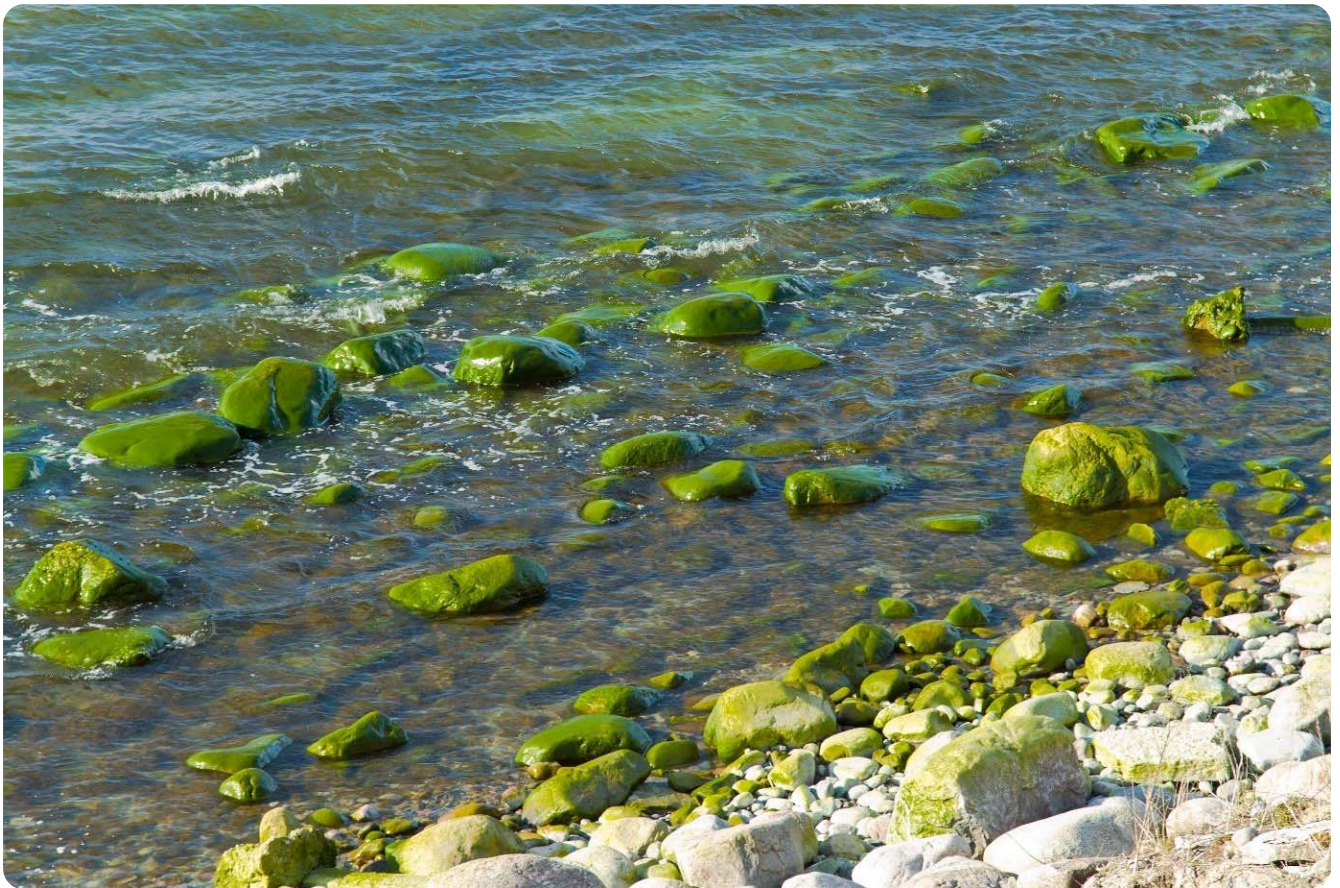


Närsaltstillförsel till Valleviken

En modellstudie av en grund havsvik på Gotland



Rapporter om natur och miljö | Rapport nr 2018:15

Titel: Närsaltstillförsel till Valleviken -En modellstudie av en grund havsvik på Gotland

Rapportnummer: 2018:15

Diarienummer: 538-3049-2015

ISSN: 1653-7041

Rapportansvarig/Författare: H. Corell, S. Hjalmarsson, P. Moreno Arancibia

Foto | omslagsbild: DHI, Valleviken

Foto | inlaga: Anges i anslutning till bild.

Kartbilder: © Länsstyrelsen i Gotlands län © Sjöfartsverket © Lantmäteriet

Utgiven av: Länsstyrelsen i Gotlands län

Tryckår: 2018

Tryckeri: Länsstyrelsen i Gotlands län, Visby.

Projektet har finansierats av Havs- och vattenmyndigheten genom anslag

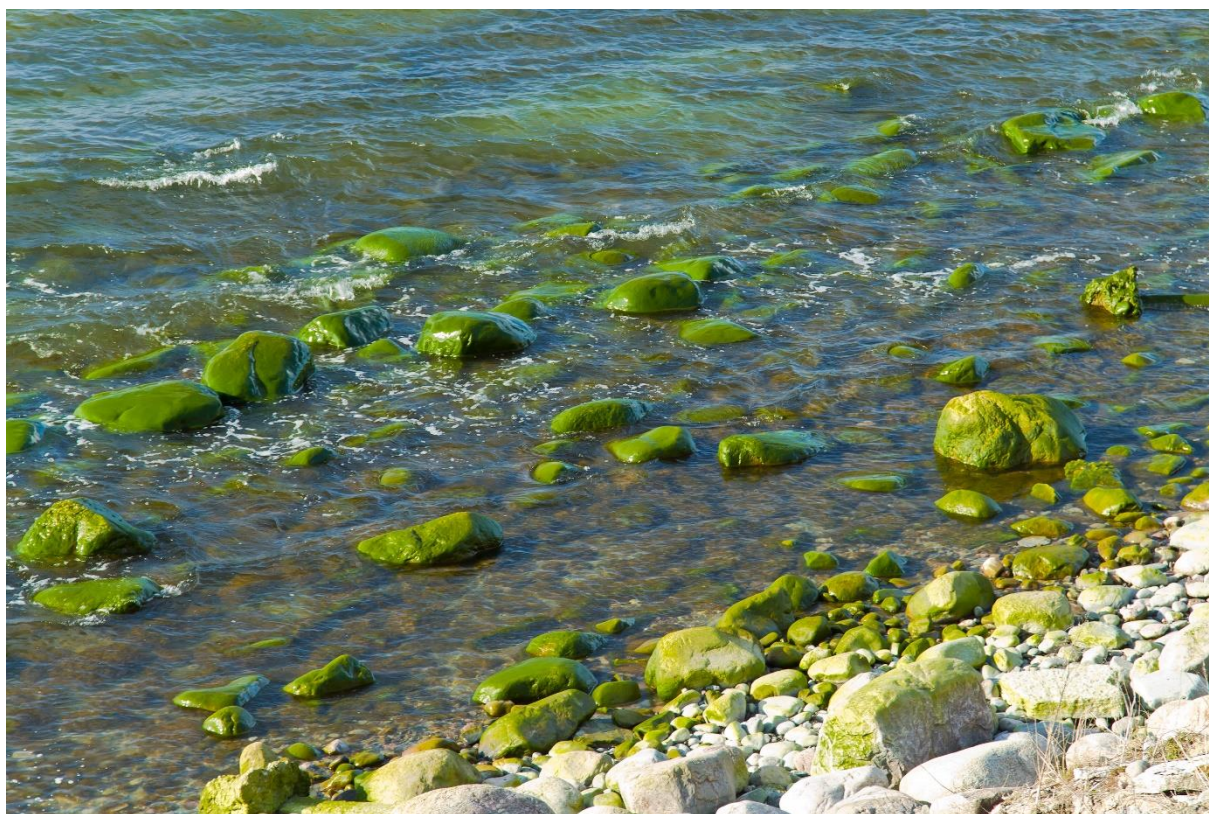
1:11 Åtgärder för havs- och vattenmiljö.

Rapporten finns att hämta i PDF-format på Länsstyrelsens webbplats:

www.lansstyrelsen.se/gotland

Närsaltstillförsel till Valleviken

En modellstudie av en grund havsvik på Gotland



Länsstyrelsen i Gotlands län

Rapport

Juni 2018

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas



Närsaltstillförsel till Valleviken

En modellstudie av en grund havsvik på Gotland

Framtagen för Länsstyrelsen i Gotlands län
Kontaktperson My Mattsdotter Björk



©Shutterstock / Vladislav S

Projektledare	Hanna Corell
Kvalitetsansvarig	Christin Eriksson
Handläggare	Patricia Moreno Arancibia, Sofia Hjalmarsson

Uppdragsnummer	12803377
Godkänd datum	2018-06-26
Version	Slutgiltig: 1.1
Klassificering	Öppen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Sammanfattning	1
2	Introduktion	2
3	Den hydrodynamiska modellen.....	3
4	Resultat från den hydrodynamiska modellen	5
4.1	Hydrodynamiken utanför Valleviken	5
4.2	Jämförelse mellan modellresultat och mätningar	7
4.3	Uppvällning av näringsrikt djupvatten till Valleviken	9
4.4	Omsättningstiden i Valleviken	11
5	Den storskaliga oceanografin runt Gotland	12
6	Analys av närsaltdynamiken i Valleviken	14
6.1	Vattnets ursprung.....	14
6.2	Närsaltsbudget	17
6.2.1	Bidrag från sedimentet.....	19
6.2.2	Alger och tång i grunda vikar på Gotland	19
7	Referenser	20

1 Sammanfattning

Havscirkulationen i och utanför Valleviken på nordöstra Gotland modellerades för året 2015 för att undersöka hur utbyte och tillflöde av vatten till viken sker. Föreningen Rädda Valleviken, som är initiativtagare till denna studie, gjorde under 2015 ett antal mätningar av närsalthalter i viken, och ett av syftena med modelleringen var att undersöka ifall uppvällning av näringsrikt djupvatten kunde vara orsaken till de till synes höga uppmätta halterna av lösta näringsämnen.

Modellresultaten visade att uppvällning av djupt Östersjövatten kan ske in till Valleviken, men att det inte skedde någon gång under den biologiskt aktiva perioden, och därmed inte kunde vara orsaken till den övergödda situationen i Valleviken det modellerade året. Utbytetiden i viken beräknades med hjälp av modellresultaten till 1,5 dygn, och utbytet är i huvudsak lokalt med annat kustnära vatten.

En analys av genomförda mätningar av näringsämnena i Valleviken visar att man inte utmärker sig i halten totalfosfor gentemot vattnet runt Gotland. Däremot har man under sommaren, framförallt längst in i viken, högre kvävehalter än omgivande vatten. Men omräknat i mått av ekologisk status för parametern näringsämnen är denna avvikelse lokal och avtar längre ut i viken. Det är troligt att dessa höga halter i augusti 2015 och juli 2016 beror på nedbrytning av organiskt material inne i viken. En möjlig orsak kan vara makroalger, så kallad släke som driver med vattnet in i viken, sedimenterar och bryts ned. Transporten av makroalger följer inte vattenutbytet utan kan bli kvar trots att vattnet byts ut. Lösta näringsämnen följer däremot med vattnet eftersom det är ett kemiskt ämne. De enda kustnära mätningar som vid rapportskrivandet fanns tillgängliga i SMHIs databas och som man skulle kunna sätta Vallevikens halter i relation till, togs under sommaren 2010 vid Slite. Dessa mätningar är dock inte genomförda så landnära som mätningarna längst in i Valleviken, och det är därmed inte möjligt att med dessa mätdata sätta Vallevikens problem i relation till några övriga vikar längs Gotlands nordöstra kust.

2 Introduktion

Flera av Gotlands grunda havsvikar har problem med övergödning. För att öka förståelsen för vilka processer som styr övergödningsförhållandena i dessa grunda vikar har DHI satt upp en lokal cirkulationsmodell för området runt Valleviken på nordöstra Gotland. Syftet med modellstudien var att undersöka vattenutbytet och försöka uppskatta betydelsen av inflöde av näringsämnen från olika källor. Ett uttalat fokus var att undersöka vilken påverkan inflöde av näringsrikt vatten från större djup ute i Östersjön, så kallad djupvattenuppvällning, har på vattensammansättningen. Teorin var att fosfor tillförs viken från utsjön via djupvatten på sommaren och påverkar övergödningen av viken. I studien ingick också att titta på Vallevikens utbytestid samt i den mån det är möjligt utifrån modellerade resultat och uppmätta halter beskriva närsaltdynamiken i Valleviken. Kunskapen om hur olika källor av bidrar till fosforhalten i Valleviken behövs för att kunna göra en bedömning av hur man ska gå vidare med fortsatta åtgärder för att minska övergödningen.

Initiativtagare till projektet var föreningen Rädda Valleviken, och Länsstyrelsen på Gotland har finansierat arbetet med medel från Havs och vattenmyndigheten.

3 Den hydrodynamiska modellen

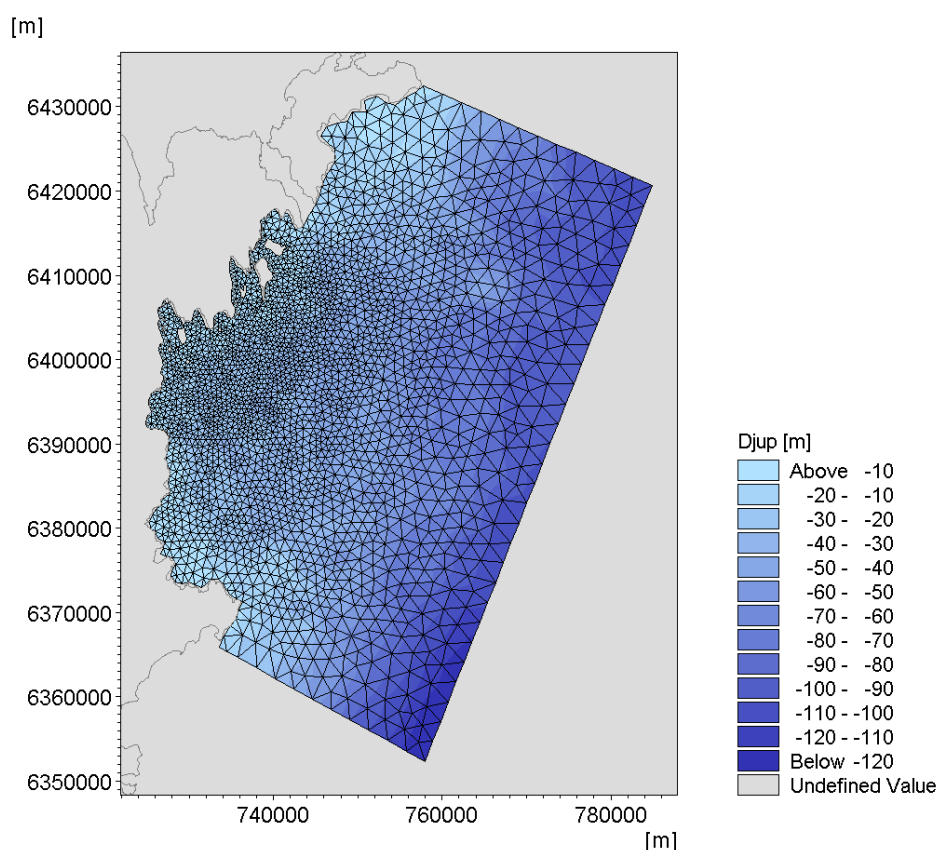
För att kunna undersöka hydrodynamiken i och runt Valleviken sattes en tredimensionell hydrodynamisk strömningsmodell för nordöstra Gotland upp i DHI:s modelleringssystem MIKE 3 FM. Denna modell tar bl.a. hänsyn till

- densitetsskiktning utifrån temperatur och salthalt,
- densitetsdriven strömning,
- vindens drivning på ytan,
- värmeutbyte med atmosfären,
- strömning orsakad av vattenståndsvariationer,
- turbulent blandning och jordens rotation.

Modellen beräknar strömmen, turbulensen (blandningen/skiktningen i vattnet), temperatur och salthalt i vattnet i 3-dimensioner samt vattenståndet i 2-dimensioner.

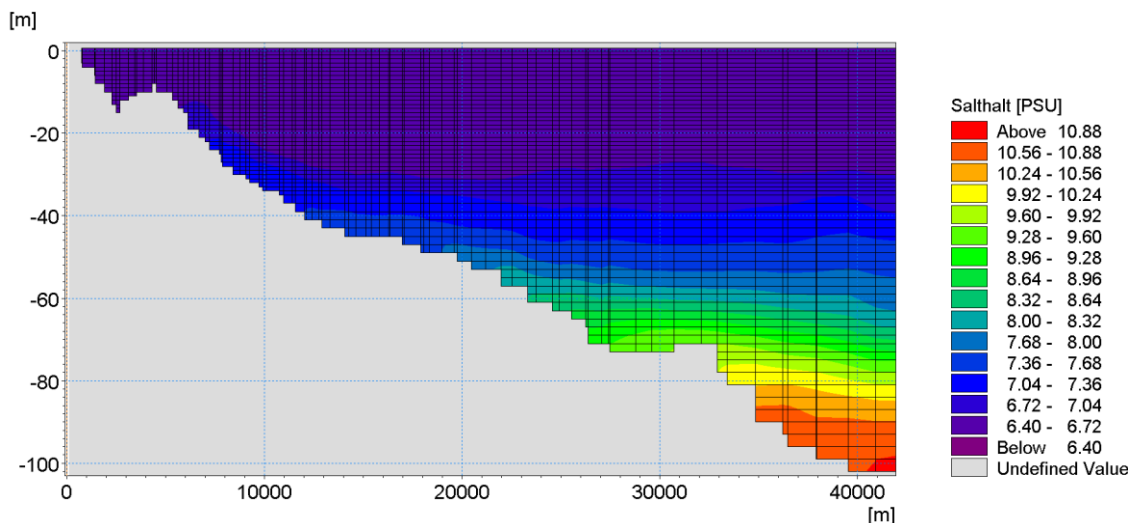
Modellen använder ett flexibelt beräkningsnät, vilket betyder beräkningsnät kan anpassas till detaljer i strandlinjen, branta djupförändringar, fasta konstruktioner m.m. Beräkningsnätets upplösning kan alltså varieras så att områden av särskilt intresse kan beskrivas med hög noggrannhet.

Beräkningsnätet sträcker sig från Fårö i norr till Östergarn i söder (Figur 3-1), men Fårösund är inte med. Horisontellt delas beräkningsnätet upp i trianglar av varierande storlek. Ju mindre trianglar desto högre upplösning. De minsta trianglarna finns i Valleviken och har en sida på ca 250 m. Närmast ränderna är trianglarna som störst med en sida på drygt 2 500 m.



Figur 3-1 Karta som visar beräkningsnätet och djupen i modellen. Koordinatsystemet är SWEREF 99 TM.

Vertikalt delas beräkningsnätet upp i lager av varierande tjocklek. Modellen är mycket högupplöst i vertikalled för att ha möjlighet att fånga dynamiken som styr uppvällningen av djupvatten från utsjön till kusten. Närmast ytan är lagertjockleken 1 m och ökar sedan succesivt till 5 m på de största djupen. Figur 3-2 visar den vertikala strukturen av beräkningsnätet i ett tvärsnitt ut från Valleviken.



Figur 3-2 Tvärsnitt strax söder om Valleviken (vänster i bilden) till Östersjön (höger i bild) och som visar beräkningsnätets vertikala struktur. Färgkonturena visar modellerad salthalt.

Strömningsmodellen drivs av tre dominerande faktorer:

1. Variationer i densitetsskiktningen vid de öppna ränderna,
2. vattenståndet och strömhastigheter vid de öppna ränderna, och
3. vindens styrka och riktning, samt lufttemperatur och luftfuktighet.

Densitetsskiktningen, vilken är en funktion av salt- och temperaturskiktningen, samt vattenståndet och strömhastigheter har hämtats från en regional operationell modell inom DHI som täcker ett område från Östersjön till Nordsjön. Denna modell körs löpande och resultaten sparas. Modellen har genomgått omfattande kalibrerings- och valideringsarbete i samband med bland annat utredningar kring Fehmarn Bält-förbindelsen mellan Danmark och Tyskland.

För den meteorologiska drivningen (vind, lufttemperatur och luftfuktighet) används samma prognoser som de som används i den regionala modellen, vilka levereras av företaget StormGeo. Ovan nämnda drivning har ansatts på modellens öppna ränder respektive på ytan. Data för temperatur och flöde för vattendragen som rinner in till modellområdet kommer från SMHIs hydrologiska modell S-HYPE.

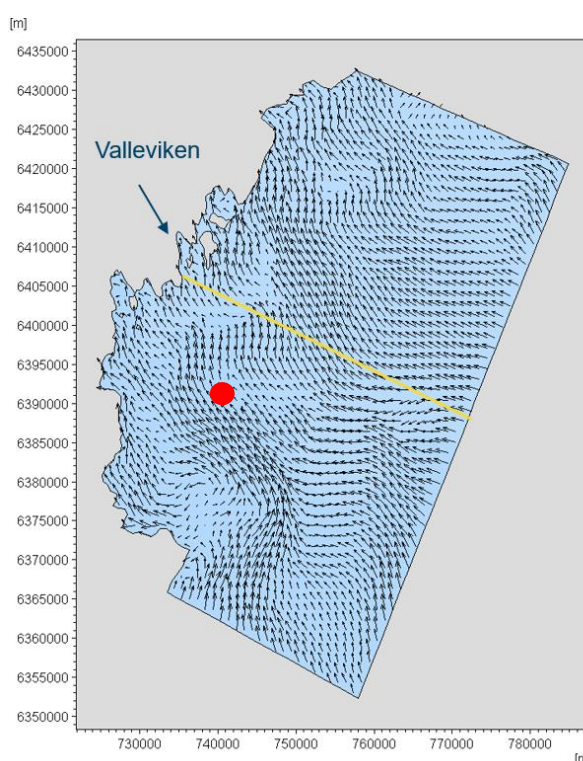
Modellen har satts upp för ett specifikt år, 2015. Detta innebär att modellen drivs med meteorologiska och oceanografiska data från 2015. Året valdes utifrån de år som föreningen Rädda Valleviken hade genomfört mätningar i Valleviken och som det fanns bra oceanografiska drivdata för.

4 Resultat från den hydrodynamiska modellen

4.1 Hydrodynamiken utanför Valleviken

Syftet med modelleringen var att öka förståelsen för de hydrodynamiska förhållandena i och omkring Valleviken och att undersöka ifall uppvällning av djupvatten från utsjön bidrar till övergödningen i viken.

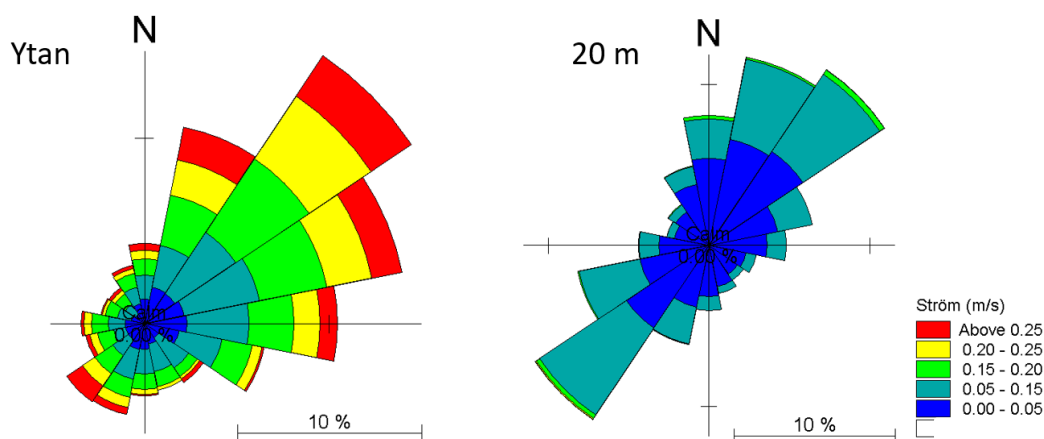
Strömmar drivs av vind, vattenstånd och densitets-skiktning beroende på skillnader i temperatur och salinitet, och påverkas även av havsbottnens form. Under året uppstår olika kombinationer av meteorologiska och hydrografiska förhållanden som bestämmer styrkan på strömmen och hur den varierar i tid och rum. Figur 4-1 visar ett exempel på den modellerade strömmen i ytlagret vid ett tillfälle på vårvintern.



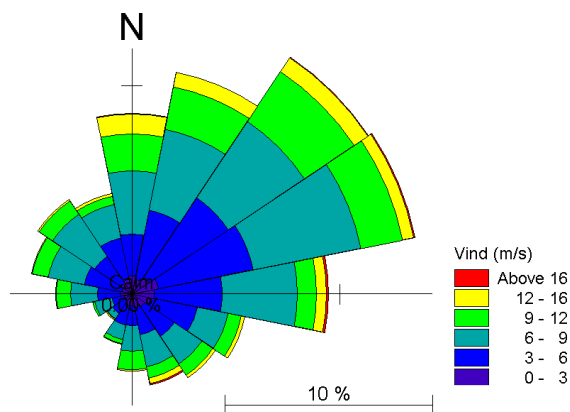
Figur 4-1 Beräknade strömmen i ytlagret den 2015-03-03. Den röda cirkeln visar positionen för strömrosorna i Figur 4-2. Den gula linjen visar positionen för tvärsnittet för salthalten i Figur 4-8 och Figur 4-9.

Strömriktningen i vattnet utanför Valleviken förändras ofta på den korta tidsskalan. För att få en bild av de mest förekommande strömriktningarna har tidserier av strömstyrka och riktning på ytan och på 20 m djup extraherats ur de tredimensionella modellresultaten utanför Valleviken, och plottats som strömrosor (Figur 4-2). Strömrosorna visar hur stor del av analysperioden (i det här fallet hela året 2015) som olika kombinationer av strömstyrka och strömriktning råder. Strömmens riktning anges mot det håll det strömmar och en strömros visar därför riktningen som det strömmar mot. Ju längre bort från mitten som en "tårtbit" sträcker sig, desto oftare råder den strömriktningen. Färgskalan anger strömstyrkan.

Strömmens storlek och riktning är delvis styrd av vinden vid ytan. Vinddata som driver cirkulationsmodellen består av vindvektorer med en tidsupplösning på en timme. Vindrosen i Figur 4-3 visar hur stor del av året som olika kombinationer av vindstyrka och vindriktning råder och man ser att den dominerande vindriktningen är mot nordost, dvs. sydvästlig vind. (För att underlätta tolkningen visas även vinddrivning i form av en "strömros", dvs. med vindriktningen ut från mitten på rosen i stället för in mot mitten som vindrosor vanligen plottas.)



Figur 4-2 Strömrosor utanför Valleviken (position visas i Figur 4-1) som visar de dominerande strömstyrkorna och strömriktningarna på ytan (vänster) och 20 m (höger) under det modellerade året 2015.



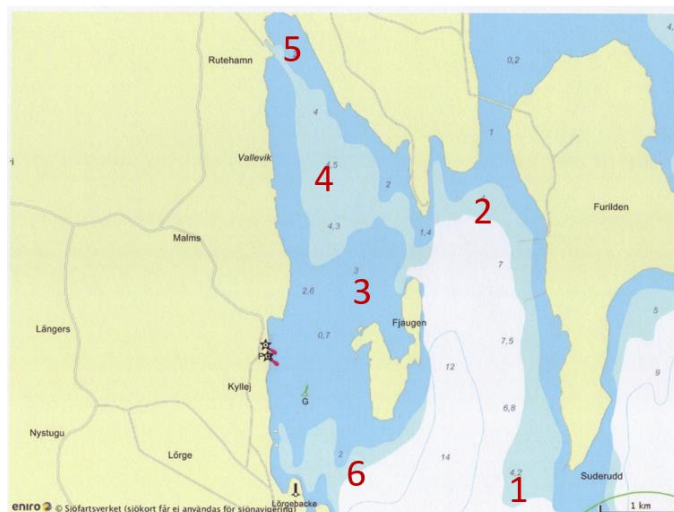
Figur 4-3 Vindros som visar hur stor del av året som olika vindhastigheter och vindriktningar råder. Värdena för vindrosen beskriver vinden som används som drivning i modellen. Tårtbitarna i diagrammet visar vilket håll det blåser åt.

Strömrosen för ytan visar att den dominerande strömriktningen är åt nordost och de starkaste strömmarna når hastigheter över 0,25 m/s. En jämförelse med vindrosen visar på en tydlig korrelation mellan ytströmmen riktning och vindriktningen. Närmare inloppet till Valleviken är hastigheterna lägre och går sällan över 0.20 m/s, och den dominerande riktningen mer östlig (ej visat i bild). Längre ut från land, närmare modellranden, är strömriktningen dominerande sydlig och sydöstlig, och strömstyrkan ofta högre än 0.15 m/s (ej visat i bild).

På 20 m djup är strömstyrkan betydligt lägre och de starkaste strömmarna når knappt över 0,15 m/s. Dessutom är korrelationen mellan vind- och strömriktning svagare på grund av att strömmen riktning delvis styrs av havsbottens form, strömmarna följer djupkonturerna. Längre ut från land, närmare modellranden är strömriktningen på 20 m djup nästan uteslutande sydvästlig (ej visat i bild).

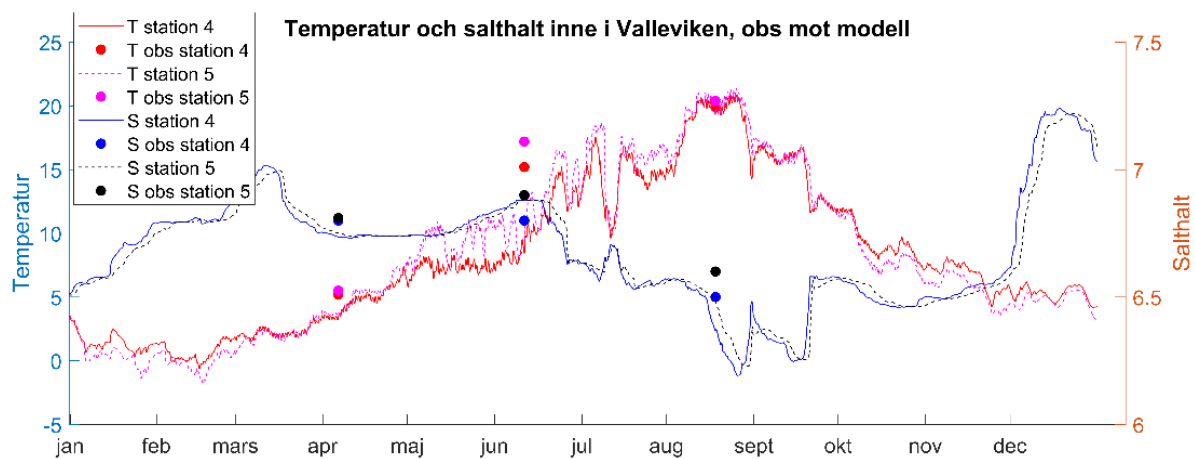
4.2 Jämförelse mellan modellresultat och mätningar

För att validera resultaten från den hydrodynamiska modellen jämförs dessa med mätningar. Föreningen Rädda Valleviken har under perioden regelbundet genomfört mätningar av temperatur, salthalt och närsalter i Valleviken (Figur 4-4). Provtagningen har skett på okänt djup i vattenmassan.

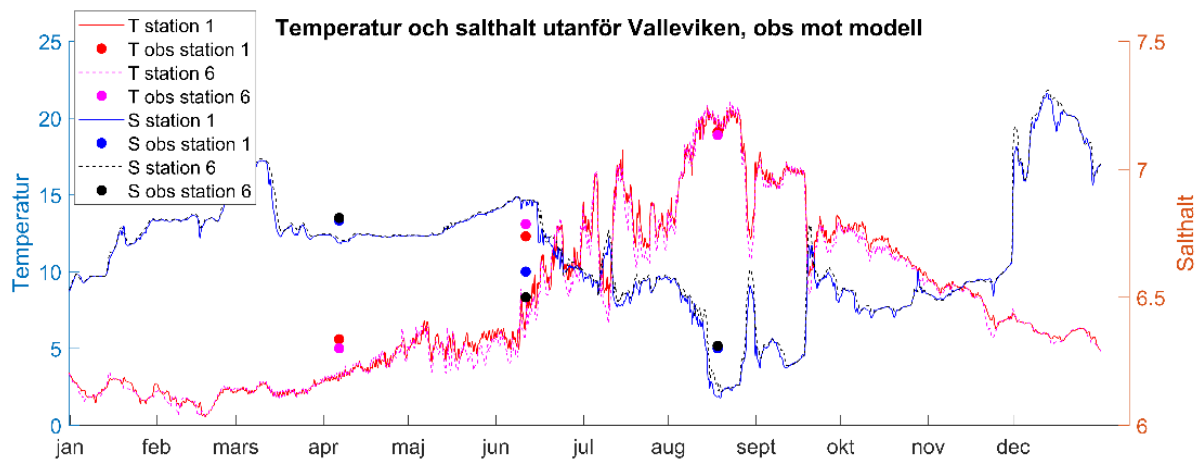


Figur 4-4 Karta som visar provtagningsstationerna som föreningen Rädda Valleviken genomför.

Figur 4-5 och Figur 4-6 visar jämförelse mellan modellresultat och mätningar för temperatur och salthalt vid fyra av provtagningsstationerna 1-6 (Figur 4-4). Modell-data är taget på 2 m djup och observations-data saknar djupangivelser. Generellt lyckas modellen relativt väl med att beskriva temperaturen och salthalten i Valleviken.



Figur 4-5 Jämförelse mellan modellerade (linje) och uppmätta (cirklar) värden av temperatur (rött och magenta) och salthalt (blå och svart) vid provtagningspunkterna 4 och 5 i de inre delarna av Valleviken. För positionerna för provpunkterna se Figur 4-4.



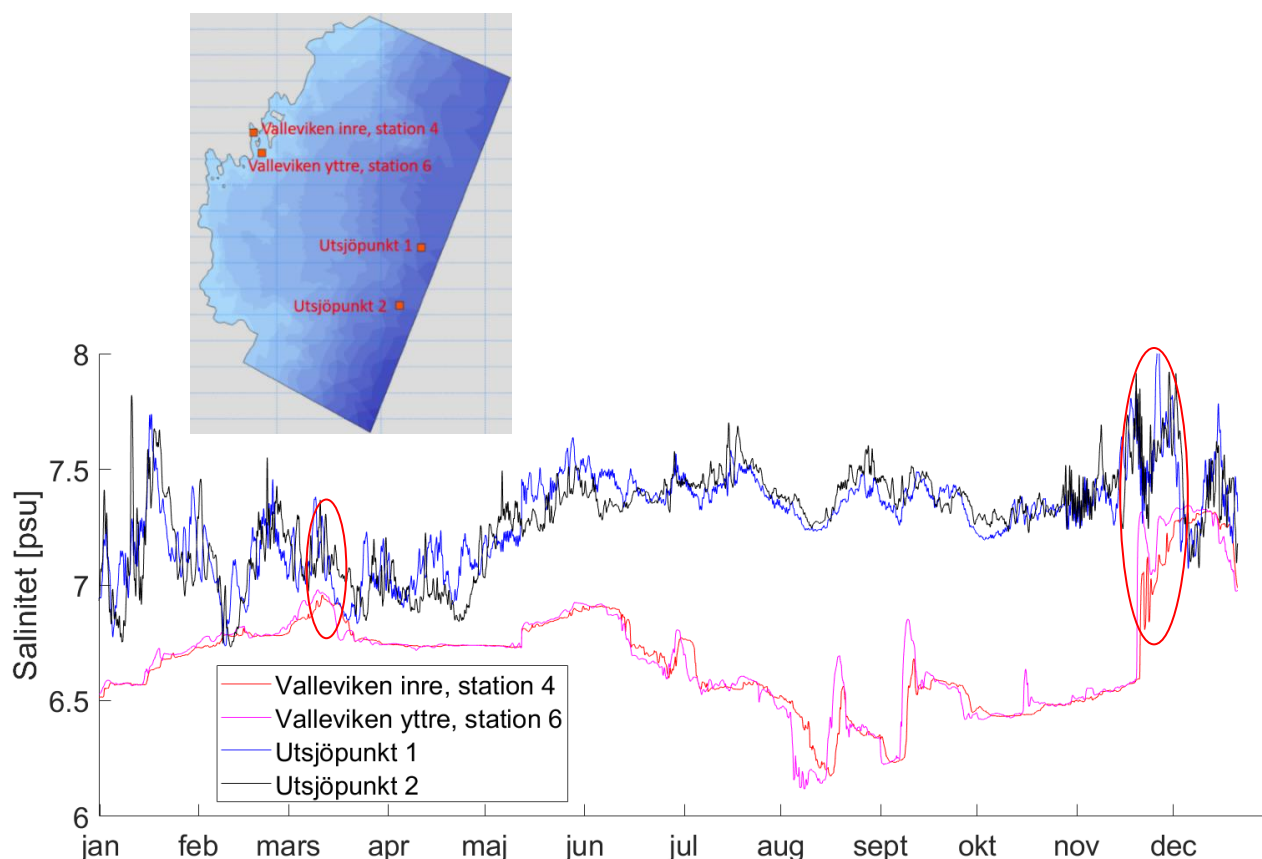
Figur 4-6 Jämförelse mellan modellerade (linje) och uppmätta (cirklar) värden av temperatur (rött och magenta) och salthalt (blå och svart) vid provtagningspunkterna 1 och 6 strax utanför Valleviken. För positionerna för provpunkterna se Figur 4-4.

4.3 Uppvällning av näringsrikt djupvatten till Valleviken

En möjlig förklaring till Vallevikens halter av närsalter skulle kunna vara att näringsrikt djupvatten från utsjön kommer in i viken. Vid uppvällning flödar djupvattnet in längs botten mot kusten och salthalten vid botten av viken blir densamma som djupt i utsjön.

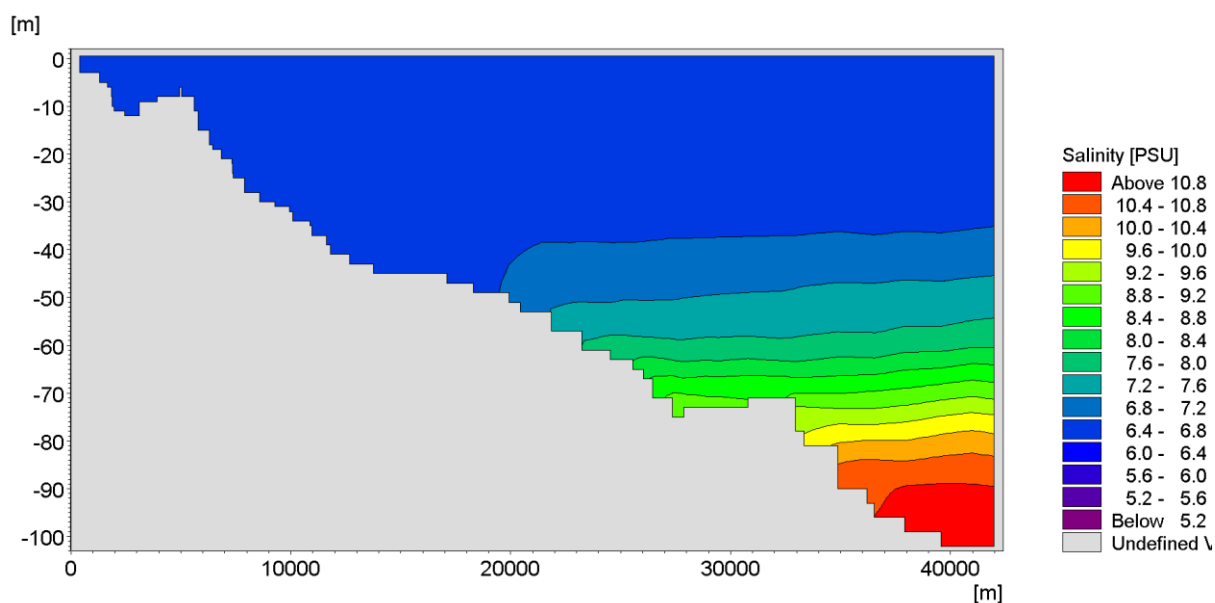
Genom att plotta tidsserier för den modellerade salthalten vid botten inne i Valleviken och salthalten på större djup i utsjön, kan man spåra när uppvällning händer, se Figur 4-7. När salthalten ökar inne i Valleviken, och blir till samma salthalt som djupvattnet har, kan man anta att uppvällning av djupvatten in till Valleviken skett. Under det modellerade året 2015 skedde uppvällning två gånger, i början av mars och i slutet av november, se Figur 4-7. Enbart att salthalten plötsligt ökar i viken, som man ser att den gör flera gånger under sommaren, är alltså inte ett tecken på att uppvällning av större mängder näringsrikt djupvatten skett. I dessa fall är de plötsliga höjningarna av salthalten (i augusti och september i Figur 4-7) snarare en återgång efter att sötare vatten har tryckts in i viken på grund av rådande vindriktning och sänkt salthalten tillfälligt, vilket sedan blandas ut så att salthalten höjs igen.

Modellresultaten visar alltså att uppvällning sker i Valleviken, men det sker inte under sommarsäsongen. De två uppvällningsevenen under 2015 skedde i början av mars och i slutet av november. Dessa tillfällen är långt utanför intresseperioden och påverkar därmed inte halterna av närsalter i viken under sommaren. Uppvällning är alltså inte orsaken till de höga närsalthalter som uppmättes inne i viken under 2015.

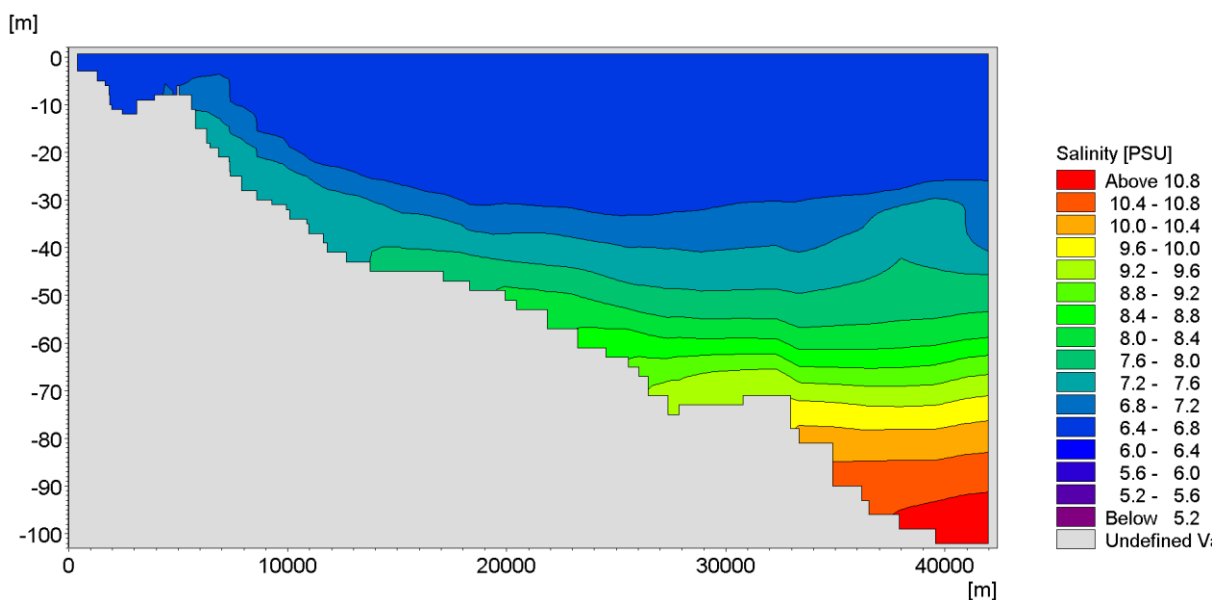


Figur 4-7 Tidsserier över den modellerade salthalten vid botten på två positioner vid Valleviken, station 4 inne i viken och station 6 precis utanför, och på 50 meters djup på två platser i utsjön, se karta i övre panelen. En ökning av salthalten inne i viken så att halten blir densamma som salthalten på djupet i utsjön är en indikation på att uppvällning skett. Under 2015 skedde detta i början av mars och i slutet av november, markerat med rött i figuren.

Ett annat sätt att visualisera uppvällningen är att titta på ett tvärsnitt av salthalten före och under uppvällningshändelsen och se hur salthalten ökar närmast kusten. Figur 4-8 visar salthalten längs ett tvärsnitt från Valleviken ut till modellens östra rand (se Figur 4-1 för position av tvärsnittet) precis före uppvällningshändelsen i slutet av november. Figur 4-9 motsvarande samma tvärsnitt men för tidpunkten då uppvällningen når sin topp. Utifrån figurerna går det att se från vilket djup vattnet som väller upp kommer ifrån och hur nära land det når. Under uppvällningshändelsen i november kommer vattnet från ca 50 m djup.



Figur 4-8 Tvärsnitt av salthalten från Valleviken till den östra modellranden precis innan uppvällningshändelsen. Datum: 2015-11-24 02:00. Se Figur 4-1 för position av tvärsnittet.

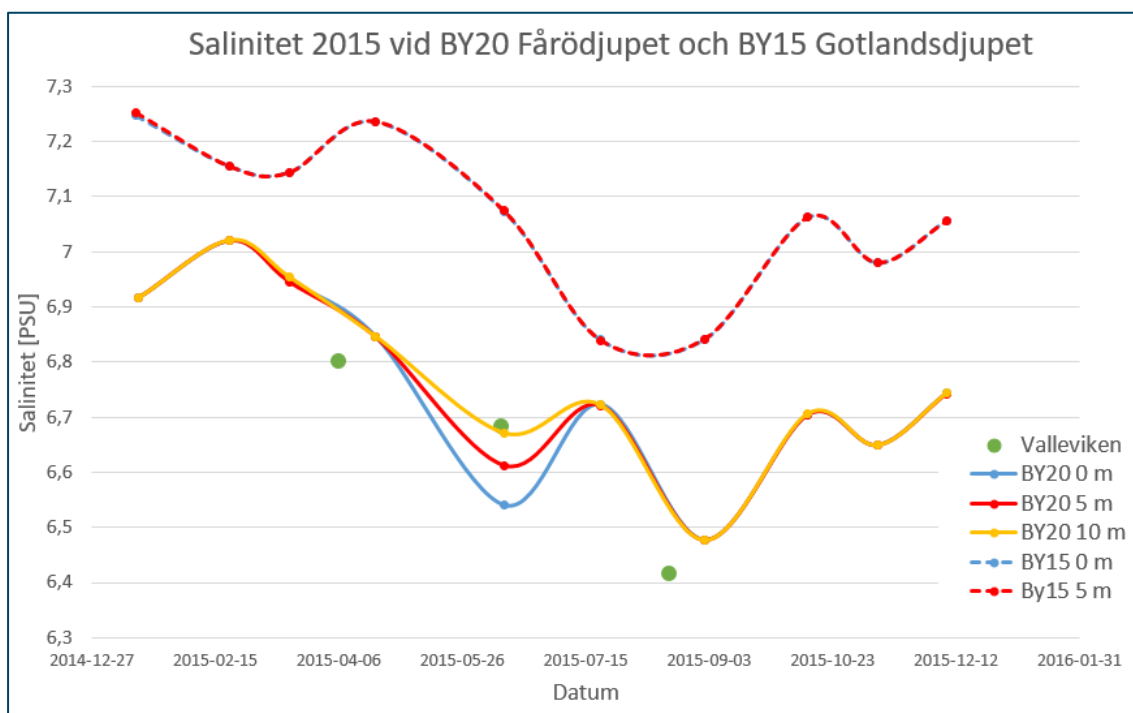


Figur 4-9 Tvärsnitt av salthalten från Valleviken till den östra modellranden vid maximala uppvällningen. Datum: 2015-11-30 12:00. Se Figur 4-1 för position av tvärsnittet.

4.4 Omsättningstiden i Valleviken

Valleviken ligger förhållandevis öppet mot det kustnära vattnet utanför Gotland. Öppningen skyls mot öster av halvön Furillen och av öarna Klasen och Fjaugen direkt i mynningen, men viken har i övrigt fritt utbyte med kustvattnet utanför. Omsättningstiden för vattnet, dvs. tiden för en volym motsvarande hela vattenmassan att bytas ut av vatten som strömmar in utifrån, har med modelldata för inflödande och utflödande vatten till området innanför Klasen och Fjaugen beräknats till ca 1.5 dygn för det modellerade året 2015. För sommarperioden är tiden något kortare, ned mot 1 dygn.

Eftersom analysen av djupvattenintrången visade att det inte skedde några uppvällningar till Valleviken under sommarperioden 2015 innebär det att de halter av närsalter som uppmäts i viken sannolikt har inte påverkats av Östersjöns djupvatten. Då utbytet är så pass snabbt kommer Valleviken ha mer eller mindre samma vatten som utanför viken, dvs utbytet är lokalt med omgivande kustvatten. Att en volym vatten motsvarande hela Vallevikens volym byts ut på ca 1 dygn betyder dock inte nödvändigtvis att varje vattenmolekyl i viken hunnit bytas ut på den tiden, delar av vattenmassan kan ta längre tid på sig, och sannolikt ligger det grunda vattnet längst in i viken kvar något längre.



Figur 5-2 Salthalt vid mätstationerna vid Gotlandsdjupet och Fårödjupet, och observationer i Valleviken, under 2015.

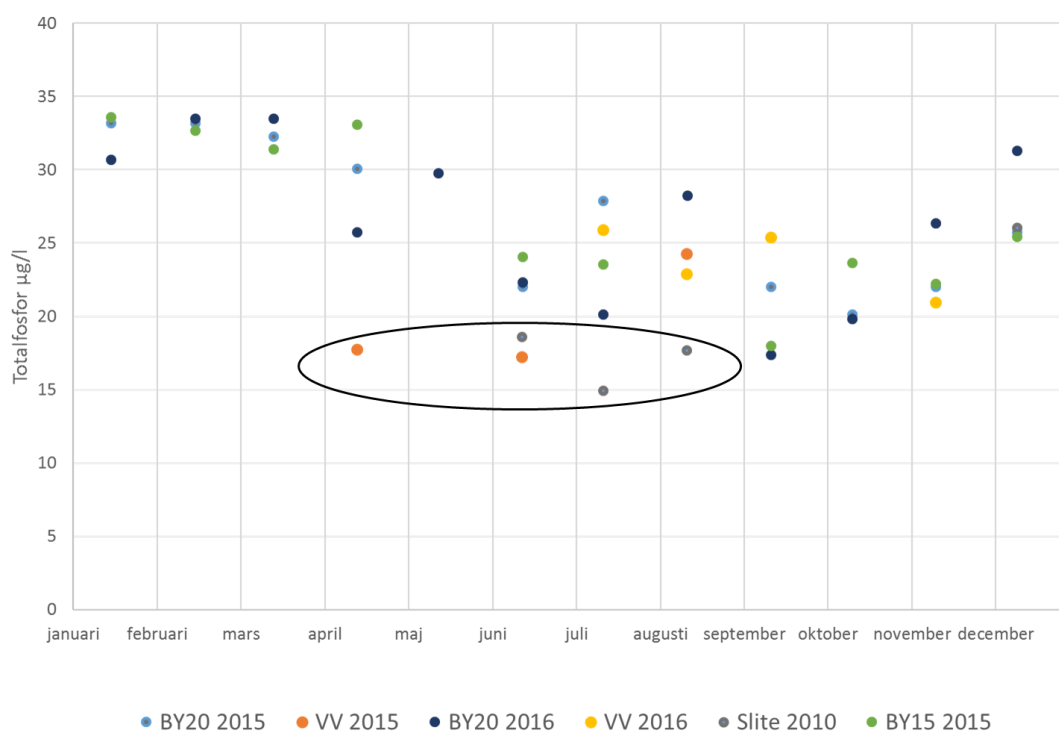
6 Analys av närsaltsdynamiken i Valleviken

6.1 Vattnets ursprung

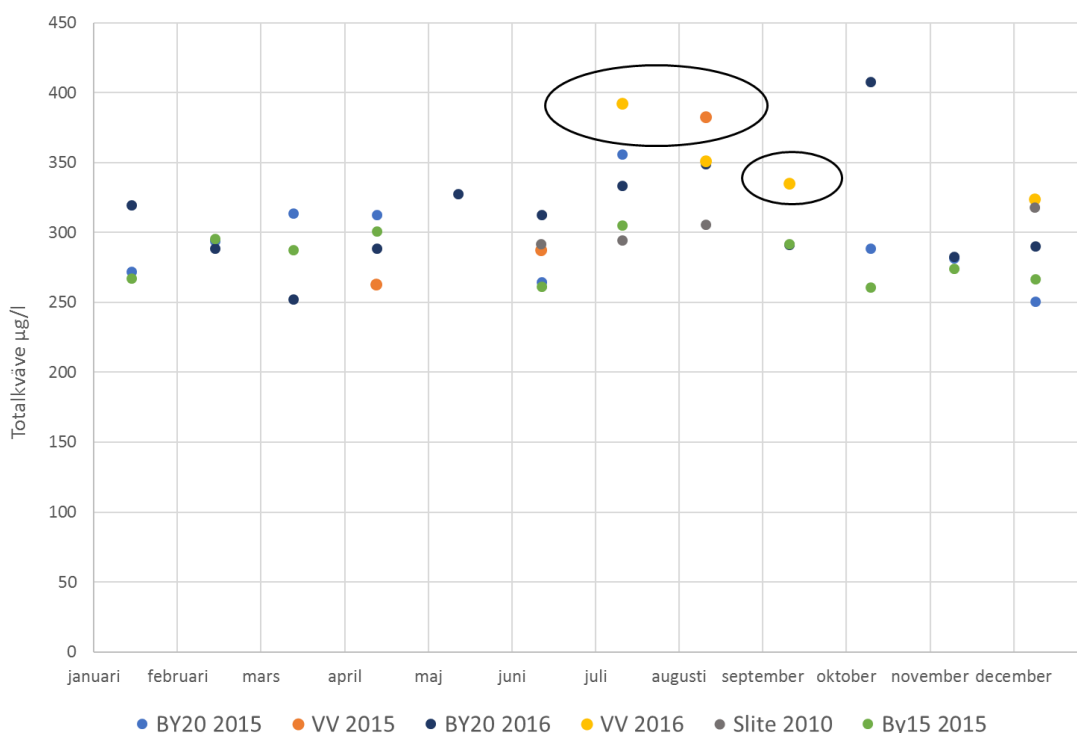
De höga halter av närsalter som uppmättes i Valleviken under sommaren 2015 kan inte förklaras av uppvällning av djupvatten, då denna skedde tidig vår och sen höst, dvs. inte under den produktiva delen av året då halterna av löst kväve och fosfor i Valleviken var höga.

För att söka ursprunget till närsaltshalterna i vattnet gjordes jämförelser av de observerade halterna för 2015 mot data från SMHIs mätstationer BY20 (Fårödjupet), där salthalten vid ytan korrelerar med mätningarna inne i viken. Närsaltshalterna visade inte samma goda korrelation som salthalten. Samma jämförelse gjordes med BY15 (Gotlandsdjupet) men det gav inte heller någon god korrelation för närsaltshalterna.

Vidare undersöktes korrelationen av närsalter i det kustnära vattnet mot mätningarna från Valleviken. De enda tillgängliga mätningarna i SMHIs databas från närområdet längs Gotlands kust fanns i Slite för år 2010. Det var dock endast 4 mätningar: 3 under sommaren och 1 i november. Totalfosforhalten korrelerade väl med halten från Slite, totalkvävehalterna var högre. Mätningarna är dock från olika år. För att se hur pass övergödd Valleviken är i relation till utsjön och Sliteviken plottades all mätdata i samma diagram, se Figur 6-1 för totalfosfor och Figur 6-2 för kväve.



Figur 6-1 Mätdata för totalfosfor i utsjön (SMHIs stationer BY20 och BY15), i Valleviken och i Slite.



Figur 6-2 Mätdata för totalkväve i utsjön (SMHIs stationer BY20 och BY15), i Valleviken och i Slite

Fosforhalterna i Valleviken är inte högre än vattnet runt Gotland. De värden som utmärker sig i början på året för 2015 är istället lägre än utsjön och stämmer väl med halterna i Slite från 2010, värdena är inringade i Figur 6-1.

Som visat tidigare genom modelleringen är den dominerande strömriktningen utanför Slite och Valleviken norrgående (Figur 4-2). Modellen visar under mars månad en förhållandevis långvarigt ihållande nordgående ström längs kusten (ej visad i bild), och mycket vatten söderifrån kommer in i Valleviken. Söder om Valleviken finns större tillrinning av vatten från land i form av Gothemsån och vattendrag som mynnar i viken vid Slite. För att undersöka ifall vatten från dessa vattendrag tar sig in i Valleviken gjordes en modellkörning där partiklar släpptes från vattendragens mynning. Då flera av dessa partiklar letade sig in i Valleviken kan vi konstatera att vatten från vattendragen söder om Valleviken tar sig in i viken. Då mätdata från Slite inte var från samma år som mätdata i Valleviken kan vi inte dra några slutsatser mer än att vatten från vattendragen söder om Valleviken kan transporteras in i viken och att Sliteviken och Valleviken står i direkt kontakt med varandra. Dock är flödet från Gothemsån för litet för att orka hålla ihop som en samlad vattenmassa, utan inblandning från omgivande vatten kommer ske direkt. Därmed innebär resultaten att vattnet kommer söderifrån och innehåller vatten från vattendragen, men vattnet i Valleviken har inte sitt ursprung i Gothemsån.

Orsaken till de låga totalfosforhalterna gentemot utsjön kan inte klarläggas i denna studie. En teori var att färskvatten generellt innehåller lägre halter fosfor, men detta stämmer dock inte för Gothemsån (se /6/). En annan möjlig förklaring är att primärproduktionen startar tidigare nära kusten och att fosfor därmed konsumerats. Detta stöds delvis av att även kvävehalterna i Valleviken och Slite är lägre än i utsjön i april om än inte lika utmärkande (Figur 6-2). I grunda vikar där botten är belyst ser man även ofta låga fosforhalter, detta beror på den bentiska primärproduktionen (mikroalger på botten). Tätheten av mikroalger på botten som förbrukar fosfor är högre i grunda vikar än i den fria vattenmassan, ofta 10–100 ggr högre (pers. kom Kristina Sundbäck prof. Emeritus. GU).

För kväve har man under sommaren, juni 2015 och juli 2016 noterbart högre halter av totalkväve i viken än i omgivande vatten (Figur 6-2). Detta gäller även för september 2015. Eftersom det samma inte gäller för fosfor finns det två troliga anledningar, det ena är att man har kvävefixerande blågröna alger i viken vid dessa mätningar. Blågröna alger tar sitt kväve från atmosfären och kan därmed utnyttja fosforhalterna i vattnet samt tillföra kväve till vattnet. Den andra möjliga orsaken är att kväve tillförs vattenmassan från sedimenten. Om sedimentet är syresatt, t ex genom bentisk primärproduktion binds fosfor kemiskt till sedimenten, men detta gäller inte för kväve.

Det som inte framgår av halten totalkväve är mängderna makroalger (på Gotland kallat Släke). Dessa finns i stor mängd runt Gotlands kust och kan därmed driva in i viken och bli kvar, sedimentera och börja brytas ned. Kvävet från dessa kan därmed återföras till systemet och eftersom de sedimenterat sker detta näringsläckage kontinuerligt och även fast att vattenomsättningen i viken är förhållandevis snabb kommer halterna hinna stiga. Vid provtagningen 2015 mättes även halten löst kväve i vattnet och den visade att halten löst kväve (nitrit, nitrat och ammonium) var låg medan halten totalkväve ökade under sommaren. Det indikerar att de högre kvävehalterna består av partikulärt kväve. Troligtvis alger, då tillflödet från land till Valleviken är väldigt liten. Man har alltså en ökad produktion i slutet av sommaren som troligtvis består av cyanobakterier eller alger som tar upp återcirkulerande kväve i viken. Det kan givetvis också vara en kombination av de båda.

Ett mått på hur Valleviken mår i relation till andra vatten är att titta på den ekologiska statusen för parametern näringsämnen för totalkväve. Valleviken tillhör vattenförekomsten "Östra Gotlands norra kustvatten" och länsstyrelsen har klassificerat statusen på denna som Måttlig avseende totalkväve under jun-aug, detta utifrån mätningarna i Slite 2010.

Ekologisk status bygger på ett system där man systematiskt klassificerar vatten enligt vattendirektivet (HVMFS 2013:19). Den statusklass som ligger över Måttlig (dvs vid bättre förhållanden) är God status och den som ligger under Måttlig är Otillfredsställande. Den sämsta klassificeringen är Dålig status. Genom att beräkna statusen på samma sätt för stationerna i Valleviken kan man få ett mått på hur viken mår. Enligt VISS (viss.lansstyrelsen.se) är vattenförekomsten ett kustvatten av typ 10 (HVMFS 2013:19).

Statusen stationsvis i Valleviken är under sommaren 2015 (mätningar i juni och augusti) till största delen God eller Måttlig, i juni är statusen God vid de yttre stationerna men Måttlig vid de inre. I augusti sjunker statusen till Otillfredsställande längst in i viken men vid de yttre stationerna 1 och 2 (för placering se Figur 4-4) är statusen fortfarande måttlig. För sommaren 2016 (mätningar i juli och augusti) har man har i juli Måttlig status vid station 1 och Otillfredsställande status inne i viken men här blir det bättre i augusti då man har Måttlig status i princip hela viken förutom allra längst in vid station 5.

Det verkar med detta som att Valleviken inte systematiskt avviker från det övriga kustvattnet vid Gotlands kust mer än möjligtvis allra längst in i viken. Detta beror nog i huvudsak på nedbrytning av alger lokalt. Dock är det viktigt att påpeka att mätningarna från Slite inte är tagna så landnära som mätningarna längst in i Valleviken. En genomförd studie på fler referensvikar har genomförts /8/ och av de provtagna vikarna på Gotland är det flera som har stora problem med markant högre halter och sämre status än Valleviken, detta gäller Vägumeviken, Nisseviken och Burgsviken.

6.2 Närsaltsbudget

Utifrån tillgängliga data har årsbudgetar för fosfor och kväve (Figur 6-3 och Figur 6-4) tagits fram för Valleviken. Då området utanför Valleviken saknar regelbundna mätningar nära kusten har vi valt att definiera Valleviken som området innanför öarna Klasen och Fjaugen, dvs där man uppmätt de högsta halterna av totalkväve och totalfosfor. Därmed kunde mätningarna utanför anses representera kustvattnet utanför viken. Provet som togs i november 2016 har fått representera halten under vintern. Värden för tillförseln från land samt återcirkulerande vass och släke kommer från Ekologigruppens rapport Rädda Valleviken (se /1/). Enligt rapporten har man under sommaren 2014 samlat upp motsvarande ca 20 ton släke längs stränderna. En beräkning av näringsinnehållet (baserade på siffror angivna i samma rapport) motsvarar detta ca 35 kg fosfor och 450 kg kväve som förts bort ur systemet. Man anger dock i rapporten att denna siffra är osäker. Enligt Ekologigruppens rapport är bidraget från land mycket litet.

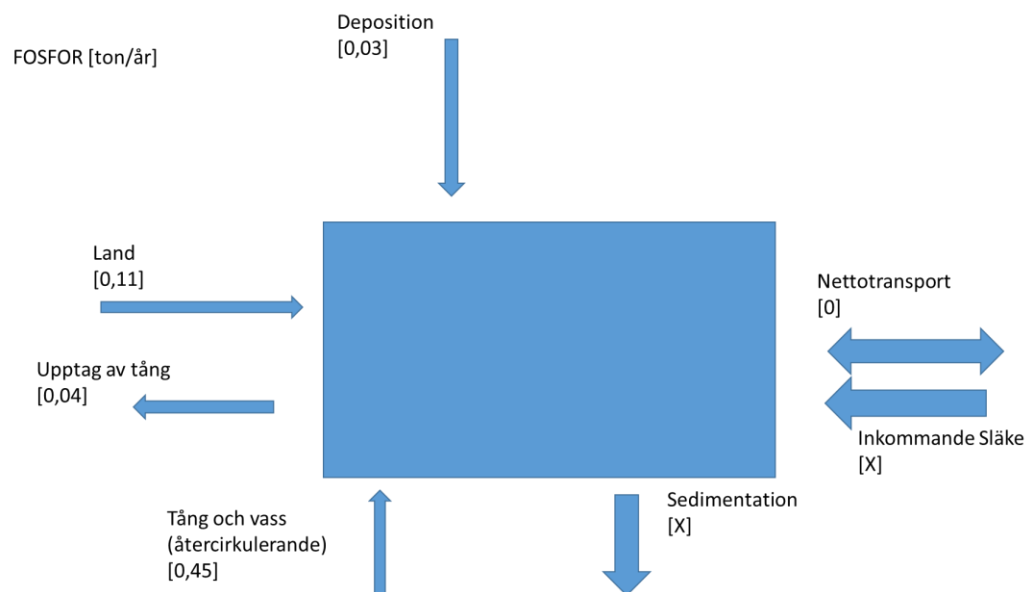
Nettotransporten är uträknade från modelldata på inflödande och utflödande vatten i området innanför Klasen och Fjaugen. För fosfor är systemet förhållandevis i balans. Men det sker en liten nettotransport av kväve ut ur Valleviken.

Depositionen kommer från vattenweb (se/2/) för Bogeviden och omräknade till Vallevikens yta. Eftersom det saknas värden på halter i sedimenten är denna faktor osäker att beräkna. Men en överslagsberäkning av fosforbudgeten ger en sedimentation i storleksordningen 0,3 ton.

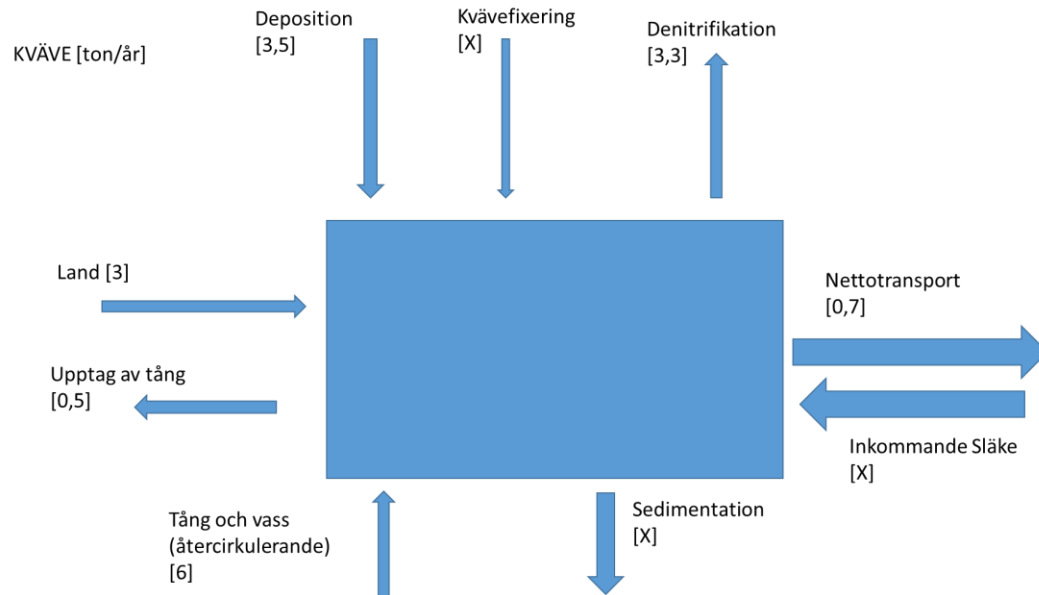
För kväve är budgeten bättre balanserad, en överslagsräkning av de kända källorna ger en sedimentation i storleksordningen 4 ton. Dock finns ingen kvävefixering med i budgeten vilket är ytterligare en källa till kväve.

Det som även saknas i budgeten är mängden makroalger som följer med vattnet in i Valleviken. Makroalger är för stora för att mätas med totalhalterna och ingen annan övervakning av alger sker. De följer inte heller nödvändigtvis med vattenflödet in och ut ur viken utan kan mycket väl bli kvar. Det kan alltså ske större inflöden av alger som sedan bryts ned i Valleviken utan att det fångas upp i provtagningen. Det är på Västkusten visat att makroalger som flyter runt och inte fångas upp av övervakning (de är för stora för att ingå i totalhalterna) är en betydande källa för näring till små vikar (projektet Life Alga som drevs av Länsstyrelsen Västra Götaland).

Budgeten för kväve och fosfor visar att de former av kväve och fosfor som fångas upp i mätningar av totalhalter inne i Valleviken är i balans med halterna utanför Valleviken. Vattenmyndigheten södra Östersjön har gett ut en rapport med budgetar för vikar (referens ej tillgänglig efter Länsstyrelsens uppdatering av hemsidan) och de övergödda vikarna i rapporten har en export av näringsämnen ut från viken vilket inte Valleviken har.



Figur 6-3 Närsaltsbudget för fosfor i inre Valleviken (innanför öarna Klasen och Fjaugen)



Figur 6-4 Närsaltsbudget för kväve i inre Valleviken (innanför öarna Klasen och Fjaugen).

6.2.1 Bidrag från sedimentet

Återcirkulerande kväve och fosfor från sedimenten är en parameter som är mycket svår att beräkna. För Valleviken finns inte några mätvärden på kväve eller fosforhalten i sedimenten. Det finns inte heller något som tyder på att det är syrgasbrist vid botten. Vattnet i viken byts regelbundet ut med nytt ytvatten. För Valleviken finns bidraget från sedimentet delvis med genom återcirkulerande släke och vass. Denna är dock skattad på mängd tång på stränderna och inte hur mycket som kan ligga kvar i vattnet i viken, den är därmed troligen mycket underskattad. Det finns heller ingen ackumulerad effekt i denna siffra dvs att näringsämnen från alger som brutits ned året innan blir kvar i sedimenten och ger näring till nya alger.

Internbelastning förekommer i instängda bassänger eller tröskelvikar längs kusterna, men kräver en hög belastning från land under lång tid tillbaka samt att vattnet blir syrefritt för att fosfor skall börja läcka från sedimentet, Valleviken uppfyller inget av dessa kriterier och internbelastning är därmed inte orsak till problemet. Men samma sedimentprocesser, dvs de som innebär att sedimenten kan hålla fosfor men inte kväve (i samma utsträckning) från t ex nedbrutna makroalger är en tänkbar anledning till att det ser ut som det gör med kvävehalterna.

6.2.2 Alger och tång i grunda vikar på Gotland

Det är svårt att komma till rätta med övergödningssproblemet i Valleviken då det till stor del beror på övergödningen i Östersjön. Många av våra kustnära områden är idag påverkade av den ökande övergödningen från kväve och fosfor. Detta har lett till en ökad produktion av makroalger, framförallt fintrådiga alger. De växer fort och konkurrerar ut de mer långsamt växande makroalgerna som blåstång och sågtång. Makroalger är generellt sett fastsittande arter synliga för blotta ögat. Eftersom alger saknar rotsystem behöver de ett fast underlag, t ex sten eller musselskal att fästa vid. Traditionellt delas alger in efter den färg de har, i röd-, brun- och grönalger. De förekommer i flera former, en del har stam och blad medan andra är mer eller mindre fintrådiga eller bladformiga. Livslängden hos arterna varierar, men det är framförallt de ettåriga fintrådiga makroalgerna som lossnar från bottenarna under sensommar och tidig höst och spolas in mot stränderna där de bildar tjocka mattor. Längs Gotlands kuster är rödalger vanligast. När de fintrådiga ettåriga algerna dör och ruttnar blir vattnet grumligt och sikten för fisk och bottenlevande djur försämras. När algerna ligger kvar och bryts ned på botten får man en ackumulation av organiskt material med mycket näringsämnen vid bottenarna som nästa års alger kan utnyttja. Om detta pågår i flera år leder det till en ond spiral med mer och mer alger.

För att åstadkomma en bättre vattenkvalitet lokalt och minska belastningen av sedimentterande alger på bottenarna vilket bidrar till övergödningen kan man fortsätta med insamling och bortförsel av släke. DHI har på uppdrag av Havs och vattenmyndigheten utfört en litteraturstudie för att sammanställa effekterna av att skörda släke (se /3/).

Enligt studien finns det på Gotland resultat som visar på att man får lägre halt organiskt material i sedimenten i skyddade vikar där alger tagits bort jämfört med vikar där alger ej tagits bort (se /5/). Flera utförare har även uppgett att de upplever att mängden släke minskar, materialet som kommer in till stränderna är färskare och mer sammanhängande samt att andelen ålgräs och blåstång ökar (se /4/). Studien visar också att det är en kostnadseffektiv åtgärd. Länsstyrelsen på Gotland har i flera år beviljat LOVA-medel för att skörda släke där motprestationen består i att sökanden lägger in ideella arbetstimmar som motfinansiering. I en delrapport från projektet (se /4/) har kostnaden för åtgärden beräknats, denna uppgår för Valleviken till 113 kr per kg bortförd kväve och 1496 kr per kg bortförd fosfor.

Även vasskörd kan vara en möjlig lokal åtgärd för att minska övergödningen i Valleviken.

7

Referenser

- /1/ Ekologigruppen, 2014, Rädda Valleviken, Beskrivning av Vallevikens miljöproblem och förslag till åtgärder
- /2/ <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>
- /3/ DHI, 2016, *Rensa stränder på alger och tång – en åtgärd för att ta upp kväve och fosfor ur havet*
- /4/ Länsstyrelsen Gotlands län, 2016, *Delrapport inom projektet "Vatten på Gotland – algskörd på Gotland"*. Dnr 530-3410-14
- /5/ Jem Analytics, 2016, *Effekt av bortforsling av alger på turbiditet och organisk halt i grunda gotländska vikar*
- /6/ Länsstyrelsen Gotlands län, 2017, Rapport nr: 2017:15, *Vattenkemiska tillstånd och trender i vattendrag på Gotland 2010-2015*.
- /7/ Leppäranta, M. och Myrberg, K., 2009, *Physical Oceanography of the Baltic Sea*, Springer, Praxis Publishing
- /8/ Länsstyrelsen Gotlands län, 2017, Rapport nr 2017:13,, *Miljöstatus i grunda havsvikar runt Gotland*

Vi tar Gotland längre

- i dialog och med helhetssyn

Länsstyrelsen ska se till att regeringens och riksdagens beslut, som påverkar länet, får så bra effekt som möjligt. Länsstyrelsen är den mest mångsidiga av Sveriges myndigheter. Våra ansvarsområden och vår kompetens spänner över hela samhällsområdet.

Vi arbetar med:

- att ge råd och information
- att bedriva tillsyn och kontrollera att olika verksamheter följer lagar och riktlinjer
- att ge tillstånd, pröva överklaganden av kommunala beslut och sammanställa information
- att samordna länets krafter genom att ta initiativ till olika möten och aktiviteter
- att ge bidrag till verksamheter av olika slag.

Läs mer på www.lansstyrelsen.se/gotland

Länsstyrelsen i Gotlands län

Besöksadress: Visborgsallén 4, 621 85 VISBY

Telefon: 010-223 90 00, e-post: gotland@lansstyrelsen.se