



**Ett integrerat
modellsystem för
yttre Oslofjorden
och dess
avrinningsområde**

Rapport från projekt Hav möter Land



Hav möter Land
Klimat vatten samhällsplanering tillsammans

Rapportnummer: 5

Rapportnummer hos Länsstyrelsen: 2012:56

ISSN: 1403-168X

Författare: Johanna Tengdelius Brunell och Eleonor Marmefelt, SMHI

Utgivare: Hav möter Land, Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Omslagsfoto: Claes Hillén

Ämnesord: vattenförvaltning, harmoniserad, modellering,
Oslofjorden, HOME Vatten

Rapporten finns på www.havmoterland.se

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
1. Bakgrund.....	6
1.1. HYPE	6
1.1.1. E-HYPE och Atlant-HYPE	6
1.2. Kustzonsmodellen.....	7
1.2.1. 3-plankton	8
2. Syfte.....	9
3. Metodik	10
3.1. Uppsättning av HYPE	10
3.1.1. Områdesindelning och SLC-klasser	10
3.1.2. Uppdaterad vattenföring	11
3.1.3. Punktkällor	11
3.2. Uppdatering av Kustzonsmodellen	12
3.2.1. Områdesbeskrivning	12
3.2.2. Punktkällor	12
3.2.3. Uppdaterade observationer	12
3.3. HYPE och Kustzonsmodellen	13
3.4. Indata	14
3.4.1. HYPE	14
3.4.2. Kustzonsmodellen.....	14
4. Resultat.....	17
5. Sammanfattning	29
6. Referenser.....	30



Havmeter Land

Sammanfattning

Genom att sätta upp HOME Vatten modellsystem för Yttre Oslofjorden kan vattenföring och mängden kväve och fosfor beräknas från källa till kust. HYPE som är en högupplöst hydrologisk modell har använts för att beräkna vattenföring och vattenkvalité i Yttre Oslofjordens avrinningsområde. Den biogeokemiska Kustzonsmodellen använder sedan de modellerade resultaten från land som indata tillsammans med övriga modellers resultat för att beräkna tillståndet i kustbassängerna.

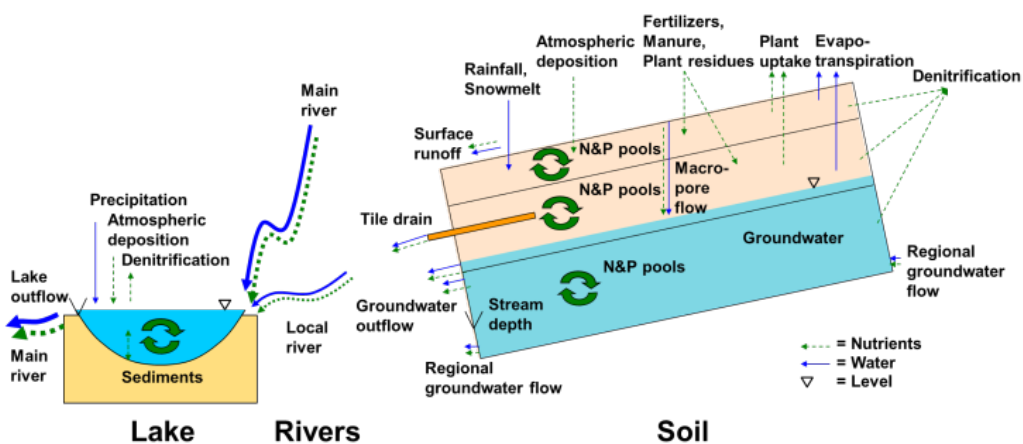
HYPE har utifrån tidigare grövre modelluppsättningar för området förfinats genom att avrinningsområdet delats in i 479 delområden, vilka följer indelningen enligt stat33. Numedalslågen är utpekad som ett pilotområde inom projekt Hav möter Land och här har HYPE anpassats till vattenförekomster. Delar av HYPE-modellens indata har uppdaterats på en finare skala. Kustzonsmodellen som tidigare funnits uppsatt för Yttre Oslofjorden har uppdaterats med den nyare modellversionen *3-plankton* och fått en annan drivning. Beräkningar från de båda modellerna resulterar i värden på belastning av kväve och fosfor från land samt temperatur, salthalt, syrgashalt, klorofyllhalt samt kväve- och fosforkoncentrationer med dess fraktioner i de 33 kustbassängerna. Utifrån dessa parametrar kan tillståndet i Yttre Oslofjorden bestämmas, men detta bedöms inte i denna rapport.

1. Bakgrund

1.1. 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).

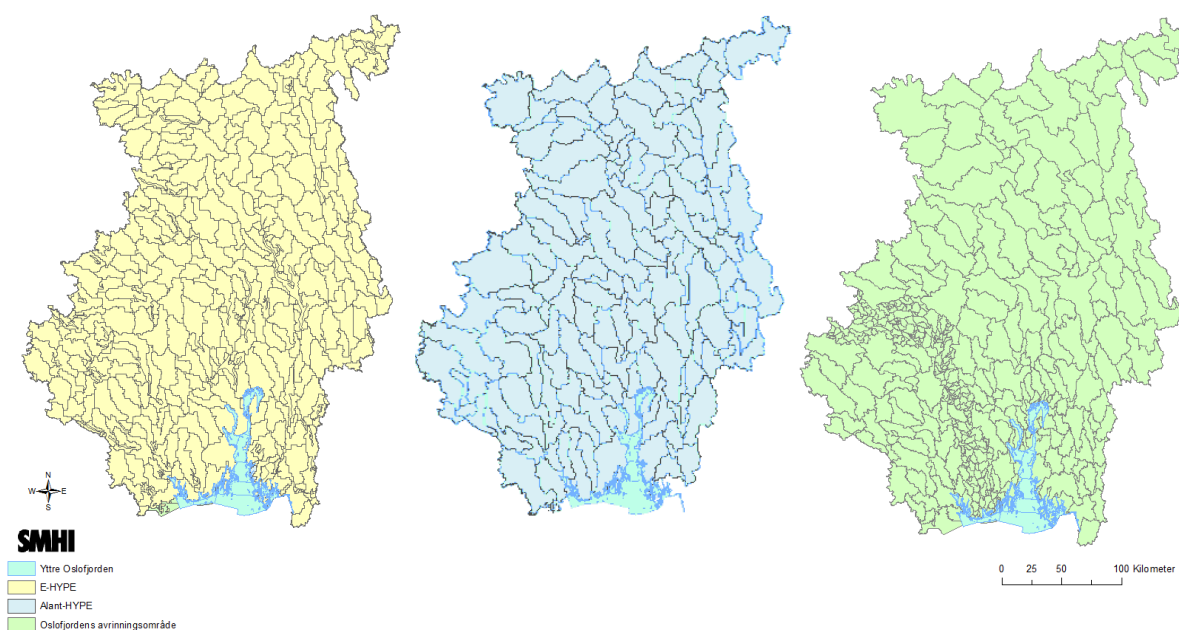
Varje huvudavrinningsområde består av ett flertal delavrinningsområden som alla innehåller ett antal markklasser. Varje markklass utgörs av en kombination av en jordart och en markanvändning och varje markklass kan ha upp till tre markskikt med specifika parametrar. Kombinationen av jordart och markanvändning 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.

1.1.1. E-HYPE och Atlant-HYPE

Till grund för projektet ligger två modelluppsättningar av HYPE-modellen som finns uppsatt sedan tidigare; E-HYPE, som är uppsatt på Europa-skala, och Atlant-HYPE som är uppsatt för de Europeiska länder som gränsar till Atlanten. Anledningen till att två modelluppsättningar har använts för uppsättningen i Norge är att de SLC-klasser som tagits fram med programvaran WHIST erhöles på samma format som används i E-HYPE men att vattenkvalité endast funnits uppsatt för Atlant-HYPE.

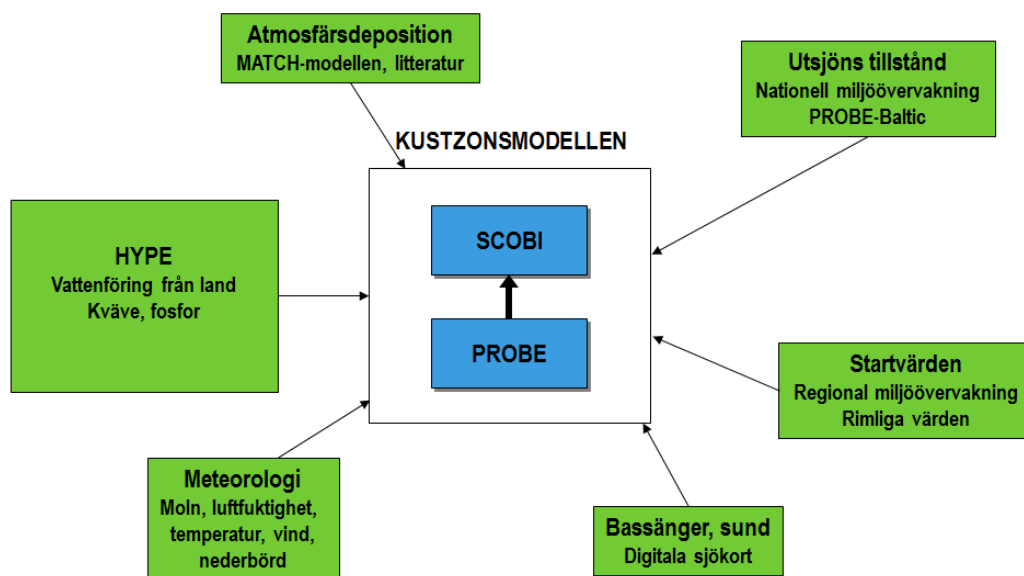


Figur 2. Områdesindelning i modelluppsättningarna E-HYPE, Atlant-HYPE samt indelningen för HYPE i Oslofjorden.

1.2. Kustzonsmodellen

Kustzonsmodellen (PROBE-SCOB1), 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 beräknar ett horisontellt medelvärde i sitt 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 mellan varandra (Sahlberg, 2009; Marmefelt et.al., 1999).

Kustzonsmodellen i Oslofjorden består av 33 delbassänger, där Inre Oslofjorden ingår i uppsättningen som en delbassäng. SMHI har tidigare implementerat Kustzonsmodellen i Yttre Oslofjorden på uppdrag av Fagrådet i Yttre Oslofjorden och Det Norske Veritas (Marmefelt, 2005). Modellen har sedan dess utvecklats med en mer avancerad rutin för beräkning av plankton.



Figur 3. Schematisk skiss över Kustzonsmodellen och dess indata.

1.2.1. 3-plankton

I den nya versionen av den biogeokemiska modellen är primärproduktionen uppdelad i tre funktionella grupper. Primärproduktionen drivs av solstrålningen som beror på en bakgrundsdämpning 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 och i modellen skiljs dessa åt genom storlek och sjunkhastighet.

2. Syfte

Syftet med projektet är att anpassa HYPE-modellen i Oslofjordens avrinningsområde till Oslofjordens Kustzonsmodell så att dessa båda modeller kan samverka och göra det möjligt att beräkna kväve och fosfor belastning från källa till fjord.

HOME Vatten modellsystem är utvecklat för att kunna användas som kunskapsunderlag i åtgärdsplanering inom arbetet med EU:s ramdirektiv för vatten. För att kunna använda modeller effektivt i planeringsarbetet, så är själva problemställningen viktig för valet av skala som ligger till grund för modelluppsättningen. Inom vattenförvaltningen är den minsta skalan vattenförekomster.

I HOME Vatten modelleringen har fokus legat på själva fjorden och dess vattenförekomster. För att kunna räkna på hur mycket som belastar Oslofjordens vattenförekomster från land behöver inte avrinningsområdet till fjorden lösas upp i en finare skala. Indelningen av avrinningsområdet enligt stat 33 är fullt tillräckligt, och den indelningen följer dessutom ganska väl den ursprungliga geografiska indelningen i E-HYPE.

I tillägg till ursprunglig plan har Numedalslågens avrinningsområde i denna modelluppsättning av HYPE-modellen delats in i den finare vattenförekomstskalan. På så sätt läggs grunden för ett modellsystem som kan modellera även lokala påverkan inom avrinningsområdet och på så sätt användas till lokal åtgärdsplanering.

För att modellsystemet fullt ut ska kunna användas till lokal åtgärdsplanering inom Numedalslågens avrinningsområde krävs att modellen får tillgång till en mer heltäckande lokal belastningsdata. Denna förfinade lokala anpassning av modellen ryms dock inte inom projekt Hav möter Land.

3. Metodik

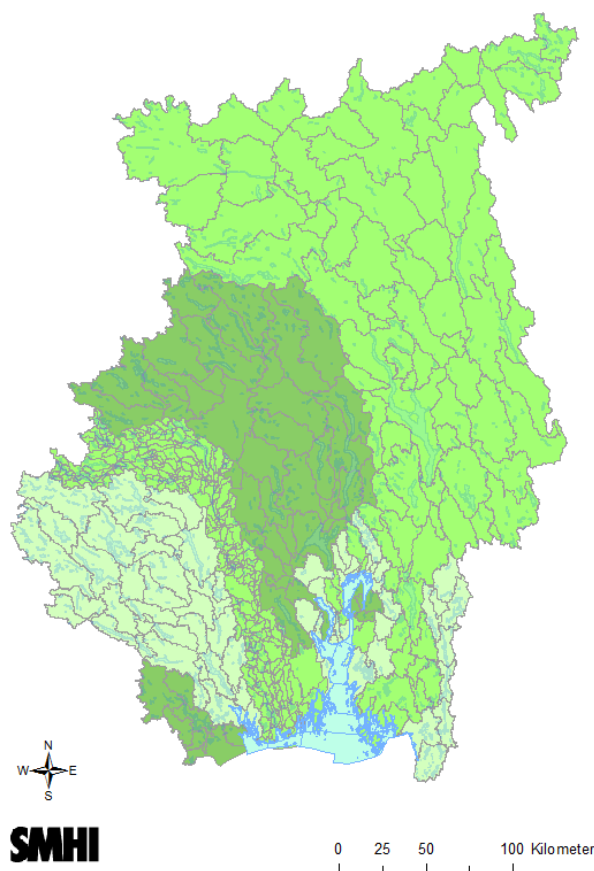
3.1. Uppsättning av HYPE

3.1.1. Områdesindelning och SLC-klasser

Avrinningsområdet till yttre Oslofjorden består i Atlant-HYPE av 197 delområden. För att anpassa modellen till stat 33 indelningen och den finare indelningen i Numedalslågens avrinningsområde har dessa delområden ändrats från 197 till 479, se Figur 4.

Vissa delområdets gränser sammanföll med ett vattendrag som i modellen räknas som huvudfåra. För att undvika problem i modellberäkningarna har dessa områden slagits samman till ett och samma område.

WHIST är den programvara som användes för att sammanställa största delar av den GeoData-fil som innehåller informationen om varje delområde. I WHIST sammanställdes lutning, höjd, andel av SLC-klass (Soil Landuse Class) och area utifrån importerade raster och polygoner för varje delområde. För att erhålla rätt antal klasser översattes E-HYPE:s SLC-klasser till de klasser som tidigare använts i Atlant-HYPE.



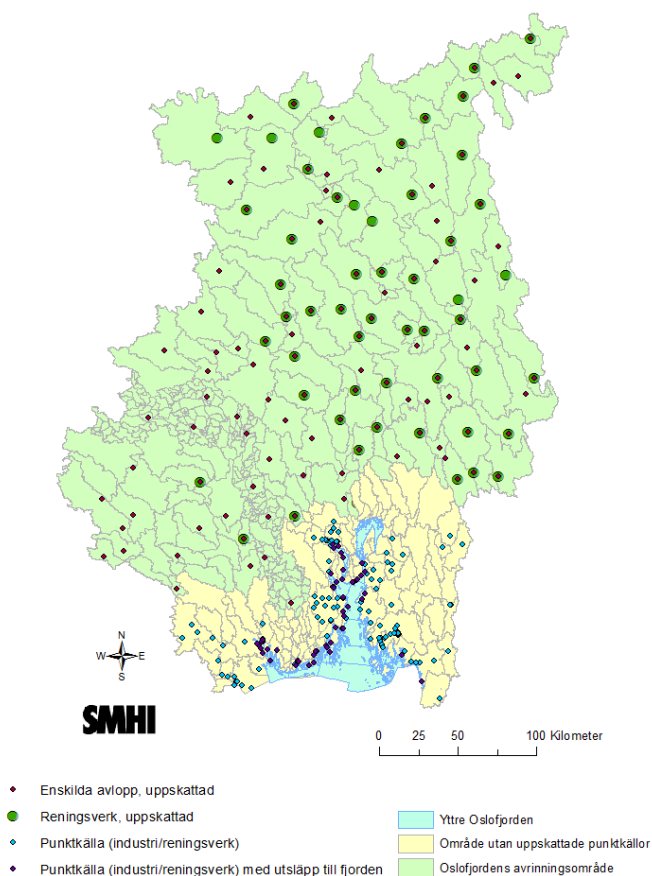
Figur 4. Karta över Oslofjordens avrinningsområde och dess 479 delområden.

3.1.2. *Uppdaterad vattenföring*

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.

3.1.3. *Punktkällor*

Utsläpp i form av kväve och fosfor kommer i 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 Ytre Oslofjord där dessa erhöles, se Figur 5. I område med givna källor togs de uppskattade punktkällorna bort men de behölls i det delar av området där punktkällorna var okända.

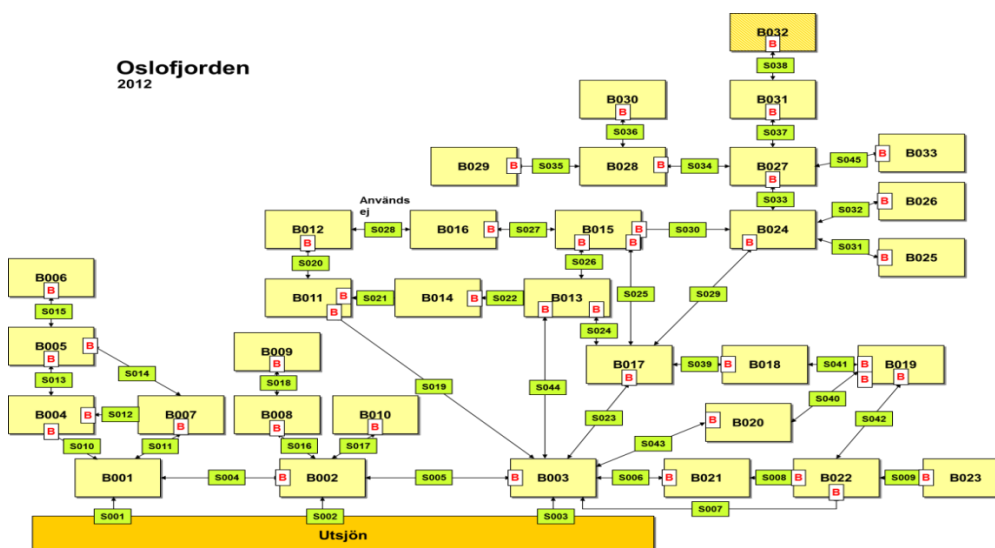


Figur 5. Punktkällor i Ytre Oslofjordens avrinningsområde. I den södra gulmarkerade delen återfinns punktkällor som baseras på utsläppsdata. I den norra grönmarkerade delen är punktkällorna uppskattade från befolkning och utsläppsmängd.

3.2. Uppdatering av Kustzonsmodellen

3.2.1. Områdesbeskrivning

Kustzonmodellen omfattar 33 delbassänger i Oslofjorden där alla har en motsvarande beteckning B001-Mossesundet. Förbindelsen mellan bassängerna benämns sund och betecknas S001-S045, se Figur 6. 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 area korrigerats för att vattenmängden som passerar sundet ska ge rimligare salt- och syrgashalter.



Figur 6. Schematisk beskrivning över bassängindelningen samt kopplingar mellan delbassängerna i modelluppsättningen för yttre Oslofjorden.

3.2.2. Punktkällor

De punktkällor, alltså reningsverk och industrier, som har ett utsläpp direkt till kusten tas inte med i HYPE-modellens beräkningar utan beaktas istället i Kustzonsmodellen. Detta har möjliggjort hänsyntagande av utsläppens årliga variation under modelleringsperioden och att utsläppsdjupet har kunnat varieras. En punktkälla har antagits ha direkt utsläpp till kust om denna har återfunnits inom 200 meter från kustlinjen eller om annan information funnits tillgänglig. Utsläppet har sedan bestämts enligt ett känt utsläppsdjup eller ett uppskattat utsläppsdjup på 30-40 meter beroende på anläggningens storlek.

3.2.3. Uppdaterade observationer

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

3.3. HYPE och Kustzonsmodellen

För att anpassa områdena på land till de bassänger som ingår i Kustzonsmodellen genomfördes en manuell länkning mellan dessa områden. Det största vattendraget bestämmer till vilken kustbassäng hela området avrinning mynnar om det gränsar till flera kustbassänger. I och med att gränserna för delavrinningsområden på land inte överensstämmer med gränserna för fjordens bassänger behövdes en sådan anpassning genomföras innan modellerna kunde anpassas till varandra. I vissa fall har avrinningsområdena i stat 33 varit så stora att ett avrinningsområde avvattnat mer än en kustbassäng. Detta har i vissa fall justerats genom att den uppskattade procentuella delen av området som rinner till fel område flyttats så vattnet rinner till rätt bassäng. Ett sådant fall var flödet till bassäng 25, 26 och 27 som tidigare hamnade i bassäng 33 på grund av att det är ett och samma område som gränsar till samtliga av dessa bassänger.

Efter framtagandet av resultatfiler innehållande vattenföring och koncentrationer av oorganiskt och organiskt kväve samt partikulärt och suspenderat fosfor omvandlades dessa till ett format som Kustzonmodellen kan läsa. I omvandlingen av filerna delas även oorganiskt kväve upp enligt givna fraktioner.

De båda modellerna har simulerat 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 mot observationer från Yttre Oslofjordens övervakningsprogram.

3.4. Indata

3.4.1. 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, tid för sådd och skörd	EUROSTAT, CAPRIS for Nuts regions
Emissionsdata	Atmosfärisk deposition	MATCH model
	Enskilda avlopp	HYDE population database, untreated load (HELCOM2), EEA treatment level, treaments efficiency (Mörth et. al. 2007)
	Utsläpp från industri och reningsverk	HYDE population database, untreated load (HELCOM2), EEA treatment level, treaments efficiency (Mörth et. al. 2007) Utsläppsdata från NIVA och Fagrådet för Ytre Oslofjord.

3.4.2. Kustzonsmodellen

I modellsystemet HOME Vatten är Kustzonsmodellen inte enbart integrerad med den hydrologiska modellen HYPE utan även med en atmosfärskemisk modell. Dessa modeller utgör drivningen av systemet både vad avser fysiken och biogeokemin i den mån modelldata finns tillgängliga för den tidsperiod som studerats. I annat fall har modellbaserade drivdata kompletterats med observerade data. Dessutom är Kustzonsmodellen kopplad till en enkel modell som beskriver utsjöns förhållande.

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, planktontillväxt etcetera 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 (Multiscale Atmospheric Transport and CHemistry Model) modellen. Eftersom den biologiska produktionen i kustzonen varierar under året beroende på bland annat 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 modellberäknaddata. 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 den data som modellen använder från land.

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 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 etcetera. 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 Skagerrak-modellen.

För att beskriva utsjödrivningen har mätdata från de tre mätstationerna (Å16, Å17 och P2) i Skagerrak sammanställts, se Figur 7. Tillsammans med Skagerrak-modellens dataassimilationer har sedan den slutgiltiga utsjöfilen som skapats.



Figur 7. Mätstationerna Å17, Å16 och P2 som ligger till grund för utsjödrivningen.

4. Resultat

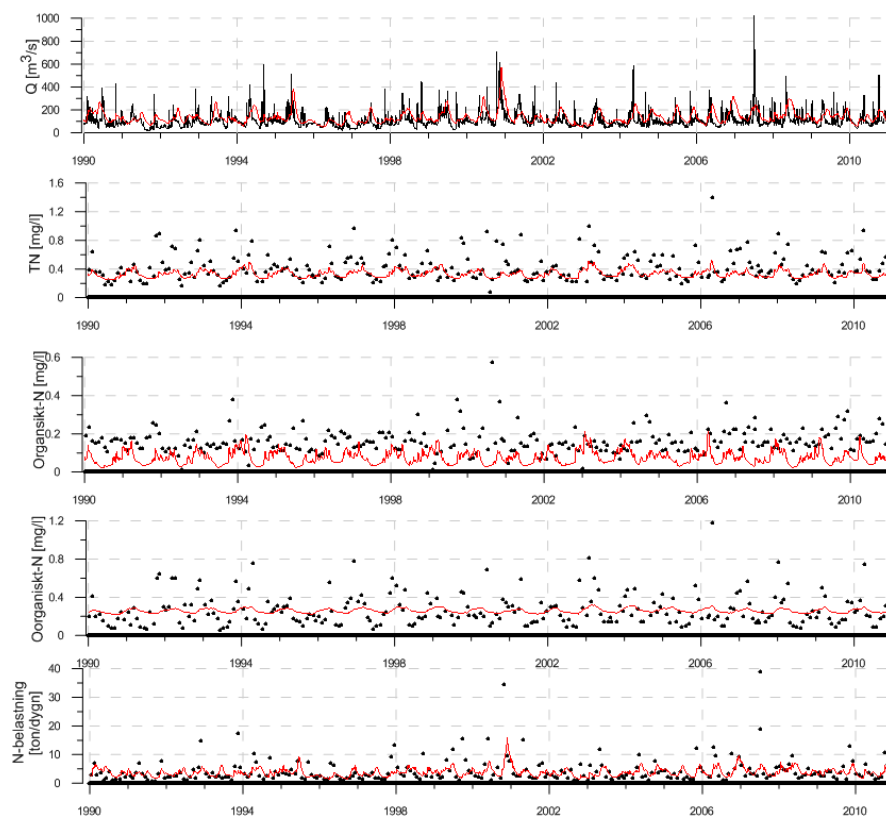
I syfte att validera modellberäkningarna från HYPE och Kustzonsmodellen har beräkningar jämförts mot uppmätt data. Här presenteras ett urval av mynningspunkters och bassängers tidserier. Graferna som presenteras är utvalda för att visa utseendet i olika delar av Oslofjorden som har observationer på vattenföring, kväve och fosfor.

4.1. Numedalslågen och Mossefossen

Resultaten från modellberäkningarna, under tidsperioden 1990-2010.

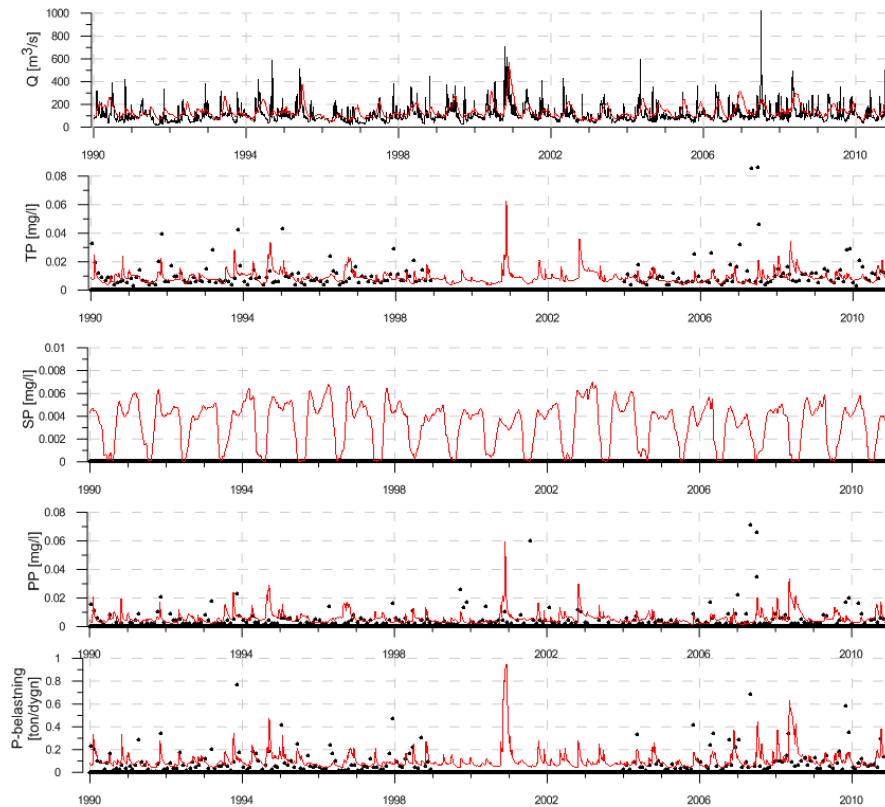
Figur 8 och Figur 9 visar observerade och simulerade värden från Numedalslågens mynningspunkt, som ligger i bassäng Larviksfjorden.

Figur 10 och Figur 11 visar observerade och simulerade värden från Mossefossens mynningspunkt, som ligger i bassäng Mossesundet.



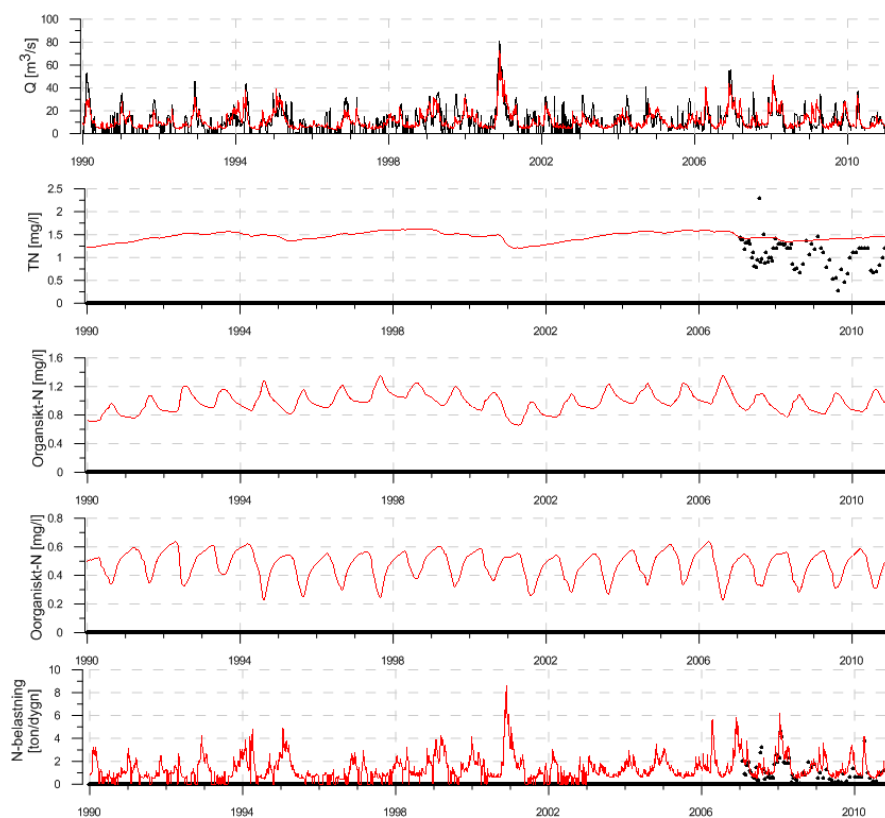
Figur 8. Jämförelse mellan **uppmätta** (svart) och **beräknade** (röd) kvävekoncentrationer i Numedalslågens mynning under perioden 1990-2010.

Överst visas vattenföring, sedan koncentrationer (mg/l) av totalkväve, organisk kväve och oorganiskt kväve. Längst ner visas den totala belastningen som når kustbassäng Larviksfjorden.



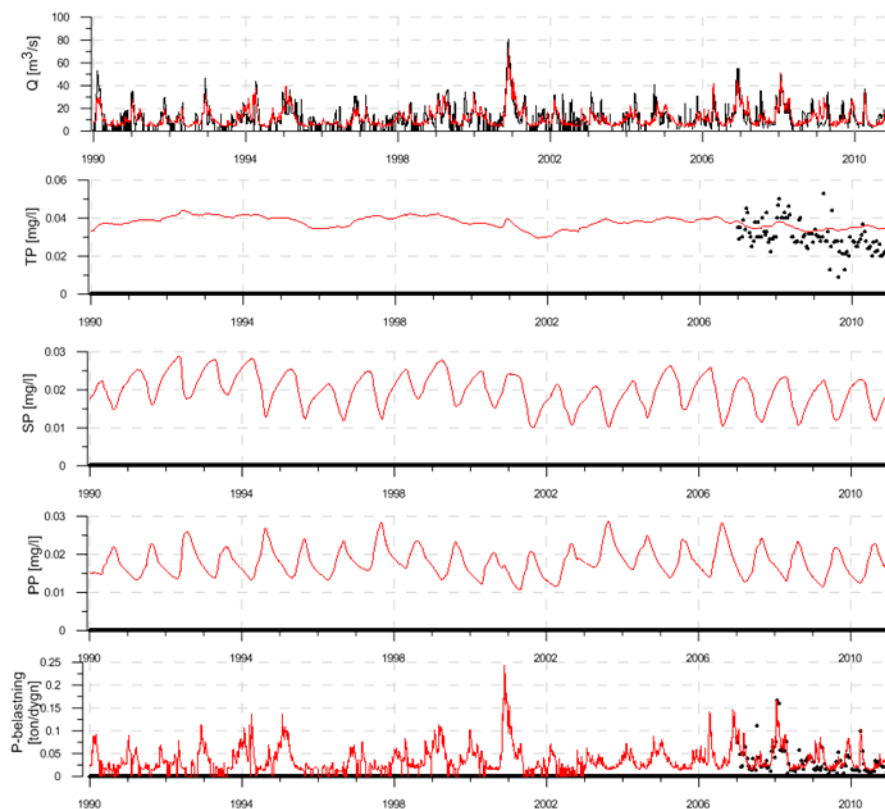
Figur 9. Jämförelse mellan **uppmätta** (svart) och **beräknade** (röd) fosforkoncentrationer i Numedalslågans mynning under perioden 1990-2010.

Överst visas vattenföring, sedan koncentrationer (mg/l) av totalfosfor, suspenderat fosfor och partikulärt fosfor. Längst ner visas den totala belastningen som når kustbassäng Larviksfjorden.



Figur 10. Jämförelse mellan **uppmätta** (svart) och **beräknade** (röd) kvävekonzentrationer i Mossefossens mynning under perioden 1990-2010.

Överst visas vattenföring, sedan koncentrationer (mg/l) av totalkväve, organisk kväve och oorganiskt kväve. Längst ner visas den totala belastningen som når kustbassäng Mossesundet.



Figur 11. Jämförelse mellan **uppmätta** (svart) och **beräknade** (röd) fosforkoncentrationer i Mossefossens mynning under perioden 1990-2010.

Överst visas vattenföring, sedan koncentrationer (mg/l) av totalfosfor, suspenderat fosfor och partikulärt fosfor. Längst ner visas den totala belastningen som når kustbassäng 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 Numedalslägens mynningspunkt visar beräkningar generellt på för låg organisk kvävehalt. Genom att förfina uppdelningen av kvävefraktioner och ersätta uppskattade utsläpp från punktkällor mot verkliga utsläpp skulle dessa modellresultat kunna förbättras.

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 verkligheten varierar kraftigt under året och att modellen tappar en del av den dynamiken som finns då utsläppen då dessa fördelas jämt över årets alla dagar i modellen. Detta är något som kan förbättras i en förfinad uppsättning av HYPE-modellen.

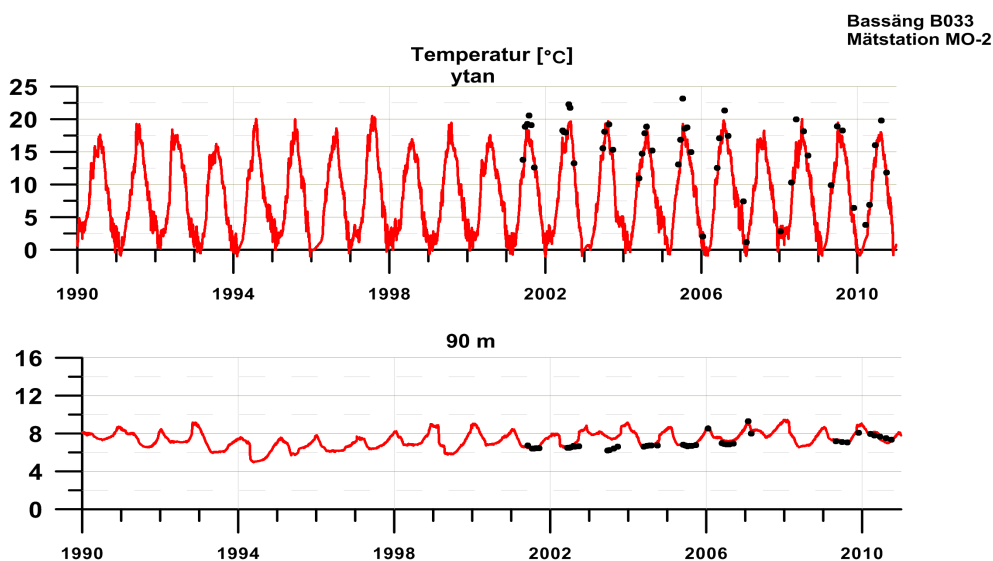
Belastningen som visas längst ner i graferna beräknas utifrån vattenföring och koncentration. Det är belastningen som sedan används i Kustzonsmodellen. Den beräknade belastningen visar på en god överensstämmelse med den uppmätta belastningen.

Data som modellerna baseras på är till största utsträckning hämtade från internationella databaser och är på en relativt grov skala. Genom att förfina indata finns möjlighet till en bättre beskrivning av verkligheten och på så sätt ett bättre modellresultat.

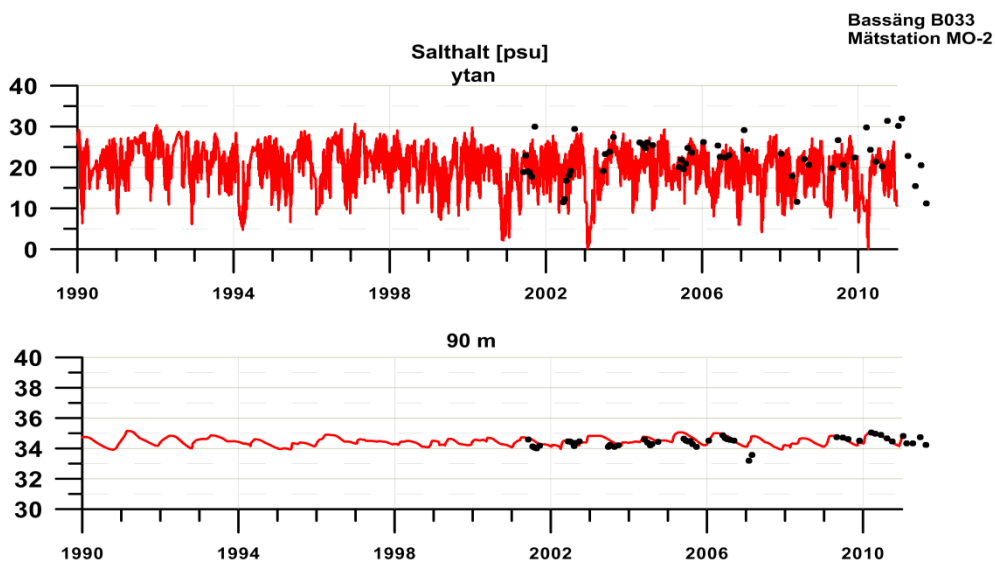
4.2. Mossesundet och Larviksfjorden

Resultaten från modellberäkningarna med Kustzonsmodellen, under tidsperioden 1990-2010, visas i Figur 12-23. De sex första figurerna (Figur 12-17) visar observerad och beräknat tillstånd i bassäng Mossesundet som är den bassäng som Mossefossen mynnar i. De sex sista figurerna (Figur 18-23) visar på samma sätt tillståndet i bassäng Larviksfjorden som är den bassäng som Numedalslågen mynnar i.

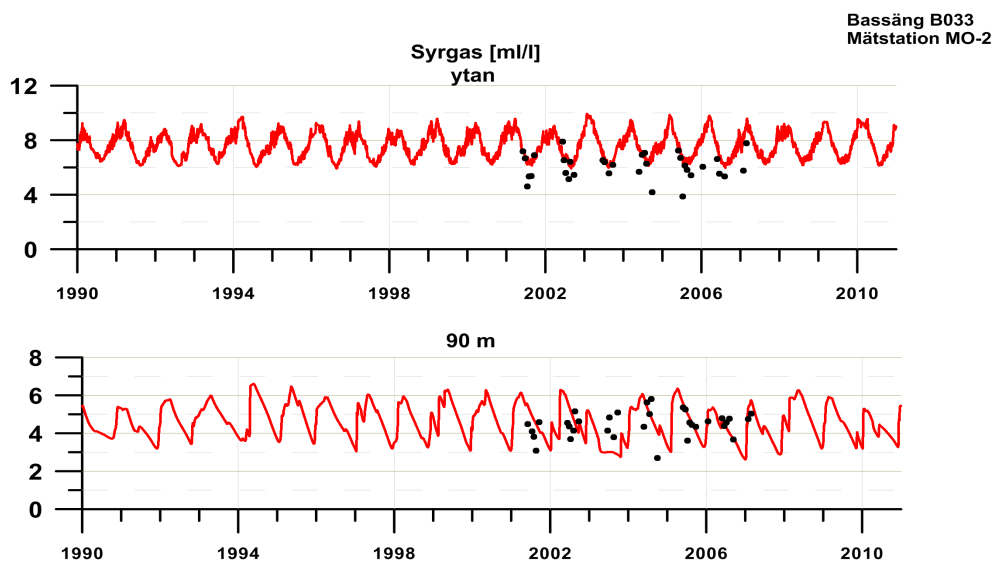
Valideringen av Kustzonsmodellen har genomförts genom att en station belägen i området fått representera hela havsområdets tillstånd. I vissa fall kan detta bli missvisande, då Kustzonsmodellen beräknar ett medelvärde av hela havsområdets tillstånd medan positionerna för mätstationerna ofta är valda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



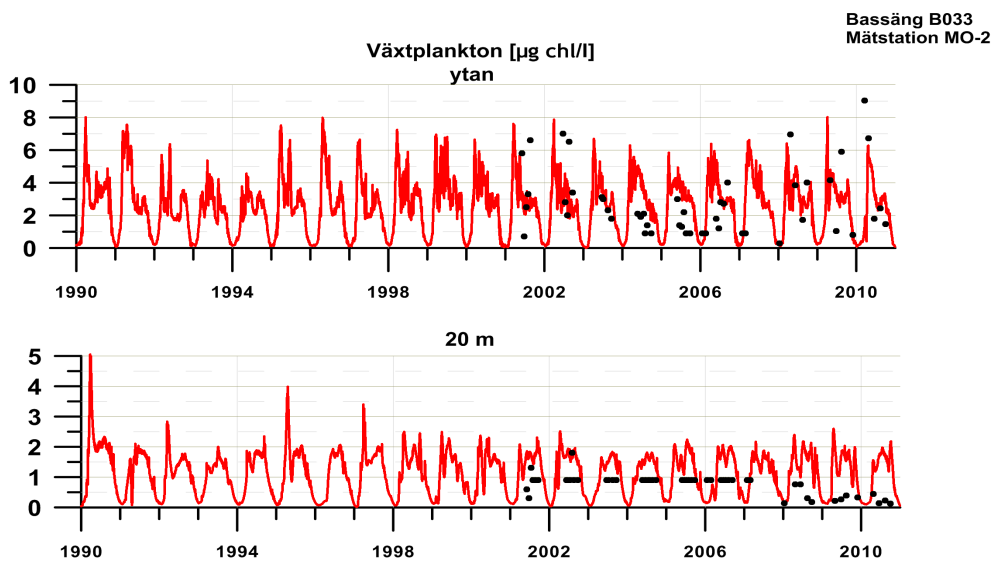
Figur 12. Temperatur (°C) i bassäng Mossesundet, B033, beräknat med Kustzonsmodellen (röd linje) i ytan (2 m) och på 90 m djup jämfört med observationer från station MO -2.



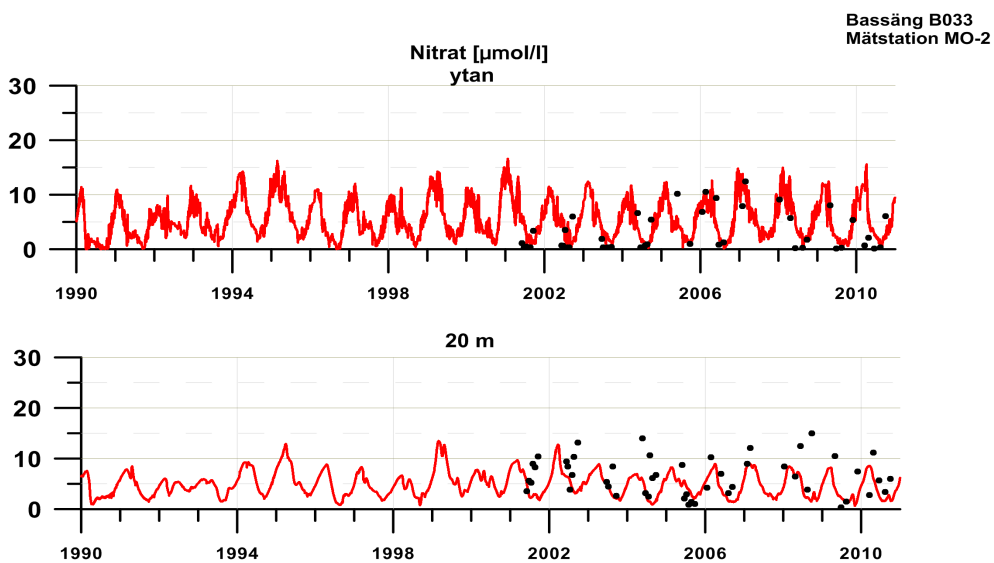
Figur 13. Salthalt (PSU) i bassäng Mossesundet, B033, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 90 m djup jämfört med **observationer** från station MO-2.



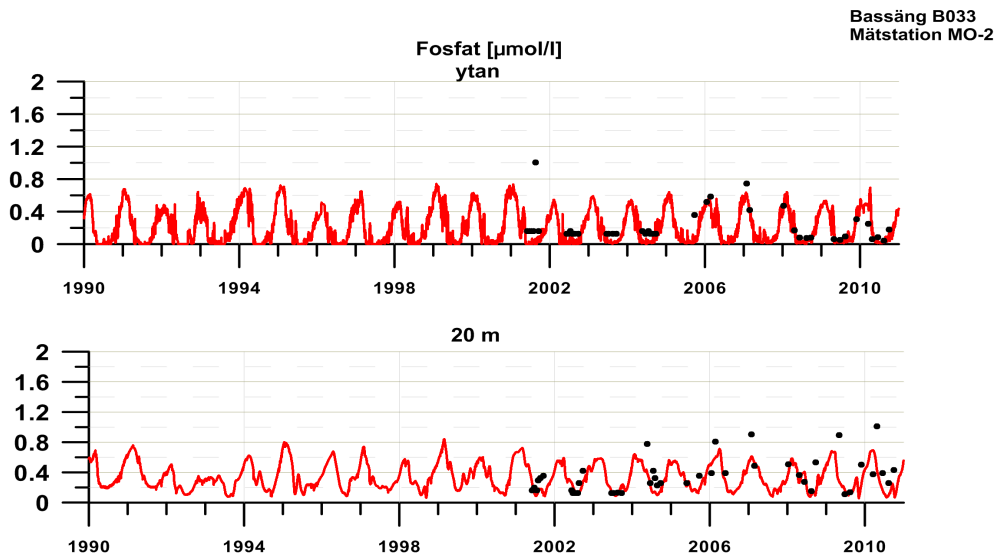
Figur 14. Syrgashalt (ml/l) i bassäng Mossesundet, B033, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 90 m djup jämfört med **observationer** från station MO-2.



Figur 15. Växtplankton ($\mu\text{g chl/l}$) i bassäng Mossesundet, B033, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 20 m djup jämfört med **observationer** från station MO-2.



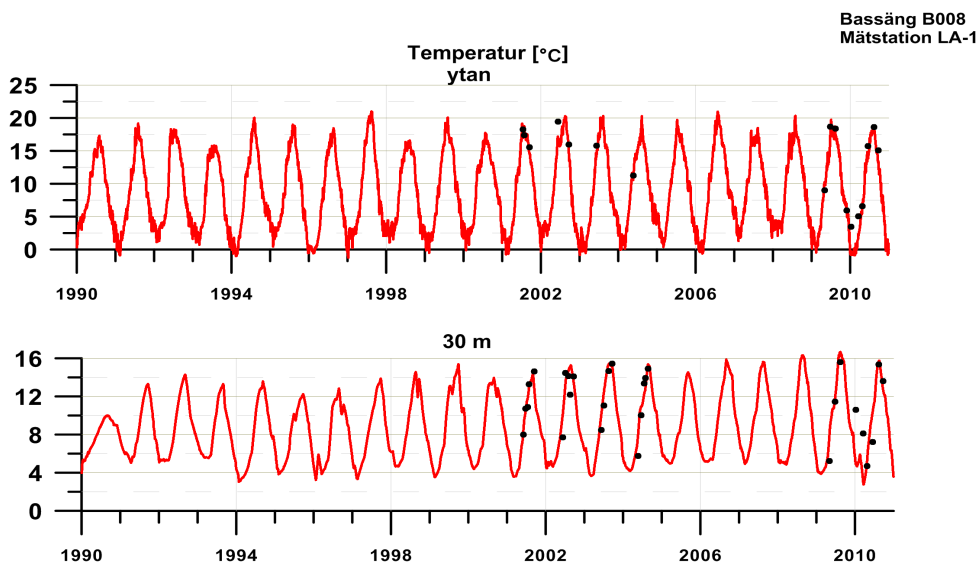
Figur 16. Nitrat (µmol/l) i bassäng Mossesundet, B033, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 20 m djup jämfört med **observationer** från station MO-2.



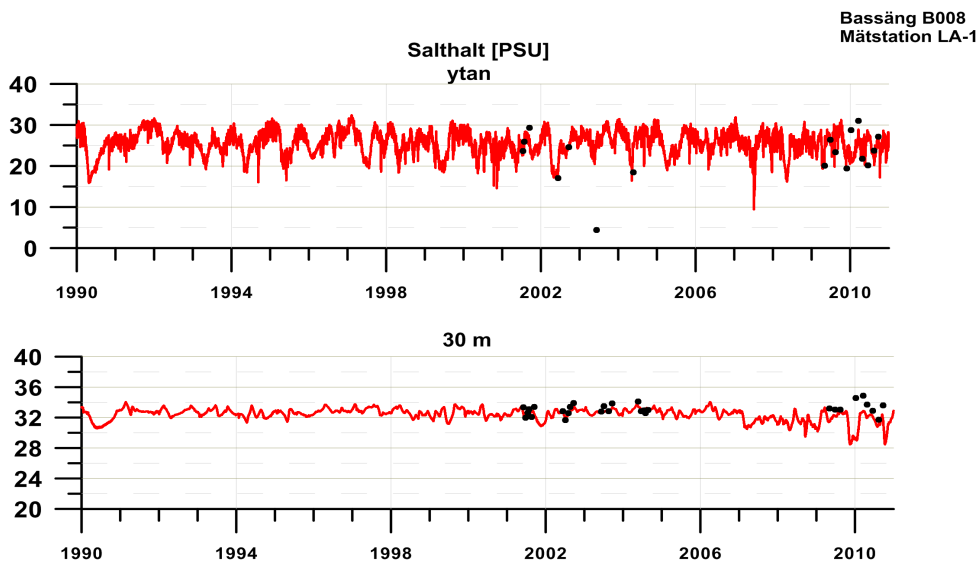
Figur 17. Fosfathalt ($\mu\text{mol/l}$) i bassäng Mossesundet, B033, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 20 m djup jämfört med **observationer** från station MO -2.

I Mossesundet (Mossesundet) stämmer temperaturberäkningarna väl överens med observerad temperatur i yt- och djupvatten. Både beräknad och uppmätt salthalt visar tydliga fluktuationer i ytvattnet som härrör till färskvattentillrinningen. Närmare botten är salthalten mer stagnant. Syrgashalten visar på ett årligt utbyte av djupvatten. I ytvattnet ligger den beräknade syrgashalten högre än observationerna under delar av året. Vidare tolkning är svårt att göra då observationer inte finns för de första vintrarna för åren med mätdata

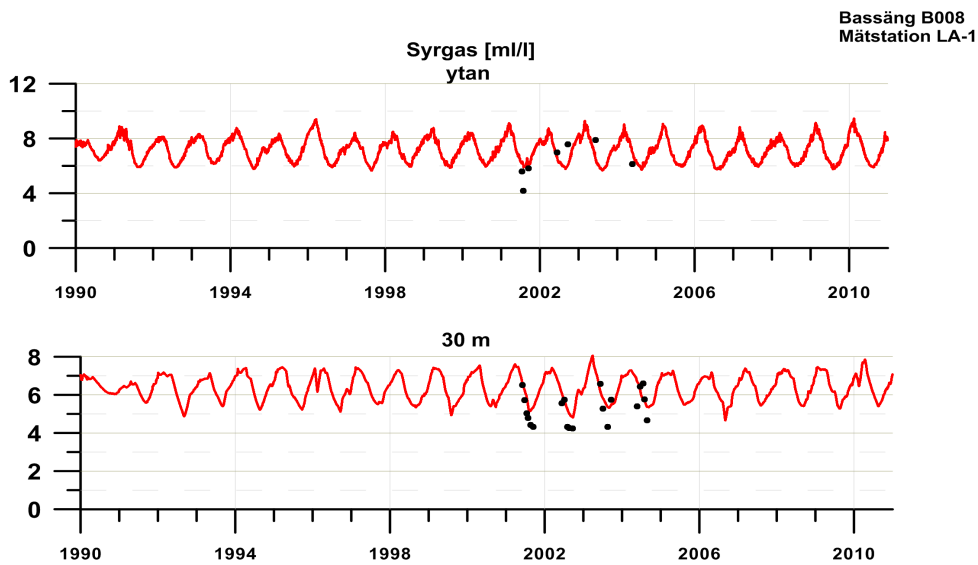
Kustzonsmodellens klorofyllhalt motsvarar inte helt den klorofyllhalt som observeras utan är snarare ett mått på biomassa, vilket gör denna variabel svår att validera. Dock kan en god anpassning mellan beräknad och uppmätt klorofyllhalt ses i ytvattnet där koncentrationerna är som högst under våren för att senar sjunka under sommar och höst. Situationen i djupvattnet är svår bedömd med tycks vara för hög i slutet av tidsperioden. De relativt stora fluktuationerna i nitrathalt återfinns i både beräknade och uppmätta resultat. På samma sätt följer även beräkningarna av fosfat de uppmätta fosfatkoncentrationerna. Mätningarna av fosfat i ytvattnet under tidseriens mitt antyder att koncentrationen är under detektionsgränsen.



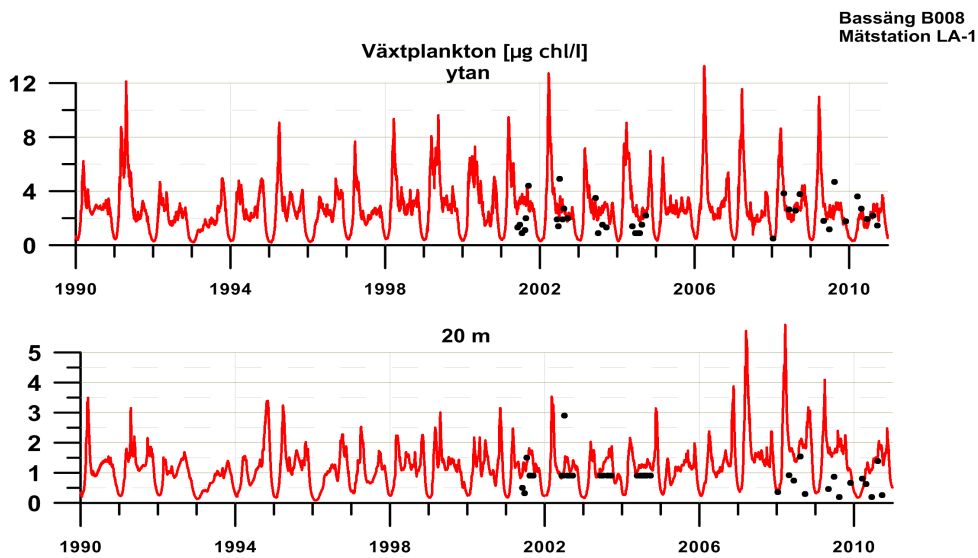
Figur 18. Temperatur (°C) i bassäng Larviksfjorden, B008, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 90 m djup jämfört med **observationer** från station LA-1.



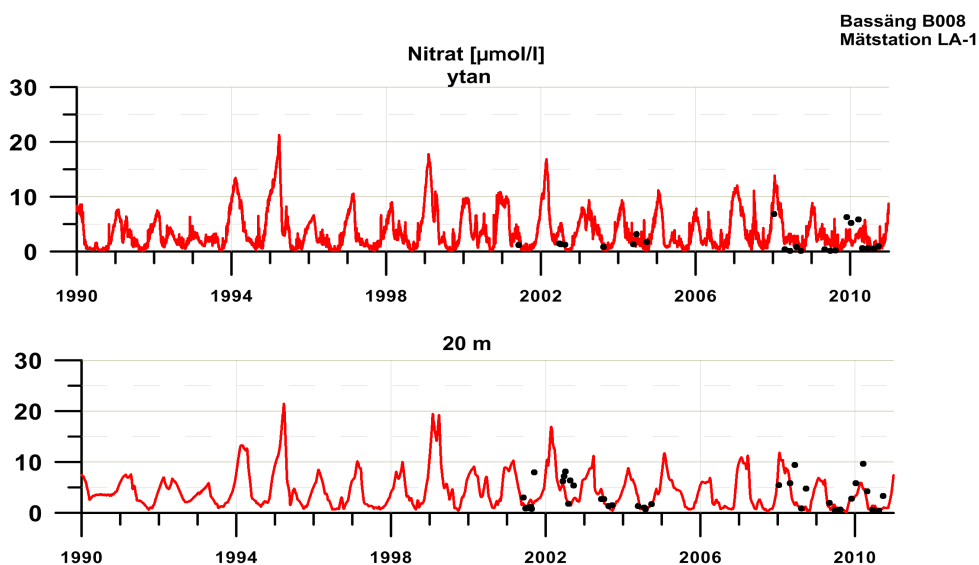
Figur 19. Salthalt (PSU) i bassäng Larviksfjorden, B008, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 90 m djup jämfört med **observationer** från station LA-1.



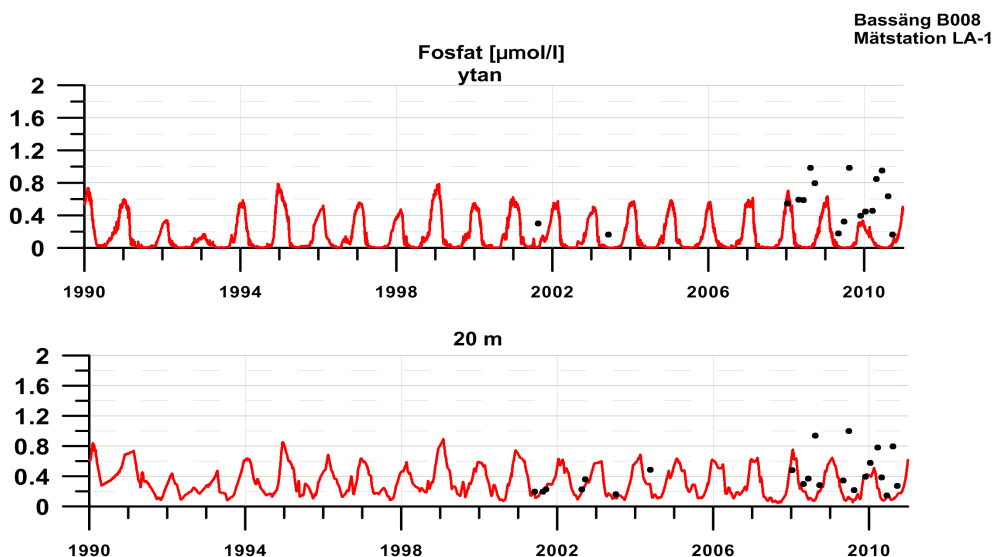
Figur 20. Syrgashalt (ml/l) i bassäng Larviksfjorden, B008, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 90 m djup jämfört med **observationer** från station LA -1.



Figur 21. Växtplankton ($\mu\text{g chl/l}$) i bassäng Larviksfjorden, B008, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 20 m djup jämfört med **observationer** från station LA-1.



Figur 22. Nitrat halt ($\mu\text{mol/l}$) i bassäng Larviksfjorden, B008, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 20 m djup jämfört med **observationer** från station LA -1.



Figur 23. Fosfathalt ($\mu\text{mol/l}$) i bassäng Larviksfjorden, B008, **beräknat med Kustzonsmodellen** (röd linje) i ytan (2 m) och på 20 m djup jämfört med **observationer** från station LA -1.

I Larviksfjorden (Larviksfjorden) där Numedalslågen mynnar är överensstämmelsen mellan beräknad och uppmätt temperatur och salthalt god i såväl ytvatten som djupvatten. Även syrgashalten visar på en god anpassning i ytvattnet. Dock kan den beräknade syrgashalten i djupvattnet se som något hög men det är svårt att dra några vidare slutsatser på grund av bristen av observationer under vinterhalvåret.

Beräknad och uppmätt klorofyllhalt ligger inom samma nivåer men modellen beräknar höga värden under våren som inte återfinns i observationerna. Gällande nitrathalten ses en återkommande årstidsdynamik och en bra anpassning av denna i yt- och djupvatten. Uppmätt fosfathalt visar också på variationer men inte en lika tydlig dynamik. En tydligare dynamik ses i modellens beräknade resultat som mot slutet av tidserien visar en något för låg koncentration i ytvattnet. Detta kan i första hand förklaras med belastningen från land.

5. Sammanfattning

1. Genom att anpassa HYPE-modellen i Oslofjordens avrinningsområde till Oslofjordens Kustzonsmodell har belastningen av kväve och fosfor från källa till fjord kunnat beräknas. Detta modellsystem har lagt grunden för vidare arbete med kunskapsunderlag för återgårdsplanering.
2. Numedalslågens avrinningsområde har delats in i den finare vattenförekomstskalan vilket har möjliggjort modellering av lokala påverkan. Resultaten i området visar på en god överensstämmelse med uppmätt data.
3. I modelluppsättningen för land ligger internationella databaser till grunder för den största delen av indata. Genom att lägga in data på en finare skala kan resultaten förfinas.
4. Kustzonsmodellens resultat visar överlag på en god överensstämmelse med observerad data. Genom att använda lokal indata för beräkning av belastningen från land enligt ovan samt skapa möjligheten till uppdatering av utsjödata med mer omfattande mätserier från Oslofjordens rand mot havet bör även dessa kunna förfinas.

6. Referenser

- Areskoug, H. 1993, Nedfall av kväve och fosfor till Sverige, Östersjön och Västerhavet, Naturvårdsverket, rapport 4148
- 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.

Om projekt Hav möter Land

Klimat, vatten, samhällsplanering tillsammans

Hav möter Land samlar 26 organisationer i Sverige, Norge och Danmark. Vi samarbetar om klimat, vatten och samhällsplanering för Kattegat och Skagerrak.



Våra resultat är användbara för beslutsfattare, planläggare, forskare och förvaltare av naturresurser.

Klimatet förändrar våra möjligheter att bo och livnära oss här. Vi tar fram gemensam kunskap för gemensam beredskap.

I projektet arbetar kommuner, regioner, universitet och statliga myndigheter tillsammans. EU är med och finansierar projektet genom Interreg IVA.

Hjälp gärna till på www.havmoterland.se.



Partners

Länsstyrelsen i Västra
Götalands län
Østfold fylkeskommune
Artdatabanken
Aust-Agder fylkeskommune
Buskerud fylkeskommune
Falkenbergs kommun
Fylkesmannen i Aust-Agder
Fylkesmannen i Buskerud
Fylkesmannen i Telemark
Fylkesmannen i Vestfold
Fylkesmannen i Østfold
Göteborgs universitet
Havs- och vattenmyndigheten

Kungsbacka kommun
Larvik kommune
Lysekils kommun
Länsstyrelsen i Hallands län
Nøtterøy kommune
Orust kommun och
projekt 8 fjordar
Region Halland
SMHI
Sotenäs kommun
Telemark fylkeskommune
Vestfold fylkeskommune
Västra Götalandsregionen
Århus Universitet

Ett integrerat modellsystem för yttre Oslofjorden och dess avrinningsområde

Rapporten beskriver hur vi satt upp samma modellsystem för Oslofjorden som för svensk vattenförvaltning. Modellsystemet har lagt grunden för vidare arbete med kunskapsunderlag för gränsöverskridande, synkroniserad åtgärdsplanering i svensk och norsk vattenförvaltning.

Modellsystemet HOME Vatten kan studera effekter av åtgärder och sätta det i relation till kostnaden. Det kan också göra källfördelningsanalyser på belastningen i enskilda vattendrag, sjöar eller i kusten. HYPE-modellen i Oslofjordens avrinningsområde har anpassats till Oslofjordens Kustzonsmodell. Anpassningen gör att dessa båda modeller kan samverka. Det i sin tur gör det möjligt att beräkna både vattenföring och belastningen av kväve och fosfor, från källa till hav.



Hav möter Land

Projekt Hav möter Land samlar 26 kommuner, regioner, universitet och statliga myndigheter i Sverige, Norge och Danmark. Vi samarbetar om klimat, vatten och samhällsplanering för Kattegat och Skagerrak. Våra resultat är användbara för beslutsfattare, planläggare, forskare och förvaltare av naturresurser. Klimatet förändrar våra möjligheter att bo och livnära oss här. Vi tar fram gemensam kunskap för gemensam beredskap. EU är med och finansierar projektet genom Interreg IVA.

www.havmoterland.se



Hav möter Land



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden



Interreg IVA
ÖRESUND – KATTEGAT – SKAGERRAK