundavikarprovtagningen 10

3. Dynekilen – Strömstadsfjorden-Inre Tjärnöarkipelagen 12
Klassning 13
Observationer 14
Diskussion och Slutsatser 17
Förändring över tid 17
Påverkan av näringsämnen från land 17
Behovet av provtagning 18

4. Rossö-Resöfjorden-Stridsfjorden-Tanumkilen-Sannäsfjorden 20
Klassning 21
Observationer 22
Diskussion och Slutsatser 25
Förändring över tid 25
Påverkan av näringsämnen från land 25
Behovet av provtagning 26

5. Grebbestad inre skärgård-Fjällbacka inre skärgård-Bottnefjorden 27
Klassning 28
Observationer 30
Diskussion och slutsatser 32
Förändring över tid 32
Påverkan av näringsämnen från land 33
Behovet av provtagning 34

6. Hunnebostrand skärgård-Åbyfjorden-Brofjorden-Trälebergskile-Färlevfjorden 35
Klassning 36
Observationer 38
Diskussion och Slutsatser 40
Förändring över tid 40
Påverkan av näringsämnen från land 41
Behovet av provtagning 42

7. Snäckedjupet-Ellösefjorden-Havstensfjord -Stigfjorden-Askeröfjorden 43

Klassning 44
Observationer 46
Diskussion och Slutsatser 48
Förändring över tid 48
Påverkan av näringsämnen från land 49
Behovet av provtagning 50

8. Älgöfjorden-Askimsfjorden 51
Klassning 52
Observationer 53
Diskussion och Slutsatser 55
Förändring över tid 55
Påverkan av näringsämnen från land 55
Behovet av provtagning 56

9. Referenser 57

10. Appendix 58

1. Inledning

Grundavikarprogrammet har genomförts för att ge underlag till klassningen av miljöproblemet övergödning enligt EU:s vattendirektiv. Denna rapport är en utvärdering av programmet. Syftet med provtagningen har varit att ge en tydligare bild av den ekologiska statusen i den mer skyddade och grunda innerskärgården då de flesta provtagningsstationer i kustkontrollprogram representerar öppnare och djupare havsområden. Mellan Smögen (station Byttelocket) och Koster (station s Kosterfjorden) finns inga provstationer inom kontrollprogram för Bohuskusten och station Byttelocket och s Kosterfjorden ligger i djupare områden.

Grundavikarprovtagningarna har utförts under två perioder; 2009 till 2011 inklusive december 2008 och under 2016 till 2018 inklusive december 2015. För att uppfylla vattendirektivets krav (HVMFS 2013:19) har provtagningarna genomförts med tre mättillfällen under vintern (december-februari) och tre under sommaren (juni-augusti).

De parametrar som provtagits är salthalt, temperatur, närsalter, syre, siktdjup och klorofyll a. Salthalt och temperaturprofiler togs från ytan till botten. Syre, närsalter och klorofyll har provtagits endast vid ytan (0,5–1 m) och ca 1 m ovan botten. Under period 2 togs även syreprofiler från yta till botten.

Provtagningsstationerna är 28 stycken och vikarna har ett djup mellan 4 - 10 meter. Stationerna är belägna från Dynekilen strax norr om Strömstad ner till Älgöfjorden i Kungälvs kommun och station Småholmarna i Askimsfjorden söder om Göteborg. En del vikar är öppna mot kusten medan andra är belägna i mer skyddade områden.

De frågor man ställer sig är:

1) Hur skiljer sig statusklassning och mätdata mellan innerskärgård och ytterskärgård.

2) Behövs extra mätningar i innerskärgården som grundavikarprogrammet för att säkerställa en riktig bedömning?

3) Kan man ta bort några av mätstationerna inom grundavikarprogrammet?

4) Räcker det att mäta 6ggr per år under 3 år i 6 årsintervaller för att få en rättvisande klassning?

5) Syns några skillnader trender i innerskärgården jämfört med kustvattnet?

Vi jämför statusen för parametrar och mätobservationer per kustvattenförekomst från norr till söder med närliggande hydrografistationer och diskuterar påverkanskällor och senast klassningen av vattendrag. En del av underlaget är provtagningsprogrammet Närsalter i små vattendrag eller allmänt kallat ”bohusbäckarprogrammet” (Ruist m.fl. 2017) som utgör underlag för att statusklassa många av vattendragen längs Bohuskusten. På webbsidan Sveriges vattenmiljö visas trender för de olika parametrarna i vattenförekomster med hydrografistationer. Trenderna bygger på årsmedelvärden och vi använder dessa för att diskutera förändringar och eventuella trender.

Näringsbelastningen till Bohuskustens grunda vikar

Grunda havsområden anses oftast utgöra närsaltsfilter och fungerar som en buffertzon i transporten av växtnäring från land till hav. Denna förmåga att kunna filtrera bort näring är kopplat till ljusförhållanden och upprätthållandet av en hög fotosyntes under det ljusa halvåret. Även nedbrytningen av organiskt material kan vara hög och utgöra en intern källa till näringsämnen i grundområdet. Under hösten ökar nedbrytningen av organiskt material relativt upptag av näringsämnen (Engström m.fl. 2012 och Stigebrandt m.fl. 2014). Vid nedbrytningen återgår näringen till vattnet i form av framförallt ammoniumkväve och fosfat. I en syrerik miljö ombildas ammonium till nitrit och framförallt nitrat som oftast dominerar poolen av oorganiskt kväve. I den syrerika miljön binds fosfat till metaller och lagras i sedimenten men under syrefattiga förhållanden som kan uppstå lokalt även i grunda områden på grund av hög nedbrytning läcker istället sedimenten fosfat.

Den arealspecifika förlusten av kväve och framförallt fosfor från marken är stor i Bohuslän. För Bohuslän gäller generellt sett låga N/P-kvoter i vattendragen (Ruist E. 2008). Två tredjedelar av bohusbäckarna har en kvot på 15 eller lägre vilket innebär ett måttligt eller stort kväveunderskott (eller snarare ett fosforöverskott) enligt bedömningsgrunderna. Vanligen ligger viktskvoterna i limniska system högre, med en kvot på uppåt 50. Mindre än 10 % av Sveriges sjöar i riksinventeringen 1990 hade en N/P-viktskvot på under 20 (Bydén et al 2003). De låga kvoterna beror på att fosforhalterna är mycket höga, och de tenderar öka söderut. Det finns ett geografiskt mönster med sjunkande kvoter söderut även för DIN/DIP-kvoten.

Det kan finnas olika orsaker till detta höga läckage av fosfor (Ruist E. 2008). De ofta överdimensionerade fosforgivorna på 1900-talet kan ha byggt upp ett fosforlager i marken som medför att markläckaget av fosfor från jordbruksmark fortfarande är högt. Grumligheten i de flesta vattendragen är också hög vilket tyder på mycket partikulärt bunden fosfor. Erosionen från vattendragets stränder och omedelbara närområde, men även erosionen i vattendragets botten kan vara en bidragande orsak till fosforläckaget. Mycket av fosforn har sitt naturliga ursprung i den marina leran som finns på västkusten och många vattendrag är kraftigt nedskurna i leran.

Statusklassning

För att kunna tillämpa bedömningsgrunderna för näringsämnen fullt ut krävs observationer av ytvattnet (0–10 meter) för sommarmånaderna (juni-augusti) och 3 av vintermånaderna (december-mars) under 3 år. Grundavikarprovtagningen genomfördes under 3 års perioder och data har använts för att klassa de inre kustvattenförekomsterna enligt bedömningsgrunderna. Hål i mätserien förekommer dock bl.a. på grund av isläggning så ”expertbedömning” anges i sådana fall istället för ”enligt bedömningsgrunderna” i den genomförda klassningen. De hydrografistationer som jämförs med grundavikarstationerna i kapitel 3 till 8 är bedömda enligt bedömningsgrunderna under samma tidsperioder.

För vinterperioden statusklassas parametrarna totalkväve (Tot N), totalfosfor (Tot P) och oorganiskt kväve (DIN) och fosfat (DIP). För sommarperioden klassas endast totalkväve och totalfosfor. Bedömningsgrunderna för närsalter innebär att varje parameter klassas och ett medelvärde beräknas för vinter och ett för sommar. Ett medelvärde beräknas sedan för varje år och baserat på dessa beräknas sedan ett medelvärde över den period som avses t ex 2009–2011. Minst 3 år och som mest 6 år

används enligt bedömningsgrund. Bedömningen av näringsämnen är salthaltsberoende och för kväveparametrarna innebär det att referensvärdet ökar med minskad salthalt på grund av naturlig närsaltstillförsel via vattendrag. För Fosforparametrarna gäller det omvända att klassgränsernas intervall ökar något med ökad salthalt då halterna generellt är något högre i utsjön än i tillrinnande sötvatten. Krav på underlagsdata beskrivs i HVMFS 2013:19.

Bedömningsförfarandet för syreförhållanden innebär två tester 1) om syrgasbrist är ett problem i vattenförekomsten och 2) om den i så fall är säsongsmässig, flerårig eller ständigt förekommande. Klassningen baseras på månadsobservationer under hela året (HVMFS 2013:19). Provtagningen ska vara utförd i den djupaste delen av vattenförekomsten vilket ofta inte är fallet vid grundavikarstationerna.

Klorofyll a observationer vid grundavikarstationerna användes inte vid klassning av växtplankton för 2007–2012 då man använde satellitdata istället. Enligt handboken ska klassningen beräknas på data från 0,5 meters djup under juni-augusti under 3 till 6 år (HVMFS 2013:19).

Siktdjupet klassas också på ett medelvärde från sommarmånaderna (juni-augusti) under 3 till 6 år (HVMFS 2013:19).

Klassningen av de olika parametrarna för att bedöma miljöproblemet övergödning ska göras per vattenförekomst och därför användes t.ex. båda stationerna Höskär och Starekilen för bedömningen av den ekologiska statusen i Strömstadsfjorden (Tabell 3.1). Miljöproblemet övergödning har bedömts på olika sätt för de två perioderna. Att sammanvägningen gjorts på olika sätt spelar dock ingen roll för vår bedömning i denna rapport eftersom vi endast behandlar kvalitetsfaktorerna. En ändring har gjorts i hur man bedömer vinterparametrarna för näring vilket kan påverka resultatet något.

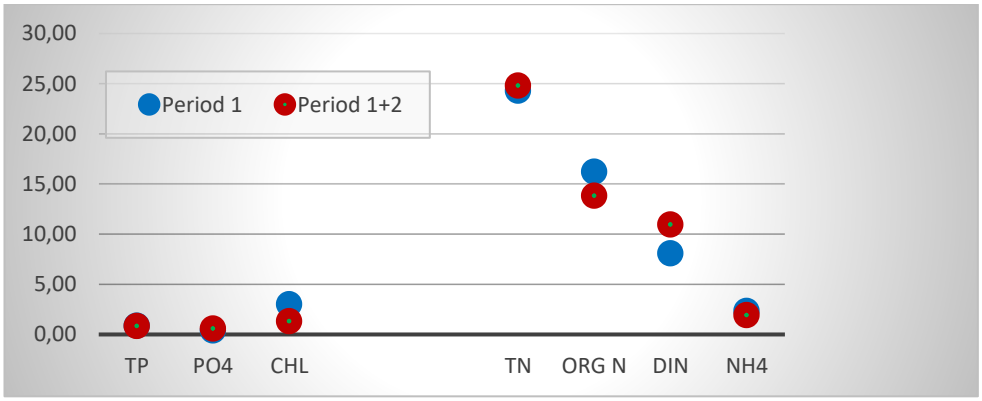
I sjöar och vattendrag klassas endast fosfor men för bohusbäckarna finns information om både fosfor och kvävetransporter och eventuella trender (Ruist,m.fl. 2017).

Observationer

Klassningen ska baseras på den känsligaste delen av vattenförekomsten enlig senaste vägledningen från Havs- och vattenmyndigheten. Många provtagningsprogram och provtagningsstationer är positionerade på grundval av andra kriterier och det gäller även provtagningsprogrammet grundavikar. Vi är därför intresserade av att beskriva resultatet från de olika stationerna som provtagits för att kunna komma fram till hur väl de representerar den känsligaste delen av vattenförekomsterna och försöka utvärdera vilka som bör användas vid framtida provtagning för bästa klassningsunderlag.

I avsnitten observationer jämförs de olika stationerna baserat på medelhalter. Vi använder data från båda mätperioderna för att få ett så säkert underlag som möjligt, både yt- och bottenmätningar eftersom provtagningsdjupet aldrig är över 10 meter. Vid hydrografistationerna som vi jämför med använder vi data från samma tidsperioder. I de beräknade medelhalterna som presenteras för de olika stationerna i rapporten är extremvärden exkluderade. Dessa förekommer vid mycket låga salthalter och förekommer mest frekvent vintertid då provtagningspunkten ibland flyttats närmare land på grund av is och provet därför tas för nära en vattendragsmynning.

Ett exempel på hur användning av färre eller fler data kan påverka resultatet visas i figur 1.1. Figuren visar skillnaden i medelvärden då vi använder en period (3 år) och båda perioderna (6 år). I figuren ses en tydlig skillnad i medelvärde för koncentrationen av klorofyll a (chl), organiskt kväve (Org N) och oorganiskt kväve (DIN) om man använder båda perioderna eller bara period 1. Data visar att en vinterblomning med höjda klorofyllhalter sänker koncentrationen av DIN. Med färre data som en period innebär kan något enstaka mättillfälle påverka resultatet. Detta syns också i figur 2.2 och 2.3 där Killingholmen provtogs endast under period 1. Då fick vi med vinterblomning i februari under både 2010 och 2011 och eftersom det är så få data slår det igenom på medelvärdet och syns i både klorofyllkoncentrationen och koncentrationen av oorganiskt kväve och fosfor. En jämförelse mellan data från bara period 1 och båda perioderna ger motsvarande mönster på flera av stationerna.



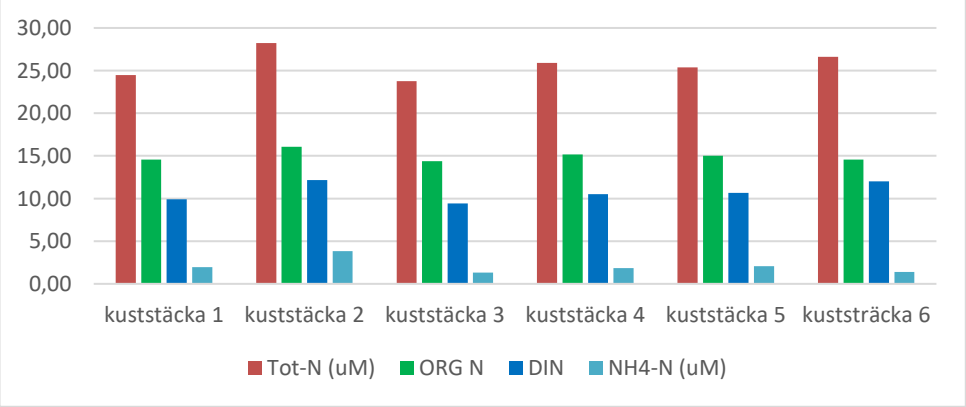
Figur 1.1. Medelvärden för period 1 jämfört med hela tidserien dvs. period 1+2 vid station Apelviken i Dynekilen.

2. Sammanfattning av rapporten

Rapporten visar på intressanta resultat. Det är en tydlig skillnad mellan stationer som ligger på djupt vatten jämfört med grundare vatten i de flesta undersökta vikarna. Utvecklingen över tid går också i vissa fall åt olika håll för de grunda områdena jämfört med de djupa. Dessutom fluktuerar mätvärdena mer i de grunda områdena. Sammantaget är det tydligt att man måste komplettera de befintliga mätningarna på djupare vatten med mätstationer i grundare områden för att få en korrekt bild av vattnets status. Alla mätpunkterna i grundavikarprogrammet behöver dock inte permanentas, några visar resultat som är så lika närliggande stationer att de kan utgå.

Skillnaden mellan grunda och djupare provtagningsstationer

Det är en tydlig skillnad mellan resultatet vid grundavikarstationerna och hydrografistationen både i klassningsresultat och dataanalys. Innerskärgården är betydligt mer påverkad av näringstillförsel och grumling. Näringsstatusen varierar mellan måttlig till god och klorofyll a och framförallt siktdjupet är starkt påverkade. Detta motiverar extra provtagning i de grunda innestängda vattenförekomsterna som påverkas av lokal tillförsel av näringsämnen via vattendrag men också av interna källor som avlopp och hög nedbrytning i grundområden. De sex kuststräckorna i rapporten visar delvis på olika näringsförhållanden vilket kan ses i figur 2.1 som visar medelhalterna för kväveparametrarna under vintern. I jämförelsen med hydrografistationerna är det två kuststräckor som visar på annorlunda resultat. Det är kuststräckan Grebbestads inre skärgård till Fjällbacka inre skärgård som båda har god status och därför visar liknande resultat som hydrografistationerna. Fjordarna innanför Orust och Tjörn visar också ett annorlunda mönster eftersom hydrografistationerna utanför vikarna också har förhöjda halter och har måttlig eller god status men på gränsen till måttlig. Även här visar grundavikarprovtagningen och hydrografiprovtagningen på liknande resultat. I båda områdena är den beräknade klassningen sämre för grundavikarstationerna men inom klassgränserna.



Figur 2.1. Medelhalter av kväve under vintern (2009-11 och 2016-18) för de olika kuststräckorna i rapporten.1) Dynekilen-Inre Tjärnöarkipelagen 2) Rossö-Resöfjorden-Sannäsfjorden 3) Grebbestad inre skärgård-Bottnefjorden 4) Hunnebostrand skärgård-Färlevfjorden 5) Snäckedjupet-Askeröfjorden 6) Älgöfjorden och Askimsfjorden.

Förhållanderna vad gäller tillrinning, näringstillförsel, resuspension m.m. i den grunda innerskärgården fluktuerar mycket mer än vid hydrografistationerna. Det gör även provtagningsparametrarna och det kan därför behövas längre tidserier för att få ett rättvisande medelvärde som används i klassningsarbetet. Denna rapport visar att 3 års provtagning är för lite för att inte enskilda händelser som isläggning eller vinterblommning i ytvattnet ska slå igenom på resultatet.

Förändring över tid

Trenden för näringsämnen från 1992 då provtagningen startade vid hydrografistationerna visar på en signifikant minskning för samtliga kväveparameterar (sverigesvattenmiljö.se). Göta älv har haft en positiv nedåtgående trend för kväve sen 1990-talet (sverigesvattenmiljö.se). Den positiva utvecklingen för kväveparametrarna speglas också i koncentrationerna av klorofyll a som minskar signifikant och siktdjupet som ökar vid nästan alla hydrografistationena (sverigesvattenmiljö.se). Det gäller även i fjordarana innanför Orust och Tjörn, men till skillnad från kvävetrenderna så ser vi inte någon positiv utveckling för klorofyll a och siktdjup i anslutning till Göta älvs båda älvgrenar. För totalhalterna av fosfor under sommaren ser vi istället en signifikant ökning under samma period. Övriga fosforparametrar (Tot P vinter och DIP) visar inga tydliga trender.

I det kortare tidspersektivet d..v.s. förändringen mellan mätperiod 1 (2009-2011) och 2 (2016-2018) ser vi också en generell förbättring vid hydrografistationerna men inom klassgränserna. Den förändringen ser vi inte i innerskärgården. I de flesta fall ökar istället kvävekoncentrationen vid grundavikarstationerna. Bohusbäckarna visar inte heller på samma tydligt minskande trend för kväve som andra större vattendrag (Ruist m. fl. 2017). Fosforhalterna som delvis visar på en försämring med en ökande trend vid hydrografistationerna (1992-2019) visar istället på en kraftig minskning och förbättrad status i innerskärgården. Förbättringen är stor och höjer i många fall statusen från måttlig till hög. Samtidigt sjunker statusen vid hydrografistationerna, i många fall från hög till måttlig. Under period 1 visade sommarparametrarna vid grundavikarstationerna mer likvärdiga resultat se bilaga 1. Den stora försämringen för totalkväve och förbättringen i totalfosforparametern sommar vid grundavikarstationerna är anmärkningsvärd och kan möjligen också eventuellt vara påverkad av andra faktorer som felaktigheter i provtagning, analys eller beräkning. Utveckligen av parametrarna går åt olika håll och den sammanlagda klassningen för närsalter förbättras generellt mellan perioderna men förändringarna är små och oftast inom klassgränserna. Skillnaden i förändringarna mellan innerskärgård och skärgården utanför förstärker bilden av att förhållanderna är olika och behöver följas upp genom provtagning.

I appendix finns statusklassningsresultaten för samtliga stationer i rapporten samlade för båda perioderna som grundavikarprovtagningen genomförts (2009-2011 och 2016-2018).

Förslag på ändringar inom grundavikarprovtagningen

En av frågeställningarna i rapporten var om man kan ta bort vissa stationer utan att försämra säkerheten i klassningsunderlaget. Analysen visar att några stationer kan utgå ur grundavikarprogrammet och orsaken diskuteras i det olika kapitlen.

- Det är station Apelviken i Dynekilen som är svårprovtagen under vintern och som därför ger ett osäkert resultat. Dynekilen kan jämföras med de smala djupt inskurna fjordarna längre söder ut; Åbyfjorden, Brofjorden och Trälebergkile och bör kunna klassas efter dessa.
- I Strömstadsfjorden kan station Höskär eventuellet utgå eftersom den representerar ett jämförelsevis mindre känsligt området i vattenförekomsten.
- Station Jolkilen i Inre Tjärnöarkeipelagen bör flyttas från djuphålan.
- Tanumkilen visar på liknande resultat som Stridsfjorden utanför och kan ersätta varandra men stationerna ligger på varsin sida god/måttligt gränsen (figur 4.3).
- Eftersom alla tre vattenförekomsterna längs sträckan Grebbestads inre skärgård och Bottnefjorden har god status med avseende på näringsämnen och klorofyll så bör man kunna reducera antalet provtagningsstationer. Fjällbacka inre skärgård är den känsligaste av vattenförekomsterna baserat på diskussionen ovan. För att följa utvecklingen längs sträckan bör minst två stationer finnas kvar och delvis innefatta Fjällbacka inre skärgård. Stationerna kan dock flyttas något för att bättre beskriva vattenförekomsten och eventuellt samlokaliseras med bottenfaunaprovtagning.
- Även station Lökholmen i Hunnebostrand skärgård kan utgå eftersom data pekar på liknande förhållanden även där.
- Trälebergskile bör av samma orsaker som Dynekilen kunna representeras av framförallt station Uleberget i Åbyfjorden.
- I området kring Orust är det station Nordtången som skulle eventuellt kunna utgå då station Havstensfjorden ligger nära och data visar på liknande resultat.
- Station Lökebergskile i Älgöfjorden har bara provtagits under period 2 och visar på god status och är jämförbar med den andra stationen i fjorden, hydrografistationen Instö ränna. Stationen kan därför utgå.

Station Apelviken, Höskär, Tannamkilen, Svinnäs, Kämperödsvik, Munkholmen, Råholmen, Lökholmen, Trälebergskile, Nordtången och Lökebergskile kan utgå ur programmet vilket är ca 30 % av stationerna. Möjligen ska man ändå behålla några av dessa för att använda som underlag för klassningen av andra liknande vattenförekomster. För en mer detaljerad diskussion hänvisas till respektive kapitel.

3. Dynekilen – Strömstadsfjorden-Inre Tjärnöarkipelagen

Figur 3.1. Kuststräckan från Dynekilen till Inre Tjärnöarkipelagen med grundavikarstationer (röda) och hydrografistationer (gul/blå), vattenförekomstindelning och vattendrag

Sex grundavikarstationer representerar tre vattenförekomster längs kuststräckan som visas i figur 3.1. Av dessa stationer ligger endast Höskär i ett relativt öppet läge, övriga är belägna i den skyddade innerskärgården. Två vattendrag mynnar på sträckan och några små bäckar som inte ingår i bohusbäcksprogrammet. Vattendragen påverkar framförallt station Apelviken och Höskär och i viss mån även Starekilen (se tabell 3.1). Station Killingholmen provtogs endast under period 1 2009-2011.

Tabell 3.1. Grundavikarstationerna med tillhörande kustvattenförekomst, närliggande-hydrografistationer och vattendrag i Bohusbäckarprogrammet (¤ - ej med i programmet).

Grundavikarstation	Kustvattenförekomst	Hydrografistation	Bohusbäckar
Apelviken	Dynekilen	s Kosterfj.	Stene å
Höskär, Starekilen	Strömstadsfjorden	s Kosterfj.	Strömsån, bäck (¤)
Jokilen, Tångeflo, Killingholmen	Inre Tjärnöarkipelagen	s Kosterfj.	Bäck (¤)

Klassning

Vid klassningen 2013 som baseras på data från period 1var statusen i Inre Tjärnöarkipelagen måttlig men de tre stationerna inom vattenförekomsterna visade på olika status. Station Killingholmen hade god status men stationerna Jokilen och Tångeflo sänkte den sammanvägda statusen för vattenförekomsten. Under period 2 provtogs inte Killingholmen och framförallt kväveparametrarna visar på sämre status. Den sammanlagda statusen för näringsämnen är trots det relativt lika och visar måttlig status för båda perioderna (tabell 3.2 och 3.3). Hydrografistationen s Kosterfjorden som utan grundavikarprovtagningarna skulle ligga till grund för bedömningen även i innerskärgården visar på god status för näringsämnen under båda perioderna. Grundavikarstationerna visar istället på måttlig status för Dynekilen och Inre Tjärnöarkipelagen och god status för Strömstadsfjorden. Strömstadsfjorden ligger dock lägre inom intervallet för god status än vad station s Kosterfjorden gör (tabell 3.2 och 3.3).

Tabell 3.2. Statusklassning för närsalter (2009–2011). Hög-blå (4–5), God-grön (3–3,99), Måttlig-gul (2–2,99), Otillfredsställande-orange (1–1,99), Dålig-röd (0–0,99). Kolumn 1–4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Dynekilen	2,55	1,79	2,9	2,65	2,13	2,37	2,47	2,25	2,36	Apelviken
Strömstadsfjorden	4,48	4,32	4,28	3,36	2,28	2,70	4,11	2,49	3,30	Höskär, Starekilen
Inre Tjärnöarkipelagen	3,56	3,90	4,06	3,52	1,53	1,63	3,76	1,58	2,67	Jolkilen, Tångeflo, Killingholmen
s Kosterfjorden	3,53	4,13	3,89	3,51	2,76	4	3,77	3,38	3,57	s Kosterfjorden

Tabell 3.3. Statusklassning för närsalter (2016-2018). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Dynekilen	2,28	2,64	2,68	1,65	0,79	4,67	2,31	2,73	2,52	Apelviken
Strömstadsfjorden	2,74	3,74	3,40	3,84	1,68	3,71	3,43	2,69	3,28	Höskär, Starekilen
Inre Tjärnöarkipelagen	2,02	2,78	4,04	4,72	0,73	1,95	3,39	1,34	2,36	Jolkilen, Tångeflo
s Kosterfjorden	5,00	5,00	5,00	4,17	2,46	2,9	4,79	2,68	3,74	s Kosterfjorden

Resultatet i tabellerna ovan visar att trots en ganska stor variation i status för vissa parametrar så ligger den medelvärdesbildade slutliga klassningen för näringsämnen ganska stabilt inom samma klass under båda perioderna. På parameternivå ser det ut som speciellt totalkväve sommar (Tot N sommar) och oorganiskt kväve (DIN) har en försämrad status under period 2 på kuststräckan. Parametern totalfosfor (Tot P) sommar visar istället på en generell förbättring.

Resultatet av klassningen av näringsämnen visar tydligt att näringsförhållandena är annorlunda i innerskärgården än vid station s Kosterfjorden och att statusen är lägre (tabell 3.2 och 3.3).

Syreförhållanden har inte klassats vid de flesta grundavikarstationerna men data visar på bra förhållanden vid stationerna längs denna kuststräcka. Bara Inre Tjärnö arkipelagen har klassats och där visar analysen på god status under period 1 och hög status under period 2. Station s Kosterfjorden har hög status.

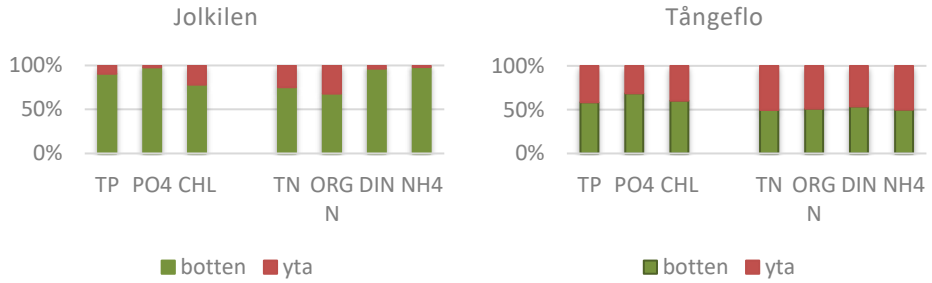
Klorofyllklassningen har gjorts med olika metoder, se avsnitt i kapitel 1. Första perioden gav hög status för alla tre vattenförekomsterna men andra perioden då provtagningsdata användes gav hög status i Dynekilen, god status i Strömstadsfjorden och måttlig status i Inre Tjärnöarkipelagen. Vid s Kosterfjorden ligger klorofyllbedömningen på god status under båda perioderna.

Siktdjupsbedömning har förbättrats i Dynekilen från dålig till måttlig status men i Strömstadsfjorden och Inre Tjärnöarkipelagen är statusen samma under båda perioderna och visar på måttlig respektive otillfredsställande status. Den förbättrade statusen i Dynekilen kan ha påverkats av att mätpositionen flyttats något i period 2. Vid s Kosterfjorden ligger siktdjupsbedömningen kvar på god status.

Observationer

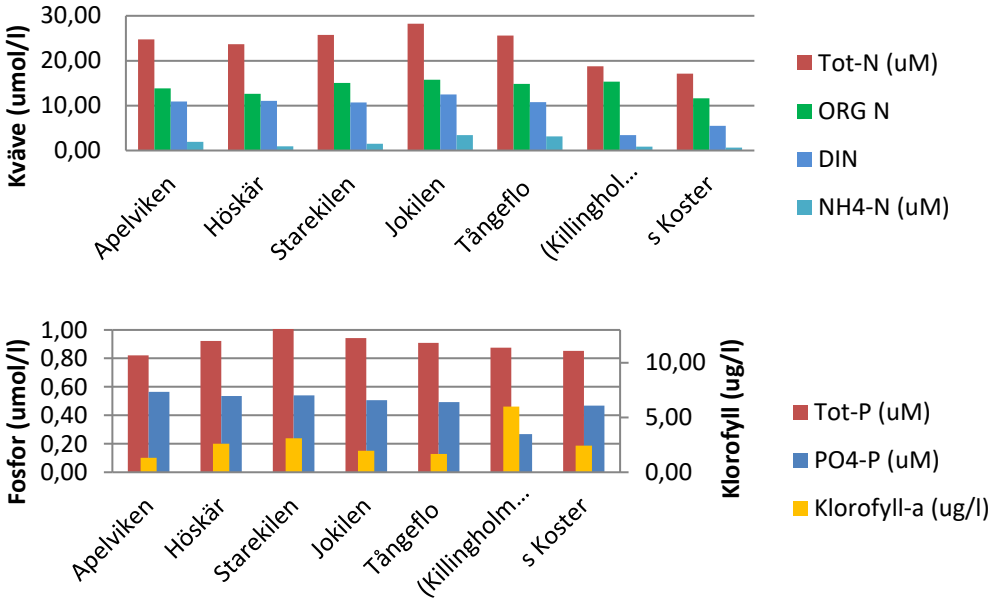
I detta avsnitt jämförs de olika stationerna med varandra och med närmaste hydrografistation med hjälp av medelhalter. Medelhalterna baseras på data från båda perioderna, både yt- och bottenmätningar eftersom provtagningsdjupet aldrig är över 10 meter. Extremvärden är bortsorterade ur medelsberäkningarna, se avsnitt i kapitel 1.

Återkommande stagnanta perioder vid station Jolkilen ger upphov till förhöjda koncentrationer i djupvattnet under sommaren av samtliga parametrar (figur 3.2). Framförallt gäller det oorganiska näringsämnen p.g.a. nedbrytning av organiskt material. Frisättning av näringsämnena till ytvattnet i vattenförekomsten sker då djupvattnet byts ut. Figur 3.2.visar också station Tångeflo med den mer typiska fördelningen mellan yta och bottenprovtagningar vid grundavikarstationerna som ligger omkring 50 % +/- 10 %. På grund av beskrivningen ovan så använder vi bara provtagningar i ytan från station Jolkilen för att beskriva medelnäringssituationen i vattenförekomsten Inre Tjärnöarkipelagen.



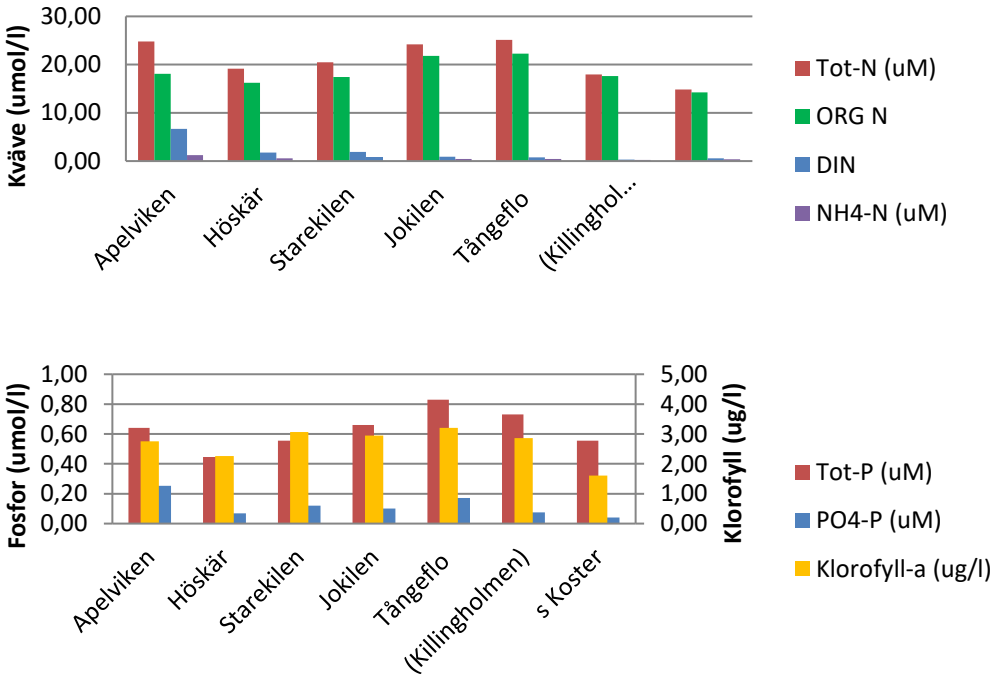
Figur 3.2. Medelhalten (100 %) som den fördelar sig mellan yt- och bottenprovtagning under sommaren för de olika parametrarna vid station Jolkilen och Tångeflo i Inre Tjärnöarkipelagen under sommaren.

En jämförelse mellan medelhalterna under vinter och sommar för de olika grundavikarstationerna och station s Kosterfjorden visas i figur 3.3 och 3.4. Under vintern ser vi att det är stationerna Jolkilen, Starekilen och Tångeflo som har högst koncentrationer av kväve men även station Apelviken har högre halter av kväve. Vid station s Kosterfjorden som har lägst halter och ligger utanför den skyddande skärgården utgör ammoniumhalterna en mycket liten del av det oorganiska kvävet i jämförelse med grundavikarstationerna. Speciellt i jämförelse med de stationerna med närhet till grunda områden med extra hög nedbrytning av organiskt material. Medelvärdena för fosfor är generellt något högre vid grundavikarstationerna än vid station s Kosterfjorden. Killingholmens låga/höga halter av fosfat/klorofyll orsakas av vinterblomning och färre data (se avsnitt i kapitel 1). Medelhalten för klorofyll under vintern är högst vid de mer exponerade stationerna Höskär och s Kosterfjorden men även vid station Starekilen och orsakas av tillfälliga blomningar.



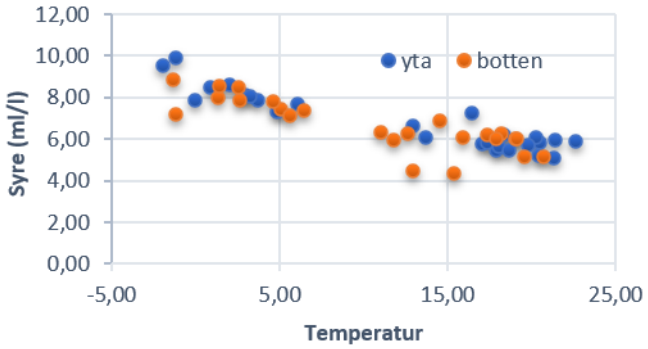
Figur 3.3. En jämförelse mellan grundavikarstationerna och hydrografistationen s Kosterfjorden. Figuren visar medelvärden under vintern för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Under sommarperioden är medelhalterna för kväve högst vid station Jolkilen, Starekilen och Apelviken. Totalhalterna utgörs nästan helt av organiskt uppbundet kväve för utom vid station Apelviken som har en betydande andel oorganiskt kväve (DIN). Under period 1 låg stationen mycket nära mynningen av vattendraget vilket troligen är orsaken. Medelhalten är lägst vid station s Kosterfjorden. Totalfosforhalterna är högst vid samma stationer och lägst vid station Höskär som är den mest exponerade av grundavikarstationerna på denna sträcka. Under sommaren är medelhalterna av fosfat något högre vid de inre stationerna än vid s Kosterfjorden. Medelhalterna för klorofyll följer inte riktigt samma mönster som näringshalterna men visar på högre halter för de mer skyddade stationerna och lägre halter vid station Höskär och s Kosterfjorden under sommaren (figur 3.4).



Figur 3.4. En jämförelse mellan grundavikarstationerna och hydrografistationen s Koster-fjorden. Figuren visar medelvärden under sommaren för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå) och ammonium (lila). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Ytvattnet blandas om av vågor och vind och syreförhållandena är därför oftast goda i grunda områden. Sommarhalterna är lägre beroende på temperatur och nedbrytning av organiskt material. I den skyddade södra delen av vattenförekomsten Strömstadsfjorden vid station Starekilen förekommer lägre halter än vid station Höskär och koncentrationer ner mot 4 ml/l kan förekomma (Figur 3.5). Båda stationerna har över 7 ml/l i både ytan och nära botten på ca 8 meters djup vintertid.



Figur 3.5. Syreförhållandet över året vid station Starekilen.

Diskussion och Slutsatser

Förändring över tid

Vid hydrografistationen s Kosterfjorden som vi jämför med längs detta kuststräckan har samtliga vinterparametrar förbättrats både för kväve och fosfor men parametern totalkväve sommar har försämrats inom klassgränserna. Parametern totalfosfor sommar har dock försämrats flera klasser. Siktdjups- och syreförhållandena är oförändrade och ligger kvar på god respektive hög status. Få signifikanta trender kan ses för station s Kosterfjorden (sverigesvattenmiljö.se) som är den hydrografistation vi jämför med och som har provtagits sen 1992. En minskning av koncentrationen oorganiskt kväve i ytvattnet syns men minskningen är inte signifikant. Totalhalten av fosfor under sommaren har däremot en signifikant ökande trend, framförallt sedan millenniumskiftet. I klorofyll a koncentrationen ses en motsvarande minskning men den är inte signifikant. Temperaturen i ytvattnet är signifikant ökande.

Längst kustavsnittet Dynekilen till Inre Tjärnöarkipelagen ligger den sammanlagda statusen för kvalitetsfaktorn näringsämnen kvar på samma status under period 1 och period 2. Resultatet visar generellt på en liten försämring men inom klassgränserna och ligger troligen är det inom den naturliga variationen. Det är kväveparametrarna som försämras och fosforparametrarna som generell förbättras något. Bedömningen av siktdjupet är oförändrat i Strömstadsfjorden och Inre Tjärnöarkipelagen men har förbättrats i Dynekilen. Syre har bara klassats i Inre Tjärnöarkipelagen och har förbättrats från god till hög. Det går inte att jämföra klassningarna av klorofyll eftersom olika metoder har använts.

De förändringar vi ser i klassningsresultatet vid grundavikarstationerna är även de osäkra. Men förändringarna överensstämmer inte med förändringar och trender vid station s Kosterfjorden.

Påverkan av näringsämnen från land

Provtagningsstationerna längst sträckan är både exponerade som station Höskär och Killingholmen och väldigt skyddade med näringskällor i form av vattendrag och stora grundområden som station Apelviken i Dynekilen och station Jolkilen och Tångeflo i Inre Tjärnöarkipelagen. Station Starekilen i södra Strömstadfjorden utgör också en skyddad miljö. Kvävehalterna under både vinter och sommar speglar effekten av näringskällorna.

Till Dynekilen rinner Stene å som avvattnar ett relativt litet område men avrinningsområdet har en hög arealspecifik förlust av både kväve och fosfor. Stene å har måttlig status med avseende på fosfor och halterna minskar (Ruist m.fl 2017). Mätningarna visar på en tydlig påverkan från land i framförallt kvävekoncentrationen som ökar med ökat färskvatteninnehåll. Klorofyllobservationerna visar på tillfälliga algblomningar även under vintern.

Observationer av salthalten vid stationerna i Strömstadsfjorden visar att lokala vattendrag (tabell 3.1) påverkar både den nordliga mindre skyddade stationen och den sydliga stationen med salthalter ner till mellan 15-20 psu. Strömsån har måttlig status med avseende på fosfor och inga tydliga trender i koncentrationen av fosfor eller kväve (Ruist m.fl. 2017). Den norska floden Glomma kan i perioder också påverka. Generellt har station Starekilen högre medelhalter av näringsämnen, både kväve och fosfor än station Höskär (figur 3.3. och 3.4). Här påverkar också ett

mindre vattendrag. Det är framförallt mängden kväve och fosfor uppbundet i organiskt material som skiljer mellan stationerna och inte så mycket det oorganiska kvävet (DIN) och fosfat (DIP). Den organiska delen av kvävet ökar med en ökad biologisk produktion under sommaren och ökar även med minskad salthalt. Generellt utgör ammoniumhalterna en större andel av det oorganiska kvävet vid Starekilen i söder än vid Höskär i norra delen av fjorden. Även klorofyllhalterna är högre vid station Starekilen, oftast mellan 3 och 5 ug/l under sommaren men betydligt högre koncentrationer förekommer under både sommar och vintern. Siktdjupet minskar tydligt med ökat färskvatteninnehållet vid båda stationerna

Inre Tjärnöarkipelagen har tre stationer i skyddade lägen. De två norra mer innestängda stationerna har högre koncentrationer av kväve och fosfor än Killingholmen. Mindre vattendrag bidrar med näringstillförsel men de är inte med i Bohusbäckarprogrammet och är inte klassade. Älgö lera som ligger i anslutning till vattenförekomsten utgör en sänka för näringsämnen men även en källa under hösten då nedbrytningen blir större än produktionen av organiskt material. Totalkvävehalterna påverkas av färskvatteninnehållet och ökar med minskad salthalt. Den kopplingen finns också för oorganiskt kväve (DIN) under vintern men under sommaren binds det oorganiska kvävet upp av biologin och minskar till nära noll. Vid Jolkilen men även vid Tångeflo så utgör ammonium vid högre halter av oorganiska kvävet en relativt stor andel. Vid Killingholmen är bidraget mindre. Koncentrationen av fosfat (DIP) minskar också till nära noll under sommaren men flera toppar med högre värden kan ses i något högre medelvärde (figur 3.4.).

Behovet av provtagning

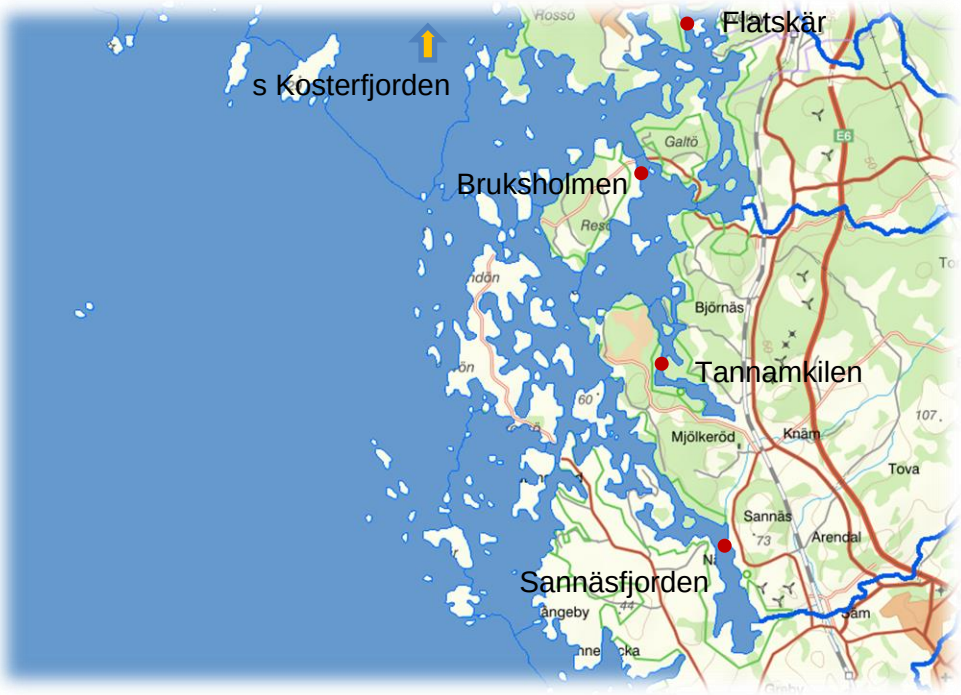
Längs denna sträcka är det en stor skillnad mellan resultatet vid grundavikarstationerna och hydrografistationen s Kosterfjorden. Det gäller även för station Höskär i Strömstadsfjorden som ligger mest exponerat och har lägst halter av näringsämnen och klorofyll av grundavikarstationerna. Detta motiverar extra provtagning i de grunda innestängda vattenförekomsterna som påverkas av lokal tillförsel av näringsämnen via vattendrag men också av interna källor som hög nedbrytning i grundområden och i detta fall en stagnant djuphåla. Resultatet vid station Höskär indikerar att även vattenförekomster mellan de mer innestängda vattenförekomsterna och den mer exponerade skärgården visar tydlig påverkan från land.

Dynekilen med sina grundområden och flera mindre vattendrag utgör en miljö som kan jämföras med långa skyddade fjordar längre söder. Gemensamt är också avrinningsområden med hög arealspecifik förlust av näringsämnen och måttlig status i vattendragen. Läckaget av näringsämnen härrör från skog och extensivt jordbruk och enskilda avlopp. Även dessa fjordar är färskvattenpåverkade i inre delarna och stora delar av fjordarna blir islagda under vintern. Det finns ingen lämplig isposition i den inre delen av fjorden. Den provtagningsposition som använts ligger för nära mynningen av ett vattendrag och representerar därför inte förhållandet i fjorden. Dynekilen borde kunna klassas efter Åbyfjorden även om de ligger relativt långt ifrån varandra.

Strömstadsfjorden bör representeras av station Starekilen som utgör en av de känsligare delarna av fjorden. Data visar att station Höskär liksom station Killingholmen i Inre Tjärnöarkipelagen utgör övergångsområden där vattenutbyte och omblandning skapar en mindre påverkad miljö än i den mer skyddade innerskärgården.

Inre Tjärnöarkipelagen bör representeras av station Tångeflo som med fördel kan flyttas mellan flera grundområden i närheten för att bättre representera fjordens känsligaste delar. Station Jolkilen visar intressanta resultat och vi känner nu till den stagnanta djuphålan. Djuphålan påverkar troligen omgivande vatten men effekten bör inte provtas direkt i djuphålan utan bör flyttas en bit om stationen ska finnas kvar.

4. Rossö-Resöfjorden-Stridsfjorden-Tanum-kilen-Sannäsfjorden



Figur 4.1. Kuststräckan från station Flatskär i Rossö-Resöfjorden till Sannäsfjorden med grundavikarstationer (röda) och hydrografistationer (gul/blå), vattenförekomstindelning och vattendrag. Station s Kosterfjorden (gul/blå pil) ligger strax norr om kartbilden.

Längs denna sträcka representeras de fyra kustvattenförekomsterna Rossö-Resöfjorden, Stridsfjorden, Tanumskilen och Sannäsfjorden av en station var (figur 4.1). Alla fyra stationerna ligger i den skyddade innerskärgården. Flera vattendrag som ingår i Bohusbäckarprogrammet mynnar på sträckan. Dessa vattendrag påverkar framförallt Resö-Rossöfjorden och Sannäsfjorden (se tabell 4.1).

Tabell 4.1. Grundavikarstationerna med i analysen tillhörande kustvattenförekomst, hydrografistationer och vattendrag i Bohusbäckarprogrammet (¤ - ej med i programmet).

Grundavikarstation	Kustvattenförekomst	Hydrografistation	Bohusbäckar
Flatskär	Rossö-Resöfjorden	s Kosterfjorden	Risängsbäcken/Överbyån, Hogarälven
Bruksholmen	Stridsfjorden	s Kosterfjorden	
Tannamkilen	Tanumskilen	s Kosterfjorden	Litet vattendrag (¤)
Sannäsfjorden	Sannäsfjorden	s Kosterfjorden	Skärboälven, litet vatten-drag (¤)

Klassning

Längs detta kustavsnitt har den sammanvägda klassningen för näringsämnen ändrats från period 1 till period 2 i några av vattenförekomsterna. Rossö-Resöfjorden och Sannäsfjorden ligger dock kvar inom gränserna för måttlig status. I Stridsfjorden har statusen förbättrats något och kommit över gränsen till god status. För Tanumskilen gäller det omvända, att statusen blivit lite sämre och ramlat ner från bra till måttlig status. Förändringarna upp och ner är relativt små och antagligen inom den naturliga variationen. Men det kan naturligtvis också vara början på en trend och mer övervakning behövs för att följa situationen.

På parameternivå får Tot N en generellt sämre status och försämras till dålig status i flera av vattenförekomsterna. Försämringen gäller även vid hydrografistation s Kosterfjorden. Parametern DIN är också generellt sämre under period 2 än period 1. Sannäsfjorden har fått sänkt status för samtliga vinterparametrar men Tot P för sommaren är istället betydligt bättre under period 2 än period 1 (tabell 4.2 och 4.3).

Tabell 4.2. Statusklassning för närsalter (2009-2011). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Rossö-Resöfjorden	1,66	1,76	4,28	3,53	1,10	1,32	2,81	1,21	2,01	Flatskär
Stridsfjorden	3,89	3,56	3,60	3,07	1,84	2,02	3,53	1,93	2,73	Bruksholmen
Tanumskilen	3,89	4,21	4,43	3,28	2,00	2,09	3,95	2,05	3,00	Tannamkilen
Sannäsfjorden	4,62	3,09	4,02	3,00	1,92	1,94	3,68	1,93	2,81	Sannäsfjorden
S Kosterfjorden	3,53	4,13	3,89	3,51	2,76	4,00	3,77	3,38	3,57	s Kosterfjorden

Tabell 4.3. Statusklassning för närsalter (2016-2018). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Rossö-Resöfjorden	2,33	2,60	3,96	3,22	0,96	3,64	3,03	2,30	2,66	Flatskär
Stridsfjorden	3,08	3,40	3,90	3,87	1,09	4,15	3,56	2,62	3,09	Bruksholmen
Tanumkilen	2,88	3,29	3,80	3,77	0,92	3,43	3,43	2,17	2,80	Tannamkilen
Sannäsfjorden	1,74	1,87	2,93	2,85	0,92	3,81	2,35	2,36	2,35	Sannäsfjorden
S Kosterfjorden	5,00	5,00	5,00	4,17	2,47	2,90	4,79	2,68	3,74	s Kosterfjorden

Resultatet av klassningen av näringsämnen visar tydligt att näringsförhållandena är annorlunda i innerskärgården och att statusen är lägre än vid station s Kosterfjorden (tabell 4.2 och 4.3) som utan grundavikarprovtagningen skulle ligga till grund för klassningen. I södra Kosterfjorden är det stabilt god status under båda mätperioderna. Grundavikarstationerna visar istället generellt på måttlig status som vid några stationer balanserar på gränsen mellan måttlig och god.

Syreförhållanden har inte klassats vid de flesta grundavikarstationerna (se avsnitt i kapitel 1) men data visar på bra förhållanden vid stationerna längs denna

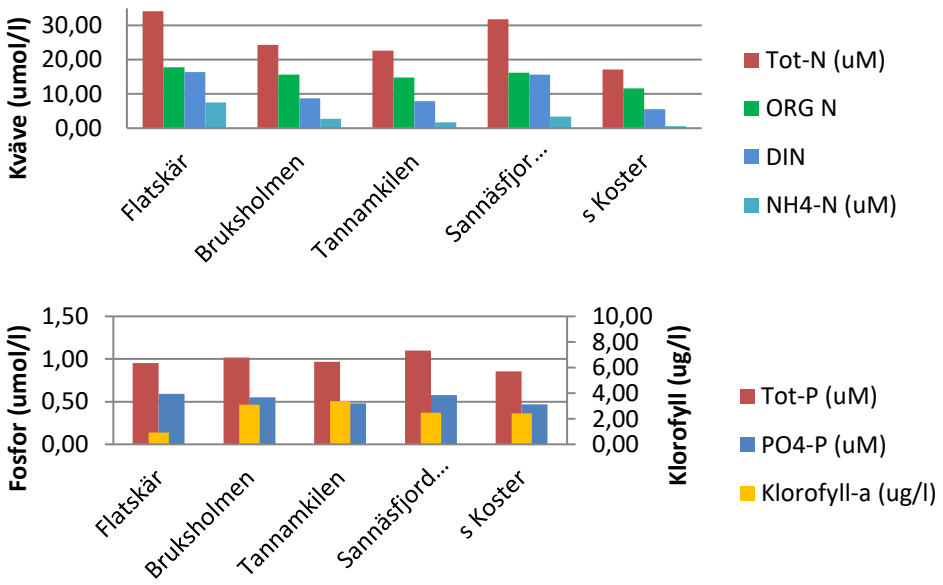
kuststräcka och klassas som hög status under period 1 och period 2 i Tanumskilen. Station södra Kosterfjorden har hög status.

Klorofyllklassningen har gjorts med olika metoder, se avsnitt i kapitel 1. Första perioden gav hög status för tre av vattenförekomsterna men Sannäsfjorden hade måttlig status. Andra perioden då provtagningsdata användes visade på hög status i Stridsfjorden, god status i Tanumskilen och Sannäsfjorden och måttlig status i Rossö-Resöfjorden.

Siktdjupsbedömningar gjordes inte under period 1 men bedömningen för period 2 visade på måttlig status i Stridsfjorden, Tanumskilen och Sannäsfjorden och otillfredsställande status i Rossö-Resöfjorden.

Observationer

I detta avsnitt jämförs de olika stationerna med varandra och närmaste hydrografistation med hjälp av medelhalter. Medelhalterna baseras på data från båda perioderna, både yt- och bottenmätningar eftersom provtagningsdjupet aldrig är över 10 meter. Extremvärden är bortsorterade ur medelsberäkningarna, se avsnitt i kapitel 1.

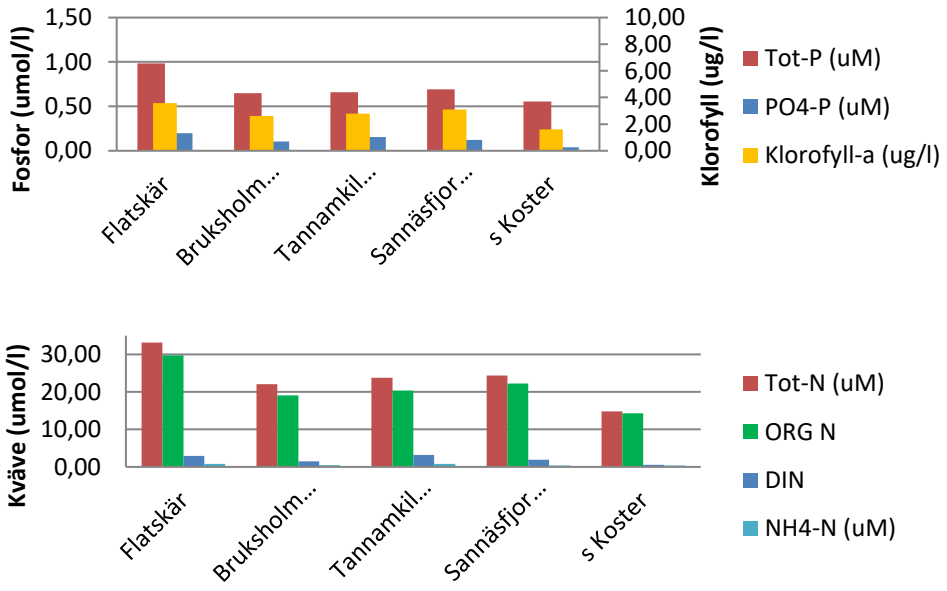


Figur 4.2. En jämförelse mellan grundavikarstationerna och hydrografistationen s Kosterfjorden. Figuren visar medelvärden under vintern för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå), och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

I figurerna 4.2 och 4.3 visas medelvärdet av observationer från båda klassningsperioderna under sommar och vinter för kuststräckan Rossö-Resöfjorden och ner till och med Sannäsfjorden.

Högst medelhalter av totalkväve ser vi vid station Flatskär och Sannäsfjorden. Andelen organiskt uppbundet kväve är jämförbart vid de fyra grundavikarstationerna och istället är det medelhalterna av oorganiskt kväve (DIN) som är betydligt högre vid de två stationerna. Andelen ammonium är också högst vi dessa stationer och

speciellt är det station Flatskär som har höga ammoniumhalter. Data visar att under vintern varierar koncentrationen av Tot N mer än under sommaren, mellan 15 umol/l och 40 umol/l och upp till 60 µmol/l vid station Sannäsfjorden. En koppling mellan högre halter av Tot N och lägre salthalt på grund av påverkan från vattendrag kan också ses. En ökad oorganisk pool av näringsämnen men även den organiska poolen är betydande på vintern. De höga ammoniumkoncentrationerna under vintern vid station Flatskär indikerar att nedbrytningen av organiskt material är en viktig källa. Ammoniumhalterna är höga jämfört med både övriga grundavikarstationer och framförallt jämfört med station s Kosterfjorden som representerar mer exponerad skärgård. Även utsläpp från avlopp i närheten kan påverka. Medelhalterna för fosfor visar inte samma mönster. Figur 4.2 (nedre) visar på jämförbara halter av totalfosfor och fosfat vid grundavikarstationerna med något högre medel vid station Sannäsfjorden. I södra Kosterfjorden är halterna lite lägre. Fosfathalterna utgör ca 50 % av totalhalterna vid stationerna. Halterna av totalfosfor är generellt något högre på vintern. DIP poolen varierar runt 0,6 umol/l under vintern.



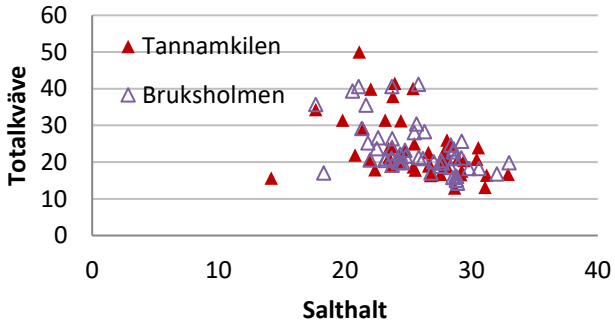
Figur 4.3. En jämförelse mellan grundavikarstationerna och hydrografistationen s Kosterfjorden. Figuren visar medelvärden under sommaren för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå), och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Medelhalterna för kväve under sommaren byggs till stor del upp av organiskt uppbundet kväve både i innerskärgården och ute på södra Kosterfjorden (figur 4.3.). Här ser vi högst halter vid station Flatskär som påverkas av närliggande grundområde (Älgö lera) med längre uppehållstid för det innestängda ytvattnet. Station s Kosterfjorden har tydligt lägre halter. Tillförsel av oorganiskt kväve (DIN) kan också ses i medelhalterna eftersom dessa inte helt förbrukas. Under sommaren är ammoniumhalterna låga.

Medelhalterna av fosfor under sommaren utgörs också till största del av organiskt uppbunden fosfor (Tot P minus DIP) men lokal tillförsel av fosfat (DIP) kan ses i data vid grundavikarstationerna där medelhalterna minskar till lägre värden under sommaren. Vid station s Kosterfjorden är medelfosfathalterna är nära noll (figur

4.3) under samma period. Nedbrytning av organiskt material som skapar näringstillförsel från sediment till vatten i de grunda vattenförekomsterna är en källa till ökad produktion. Eventuella punktutsläpp kan inte uteslutas.

Medelklorofyllhalterna är högre i innerskärgården vid grundavikarstationerna än i södra Kosterfjorden under sommarhalvåret (figur 4.3) och är i motsats till under vintern högst vid station Flatskär. Data visar på tillfälliga blomningar under såväl sommar som vinter. Klorofyllhalterna ligger oftast mellan 1-5 ug/l under sommaren och 0-10 ug/l under vintern men tillfälliga blomningar på upp till 20 ug/l kan ses och halterna ökar med färskvatteninnehållet. Siktdjupet är 4,5-7 meter med en viss koppling till klorofyllkoncentrationen men andra parametrar är också viktiga som tillförsel av partikulärt material (organiskt och oorganiskt) från vattendrag vilket kan ses i att färskvatteninnehållet påverkar siktdjupet.



Figur 4.4. Färskvatteninnehållets påverkan på totalkvävehalterna vid station Tannamkilen och Bruksholmen.

Vi jämför station Tannamkilen i Tanumskilen med station Bruksholmen i Stridsfjorden utanför som i figur 4.2 och 4.3 visar på liknande förhållanden. I figur 4.4. visas koncentrationen av totalkväve och kopplingen till färskvatteninnehållet är tydlig vid båda stationerna. Något högre kvävehalter ses inne i Tanumkilen. Data visar att även klorofyllkoncentrationen är något högre i Tanumskilen. Fosforhalterna är istället något lägre.

Station Bruksholmen kan också jämföras med station Höskär i Strömstadsfjorden som precis som station Bruksholmen ligger något mer exponerat än de innersta stationerna men ändå skyddad av skärgård. Station Bruksholmen har ungefär samma förhållande för totalhalterna som av kväve vid Höskär men det är en tydlig skillnad i koncentrationen av oorganiskt kväve (DIN) under vintern. Färre och mindre vattendrag längs denna sträcka innebär ett lägre färskvatteninnehåll. Vid Bruksholmen är därför halterna av oorganiskt kväve betydligt lägre än vid Höskär men det kompenseras av en större pol av organiskt bundet kväve.

Även fosfathalterna är något lägre vid Bruksholmen än vid Höskär. Under sommaren är totalhalterna som domineras av organiskt bundet material högre vid Bruksholmen än vid Höskär. Siktdjupet är inte lika tydligt kopplat till salthalten som vid Höskär och påverkas troligen även i hög grad av partiklar från närliggande grundområden. De stora grundområdena (lerorna) öster om Stridsfjorden kan antas exportera material, både organiskt och oorganiskt som påverkar förhållandena i Stridsfjorden.

Diskussion och Slutsatser

Förändring över tid

Även denna sträcka jämförs med hydrografistation s Kosterfjorden. Få signifikanta trender kan ses för stationen som provtagits sedan 1992. En minskning av koncentrationen av oorganiskt kväve och totalkväve syns i ytvattnet men minskningen är inte signifikant. Vinterhalterna av fosfat och totalfosfor har inte någon trend. I klorofyll a koncentrationen ses en minskning men inte heller den är signifikant. Temperaturen i ytvattnet är signifikant ökande.

Klassningen av data från station s Kosterfjorden för de två perioderna 2009-2011 och 2016-2018 visar lägre halter för samtliga vinterparametrar och totalfosfor sommar medans totalkväveparametern för sommarperioden ligger kvar på samma status. Resultatet av klassningen vid grundavikarstationerna mellan perioderna visar en försämring för kväveparametrarna både för vinter och sommar och en förbättring i fosforparametrarna. Det går inte att jämföra klassningarna av klorofyll och siktdjup mellan perioderna eftersom olika metoder använts. Syrehalterna är bra men har inte klassats, se kapitel 1.

De förändringar vi ser i klassningsresultatet vid grundavikarstationerna är även de osäkra. Förändringarna överensstämmer dock inte med förändringarna vid station s Kosterfjorden.

Påverkan av näringsämnen från land

Längst denna kuststräcka är skillnaderna stora mellan hur stationerna är positionerade. Station Bruksholmen ligger i Stridsfjorden som inte har något vattendrag eller direkt påverkanskälla vilket också syns i halterna av näringsämnen. Galterö lera ligger i närheten men omblandning och vattenutbyte med yttre delen av Rossö-Resöfjorden ger lägre halter. Motsatsen kan sägas gälla för station Flatskär i inre delen av Rossö-Resöfjorden som ligger i södra ut/inlopp till Älgö lera och visar på höga halter. Även höga ammoniumhalter utmärker station Flatskär. Risängsbäcken/Överbyån mynnar i närheten av stationen och har otillfredsställande status med avseende på fosfor. Hogarälven mynnar strax söder om i Galterö lera och har måttlig status. Den arealspecifika förlusten från avrinningsområdet är hög och läckaget av näringsämnen kommer framförallt från jordbruksmark men även från skog och enskilda avlopp. Via Hogarälven kommer också bidrag från avloppsreningsverk. Tannamkilen i Tanumskilen är som namnet antyder en smal kil, med ett litet vattendrag och grundområde längst in. Vattendraget är inte klassat och vi vet inte hur markanvändningen ser ut. Att station Tannamkilen visar på liknande koncentrationer som Stridsfjorden utanför och har bättre status än Sannäsfjorden är troligen en effekt av mindre tillförsel av näringsämnen från land. Station Sannäsfjorden har höga medelhalter av näringsämnen som är jämförbara med station Flatskär. Fjordens inre delar tar emot näringsämnen från två vattendrag varav ett mynnar vid Sannäs by där provtagningsstationen ligger. Skärboälven som ligger längst in i fjorden är klassad och har måttlig status med avseende på fosfor. Inga tydliga trender syns i kvävetransporten. Näringstillförseln kommer ifrån jordbruksmark, skogsmark och enskilda avlopp.

I de mest inneslutna kustvattenförekomsterna är påverkan från vattendrag, högre produktion och resuspension i grunda områden naturlig och en del av förklaringen till högre halter av näringsämnen, klorofyll och sämre siktdjup i innerskärgården.

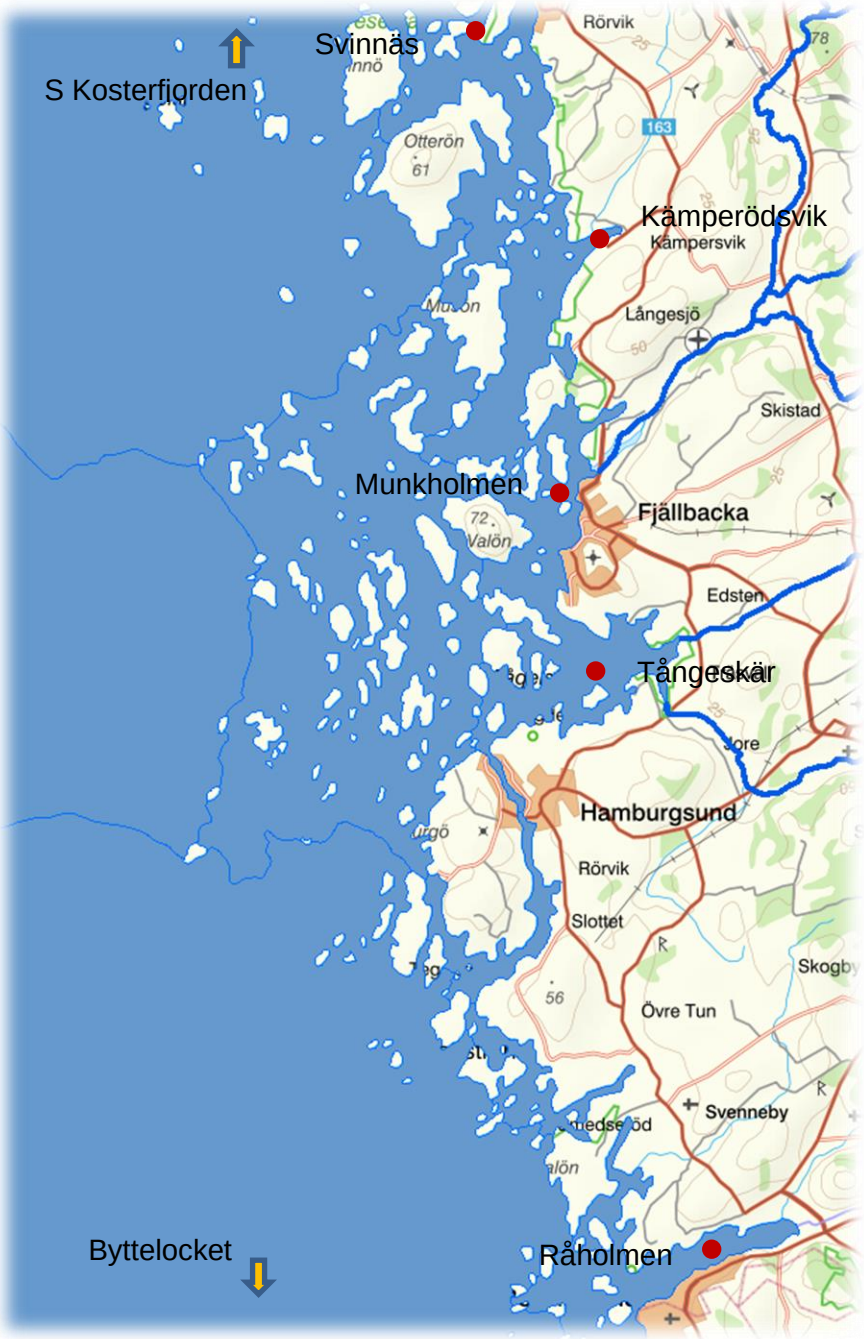
Men att statusen i vattendragen är sämre än normen (god status) innebär dessutom en extra antropogen påverkan.

Behovet av provtagning

Längs denna sträcka är det en tydlig skillnad mellan resultatet vid grundavikarstationerna och hydrografistationen s Kosterfjorden. Detta motiverar extra provtagning i de grunda innestängda vattenförekomsterna som påverkas av lokal tillförsel av näringsämnen via vattendrag men också av interna källor som hög nedbrytning i grundområden. Vattenförekomsten Rossö-Resöfjorden utgörs av en inre mycket skyddad del med vattendrag och stora grundområden som Galterö lera och som representeras väl av station Flatskär och en yttre del som är väldigt exponerad och representeras bäst av station s Kosterfjorden. Station Bruksholmen i Stridsfjorden representerar ett övergångsområde mellan mycket innestängda vattenförekomster med större påverkan och hydrografistationerna längre ut i skärgården.

Påverkan från land via vattendrag är betydande i flera av dessa fjordar och kilar och att flera av vattendragen provtas inom Bohusbäckarprogrammet ger kunskap om koppling mellan land och hav. Stationerna på sträckan bör behållas i provtagningsprogrammet. Station Sannäsfjorden bör möjligen flyttas något för att undvika direkt påverkan av vattendraget som mynnar vid Sannäs by. Station Flatskär är bra om man gör om vattenförekomstindelningen så att Älgö lera och Galterö lera ingår i samma vattenförekomst. Om stationen skulle flyttas ut något för att inte mäta direkt i utloppet från Älgö lera skulle den troligen mer representera samma förhållanden som i Inre Tjärnöarkipelagen norr om Älgö lera. Det är också en möjlighet att kustvattenförekomsten Inre Tjärnöarkipelagen och inre delen av Rossö-Resöfjorden skulle kunna utgöra samma vattenförekomst. Station Tannamkilen och Bruksholmen visar relativt lika koncentrationer men visar också på hur näringsförhållandena varierar i innerskärgården. Och att även vattenförekomster utan direktpåverkan från land är tydligt näringspåverkade som exemplet Stridsfjorden här.

5. Grebbestad inre skärgård-Fjällbacka inre skärgård-Bottnefjorden



Figur 5.1. Kuststräckan från Grebbestads inre skärgård till Bottnefjorden med grundavikar-stationer (röda) och hydrografistationer (gul/blå), vattenförekomstindelning och vatten-drag. Det finns inga hydrografistationer (gul/blå pil) i direkt anslutning till denna kust-sträcka.

De fem stationerna längs sträckan representerar tre vattenförekomster. Stationerna Svinnäs och Kämperödsvik ligger i den norra respektive södra delen av vattenförekomsten Grebbestads inre skärgård. Båda är ca 7-8 meter djupa och ligger relativt skyddade av öar. Station Munkholmen ligger utanför Anaråsälvens mynning och station Tångeskär ligger i Jorefjorden. Båda ligger i vattenförekomsten Fjällbacka inre skärgård. Stationerna är ca 5-6 meter respektive 3-4 meter djupa och ligger även dessa relativt skyddade av öar. I Bottnefjorden ligger station Råholmen som är något mer exponerad för vågor och vind. De hydrografistationer som vi jämför med ligger norr och söder om kuststräckan (figur 5.1).

Tabell 5.1. Grundavikarstationerna med tillhörande kustvattenförekomst, hydrografistationer och vattendrag i Bohusbäckarprogrammet (¤ - ej med i programmet).

Grundavikar-station	Kustvattenförekomst	Hydrografistation	Bohusbäckar
Svinnäs	Grebbestad inre skärgård	s Kosterfj., Byttelocket	
Kämperödsvik	Grebbestad inre skärgård	s Kosterfj., Byttelocket	Litet vattendrag (¤)
Munkholmen	Fjällbacka inre skärgård	s Kosterfj., Byttelocket	Anaråsälven
Tångeskär	Fjällbacka inre skärgård	s Kosterfj., Byttelocket	Joreälven, Träsvallaälven (¤)
Råholmen	Bottnefjorden	Byttelocket	Två små vattendrag (¤)

Till Grebbestad inre skärgård mynnar endast några mindre vattendrag. Till Fjällbacka inre skärgård tillrinner flera lite större vattendrag och två, Anaråsälven och Joreälven är med i Bohusbäckarprogrammet (se tabell 5.1). Två mindre vattendrag mynnar i Bottnefjorden men dessa är inte med i Bohusbäckarprogrammet.

Klassning

Längst kustavsnittet Grebbestads inre skärgård och ner till Bottnefjorden är den sammanlagda statusen god under båda perioderna baserat på grundavikarprovtagningen. De hydrografistationer som vi jämför med har också god status (tabell 5.2 och 5.3). I Fjällbacka inre skärgård är statusen dock mycket nära gränsen ner till måttlig status. De beräknade värdena i de andra två vattenförekomsterna ligger väl innanför gränsvärdena för god status (3-3,99) och vid hydrografistationerna är värdena närmare gränsen mot hög status.

På parameternivå varierar det mer. I den tidigare klassningen för period 1 (tabell 5.2) är statusen god till hög för samtliga vinterparametrar i vattenförekomsterna längs denna stäcka. Detta gäller även för de flesta parametrar under period 2 men totalfosfor (Tot P) vinter försämras till måttlig status i alla tre vattenförekomsterna. I Bottnefjorden är dock statusen för Tot P vinter mycket nära gränsen till god status. I Fjällbacka inre skärgård har även oorganiskt kväve (DIN) vinter sänkts till måttlig men är relativt nära gränsen till god status. Vid hydrografistationerna s Kosterfjorden och Byttelocket är statusen under vintern god till hög under båda perioderna. Under sommarperioden ändras klassningen mycket mellan perioderna och går från måttlig till otillfredsställande för parametern totalkväve (Tot N) och från måttlig till hög för Tot P. Klassningen av Tot P är anmärkningsvärd då Tot P

sommar vid hydrografistationerna som ligger mer exponerat försämras från god-hög till måttlig mellan period 1 och 2 (men nära gränsen till god). Den stora förändringen i parametern Tot P sommar ses vid många stationer inom provtagningsprogrammet och kan indikera en sann förändring men kan också möjligen vara resultatet av annan felkälla.

Tabell 5.2. Statusklassning för närsalter under period 1 (2009-2011). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Grebbestad inre sk	4,82	4,88	4,10	3,76	2,55	2,60	4,39	2,57	3,48	Svinnäs, Kämperödsvik
Fjällbacka inre sk	4,43	4,08	4,19	3,49	2,26	2,35	4,04	2,30	3,17	Munkholmen, Tångeskär
Bottnefjorden	5,00	3,70	4,48	3,92	2,34	2,40	4,28	2,37	3,32	Råholmen
S Kosterfjorden	3,53	4,13	3,89	3,51	2,76	4	3,77	3,38	3,57	s Kosterfjorden
Kungshamn s sk	3,78	4,53	3,66	3,63	2,97	3,84	3,90	3,41	3,65	Byttelocket

Tabell 5.3. Statusklassning för närsalter under period 2 (2016-2018). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Grebbestad inre sk	3,95	5,00	3,30	2,40	1,73	5,00	3,66	3,37	3,51	Svinnäs, Kämperödsvik
Fjällbacka inre sk	2,78	3,36	3,03	2,43	1,53	5,00	2,90	3,27	3,08	Munkholmen, Tångeskär
Bottnefjorden	3,01	3,97	3,07	2,96	1,61	5,00	3,25	3,30	3,28	Råholmen
S Kosterfjorden	5,00	5,00	5,00	4,17	2,47	2,90	4,79	2,68	3,74	s Kosterfjorden
Kungshamn s sk	5,00	5,00	5,00	3,88	2,87	2,92	4,72	2,90	3,81	Byttelocket

Längst denna sträcka överensstämmer resultatet av den sammanlagda klassningen av näringsämnen i vattenförekomsterna (Tabell 5.1) med resultatet för hydrografistationerna men parametrarna varierar mer vid grundavikarprovtagningen. Eftersom resultatet är mer överensstämmande skulle man längst denna sträcka kunna dra ner antalet provtagningslokaler och ta prover i det känsligaste området i innerskärgården. Det är enligt data Fjällbacka inre skärgård där det finns två stationer. En möjlighet är också att flytta in station Svinnäs närmare Grebbestad.

Syreförhållanden har inte klassats vid de flesta grundavikarstationerna (se avsnitt i kapitel 1) men data visar att syreförhållandena är bra längs denna kuststräcka och klassades som hög status under period 1.

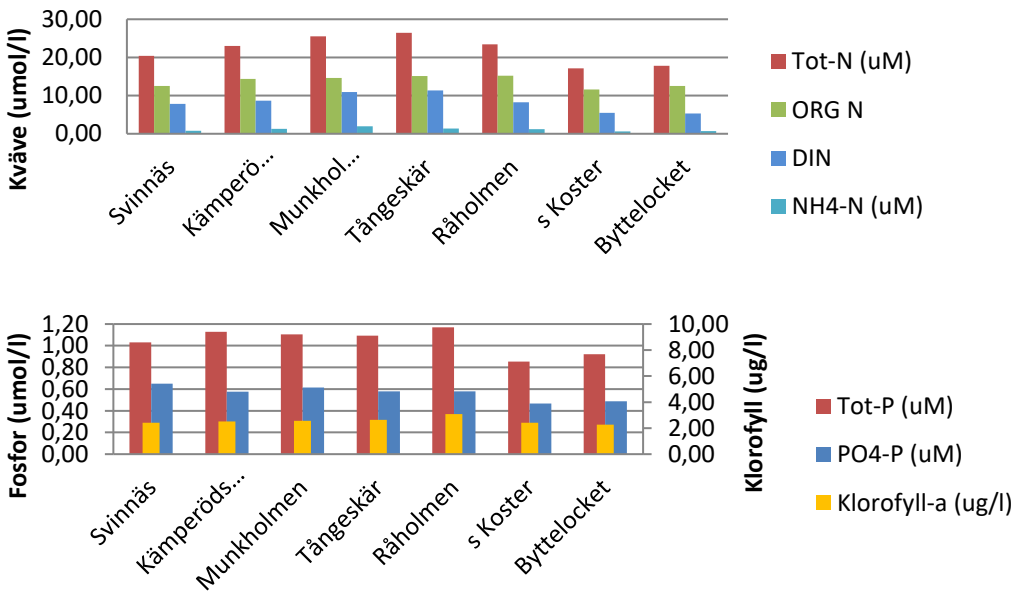
Klorofyllklassningen har gjorts med olika metoder, se avsnitt i kapitel 1. Första perioden gav hög status för två av vattenförekomsterna men Fjällbacka inre skärgård hade måttlig status. Andra perioden då provtagningsdata används visar på god status i samtliga tre vattenförekomster.

Siktdjupsbedömningar gjordes inte under period 1 men bedömningen för period 2 visar på otillfredsställande status i alla tre vattenförekomsterna.

Observationer

I detta avsnitt jämförs de olika stationerna med varandra och närmaste hydrografistation med hjälp av medelhalter. Medelhalterna baseras på data från båda perioderna, både yt- och bottenmätningar eftersom provtagningsdjupet aldrig är över 10 meter. Extremvärden är bortsorterade ur medelsberäkningarna, se avsnitt i kapitel 1.

I figurerna 5.2 och 5.3 visas medelvärdet av observationer från båda klassnings perioderna under sommar och vinter för kuststräckan Grebbestads inre skärgård och ner till och med Bottnefjorden.

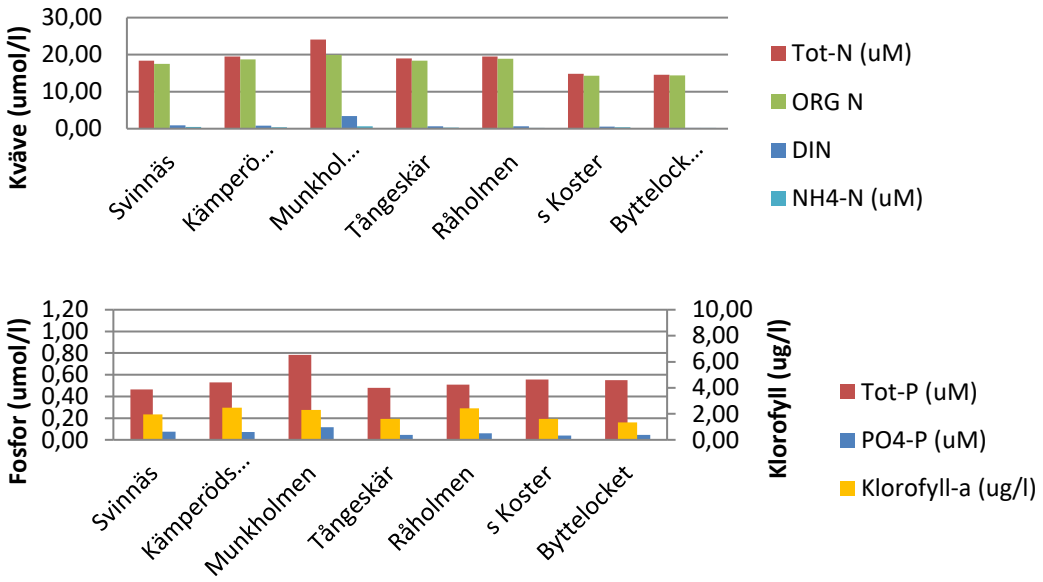


Figur 5.2. En jämförelse mellan grundavikarstationerna Svinnäs till Råholmen och hydrografistationerna s Kosterfjorden och Byttelocket. Figuren visar medelvärden under vintern för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul

Högst medelhalter av totalkväve under vintern har vi vid station Tångeskär och Munkholmen i Fjällbacka inre skärgård. Station Svinnäs i Grebbestad inre skärgård som har lägst halter av grundavikarstationerna är också minst färskvattenpåverkad. Andelen organiskt uppbundet kväve är jämförbart vid de fem grundavikarstationerna men stationerna i Fjällbacka inre skärgård har också högre halter av

oorganiskt kväve vilket indikerar en större påverkan av vattendrag eller annan källa. Andelen ammonium är högst vid station Munkholmen utanför Fjällbacka.

Medelhalterna för fosfor under vintern är högre vid grundavikarstationerna än vid hydrografistationerna. Figur 5.2 (nedre) visar på jämförbara halter av totalfosfor och fosfat vid grundavikarstationerna med något högre medel vid station Råholmen. I södra Kosterfjorden är halterna lite lägre än vid Byttelocket. Fosfathalterna utgör ca 40-50 % av totalhalterna vid alla stationerna.

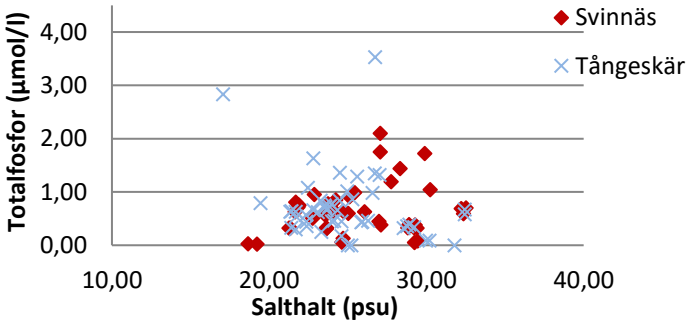


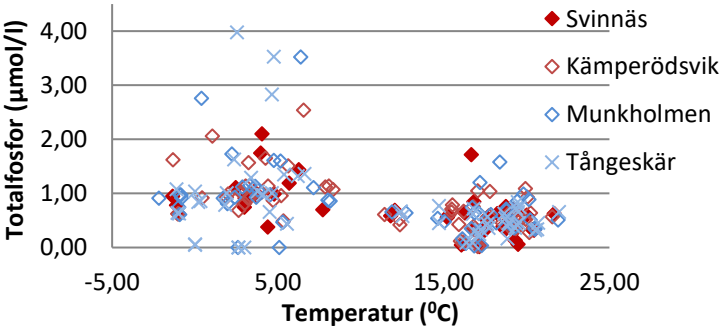
Figur 5.3. En jämförelse mellan grundavikarstationerna Svinnäs till Råholmen och hydrografistationerna s Koster och Byttelocket. Figuren visar medelvärden under sommaren för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Under sommaren är totalhalterna av kväve lägre och nästan helt uppbundet i organiskt material. Bara Munkholmen som ligger i närheten av Fjällbacka och Anaråsälven har tydlig tillförsel av oorganiskt kväve även under sommaren. Låga halter av ammonium kan ses vid grundavikarstationerna men inte vid hydrografistationerna.

Även medelvärdet för totalhalterna av fosfor är lägre under sommaren. Det är högst vid hydrografistationerna och framförallt vid station Munkholmen. Fosfathalterna är låga eftersom det mesta är uppbundet i organiskt material men data visar tillfälliga toppar av tillförsel under sommaren (figur 5.4). Generellt är det svårt att se någon direkt koppling mellan färskvatteninnehåll och fosforhalter så som kvävehalterna tydligt visar men medelhalterna är något högre vid grundavikarstationerna beroende på lokal tillförsel. Det motsatta förhållandet gäller vid hydrografistationerna, att högre halter av fosfor ses vid högre salthalter. Men inte heller det kan påvisas i de grunda områdena. Fosforkoncentrationerna är höga i bohusbäckarna jämfört med andra vattendrag (Ruist E., 2008). Station Svinnäs i Grebbestads inre skärgård som är mindre påverkat av vattendrag visar dock ett samband mellan högre salthalt och högre fosforhalter (figur 5.4).

Medelhalterna av klorofyll under vintern (figur 5.2 och 5.3) är kring 2,5 µg/l vid både grundavikarstationerna och vid hydrografistationerna med något högre halter vid station Råholmen i Bottnefjorden. Under sommaren är medelhalterna generellt något lägre beroende på att de tillfälliga kraftiga vinterblomningarna uteblir. Data visar att koncentrationerna generellt är högre under sommaren men varierar mindre. Medelhalterna varierar mer (1,3-2,5 µg/l) mellan stationerna under sommaren. Högst halter har Kämperödsvik och Råholmen. Att koncentrationerna är lika höga eller högre på vintern som på sommaren beror på grundare djup och att salthaltsskiktningen längs västkusten möjliggör vinterblomningar eftersom plankton kan tillbringa längre tid i den fotiska zonen.





Figur 5.4. a) Halterna av totalfosfor beroende på salthalten vid station Svinnäs och Tångeskär. b) Halterna av totalfosfor under året vid stationerna Svinnäs och Kämperödsvik i Grebbestads inre skärgård och Munkholmen och Tångeskär i Fjällbacka inre skärgård.

Diskussion och slutsatser

Förändring över tid

Denna sträcka jämförs med hydrografistationerna s Kosterfjorden och Byttelocket i Kungshamns s skärgård som ligger norr respektive söder om kuststräckan. På webbsidan Sveriges vattenmiljö visas trender för olika parametrar och stationer. Få signifikanta trender kan ses för station s Kosterfjorden som provtagits sedan 1992. En minskning av koncentrationen av oorganiskt kväve och totalkväve syns i ytvattnet men minskningen är inte signifikant. Vinterhalterna av fosfat och totalfosfor

har inte någon trend. I klorofyll a koncentrationen ses en minskning men inte heller den är signifikant. Temperaturen i ytvattnet är signifikant ökande. Station Byttelocket visar samma trend för yttemperaturen men här ser vi också signifikanta trender för samtliga kväveparametrar som minskar (Tot N vinter, Tot N sommar och DIN vinter). Klorofyllhalterna minskar också signifikant och siktdjupet ökar. Fosforparametrarna visar inte samma tydliga mönster men Tot P sommar ökar signifikant.

Klassningen av data från station s Kosterfjorden och Byttelocket för de två perioderna 2009-2011 och 2016-2018 visar precis som trendanalysen indikerar högre status för samtliga vinterparametrar under period 2 jämfört med period 1 men totalkväveparametern för sommarperioden ligger kvar inom samma statusintervall. Parametern totalfosfor sommar sänks till måttlig status.

Klassningen av kvalitetsfaktorerna näringsämnen och klorofyll i alla tre vattenförekomsterna; Grebbestad inre skärgård, Fjällbacka inre skärgård och Bottnefjorden visar på sammanlagd god status under period 1 och 2 och överensstämmer bra med motsvarande klassning för hydrografistationerna s Kosterfjorden och Byttelocket (s Kungshamns skärgård). Men klassningen för Fjällbacka inre skärgård är nära gränsen till måttlig status. Alla tre vattenförekomsterna går dock från måttlig till otillfredsställande status för parametern Tot N sommar och från måttlig till hög status för parametern Tot P. Siktdjupet är måttligt i alla tre vattenförekomsterna under period 2 jämfört med hydrografistationerna som har god status. Syreförhållandet är bra i alla tre vattenförekomsterna. Påverkan från vattendrag, högre produktion och resuspension i grunda områden är naturlig och en del av förklaringen. Påverkan av reningsverk finns i området. Området är populärt för rekreation och båttrafiken under sommaren är intensiv. I grunda naturligt vågskyddade miljöer kan båttrafik orsaka erosion och uppgrumling (Moksnes m.fl. 2019).

De förändringar vi ser i klassningsresultatet vid grundavikarstationerna är osäkra på grund av färre data än vid hydrografistationerna men överensstämmer inte med förändringarna vid station s Kosterfjorden. Inte heller kan vi se någon minskning i kvävehalterna och klorofyll a som syns vid station Byttelocket.

Påverkan av näringsämnen från land

I både Grebbestad inre skärgård och Fjällbacka inre skärgård baseras klassningen på två stationer. En jämförelse på stationsnivå som också jämförs med hydrografistationerna s Kosterfjorden och Byttelocket visar på skillnader inom och mellan vattenförekomsterna. Precis som klassningen visar har båda stationerna i Fjällbacka inre skärgård högre halter av framförallt kväve under vintern än övriga stationer på sträckan. Förhållandet mellan organiskt/oorganiskt kväve är lika vid samtliga stationer. Totalfosfor och fosfathalterna är högre vid grundavikarstationerna än vid hydrografistationerna under vintern och fosfathalterna är generellt något högre vid grundavikarstationerna även under sommaren.

De tre inre vattenförekomsterna är mer näringspåverkade än vattenförekomsterna som representeras av hydrografistationerna (tabell 5.1). Hydrografistationerna s Kosterfjorden och Byttelocket ligger norr respektive söder om kuststräckan. Till Fjällbacka inre skärgård rinner flera vattendrag som tillför näringsämnen, både kväve och fosfor. Det är framförallt effekten av kvävetillförseln man kan se i data. Vattendragen har måttlig status för näringsämnen (källa:VISS) men bedöms på parametern fosfor (kväve klassas inte i sötvatten). Det kommunala reningsverket för

Fjällbacka har överförts till förbättrat reningsverket i Grebbestad. Via vattendragen kommer näring från enskilda avlopp och markavrinning bl a jordbruksmark. Reningsverket i Tanumshede har utsläppspunkt i vattendrag som avvattnas till Fjällbacka inre skärgård.

Behovet av provtagning

Längs denna sträcka visar både hydrografistationerna och grundavikarstationerna liknande förhållanden och har god status för både näringsämnen och klorofyll. Siktdjupsbedömningarna skiljer ut sig och den parametern har generellt sämre status vid grundavikarstationerna än vid hydrografistationerna.

Eftersom alla tre vattenförekomsterna längs sträckan har god status med avseende på näringsämnen så bör man kunna reducera antalet provtagningsstationer. Risken för att inte uppnå god status till målåret 2027 är bedömd till osäker och operativ övervakning bör därför utföras d.v.s. minst 3 års provtagning enligt vattendirektivet. Provtagning ska vara representativ men ska även representera den känsligaste delen av vattenförekomsten. Fjällbacka inre skärgård är den känsligaste av vattenförekomsterna baserat på diskussionen ovan. För att följa utvecklingen längs sträckan bör två stationer finnas kvar och minst en bör ligga i Fjällbacka inre skärgård. Stationerna kan dock flyttas något för att bättre beskriva vattenförekomsten och eventuellt samlokaliseras med bottenfaunaprovtagning.

6. Hunnebostrand skärgård-Åbyfjorden-Brofjorden-Trälebergskile-Färlevfjorden

Figur 6.1. Stationskarta över kuststräckan från Hunnebostrand skärgård till Färlevfjorden längst in i Gullmarsfjorden med provtagningsstationer, vattenförekomstindelning och vattendrag.

Längs denna sträcka ligger grundavikarstationerna i fjordar och kilar med mynnande vattendrag (figur 6.1). Station Lökholmen är undantaget, den ligger i anslutning till hamnen och ut/inloppet till grundområdet Hunnebo kile. Stationerna ligger utanför 6 meters djupkurvan på 8-9 meters djup förutom station Brevik i Brofjorden som är 5 meter djup.

Till Åbyfjorden, Brofjorden och Färlevfjorden mynnar vattendragen Bärfendalsälven, Broälven och Färlevfjorden som samtliga är med i Bohusbäckarprogrammet Till Trälebergskile mynnar ett mindre vattendrag som inte är med i programmet. Flera kuststationer som ingår i Bohuskustens vattenvårdsförbunds hydrografistationer finns att jämföra med i området (Figur 6.1).

Tabell 6.1. Grundavikarstationerna med tillhörande kustvattenförekomst, hydrografistationer och vattendrag i Bohusbäckarprogrammet (¤ - ej med i programmet).

Grundavikar-station	Kustvattenförekomst	Hydrografistation	Bohusbäckar
Lökholmen	Hunnebostrand skärgård	Byttelocket	
Uleberget	Åbyfjorden	Byttelocket, Stretudden	Bärfendalsälven
Brevik	Brofjorden	Stretudden	Broälven
Träleberg	Trälebergskile	Stretudden, Släggö	Litet vattendrag (¤)
Färlefjorden	Färlevfjorden	Inre Gullmaren	Färlev älv

Klassning

Längst kustavsnittet Hunnebostrands skärgård och ner till Färlevfjorden (figur 6.1) är den sammanlagda statusen för kvalitetsfaktorn näringsämnen i de flesta fall måttlig under båda perioderna vid grundavikarstationerna. Men resultatet visar på en förbättring inom klassgränsen. I Brofjorden har statusen dock förbättrats från måttlig till god status och Hunnebostrands skärgård ligger statusen kvar på god. Färlevfjorden visar på sämst status. De hydrografistationer som vi jämför med har god status (tabell 6.2 och 6.3).

På parameternivå varierar det mer. Klassningen av kväveparametrarna under vintern visar på sämre status under period 2 än under period 1. Resultatet går från god och hög status under period 1 till god eller måttlig status i period 2. Detta gäller även oorganiskt fosfor (DIP). Färlevfjorden försämras till otillfredsställande status för kväveparametrarna. Klassningen av totalfosfor under vintern har förbättrats till god i Brofjorden men försämrats till måttlig i Hunnebostrands inre skärgård. Färlevfjorden har försämrats från måttlig till otillfredsställande. Övriga vattenförekomster ligger kvar på måttlig status (tabell 6.2 och 6.3).

Sommarparametrarna totalkväve och totalfosfor visar på mycket olika resultat. Tot N försämras en klass ifrån god till måttlig i de flesta vattenförekomsterna under period 2 och Färlevfjorden får otillfredsställande status. Brofjorden däremot förbättras till god status. Tot P ändras till det bättre vid samtliga vattenförekomster som representeras av grundavikardata och får hög status i period 2. Hydrografistationerna har måttlig status på både Tot N och Tot P vilket innebär en försämring av Tot P under period 2. Den förbättringen som syns för den sammanvägda kvalitetsfaktorn näringsämnen är alltså ett resultat av en väldigt stor förbättring i klassningen av parametern totalfosfor under sommaren. Kväveparametrarna och parametern fosfat ger istället ett generellt sämre resultat för period 2.

Syreförhållanden har inte klassats vid de flesta grundavikarstationerna men data visar på bra på bra förhållanden vid stationerna längs denna kuststräcka. I Gullmarn centralbassäng som är en tröskelfjord var syreklassningen vid hydrografistationen Alsbäck god i period 1 men har försämrats till måttlig under period 2.

Tabell 6.2. Statusklassning för närsalter under period 1 (2009-2011). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Hunnebostrand sk	4,67	4,50	4,24	3,56	2,06	2,56	4,24	2,31	3,28	Lökholmen
Åbyfjorden	3,82	4,03	2,92	2,81	2,20	1,98	3,40	2,09	2,74	Uleberget
Brofjorden	4,24	4,37	4,14	2,86	1,87	1,76	3,90	1,82	2,86	Brevik
Trälebergskile	4,02	3,60	3,04	2,13	2,16	2,08	3,20	2,12	2,66	Träleberg
Färlevfjorden	3,39	2,57	2,51	2,64	1,96	1,60	2,78	1,78	2,28	Färlevfjorden
Kungshamn s sk	3,78	4,53	3,66	3,63	2,97	3,84	3,90	3,41	3,65	Byttelocket
Yttre Brofjorden	3,69	4,42	3,70	3,68	2,88	3,89	3,87	3,39	3,63	Stretudden
Gullmarn central-bassäng	3,74	4,48	3,68	3,66	2,93	3,87	3,89	3,40	3,64	Släggö + I Gull-marn/Björkh

Tabell 6.3. Statusklassning för närsalter under period 2 (2016-2018). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Hunnebostrand sk	3,37	3,67	3,87	2,30	1,39	5,00	3,30	3,19	3,25	Lökholmen
Åbyfjorden	2,26	3,07	2,67	2,47	1,50	5,00	2,62	3,25	2,93	Uleberget
Brofjorden	2,75	3,95	3,55	3,70	2,50	5,00	3,49	3,75	3,62	Brevik
Trälebergskile	2,46	3,27	2,94	2,06	1,35	5,00	2,68	3,18	2,93	Träleberg
Färlevfjorden	1,66	1,96	2,75	1,87	0,96	5,00	2,06	2,98	2,52	Färlevfjorden
Kungshamn s sk	5,00	5,00	5,00	3,88	2,87	2,92	4,72	2,90	3,81	Byttelocket
Yttre Brofjorden	5,00	5,00	5,00	3,87	2,75	2,96	4,72	2,85	3,79	Stretudden
Gullmarn central-bassäng	5,00	5,00	5,00	3,35	2,67	2,94	4,59	2,80	3,70	Släggö + I Gull-marn/Björkh

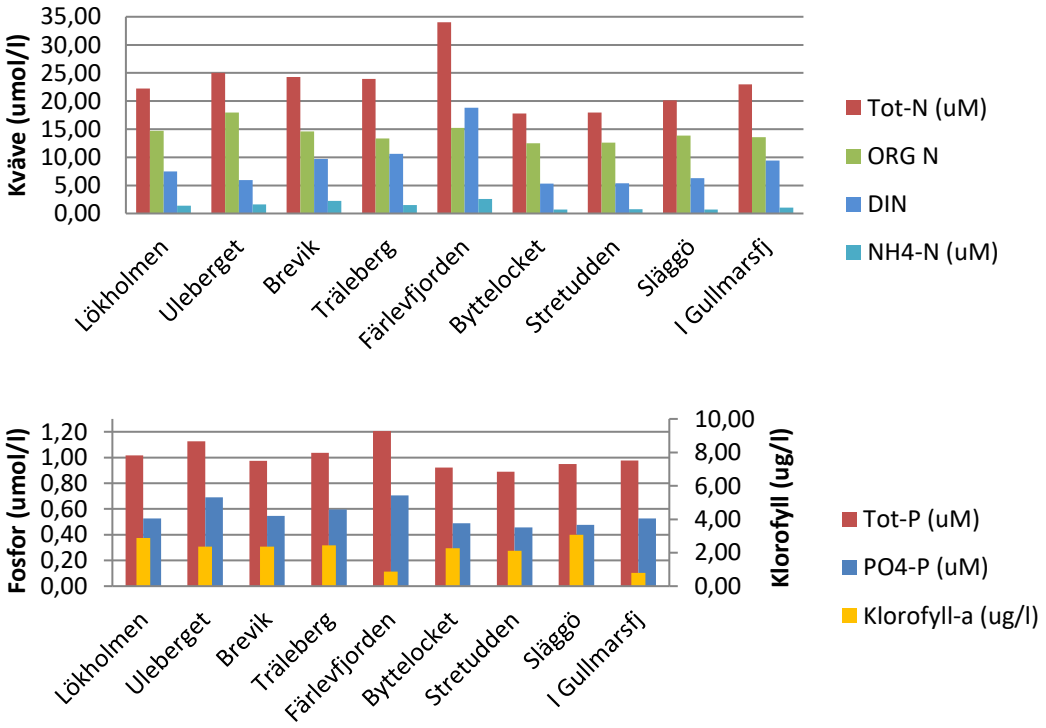
Klorofyllklassningen har gjorts med olika metoder, se avsnitt i kapitel 1. Första perioden gav hög status för vattenförekomsterna men Hunnebostrands skärgård hade god status. Det hade även hydrografistation Byttelocket i Kungshamns s skärgård. Andra perioden då provtagningsdata används visar på måttlig status i Hunnebostrands skärgård och i Åbyfjorden men god status i Brofjorden, Trälebergskile och Färlevfjorden och hög status vid de tre hydrografistationerna i vattenförekomsterna Kungshamns s skärgård, Yttre Brofjorden och Gullmarns centralbassäng.

Siktdjupsbedömningarna har försämrats från god och måttlig under period 1 till otillfredsställande vid alla grundavikarstationerna för period 2. Vid hydrografistationerna har statusen istället gått från god till hög, utom i Yttre Brofjorden där statusen ligger kvar på god.

Observationer

I detta avsnitt jämförs de olika stationerna med varandra och närmaste hydrografistation med hjälp av medelhalter. Medelhalterna baseras på data från båda perioderna, både yt- och bottenmätningar eftersom provtagningsdjupet aldrig är över 10 meter. Extremvärden är bortsorterade ur medelsberäkningarna, se avsnitt i kapitel 1.

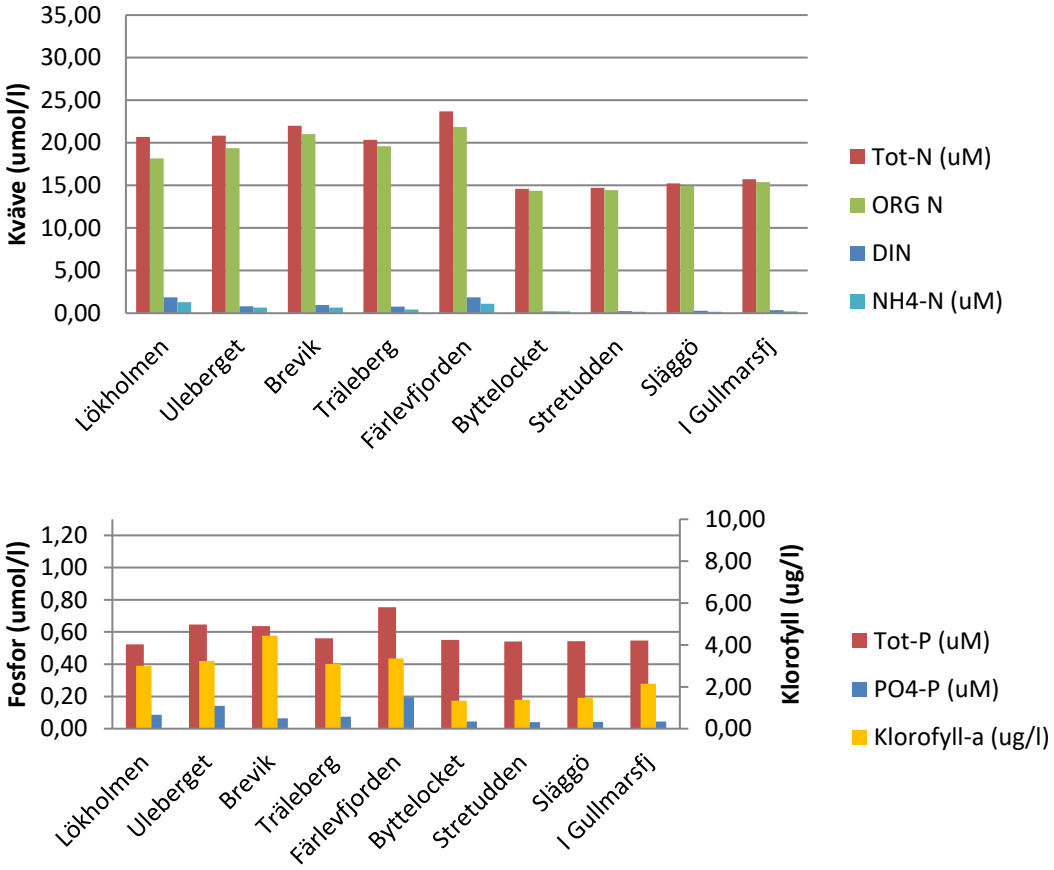
I figurerna 6.2 och 6.3 visas medelvärdet av observationer från båda klassningsperioderna under sommar och vinter för kuststräckan Hunnebostrands skärgård till Färlevfjorden längst in i Gullmarn (figur 6.1).



Figur 6.2. En jämförelse mellan grundavikarstationerna Lökholmen till Färlevfjorden och hydrografistationerna Byttelocket till Inre Gullmarsfjorden. Figuren visar medelvärden under vintern för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå), nitrat+nitrit (lila) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Högst medelhalter av totalkväve längs sträckan har vi vid station Färlevfjorden som sticker ut jämfört med de flesta grundavikarstationer. Bara station Flatskär och Sannäsfjorden på kuststräcka 2 har jämförbara halter. Övriga grundavikarstationer

på denna sträcka ligger mellan 22,3 och 25 µmol/l (figur 6.2). Andelen organiskt uppbundet kväve skiljer mellan stationerna. Station Färlevfjorden domineras av oorganiskt kväve vilket tyder på att Färlev älv har en stor påverkan på inre delen av fjorden. Övriga stationer och framför allt station Uleberget i Åbyfjorden har hög andel organiskt kväve. Grundavikarstationerna har generellt högre halter av både oorganiskt och organiskt kväve än hydrografistationerna som resultat av näringstillförsel via vattendrag (figur 6.4) och nedbrytning i de grunda områdena. Ammoniumhalterna är högst vid station Brevik i inre delen av Brofjorden. Nedbrytning av organiskt material och utsläpp från reningsverk bidrar.



Figur 6.3. En jämförelse mellan grundavikarstationerna Lökholmen till Färlevfjorden och hydrografistationerna Byttelocket till Inre Gullmarsfjorden. Figuren visar medelvärden under sommaren för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå), nitrat+nitrit (lila) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

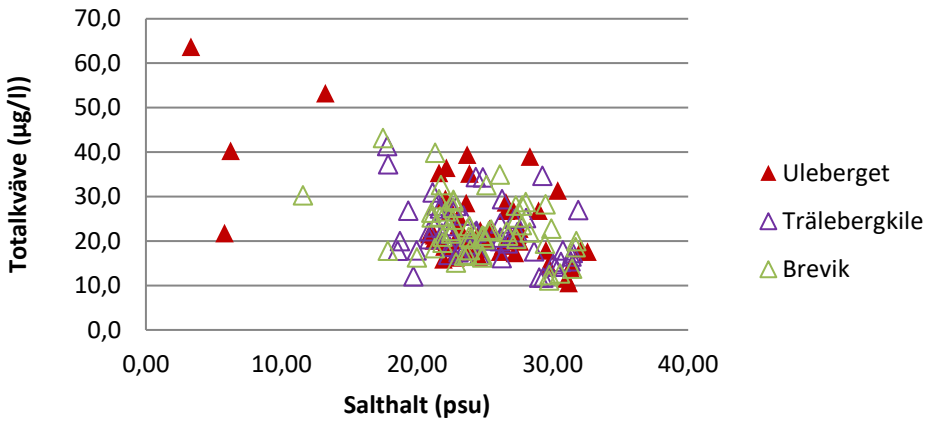
Vintermedlen för fosfor och fosfat är högre vid grundavikarstationerna än vid hydrografistationerna. Figur 6.2 (nedre) visar att station Färlevfjorden och Uleberget har högst halter även av totalfosfor. Andelen fosfat är också högst vid dessa stationer. Klorofyllhalterna ligger runt 2-3 µg/l både vid grundavikarstationerna

och hydrografistationerna bortsätt från de två stationerna i inre delen av Gullmarsfjorden (Färlevfjorden och Inre Gullmaren) som har lägre medelhalter.

Under sommaren ser medelhalterna av totalkväve ut att vara lägre och nästan helt uppbundet i organiskt material. Data visar dock att halterna av totalkväve inte är generellt lägre men är stabilare på sommaren. Vinterhalterna är lägre men varierar mer och enstaka kraftiga toppar skapar ett högre medelvärde. Tillförseln av oorganiskt kväve från vattendrag och andra lokala källor syns under sommaren som högre halter vid grundavikarstationerna än vid hydrografistationerna. Medelhalten av ammonium under sommaren är högst vid station Lökholmen i Hunnebostrands s skärgård.

Totalhalterna av fosfor är lägre under sommaren och varierar mindre än under vintern. Något högre halter kan ses vid grundavikarstationerna än vid hydrografistationerna. Fosfathalterna är låga eftersom det mesta är uppbundet i organiskt material men data visar tillfälliga toppar av tillförsel under sommaren som ger högre medelvärde framförallt vid station Färlevfjorden och Uleberget.

Klorofyllhalterna ökar generellt på sommaren men medelvärdet för sommar och vinter skiljer inte så mycket som data visar. Data på klorofyll visar tillfälliga kraftiga vinterblomningar under vintern som höjer medelvärdet. Resultatet från siktdjupsmätningarna visar en tydlig koppling till färskvatteninnehållet men inte till klorofyllkoncentrationen som en trolig effekt av angränsande grundområden till grundavikarstationerna på denna sträcka. Resuspension av sediment i grundområdena påverkan och maskerar effekten på siktdjupet av blomningar i vattenmassan.



Figur 6.4. Halterna av totalkväve (Tot N) vid station Uleberget i Åbyfjorden, Trälebergskile och Brevik i Brofjorden som funktion av färskvatteninnehållet.

Diskussion och Slutsatser

Förändring över tid

Data från vid hydrografistationerna längs kuststräckan (tabell 6.1) från 1992 visar nedåtgående signifikanta trender för samtliga kväveparametrar i ytvattnet men en signifikant ökning för totalfosfor sommar. Långtidstrenden för klorofyll a är minskande och för siktdjupet är det ökande.

Klassningen av data från hydrografistationerna för de två perioderna 2009-2011 och 2016-2018 visar precis som trendanalysen indikerar högre beräknad status för vinterparametrarna under period 2 jämfört med period 1. Några parametrar har bytt från god till hög status och några ligger kvar inom intervallet för god status. Totalkväveparametern för sommarperioden ligger kvar inom måttlig status. Parametern totalfosfor sommar sänks från god till måttlig status.

Klassningen i de fyra inre vattenförekomsterna; Hunnebostrands skärgård, Åbyfjorden, Brofjorden, Trälebergskile och Färlevfjorden visar på lite olika resultat. För den sammanvägda kvalitetsfaktorn näringsämnen är statusen i de flesta fall antingen måttlig status i den övre kvartilen eller på god status för näringsämnen. Det är Färlevfjorden som har lägst beräknad status men även här inom gränserna för måttlig status. Statusen har generellt förbättrats något sedan förra klassningsperioden men inom gränserna för måttlig eller god status. I Brofjorden däremot har statusen förbättrats en klass från måttlig till god status. Men på parameternivå visar parametern Tot N sommar i de flesta fall på sämre status och parametern Tot P sommar på bättre status under period 2 än under period 1. Den förbättringen som syns för kvalitetsfaktorn näringsämnen vid grundavikarstationerna är ett resultat av en väldigt stor förbättring i klassningen av parametern totalfosfor för sommaren. Kväveparametrarna och parametern fosfat ger istället ett generellt sämre resultat för period 2.

Statusen på den biologiska kvalitetsfaktorn klorofyll a varierar i vattenförekomsterna mellan måttlig och god status och har försämrats sen senaste klassningsperioden men ändrad metodik gör det svårt att dra några slutsatser. Syreprovtagningen har inte gjorts i den djupaste delen av vattenförekomsterna i enlighet med vattendirektivet men visar på goda förhållanden vid provtagningsstationerna. Bedömningen av siktdjupet har försämrats och gått från god till måttlig status i de fem vattenförekomsterna. Vid hydrografistationerna längre ut i skärgården har siktdjupet istället generells förbättrats.

De förändringar vi ser i klassningsresultatet vid grundavikarstationerna är osäkra på grund av färre data men förändringarna överensstämmer inte med trenderna vid hydrografistationerna utan visar snarare ett omvänt mönster för näringsämnen. Det gäller även för siktdjupet

Påverkan av näringsämnen från land

Vattenförekomsterna representeras av en provtagningsstation positionerade i inre delen av vattenförekomsterna. En jämförelse mellan stationerna visar på skillnader mellan vattenförekomsterna; Hunnebostrands skärgård, Åbyfjorden, Brofjorden, Trälebergskile. Färlevfjorden har betydligt högre halter av framförallt kväve men även fosfor. Förhållandet mellan organiskt/oorganiskt kväve varierar mycket mellan stationerna.

Åbyfjorden, Brofjorden och Färlevfjorden har tillflödande vattendrag som bedömts inom statusklassningen och dessa har bedömts till måttlig status och i Broälven otillfredsställande status (källa: VISS). Även Trälebergskile är påverkad av ett mindre vattendrag. Största andelen av näringsläckaget via vattendrag kommer ifrån jordbruksmarken (Ruist m. fl. 2017). Jordbruket är extensivt i Bohuslän och markerna domineras av vallodling och betesmarker med djur som går ända ut i det grunda fjordvattnet. Markanvändningen kring Åbyfjorden, Brofjorden och Färlevfjorden relativt lika (Ruist m. fl. 2017). Till Brofjorden tillförs också näring från ett

mindre kommunalt reningsverk. Även markförhållandena kring Trälebergskile har samma karaktär. Ovanligt hög andel av oorganiskt kväve i Färlev älv har tidigare rapporterats i länsstyrelserapport 2008:86 (Ruist 2008).

I dessa områden är påverkan från vattendrag, högre produktion och resuspension i grunda områden naturlig och en del av förklaringen till högre halter av näringsämnen och klorofyll och sämre siktdjup i innerskärgården. Men att statusen i vattendragen är sämre än normen (god status) innebär dessutom en extra antropogen påverkan. Även reningsverk bidrar. Provtagningsstationen i Hunnebostrands skärgård ligger något mer exponerat men i anslutning ett grundområde och till hamnverksamhet. Enbart Hunnebostrands skärgård kan anses påverkas nämnvärt av båttrafik. I grunda naturligt vågskyddade miljöer kan båttrafik orsaka erosion och uppgrumling (Moksnes m fl 2019).

Behovet av provtagning

Längst denna kuststräcka är det tydligt att provtagningarna längre in i skärgården vid grundavikarstationerna som geografiskt bättre representerar vattenförekomsterna visar på sämre förhållanden vid hydrografistationerna. Hydrografistationerna ligger i fjordarnas mynningar och representerar oftast inte förhållandet inne i fjorden/viken. Gullmarn centralbassäng är klassad på både station Släggö och Inre Gullmaren och är därför väl representerad men fjordarmarna längre in, i vårt fall Färlevfjorden visar på sämre status än centralbassängen.

Påverkan från land via vattendrag är betydande i dessa fjordar och att flera av vattendragen provtas inom Bohusbäckarprogrammet ger kunskap om koppling mellan land och hav. Provtagningsstationerna bör behållas framförallt i Åbyfjorden, Brofjorden och Färlevfjorden. Resultatet i denna rapport visar att Trälebergskile bör kunna klassas efter framförallt Åbyfjorden och Brofjorden. Hunnebostrands skärgård har inte samma karaktär som övriga vattenförekomster som vi jämför på sträckan och kan inte klassas på dessa.

7. Snäckedjupet-Ellösefjorden-Havstensfjord -Stigfjorden-Askeröfjorden

Figur 7.1. Kuststräckan från Snäckedjupet söder om Gullmarsfjorden till Askeröfjorden söder om Orust med grundavikarstationer (röda) och hydrografistationer (gul/blå), vattenförekomstindelning och vattendrag.

På denna sträcka ligger grundavikarstationer runt Orust. Station Nordtången och Kalvön ligger i fjordändar med tillrinnande vattendrag och är 12 respektive 3 meter djupa.

Tabell 7.1. Grundavikarstationerna med tillhörande kustvattenförekomst, hydrografistationer och vattendrag i Bohusbäckarprogrammet (¤ - ej med i programmet).

Grundavikarstation	Kustvattenförekomst	Hydrografistationer	Bohusbäckar
Nordtången	Havstensfjorden	Havstensfjorden	Holma å
Vällarna	Snäckedjupet	Släggö, Koljöfjord	
Stockesund	Ellösefjorden	Släggö, Koljöfjord	
Kalvön	Kalvöfjorden	Släggö, Åstol	Haga å, Kärrebergsån (¤), Strane å (¤)
Skomakaren	Stigfjorden	Släggö, Åstol	
Skåpesund	Askeröfjorden	Galterö	Varekilsån

Station Vällarna, Stockesund och Skåpesund ligger i trånga sund på 7-8 meters djup och station Skomakaren ligger i inre delen av Stigfjorden och är ca 9 meter djup. Vi har fler hydrografistationer att jämföra med på denna sträcka. Stationerna Släggö och Åstol ligger utanför fjordsystemet, i den norra respektive södra ändan. Övriga tre hydrografistationer ligger inne i fjordsystemet (figur 7.1). Flera vattendragen ingår i Bohusbäckarprogrammet (tabell 7.1)

Klassning

Längs kustavsnittet Snäckedjupet ner till Askeröfjorden (figur 7.1) har den sammanvägda statusen för kvalitetsfaktorn näringsämnen från period 1 till period 2 gått ifrån måttlig till god status i de flesta fall vid grundavikarstationerna. Resultatet visar på en förbättring från strax under gränsen till god status till strax över gränsen. Endast i vattenförekomsten Snäckedjupet vid station Vällarna är statusen fortfarande måttlig. Även vid hydrografistation Havstensfjorden som vi jämför med har statusen förbättrats till god status. Vid station Galterö i Halsefjorden ligger klassningen precis på gränsen måttlig/god status.

På parameternivå varierar det mer. Klassningen av kväveparametrarna under vintern visar på generellt sämre status under period 2 än under period 1, ibland bara inom klassgränserna. Fosforparametrarna får istället generellt bättre resultat. Även för sommarperioden kan samma mönster ses. Kväveparametrarna blir generellt sämre och fosforparametrarna blir istället generellt bättre (tabell 7.2. och 7.3). I Askeröfjorden ser vi däremot en förbättring för de flesta parametrarna under både vinter- och sommarperioden. Den förbättringen som syns för kvalitetsfaktorn näringsämnen är alltså framförallt ett resultat av en förbättring i klassningen av parametern totalfosfor under sommaren.

Syreförhållanden har inte klassats vid de flesta grundavikarstationerna, se avsnitt i kapitel 1. Data visar på bra på bra förhållanden vid stationerna längs denna kuststräcka. I vattenförekomsten Gullmarn centralbassäng som är en tröskelfjord var syreklassningen vid hydrografistationen Alsbäck god i period 1 men har försämrats till måttlig under period 2. Koljö fjord och Havstensfjorden har otillfredsställande status i djupvattnet under tröskelnivå.

Tabell 7.2. Statusklassning för närsalter under period 1 (2009-2011). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7-10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Snäckedjupet	3,83	3,42	2,73	2,41	2,15	2,07	3,10	2,11	2,60	Vällarna
Ellösefjorden	4,73	4,33	3,98	3,24	2,23	2,16	4,07	2,20	3,13	Stockesund
Kalvöfjorden	5,00	4,10	4,29	2,95	1,54	1,67	4,09	1,61	2,85	Kalvön
Stigfjorden	4,42	4,56	3,25	2,98	2,00	1,86	3,80	1,93	2,87	Skomakaren
Askeröfjorden	2,99	2,35	3,51	2,36	2,22	2,14	2,80	2,18	2,49	Skåpesund
Gullmarn central-bassäng	3,73	4,47	3,68	3,65	2,92	3,86	3,89	3,40	3,64	Släggö+I Gull-marn/Björkh
Koljöfjord	3,42	3,48	2,61	2,59	2,64	3,28	3,03	2,96	2,99	Koljöfjord
Havstensfjorden	2,48	2,51	2,00	1,17	2,08	2,47	2,04	2,28	2,16	Nordtången
Havstensfjorden	3,28	3,36	2,8	2,84	2,48	3,26	3,07	2,87	2,97	Havstensfjorden
Halsefjorden	3,50	3,81	3,27	3,43	2,52	2,76	3,50	2,64	3,07	Galterö

Tabell 7.3. Statusklassning för närsalter under period 2 (2016-2018). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7-10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Snäckedjupet	2,34	2,95	2,40	2,53	1,32	5,00	2,56	3,16	2,86	Vällarna
Ellösefjorden	3,58	3,84	3,87	3,13	1,35	5,00	3,61	3,18	3,39	Stockesund
Kalvöfjorden	2,51	2,65	4,68	3,03	0,93	5,00	3,22	2,96	3,09	Kalvön
Stigfjorden	2,81	3,35	4,33	3,57	1,31	5,00	3,51	3,15	3,33	Skomakaren
Askeröfjorden	2,66	2,94	3,94	4,31	3,66	5,00	3,47	4,33	3,90	Skåpesund
Gullmarn centralbassäng	5,00	5,00	5,00	3,35	2,66	2,94	4,59	2,80	3,70	Släggö+I Gull-marn/Björkh
Koljöfjord	2,99	3,26	3,25	2,40	2,42	2,81	2,97	2,61	2,79	Koljöfjord
Havstensfjorden	2,82	2,89	3,48	2,58	2,13	4,07	2,94	3,10	3,02	Nordtången+Havs-tensfjorden
Halsefjorden	3,25	4,09	4,36	2,89	2,21	2,46	3,65	2,34	2,99	Galterö

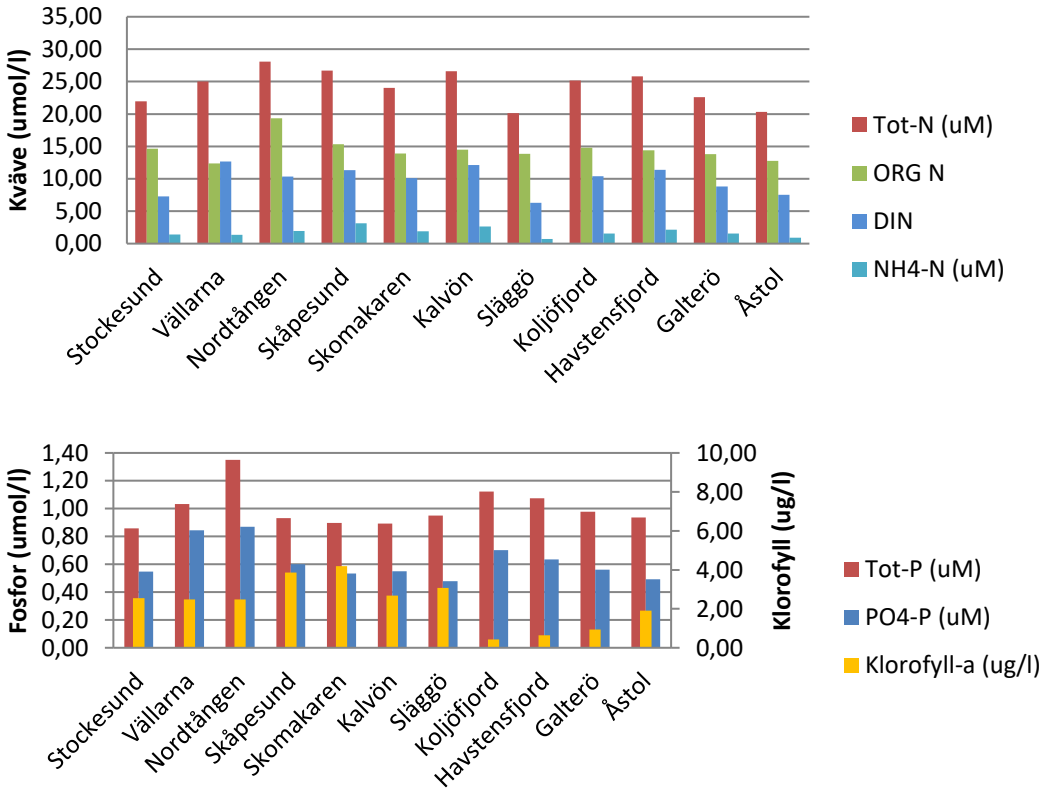
Klorofyllklassningen har gjorts med olika metoder, se avsnitt i kapitel 1. Andra perioden då provtagningsdata används visar på god status i Snäckedjupet, Ellösefjorden och Askeröfjorden. Kalvöfjorden och Stigfjorden mellan Orust och Tjörn har måttlig status. Snäckedjupet och Kalvöfjorden har fått bättre status men övriga ligger kvar på samma status som i period 1. Vid hydrografistationerna i vattenförekomsterna Gullmarns centralbassäng, Koljö fjord och Havstensfjorden är statusen god till hög men i Halsefjorden har statusen sänkts från god till måttlig.

Siktdjupsbedömningarna visar på måttlig till dålig status vid alla grundavikarstationer längst sträckan. Ellösefjorden, Kalvöfjorden och Stigfjorden ligger kvar på samma status som i period 2 men Snäckedjupet har försämrats och Askeröfjorden har istället förbättrat statusen till måttlig. Vid hydrografistationerna är statusen god till hög, utom i Halsefjorden där statusen sänkts från god till måttlig.

Observationer

I detta avsnitt jämförs de olika stationerna med varandra och närmaste hydrografistation med hjälp av medelhalter. Medelhalterna baseras på data från båda perioderna, både yt- och bottenmätningar eftersom provtagningsdjupet aldrig överstiger 10 meter. Extremvärden är bortsorterade ur medelsberäkningarna, se avsnitt i kapitel 1.

I figurerna 7.2 och 7.3 visas medelvärdet av grundavikarobservationer från båda klassningsperioderna under sommar och vinter för området kring Orust inklusive Snäckedjupet.

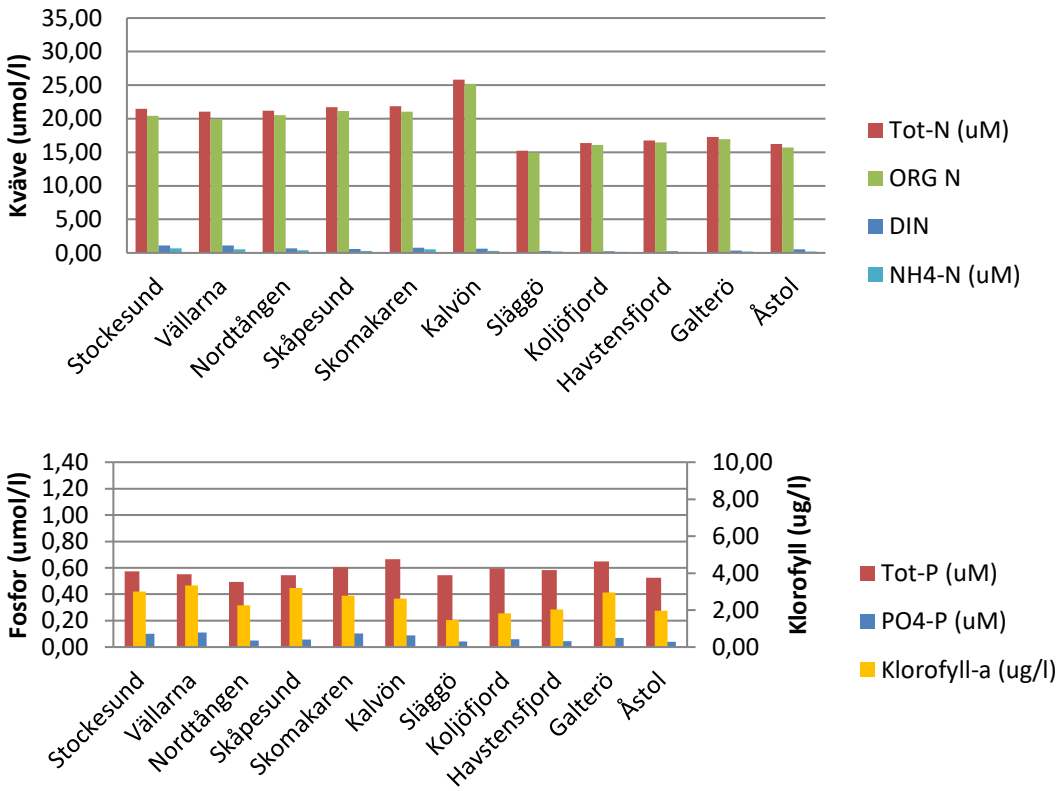


Figur 7.2. En jämförelse mellan grundavikarstationerna och hydrografistationerna kring Orust. Figuren visar medelvärden under vintern för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Högst medelhalter under vintern av totalkväve har vi vid station Nordtången i Havstensfjorden och flera av stationerna har medelhalter över 25,5 µmol/l, vilket är medelhalten för samtliga grundavikarstationer (figur 7.2). Andelen organiskt uppbundet kväve utgör en stor del av kvävet i området, speciellt vid Nordtången och

Stockesund. Station Nordtången och Vällarna har högst halter av oorganiskt kväve. Hydrografistationerna inne i fjordsystemet (Galterö, Havstensfjord, Koljöfjord) har tydligt högre halter än de två stationerna utanför (Släggö, Åstol). Grundavikarstationerna som generellt längs kusten har högre halter av både oorganiskt och organiskt kväve än hydrografistationerna som resultat av näringstillförsel via vattendrag och nedbrytning i de grunda områdena, ligger på jämförbara halter som hydrografistationerna inne i fjordsystemet. Ammoniumhalterna är högst i Skåpesund.

Vintermedlen för fosfor och fosfat är inte generellt högre vid grundavikarstationerna än vid hydrografistationerna. Figur 7.2 (nedre) visar att bara station Nordtången har högre halter av totalfosfor och Nordtången och Vällarna har högre halter av fosfat. Detta är en skillnad än för övriga kuststräckor. Orsaken kan vara att hydrografistationerna inne i fjordsystemet har högre fosforhalter än de utanför på grund av långa stagnationsperioder för djupvattnet med mycket låga syrekoncentrationer. Näringsämnen som anrikas i djupvattnet lyfts till ytvattnet i fjordsystemet vid djupvattenutbyte (Erlandsson m. fl. 2009). Klorofyllhalterna under vintern ligger runt 2-4 µg/l vid grundavikarstationerna och är högre än vid hydrografistationerna.



Figur 7.3. En jämförelse mellan grundavikarstationerna och hydrografistationerna kring Orust. Figuren visar medelvärden under sommaren för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Under sommaren minskar medelhalterna av totalkväve och kvävet är i princip helt uppbundet i organiskt material. Data visar dock att halterna inte är generellt lägre

men är stabilare på sommaren. Vinterhalterna påverkas av enstaka kraftiga toppar som ger ett högre medelvärde. Tillförseln av oorganiskt kväve från vattendrag och andra källor syns under sommaren som något högre halter vid grundavikarstationerna än vid hydrografistationerna men skillnaden är liten jämfört med övriga kuststräckor. Totalhalterna av fosfor är lägre under sommaren. Något högre halter kan ses vid vissa av grundavikarstationerna jämfört med vid hydrografistationerna men även här är skillnaderna små. Fosfathalterna är låga eftersom det mesta är uppbundet i organiskt material men data visar tillfälliga toppar av tillförsel under sommaren som ger högre medelvärde vid grundavikarstationerna. Klorofyllhalterna ökar generellt på sommaren men medelvärdet för sommar och vinter visar på motsatsen. Data på klorofyll visar tillfälliga kraftiga vinterblomningar under vintern som höjer medelvärdet. Resultatet från siktdjupsmätningarna visar en tydlig koppling till färskvatteninnehållet men inte alltid till klorofyllkoncentrationen som en trolig effekt av angränsande grundområden till grundavikarstationerna på denna sträcka. Resuspension av sediment i grundområdena maskerar effekten av blomningar i vattenmassan vid vissa stationer.

Diskussion och Slutsatser

Förändring över tid

Data från vid hydrografistationerna från 1992 visar nedåtgående signifikanta trender för samtliga kväveparametrar i ytvattnet men en signifikant ökning för totalfosfor sommar (Sverigesvattenmiljö.se). Det gäller för såväl hydrografistationerna inne i fjordsystemet innanför Orust och Tjörn som de utanför. Långtidstrenden för klorofyll a är minskande och för siktdjupet är den ökande. I Havstensfjorden och Koljö fjord ser vi en signifikant ökande trend även i totalhalterna av fosfor vinter. Vinterparametern fosfat visar inga tydliga trender.

Klassningen av data från hydrografistationerna innanför Orust och Tjörn för de två perioderna 2009-2011 och 2016-2018 stämmer inte lika bra med långtidstrenden vid hydrografistationerna så som det gjort för hydrografistationerna längs de andra kuststräckorna. Det indikerar att variabiliteten är större inne i fjordsystemet än vid stationerna längs kusten utanför och/eller att trenden bestäms av data som provtagits tidigare än perioden 2009-2011. Fjordarna innanför Orust och Tjörn har också en större näringspåverkan från land.

Längs kustavsnittet Snäckedjupet ner till Askeröfjorden (figur 7.1) har den sammanlagda statusen för kvalitetsfaktorn näringsämnen från period 1 till period 2 gått från måttlig till god status i de flesta fall vid grundavikarstationerna. Resultatet visar på en förbättring från strax under gränsen till god status till strax över den gränsen. Endast i vattenförekomsten Snäckedjupet vid station Vällarna är statusen fortfarande måttlig. Även i Havstensfjorden som vi jämför med har statusen förbättrats till god status. Vid hydrografistation Galterö i Halsefjorden ligger klassningen precis på gränsen måttlig/god status. Kväveparametrarna blir trots det generellt sämre och det är fosforparametrarna som istället blir bättre och bidrar till den förbättrade statusen för kvalitetsfaktorn näringsämnen. Den biologiska parametern klorofyll a ligger på måttlig eller god status vid grundavikarstationerna och visar i de flesta fall ingen förändring men i Snäckedjupet har statusen förbättrats till god och i Kalvöfjorden till måttlig status. Syreprovtagningen har inte gjorts i den djupaste delen av vattenförekomsterna i enlighet med vattendirektivet och bedöms inte men visar på goda förhållanden vid grundavikarstationerna. Bedömningen av siktdjupet

visar på dålig till måttlig status. I Snäckedjupet har siktdjupet förbättrats något och i Askeröfjorden har det försämrats, övriga stationer visar på samma status under båda perioderna. Vid hydrografistationerna inne i fjordsystemet är siktdjupbedömningen god till hög status men måttlig i Halsefjorden.

De förändringar vi ser i klassningsresultatet vid grundavikarstationerna är osäkra på grund av färre data. Förändringarna överensstämmer inte med långtidstrenderna eller förändringar över kortare tid vid hydrografistationerna utan visar snarare ett omvänt mönster för näringsämnen. Det gäller även för siktdjupet.

Påverkan av näringsämnen från land

Provtagningsstationerna längst sträckan är positionerade kring Orust. Stationerna ger data från både norr och söder om fjordsystemet innanför Orust och Tjörn och inne i fjordsystemet. Resultatet visar en tydlig ökning av näringskoncentration för både totalhalter av kväve och fosfor när man rör sig inåt i fjordsystemet både norr och söder i från. Det syns både i medelvärdet vid grundavikarstationerna och hydrografistationerna. Nordtången i norra delen av Havstensfjorden visar på högst halter av både kväve och fosfor som delvis beror på att stationen ligger inne i fjordsystemet vilket ses genom att hydrografistationerna Havstensfjorden också har höga halter men andra källor höjer halterna ytterligare. Holma å/Lanebergsån som rinner ut i norra ändan av Havstensfjorden är med i Bohusbäckarprogrammet men är inte klassad. I ån minskar fosforhalterna men inga trender ses i kvävehalterna. Den arealspecifika förlusten av näringsämnen från marken är hög och enskilda avlopp kan också bidra. Station Skåpesund som har höga halter ligger också inne i fjordsystemet och kan jämföras med den närliggande hydrografistationen Galterö. Flera vattendrag bidrar i området bland annat Varekilsån. Markläckage, avloppsreningsverk och enskilda avlopp bidrar till Varekilsån som har problem med övergödning. Även Kalvöfjorden har höga halter av framförallt kväve och kan jämföras med station Skomakaren i Stigfjorden som har vattenutbyte med både fjordarna på insidan av Orust och Tjörn och den mer exponerade kusten på utsidan. Flera vattendrag mynnar i Kalvöfjorden och även här är den arealspecifika förlusten stor och andelen jordbruksmark relativt hög (ca 30 %). Station Vällarna i Snäckedjupet ligger i ett grundområde som både är en källa och en sänka av näringsämnen genom nedbrytning av organiskt material och återcirkulation av näringsämnen, men har inte så stor lokal tillförsel via vattendrag. Området påverkas både av utbyte med yttre delen av centrala Gullmaren och Koljö fjord men har relativt höga halter. Stockesund ligget på utsidan av Orust och har lägst halter men har tidigare haft problem med fintrådig algtillväxt. En förändring som genomförts är att enskilda avlopp har dragits till kommunalt reningsverk. Intressant att notera är att trots olika förhållanden under vintern så är sommarkoncentrationen av framförallt kväve lika mellan grundavikarstationerna förutom i Kalvöfjorden som har högre halter. Under sommaren har hydrografistationerna tydligt lägre halter av kväve.

I de grunda områdena är påverkan från vattendrag, högre produktion och resuspension naturliga processer och en del av förklaringen till sämre siktdjup och högre halter av näringsämnen och klorofyll i den skyddade innerskärgården. Men att statusen i vattendragen är sämre än normen (god status) innebär dessutom en extra antropogen påverkan. Till ytvattnet i fjordsystemet tillförs näring både från lokala vattendrag, punktkällor och djupvatten men också från Göta älvs nordliga gren Nordre älv. Mätningar i Göta älv vid Alelyckan visar på signifikant minskande koncentrationer av både totalkväve och oorganiskt kväve sedan i mitten av 80-talet.

Totalfosforhalten visar ingen trend och koncentrationen av fosfat ser ut att ha har vänt från ökande till minskande sedan 2014.

Behovet av provtagning

I fjordområdet innanför Orust och Tjörn är näringskoncentrationen generellt högre än utanför och skillnaden mellan resultatet vid grundavikarstationerna och hydrografistationerna är något mindre än för övriga kuststräckor men även grundavikarstationerna har generellt än högre koncentrationer här. Detta motiverar extra provtagning i vattenförekomster som har hög andel grundområden.

Längst denna kuststräcka är förhållandena olika mellan stationerna och det är svårt att låta några stationer representera någon annan. Stockesund i Ellösefjorden har god status på både klorofyll och näringsämnen men bör finnas kvar för att ge information om ett innestängt grunt område på den långa kuststräckan mellan station Släggö och Åstol. Den bör också kunna användas för att klassa norra och södra Käringöfjorden inre skärgård som också består av en stor andel grunda skyddade områden.

Havstensfjorden har både en grundavikarstation och en hydrografistation som ligger relativt nära varandra och som båda visar på höga halter, men högst i den norra grunda delen vid station Nordtången. Fjorden består av ca 20 % grundområden (0-10 m) och stationen representerar den andelen. Eftersom fjorden är stor så utgör de 20 % ett ansenligt område och stationen bör eventuellt vara kvar. Både ytvattnet och djupvattnet har bedömts som känsliga och klassningen av miljökonsekvenstypen övergödning i fjorden har därför baserats på klorofyllhalter i ytvattnet som är jämförbara vid de två stationerna och ger god status och på syreförhållandet i djupvattnet som ger otillfredsställande status. Att använda kvalitetsfaktorn näringsämnen istället för syre och bara bedöma ytvattnet skulle givit god status men klassningsresultatet från stationen ligger precis på gränsen till måttlig status.

Vällarna i Snäckedjupet bör finnas kvar eftersom den representerar ett innestängt grundområde som påverkas av både Koljö fjord och Gullmarns centralbassäng. Resultatet här visar att Koljö fjord eventuellt skulle kunna representera även Snäckedjupet men att klassningen är närmare god status i Snäckedjupet vilket inte skulle fångas upp.

Båda stationerna i Stigfjorden och Kalvöfjorden bör finnas kvar. Här är kopplingen mellan mätningar i vattendrag inom Bohusbäckarprogrammet viktig där påverkan från land syns tydligt i mätdata vid station Kalvön. Station Skomakaren i Stigfjorden mellan fjordsystemet innanför Orust och Tjörn och Kråke fjord på utsidan har god status för näringsämnen men måttlig för klorofyll a och är svår att klassa efter liknande förhållanden någon annanstans. Den ger också referensförhållanden till effekterna i Kalvöfjorden.

8. Älgöfjorden-Askimsfjorden

Figur 8.1 a) Karta över Älgöfjordsområdet med grundavikarstation (röd) och hydrografistation (gul/blå), vattenförekomstindelning och vattendrag.

Figur 8.1 b) Kkarta över Askimsfjordsområdet med grundavikarstation (röd) och hydrografistation (gul/blå), vattenförekomstindelning och vattendrag.

På den sista och sydligaste sträckan med grundavikarstationer ligger stationerna Lökebergskile i Älgöfjorden norr om Göteborg och Småholmarna i Askimsfjorden söder om Göteborg. Grannebyån mynnar i vattenförekomsten Älgöfjord som också är påverkad av tillförsel från Nordre älv. Station Lökebergskile är ca 5 m djup och ligger i anslutning till grundområdet sydost om Brattön. Instö ränna är den hydrografistation som ligger närmast och påverkas av Nordre älv.

Tabell 8.1. Grundavikarstationerna med tillhörande kustvattenförekomst, vattendrag i Bohusbäckarprogrammet och närliggande hydrografistationer för jämförelse.

Station Grunda vikar	Kustvattenförekomst	Hydrografistation	Bohusbäckar
Lökebergskile	Älgöfjorden	Instö Ränna	Grannebyån
Småholmarna	Askimsfjorden	Valö	Bäck -ej klassad

Station Småholmarna påverkas av ett litet vattendrag som inte är klassat och stationen påverkas även av Göta älv. Även denna station är ca 5 m djup och ligger i anslutning till det grunda och skyddade områden söder om Amundön. Närmaste hydrografistation är Valö i vattenförekomst Onsala kustvatten som gränsar till yttre delen av Askimsfjord. Station Valö ligger längre ut och representerar kustvattnet som strömmar norr ut längs kusten från Halland mot Göteborgsområdet innan påverkan från Göta älv dominerar näringssituationen i ytvattnet.

Klassning

Grundavikarstationerna på denna sträcka har bara provtagits under period 2 (2016-2018). Båda hydrografistationerna Instö ränna och Valö som vi jämför med har provtagits sedan 1990-talet. Eftersom vi inte kan jämföra olika perioderna görs jämförelsen endast mellan grundavikarstationerna och närliggande hydrografistationer.

Station Lökebergskile i Älgöfjorden visar på god sammanlagd status för näringsämnen och god till hög status för de flesta parametrar. Totalkväve sommar visar dock på måttlig status. Hydrografistation Instö ränna påverkas relativt mycket av Nordre älv men visar även den på sammanlagd god status för näringsämnen. Samtliga parametrar har god eller hög status vilket kanske är lite förvånande.

Vid Station Småholmarna söder om Göteborg är den sammanlagda klassningen för näringsämnen god status precis som vid hydrografistationen Valö. Det beräknade värdet ligger stabilt mitt emellan gränsvärdena (tabell 8.2). På parameternivå kan man se att det varierar mer med måttlig status för de oorganiska parametrarna, både kväve (DIN) och fosfor (DIP) och även för totalkvävesommar (Tot N). Klassningen av totalfosfor ger istället hög status vilket ger god status som medel för sommaren. Vid hydrografistation Valö visar samtliga parametrar på god till hög status utom Tot N sommar men det beräknade värdet för parametern ligger mycket nära gränsen till god status.

Tabell 8.2. Statusklassning för närsalter under period 2 (2016-2018). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Älgöfjorden	3,28	4,00	4,09	3,44	2,57	5,00	3,70	3,79	3,74	Lökebergskile
Älgöfjorden	4,18	4,57	4,82	3,71	3,16	3,13	4,32	3,15	3,73	Instö ränna
Askims fjord	2,32	3,46	2,53	3,95	2,70	5,00	3,06	3,85	3,46	Småholmarna
Onsala kustvatten	4,45	4,40	4,65	3,47	3,71	2,97	4,24	3,34	3,79	Valö

Syreförhållanden har inte klassats vid de flesta grundavikarstationerna men data visar på bra förhållanden vid stationerna längs denna kuststräcka. Syrgasförhållandena i Älgöfjorden är inte klassad och vid station Valö i vattenförekomsten Onsala kustvatten är statusen god.

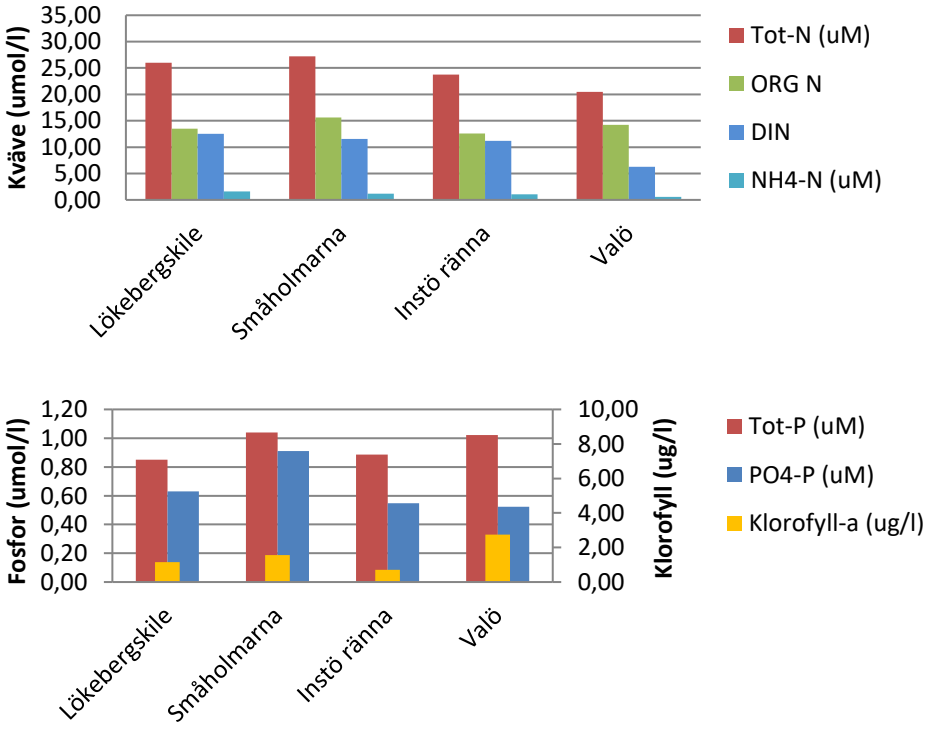
Klorofyllklassningen visar god status i Älgöfjorden och är bedömd på station Lökebergskile, Instö ränna och Åstol. I Askims fjord är statusen hög och i Onsala kustvatten god.

Siktdjupsbedömningarna visar däremot på otillfredsställande status i Älgöfjorden och är bedömd på station Lökebergskile, Instö ränna och Åstol och det är troligen en effekt av Nordre älv. I Askims fjord är statusen god och i Onsala kustvatten måttlig.

Observationer

I detta avsnitt jämförs de olika stationerna med varandra och närmaste hydrografistation med hjälp av medelhalter. Medelhalterna baseras på data från båda perioderna, både yt- och bottenmätningar eftersom provtagningsdjupet aldrig är över 10 meter. Extremvärden är bortsorterade ur medelsberäkningarna, se avsnitt i kapitel 1.

I figurerna 8.2 och 8.3 visas medelvärdet av grundavikarobservationer från båda klassningsperioderna under sommar och vinter för området kring norr och söder om Göteborg. Områdena påverkas av Göta älvs båda grenar.



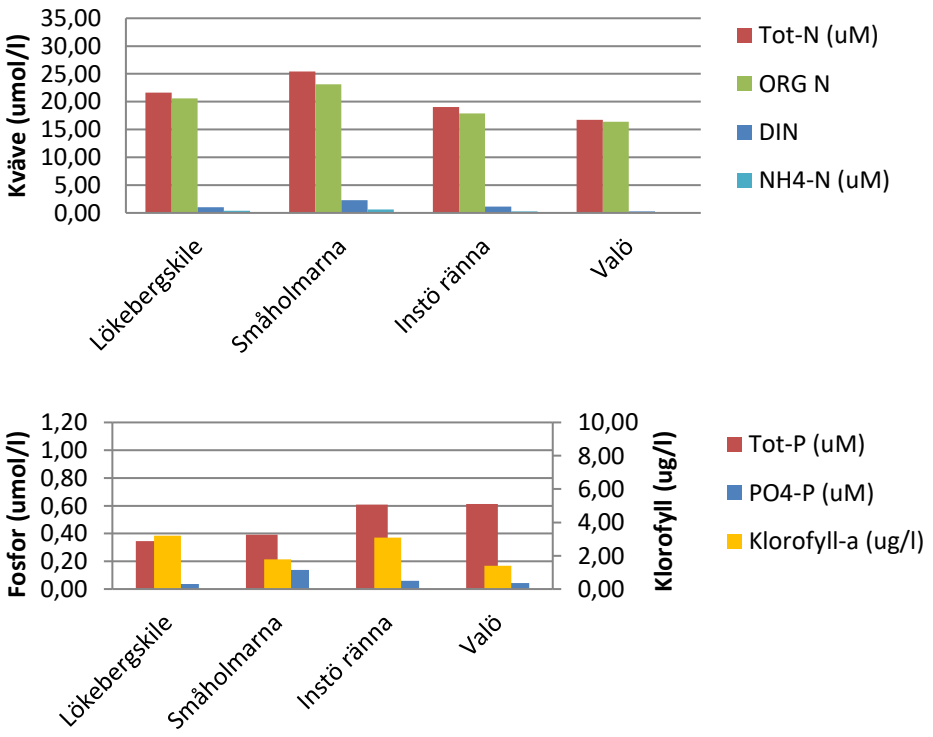
Figur 8.2. En jämförelse mellan grundavikarstationerna och hydrografistationerna norr om Göteborg och söder om Göteborg. Figuren visar medelvärden under vintern för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Station Lökebergskile jämförs med hydrografistation Instö ränna, båda i Älgöfjorden (figur 8.2). Båda stationerna påverkas starkt av Nordre älvs tillskott av näringsämnen. Salthalten varierar mellan 15-25 psu i ytvattnet vid Lökebergskile som har

något högre halter av kväve beroende på ytterligare lokal näringstillförsel från mindre vattendrag. Stationen har högre medelhalter av både totalkväve (Tot N) och organiskt kväve (DIN) än genomsnittet för grundavikarstationerna. Andelen organiskt uppbundet kväve utgör ca hälften av totalkvävet. Ammoniumhalterna är högst vid station Lökebergskile.

Vintermedlet för totalfosforhalterna ligger något lägre vid Lökebergskile än vid Instö ränna och det omvända gäller för medelfosfathalterna som är högre vid Lökebergskile än vid Instö ränna. Klorofyllmedelhalterna under vintern är ligger mellan 0,7-1,5 µg/l.

Söder om Göteborg jämförs station Småholmarna i Askimsfjorden med hydrografistation Valö som ligger söder om i vattenförekomsten Onsala kustvatten men nära gränsen till Askimsfjorden. Ytvattnet i området påverkas av Göta älv framförallt i Askimsfjorden. Salthalten ligger kring 20 psu. I huvudsak strömmar kustströmmen norrut längs hallandskusten och når Göteborgstrakten i höjd med Valö. Att hydrografistation Valö är mindre påverkad av Göta älv syns även i halterna av kväve som är betydligt lägre vi denna station (figur 8.2). Även ammoniumhalterna är låga jämfört med övriga stationer på sträckan. Station Småholmarna har betydligt högre halter av näringsämnen och påverkas även av lokal tillförsel från vattendrag och grundområden. I området är fritidsbåtstrafiken omfattande vilket kan påverka näringstillförseln (Moksnes P-O m. fl. 2019).



Figur 8.3. En jämförelse mellan grundavikarstationerna och hydrografistationerna norr om Göteborg och söder om Göteborg. Figuren visar medelvärden under sommaren för kväve (över) och för fosfor och klorofyll (under). Över: Totalkväve (röd), organiskt uppbundet kväve (grön), oorganiskt kväve (blå) och ammonium (petrol). Under: Totalfosfor (röd), fosfat (blå) och klorofyll (gul).

Vintermedlet för fosforhalterna är högre både vid station Småholmarna och Valö än vid stationerna norr om Göteborg, framförallt vid Småholmarna (figur 8.2). Medelvärdena vid både station Lökebergskile och Småholmarna bygger endast på 3 års data vilket gör resultatet mer osäkert, se avsnitt i kapitel 1.

Under sommaren minskar medelhalterna av totalkväve något och kvävet är i princip helt uppbundet i organiskt material (figur 8.3). Sommarhalterna visar på samma förhållande mellan stationerna som vinterhalterna med högst halter vid station Småholmarna. Vid Valö som inte har någon direkt tillförsel via vattendrag eller angränsande grundområde är det halten oorganiskt kvävet mycket låg.

Totalfosforhalterna visar omvänt från kvävehalterna en högre medelkoncentration vid de båda hydrografistationerna än vid grundavikarstationerna. Medelklorofyllhalterna är högst norr om Göteborgsområdet och en ökad koncentration vid minskad salthalt kan ses i data vid båda grundavikarstationerna.

Diskussion och Slutsatser

Förändring över tid

Vid station Instö ränna i Älgöfjorden och Valö i Onsala kustvatten finns data från 1992. Stationerna visar samma utveckling som de flesta hydrografistationer längst Bohuskusten och även Hallandskusten med minskande koncentrationer för både totalkväve (Tot N) och organiskt kväve (DIN) (Sverigesvattenmiljö.se). Totalfosfor (Tot P) visar tvärt om på ökande koncentrationer under både vinter och sommarmånaderna. Oorganisk fosfor (DIP) visar inte på några trender. Klorofyllhalterna är minskande vid station Valö men har ingen trend vid Instö ränna. Siktdjupet som ökar signifikant vid många hydrografistationer längs kusten sedan 1992 visar inte på någon trend vid vare sig Instö ränna eller Valö.

Station Instö ränna i Älgöfjorden har oförändrad klassning mellan perioderna och den sammanvägda kvalitetsfaktorn näringsämnen klassas till god status. Klorofyll a har god status och siktdjupet är klassat till måttlig status.

Onsala kustvatten som klassas på station Valö har också oförändrad klassning mellan perioderna och klassas till god status för kvalitetsfaktorn näringsämnen. Klorofyll a har god status och för siktdjupet är klassningen måttlig status.

Både station Lökebergskile i Älgöfjorden norr om Göteborgsområdet och Småholmarna i Askimsfjorden söder om Göteborgsområdet har endast provtagits under perioden 2016 till 2018 och ingen analys av förändring i klassning eller data under en längre period än 3 år kan göras. Station Småholmarna visar på en ökning med tydligt lägre halter av kväve under 2016 och 2017 än under 2018 men det är ett resultat av årsvariation i nederbörd och tillförsel av näringsämnen.

Påverkan av näringsämnen från land

Både Älgöfjorden och Askimsfjorden angränsar till vattenförekomster med direkt påverkan från Göta älvs båda grenar och påverkas också av älvvattnet. Mätningar i Göta älv vid Alelyckan visar på signifikant minskande koncentrationer av både totalkväve och oorganiskt kväve sedan i mitten av 80-talet. Totalfosforhalten visar ingen trend och koncentrationen av fosfat ser ut att ha har vänt från ökande till minskande sedan 2014. Båda områdena påverkas även av lokala vattendrag men dessa är inte provtagna eller klassade.

Behovet av provtagning

Även längs denna sträcka är det en skillnad mellan resultatet vid grundavikarstationerna och hydrografistationerna men alla stationerna har god status på den sammanvägda kvalitetsfaktorn för näringsämnen. I Älgöfjorden är resultatet för hydrografistation Instö ränna och grundavikstation Lökebergskile förhållandevis lika. Grundavikarstationen Lökebergskile förstärker den bild av statusen i Älgöfjorden som station Instö ränna ger och kan utgå eller flyttas till Hakefjorden där det inte finns några stationer. Station Småholmarna i Askimsfjorden bör finnas kvar eftersom den representerar en annan typ av vattenområde med större påverkan från lokala vattendrag och Göta älv än vad station Valö gör.

9. Referenser

Bydén S., Larsson A-M., Olsson M, 2003. Mäta vatten. Institutionen för miljö-vetenskap och kulturvård Göteborgs Universitet.

Engström P., Sundbäck K. och Alsterberg C., 2012. Sedimentens roll för närings-omsättningen grunda vikar i norra Stigfjorden. Länsstyrelsen Västra Götalands län. Rapport 2012:34, ISSN 1403-168X. http://www.diva-portal.org

Erlandsson C., Lann H., Ruist E., Rönner U.,Stibe L., Klingberg M., 2009. Finn de områden som göder havet mest-och de som är mest känsliga för övergödning. Länsstyrelsen Västra Götalands län. Rapport 2009:56. http://www.diva-portal.org

Sverigesvattenmiljö. Havsmiljöinstitutets webbsida, Sveriges vattenmiljö http://www.sverigesvattenmiljo.se

HVMFS 2019:23. Hav- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.

Statusklassning och hantering av osäkerhet-vägledning för tillämpning av 2 kap. HVMFS 2013:19. Hav- och vattenmyndigheten (ej publ.).

Bedömningsgrunder för ytvattenförekomster. Hav- och vattenmyndigheten. https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/vattenforvalt-ning/bedomningsgrunder-for-ytvattenforekomster.html

Moksnes P-O, Eriander L, Hansen J, Albertsson J, Andersson M, Bergström U, Carlström J, Egardt J, Fredriksson R, Granhag L, Lindgren F, Nordberg K, Wendt I, Wikström S, Ytreberg E., 2019. Fritidsbåtars påverkan på Grunda ekosystem i Sverige. Havsmiljöinstitutets rapport nr 2019:3.

Ruist, E. 2008. Fosfor- och kvävefraktioner i miljöövervakningen – En studie av bohuslänska vattendrag. Länsstyrelsen Västra Götalands län. Rapport 2008:89. http://www.diva-portal.org

Ruist E., Gerlang M., Lagergren R, 2017. Kväve och fosfor i kustmynnande vatten-drag, utvärdering av halter och transporter i Västra Götalands län 1988-2014 Läns-styrelsen Västra Götalands län. Rapport 2017:01. http://www.diva-portal.org

Stigebrandt A., Wenzer M. och Veiderpass V., 2014. Förändring av växtbiomassan i ett grunt marint ekosystem; En modellstudie av effekter av näringstillförsel och andra faktorer i Kalvöfjorden söder om Orust. Länsstyrelsen Västra Götalands län. Rapport 2014:22, ISSN 1403-168X. http://www.diva-portal.org

VISS. Vatteninformationssystem Sverige. https://viss.lansstyrelsen.se/

Erlandsson C., Lann H., Ruist E., Rönner U.,Stibe L., Klingberg M., 2009. Finn de områden som göder havet mest-och de som är mest känsliga för övergödning. Länsstyrelsen Västra Götalands län. Rapport 2009:56. http://www.diva-portal.org

10. Appendix

Appendix 1: Det beräknade klassningsresultatet för närsalter för samtliga stationer i rapporten under period 1 (2009-2011). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen.

Appendix 2: Det beräknade klassningsresultatet för närsalter för samtliga stationer i rapporten under period 2 (2016-2018). Hög-blå (4-5), God-grön (3-3,99), Måttlig-gul (2-2,99), Otillfredsställande-orange (1-1,99), Dålig-röd (0-0,99). Kolumn 1-4 visar vintervärden, kolumn 5-6 visar sommarvärden. I kolumn 7- 10 visas medelvärdet av vintervärden, sommarvärden och den sammanvägda klassningen för näringsämnen

2009-2011	Appendix 1									
Vattenföre-komst	DIN Vinter	TotN Vin-ter	DIP Vinter	TotP Vin-ter	TotN Som-mar	TotP Som-mar	Vinter Me-del	Sommar Medel	Klassning	Station
Dynekilen	2,55	1,79	2,9	2,65	2,13	2,37	2,47	2,25	2,36	Apelviken
Strömstads-fjorden	4,485	4,32	4,28	3,36	2,285	2,70	4,11	2,49	3,30	Höskär, Starekilen
Inre Tjärnöarke-pelagen	3,56	3,90	4,06	3,52	1,53	1,63	3,76	1,58	2,67	Jolkilen, Tångeskär, Killing-holmen
Rossö-Resöfjorden	1,66	1,76	4,28	3,53	1,10	1,32	2,81	1,21	2,01	Flatskär
Stridsfjor-den	3,89	3,56	3,6	3,07	1,84	2,02	3,53	1,93	2,73	Bruksholmen
Tanumkilen	3,89	4,21	4,43	3,28	2,00	2,09	3,95	2,05	3,00	Tannamkilen
Sannäsfjor-den	4,62	3,09	4,02	3,00	1,92	1,94	3,68	1,93	2,81	Sannäsfjorden
S Kosterfjor-den	3,53	4,13	3,89	3,51	2,76	4,00	3,77	3,38	3,57	s Kosterfjorden
Grebbestad inre sk	4,82	4,88	4,10	3,76	2,55	2,60	4,39	2,57	3,48	Svinnäs, Kämperödsvik
Fjällbacka inre sk	4,43	4,08	4,19	3,49	2,26	2,35	4,04	2,30	3,17	Munkholmen, Tångeskär
Bottnefjor-den	5,00	3,70	4,48	3,92	2,34	2,40	4,28	2,37	3,32	Råholmen
Kungshamn s sk	3,78	4,53	3,66	3,63	2,97	3,84	3,90	3,41	3,65	Byttelocket
Hunnebo-strand sk	4,67	4,5	4,24	3,56	2,06	2,56	4,24	2,31	3,28	Lökholmen
Åbyfjorden	3,82	4,03	2,92	2,81	2,20	1,98	3,40	2,09	2,74	Uleberget
Brofjorden	4,24	4,37	4,14	2,86	1,87	1,76	3,90	1,82	2,86	Brevik
Trä-lebergskile	4,02	3,60	3,04	2,13	2,16	2,08	3,20	2,12	2,66	Träleberg
Färlevfjor-den	3,39	2,57	2,51	2,64	1,96	1,60	2,78	1,78	2,28	Färlevfjorden
Yttre Brofjorden	3,69	4,42	3,7	3,68	2,88	3,89	3,87	3,39	3,63	Stretudden
Gullmarn centralbas-säng	3,69	4,42	3,70	3,68	2,88	3,89	3,87	3,39	3,63	Släggö+I Gullmarn/Björkh
Snäckedju-pet	3,83	3,42	2,73	2,41	2,15	2,07	3,10	2,11	2,60	Vällarna
Ellösefjor-den	4,73	4,33	3,98	3,24	2,23	2,16	4,07	2,20	3,13	Stockesund
Kalvöfjorden	5,00	4,10	4,29	2,95	1,54	1,67	4,09	1,61	2,85	Kalvön
Stigfjorden	4,42	4,56	3,25	2,98	2,00	1,86	3,80	1,93	2,87	Skomakaren
Askeröfjor-den	2,99	2,35	3,51	2,36	2,22	2,14	2,80	2,18	2,49	Skåpesund
Kolöfjord	3,42	3,48	2,61	2,59	2,64	3,28	3,03	2,96	2,99	Koljöfjord
Havstens-fjorden	2,48	2,51	2,00	1,17	2,08	2,47	2,04	2,28	2,16	Nordtången
Havstens-fjorden	3,28	3,36	2,8	2,84	2,48	3,26	3,07	2,87	2,97	Havstensfjorden
Halsefjor-den	3,50	3,81	3,27	3,43	2,52	2,76	3,50	2,64	3,07	Galterö

2016-2018	Appendix 2									
Vattenförekomst	DIN Vinter	TotN Vinter	DIP Vinter	TotP Vinter	TotN Sommar	TotP Sommar	Vinter Medel	Sommar Medel	Klassning	Station
Dynekilen	2,28	2,645	2,68	1,65	0,79	4,67	2,31	2,73	2,52	Apelviken
Strömstadsfjorden	2,74	3,745	3,4	3,84	1,68	3,71	3,43	2,69	3,28	Höskär, Stareki-len
Inre Tjärnöarkepela-gen	2,02	2,78	4,04	4,72	0,73	1,95	3,39	1,34	2,36	Jolkilen, Tånge-skär
Rossö-Resöarkipela-gen	2,33	2,60	3,96	3,22	0,96	3,64	3,03	2,30	2,66	Flatskär
Stridsfjorden	3,08	3,40	3,90	3,87	1,09	4,15	3,56	2,62	3,09	Bruksholmen
Tanumkilen	2,88	3,29	3,80	3,77	0,92	3,43	3,43	2,17	2,80	Tannamkilen
Sannäsfjorden	1,74	1,87	2,93	2,85	0,92	3,81	2,35	2,36	2,35	Sannäsfjorden
S Kosterfjorden	5,00	5,00	5,00	4,17	2,47	2,90	4,79	2,68	3,74	s Kosterfjorden
Grebbestad inre sk	3,95	5,00	3,30	2,40	1,73	5,00	3,66	3,37	3,51	Svinnäs, Kämperödsvik
Fjällbacka inre sk	2,78	3,36	3,03	2,43	1,53	5,00	2,90	3,27	3,08	Munkholmen, Tångeskär
Bottnefjorden	3,01	3,97	3,07	2,96	1,61	5,00	3,25	3,30	3,28	Råholmen
Kungshamn s sk	5,00	5,00	5,00	3,88	2,87	2,92	4,72	2,90	3,81	Byttelocket
Hunnebostrand sk	3,37	3,67	3,87	2,30	1,39	5,00	3,30	3,19	3,25	Lökholmen
Åbyfjorden	2,26	3,07	2,67	2,47	1,50	5,00	2,62	3,25	2,93	Uleberget
Brofjorden	2,75	3,95	3,55	3,70	2,50	5,00	3,49	3,75	3,62	Brevik
Trälebergskile	2,46	3,27	2,94	2,06	1,35	5,00	2,68	3,18	2,93	Träleberg
Färlevfjorden	1,66	1,96	2,75	1,87	0,96	5,00	2,06	2,98	2,52	Färlevfjorden
Y. Brofjorden	5	5	5	3,87	2,75	2,96	4,72	2,85	3,79	Stretudden
Gullmarn central-bassäng	5	5	5	3,35	2,67	2,94	4,59	2,80	3,70	Släggö+I Gull-marn/Björkh
Snäckedjupet	2,335	2,95	2,405	2,535	1,32	5	2,56	3,16	2,86	Vällarna
Ellösefjorden	3,58	3,84	3,87	3,13	1,355	5	3,61	3,18	3,39	Stockesund
Kalvöfjorden	2,51	2,65	4,68	3,03	0,93	5,00	3,22	2,96	3,09	Kalvön
Stigfjorden	2,81	3,35	4,33	3,57	1,31	5,00	3,51	3,15	3,33	Skomakaren
Askeröfjorden	2,665	2,945	3,94	4,31	3,665	5	3,47	4,33	3,90	Skåpesund
Kolöfjord	2,99	3,26	3,25	2,40	2,42	2,81	2,97	2,61	2,79	Koljöfjord
Havstensfjorden	2,825	2,895	3,475	2,58	2,13	4,07	2,94	3,10	3,02	Nord-tången+Havs-tensfjorden
Halsefjorden	3,25	4,09	4,36	2,89	2,21	2,46	3,65	2,34	2,99	Galterö
Älgöfjorden	3,28	4,00	4,09	3,44	2,57	5,00	3,70	3,79	3,74	Lökebergskile
Älgöfjorden	4,18	4,57	4,82	3,71	3,16	3,13	4,32	3,15	3,73	Instö ränna
Askimsfjorden	2,32	3,46	2,53	3,95	2,70	5,00	3,06	3,85	3,46	Småholmarna
Onsala kustvatten	4,45	4,40	4,65	3,47	3,71	2,97	4,24	3,34	3,79	Valö

Länsstyrelsen
Västra Götaland