

TEST AV MoST – ETT NYTT VERKTYG FÖR KVALITETSSÄKRING AV MODELLERING INOM AVRINNINGSSOMRÅDEN

A test of MoST – a new tool for quality assurance of catchment-based modelling

av JONAS OLSSON, *Forskning och utveckling (hydrologi), SMHI, 601 76 Norrköping*
e-post: jonas.olsson@smhi.se



Abstract

HarmoniQuA is an EU-project aiming at developing a quality assurance component for catchment-based modelling according to the EU Water Framework Directive. The two major outputs are (1) a harmonised, generic methodology with guidelines for “good modelling practice” and (2) a web-based toolbox for quality assurance support (MoST). To test the methodology and the toolbox, they were applied during scenario analyses of nutrient transport in a pilot catchment in southern Sweden, using the recently developed HBV-NP model. HBV-NP is based on the hydrological HBV model, equipped with routines for N and P transport and transformation. The model was set up, calibrated, validated and applied following the guidance and monitoring functions of MoST. Overall, the MoST functions performed well in providing structure and guidance during the modelling and enabling detailed monitoring of the process. Negative criticism concerned mainly the comprehensive and detailed nature of the contents, making MoST laborious and time consuming to apply, particularly in the case of a smaller modelling project. This and other specific criticism are taken into account in the ongoing (autumn 2005) development of the final MoST version.

Key words – Catchment, modelling, quality, assurance, methodology, guidelines, toolbox, MoST, HarmoniQuA, HBV-NP.

Sammanfattning

HarmoniQuA är ett EU-projekt som syftar till att utveckla en komponent för kvalitetssäkring av modellering inom avrinningsområden enligt EU:s Vattendirektiv. De huvudsakliga resultaten är (1) en harmoniserad, generell metodik med vägledning för »god modellering» och (2) ett webb-baserat verktyg för kvalitetsstöd (MoST). För att testa metodiken och verktyget användes dessa under scenarioanalyser av närsalttransport i ett avrinningsområde i Skåne, gjorda med den nyligen utvecklade HBV-NP modellen. HBV-NP är baserad på den hydrologiska HBV modellen, som försetts med rutiner för transport och omvandling av N och P. Modellen sattes upp, kalibrerades, validerades och applicerades genom att följa MoST:s funktioner för vägledning och övervakning. Totalt sett erbjöd MoST:s funktioner effektiv strukturering och vägledning genom modelleringen samt utmärkt support för detaljerad övervakning av processen. Negativ kritik gällde framför allt den stora omfattningen och den höga detaljeringsgraden av innehållet, vilka gör MoST omständligt och tidsödande att använda, särskilt när det handlar om ett mindre modelleringsprojekt. Denna och annan specifik kritik beaktas i den pågående (hösten 2005) utvecklingen av MoST:s slutliga version.

1. Inledning

Under de senaste decennierna har matematiska modeller fått en allt viktigare roll vid undersökningar av vattenrelaterade frågeställningar. Denna roll kommer dessutom med säkerhet att förstärkas i framtiden, t.ex. mot bak-

grund av EU:s Vattendirektiv i vilket modelleringsprocessen har en framträdande position. Därför kommer vi se en ökande tillgänglighet till och användning av allt mer sofistikerade modeller. Redan idag kan vem som helst via Internet enkelt ladda ner och applicera modeller, i vissa fall mycket avancerade, för olika processer.

Dock är ju modellering en synnerligen komplex aktivitet, innefattande en lång sekvens av underaktiviteter (t.ex., konceptualisering av problemet, skrivande och avlusning av modellkod, uppsättning för aktuellt område, kalibrering och validering) och med en mängd fallgror. Det finns ett behov av allmänna riktlinjer för »god modellering». Vidare kommer i framtiden allt fler beslutsfattare och intressenter att behöva ta del av och värdera modellresultat. Denna värdering kräver att varje aktivitet i modelleringsprocessen har noggrant dokumenterats, något som långt ifrån alltid är fallet idag. Detta beror troligen delvis på den tidspress under vilken modelleringsarbete ofta genomförs, delvis på slarvighet och/eller lathet, men också på att man saknar ett naturligt redskap för kontinuerlig och systematisk redovisning av de olika aktiviteterna. Det finns behov av ett användarvänligt verktyg för dokumentation av modelleringsprocessen.

Behovet av kvalitetssäkring inom avrinningsområdesbaserad modellering har på senare år fått allt större uppmärksamhet bland yrkesverksamma inom området (t.ex., Refsgaard, 2002), efter att under en längre tid påtalats från forskarhåll (t.ex., Klemes, 1986; Rykiel, 1996). Vissa specifika rekommendationer har utfärdats, ofta av vetenskaplig och teknisk natur, med avsikt att uppnå de bästa och mest pålitliga resultaten från en viss modell. Mera generella riktlinjer har även producerats, men dels gäller de enbart en viss typ av process (t.ex. av grundvattenströmning), dels skiljer de sig åt mellan olika europeiska länder. Det finns behov av harmonisering på europeisk nivå.

Mot bakgrund av ovan diskuterade behov startades år 2002 EU-projektet HarmoniQuA (*Harmonising Quality Assurance in model based catchment and river basin management*). Projektets huvudsakliga resultat utgörs av två relaterade produkter: (1) en harmoniserad, generell metodik för »god modellering», kompletterad med utförliga riktlinjer, (2) en webb-baserad mjukvara, MoST (*Modelling Support Tool*), som ger både modellerare och klient kvalitetsstöd genom hela projektet. Förhoppningarna är att dessa båda nya produkter kommer att signifikant förbättra såväl modelleringen av vattenrelaterade processer inom avrinningsområden som möjligheterna för beslutsfattare och intressenter att värdera resultaten.

Den huvudsakliga rollen inom projektet för forskningsavdelningen vid SMHI har varit att testa metodiken och mjukvaran, i takt med att dessa utvecklats, inom verkliga, pågående forskningsprojekt. Denna testning har skett bl.a. i samband med modellering av olika scenarier för att minska transporten av närsalter (N, P) till kustzoner och hav. Efter att eutrofieringsproblematiken uppmärksammades på 1960-talet har tillskottet av närsalter från punktkällor minskats, och fokus ligger nu på

reduktion av tillskottet från diffusa källor. Trots att åtgärder satts in under de senaste decennierna för att minska läckaget från jordbruksmark (Johnsson and Hoffmann, 1998), har nettoeffekten på den totala transporten från jordbrukssektorn varit begränsad (Arheimer and Brandt, 2000). För att förbättra situationen har en ny policy som inkluderar åtgärdsplaner på avrinningsområdesnivå föreslagits (SOU, 1997). Utformandet av sådana planer kräver kunskap om hur närsalter transporteras och omvandlas inom avrinningsområden, och mot denna bakgrund har modellen HBV-NP utvecklats (Andersson et al., 2005). Den är baserad på den hydrologiska HBV modellen (Bergström, 1976), vilken har försetts med rutiner för N och P transport.

Det övergripande syftet med denna artikel är att presentera forskningsprojektet HarmoniQuA och de produkter som utvecklats inom projektet. Specifikt demonstreras och utvärderas metodiken och mjukvaran genom en applikation vid scenarioanalyser med HBV-NP modellen. Artikeln innehåller vidare en översiktlig beskrivning av HBV-NP samt de scenarier för närsaltreduktion som studerats.

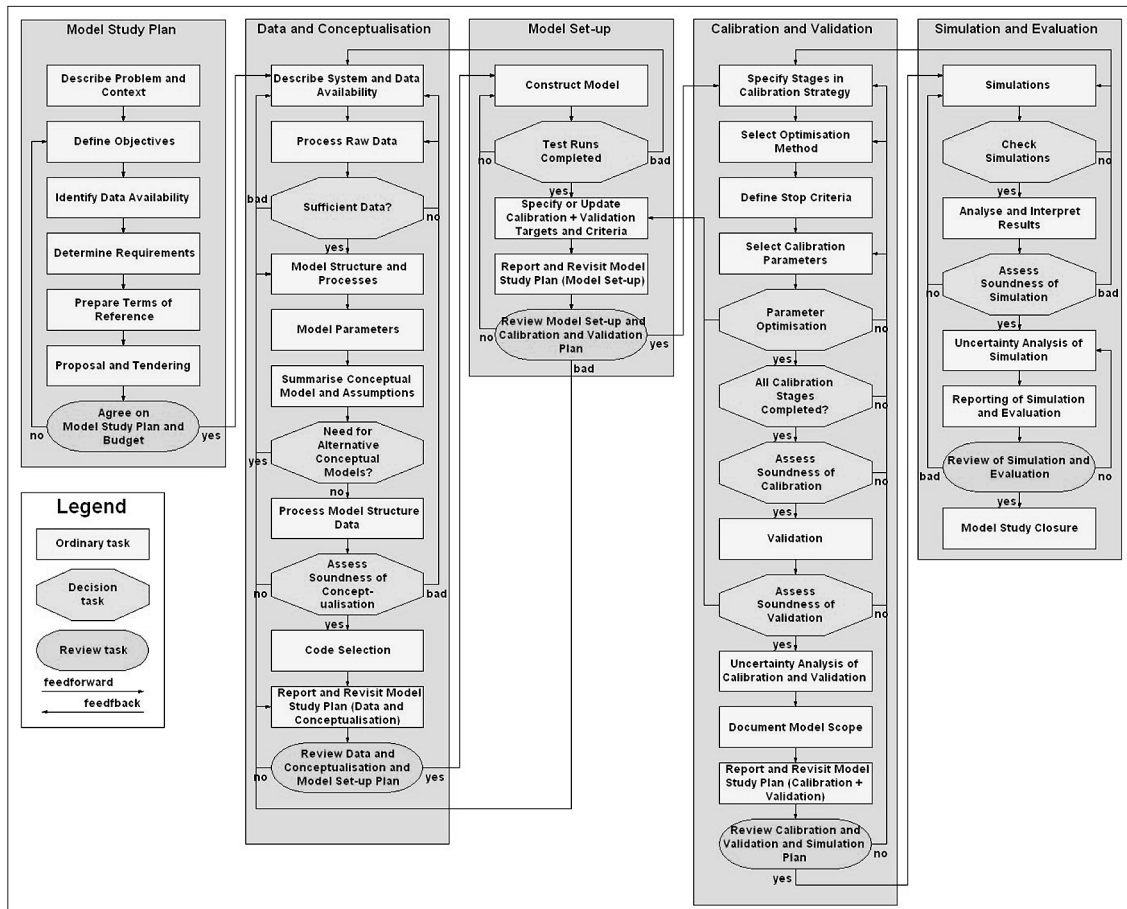
2. HarmoniQuA

HarmoniQuA har löpt under fyra år (2002–2005) med en total budget på c:a 2.6 miljoner EUR, av vilka c:a 1.6 miljoner kom från EU under kontrakt EVK1-CT2001-00097. Projektet har 12 partners från 10 europeiska länder.

2.1. Struktur

Arbetet inom HarmoniQuA har varit uppdelat på fyra s.k. *Work Packages* (WP).

WP1. Utveckling av en vetenskapligt baserad metodik som grund för specifika riktlinjer inom olika steg av modelleringsprocessen. Existerande kunskap om och riktlinjer för modellering (Refsgaard, 2002) har stegvis kompletterats, harmoniserats, förbättrats, och sammanställts i en s.k. *Knowledge Base* (KB). Denna innehåller riktlinjer för sju olika typer av processer och modeller (grundvattenströmning, regn-avrinning, floders hydrodynamik, översvämningsprognoser, vattenkvalitet, ekologi, socio-ekonomi). Strukturen på KB har framtagits genom att bryta ner modelleringsprocessen till ett idealiserat flödesschema innehållande fem huvudsakliga steg (*steps*): Modellplan (*Model study plan*), Data och konceptualisering (*Data and conceptualisation*), Uppsättning av modell (*Model set-up*), Kalibrering och validering (*Calibration and validation*), Simulering och utvärdering (*Simulation and evaluation*). Varje steg innehåller ett antal kon-



Figur 1. Det idealiserade flödesschema för modelleringsprocessen som används i MoST.

kreta uppgifter (*tasks*), vilka i sin tur innehåller ännu mer konkreta aktiviteter (*activities*). Det idealiserade flödesschemat visas i Figur 1.

WP2. Implementering och kodning av KB i samband med utveckling av en tillhörande användarvänlig mjukvara, MoST (*Modelling Support Tool*). Se vidare Kapitel 2.2.

WP3. Testning av KB och MoST i ett stort antal fallstudier omfattande olika typer av modeller, storlekar på projekt (budget, personal, löptid, etc.), geografiska regioner, etc. Testning har genomförts även inom integrerade projekt, i vilka olika typer av parallell modellering har behövt koordineras och sammankopplas.

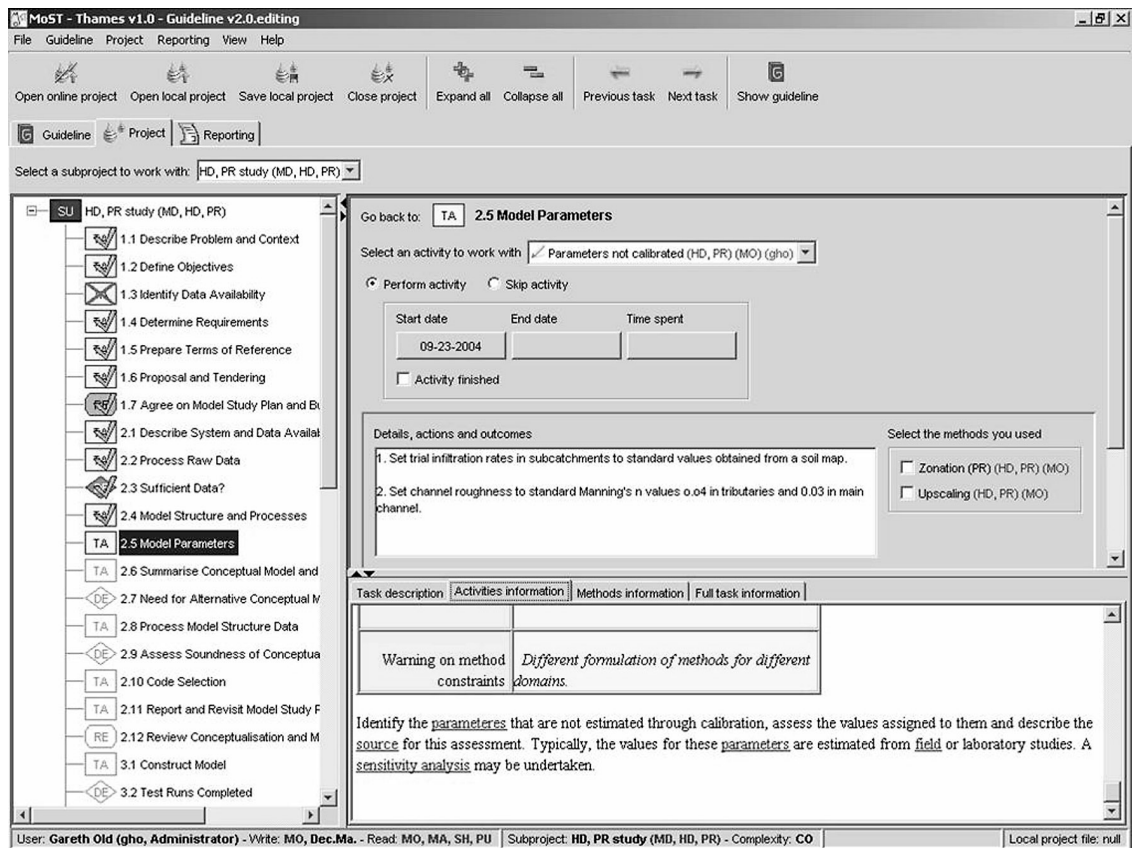
WP4. Spridning av HarmoniQuA:s resultat och produkter till potentiella användare såsom forskare, modellerare, förvaltare av vattenresurser och övriga intressenter. För denna spridning har en stor mängd

utbildnings- och informationsmaterial producerats, dessutom organiseras seminarier riktade mot olika typer av användare.

2.2. MoST

HarmoniQuA:s mjukvara MoST för kvalitetsstöd vid modellbaserad vattenförvaltning omfattar i sin helhet fyra typer av funktioner.

1. Vägledning (*Guidance*). Här beskrivs de uppgifter varje typ av användare (förvaltare, modellerare, granskare, intressent, allmänhet) förväntas utföra i modelleringsprocessens olika steg. Detaljerad vägledning ges för olika typer av processer och modeller. Vägledningen innehåller t.ex. en omfattande ordlista, ett stort antal referenser, samt avdelningar med typiska fallgröpar.



Figur 2. Skärmbild av MoST i »övervakningslayout».

- Övervakning (*Monitoring*). Denna funktion påminner om system för projektledning, utan moduler för ekonomisk övervakning och styrning, men omfattande samtliga modelleringsprocessens uppgifter såväl som aktiviteter. Funktionen håller reda på både vad som gjorts och vad som måste göras. Den fungerar inte enbart som checklista, utan registrerar också varje enskilt val och beslut (med motiveringar) såväl som (del)resultat och anteckningar i en modelljournal (*model journal*).
- Rapportering (*Reporting*). Såväl under som efter ett modelleringsprojekt kan olika typer av rapporter genereras, skraddarsydda för olika typer av publik. Ur modelljournalen väljs relevant information ut och formateras enligt användarens önskemål.
- Rådgivning (*Advise*). I ett senare skede är MoST tänkt att kompletteras med en rådgivningsfunktion. Tanken är att för en viss typ av modellering kunna få rådgivning från tidigare, liknande projekts modelljournaler, lagrade i ett centralt arkiv.

Ett exempel på hur MoST ser ut på skärmen visas i Figur 2. Som synes är större delen av det totala fönstret uppdelat i tre delfönster. Det vänstra delfönstret visar det idealiserade flödesschemat som en lista av uppgifter. Det undre högra delfönstret visar den vägledning som är tillgänglig för den i det vänstra delfönstret valda uppgiften. Innehållet i det övre högra delfönstret varierar beroende på layout. Används »övervakningslayout», såsom i Figur 2, tillåter detta fönster dokumentation av de uppgifter och aktiviteter som genomförts för den i det vänstra delfönstret valda uppgiften. Här finns då också funktioner för tidredovisning samt möjlighet att bifoga datafiler eller hänvisningar till andra dokument. Används i stället »vägledningslayout» visar det övre högra delfönstret en detaljerad bild av den i det vänstra delfönstret valda uppgiftens position i flödesschemat med omgivning. Här visas då t.ex. loopar från beslutsuppgifter (*decision tasks*; representerade av en romb i Figur 1 och 2) till tidigare uppgifter i flödesschemat.

3. Test och utvärdering av MoST vid HBV-NP analyser

Inom HarmoniQuA:s WP3 har två omgångar av fallstudier genomförts för att testa KB och MoST. Syftena med dessa tester var både att kontrollera mjukvarans funktionalitet rent tekniskt, samt framför allt att verifiera dess tillämpbarhet, relevans och användarvänlighet i verkliga modelleringsprojekt. De som utfört testerna har haft olika bakgrund, erfarenhet och specialistkompetens, i syfte att säkerställa en respons ur många olika perspektiv. Mot bakgrund av denna respons har MoST successivt utvecklats under projektets gång, till sin slutliga utformning.

Fallstudierna utförda vid SMHI har varit baserade på modelleringsprojekt i vilka den hydrologiska HBV modellen använts, med olika frågeställningar i botten. Vissa studier har utförts i samband med mindre konsultuppdrag, i vilka HBV modellen satts upp med regionala modellparametrar och applicerats för avrinningsområden utan egna observationer. Dessa tester har undersökt MoST:s användbarhet för mindre rutinuppdrag, t.ex. i form av en utökad checklista över moment som måste genomföras. Andra studier har utförts i samband med utveckling av HBV modellen, t.ex. modifiering av rutiner för att kunna använda nederbörd observerad via radar som indata, i stället för de stationsdata som normalt används, och efterföljande jämförelser av resultaten. Dessa tester har utvärderat i vilken utsträckning MoST ger något mervärde i ett forskningsprojekt. Huvuddelen av studierna har emellertid genomförts i samband med analyser av olika scenarier för närsaltreduktion. Dessa beräkningar har gjorts med den nyligen utvecklade modellen HBV-NP.

3.1. HBV-NP

HBV-NP är baserad på den hydrologiska HBV modellen (Bergström, 1976; Lindström et al., 1997). Detta är en dynamisk massbalansmodell som beräknar ackumulering och avsmältning av snö, vatteninnehåll i olika markskikt och dess bidrag till avrinning, samt transport genom vattendrag och sjöar. Modellen sätts upp genom att dela in ett avrinningsområde i ett antal kopplade delavrinningsområde för vilka beräkningarna genomförs, och denna uppdelning styr den rumsliga upplösningen av resultatet. Tidsupplösningen är normalt ett dygn. Modellen har ett antal fria parametrar som måste kalibreras mot tidsserier av uppmätt vattenföring.

Den vidareutvecklade modellen HBV-NP simulerar transport och omvandling av kväve (N) och fosfor (P) inom och mellan avrinningsområden (Andersson et al., 2005). Huvudsyftena med modellen är att uppskatta transport, retention och källfördelning, att separera mel-

lan antropogent bidrag och naturlig bakgrund, samt att utvärdera scenarier representerande t.ex. olika strategier för att minska förekomsten av närsalter eller olika framtida utvecklingar av klimatet. Utvecklingen av N-rutiner i HBV modellen skedde successivt under c:a ett decennium (Bergström et al., 1987; Brandt, 1990; Arheimer and Brandt, 1998), emedan utvecklingen av P-rutiner skedde mer nyligen inom det vattenstrategiska forskningsprogrammet VASTRA (www.vastra.org). Både för N och P modelleras två olika fraktioner (N: löst organiskt och löst oorganiskt; P: partikulärt och löst reaktivt).

I N- och P-rutinerna används olika koncentrationer för vatten från olika kombinationer av jordtyp och markanvändning. För jordbruksmark har vidare N- och P-koncentrationer från olika grödor och odlingsmetoder beräknats genom fältmodellerna SOILN (Johansson et al., 1987) och ICECREAM (Tattari et al., 2001). Modellering av P krävde utveckling av dels nya flödesvägar i modellen, ytavrinning och makroporttransport, dels rutiner för erosion på markytan och i åfäran. Förutom diffust läckage beräknas närsalttillskott från punktkällor (t.ex. enskilda avlopp, industrier och reningsverk) och atmosfärisk deposition. Uppehåll, omvandling och transport beräknas för N- och P-innehållet i grundvattnet, floder, våtmarker och sjöar, främst genom empiriska samband mellan koncentrationer och fysiska faktorer. Kalibrering av parametrar relaterade till de olika processerna och magasinerna sker mot tidsserier av uppmätta koncentrationer från vattenföringsstationer. N- och P-rutinerna har verifierats för ett antal databaser med N- och P-observationer (t.ex. Bergström et al., 1987; Brandt, 1990; Andersson et al., 2002).

3.2. Test av MoST

Mjukvaran MoST testades i samband med att HBV-NP sattes upp och kördes för ett pilotområde i Skåne (Rönne å). Syftet med körningarna var att utvärdera den kombinerade effekten på N- och P-belastningen till havet av ett antal separata åtgärder för närsaltreduktion. Fyra olika scenarier definierades. (1) *Business as usual*, motsvarande dagens strategi, med fokus på reduktion av N- och P-bidragen från reningsverk och enskilda hushåll, samt viss anläggning av våtmarker. (2) *Diffusa källor*, inkluderande t.ex. minimering av läckaget från jordbruksmark samt anläggning av bufferzoner varhelst möjligt och våtmarker på 2 % av jordbruksmarken. (3) *Jämlikhet*, innebärande en konstant relativ reduktion av N- och P-bidragen motsvarande de svenska miljömålen (N: 30 %; P: 20 %) från varje sektor (t.ex. jordbruk och industri). (4) *Kostnadseffektivitet*, vilket krävs av EU:s Vattendirektiv och gäller inte bara vilka åtgärder som genomförs utan även var i området de genomförs mest effektivt.

Resultaten från körningarna visade t.ex. att dagens strategi inte räcker för att nå miljömålet för N, att målet för P kan nås genom maximal anläggning av våtmarker (vilkas reduktionskapacitet emellertid är osäker) och att kostnadseffektiva lösningar är möjliga (se vidare Arheimer et al., 2005).

Testerna av MoST omfattade funktionerna för vägledning och övervakning (Kapitel 2.2). I praktiken skedde testningen genom att parallellt med själva modelleringen följa MOST:s idealiserade flödesschema, uppgift för uppgift, och göra en bedömning av både innehåll och funktionalitet. Är denna uppgift relevant för denna typen av projekt och kommer den på rätt plats i flödesschemat? Är riktlinjerna användbara och korrekta? Kan jag enkelt tolka dem och överföra dem till min aktuella modellstudie? Motsvarar boxarna för dokumentation det jag vill dokumentera? Saknas något som skulle förenkla eller effektivisera användningen? Under testerna utvärderades MoST i möjligaste utsträckning parallellt med modelleringen, alltså i »realtid». Emellertid var testperioden begränsad, varför vissa redan avslutade aktiviteter fick »rekonstrueras» i MoST och vissa kommande aktiviteter »simuleras».

I det följande beskrivs översiktligt de olika stegen i MoST:s idealiserade flödesschema, vad de motsvarade under scenarionalyserna med HBV-NP modellen, samt hur olika uppgifter tolkades och genomfördes.

1. *Modellplan.* Mycket av detta steg i MoST förutsätter en situation där en klient anlitar en modellerare för att få fram beslutsunderlag. Steget innehåller främst förberedande aktiviteter, val av modellerare (t.ex. via anbud) och förhandlingar mellan klient och modellere. Aktiviteterna inom detta steg utmynnar i utformningen av en gemensam s.k. modellplan, vilken i detalj specificerar modellprojektets tekniska och finansiella villkor. Detta steg är normalt inte relevant för forskningsprojekt, såsom scenarionalyserna med HBV-NP, t.ex. eftersom modellaren oftast själv utformar och budgeterar projektet. Därför hoppades uppgifterna i detta steg över i föreliggande test, vilket är enkelt gjort i MoST och inte får några negativa konsekvenser för kommande steg. Genomgång av steg gjorde emellertid i samband med andra tester.
2. *Data och konceptualisering.* Syftet med detta steg är huvudsakligen att mot bakgrund av det problem som existerar och de data som är tillgängliga konstruera en konceptuell modell av den relevanta processen. Detta uppnås genom ett antal uppgifter i MoST, t.ex. identifiering och beskrivning av ingående delprocesser, lokalisering och förberedande kontroll av tillgängliga data, samt definition av modellstruktur och modellparametrar. De flesta aktiviteter i detta steg förutsätter således att ingen existerande modell är tillämpbar

för det aktuella problemet, utan en fundamentalt ny modell krävs. I den aktuella fallstudien, däremot, var modellen specificerad på förhand och det fanns inget behov av konceptualisering. Därför kunde de uppgifter i steget som berörde konceptualisering hoppas över. De uppgifter som innehöll aktiviteter kopplade till tillgängliga data genomfördes eftersom dessa krävs för kommande uppgifter (t.ex. modellkalibrering).

3. *Uppsättning av modell.* I detta steg sätts den utvecklade eller utvalda modellen upp för det aktuella avrinningsområdet. I vår fallstudie innebar detta uppsättning av HBV-NP för avrinningsområdet Rönne å, vilket inkluderade t.ex. definition av delavrinningsområden, specifikation av deras karakteristika i termer av altitud och markanvändning, samt beskrivning av kopplingarna mellan delavrinningsområden. För N- och P-rutinerna specificerades dels läckagekoncentrationer för olika typer av markanvändning, dels bidrag från punktkällor uppskattade från områdesspecifik information eller schablonvärden. Stationer med observationer av nederbörd, vattenföring och närsaltkoncentration identifierades och de korresponderande data extraherades, kontrollerades och formaterades. Den gängse gången vid uppsättningen av HBV-NP motsvarades väl av MoST:s idealiserade flödesschema. Efter uppsättningen finns i MoST rekommendationer att utföra testkörningar för att verifiera att modellkoden exekverar korrekt. Steget innehåller vidare val av kriterier för att bedöma modellens effektivitet, och vägledning för detta val. I HBV-NP används normalt R^2 och volymfel för vattenföringen, medan överensstämmelsen för närsaltkoncentrationer bedöms genom visuell jämförelse mellan observerade och modellerade koncentrationer och dynamik.
4. *Kalibrering och validering.* Som nämnts ovan (Kapitel 3.1) innehåller HBV-NP ett antal fria parametrar som kräver kalibrering mot observationer. I detta steg av MoST erhålls vägledning för parametrarnas optimering, vilken i HBV-NP kan utföras genom en automatisk kalibreringsrutin (Lindström, 1997). I scenarionalyserna kalibrerades parametrar kopplade till vattenföring automatiskt medan N- och P-parametrarna optimerades manuellt. Kalibrering åtföljs av validering för oberoende data, och i scenarionalyserna skedde validering inte enbart för oberoende tidsperioder utan också för oberoende stationer, för att verifiera att resultaten är rumsligt konsistenta. Efter både kalibrering och validering innehåller MoST uppgifter i vilka modellaren omdöms göra en bedömning av parametervärdena och modellresultatens rimlighet, inte bara rent numeriskt utan också med beaktande av tidigare erfarenheter såväl som sunt förnuft. Sådan rimlighetsanalys är speciellt viktig i omfattande modellapplikationer såsom den förelig-

gande. Indata från vitt skilda källor (t.ex. olika typer av mätare, resultat från andra modeller, kartor över markanvändning och jordart) sammankopplas genom komplexa samband, och det är lätt att förlora överblick och transparens. MoST kräver också en osäkerhetsanalys och mot bakgrund av denna en bedömning huruvida den (kalibrerade och validerade) modellen uppfyller kraven för att användas för de slutliga simuleringarna. I HBV-NP utförs detta genom statistiska analyser av olika parameterkombinationer (t.ex. Lindström et al., 2005).

5. *Simulering och utvärdering.* Detta sista steg i MoST motsvarar i vårt fall själva scenariekörningarna. De olika scenarierna implementerades genom modifieringar av HBV-NP:s indatafilmer innehållande t.ex. diffusa läckagekoncentrationer och bidrag från punktkällor. MoST innehåller kontroller i syfte att identifiera felaktiga eller oväntade värden såväl som vägledning angående beskrivning och tolkning av resultaten. Precis som det föregående innehåller detta steg uppgifter med bedömningar av rimlighet och osäkerhet. Osäkerheterna i HBV-NP scenarierna har uppskattats t.ex. genom att använda olika rumslig upplösning i modellen (d.v.s. olika indelningar av delavrinningsområden) och geografisk information från olika källor (Andersson et al., 2005).

3.3. Utvärdering av MoST

Den testning av MoST vid HBV-NP scenarieanalyser som genomförts bekräftade i huvudsak verktygets avsedda funktion. Den vägledande informationen befanns i allmänhet användbar och totalt sett överensstämde det idealiserade flödesschemat i MoST väl med hur HBV(-NP) modellen normalt används vid modelleringsprojekt. Verktyget är troligen mest användbart för oerfarna modellerare, men kan vara till god hjälp även för mera erfarna, t.ex. ställda inför en ny typ av modelleringsproblem. Den vägledningsfunktion som finns i MoST fungerar också som checklista vilken försäkrar att inget nödvändigt steg missats, något som kan hända även erfarna modellerare i tidspressade situationer. Den troligen mest attraktiva delen av MoST befanns emellertid vara övervakningsfunktionen. Att kunna systematiskt dokumentera varje aktivitet, val och beslut under modelleringsprojektets gång, och vid behov sålunda »rekonstruera» hela förloppet i efterhand, är synnerligen värdefullt inte bara för formell granskning men också för modellerarens egen överblick och kontroll. I detta avseende är MoST också värdefull vid forsknings- och utvecklingsarbete, då en ny modell utvecklas och testas. Den modelljournal som genereras i övervakningsfunktionen ger en snabb och enkel översikt av projektet.

Testerna genererade också negativ kritik. En återkommande åsikt var att systemet är alltför omfattande och detaljerat, att man lätt blir överväldigad av all information och alla aktiviteter, och att det är alltför tidskrävande att ta till sig all vägledning samt att utföra alla efterfrågad dokumentation. Det kan ta lång tid att läsa igenom informationen om en viss uppgift och tolka den i termer av ens eget modelleringsprojekt. För mindre modelleringsprojekt kan en stor del av uppgifterna och aktiviteterna i MoST:s idealiserade flödesschema hoppas över, men vilka är ofta inte uppenbart utan kräver detaljerad genomläsning och bedömning. Mot bakgrund av denna upplevda otymplighet var testare ofta tveksamma till rutinmässig användning av MoST i den dagliga verksamheten. Denna kritik är naturligtvis allvarig, syftet med MoST är att vara ett hjälpmedel och inte en belastning. Eftersom MoST är ett generellt verktyg som ska kunna hantera ett brett spektrum av problem, modelltyper, projektstorlekar, etc., krävs att det är omfattande och detaljerat. Samtidigt måste det vara enkelt och intuitivt att applicera för en specifik situation. En faktor i sammanhanget är naturligtvis vanan vid verktyget, alla mjukvaror och system tar en viss tid att lära sig och behärska. Den tillgängliga tiden för sådan tillvänjning var begränsad, men testare som deltog vid flera testomgångar upplevde att användningen förenklades med tiden. Som en konsekvens av kritiken kommer vidare den slutliga versionen av MoST att innehålla ett antal förformaterade »mallar» för ett antal olika standardtyper av modelleringsprojekt. I dessa har alla irrelevanta uppgifter och aktiviteter skalats bort från flödesschemat, och bara det verkligt nödvändiga behållits.

Viss negativ kritik fanns också för specifika delar av MoST. Olika uppgifter befanns i vissa fall vara likartade och t.o.m. överlappande, vilket skapade osäkerhet. Den vägledande informationen tycktes på sina ställen vara otydlig och onödigt komplicerat formulerad. Det idealiserade flödesschemat upplevdes delvis bristfälligt vad gäller modellering av scenarier, vilkas implementering befanns placerat för sent i schemat. Dessa brister kommer i möjligaste utsträckning att åtgärdas under den pågående (hösten 2005) utvecklingen av MoST:s slutliga version.

4. Information, tillgänglighet, utbildning

För mera information om HarmoniQuA hänvisas till projektets hemsida på <http://harmoniqua.wau.nl>.

Den senaste officiella versionen av MoST kan efter registrering kostnadsfritt nedladdas från sidan http://harmoniqua.wau.nl/tools/login_download.html.

Instruktioner och utbildningsmaterial relaterat till MoST finns på <http://harmoniqua.wau.nl/training/>. Här finns bl.a. ett flertal instruktionsfilmer som förklarar användningen och underlättar igångsättningen. Här finns också en färdig fallstudie att använda för att bekanta sig närmare med systemet. Kontakta gärna artikelförfattaren för ytterligare information eller diskussion.

Referenser

- Andersson, L., Persson, K. & Hellström, M., 2002. A nested model approach for phosphorus load simulation in catchments: HBV-P. In: Proc. XXII Nordic Hydrological Conference, Röros, Norway, 4–7 August, 229–238.
- Andersson, L., Rosberg, J., Pers, B.C., Olsson, J. & Arheimer, B., 2005. Estimating catchment nutrient flow with the HBV-NP model-sensitivity to input data. *Ambio*, 34: 521–532.
- Arheimer, B. & Brandt, M., 1998. Modelling nitrogen transport and retention in the catchments of Southern Sweden. *Ambio*, 27: 471–480.
- Arheimer, B. & Brandt, M., 2000. Watershed modelling of non-point nitrogen losses from arable land to the Swedish coast in 1985 and 1994. *Ecol. Eng.*, 14: 389–404.
- Arheimer, B., Löwgren, M., Pers, B.C. & Rosberg, J., 2005. Integrated catchment modeling for nutrient reduction: scenarios showing impacts, potential and cost of measures. *Ambio*, 34: 513–520.
- Bergström, S., 1976. Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian catchments, Reports Hydrology and Oceanography, Nr. 7, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Sweden.
- Bergström, S., Brandt, M. & Gustafson, A., 1987. Simulation of runoff and nitrogen leaching from two fields in Southern Sweden. *Hydrol. Sci. J.*, 32: 191–205.
- Brandt, M., 1990. Modelling nitrogen transport from a basin of mixed land use. Example from the Lake Ringsjön drainage area, Sweden. *Vannet i Norden*, 23: 39–57.
- Johnsson, H. & Hoffman, M., 1998. Nitrogen leaching and gross load of nitrogen from arable land in Sweden in 1985 and 1994. *Ambio*, 27: 481–487.
- Johnsson, H., Bergström, L. & Jansson, P.-E., 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 18: 333–356.
- Klemes, V., 1986. Operational testing of hydrological simulation models. *Hydrol. Sci. J.*, 31: 13–24.
- Lindström, G., 1997. A simple automatic calibration routine for the HBV Model. *Nordic Hydrol.*, 28: 153–168.
- Lindström, G., Johansson, B., Persson, M., Gardelin, M. & Bergström, S., 1997. Development and test of the distributed HBV-96 hydrological model. *J. Hydrol.*, 201: 272–288.
- Lindström, G., Rosberg, J & Arheimer, B., 2005. Parameter precision in the HBV-NP model and impacts on nitrogen scenario simulations in the Rönneå River, Southern Sweden. *Ambio*, 34: 533–537.
- Refsgaard, J.C., (ed.) 2002. State-of-the-art report on quality assurance in modelling related to river basin management, HarmoniQuA Report, D-WP1-1, Copenhagen, Denmark.
- Rykiel, E.R., 1996. Testing ecological models: the meaning of validation. *Ecol. Modelling*, 90: 229–244.
- SOU, 1997. Miljösamverkan i vattenvården. Slutbetänkande av Utredningen om avrinningsområden, Statens offentliga utredningar 1997:155, Fritzes offentliga publikationer, Stockholm 1997, ISBN 91-38-20737-0.
- Tattari, S., Bärlund, I., Rekolainen, S., Posch, M., Siimes, K., Tuhkanen, H.-R. & Yli-Halla, M., 2001. Modelling sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of ASAE*, 44: 297–307.