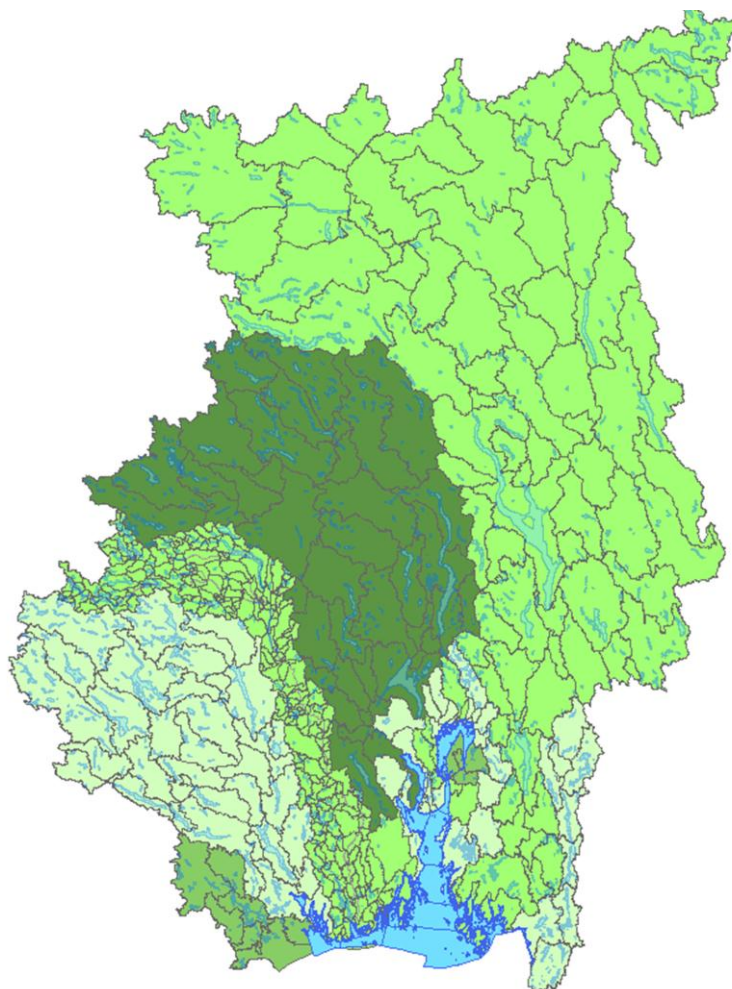


Johanna Tengdelius Brunell

RAPPORT NR 2012-21

HOME Vatten för Yttre Oslofjorden



*Pärmbild.
Bilden föreställer Oslofjorden och dess avrinningsområde.*

Författare:
Johanna Tengdelius Brunell

Uppdragsgivare:
Fagrådet för Ytre Oslofjord

Granskningsdatum:

Granskare:
Eleonor Marmefelt

Dnr:
2010/2005/1930

Version:
1.0

HOME Vatten för Yttre Oslofjorden

Uppdragstagare

SMHI
601 76 Norrköping

Projektansvarig

Eleonor Marmefelt
+46 11 495 8216
<E-post>

Uppdragsgivare

Fagråd för Ytre Oslofjord
Odinsvei 14
1400 SKI
NORGE

Kontaktperson

Bjørn Svendsen
+4790123351
svebjoe@online.no

Distribution

Klassificering

(x) Allmän

Nyckelord

HOME Vatten, Kustzonsmodell, HYPE, ekologisk status, Yttre Oslofjorden

Övrigt

Denna sida är avsiktligt blank

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	1
2	BAKGRUND	2
2.1	HYPE	2
2.2	Kustzonsmodellen.....	2
2.2.1	3-plankton	3
3	SYFTE	3
4	METODIK	3
4.1	Modellansats	3
4.1.1	Punktkällor	5
4.2	Drivdata	6
4.2.1	Kustzonsmodellen.....	6
4.2.2	HYPE 9	
4.3	Validering	9
5	RESULTAT	9
5.1	Nitrat/nitrit-kväve	10
5.1.1	Sommar 10	
5.1.2	Vinter 11	
5.2	Total-kväve	12
5.2.1	Sommar 12	
5.2.2	Vinter 13	
5.3	Fosfat-fosfor	14
5.3.1	Sommar 14	
5.3.2	Vinter 15	
5.4	Total-fosfor	16
5.4.1	Sommar 16	
5.4.2	Vinter 17	
5.4.3	Klorofyll-a	18
5.5	Syrgas.....	19
6	SLUTSATSER.....	20
7	REFERENSER	21
8	BILAGOR	22
	Bilaga 1 - Validering av HYPE-modellen	23

Bilaga 2 – Validering av Kustzonsmodellen	27
8.1 Frierfjorden B006	27
8.2 Vestfjorden B012.....	31
8.3 Inre Løperen B019	35
8.4 Idefjorden B023.....	39
8.5 Breiangen B028	43

Denna sida är avsiktligt blank

1 Sammanfattning

Genom att sätta upp modellsystemet HOME Vatten för Yttre Oslofjorden kan vattenföring och mängd kväve och fosfor beräknas dynamiskt från källa till kust. Tidigare beräkningar av den landburna belastningen på fjorden beräknades med den stationära modellen TEOTIL i kombination med observerad vattenföring för de stora älvarna. HYPE-modellen, som är en högupplöst hydrologisk modell, har i detta uppdrag använts för att beräkna vattenföring och vattenkvalitet i Yttre Oslofjordens avrinningsområde. I HOME Vatten systemet är HYPE-modellen kopplad till den biogeokemiska Kustzonsmodellen (PROBE-SCOB1) som bland annat använder resultaten från HYPE-modellen som drivning för att beräkna tillståndet i kustbassängerna.

De grövre modelluppsättningarna Atlant-HYPE och E-HYPE fanns sedan tidigare uppsatta för området. I detta uppdrag har modellen förfinats med högre geografisk upplösning genom att avrinningsområdet delats in i 479 delområden. Den geografiska indelningen följer indelningen enligt stat33.

Kustzonsmodellen som tidigare funnits uppsatt för Yttre Oslofjorden har uppdaterats med en nyare modellversion och kopplats till en annan, förbättrad drivning från Skagerack. I övrigt är den modelluppsättningen identisk med tidigare uppsättning, vad det gäller geografisk indelning. Beräkningar från de båda modellerna resulterar i värden på belastning av kväve och fosfor från land, temperatur, salthalt, syrgashalt, klorofyllhalt samt kväve- och fosforkoncentrationer med dess fraktioner i de 33 kustbassängerna.

Modellerarna har validerats mot observationer i ett antal vattendrags mynningspunkter och kustbassänger. Utifrån de modellberäknade halterna har därefter det ekologiska tillståndet har klassificerats i Yttre Oslofjorden, baserat på gällande bedömningsgrunder.

2 Bakgrund

SMHI har på uppdrag av Fagrådet i Yttre Oslofjorden beräknat tillrinning och koncentration av kväve och fosfor från Oslofjordens avrinningsområde och implementerat detta i Kustzonsmodellen. Med hjälp av det integrerade modellsystemet HOME Vatten har tidserier av näringsämnen, syrgashalt, salthalt, temperatur och klorofyllhalt kunnat tas fram för klassificering av det ekologiska tillståndet i fjorden.

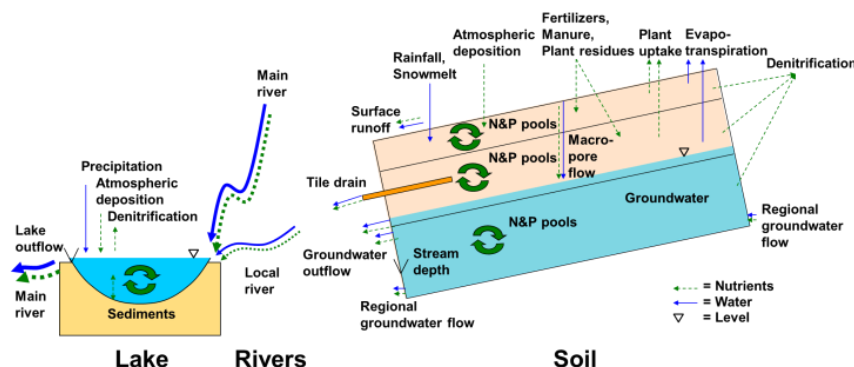
SMHI har tidigare implementerat Kustzonsmodellen i Yttre Oslofjorden på uppdrag av Fagrådet i Yttre Oslofjorden (Marmefelt, 2005). Modellen har sedan dess utvecklats med en mer avancerad rutin för beräkning av plankton. En stor skillnad från tidigare uppdrag är att tillringen från land samt dess koncentration av kväve och fosfor beräknas med HYPE-modellen, för att skapa mer dynamiska tidsserier av belastningen från land.

Beräkningar med HOME Vatten har genomförts för perioden 1990-2010. Modellerade halter av kväve och fosfor samt vattenföring från HYPE har validerats mot mynningsdata i ett antal större vattendrag. Kustzonsmodellens parametrar har validerats med hjälp av observationer från Yttre Oslofjordens övervakningsprogram.

2.1 HYPE

HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) är en högupplöst hydrologisk modell som beräknar vattenflöden och vattenkvalitet (omsättning och transport av kväve, fosfor) mellan sjöar, vattendrag och mark (Lindström m.fl., 2010).

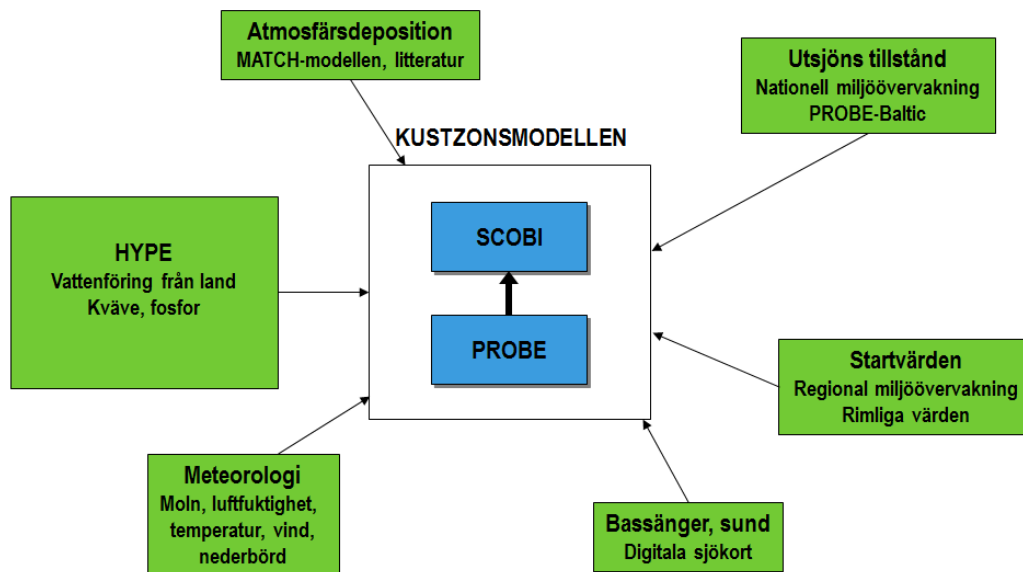
Varje huvudavrinningsområde består av ett flertal delavrinningsområden som alla innehåller ett antal markklasser. Varje markklass utgörs av en kombination av en jordart och en markanvändning där varje markklass kan ha upp till tre markskikt med specifika parametrar. Kombinationen av jordart och markanvändning bildar en så kallad SLC-klass (Soil Landuse Class). Mellan markskikten flödar vatten och lösta näringsämnen enligt Figur 1. I det här projektet har HYPE version 3.3.0 använts.



Figur 1 Schematisk skiss av HYPE:s källor och sänkor i markskikt, vattendrag och sjö.

2.2 Kustzonsmodellen

Kustzonsmodellen (PROBE-SCOB), som är en biogeokemisk modell, beräknar tillståndet i kustvattnen. Kustzonsmodellen är en så kallad en-dimensionell modell, som löser upp modellvariablerna i djupled med hög noggrannhet men är horisontellt homogen inom ett område. För att kunna lösa upp de horisontella gradienterna i området måste modellområdet delas in i ett flertal delbassänger. Beräkningar görs i alla bassänger, vilka är kopplade med varandra och utbyter egenskaper där emellan (Sahlberg, 2009; Marmefelt et.al., 1999). Kustzonsmodellen i Oslofjorden består av 33 delbassänger, där Inre Oslofjorden ingår i uppsättningen som en delbassäng.



Figur 2 Schematisk skiss över Kustzonsmodellens indata.

2.2.1 3-plankton

I den nya versionen av den biogeokemiska modellen är primärproduktionen uppdelad i tre funktionella grupper. Primärproduktionen drivs av solstrålningen som beror av en bakgrundsämpning och den dämpning av solstrålning som koncentrationsvariationen av de tre grupperna autotrofer ger upphov till. Kiselalger, flagellater och chattonella bildar i det här fallet de tre grupperna vilka skiljs åt med varierande storlek och sjunkhastighet.

3 Syfte

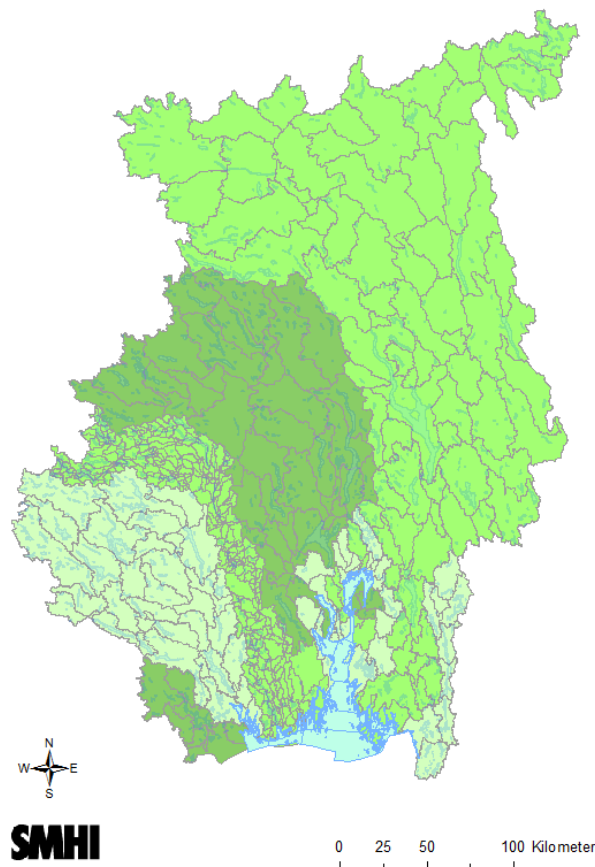
Syftet är att med hjälp av en koppling mellan de två modellerna HYPE och Kustzonsmodellen i Yttre Oslofjorden och dess avrinningsområde kunna beskriva det ekologiska tillståndet i Oslofjorden vad det gäller nitrat-kväve, fosfat-fosfor, total-kväve, total-fosfor samt sommarvärde för klorofyllhalt och syrgashalt.

4 Metodik

4.1 Modellansats

Vattenföringen och koncentrationer av kväve och fosfor från Oslofjordens avrinningsområde beräknas av HYPE-modellen. I modelluppsättningen finns 17 huvudavrinningsområden med totalt 479 delområden, se Figur 3 Karta över Oslofjordens avrinningsområde och dess 479 delområden..

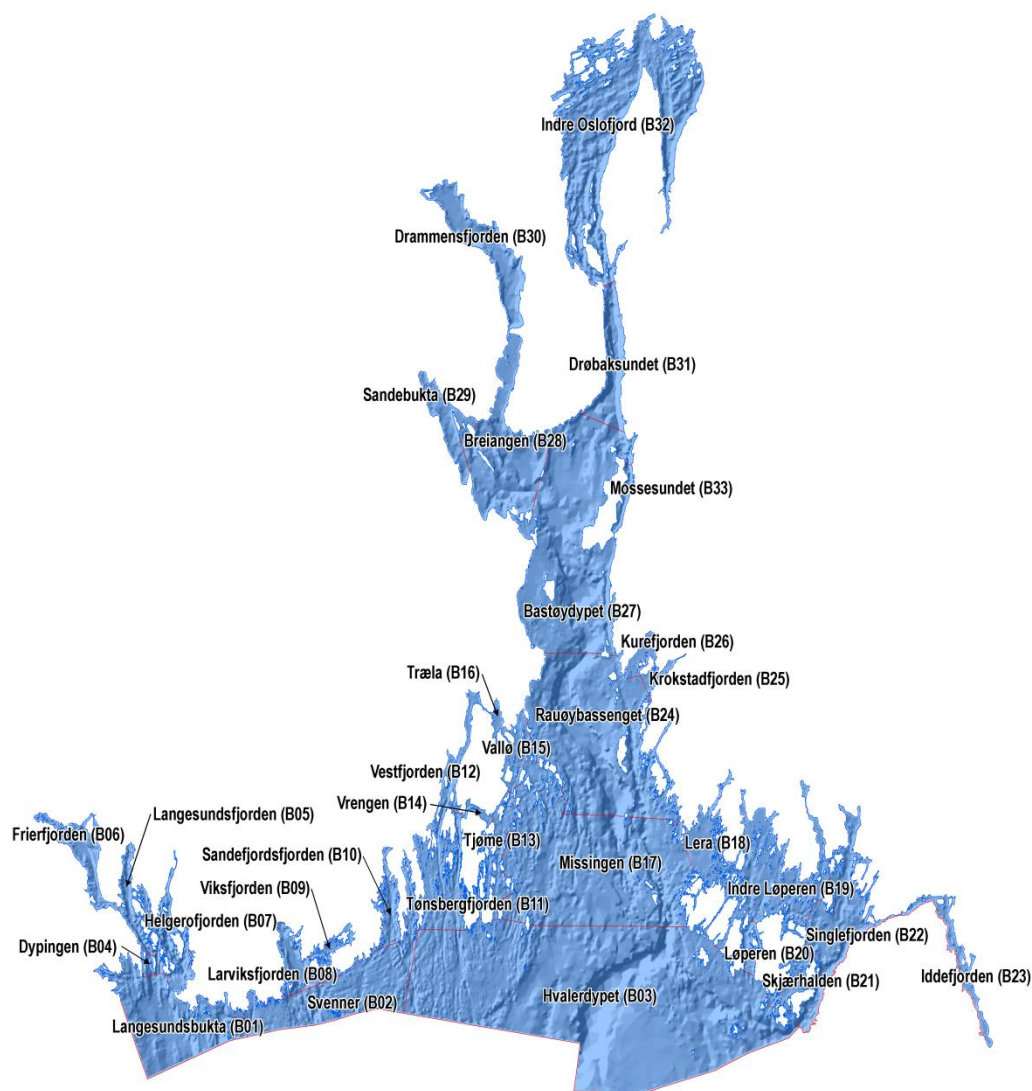
Modellen har kalibrerats mot vattenföringsobservationer från sex stycken mätstationer i mynningspunkten i några av de större vattendragen som mynnar i Oslofjorden. Efter att modellen kalibrerats har den modellerade vattenföringen uppdaterats med uppmätt vattenföring. Detta för att så väl som möjligt beskriva den mängd vatten som når Oslofjorden.



Figur 3 Karta över Oslofjordens avrinningsområde och dess 479 delområden.

I Kustzonmodellen delas fjorden in i delbassänger där den vertikala variationen beräknas för ett antal modellvariabler. Denna indelning är den samma som i Marmefelt (2005) och följer i huvudsak Fjordkatalogens indelning, se Figur 4. Kustzonmodellen omfattar 33 delbassänger, där alla har en motsvarande beteckning B001-B033. Förbindelsen mellan bassängerna benämns sund och betecknas S001-S045. Den geografiska beskrivningen av varje bassäng görs med hjälp av djupfördelningen av vattenvolymen i så kallade hypsografer.

Hypsograferna och de 45 sunden som utgör förbindelsen mellan bassängerna har tidigare bestämts utifrån digitala sjökort och kontrollerats manuellt. I ett fåtal av sunden har tvärsnittsarean korrigerats. Anledningen är att sundtvärsnitt med stora areor har visats sig överskatta den egentliga strömningen av saltvatten som passerar över sundet. Genom att justera tvärsnittsarean fås en bättre beskrivning av de geostrofiska förhållandena och mängden inkommande vatten beskrivs således på ett bättre vis.



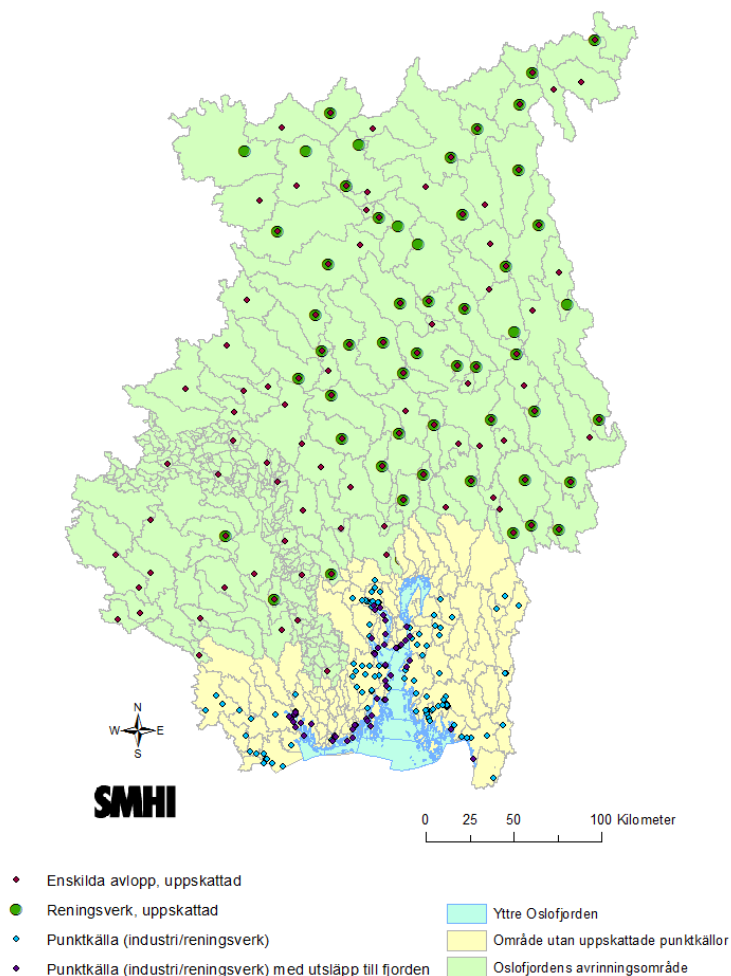
Figur 4 Bassängindelning för Kustzonmodellen i Yttre Oslofjorden.

4.1.1 Punktkällor

Utsläpp i form av kväve och fosfor kommer i HYPE-modellen från tre typer av punktkällor; enskilda avlopp, industrier och reningsverk. I Atlant-HYPE, som ligger till grund för uppsättningen av vattenkvalité i Oslofjordens avrinningsområde, har punktkällor beräknats utifrån HYDE population database (Goldewijk, 2010) som är en befolkningsdatabas samt uppskattade utsläpp per person. För att få en bättre uppskattning av det verkliga utsläppet användes i denna uppsättning utsläppsdata från reningsverk och industrier från NIVA och Fagrådet för Yttre Oslofjord där dessa erhöles, se Figur 5. I området med givna källor togs de uppskattade punktkällorna bort men de behölls i det delar av området där punktkällorna var okända.

De punktkällor (reningsverk och industrier) som har ett direktutsläpp i kustvattnet har behandlats med större noggrannhet genom att ta hänsyn till utsläppens årliga variation under

modelleringsperioden och varierande utsläppsdjup. En punktkälla har antagits ha direkt utsläpp till kust om denna har återfunnits inom 200 m från kustlinjen eller om annan information funnits tillgänglig, se Figur 5. Utsläppet har sedan bestämts enligt ett känt utsläppsdjup eller ett uppskattat utsläppsdjup på 30-40 m beroende på anläggningens storlek.



Figur 5 Punktkällor i Yttre Oslofjordens avrinningsområde. I den södra gulmarkerade delen återfinns punktkällor som baseras på utsläppsdata. I den norra grönmarkerade delen är punktkällorna uppskattade från befolkning och utsläppsmängd.

4.2 Drivdata

4.2.1 Kustzonsmodellen

I modellsystemet HOME Vatten är Kustzonsmodellen inte enbart integrerad med den hydrologiska modellen HYPE utan även med en atmosfärskemisk modell samt en utsjömodell. Dessa modeller utgör tillsammans drivningen av systemet både vad avser fysiken och biogeokemin.

Atmosfär

SMHI förfogar över en meteorologisk databas, vilken täcker hela Östersjöns och Västerhavets tillrinningsområde. Oslofjorden räknas som en del av Västerhavet. Från denna databas erhöles vindhastighet, lufttemperatur, relativ luftfuktighet samt total molnighet, parametrar som krävs för beräkning av avkylning/uppvärmning, omblandning etc. i Kustzonsmodellen.

Kustzonsmodellen beaktar även deposition av oorganiskt kväve och fosfor från atmosfären. För att fastställa depositionen av reducerat och oxiderat kväve användes depositioner

beräknade av MATCH modellen (Multiscale Atmospheric Transport and CHemistry Model). Eftersom den biologiska produktionen i kustzonen varierar under året beroende på bl.a. temperatur, tillgång av ljus och näringsämnen är det viktigt att källorna till modellen har en årstidsvariation. MATCH modellen har beräknat månatlig deposition av oxiderat och reducerat kväve för perioden 2001-2003. För resterande delen av beräkningsperioden har ett årsmedelvärde av depositionen beräknats utifrån tillgängliga modellberäknadadata. Därefter har, under antagandet att mesta delen av depositionen sker genom så kallad våtdeposition, årsmedelvärdet viktats mot den månatliga nederbörden för området. Nederbördsdata är hämtade från ovan nämnda meteorologiska databas. Atmosfärisk deposition av fosfat beräknas inte av MATCH-modellen. Istället användes ett konstant värde på 0.5 kg/(km²•mån) baserat på Areskoug (1993).

Land

HYPE-modellen beräknar tillrinning av vatten och näringsämnen till Kustzonsmodellens bassänger.

Skagerack - utsjödata

Tillståndet i Oslofjorden påverkas mycket av tillståndet i Skagerack. Utbytet mellan Oslofjorden och Skagerack styrs i första hand av densitetsskillnader mellan det öppna havet och fjorden.

Vad det gäller att bestämma densitetsskillnader mellan kustzonen och öppna havet är det viktigt att det finns data av salthalt och temperatur tillgängligt från en station som är lokaliserad nära det kustavsnitt som studeras och som har en mätserie med så många mättillfällen och djup som möjligt under beräkningsperioden. De hydrografiska skillnaderna mellan Skagerack och Oslofjorden medför att det ofta är frågan om stora transporter mellan öppna havet och fjorden, vilket i sin tur får till följd att miljötillståndet i fjorden är starkt kopplat till miljötillståndet i Skagerack. Det är därför av yttersta vikt att mätprogrammet vid den station som används för utsjödrivning även inkluderar biogeokemiska variabler såsom nitrat-kväve (NO₃), ammonium-kväve (NH₄), fosfat-fosfor (PO₄), klorofyll-a (chl-a) och syrgas (O₂).

Noteras kan att det ofta är problem med att finna en utsjöstation som uppfyller alla de krav som Kustzonsmodellen ställer för att ge tillförlitliga resultat. Tidsserierna från mätstationerna är ofta sporadiska, för korta, mätstationer läggs ner, ersätts med andra etc. Ett sätt att övervinna beskrivna problem med att fånga tillståndet i Skagerack är att ersätta den observationsberoende drivningen från Skagerack med resultat från en utsjömodell som i detta fall är Skagerack-modellen.

För att beskriva utsjödrivningen har mätdata från de tre mätstationerna (Å16, Å17 och P2) i Skagerack sammanställts, Figur 6. Tillsammans med Skagerack-modellens dataassimilationer har sedan den slutgiltiga utsjöfilen skapats.



Figur 6 Mätstationerna Å17, Å16 som ingår i Å-snittet som visas på kartan (Å13-Å17) och P2 som ligger till grund för utsjödrivningen.

4.2.2 HYPE

Tabell 1 Indata som används i HYPE-modellen med dess källa.

Data typ	Data	Källa
Klimatdata	Nederbörd, temperatur	ERAInterim
Geografisk data	Områdesarea	REGINE
	Jordarter	European Soils Database (JRC 2006)
	Markanvändning	(Globcover 2000)
Näringsämne innehåll	Initial lagring av näringsämne	Data från S-HYPE, Eriksson m.fl. (1997), Johnsson m.fl. (2008)
Jordbruksdata	Gödsling, växtodling	EUROSTAT, CAPRIS
Emissionsdata	Atmosfärisk deposition	MATCH model
	Enskilda avlopp	HYDE population database, untreated load (HELCOM2), EEA treatment level, treatments efficiency (Mörth et. al. 2007)
	Utsläpp från industri och reningsverk	HYDE population database, untreated load (HELCOM2), EEA treatment level, treatments efficiency (Mörth et. al. 2007) Utsläppsdata från NIVA och Fagrådet för Ytre Oslofjord.

4.3 Validering

Beräkningstiden sträcker sig över perioden 1990 till 2010 och de mätserier som används för validering av Kustzonsmodellen har uppdaterats med data för denna period.

Valideringen av Kustzonsmodellen har genomförts genom att en station belägen i området fått representera hela havsområdets tillstånd. I vissa fall kan detta bli missvisande, då Kustzonsmodellen beräknar ett horisontellt medelvärde av hela havsområdets tillstånd medan positionerna för mätstationerna ofta är valda så att de fångar effekter från punktsläpp eller vattendrag. Detta måste beaktas vid tolkningen av modellens resultat kontra mätningar.

HYPE-modellen har kalibrerats mot vattenföringsobservationer från sex stycken mätstationer i mynningspunkten i några av de större vattendragen som mynnar i Oslofjorden.

I syfte att validera modellberäkningarna från HYPE och Kustzonsmodellen har beräkningar jämförts mot uppmätt data. I bilaga 1 och 2 presenteras ett urval av mynningspunkters och bassängers tidserier.

5 Resultat

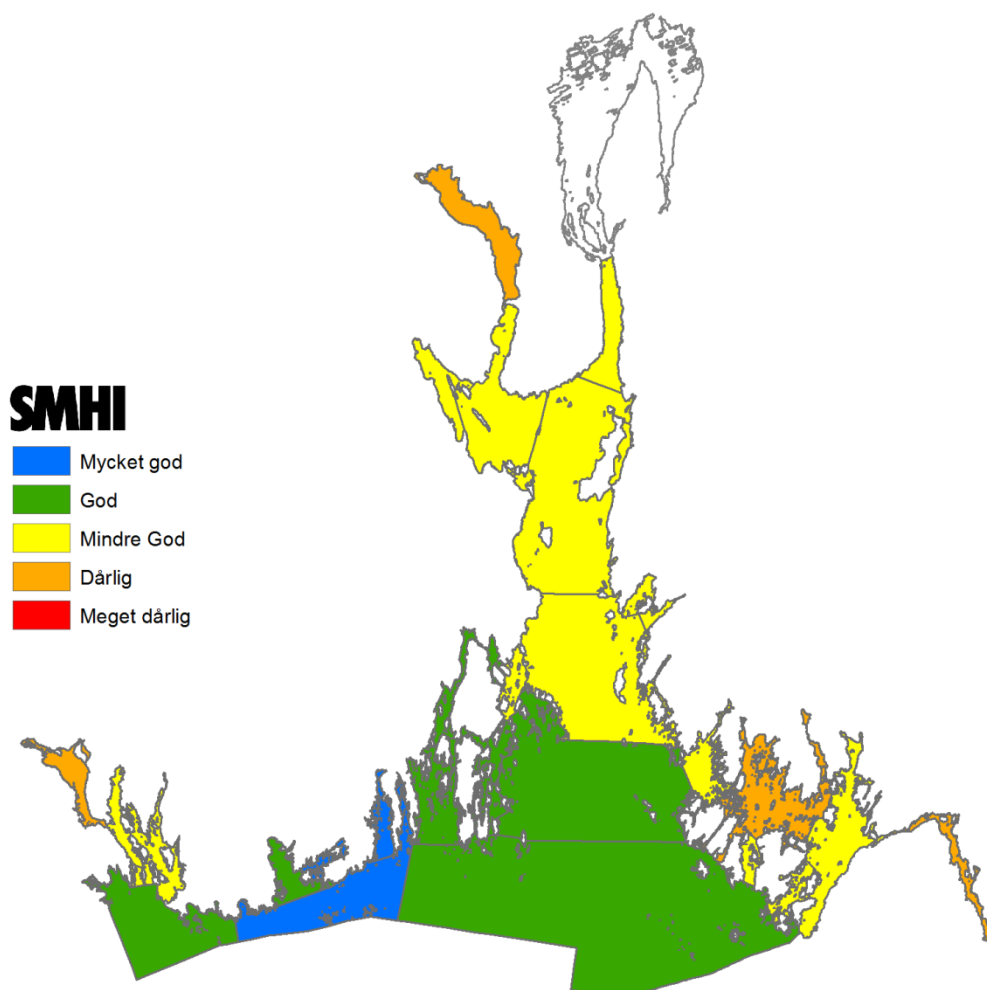
Resultaten från modellberäkningarna redovisas i form av kartor på den ekologiska statusen. Klassificeringsgränserna följer SFT:s klassificeringssystem vilka är uppdaterade med nya gränsvärden för klorofyll enligt Direktoratets grupp för genomföringen av vattendirektivet (2009). Den nya klassificeringen bedömer statusen utifrån vattentyp. Alla bassänger utom Inre Drammensfjord och Idefjorden har tilldelats vattentyp enligt Vann-Nett (2012). Troligen kommer dessa fjordar klassas som övergångsvatten, men arbete pågår fortsatt med att fastställa gällande gränsvärden för dessa fjordar. I den här rapporten har vi valt att klassificera både Inre Drammensfjorden och Idefjorden som vattentyp 5, alltså ”Starkt ferskvannspåverkat”, i väntan på nya gränsvärden.

Beräkningen av statusen har genomförts för de tre sista åren av modellberäkningarna (2008-2010). Sommar (juni-augusti) och vinter (december-februari). Medelvärden av samtliga näringsämnen har beräknats för de översta 10 metrarna, vilka antas representera ytvattnet.

5.1 Nitrat/nitrit-kväve

5.1.1 Sommar

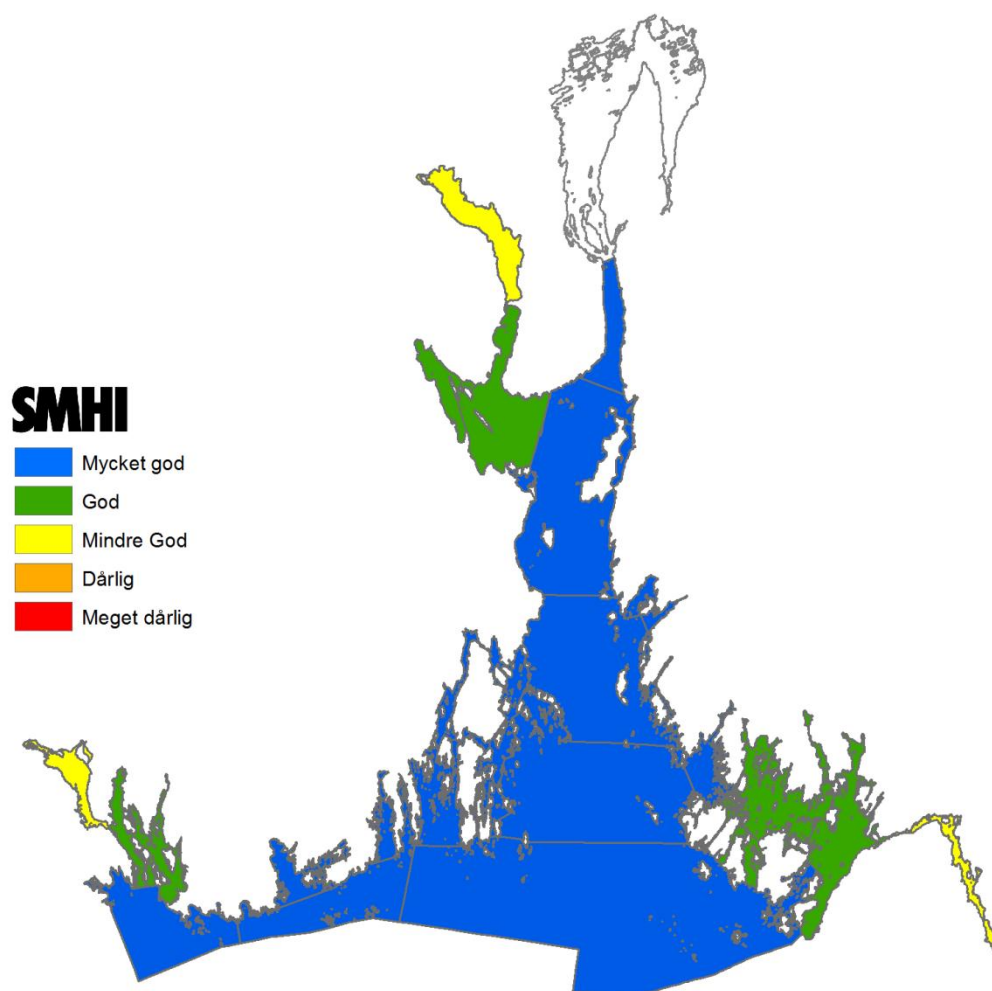
Kustzonsmodellens resultat visar på stor påverkan sommartid framförallt i Idefjorden, Indre Løperen, Frierfjorden och Drammensfjorden där tillståndet med avseende på nitrat/nitrit med Kustzonsmodellens beräkningar klassas som "Dåligt". Tillståndet hänger samman med den stora belastningen från land som når bassängerna via Halden, Glomma, Skienselva och Drammensvattendraget. I anslutande områden klassificerar Kustzonsmodellens beräkningar tillståndet som "Mindre God". Övriga delar av fjorden klassificeras sommartid som "God" eller "Mycket God".



Figur 7 Klassificering av tillståndet i Ytre Oslofjorden avseende sommarvärde (juni-augusti) av nitrat/nitrit-kväve (NO_3/NO_2).

5.1.2 Vinter

Vintertid visar nitrat/nitrit-klassificeringen av tillståndet på förbättrade förhållanden i de flesta av bassängerna i modellområdet. Tillståndet i Svenner är oförändrat ”Mycket God” även vintertid.

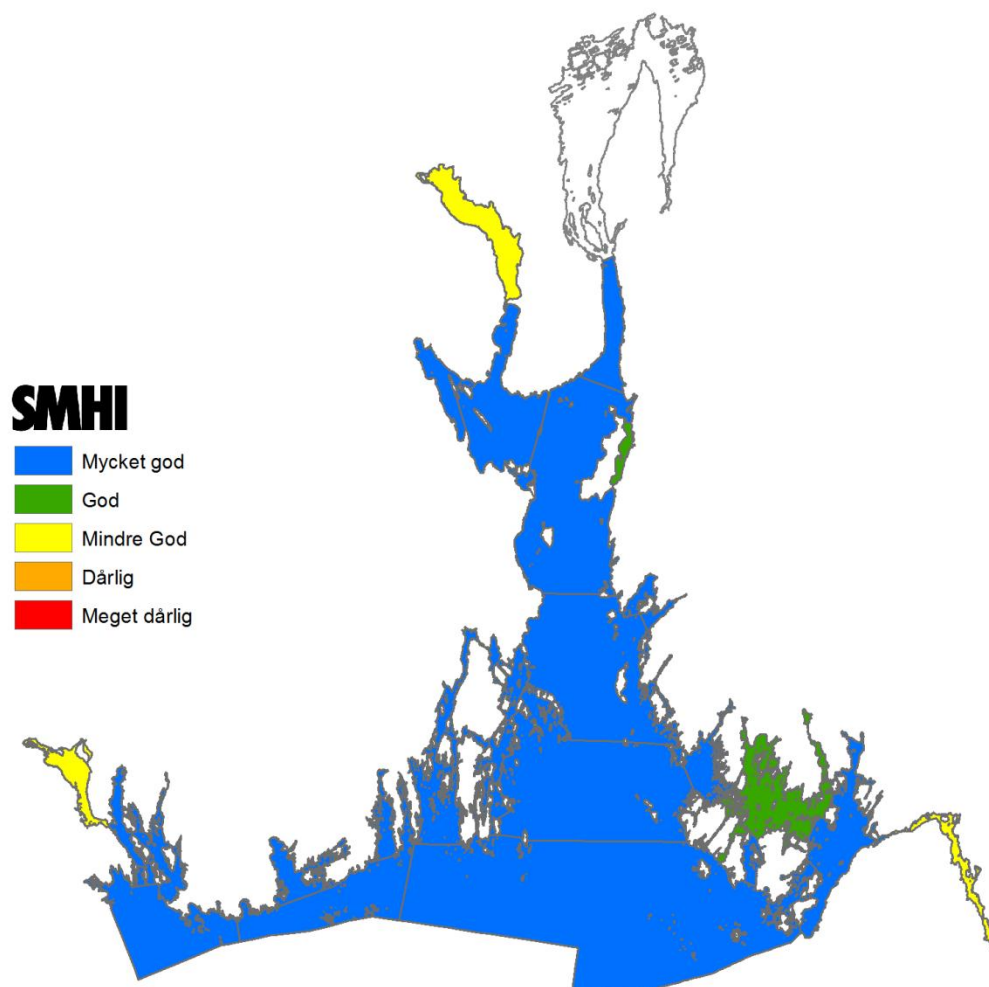


Figur 8 Klassificering av tillståndet i Yttre Oslofjorden avseende vinter (december-februari) av nitrat/nitrit-kväve (NO_3 NO_2).

5.2 Total-kväve

5.2.1 Sommar

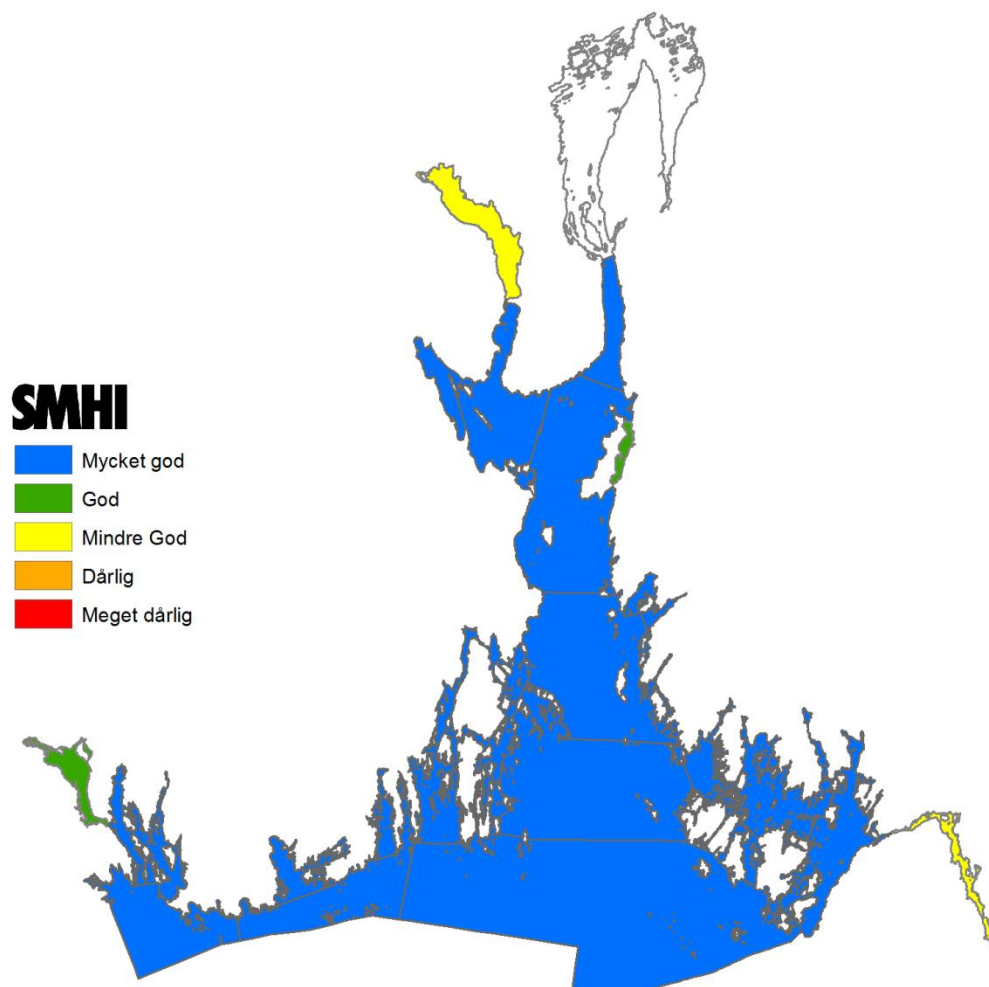
Beräkningen av total-kväve visar på ”Mycket God” status i större delen av området. Undantagen är Indre Løparen och Mossesundet som visar på ”God” status samt Drammensfjord, Idefjorden och Freirfjorden som visar på ”Mindre God” status. Tillståndet hänger samman med den stora belastningen från land som når bassängerna via de stora vattendragen.



Figur 9 Klassificering av tillståndet i Yttre Oslofjorden avseende sommarvärde (juni-augusti) av total-kväve.

5.2.2 Vinter

Vintertid visar Kustzonsmodellen att statusen i Indre Løparen och Freirfjorden förbättras. Statusen för dessa är under vinterperioden ”Mycket God” samt ”God”.

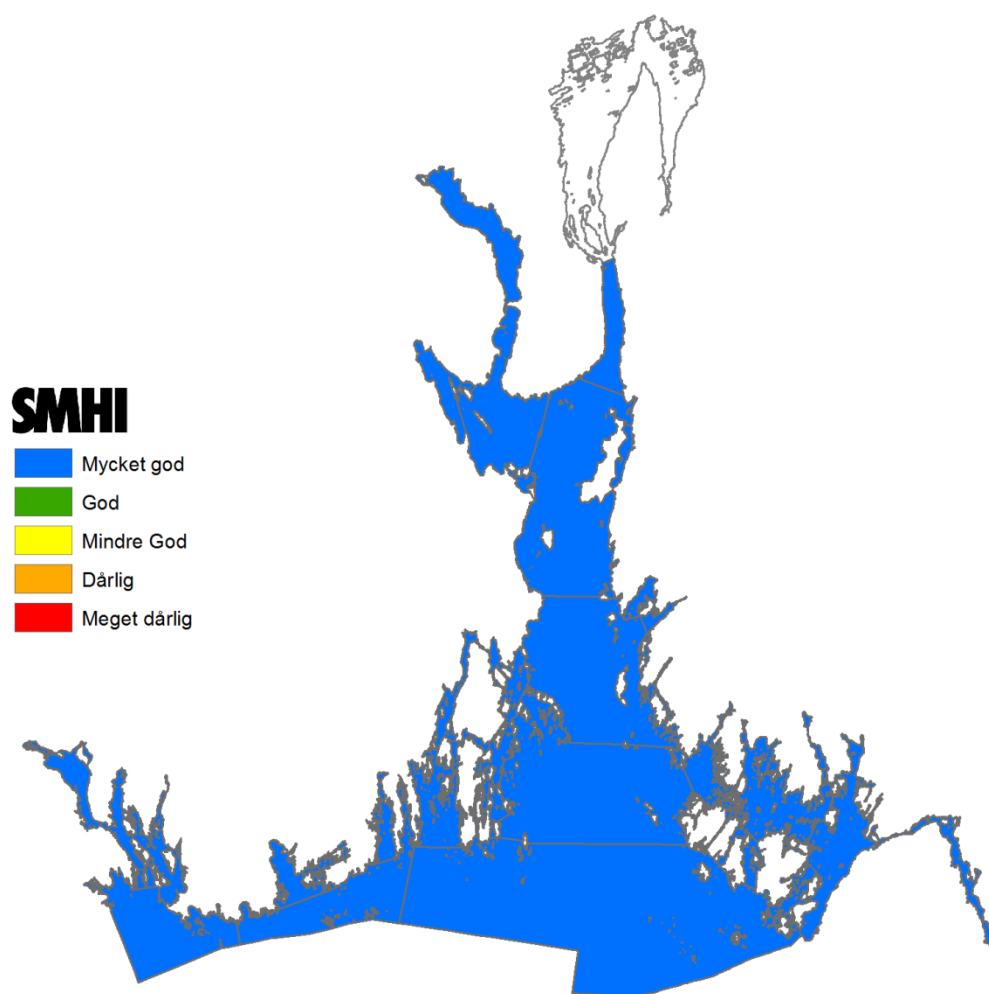


Figur 10 Klassificering av tillståndet i Yttre Oslofjorden avseende vinter (december-februari) av total-kväve.

5.3 Fosfat-fosfor

5.3.1 Sommar

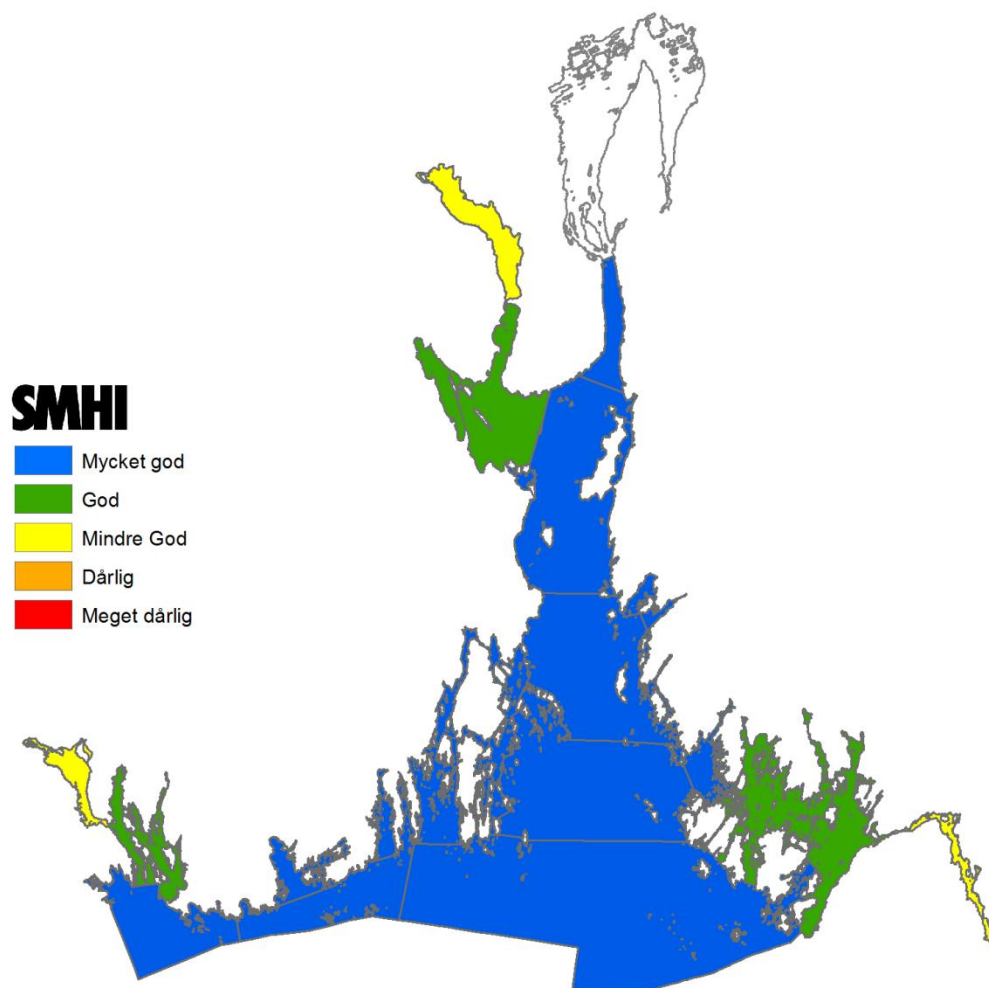
Kustzonsmodellens beräkningar visar att tillståndet med avseende på fosfat-fosfor sommartid klassificeras som ”Mycket God” i hela området.



Figur 11 Klassificering av tillståndet i yttre Oslofjorden avseende sommar (juni–augusti) av fosfat-fosfor (PO_4).

5.3.2 Vinter

Kustzonsmodellens beräkningar visar att tillståndet försämras i delarna av fjorden vintertid. Försämringen sker i vikar och i bassänger med hög tillrinning från land och klassas vintertid som "God" eller "Mindre God". I övriga delar av fjorden klassificeras tillståndet, även vintertid, som "Mycket God"

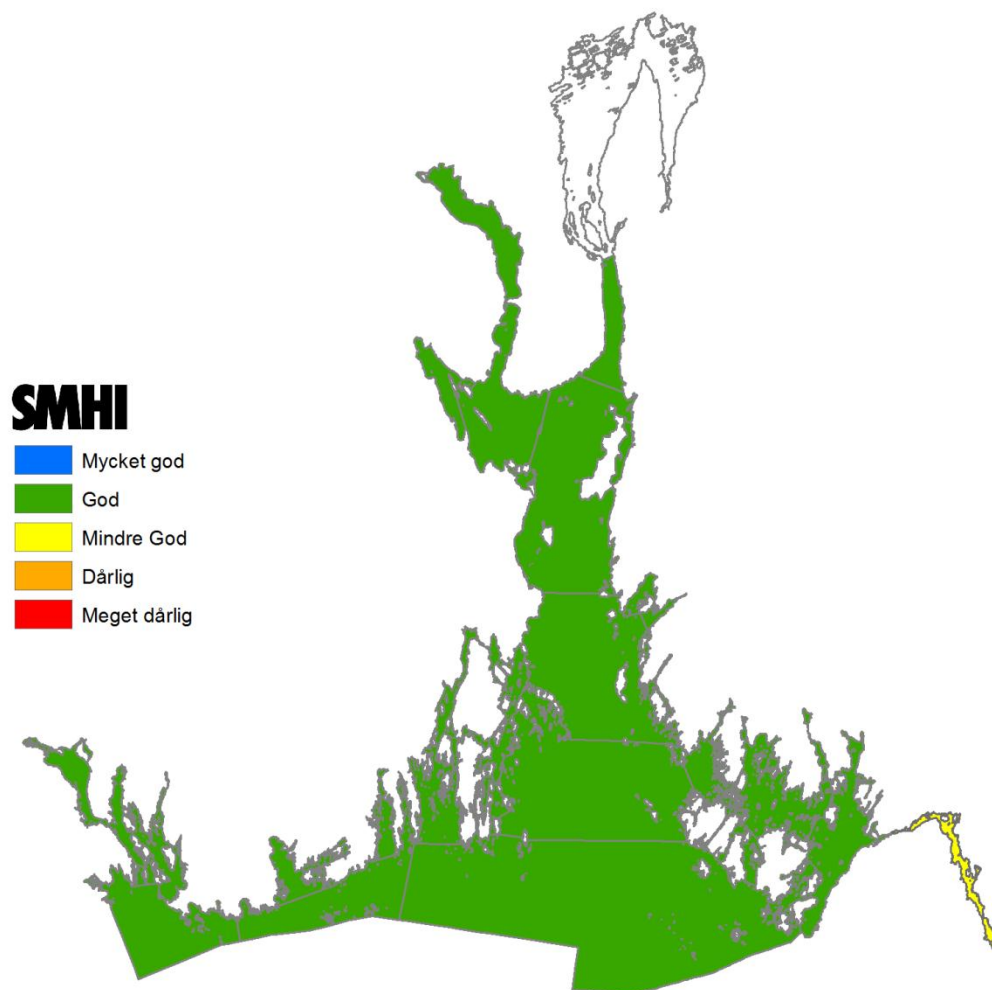


Figur 12 Klassificering av tillståndet i Yttre Oslofjorden avseende vinter (december-februari) av fosfat-fosfor (PO_4).

5.4 Total-fosfor

5.4.1 Sommar

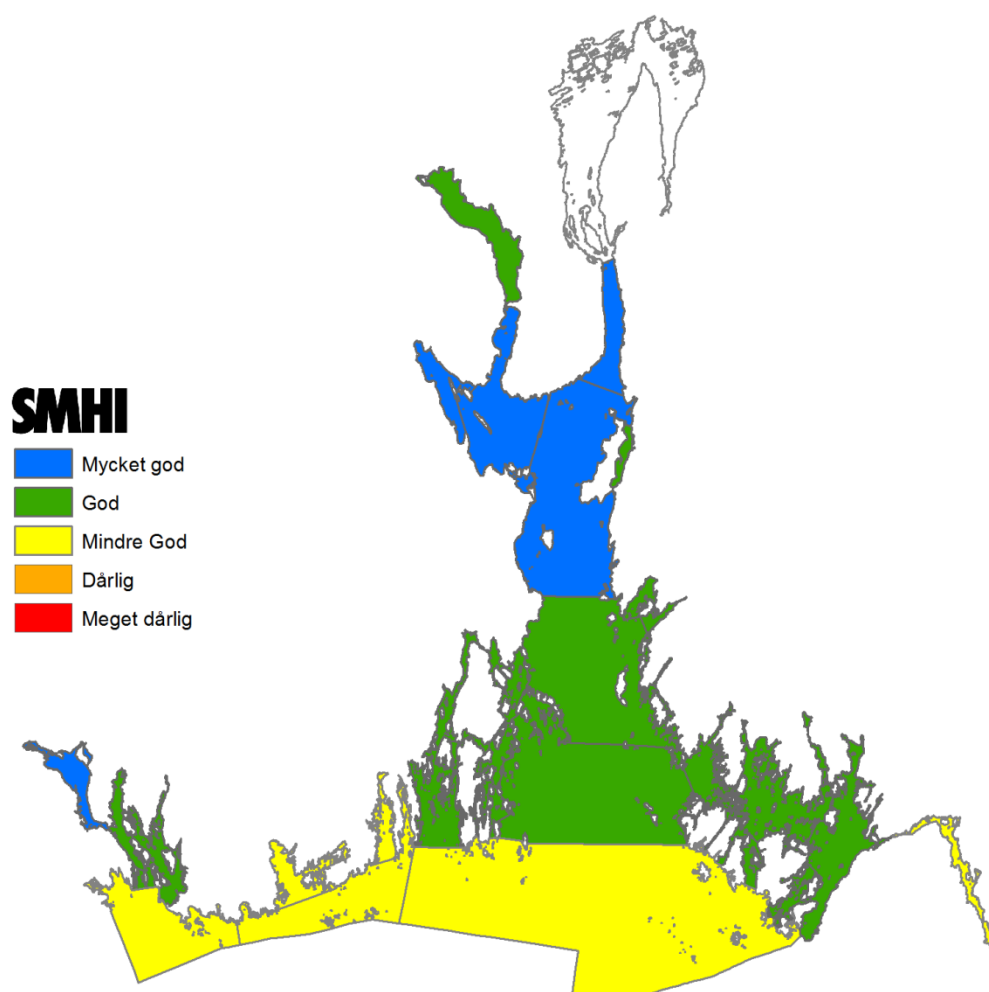
Kustzonsmodellens beräkningar visar att tillståndet med avseende på total-fosfor sommartid klassificeras som ” God” i hela området, med undantag för Idefjorden som klassas som ”Mindre God”.



Figur 13 Klassificering av tillståndet i yttre Oslofjorden avseende sommar (juni–augusti) av total-fosfor.

5.4.2 Vinter

Vintertid visar Kustzonsmodellens beräkningar att tillståndet för total-fosfor försämras till att passera gränsen för ”Mindre God” i de södra och västra delarna av modellområdet. Samtidigt som en försämring sker i de södra delarna sker en förbättring i de norra delarna och Sandebukta, Breiangen, Bastøydypet, Drøbaksundet samt Frierfjorden som klassificeras som ”Mycket God”

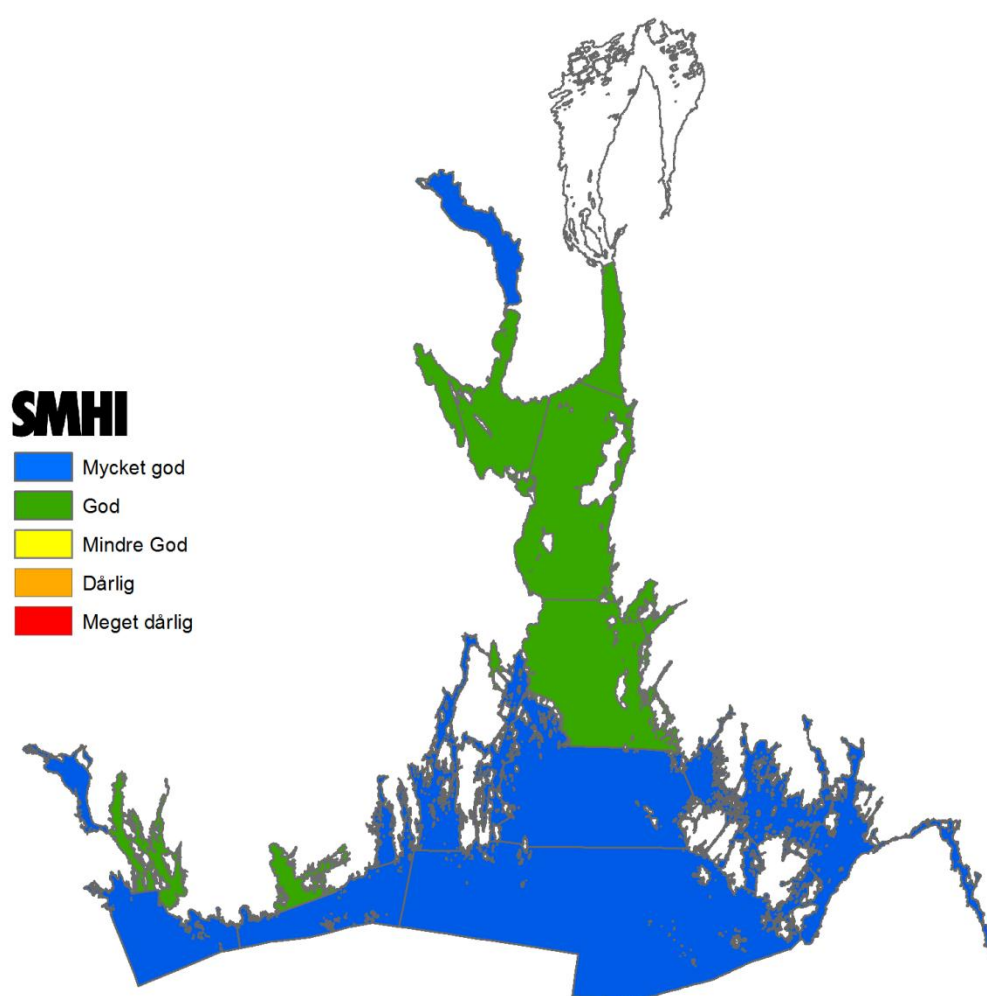


Figur 14 Klassificering av tillståndet i Yttre Oslofjorden avseende vinter (december-februari) av total-fosfor.

5.4.3 Klorofyll-a

Att den beräknade klorofyllhalten som snarare är ett mått på biomassa än faktisk klorofyllkoncentration gör det svårt att beskriva den verkliga klorofyllhalten. Med den nya modellen som beräknar koncentrationen utifrån tre typer av plankton fås dock en bättre anpassning framför allt i Oslofjordens ytvatten. I ytvattnet lyckas modellen i de flesta fall beskriva de höga toppar som inträffar på våren. Den nya modellen som har bättre förutsättningar att beskriva förhållandena ger också rimliga medelnivåer i ytvattnet. Då klassificeringen av chl-a sker i de 10 översta metrarna fungerar modellen som ett bra verktyg för att beskriva tillståndet.

Kustzonsmodellens klassificering av klorofyll visar ett tillstånd av klassen ”Mycket god” i större delarna av fjorden. I övriga delar klassas fjorden som ”God”.



Figur 15 Klassificering av tillståndet i Yttre Oslofjorden avseende sommar (juni-augusti) av klorofyll-a-halt.

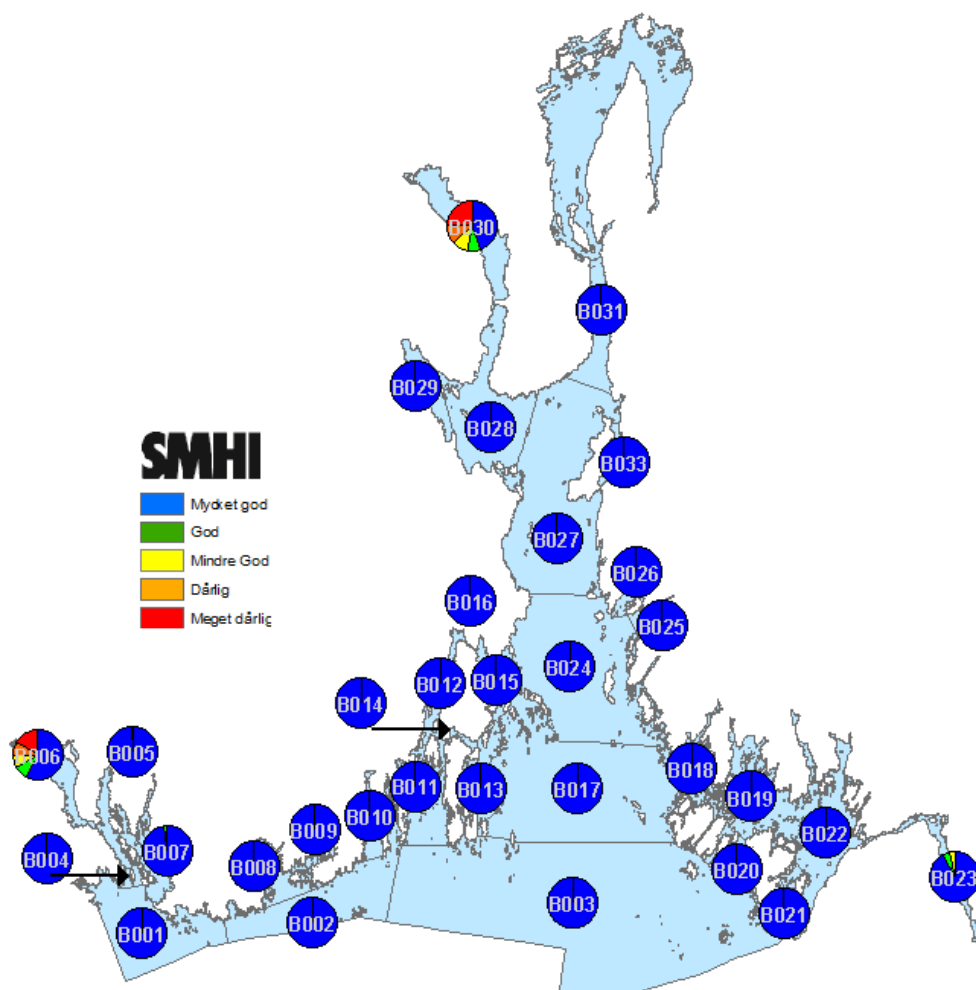
5.5 Syrgas

Tillståndsklassificeringen av syrgasförhållanden i fjorden skall baseras på djupvattenkoncentrationer. Då tolkningen av vad som skall betraktas som djupvatten inte är entydig redovisa klassificeringen utifrån varje havsområdes totala vattenvolym.

Tillståndsklassificering för syrgas har baserats på medelvärden för varje djup av Kustzonsmodellens syrgashalter under perioden 2008-2010.

Modellen visar att syrgastillståndet i Yttre Oslofjorden i stort kan klassificeras som "Mycket God". Endast Frierfjorden, Helgerofjorden, Idefjorden och Drammenfjorden avviker.

Kustzonsmodellens beräkningar visar att för period 2008-2010 så är tillståndet i drygt halva vattenvolymen i Frierfjorden att betrakta som "God" eller "Mycket God", 8 % "Mindre God", 9 % "Dålig" och 17 % "Mycket Dålig". I Helgerfjorden är tillståndet i 2 % av vattenvolymen "God", 1 % "Mindre God" och 1 % "Mindre god, resterande vattenvolym är klassificerad som "Mycket God". I Idefjorden klassificeras 5 % som "God", 3 % "Mindre God", 1 % "Dålig" resterande vattenvolym klassificeras som "Mycket God". I Drammenfjorden klassificeras 45 % som "Mycket God", 8 %, "God", 11 % "Mindre God", 12 % "Dålig" och 24 % "Mycket Dålig". Även i Mossesundet och Langesundsfjorden förekommer avvikelser från en vattenvolym på 100% som klassificeras "Mycket God" dock avviker de med mindre än 1% och klassas som "God".



Figur 16 Klassificering av tillståndet med avseende på syrgashalt i hela vattenmassan under perioden 2008-2010 beräknat med Kustzonsmodellen. Cirkeldiagrammen illustrerar hur stor relativ vattenvolym i varje havsområde som klassas enligt SFTs klassificering.

6 Slutsatser

Med hjälp av HOME Vatten har en modellbaserad tillståndsklassificering kunnat genomföras av Yttre Oslofjordens ekologiska status. Kväveförhållandena visar sig generellt vara bättre vintertid än sommartid. För fosfat gäller motsatt förhållande medan totalkväve klassas som ”God” under vintern och får en förbättrad status i de inre delarna av Oslofjorden men de södra delarna får en försämrad status. Syrgasförhållandena i fjorden är av mycket god status med undantag för mindre vikar med dåligt utbyte med havsvattnet. Klorofyll-a halten som beräknas under sommaren visar i de flesta områdena på en ”Mycket god” status.

HYPE-modellen vars indata i huvudsak kommer från internationella databaser simulerar belastningen av kväve och fosfor väl i de mynningspunkter där det finns mätdata att jämföra med. För förfinad anpassning behövs lokal data på en fin skala.

Generellt beskriver Kustzonsmodellen förhållandena mycket väl i yttre Oslofjorden, både vad det gäller hydrografi (vilket avspeglar sig i tidserierna för salthalt, temperatur och syrgas) och näringsämnen (nitrat-kväve och fosfat-fosfor). I ytvattnet beskriver Kustzonsmodellen även växtplanktonhalterna väl, om man däremot studerar de sista åren av tidserien på 20 meters djup kan man se en trend i en allt för hög modellerad halt. Detta kan bero på att modellen på grund av för stor omblandning eller för hög sjunkhastighet hos planktonarterna visar för höga halter på detta djup.

Mätprogrammet i Oslofjorden är fastställt med avseende på speciellt känsliga områden och stationer är ofta belägna nära utsläppspunkter eller ett tröskelområde. Ideal placering av en mätstation för att användas för validering av Kustzonsmodellen vore centralt placerad i havsområdet, gärna nära det maximala djupet. Då detta ofta inte är fallet bör även denna aspekt tas i beaktande vid valideringen av modellens resultat.

7 Referenser

- Areskoug, H. 1993, Nedfall av kväve och fosfor till Sverige, Östersjön och Västerhavet, Naturvårdsverket, rapport 4148
- Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet. 2009, Veileder 01:2009, Klassifisering av miljøtilstand i vann Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften
- Eriksson, J., Andersson, A. & Andersson, R. 1997, Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverket, Rapport 4778
- Johnsson, H., Larsson, M.H., Mårtensson, K. & Torstensson, G. 2008, Läckage av näringsämnen från svensk åkermark. Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 1995 och 2005. Naturvårdsverket, Rapport 5823
- Klein Goldewijk, K. , A. Beusen, and P. Janssen (2010). Long term dynamic modeling of global population and built-up area in a spatially explicit way, HYDE 3 .1, The Holocene 20(4): 565-573.
- Lindström, G., Pers, C., Rosberg, J., Strömqvist, J. & Arheimer, B. 2010, Development and testing of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) water quality model for different spatial scales. Hydrology Research, 41(3-4): 295-319
- Marmefelt, E., Arheimer, B. and Langner, J. (1999). An integrated biochemical model system for the Baltic Sea. Hydrobiologia, 393, 45-56.
- Marmefelt, E. (2005). *Kustzonsmodell för Yttre Oslofjorden*. SMHI.
- Mörth, C.M., Humborg, C., Eriksson, H., Danielsson, Å., Rodriguez Medina, M., Löfgren, S., Swaney, D.P., Rahm, L. 2007. Modeling Riverine Nutrient Transport to the Baltic Sea: A Large-scale Approach. Ambio. 36 (2-3). 124-133
- Sahlberg, J. (2009). The Coastal Zone Model. SMHI Reports Oceanography. No.98.
- Vann-Nett, 2012. Sakbehandler, Temadata
<http://vann-nett.no/saksbehandler/>
Hämtad 2012-05-07

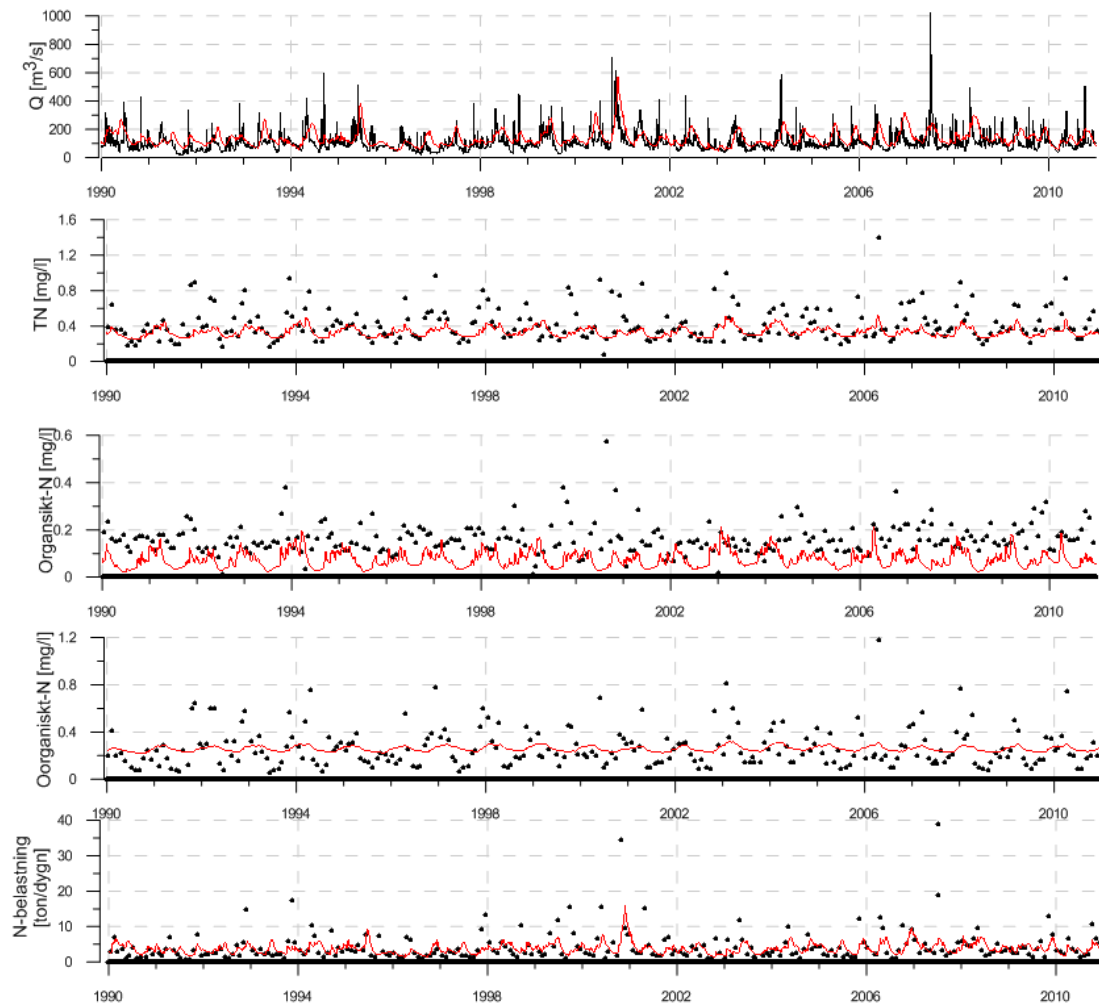
8 Bilagor

I syfte att validera modellberäkningarna från HYPE och Kustzonsmodellen har beräkningar jämförts mot uppmätt data. Här presenteras ett urval av mynningspunkters och bassängers tidserier, urvalet är baserat på tillgången på observationer, där mätpunkternas placering är representativa för hela vattenförekomsten i fråga.

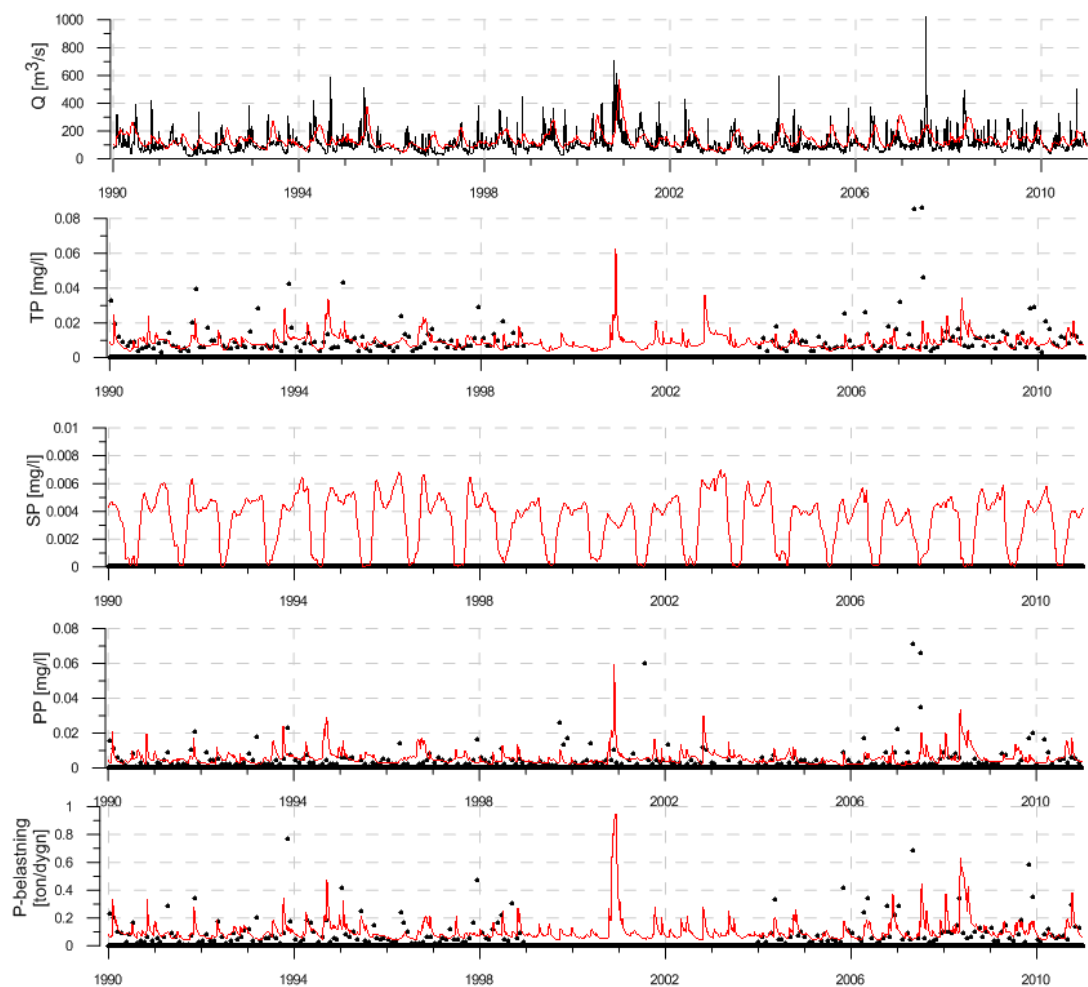
Genom att jämföra Kustzonsmodellens tidserier med observerade värden i ytan (vilket motsvara mätningar utförda på 2 m) och på ett djup nära botten erhålls en god uppfattning av hur väl modellen beskriver det faktiska förhållandet i varje område. Beräkningsperioden sträcker sig från år 1990 till och med år 2010. Nuvarande mätprogram inleddes år 2001 varför valideringen koncentrerats till de senare åren. Orsaken till den väl tilltagna beräkningsperioden är att undvika problem med felaktigt ansatta startvärden för modellen. På så sätt öka tillförlitligheten av klassificeringen av Oslofjordens tillstånd, vilken genomförts för perioden 2008-2010. Modellens insvängningsperiod är beroende av dels hur väl startvärdena är valda samt på omsättningstider av vatten och näringsämnen i havsområdet i fråga. Insvängningsperioden varierar därför från område till område.

Bilaga 1 - Validering av HYPE-modellen

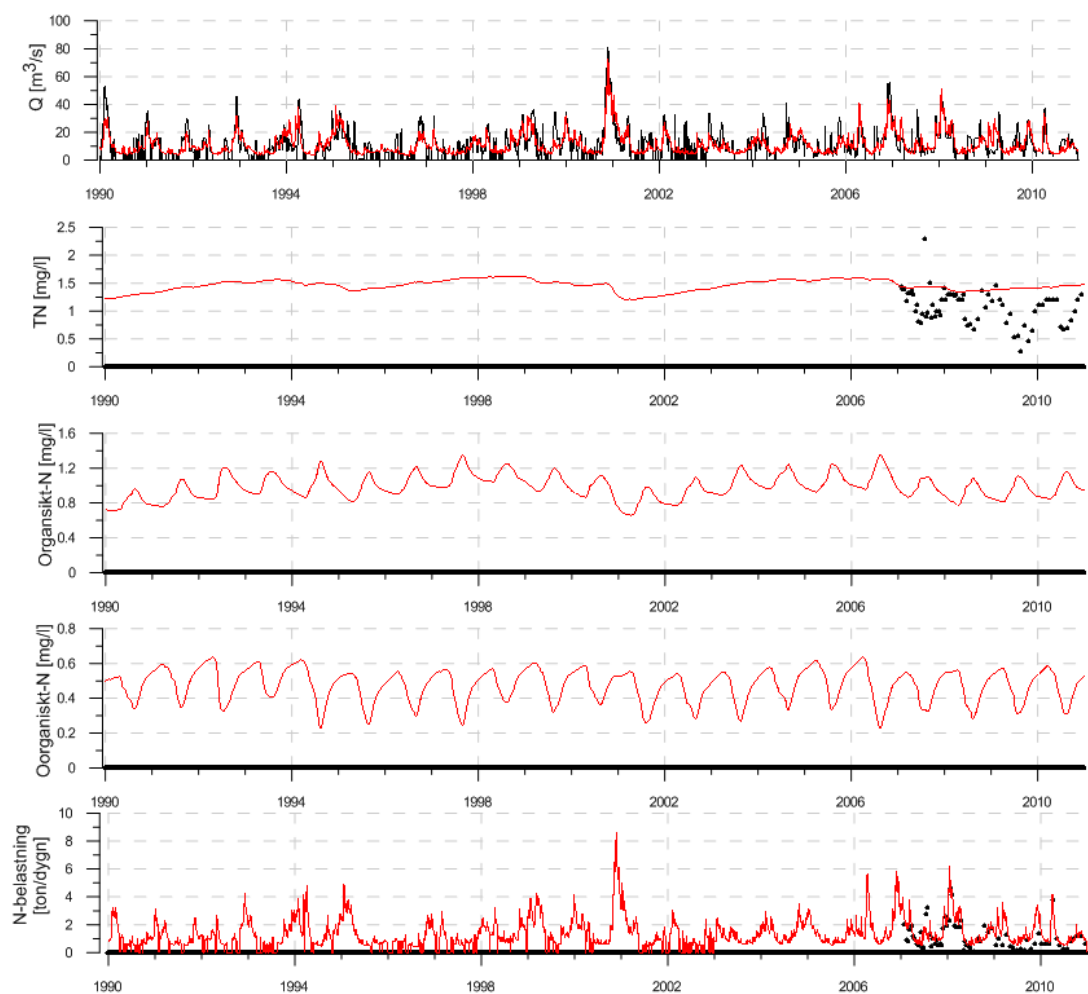
Resultaten från modellberäkningarna, under tidsperioden 1990-2010 i Figur 17-Figur 18 visas observerade och beräknade värden från Numedalslågens mynningspunkt som ligger i Larviksfjorden. Figur 19-Figur 20 visas observerade och beräknade värden från Mossefossens mynningspunkt som ligger i Mossesundet.



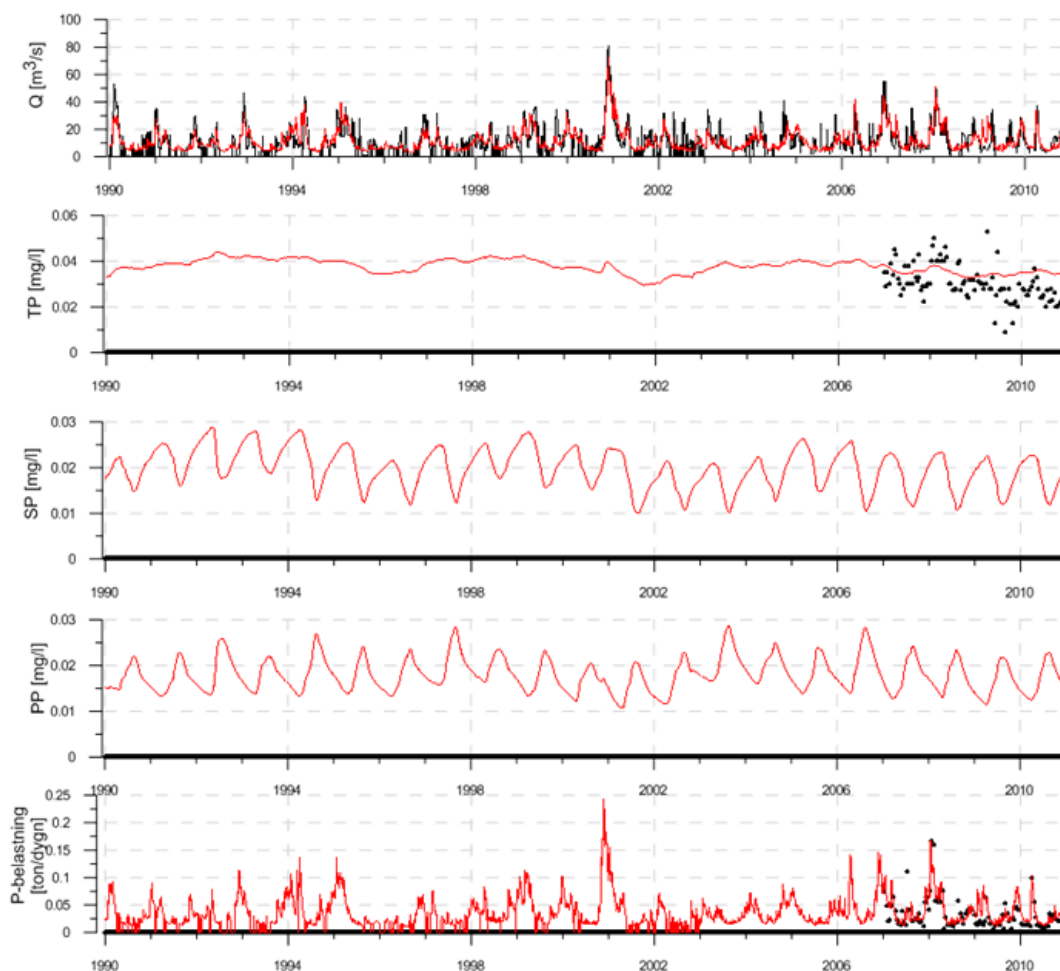
Figur 17 Jämförelse mellan uppmätta (svart) och beräknade (röd) kvävekoncentrationer i Numedalslågens mynning under perioden 1990-2010. Överst visas vattenföring, nedan visas koncentrationer (mg/l) av totalkväve, organisk kväve och oorganiskt kväve. Längst ner visas den totala belastningen som når Larviksfjorden.



Figur 18 Jämförelse mellan uppmätta (svart) och beräknade (röd) fosforkoncentrationer i Numedalslägens mynning under perioden 1990-2010. Överst visas vattenföring, nedan visas koncentrationer (mg/l) av totalfosfor, suspenderat fosfor och partikulärt fosfor. Längst ner visas den totala belastningen som når Larviksfjorden.



Figur 19 Jämförelse mellan uppmätta (svart) och beräknade (röd) kvävekoncentrationer i Mossefossens mynning under perioden 1990-2010. Överst visas vattenföring, nedan visas koncentrationer (mg/l) av totalkväve, organisk kväve och oorganiskt kväve. Längst ner visas den totala belastningen som når Mossesundet.



Figur 20 Jämförelse mellan uppmätta (svart) och beräknade (röd) fosforkoncentrationer i Mossefossens mynning under perioden 1990-2010. Överst visas vattenföring, nedan visas koncentrationer (mg/l) av totalfosfor, suspenderat fosfor och partikulärt fosfor. Längst ner visas den totala belastningen som når Mossesundet.

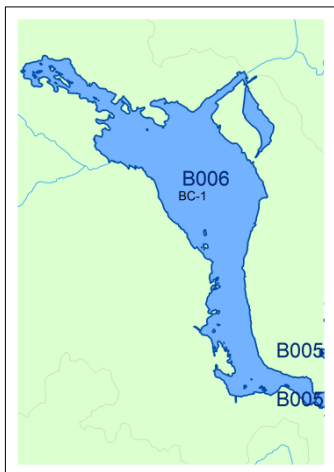
HYPE- modellens beräkningar av fraktioner av näringsämnen är helt beroende av varandra vilket gör att det ibland är svårt att få rätt mängd till rätt fraktion. Fraktionerna av kväve och fosfor från punktkällorna delas upp standardmässigt enligt givna kvoter i modellen och ser alltså därför ut på samma sätt i hela området. I exempelvis Numedalslågens mynningspunkt visar beräkningar generellt på för låg organisk kvävehalt.

I Mossefossen mynning kan man se en dynamik i observationerna som modellen inte fångar. En anledning kan vara att områden vars punktkällor påverkar utsläppen i stor grad i modellen bidrar till att en del av den dynamiken som finns jämnas ut då utsläppen från dessa fördelas jämt över årets alla dagar.

Belastningen som visas längst ner i graferna beräknas utifrån vattenföring och koncentration. Det är belastningen som sedan används i Kustzonsmodellen. Den beräknade belastningen visar på en god överensstämmelse med den uppmätta belastningen.

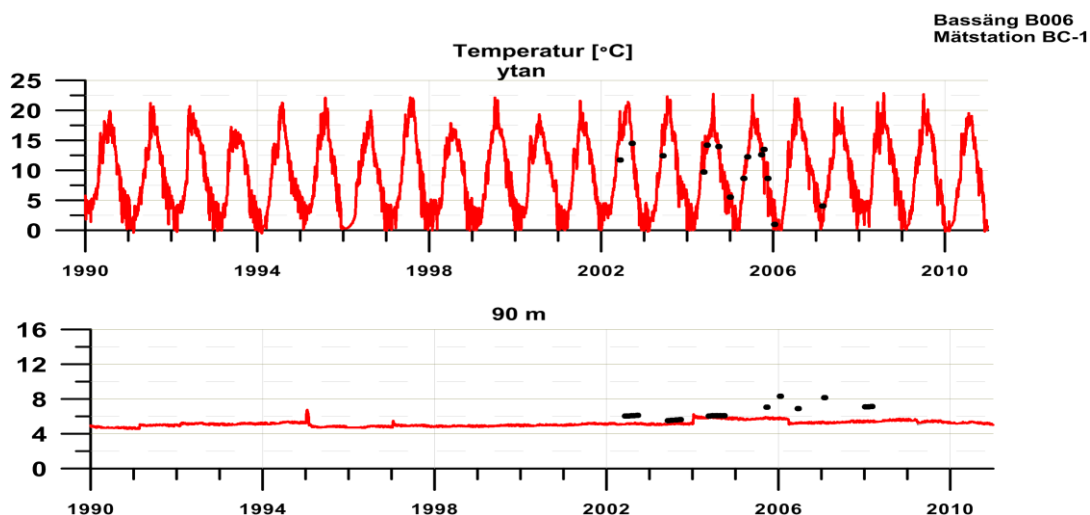
Bilaga 2 – Validering av Kustzonsmodellen

8.1 Frierfjorden B006



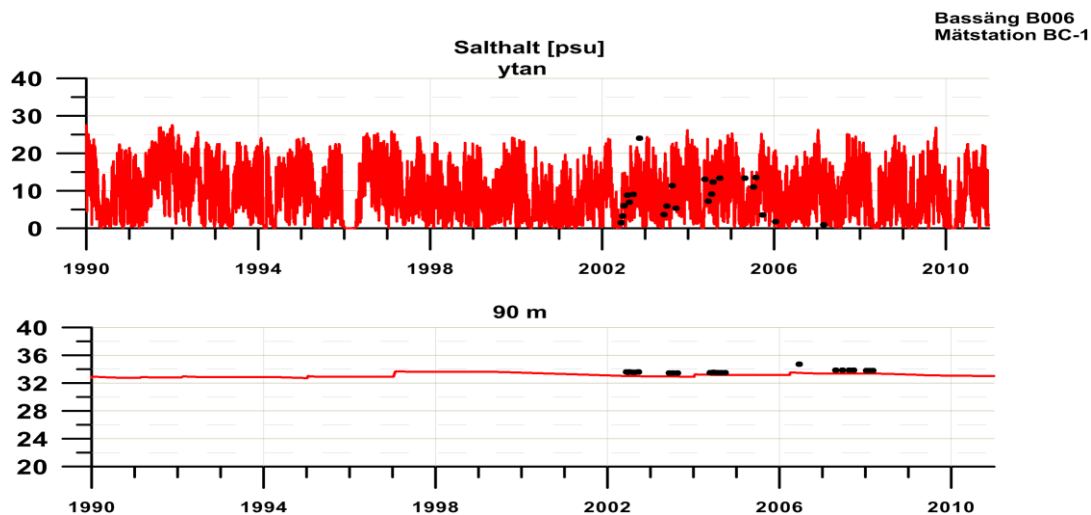
Figur 21 Karta över Frierfjorden (B006) där station BC-1 är markerad.

Ett flertal industrier och reningsverk har utsläpp som direkt eller via vattendrag mynnar i Frierfjorden. Efter att på 80 och 90-talet ha genomfört en ökad rening har tillförseln till området reducerats. Fortfarande observeras dock stagnationsperioder där dåliga syrgasförhållanden ofta varar mer än ett år.



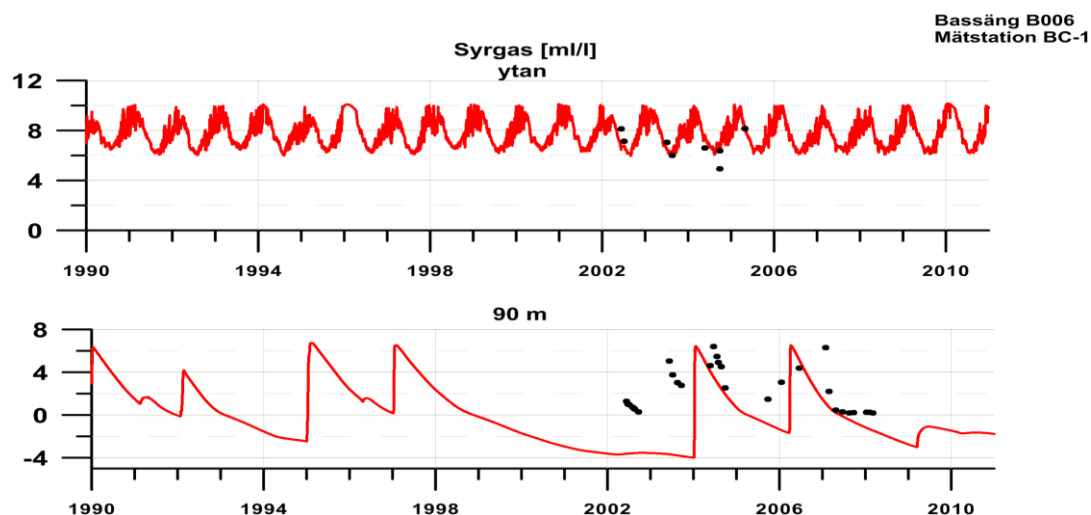
Figur 22 Temperatur (°C) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 90 m djup jämfört med observationer från station BC -1.

Kustzonsmodellens beräkningar av temperatur stämmer mycket väl överens med de observationer som registrerats i ytvattnet. Överstämelsen är även god i djupvattnet dock finns mindre fluktuationer i mätningarna under åren 2006-2008 som modellen inte fångar.



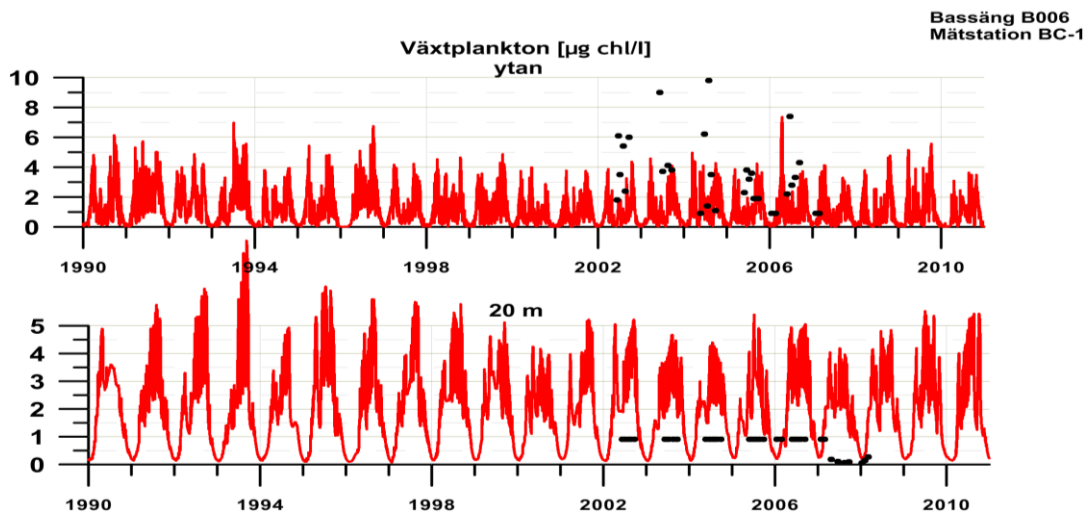
Figur 23 Salthalt (PSU) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 90 m djup jämfört med observationer från station BC -1.

Observationer och Kustzonsmodellens beräkningar visar på stora fluktuationer i ytvattnets salthalt vilket tyder på en stark påverkan av tillrinningen från Skienselva. Djupvattnet påverkas inte av denna tillrinning utan en salthalt med endas små variationer återfinns i modellens beräkningar såväl som observationer.



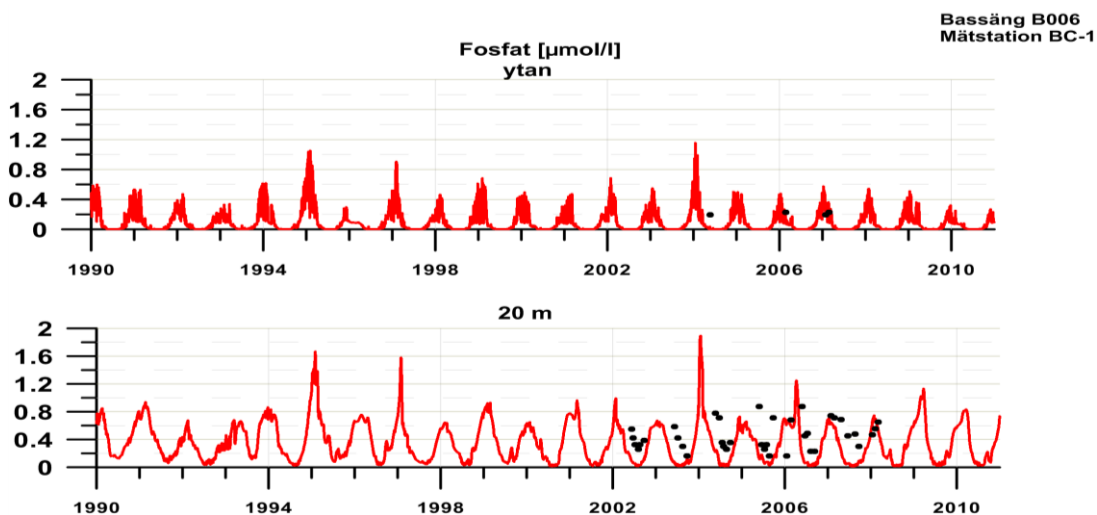
Figur 24 Syrgashalt (ml/l) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 90 m djup jämfört med observationer från station BC -1.

Kustzonsmodellen beräkningar visar på långa stagnata perioder på 90 m. Under dessa perioder förbrukas syrgasen helt och redovisas som ett negativt värde. Då ett tungt syrgasrikt vatten tränger ner till de djupa delarna av bassängen syresätts botten på nytt vilket visar sig som toppar i modellen. Modellen visar att inträngningar av syrgasrikt vatten inte sker årligen utan följs ibland av långa perioder med sämre syrgasförhållanden. Observationerna som visar på en god överensstämmelse under den period då det finns mätningar visar också att syrgas i djupvattnet hinner förbrukas helt innan nytt syrgasrikt vatten åter strömmar in i området.



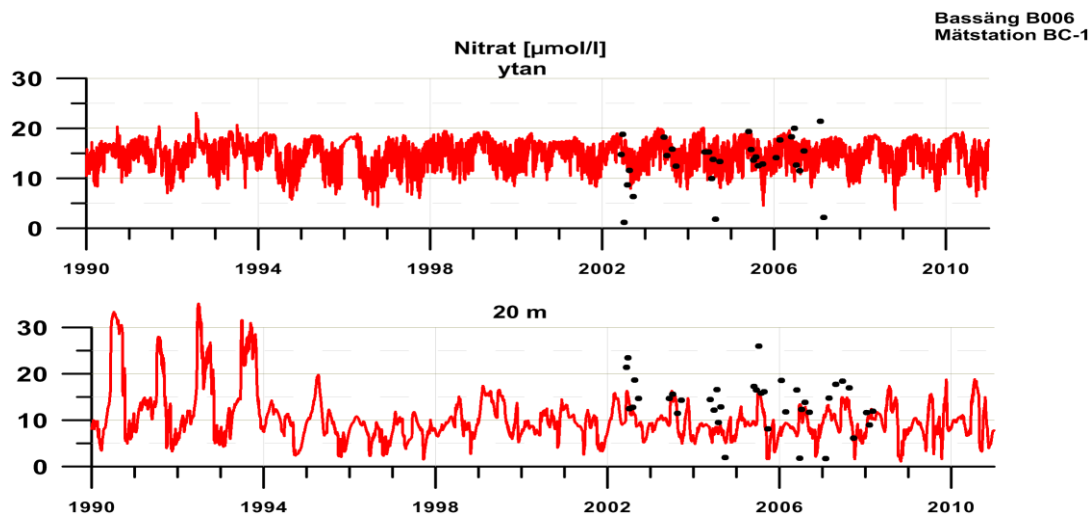
Figur 25 Växtplankton ($\mu\text{g chl/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station BC-1.

Den klorofyllhalt som redovisas från Kustzonmodellen är snarare ett mått på biomassa där de tre typerna av växtplankton har summerats och översatts till klorofyll. I och med att modellen nu tar hänsyn till tre typerna av växtplankton så ges ett bättre mått klorofyllhalten. Fortfarande finns det dock svårigheter att validera modellens klorofyllhalt utifrån jämförelser med mätdata, då det är svårt att fånga den verkliga variation som sker av växtplankton och således klorofyll. I ytvattnet visar modellen på en relativt god anpassning bortsett ifrån att enstaka observationer under sommaren som visar på en högre halt. I djupvattnet är det svårt att dra några slutsatser då de flesta av observationerna tyder på en halt under detektionsgränsen.



Figur 26 Fosfathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station BC -1.

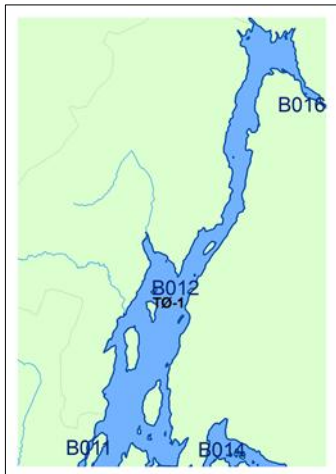
Kustzonsmodellen resultat stämmer väl överens med observationer i djupvattnet. I ytvattnet finns få observationer men utifrån tillgänglig data så bedöms anpassningen som god.



Figur 27 Nitrathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station BC -1.

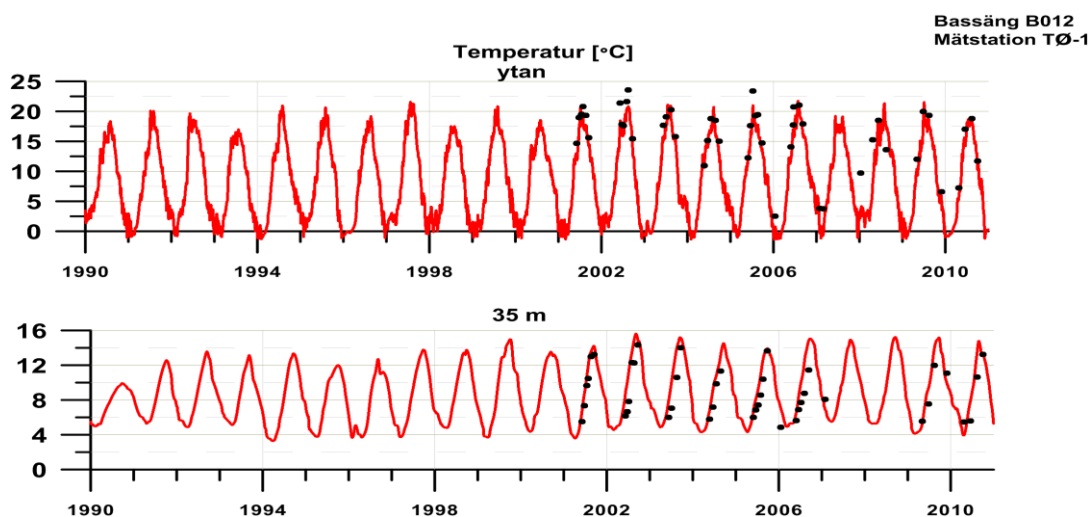
Kustzonsmodellen visar en fluktuerande årsvariation, framför allt i ytan. Observationer av låga nitrathalter återfinns i ytvattnet vid tre tillfällen under de sex åren med mätdata. Dessa avvikelser har modellen inte fångat upp men i övrigt är anpassningen god. På 20 m är årsvariationen inte lika tydlig.

8.2 Vestfjorden B012



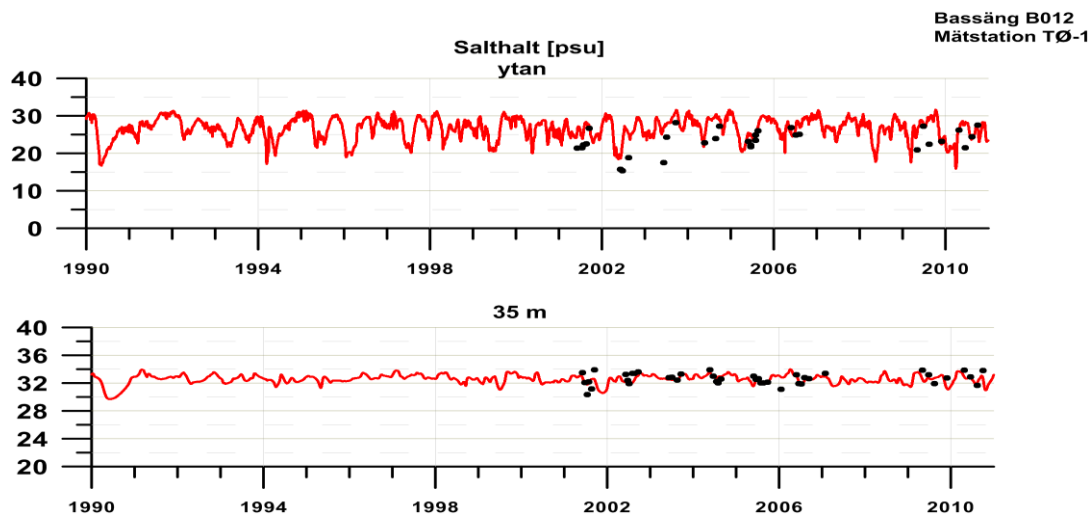
Figur 28 Karta över Vestfjorden (B012) där mätstation TØ-1 är markerad.

Vestfjorden påverkas av ett fåtal punktkällor med utsläpp i området samt ett antal industrier och reningsverk vars utsläpp når Vestfjorden via Aunliälven. Det grunda tröskelområdet som avskärmar fjorden mot det öppna havet medför att vattenutbytet i området är litet.



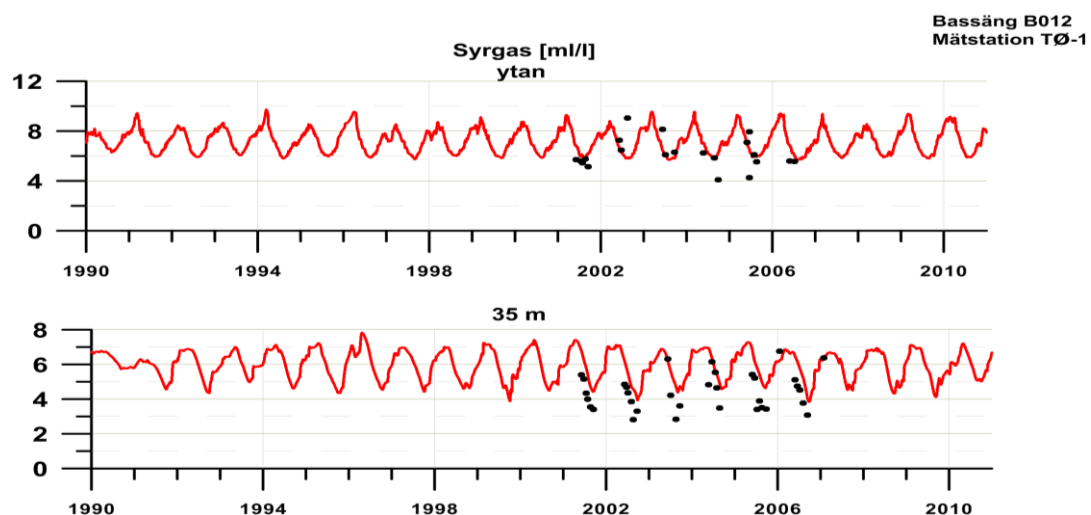
Figur 29 Temperatur (°C) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 35 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station TØ-1.

Kustzonsmodellens temperaturfluktuationer återspeglar variationerna i mätdata väl.



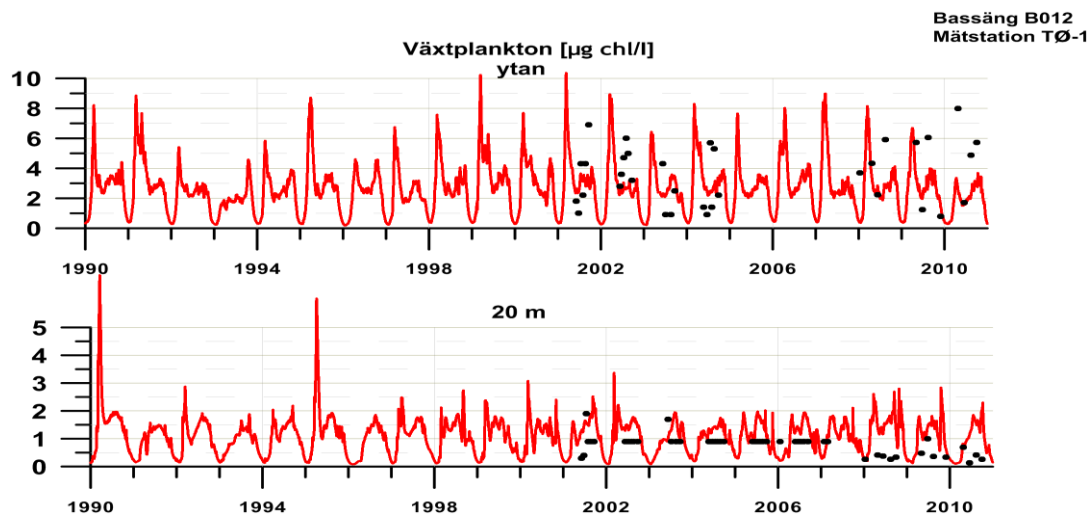
Figur 30 Salthalt (PSU) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 35 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station TØ-1.

Observationer och beräknad salthalt från Kustzonsmodellen visar på tydliga fluktuationer i ytvattnet som är en följd av tillrinningen från Aunliälven. På 35 m återfinns små fluktuationer i både observationer och modellresultat.



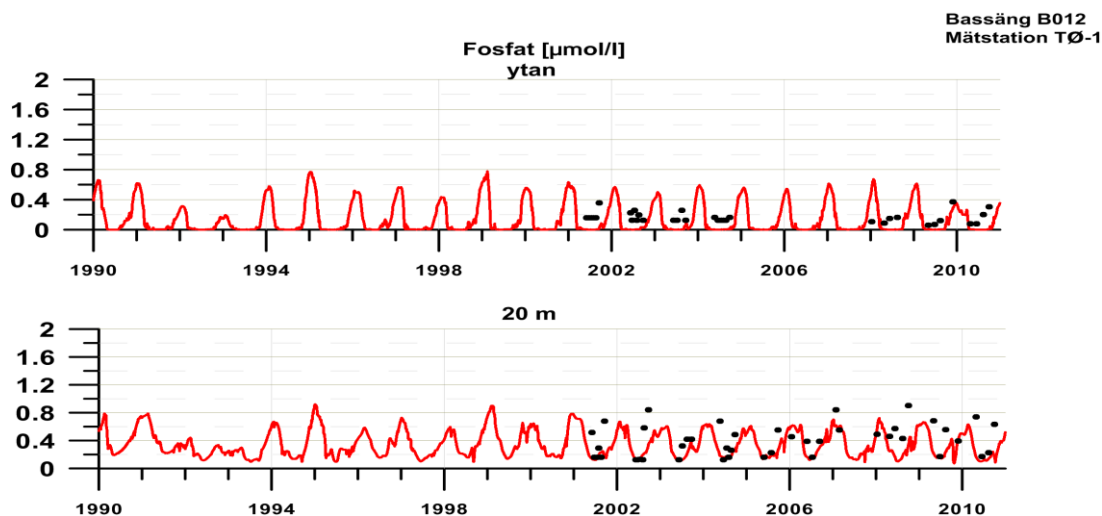
Figur 31 Syrgashalt (ml/l) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 35 m djup jämfört med observationer från station TØ-1.

Kustzonsmodellens syrgashalt visar på en årlig variation. På 35 m visar observationerna en något lägre syrgashalt under sommarperioden än vad modellen gör. Modellen och observationerna visar dock på ett väl syresatt vatten.



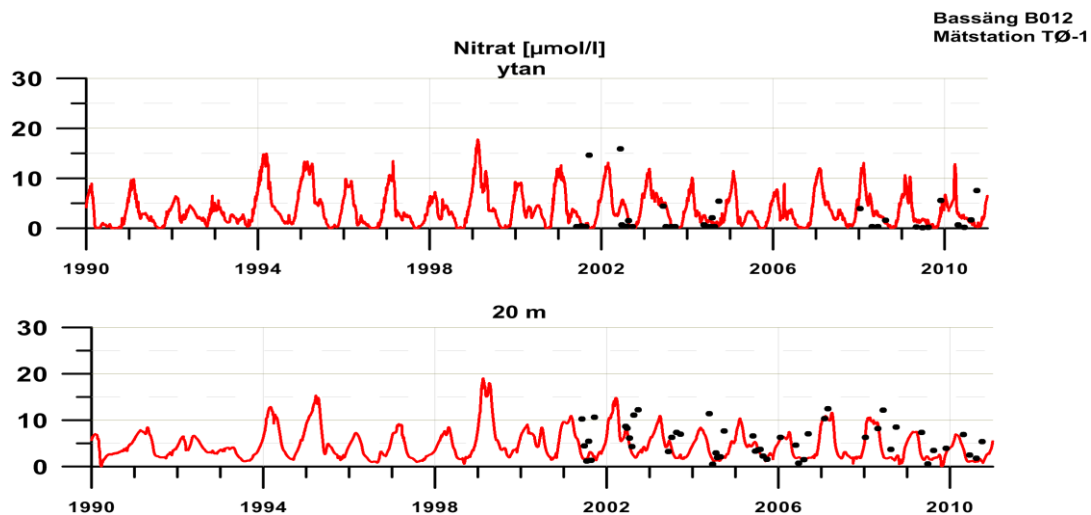
Figur 32 Växtplankton ($\mu\text{g chl/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station TØ-1.

I Vestfjorden beskriver Kustzonsmodellen klorofyllhalten väl i jämförelse med observationer. I mitten av sommaren då flagellaterna till största del styr klorofyllhalten förekommer avvikelser. Det är dock svårt att dra vidare slutsatser om detta då avvikelserna pekar åt båda håll. I djupvattnet är det samma typ av art som bidrar till att klorofyllhalten går högre än observerade värden. I mitten av perioden med observationer tyder mätningarna på värden under detektionsgränsen i djupvattnet.



Figur 33 Fosfathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station TØ-1.

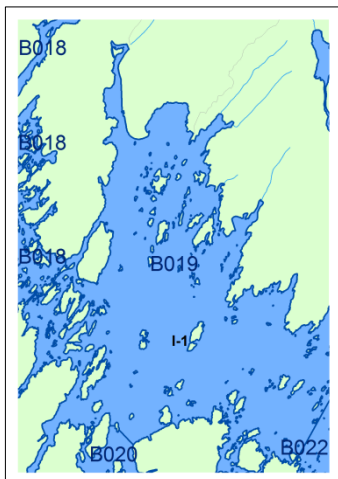
Kustzonsmodellens fosfathalter visar på en tydlig årsvariation. Enligt modellresultat förbrukas fosfatet helt under sommaren i ytvattnet. Observationerna under 2001-2005 följer inte samma mönster men tyder också på att detektionsgränser är nådd. I slutet av perioden förekommer mätningar av lägre halter och en bättre anpassning mellan modellerade halter och observationer förekommer. I djupvattnet återfinns en god överensstämmelse.



Figur 34 Nitrathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station TØ-1.

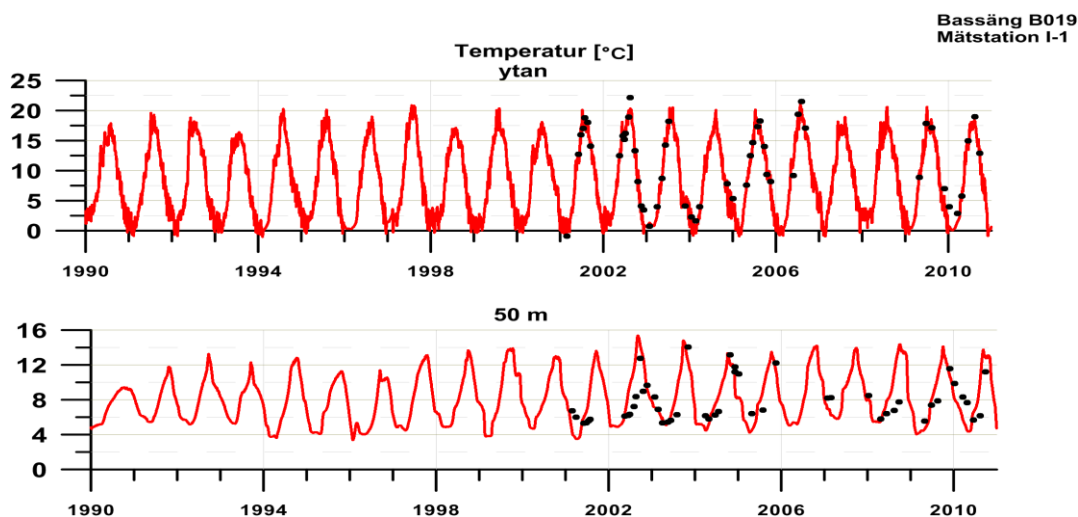
Kustzonsmodellens resultat stämmer väl överens med observerade data i Vestfjordens ytvatten. I djupvattnet förekommer en tydlig årscykel vilken inte är fullt så tydlig i observationerna. Dock överensstämmer modellresultat och observationer väl vid de flesta av mättillfällena.

8.3 Inre Løperen B019



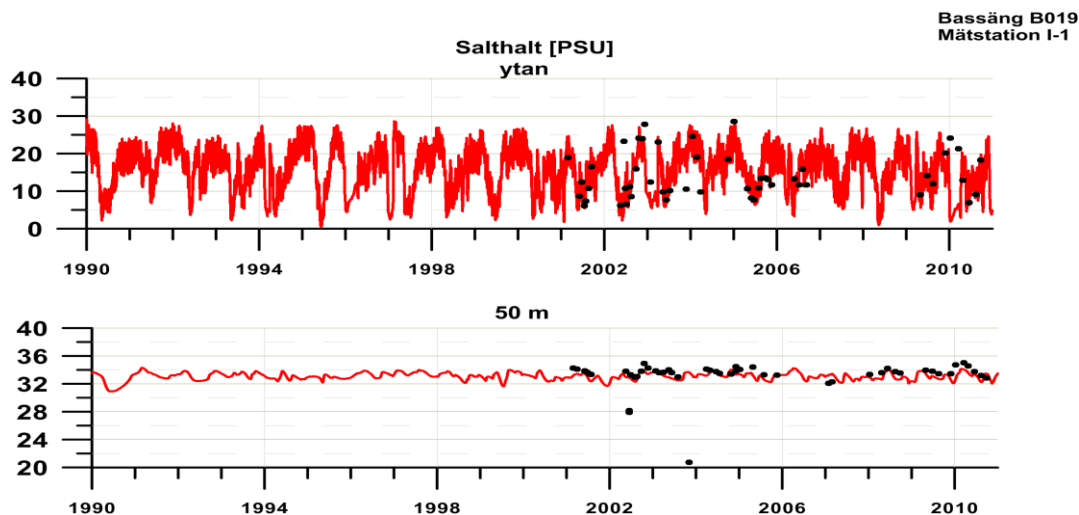
Figur 35 Karta över Inre Løperen (B019) där mätstation I-1 är markerad.

Stora delar av Glomma har sitt utlopp i Inre Løperen och är därmed starkt påverkad av dess belastning. Längst Glomma finns ett antal industrier och reningsverk vars utsläpp mynnar i Inre Løperen. Topografin i området är komplicerad med ett antal större och mindre, väl avgränsade bassänger. Ett utanförliggande skärgårdsområde, avskärmar Inre Løperen från det öppna havet och begränsar vattenutbytet i området.



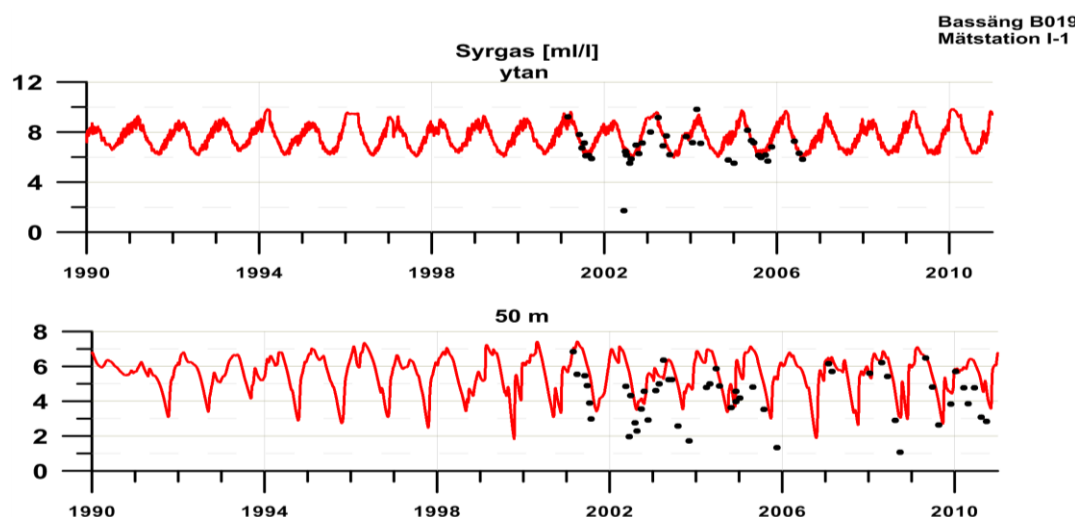
Figur 36 Temperatur (°C) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 50 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station I-1.

Jämförelsen mellan observerad och beräknad temperatur i Inre Løperen visar att Kustzonsmodellen väl beskriver temperaturvariationerna i området.



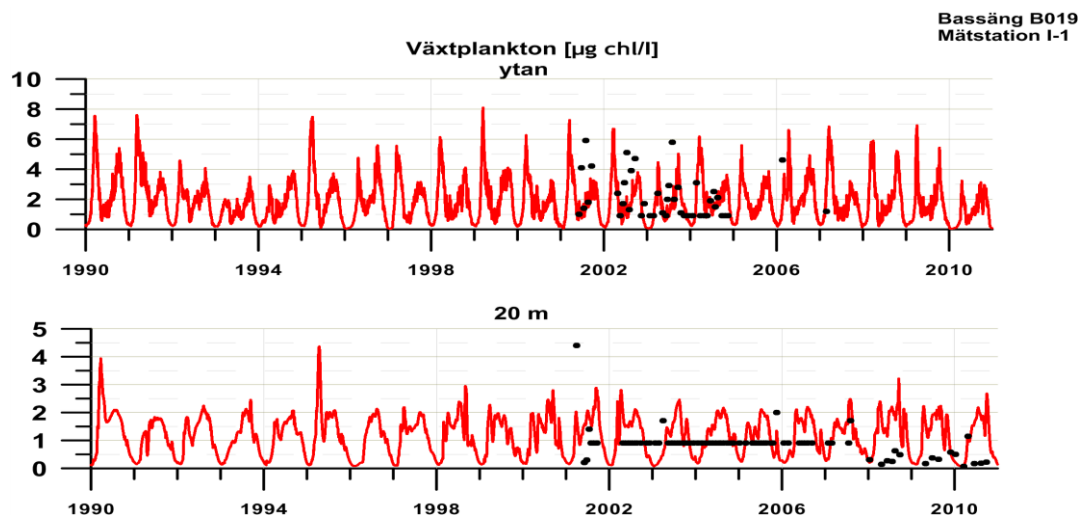
Figur 37 Salthalt (PSU) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 50 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station I-1.

Salthalten från Kustzonsmodellen stämmer väl överens med observationerna i såväl ytvattnet som på 50 m. Fluktuationerna i ytvattnet visar på en tydlig påverkan av Glommas tillrinning. Även på 50m syns fluktuationer i modellresultat och observationer.



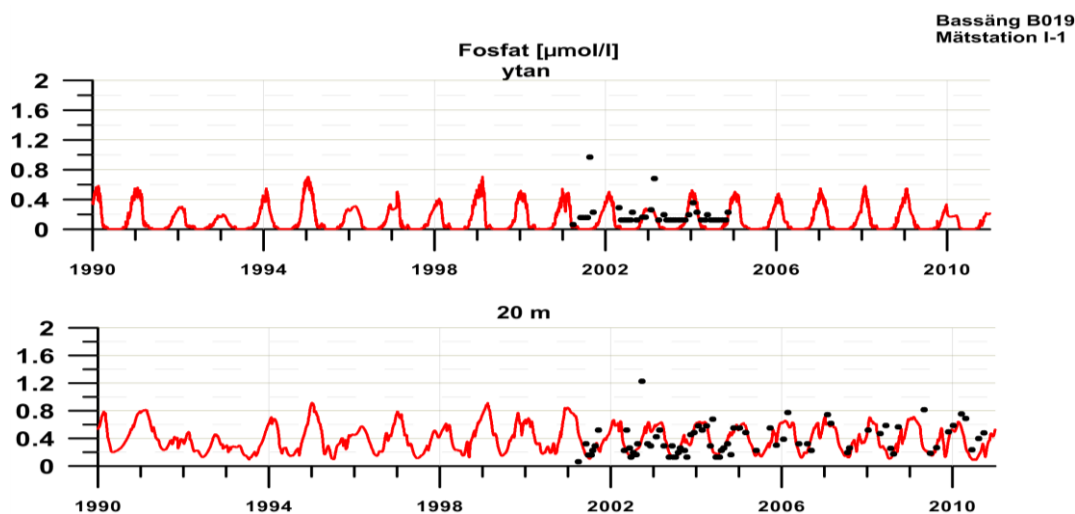
Figur 38 Syrgashalt (ml/l) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 50 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station I-1

Såväl observerad syrgashalt som modellberäknad syrgashalt visar på en tydlig årstidsvariation i både ytan och botten. I ytan stämmer Kustzonsmodellens beräkningar väl med observerade mätdata. Under vissa år påträffas låga syrgashalter under höst/vinter. Modellen har under dessa år inte fångat den frånvaro av syrgasrikt vatten som skapar sådana förhållanden.



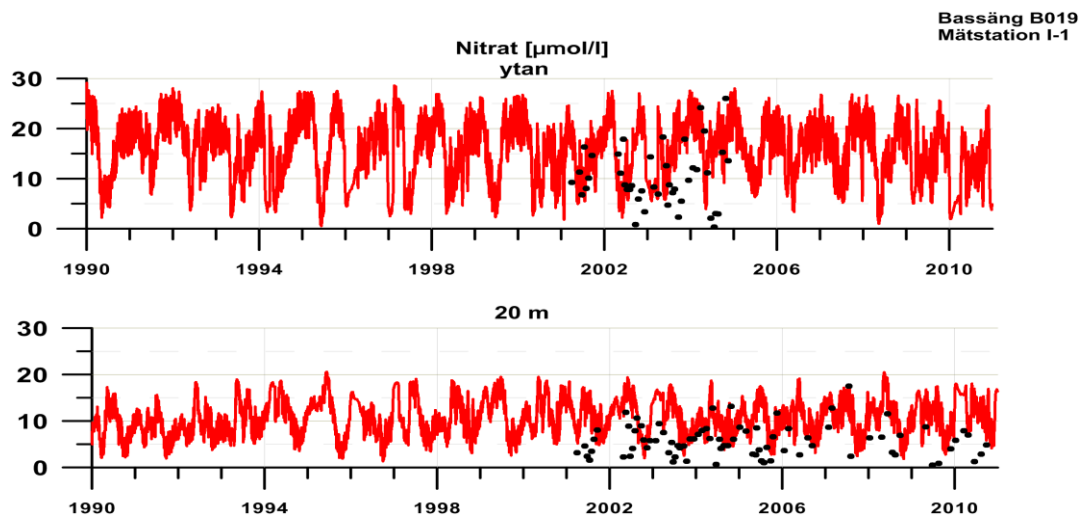
Figur 39 Växtplankton ($\mu\text{g chl/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station I-1.

Kustzonsmodellens klorofyllhalt stämmer bra överens med observerade halter i ytvattnet. I djupvattnet är resultaten svårbedömda då merparten av observationerna tyder på värden under detektionsgränsen. För de tre sista åren kan slutsatsen att modellen beräknar för höga klorofyllhalter i allmänhet under sommaren dras, detta gäller dock inte för de tidigare åren av perioden med observationer.



Figur 40 Fosfathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station I-1.

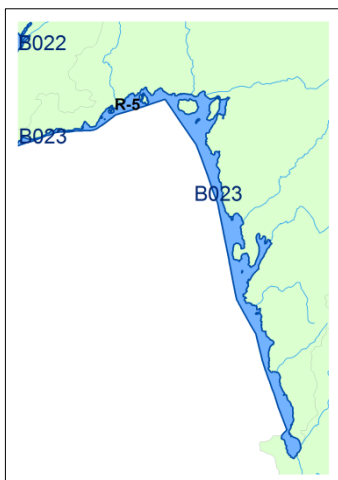
Kustzonsmodellens fosfathalter och observationer visar på liknade halter i ytvattnet såväl som på 20 m. På båda djupen återfinns en tydlig årsvariation men under sommaren kan man i ytvattnet se att all fosfat förbrukas i modellresultatet. I ytvattnets observationer kan man inte se detta men dessa tyder också på att detektionsgränsen är nådd.



Figur 41 Nitrathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station I-1.

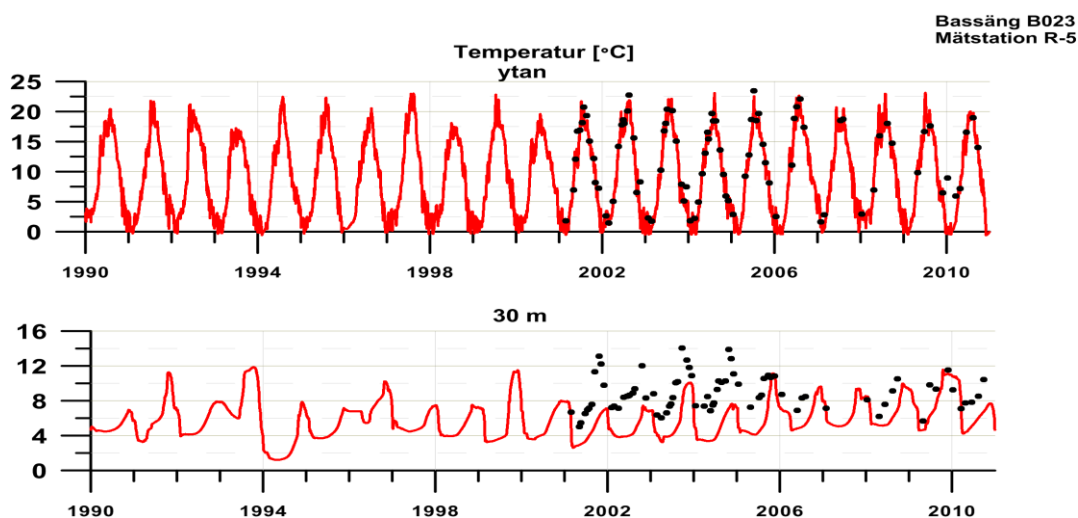
Glommas stora flöde påverkar även nitrathalterna i ytan i inre Løperen. Kustzonsmodellen visar på mycket stora fluktuationer av nitrathalten i ytan, vilka väl överensstämmer med mätningarna. Jämfört med ytvattnet visar observationer och modellresultat på mindre fluktuationer men påverkan syns fortfarande tydligt. I slutet av mätserien visar modellen en betydligt högre halt under sommaren för enstaka mätningar. Då ett visst utbyte med ytvattnet sker enligt tidigare grafer kan den något höga koncentrationen på 20 m bero på en för hög belastning från land som via ytvattnet når djupvattnet eller en för hög belastning från utsjön.

8.4 Idefjorden B023



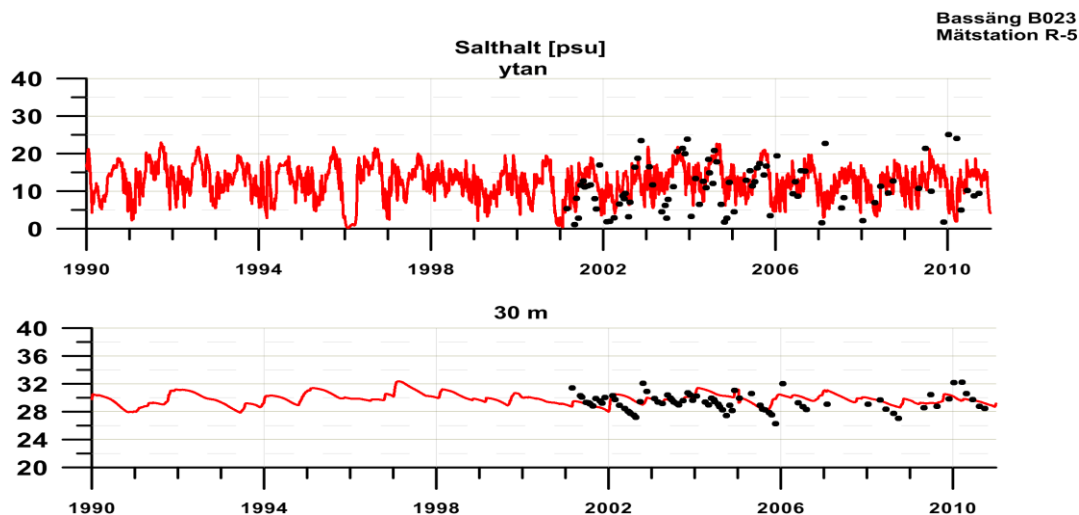
Figur 42 Karta över Idefjorden (B023) där mätstation R-5 är markerad.

Idefjorden har varit starkt påverkat av reningsverk, industrier och lantbruk. Trots förbättringar observeras fortsatt låga syrgashalter i de djupa delarna av området. På grund av Idefjordens läge och trånga sund som består av ett grunt tröskelområde är utbytet med utanförliggande vatten begränsat.



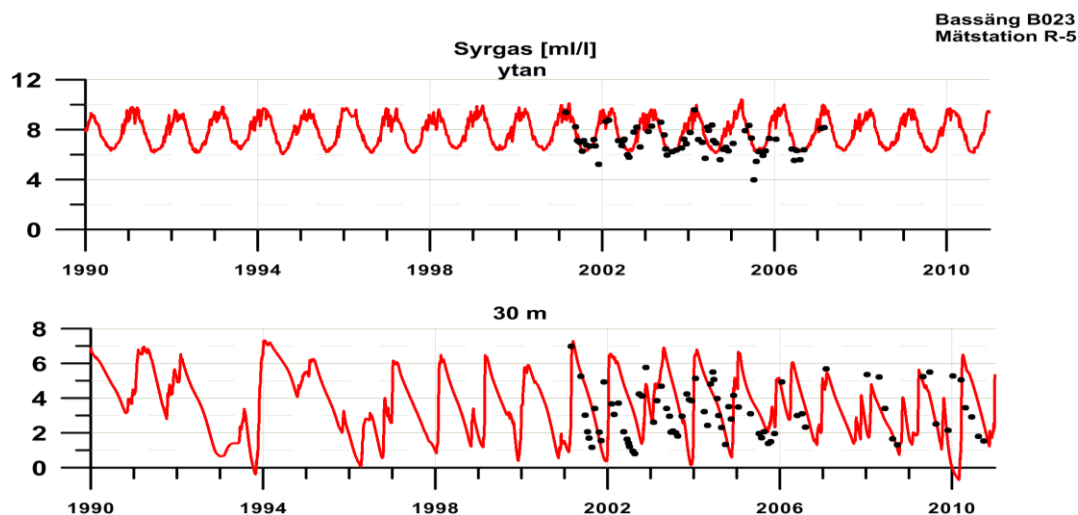
Figur 43 Temperatur (°C) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 30 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station R-5.

Den fysikaliska modell som ligger till grund för Kustzonsmodellen är en gång utvecklad med speciellt fokus på termodynamiken i modellen, vilket också återspeglar sig i att Kustzonsmodellens temperaturvariationer väl stämmer överens med observerad temperatur. På större djup dominerar ofta de horisontella utbytesprocesserna över de termodynamiska processerna och större avvikelser kan förekomma. I slutet av beräkningsperioden visar modellen på en bättre anpassning i djupvattnet än i början av perioden. Detta kan bero på att beskrivningen av vattentillförseln från utanförliggande bassänger stämmer bättre överens med de verkliga förhållandena under denna period.



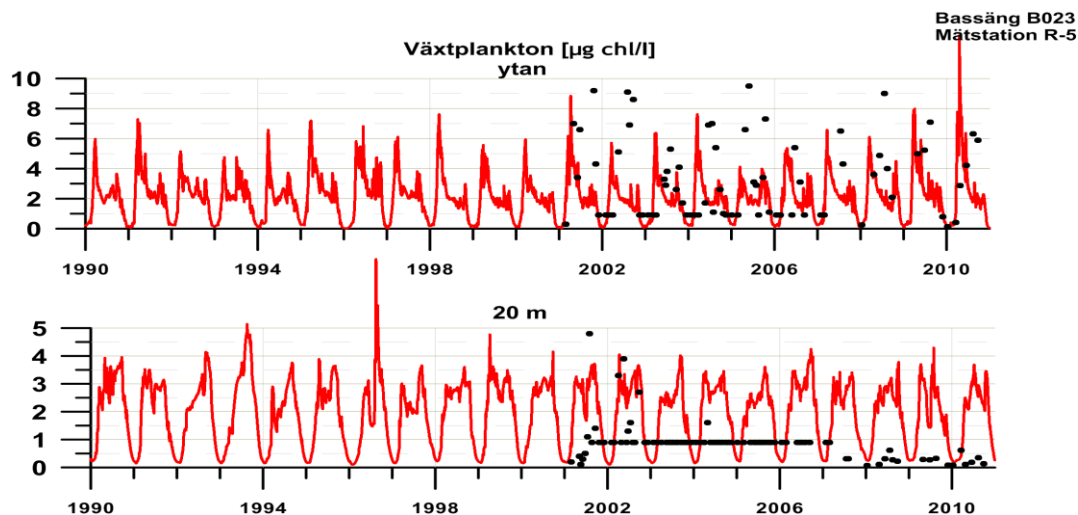
Figur 44 Salthalt (PSU) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 30 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station R-5.

Såväl observationer som Kustzonsmodellens resultat visar på ett ytvatten med variabel salthalt, starkt påverkat av tillrinningen från Enningdalsälven och ett djupvatten på 30 m djup med mindre fluktuationer. Både mätdata och observationer visar på att djupvattnet byts ut vid enstaka tillfällen varje år.



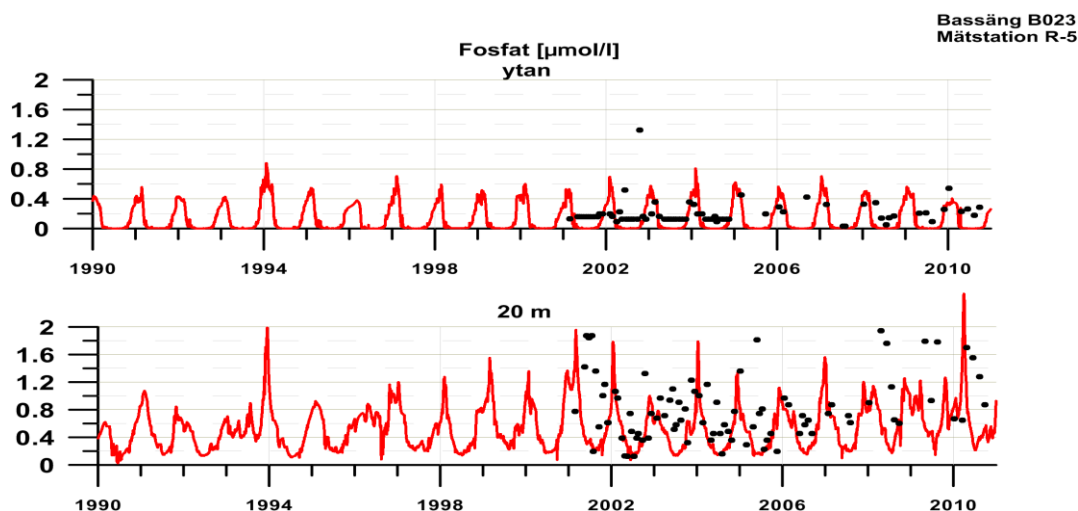
Figur 45 Syrgashalt (ml/l) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 30 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station R-5.

Kustzonsmodellens beräkningar visar tydligt att vattnet i de djupaste delarna (30 m) byts ut årligen. Mellan dessa, oftast korta, inflödesperioder förbrukas syrgasen så att mycket låga värden uppnås mot slutet av produktionssäsongen. I slutet av beräkningsperioden visar modellens resultat en helt syrgasfri period. Mätningarna visar på att modellen har fångat dynamiken i området väl. I ytvattnet simulerar Kustzonsmodellen en högre halt än vad observationerna visar under ett par somrar.



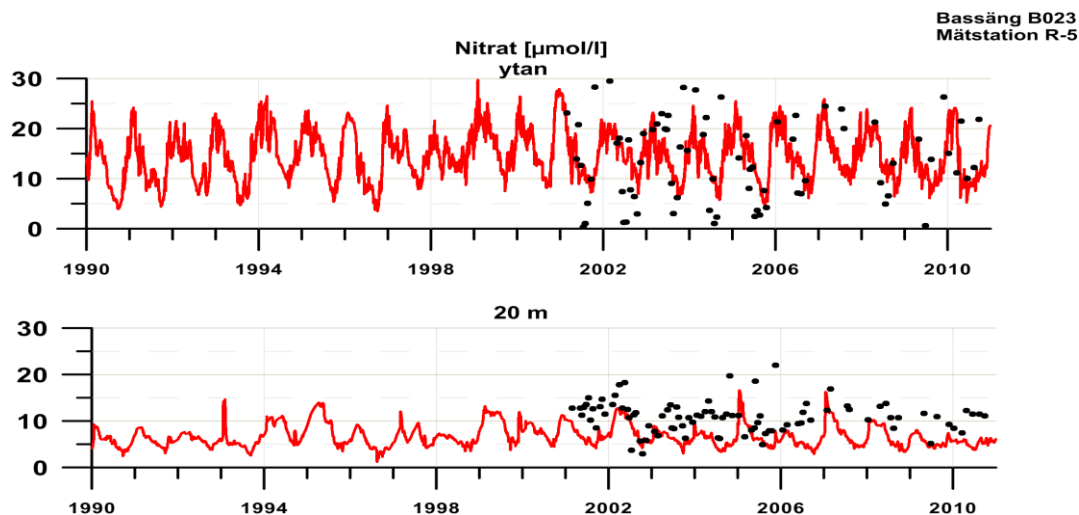
Figur 46 Växtp plankton ($\mu\text{g chl/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station R-5.

Den uppmätta klorofyllhalten i ytvattnet visar en spridning mellan 0 och 10 $\mu\text{g chl/l}$. En tydlig dynamik är svår att se i observationerna medan en årlig variation återfinns i modellresultatet. Modellens klorofyllhalter når under våren upp till de högsta observationerna vilket den tidigare Kustzonsmodellen hade svårt att göra då 3-plankton modellen ej var implementerad. På 20 meters djup förekommer samma problematik som tidigare beskrivits, se Inre Løperen klorofyll.



Figur 47 Fosfathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station R-5.

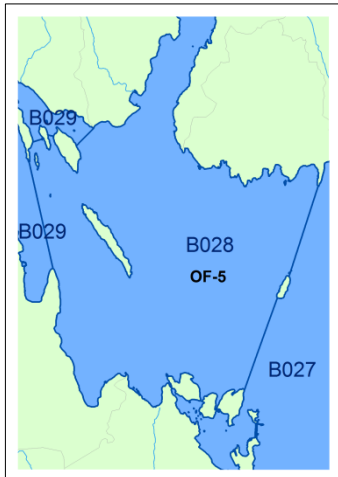
Kustzonsmodellens fosfathalt uppvisar en tydligare årstidsvariation än observationerna i ytan. I början av mätserien förekommer mätningar som tyder på halter under detektionsgränsen. Mätningarna på 20 m visar på en större variation än modellen även om spridningen i variationen är inom samma intervall. Medelnivåerna av Kustzonsmodellens fosfathalter på 20 m stämmer dock väl med observationerna.



Figur 48 Nitrathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station R-5.

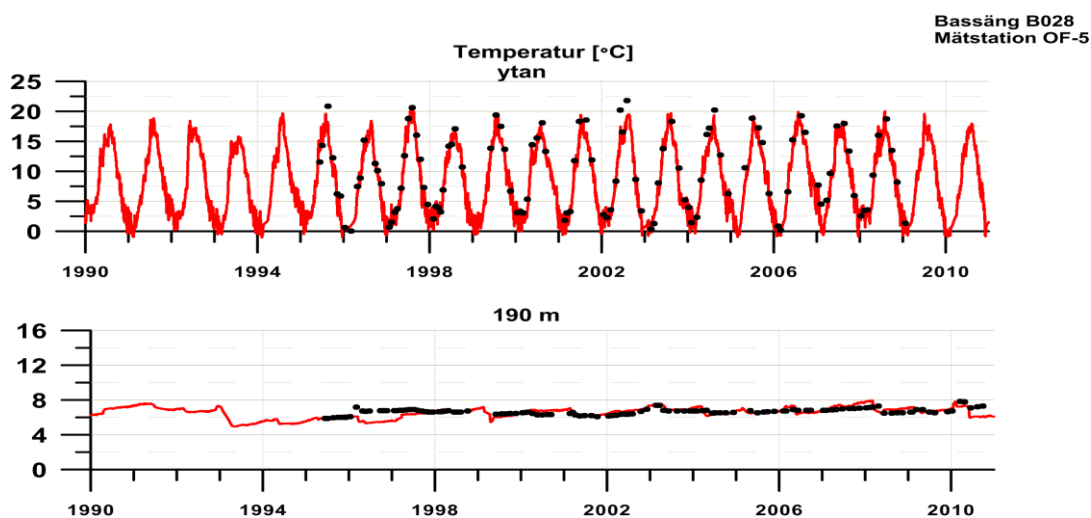
Idefjordens ytvatten uppvisar vintertid höga nitrathalter. Det är också tydligt att det finns en återkommande årstidsdynamik i nitrathalten. Kustzonsmodellens beräkningar och observerade värde stämmer överlag väl överens. Fram till och med 2006 visar observationerna nitrathalter inom ett större spann än Kustzonsmodellens halter. Efter 2006 överensstämmer observationer och modellresultat väl. På 20 m simulerar Kustzonsmodellen en lägre nitrathalt än vad som kan ses i mätningar. Detta beror på svårigheterna att beskriva det inkommande flödet till Idefjorden.

8.5 Breiangeren B028



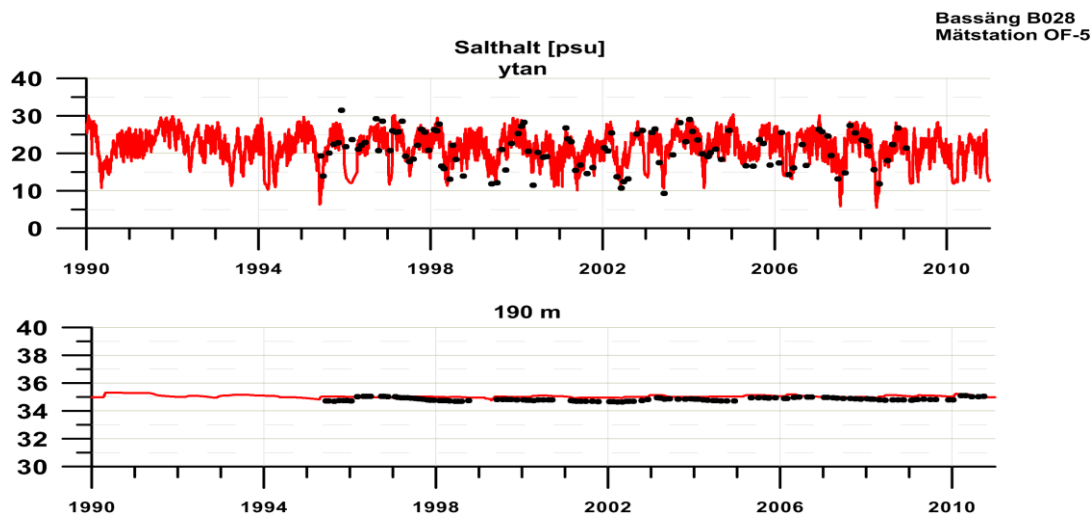
Figur 49 Karta över Breiangeren (B028) där mätstation OF-5 är markerad.

Tidigare undersökningar och beräkningar visar att tillförseln av organiskt material är mindre till Breiangerenbassängen än i den utanförliggande Rauøybassängen, men att de lägsta syrgashalterna uppmäts i Breiangeren, på grund av bassängens betydligt sämre vattenutbyte. Breiangeren har ett fåtal punktkällor var utsläpp, direkt eller via vattendrag, når bassängen men i anslutning till angränsande basängar finns ett flertal industrier och reningsverk.



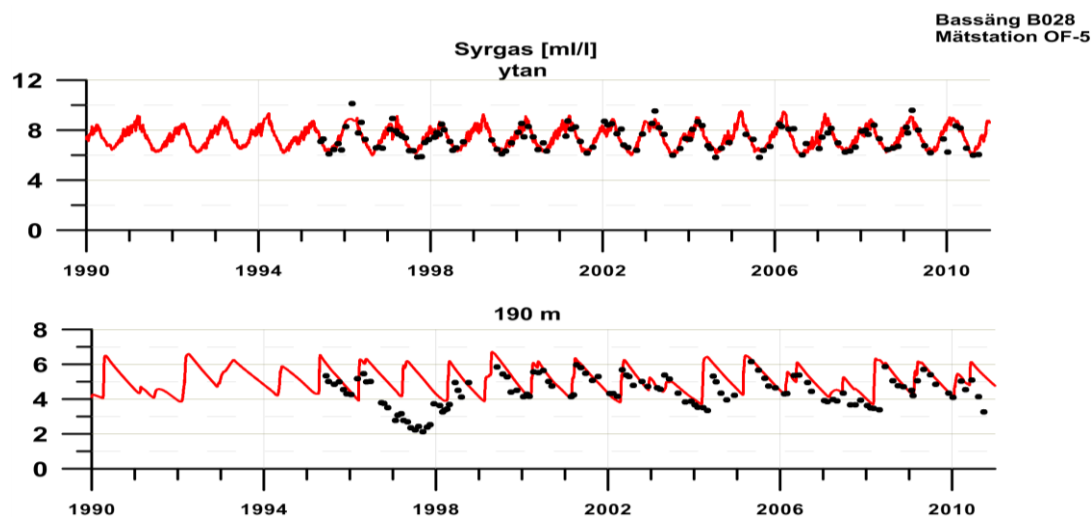
Figur 50 Temperatur (°C) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 190 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station OF-5.

Jämförelsen mellan observerad och beräknad temperatur visar att Kustzonsmodellen väl beskriver temperaturvariationerna i området.



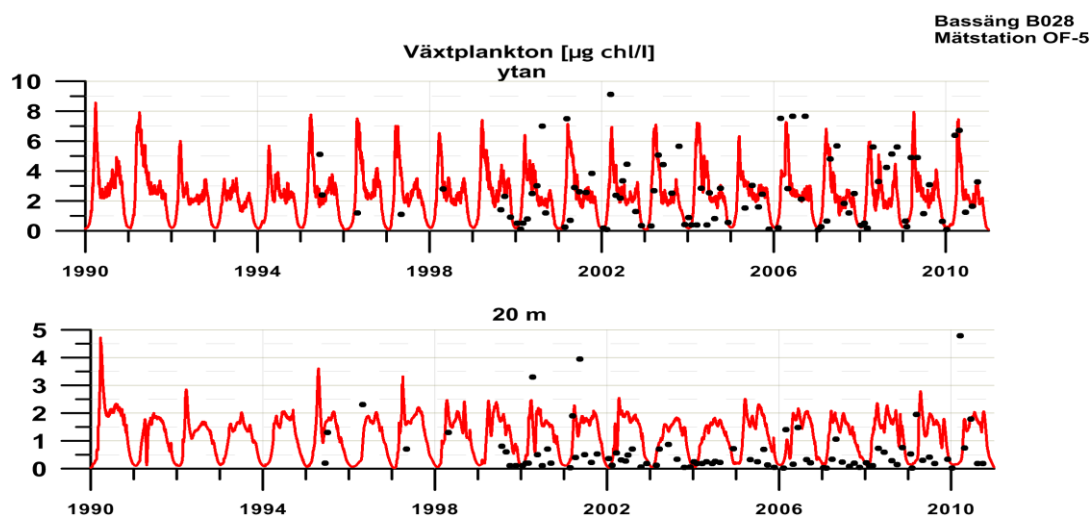
Figur 51 Salthalt (PSU) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 190 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station OF-5.

Kustzonsmodellen och mätningar visar att Breiangen är ett område där ytvattnet starkt påverkas av färskvattentillrinning med fluktuerande salthalter medan djupvattnet är mer stagnant.



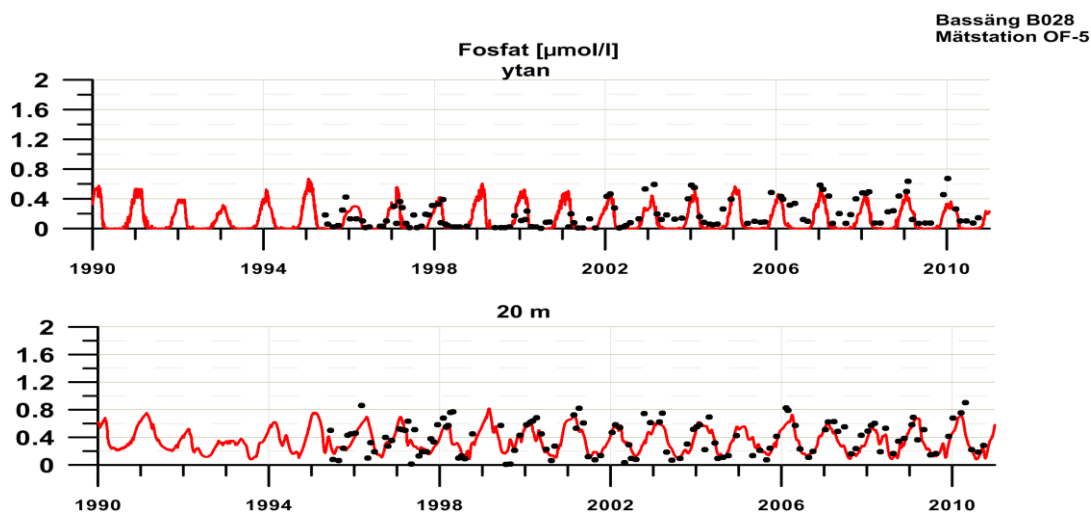
Figur 52 Syrgashalt (ml/l) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 190 m djup (nära botten) jämfört med observationer från station OF-5

Kustzonsmodellens beräkningar visar att ett visst eller ett omfattande utbytet av djupvatten sker årligen i Breiangen. I ytvattnet är överensstämmelsen mycket god. Överensstämmelsen är även god på 190 meters djup med undantag från åren 1996-1997. Lutningen på den beräknade grafen sammanfaller på ett bra sätt med observationerna. Detta tyder på att modellen beskriver den syrgasförbrukning som sker väl.



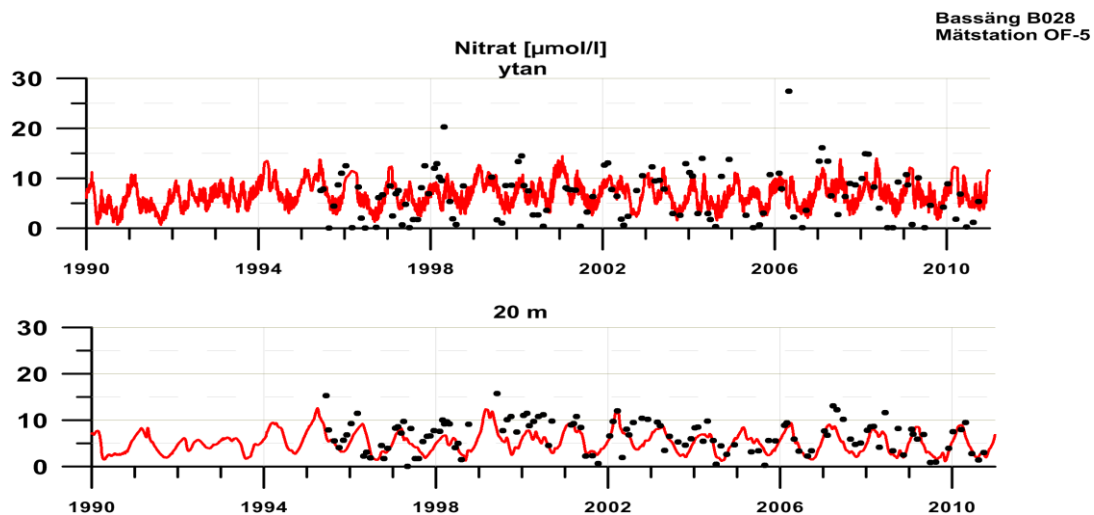
Figur 53 Växtplankton ($\mu\text{g chl/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station OF-5.

Kustzonsmodellen visar på en tydlig årstidsvariation av växtplankton som stämmer väl överens med observerade värden i ytan. På 20 meters djup visar mätningarna överlag en lägre klorofyllhalt än modellen. Detta hänger troligen samman med att modellens begränsade grumlighet, som tillåter ljuset att tränga ner för djupt i vattenmassan och möjliggör en intensivare produktion på 20 m.



Figur 54 Fosfathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station OF-5.

Tydlig årsvariation återfinns i observationerna och modellresultaten från Kustzonsmodellen. I såväl ytvattnet som på 20 meters djup är överensstämmelsen god.



Figur 55 Nitrathalt ($\mu\text{mol/l}$) beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan och på 20 m djup jämfört med observationer från station OF-5.

På samma sätt som för fosfat visar även Kustzonsmodellens och mätningarnas nitrathalter på god överensstämmelse.

Denna sida är avsiktligt blank



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01