

# Modellering som pedagogisk metod

Göran Ewald och Patrik Wallman, *LUCSUS, Lunds universitet*

**Abstract**— Att hantera och använda sig av modellerings- och simuleringsverktyg är inte enbart något som en majoritet av våra studenter får stor nytta av i sitt framtida yrkesliv. Det är också användbara pedagogiska verktyg för att nå insikt i hur olika system fungerar, hur vi subjektivt uppfattar att systemen fungerar och även att kommunicera denna uppfattning. I vår undervisning inom Lund University Master's Programme in International Environmental Science (LUMES) är metoder som "causal loop diagram" och annan "mind mapping" viktiga verktyg för att få studenter med vitt skilda akademiska och kulturella bakgrunder att kommunicera på ett effektivt sätt. Studenterna tvingas även ifrågasätta sina egna värderingar då metoderna förutsätter att de tar klar ställning till hur ett system fungerar. Även för "rena" tekniker/naturvetare har jag funnit att en djupare förståelse för vissa, ofta relativt enkla fenomen och processer, t.ex. kemisk jämvikt, bioackumulation av miljögifter, snabbt och effektivt kan förmedlas med hjälp av att använda modelleringsövningar i undervisningen. Vi jämför de olika studentkategorier utgångspunkter för att konstruera modeller och visar hur modellering kan användas för olika syften i undervisningen.

**Index Terms**—modellering, systemförståelse, kommunikation, lärande

## I. INTRODUKTION

VI är alla modellerare! Vi är alla modellerare! När du vaknar på morgonen startar din väl utarbetade "morgonrutinmodell". *Jag kan ligga kvar till fyra minuter i sju. Ligger jag fem minuter längre får jag hoppa över det rostade brödet och ta en knäckemacka. Det snöar – det innebär sju minuters promenad till bussen..... osv.* Ibland fungerar modellen, ibland inte. Målsättningarna med morgonrutinmodellen, och därmed måtten för prestandan, att sova så länge som möjligt, ändå hinna duscha och äta frukost samt att hinna till jobbet är nog gemensamma för de flesta och de flesta lyckas ofta utarbeta fungerande modeller som gör att vi (oftast) kommer till jobbet. Uppfattningen av vilka komponenter som ingår i en "morgonrutinmodell" är ofta gemensamma men subjektiviteten i hur vi värderar olika modelldelar blir skriande tydlig den dag vi blir sambo - för att inte tala om den dag vi blir föräldrar då hela modellen måste byggas om. Om vi kommunicerade mer med modeller kanske

Manuskript insänt till den 3:e Pedagogiska Inspirationskonferensen vid Lunds tekniska högskola.

Göran Ewald är verksam som lärare och forskare vid Lunds Universitets Centrum för Studier av Uthållig Samhällsutveckling, Box 170, 221 00 Lund (korresponderande författare; tel:046-222 4809; fax: 046-222 0475; e-mail: goran.ewald@lucsus.lu.se).

Patrik Wallman är verksam som lärare och forskare vid Lunds Universitets Centrum för Studier av Uthållig Samhällsutveckling, (e-mail: patrik.wallman@lucsus.lu.se)

samvaron i många hem skulle förenklas? Detta resonemang kan också användas inom undervisningen då din morgonrutinmodell lätt kan översättas till en matematisk simuleringsmodell som ger dig möjlighet att reflektera över din strategi, förbättra den och ge dig tio minuter till i sängen. Den ger dig också möjlighet att på ett effektivt sätt tala om varför du inte äter rostat bröd på morgonen.

## II. NJUTNINGEN MED SYSTEMTÄNKANDE

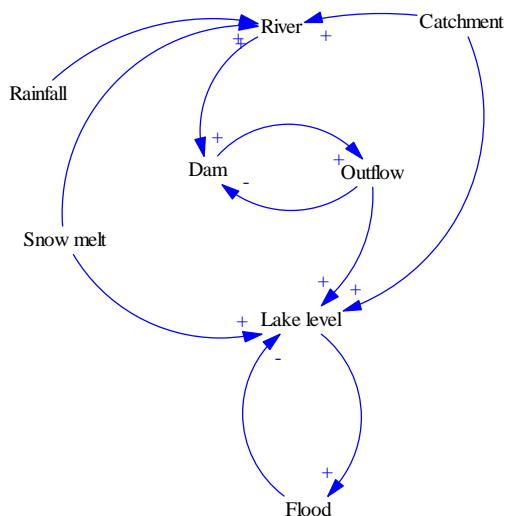
Barn gillar modeller, eller snarare kausala samband. En treåring älskar att undersöka konsekvenser av en händelse t.ex.; kranar jag vatten nu så rinner det i röret ner i källaren, ut i gatan, ner till reningsverket, ut i ån och ut till havet. Varefter han nöjt konstaterar att "sen kommer det inte längre". Modeller och systemtänkande är emellertid mer än kausala samband. Det innefattar bl a en förståelse för relationer, komplexitet, dynamik och återkoppling som det kausala tänkandet inte gör. De flesta populära dataspelen förutsätter ett systemtänkande. Själva spelet går ofta ut på att dechiffrera systemet, öka kunskapen om det, hitta genvägar och slutligen få ett nytt "High Score".

För en majoritet av de studenter vi undervisat i "modellering" har mycket av detta tänkande och nöjet i det stuvats undan. Det finns där och det kommer oftast fram till slut men vägen dit känns för många svår. Varför det är på detta vis kan vi bara spekulera i men troligast är att som student har ett systemtänkandet tidigare inte gynnat dem. Kurser har lästs in ämnesvis, sedan grundskolan, och examinationsframgång på universitetet relaterar sällan till en systemförståelse och hur den nya kunskapen relaterar till annat. Detta är inte på något vis en ny upptäkt men detta faktum blir mycket tydligt på kurser som innefattar moment med systemtänkande och modellering. Belöningen för studenterna som tar sig an modelleringen blir ofta stor då de överraskas av att detta även ger dem ett mervärde till kunskaperna de har från andra kurser och att de lär sig mer än de förväntat.

## III. UNDERVISNINGSMETODERNA

De exempel som ges nedan från Marinbiologiprogrammet i Helsingborg, Biogeokemisk modellering inom K- och W-programmen vid LTH, och "Systems Analysis"-kursen på Lund University Master's Programme in International Environmental Science (LUMES) följer ett liknande upplägg. Kurserna, eller momentet inom kurserna, inleds med "konceptuell modellering" m h a mindmapping d v s en grafisk presentation av sin mentala bild av systemet man ska modellera. Denna konceptuella modell används sedan som ritning för att bygga en simuleringsmodell i en färdig mjukvara. Slutligen ges studenterna olika scenarier som ska

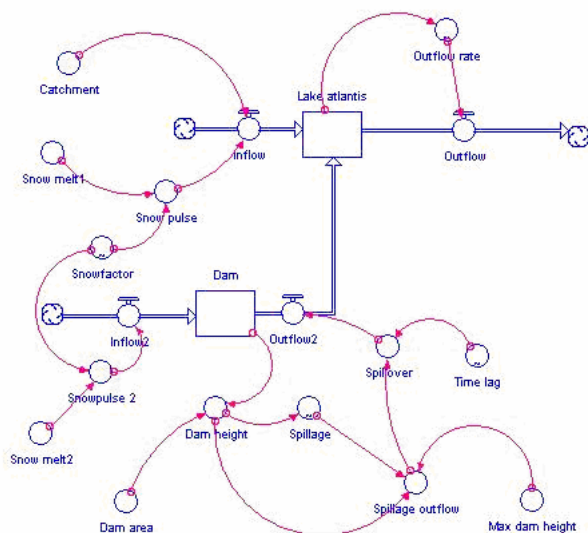
utvärderas och/eller åtgärdas med hjälp av modellresultaten. Den grafiska modellstruktureringen utförs som "Causal loop diagrams" (CLD) [1] där interaktionerna mellan de olika modellelementen definieras.



**Figur 1** Exempel på ett "causal loop diagram" ur en studentrapport. I detta fall ska översvämningsrisken i en floddal uppskattas.

I detta stadium av modelleringsarbetet är det lätt att inom studentgruppen diskutera och kommunicera sin syn på systemet. Skiljaktigheter identifieras och reds ut vilket är ett måste innan själva datormodellerandet tar vid.

Studenternas CLD utgör grundstrukturen för en simuleringsmodell där Stella ([www.iseesystems.com](http://www.iseesystems.com)) är den mjukvara som använts då den lämpar sig för översättningen av ett CLD till datormodell. Kunskapströskeln för att börja använda Stella är relativt låg, vidare är det som lärare möjligt att förstå vad och hur studenterna har åstadkommit då modellerna har hög transparens.



**Figur 2** Den STELLA modell av avrinningsområdet som skapades med hjälp av det CLD som återges i Fig. 1.

#### IV. INFALLSVINKLAR – MÅLSÄTTNING

Modellering är fungerande pedagogiskt verktyg i olika undervisningssituationer och även i studentgrupper där de enskilda studenterna har vitt skilda förutsättningar för lärande. För att uppnå ett bra resultat bör läraren ha identifierat de förutsättningar som gäller i studentgruppen för att hitta den bästa väg en till kunskapsmålet.

Marinbiologistudenterna i Helsingborg har sällan mer än gymnasiekunskaper i matematik. Utmaningen som lärare är att få deras intuitiva förståelse av ett system, som ofta är bra, till att fungera matematiskt och att få dem att acceptera att matematiska dynamiska modeller kan vara till hjälp för dem.

- ◆ Principerna för, och de basala relationerna i, ett naturligt system kan formuleras matematiskt.

På LTH är målsättningen som lärare ofta det omvända. Studenterna är bra på matematik, har god datorvana, och har inga hämningar vad gäller att göra datorsimuleringar av naturliga system. Jämfört med Helsingborgsstudenterna är emellertid deras förförståelse av systemen ofta svag. Utgångspunkten blir matematiken som leder till en djupare förståelse av variabiliteten och komplexiteten i naturliga system.

- ◆ De matematiska principerna för relationerna i ett naturligt system är inte tillräckliga för att ge en korrekt bild av ett naturligt system.

Vad gäller LUMES är systemanalys kärnan i hela utbildningsprogrammet. Då studenterna har vitt skilda akademiska och kulturella bakgrunder blir deras modeller mycket viktiga för kommunikationen och överbryggandet av dessa skillnader. Då modellering är ett helt nytt verktyg för en övervägande del av studenterna är det ett mycket bra sätt att få studenterna att bryta djupt rotade inlärningsstrategier och våga tänka själva. Genom att använda CLD som utgångspunkt för en uppsats blir strukturen bra och eget tänkande slår tydligare igenom i texten. Systemtänkandet är oundgängligt i en utbildning som syftar till en djupare kunskap kring och analys av hållbarhetsfrågor.

- ◆ Med modeller kan idéer, uppfattningar och funktioner av system tydligt kommuniceras, kunskaper från olika forskningsområden integreras, samt att konsekvenser av olika handlingar lättare kan utvärderas. En heterogen grupp av studenter når en, om inte enig, så åtminstone en konvergerande uppfattning om systemstruktur och problembild.

#### V. DISKUSSION

Studenter med naturvetenskaplig bakgrund frågar ofta om en modell är rätt. De förutsätter att det finns ett "facit" och den inställningen hämmar kretiviteten i arbetet. Genom att inleda med modellering av mjuka parametrar undanröjs mycket av denna attityd. Att konstruera modeller av system som studenterna är väl förtrogna med som t.ex. studiemotivation, hushållsekonomi, eller familjegräl ger dem snabbt insikten i hur subjektiva modeller är. De känner sig också snabbt trygga i arbetet då de väl känner sin uppfattning om vikt och funktion

i systemet, focus kan då läggas på själva verktyget för analysen och inte diskussioner kring hur systemet ser ut. Efter denna inledning vågar studenterna mer och sticker oftare ut hakan med sina modeller.

Processen som studenterna genomgår under kurserna kopplas lätt till modellen om "Structure of Observed Learning Outcome" eller SOLO-taxonomin [2] då arbetsgången för att bygga en modell följer de steg som taxonomin beskriver. Studenterna vi undervisar befinner sig inledningsvis oftast på den "multistrukturella" nivån i taxonomin, d.v.s. de har goda kunskaper inom flera fält men en klar syntes av kunskaperna saknas. Den näst högsta nivån, den "relationella", där kunskapsdelar integreras uppnås under själva modelleringsarbetet. Mycket viktigt i arbetet är att det är en gruppprocess där studenterna ska motivera och argumentera för sin uppfattning om systemet. Detta medför i sin tur att studenten tvingas klargöra och strukturera sin befintliga kunskap till att passa i ett systemperspektiv. Den sista nivån i SOLO-taxonomin, den "utvidgat abstrakta", uppnås under den del av modelleringsarbetet då studenterna börjar manipulera sin modell och utforska olika scenarier, handlingar och konsekvenser. I detta moment börjar studenten kunna se mönster i sin kunskap och i de system den är integrerad i. Detta ger en insikt i "arketypiska modeller" där mönster går igen.

Utvärderingen av undervisningen är mer eller mindre självgående då de modeller som studenterna gör är en bild av deras förståelse och därigenom automatiskt en utvärdering av kunskaps- och kursmål. *Om man kan göra en fungerande modell har man förstått!* Naturligtvis fungerar modeller olika väl och är också subjektiva skapelser, trots detta är den fungerande modellen ett bra bevis på att en djupare förståelse av sammanhang har uppnåtts.

#### REFERENSER

- [1] Anderson, V., Johnson, L., 1997. *Systems thinking basics: from concepts to causal loops*. Pegasus Communications, Cambridge, Mass.
- [2] Biggs, J. B., Collis, K. F. (Eds.) (1982) *Evaluating the quality of learning: the SOLO taxonomy (Structure of the observed learning outcome)*. New York: Academic Press.