

2003-06-04

Dnr LST 502-1361802

Dnr NV 721-2732-02 Mn

Dnr SMHI 2003/108/204



LÄNSSTYRELSEN
ÖSTERGÖTLAND

Erik Årnfelt Länsstyrelsen Östergötland



Håkan Olsson, SMHI Mnv

**Slutredovisning för
Kustzonsmodellen som verktyg i regional
miljöövervakning enligt vattendirektivet -
regional anpassning**

Innehållsförteckning

INLEDNING	3
BERÄKNADE KOSTNADER FÖR OLIKA TILLÄMPNINGAR AV KUSTZONSSYSTEMET	4
IMPLEMENTERING AV MODELLEN	4
UPPDATERING AV INDATA OCH MODELLBERÄKNING	4
ANALYS, UTVÄRDERING OCH RESULTATREDOVISNING	4
FÖRBÄTTRING OCH FÖRVALTNING	4
BERÄKNA EFFEKTER AV ETT SCENARIO	5
SPECIELLT OM ANVÄNDNING VID ARBETE ENLIGT VATTENDIREKTIVET	6
VATTENDIREKTIVETS ARTIKEL 5	6
KARAKTERISERING AV TYP AV YTVATTENFÖREKOMSTER	6
FASTSTÄLLANDE AV REFERENSFÖRHÅLLANDEN FÖR YTVATTENFÖREKOMSTER	6
FASTSTÄLLANDE AV PÅVERKAN	6
BEDÖMNING AV MILJÖKONSEKVENSER	7
KUSTZONSMODELLENS MÖJLIGHETER ATT BERÄKNA KLOROFYLLHALT	10
UTFORMNING AV ÅTGÄRDSPROGRAM	11
ANPASSNINGAR AV KUSTZONSSYSTEMET TILL SCENARIOKÖRNINGAR PÅ REGIONAL SKALA	11

BILAGA 1 KUSTZONSSYSTEMET I REGIONAL MILJÖANALYS

Inledning

På uppdrag av Naturvårdsverket (NV Dnr 721-2732-02Mm) har Länsstyrelsen Östergötland i samarbete med SMHI gjort en utredning för att beskriva hur SMHI:s modellsystem för beräkning av eutrofieringstillstånd i kustvatten kan användas inom regional miljöövervakning och miljöanalys. I uppdraget ingick att analysera hur systemet kan användas i miljöarbetet enligt vattendirektivets krav och vid uppföljning av miljömål. Resultat från detta projektarbete redovisades den 26 november 2002 i Stockholm vid ett seminarium som arrangerades av Länsstyrelsen i Stockholm och av Naturvårdsverket. Arrangörerna erhöll en Cd-skiva med projektets presentation i PowerPoint.

Inom projektarbetet producerades också en rapport som i dag föreligger som manuskript och som avses att publiceras i SMHI:s publikationsserie "Oceanografi".

Rapporten/manuskriptet, bilaga 1 i denna slutredovisning, innehåller resultat som presenterades vid seminariet i Stockholm och dessutom innehåller den mer om kustzonssystemets användningsområden, ambitionsnivåer, uppbyggnad och ett förslag till framtida tillämpning av kustzonssystemet.

Den här slutredovisningen innehåller, som komplement till bilaga 1, en uppskattning av kostnader för olika tillämpningar av kustzonssystemet.

Den innehåller också, jämfört med bilaga 1, en något mer detaljerad beskrivning av vattendirektivets behov av information.

Beräknade kostnader för olika tillämpningar av kustzonssystemet

Implementering av modellen

Den totala kostnaden för uppsättning av ett område som omfattar 30 bassänger har uppskattats till 500 000 kr. Härav behövs 50 000 kr för den arbetsinsats som en regionala myndigheten behöver lägga ner på framtagning av underlag om området och om utsläpp och mätningar som genomförs i området. Beräknad kostnadsfördelning redovisas i Tabell 1. I totalkostnaden ingår en enkel redovisning av hur modellområdet ser ut, vilka indata som har använts och vilka resultat som har erhållits.

Tabell 1. Beräknade arbetskostnader för uppsättning av kustzonssystemet i ett område.

Typ av arbete	Beräknad kostnad	Utförare
Regionala indata	50 000 kr	Regional myndighet
Program, indata, kalibrering, utdata	250 000 kr	Oceanograf
Tillrinning från landområden	100 000 kr	Hydrolog och limnolog
Geografisk bearbetning	50 000 kr	GIS- expert
Resultatredovisning	50 000 kr	
<i>Total kostnad</i>	<i>500 000 kr</i>	<i>Se ovan</i>

Uppdatering av indata och modellberäkning

Uppdatering av modellsystemet med indata för ytterligare ett år och framkörning av nya resultat beräknas i dagsläget kosta ca 50 000 kr. Uppdateringen kan dock ske på olika sätt och vid olika tidpunkter beroende på användningen av de nya resultaten. Om det vid miljömålsuppföljningen finns behov av att redan i början av året få fram nya preliminära uppgifter om föregående års miljötillstånd så kan detta beräknas med preliminära indata om t.ex. vattenföring och utsläpp. En slutgiltig uppdatering kan då antingen göras senare under året eller i samband med den preliminära uppdateringen av nästföljande år.

Analys, utvärdering och resultatredovisning

Kostnaden för dessa arbetsmoment beror till stor del på typ av utvärdering och på utformningen av resultatredovisningen. En rapport som innehåller en karta över området, resultat i ett begränsat antal grafer samt expertkommentarer beräknas kosta i storleksordningen 50 000 kr.

Förbättring och förvaltning

Förbättring och förvaltning av modellen underlättas och blir mest rationellt utfört om modellen uppdateras årligen. Om ingen uppdatering sker kan det vara motiverat med en årlig förvaltningsavgift för finansiering av versionshantering och lagring av indata.

Beräkna effekter av ett scenario

Kostnader för att göra scenarier kan variera mycket beroende på vilka frågor som man vill ha svar på och hur resultaten skall redovisas. Man kan dock räkna med ungefär samma kostnader som för en uppdatering av kustzonsmodellen förutsatt att man först har byggt upp ett rationellt system för beräkning av scenarier i avrinningsområdena. Uppsättning av ett scenarioverktyg för kväveflöden för ett avrinningsområde på ca 10000 km² kan kosta mellan 100 000 kr och 500 000 kr beroende på ambitionsnivå och geografisk upplösning. Det är dock till största delen en engångskostnad som sedan gör att körningarna av scenarier blir rationella och kostnaderna kan hållas nere.

Körning av fosforscenarier kan innebära högre totalkostnader än för kväve eftersom fosformodeller inte är lika utvecklade som kvävemodeller. Fosforscenarier kan kanske inte heller svara på samma frågor som kvävescenarier.

Ett scenario omfattar arbetsmomenten referenskörning och scenariokörning och varje körning omfattar fyra moment:

1. Beräkning av tillförsel
2. Inläsning av tillförseldata i kustzonsmodellen
3. Beräkning med kustzonsmodellen
4. Resultatsammanställning för analys och rapport.

Utvärdering görs genom att resultaten från de båda körningarna jämförs, analyseras och rapporteras.

Om flertalet scenarier körs samordnat och redovisas i samma rapport så blir kostnaden per scenario lägre än vid enstaka körning.

Speciellt om användning vid arbete enligt vattendirektivet

Den 22 december 2000 antogs EG:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG), det s.k. Vattendirektivet. Genomförandet av vattendirektivet kommer att bli omfattande med delvis nya arbetssätt och geografiska indelningar än tidigare. Arbetet med vattendirektivet kommer att drivas i ett antal steg. Kustzonssystemet kan bli aktuellt vid ett flertal av dessa arbetssteg.

Vattendirektivets Artikel 5

Varje medlemsstat skall se till att det för varje avrinningsdistrikt eller för den del av ett avrinningsdistrikt som ligger på dess territorium, utförs:

- en analys av vattenförekomsternas karakteristika
- en översyn av konsekvenserna av mänsklig verksamhet för ytvattnets och grundvattnets status
- en ekonomisk analys av vattenanvändningen.

Kraven i artikel 5 skall vara uppfyllda senast 4 år efter det att direktivet har trätt i kraft d.v.s. senast 22 december 2004. Kustzonssystemet kan framför allt bli ett verktyg vid karakterisering av kustvatten samt vid översyn av mänsklig påverkan på kustvatten enligt direktivets definitioner och riktlinjer.

Karakterisering av typ av ytvattenförekomster

Medlemsstaterna skall fastställa ytvattenförekomsternas lokalisering och gränser och genomföra en första karakterisering av alla sådana förekomster i enlighet med bestämmelserna i bilaga II i direktivet. De enskilda vattenförekomsterna får sammanföras i grupper (typer). Det finns ett förslag på karakterisering (typindelning) av kustvatten i Sverige (Håkansson & Hansson 2003). Den geografiska avgränsningen av typområden överensstämmer i det förslaget i stort med gränserna i existerande havsområdesregister (SMHI, SVAR). Detta underlättar för användningen av kustzonssystemet vid fortsatt karaktärisering enligt vattendirektivet. Vissa modifieringar i havsområdesregistret kan dock behöva göras.

Fastställande av referensförhållanden för ytvattenförekomster

För varje grupp eller typ av vattenförekomst skall typspecifika hydromorfologiska och fysikalisk-kemiska förhållanden fastställas. Kustzonssystemet kan användas som ett stöd vid framtagandet av referensförhållanden med hjälp av scenarier där belastningsdata justeras för att motsvara mer opåverkade förhållanden.

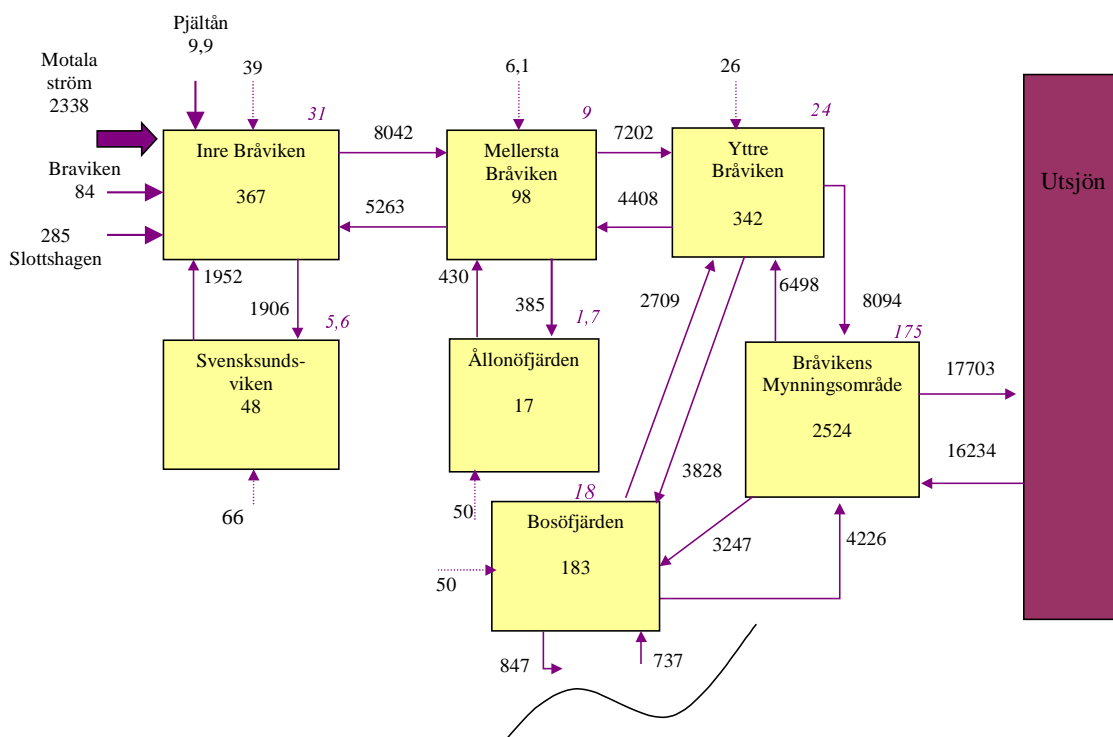
Fastställande av påverkan

Medlemsstaterna skall samla in och bevara information om typ och omfattning av den betydande antropogena påverkan som ytvattenförekomsterna i varje avrinningsdistrikt kan komma att utsättas för. I vattendirektivets bilaga VIII, som redovisar förorenande ämnen som skall uppmärksammas, nämns bl. a. ämnen som bidrar till eutrofiering (i synnerhet nitrat och fosfat).

Påverkan på en kustvattenbassäng består av tillrinningen från land och nedfall från atmosfären, men till mycket stor del även av påverkan från utanför liggande havsområden. Kustzonssystemet kan, genom möjligheterna att modellera transporter mellan bassänger, ge en bild av påverkan inte bara från land och atmosfärisk deposition utan

även från andra kust- och havsområden. Ett exempel på denna typ av resultat från kustzonsmodellering i Östergötland redovisas i Figur 1. Där visas genomsnittliga flöden av totalkväve i Bråvikenområdet.

Exemplet är hämtat från den första uppsättningen av kustzonsmodellen i Östergötland (Sahlberg & Olsson 2001) och där beräknades också utbytestider och medelvärden av flöden av vatten och näringsämnen till och mellan bassänger. Även retention (avskiljning) av näringsämnen i varje bassäng beräknades och genomsnittliga resultat för en längre tidsperiod redovisades. (Retention = tillförsel – uttransport = sedimentation + denitrifikation + mängdförändring i bassängen + nettofel). Den typen av information ger en uppfattning om hur känsligt ett kustvattenområde är för förändringar i utsjön eller i innehållet i tillförseln från landområden eller från atmosfären.



Figur 1. Figuren visar årsmedelvärdet av totalkvävetransporten (ton/år) från land till bassängerna och mellan bassängerna (långtidsmedelvärden för perioden 1985-1998). De streckade pilarna beskriver den diffusa transporten från land. De kursivt färgade siffrorna i bassängernas överkant är kvävedepositionen från atmosfären i ton/år. Siffrorna i bassängerna visar totalkväveinnehållet i ton. Figuren är beskuren och visar endast Bråviken med ingående delbassänger samt Bosöfjärden. Kustzonsmodellen finns uppsatt för hela Östergötlands kustområde.

Bedömning av miljökonsekvenser

Medlemsstaterna skall genomföra en bedömning av hur känsliga ytvattenförekomsternas status är för den påverkan som har fastställts. Man skall även genomföra en bedömning av sannolikheten att kustvattenområdet inte kommer att uppfylla de miljö kvalitetsmål som ställs upp för kustvatten enligt artikel 4 i direktivet.

Vattendirektivets miljömål föreskriver att kustvatten minst skall uppnå god ekologisk status år 2015 jämfört med de referensförhållanden som kommer att fastställas för varje typ av kustvatten. Klassificeringen av ekologisk status baseras på biologiska, hydromorfologiska och fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer. De kvalitetsfaktorer som skall bedömas är:

Biologiska kvalitetsfaktorer

- Sammansättning, förekomst och biomassa hos fytoplankton
- Sammansättning och förekomst av andra vattenväxter
- Sammansättning och förekomst av bentiska evertebrater

För fytoplankton beskrivs ekologisk status enligt Tabell 2

Tabell 2 Definition av hög, god och måttlig ekologisk status för fytoplankton i kustvatten.

Hög status	Artsammansättning och förekomst av fytoplankton överensstämmer med opåverkade förhållanden. Den genomsnittliga biomassan av fytoplankton stämmer överens med typspecifika fysikalisk-kemiska förhållanden och förändrar inte väsentligt de typspecifika siktdjupsförhållandena. Planktonblomning inträffar med en frekvens och intensitet som stämmer överens med de typspecifika fysikaliskkemiska förhållandena.
God status	Det finns vissa tecken på störningar i artsammansättningen och förekomsten av fytoplankton. Biomassan uppvisar lätta förändringar jämfört med typspecifika förhållanden. Sådana förändringar tyder inte på någon accelererande tillväxt av alger som orsakar oönskade störningar av vattenförekomstens organismbalans eller av vattnets kvalitet. En lätt ökning av frekvensen för och intensiteten av den typspecifika planktonblomningen kan förekomma. Sammansättningen och förekomsten av planktonarter uppvisar tecken på måttlig störning.
Måttlig status	Biomassan av alger ligger väsentligt utanför det intervall som råder vid typspecifika förhållanden och är sådan att den kan påverka andra biologiska kvalitetsfaktorer. En måttlig ökning av frekvensen för och intensiteten av planktonblomning kan förekomma. Ihållande blomningar kan inträffa under sommarmånaderna.

Som stöd för den biologiska bedömningen skall följande hydromorfologiska, kemiska och fysikalisk-kemiska faktorer användas.

Morfologiska förhållanden

- djupvariation
- kustbäddens struktur och substrat
- tidvattenzonens struktur
- Tidvattenmönster
- de dominerande strömmarnas riktning
- vågexponering

Kemiska och fysikalisk-kemiska faktorer

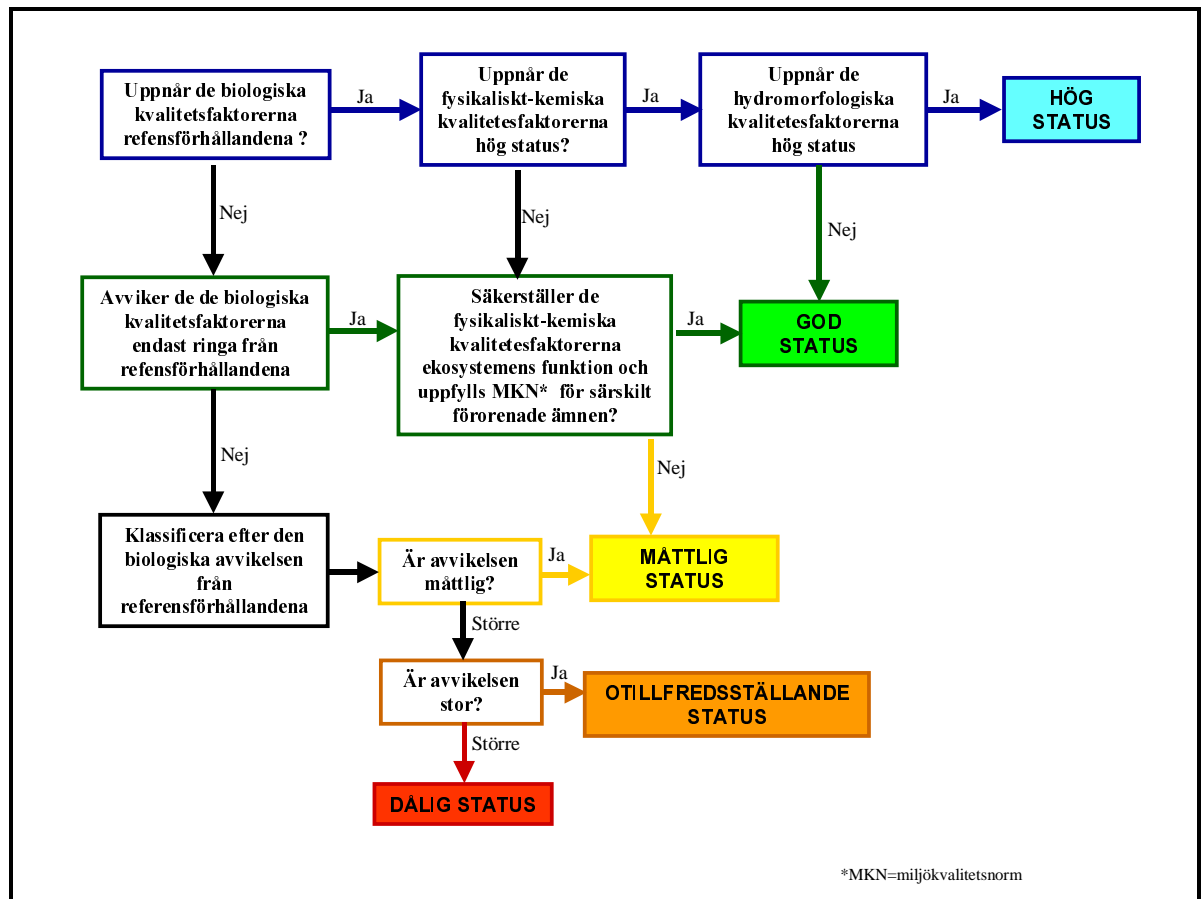
Allmänt

- Siktdjup
- Vattentemperatur
- Syreförhållanden
- Salthalt
- Näringsförhållanden

Särskilda förorenande ämnen

- Förorening från alla prioriterade ämnen för vilka det har visats att de släpps ut i vattenförekomsten.
- Förorening från andra ämnen för vilka det har visats att de släpps ut i betydande mängder i vattenförekomsten.

Kvalitetsfaktorer och deras inbördes roll vid statusklassificeringen redovisas i Figur 2.



Figur 2 En beskrivning av de biologiska, hydromorfologiska och fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer och deras inbördes roll vid statusklassificeringen enligt bilaga V i direktivet. Schemat är tolkat och översatt från Guidance on typology, reference conditions and classification systems FOR transitional and coastal waters 2002.

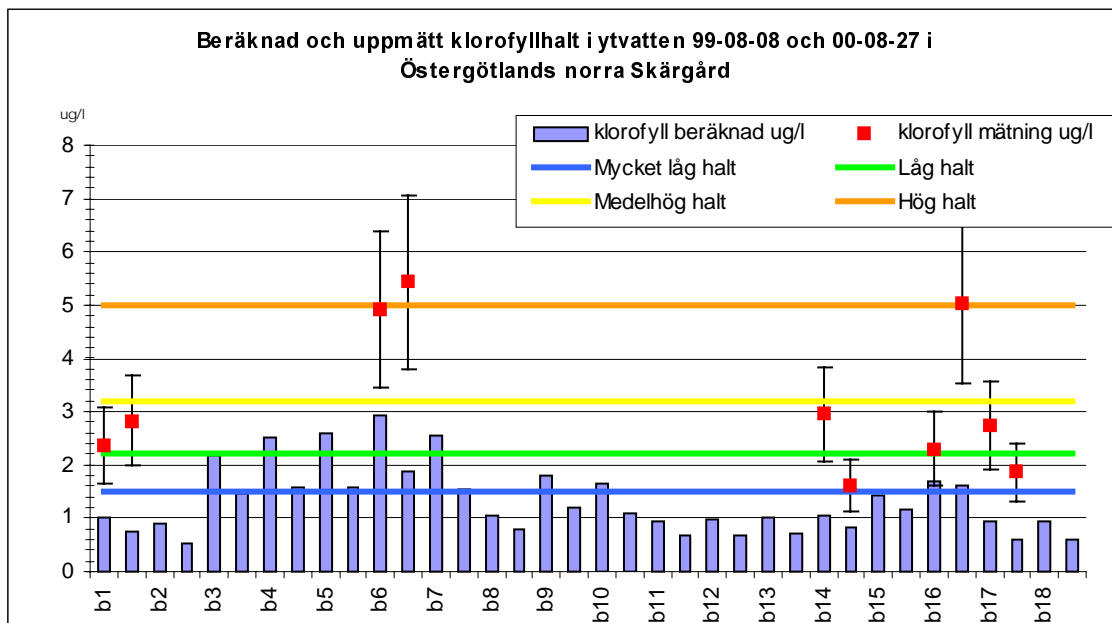
Kustzonsmodellen är tillämplig för de fysikaliskt-kemiska faktorerna vattentemperatur, salthalt, syreförhållanden, näringsförhållanden och siktdjup, samt för en biologisk faktor: mängden växtplankton via parametern klorofyllhalt.

Frekvensen och intensiteten hos algblomningar är en parameter i definitionen av ekologisk status för fytoplankton. Att använda kustzonsmodellen för att beräkna tillväxthastigheten hos plankton och härigenom bedöma frekvensen och intensiteten hos planktonblomningar är möjligt men kräver ett antal överväganden med tanke på att:

- Det finns olika uppfattningar av innebörden av begreppet ”planktonblomning”. Entydiga och eventuellt geografiskt anpassade definitioner av olika typer av planktonblomningar kan behöva tas fram.
- Kustzonsmodellen räknar fram planktonförekomsten på olika djup men i bassängernas hela utbredningsområde. Planktonblomningar uppmärksammas idag ofta på en mindre skala t.ex. i enstaka vikar och längs stränder. Dessa lokala variationer fångas inte upp i kustzonsmodellen.
- Modellen för norra Östergötland gav lägre klorofyllhalter än de som uppmätts (se nästa avsnitt). Ett utvärderings och utvecklingsarbete pågår.
- Idag skiljer inte kustzonsmodellen på olika grupper av plankton. Det kan behövas för att få ett bättre grepp på planktontillväxten och det är nödvändigt för att kunna beskriva olika typer av planktonförekomster.

Kustzonsmodellens möjligheter att beräkna klorofyllhalt

Kustzonsmodellen beräknar algmängd och räknar om det till klorofyllhalt. Inom projektet har resultaten för en körning i norra Östergötlands skärgård under början av 90-talet jämförts med mätresultat från Motala Ströms Vattenvårdsförbunds recipientkontroll. I varje bassäng där mätningar har förekommit har modellresultat för samma tidsperiod jämförts med mätresultatet. I bassäng B6 finns två mätpunkter och här har ett genomsnittsvärde av mätningarna använts. Mätpunkterna ligger ej optimalt placerade i bassängerna och det är oklart i vilken mån de representerar bassängens medelvärde. Felstaplarna för klorofyllmätningarna har satts till 30 % oberoende av mätresultat efter uppgift från analyslaboratoriet. Även om det finns brister i materialet så kan man klart se att den undersökta uppsättningen av kustzonsmodellen konsekvent underskattar klorofyllhalter. I senare uppsättningar av kustzonsmodellen har beräkningarna modifierats och ger nu högre klorofyllhalter. Någon analys av de nya körningarna har inte varit möjlig inom detta projekt.



Figur 3 Beräknad och uppmätt klorofyllhalt i ytvatten 99-08-08 och 00-08-27 i Östergötlands norra Skärgård. Modellvärdena är från kustzonsuppsättningen som gjordes 2001.

Utformning av åtgärdsprogram

För de kustvatten där det finns risk för att kvalitetsmål inte kommer att uppfyllas kan ytterligare karaktärisering krävas för att optimera utformningen av de övervaknings- och åtgärdsprogram som krävs enligt direktivet. Vid denna mer långtgående karaktärisering och analys finns det ett behov av scenarier för att beräkna effekter av olika åtgärder och för att bedöma vilka åtgärder som behövs för att uppnå miljömålen. Kustzonmodellens tillämpning på denna typ av frågeställningar redovisas i följande avsnitt.

Anpassningar av kustzonssystemet till scenariokörningar på regional skala

Scenarier kan göras med befintliga uppsättningar av kustzonssystemet. Det gäller då förändringar av direkt tillförsel till kustområdet från land, punktkällor, atmosfären eller omgivande havsområden.

Scenarier för att beräkna effekten av eventuella förändringar någonstans i landområdena med avrinning till kustzonområdet kan dock inte göras med befintligt system. För detta ändamål behöver modellsystemet kompletteras med tillrinningsmodeller som beräknar läckage från mark och retention i sjöar. Denna typ av modeller finns för tillämpning men de behöver anpassas och förbättras. Modellerna för beräkning av kväveflöden är mer tillförlitliga och vedertagna än fosformodellerna. Rationella systemuppsättningar för scenarioberäkningar erhålls med denna typ av tillrinningsmodeller som anpassats eller kopplats till kustzonmodellerna.

För beräkning av transporter av kväve i avrinningsområden finns HBV-N som använts i TRK-projektet (Transport, Retention och Källfördelning). Kvävemodellen finns dock bara uppsatt för beräkningar på större områden (se Brandt & Ejhed, 2002) än den regionala skala som kustzonssystemet tillämpas på. Det är resultat från en regional version av HBV-N-modellen som behövs för effektiv användning av beräknings-systemet och för att ge möjlighet till körning av scenarier för åtgärder som vidtagits på

olika ställen i tillrinningsområdet. Denna typ av verktyg kan vara användbar vid regionalt miljömålsarbete, t.ex. för beräkning av effekter vid ändring av odlingsformer inom jordbruket eller vid anläggning av våtmarker.

I regionalt arbete med miljömål kan det också vara intressant att beräkna effekten av olika typer av generella minskningar av tillförseln av växtnäringsämnen till kust och hav. Det kan gälla att beräkna effekten av en procentuell reduktion av tillförseln från alla svenska landområden till ett kustområde. Då görs två beräkningar. En referensberäkning som visar utfallet ”före” reduktion och en beräkning med en procentuell reduktionen av all tillförsel från landområden. Båda körningarna sker med samma klimat, hydrologi och startvärden. Då startvärdena är samma för båda körningarna måste modellen köras över så lång tid att effekterna av utsläppsreduceringen hinner slå igenom i hela kustområdet.

Halterna i utsjön ändras inte i detta scenario där enbart en reduktion av belastningen från en relativt liten del av tillrinningen till Östersjön simuleras. Scenarier kan också köras med ändrade halter i utsjön. Man kan då jämföra vilken effekt som uppnås i kustområdet om tillförseln från land respektive halten i utsjön reduceras.