

PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

For additional information about this publication click this link.

<http://hdl.handle.net/2066/158233>

Please be advised that this information was generated on 2018-10-16 and may be subject to change.

Management Science: that can be quite an art

AFSCHEIDSREDE DOOR PROF. DR. J.A.M. VENNIX

afsc
heids-
redo

change perspective

Radboud Universiteit



AFSCHEIDSREDE

PROF. DR. J.A.M. VENNIX



Management Science (of: Operations Research) maakt gebruik van veel soorten wetenschappelijke modellen. Eén daarvan, System Dynamica (SD), staat centraal in deze rede. SD is een van de eerste kwantitatieve modelbouwmethoden, om een strategisch probleem in kaart te brengen.

Het SD-model stond daarbij nog vrij centraal. In de loop der jaren werd SD meer en meer gebruikt als middel om processen van groepsbesluitvorming te ondersteunen en werd naast de rol van modelbouwer die van group facilitator belangrijk. Voor dit soort processen wordt de term Group Model Building (GMB) gebruikt. GMB streeft niet alleen naar een grondige analyse van het probleem, maar ook naar het creëren van consensus en commitment, twee belangrijke voorwaarden voor succesvolle implementatie van strategische besluiten. Beide onderdelen *the science of model building* en *the art of facilitation* vormen het hart van het European Master programme in System Dynamics (EMSD).

Jac Vennix is, met uitzondering van een verblijf van vijf jaar aan de Universiteit Utrecht, sinds 1983 verbonden geweest aan de Radboud Universiteit. Aanvankelijk als universitair (hoofd)docent en vanaf 1998 als hoogleraar Methodenleer. Zijn onderzoek heeft voornamelijk in het teken gestaan van het ontwikkelen van GMB, alsmede het systematisch empirisch evalueren van de ontwikkelde methode (Vennix, 1996). Sinds juni 2016 is hij met emeritaat.

MANAGEMENT SCIENCE: THAT CAN BE QUITE AN ART

Management Science: that can be quite an art

Rede (in verkorte vorm) uitgesproken bij het afscheid als hoogleraar Methodenleer aan de Faculteit der Managementwetenschappen aan de Radboud Universiteit op vrijdag 27 mei 2016

door prof. dr. J.A.M. Vennix

Opmaak en productie: Radboud Universiteit, Facilitair Bedrijf, Print en Druk
Fotografie omslag: Bert Beelen

© Prof. dr. J.A.M. Vennix, Nijmegen, 2016

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt middels druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder.

Mijnheer de rector magnificus, geachte toehoorders,

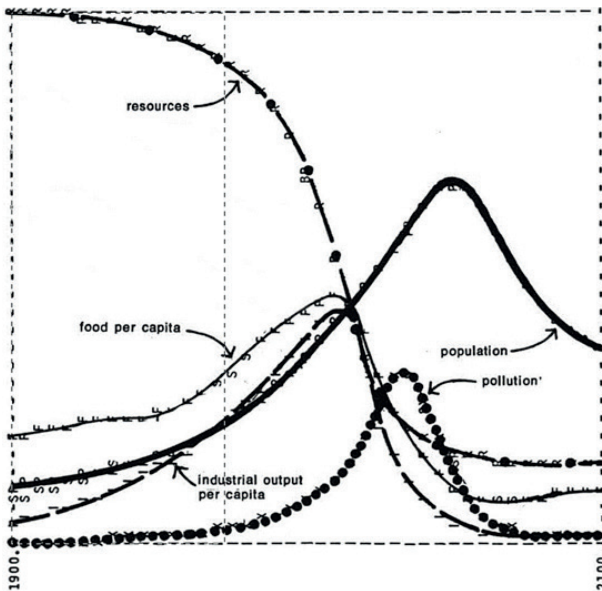
1. INLEIDING

Management Science (ook wel aangeduid met de term *Operations Research*) is een interdisciplinair onderzoeksgebied dat zich richt op vraagstukken van probleemoplossing en besluitvorming in organisaties. De systeembenadering en het gebruik van wiskundige modellen spelen in de Management Science een belangrijke rol. Er bestaan veel verschillende soorten modellen elk met hun eigen toepassingsgebied. Vandaag wil ik wat dieper ingaan op één ervan, te weten Systeem Dynamica (vanaf nu aangeduid als SD) en wel om drie redenen. Ten eerste bestaan er nogal wat misverstanden over SD en die wil ik graag uit de weg ruimen. Ten tweede richt ze zich op strategische in plaats van operationele vraagstukken en ten derde is dit een van de weinige kwantitatieve modelbouwmethoden waarmee al sedert enkele decennia gepoogd wordt gebruikers, *in casu* beleidsmakers, in het modelbouwproces te betrekken. Waarom dit laatste van belang is en welke problemen zich daarbij kunnen voordoen, hoop ik in deze rede duidelijk te maken.

2. UITGANGSPUNTEN EN HISTORIE VAN SYSTEEM DYNAMICA

De wereld maakte voor het eerst kennis met SD door een artikel in *Harvard Business Review* uit 1958 met als titel: 'Industrial Dynamics: a major breakthrough for decision makers', geschreven door de grondlegger Jay Forrester (Forrester, 1958). In 1961 volgde een boek van zijn hand met dezelfde titel (Forrester, 1961). Aan het eind van de jaren '60 verscheen van hem *Urban Dynamics* (Forrester, 1969), een studie over stedelijke problematiek in de Verenigde Staten, en de naam Industrial Dynamics veranderde in System Dynamics. *Urban Dynamics* werd niet veel later gevolgd door *World Dynamics* (Forrester, 1971). Dat laatste werd de voorloper van een veel uitgebreidere studie door een team van onderzoekers van het MIT in opdracht van de Club van Rome (Meadows et al. 1972; Meadows et al. 1974). Een studie die wereldwijde aandacht kreeg door het boek *Limits to Growth* (Grenzen aan de groei), dat in 1972 verscheen en in niet minder dan 37 verschillende talen werd vertaald. In het Nederlands verscheen het als Aula-pocket onder de titel: *Rapport van de Club van Rome*.

Het brengt me op het belangrijkste uitgangspunt van de systeemdynamica, dat, kort samengevat, luidt: 'structure drives behaviour', dat wil zeggen de causale feedback-structuur van een systeem (de onderling gekoppelde feedbackloops), bepaalt hoe het zich over de tijd gedraagt. Om dat gedrag zichtbaar te maken moet zo'n causal loop diagram nog wel vertaald worden in een stelsel wiskundige vergelijkingen, maar daar ga ik vandaag niet verder op in.



Figuur 2: gedrag van de belangrijkste variabelen van de basisrun van het wereld-3 model (Meadows et al., 1972, 124)

Het gedrag van de belangrijkste variabelen in het zogeheten basis- of standaardscenario van het wereld-3 model ziet er uit als in figuur 2. Zoals u onderaan de grafiek kunt zien, simuleerde het model over een periode van 200 jaar, van 1900 tot 2100. De verticale stippellijn, iets links van het midden, geeft het jaar 1970 aan. Data van 1900 tot 1970 werden gebruikt om het model te testen op validiteit. Vanaf dat moment rekt het model dan verder de toekomst in. Zoals u in de grafieken kunt zien, bracht de studie geen prettige boodschap. In het basisscenario berekende het een situatie die de auteurs kenschetsten als *overshoot en collapse*, te zien aan de van links naar rechts opgaande curves met een duidelijk omslagpunt in de 21^e eeuw. Dat laatste is vooral het gevolg van de uitputting van de voorraad niet hernieuwbare hulpbronnen (de grafiek *resources* in de figuur) die in de 21^e eeuw een zeer sterke daling laat zien. Van veel andere doorgerekende scenario's bleek er eigenlijk maar één in staat om die 'overshoot en collapse' te

voorkomen, te weten het *stabilized world* scenario. Een tamelijk extreem scenario, waarin zowel de bevolkingsgroei als de groei van kapitaalgoederen tot staan werden gebracht. In een wiskundig model een tamelijk eenvoudige ingreep, in de echte wereld natuurlijk een schier onmogelijke opgave. Een nogal rigoureuze boodschap dus en *Limits to Growth* is dan ook onderwerp geweest van felle debatten en controverses (cf. Bardi, 2011). Ik kom daar verderop in deze rede nog terug, maar ik vervolg graag eerst mijn verhaal over SD en het gebruik van deze modellen in de bedrijfs- en beleidspraktijk.

De schrijvers van de *Limits to Growth* waarschuwden in hun boek herhaaldelijk dat de computerberekeningen niet als voorspellingen dienden te worden beschouwd. Maar als het geen voorspellingen zijn, wat zijn het dan wel? In een memo uit 1971, dat gaat over het verschil tussen een model (als product) en het modelbouwproces, schrijft Forrester het volgende: “Instead we are suggesting that models will help to clarify our processes of thought; they will help to make explicit the assumptions we are already making; and they will show the consequences of the assumptions.” (Forrester, 1985, 133). En: “Rather than stressing the single model concept, it appears that we should stress the process of modelling as a continuing companion to, and tool for, the improvement of judgment and human decision making” (Forrester, 1985, 134).

Het proces van het maken van SD-modellen is dus belangrijker dan het uiteindelijke model, omdat in het proces van modelbouw onze inzichten over hoe het systeem in elkaar zit en hoe het zich mogelijk gedraagt worden aangescherpt. Het idee van *modelling as learning* (Lane, 1992; Morecroft en Sterman, 1994) vertoont sterke gelijkenis met de uitkomsten van een onderzoek dat enkele jaren later verscheen onder de titel *Models in the policy process* (Greenberger, et al., 1976). De studie had als doel in kaart te brengen hoe computermodellen, en dat waren er inmiddels vele (en lang niet allemaal SD-modellen) in beleid gebruikt werden. De auteurs trekken in die studie onder andere de volgende conclusie: “Most [models] fall short of their potential as instruments for the clarification of policy issues and the enlightenment of policy makers. There is considerable evidence indicating that modeling is indeed effective in educating policy modelers.” (Greenberger et al., 1976, 321). Inderdaad het zijn de modelbouwers die leren, omdat ze het model hebben ontwikkeld, niet de beleidsmakers. Maar zult u misschien denken, die geleerde lessen zijn toch gemakkelijk over te dragen, een kwestie van goed en helder communiceren. Niets is echter minder waar. Kijken we even naar de frustraties van Kenneth Watt, iemand die jarenlang had gewerkt aan modellen op het terrein van milieuvraagstukken en in een artikel met de veelzeggende titel *Why won't anyone believe us*, de volgende uitspraak doet: “A primary goal of the project has been, and is, to influence decision makers, a goal which we pursued aggressively. But by any objective standards, all of our efforts have had *no impact whatsoever* on public policy.” (Watt,

1977, 1; italics JV). Het lijkt erop dat hoe meer je als modelbouwer je best doet om beleidsmakers te overtuigen, hoe kleiner de kans wordt dat je ze zult overtuigen. Naast politieke factoren is een van de andere redenen die Watt geeft, dat aanbevelingen die opgesteld worden aan de hand van die modellen voor beleidsmakers vaak contra-intuïtief lijken. Dat is onder andere het gevolg van het feit dat modelbouwers in een iteratief leerproces (Homer, 1996) langzaam maar zeker hun mentale modellen over het bestudeerde probleem hebben veranderd, zodanig dat beleidsmakers eigenlijk niet goed kunnen begrijpen waar de conclusies en aanbevelingen van de onderzoekers op gebaseerd zijn.

Welnu, als modelbouw vooral een leerproces is, dan ligt de conclusie eigenlijk voor de hand dat het effectiever is om de uiteindelijke gebruikers (*in casu* beleidsmakers) in dat proces te betrekken. Beter dan te proberen die beleidsmakers *na afloop* van het modelbouwproces te overtuigen.

3. PARTICIPATIEVE MODELBOUW

Forrester wees er in *Industrial Dynamics* al herhaaldelijk op dat veel van de kennis die nodig is om een SD-model te ontwikkelen niet te vinden is in statistieken, databases, noch in relevante documenten, maar juist in de mentale modellen van managers en beleidsmakers. Het betrekken van niet-modelbouwers bij het maken van een SD-model was dus voor systeemdynamici geen onbekend terrein. Maar het gebeurde vaak in een-op-een situaties en dat is wezenlijk anders dan in een groep. Terwijl het werken met groepen interessant is, omdat SD dan kan worden gebruikt om het groepsbesluitvormingsproces te ondersteunen. In het werken met groepen ontwierpen vele modelbouwers hun eigen aanpak, afhankelijk van hun opvattingen over de rol van SD-modellen en de situatie waarmee ze zich geconfronteerd zagen (Belt, 2004; Lane, 1992; Randers, 1977; Richardson en Andersen, 1995; Richmond, 1987, 1997; Stenberg, 1980; Vennix, 1996, 1999; Wolstenholme, 1992). De aanpakken lopen uiteen van tweedaagse sessies tot projecten met een serie bijeenkomsten verspreid over enkele maanden, maar er zijn er ook die wel een jaar of langer in beslag kunnen nemen. Het aantal deelnemers varieert in de meeste gevallen tussen de 5 en 30, en soms zelfs nog meer. Ik zal voor het verdere verloop de meest ingeburgerde term gebruiken, namelijk *Group Model Building* en dat vanaf nu verder aanduiden als GMB, een proces dat onder begeleiding staat van een zogeheten *group facilitator*. GMB kent twee belangrijke varianten, een kwalitatieve die niet verder gaat dan het ontwikkelen van een causal loop diagram en een kwantitatieve, waarbij een volledig computermodel wordt ontwikkeld, inclusief berekeningen en simulaties met dat model.

Vrijwel alle beschrijvingen van werken met modellen in groepen zijn sterk gefocust op het eliciteren van kennis uit de mentale modellen van betrokkenen. Misschien met uitzondering van twee papers van respectievelijk Lane (1992) en Richmond (1987, 1997)

ligt de nadruk toch vooral op het model en het modelbouwproces en nog weinig op de opgave om in het proces ook te komen tot een zekere consensus onder de deelnemers en commitment met de conclusies die uit het GMB-proces kunnen worden getrokken. Voor de duidelijkheid zij opgemerkt dat het in dit geval niet gaat om consensus ter vermijding van conflicten, maar consensus nadat verschillen in opvattingen in een groep grondig zijn bediscussieerd.

Als het gaat om wat er met GMB kan worden bereikt, wordt gesproken over leren, vergroten van inzicht en *mental model refinement* als gevolg van GMB. Voorts het verbeteren van de kwaliteit van de communicatie. Voor het dichter naar elkaar toegroeien van de opvattingen van deelnemers ten aanzien van een strategisch probleem komen we de termen consensus en *mental model alignment* tegen. En tot slot wordt beweerd dat er commitment wordt gecreëerd met de conclusies die uit de GMB-sessies komen. Gezien de vaak grote verschillen in opvattingen tussen betrokkenen aan een GMB-sessie is het bereiken van consensus en commitment bepaald geen vanzelfsprekendheid. Aan de andere kant is het bereiken van deze zaken belangrijk, want in de strategieliteratuur worden consensus en commitment als voorwaarden beschouwd voor een effectieve implementatie en wordt gesteld dat goede communicatie een belangrijke voorwaarde daarvoor is (Dooley et al., 2000; Drucker, 1988; Noble, 1999).

4. GROUP FACILITATION IN GMB EN LEIDERSCHAP

Op de schouders van de *group facilitator* rust de schone taak om in het GMB-proces de benodigde kennis te eliciteren ten behoeve van het model en tegelijkertijd het groepsproces zodanig te sturen dat de genoemde doelen worden gerealiseerd. Uiteraard moet een group facilitator over de nodige vaardigheden beschikken, bijvoorbeeld dat hij of zij in staat is om wat er door deelnemers wordt gezegd tijdens GMB-sessies adequaat te vertalen in SD-termen. Kennis van SD is dus een absolute vereiste. Maar als het gaat om het bereiken van de hiervoor genoemde doelen dan is de basisgrondhouding volgens mij vele malen belangrijker dan die vaardigheden. Ik wil in het vervolg van deze rede graag een tweetal aspecten van het verschijnsel *group facilitation* belichten, omdat ze duidelijke raakvlakken heeft met facetten van leiderschap. Het eerste heeft betrekking op de rol van voorbeeldgedrag, het tweede op vraagstukken van rechtvaardigheid.

Voorbeeldgedrag

'J. Richard Hackman, an Expert in Team Dynamics, Dies at 72', kopte de *New York Times* op 20 januari 2013. Inderdaad, Hackmann had zowel op Yale als Harvard gewerkt en was een grote naam in het vakgebied van group dynamics en team performance. Eén van zijn boeken draagt als titel: *Groups that work and those that don't: creating conditions for effective teamwork*. Bijzonder, want het was een boek over groepen geschreven door een groep, te weten hijzelf en een aantal van zijn studenten. En het bleek allesbehalve eenvoudig om dat boek met de groep voltooid te krijgen. In het voorwoord beschrijft

Hackman dan ook zijn frustratie bij de mislukking van verschillende pogingen om het project in goede banen te leiden en afgerond te krijgen, hetgeen dan uiteindelijk toch nog lukte. En hoe dat in zijn werk ging, en ik citeer: 'is een les in leiderschap voor de teamleider, die, ironisch genoeg, dacht dat hij over deze dingen alles al wist' (Hackman, 1990, xvi, vertaling JV). En wat die les in leiderschap precies was, lezen we een stukje verderop: "By finally modeling in his own behavior what he expected from others, the leader [Hackman, JV] was able to rescue what many members were beginning to feel was a doomed project. That the leader should have recognized much earlier the unintended impact of his own behavior is a significant professional embarrassment to him – compensated for, however, by the fact that the book seems to have turned out well." (Hackman, 1990, xvii). Inderdaad, voorbeeldgedrag was de kritische succesfactor, een 'professional embarrassment', die volgens mij overigens niet alleen gecompenseerd wordt door de kwaliteit van het boek, maar vooral ook door het feit dat Hackman dat eerlijk durft toe te geven.

Om voorbeeldgedrag te kunnen vertonen is natuurlijk wel een vereiste dat men zich bewust is van zijn of haar eigen gedrag en dat is zeker niet vanzelfsprekend. Zo laat bijvoorbeeld het Nationaal Leiderschaps Onderzoek (NLO) van De Baak uit 2016 zien dat 86 procent van de leidinggevendenden zich als inspirator ziet, terwijl van de medewerkers slechts 37 procent de leidinggevende een inspirator vindt. En er bestaat ook vaak een discrepantie tussen wat we zeggen te doen en wat we feitelijk doen. Recent onderzoek laat bijvoorbeeld zien dat na een uitgebreid trainingsprogramma 89 procent van de deelnemers aan dat programma aangaf dat ze veranderingen in hun onderwijs hadden aangebracht 'that included active, learner centered instruction'. Observatiedata lieten echter zien dat niet minder dan 75 procent van die docenten nog steeds 'lecture based, teacher oriented pedagogy', gebruikten, 'showing a clear disconnect between faculty's perceptions of their teaching and their actual practices' (Ebert May et al. 2011, 550).

Organisational justice

In de *organisational justice* literatuur worden drie vormen van justice onderscheiden: *distributive*, *procedural* en *interactional justice*. In het kader van GMB en groepsbesluitvorming speelt distributive justice nauwelijks een rol. Veel belangrijker zijn de beide andere vormen. Procedurele rechtvaardigheid betekent in het kader van besluitvorming in organisaties dat mensen enerzijds het idee hebben dat ze gehoord worden en anderzijds dat hun meningen serieus in beschouwing worden genomen door de leiding. Interactional justice heeft niet alleen betrekking op een gelijke kans tot inbreng voor iedere betrokkene, maar betekent ook dat met die inbreng respectvol wordt omgegaan. Toepassing van beide vormen van justice zijn wederom een must voor elke facilitator. Maar ook voor hen die leiding geven lijkt het van belang, omdat de effecten uitermate positief zijn.

Empirisch onderzoek in organisaties laat zien dat vooral procedural justice een positief effect heeft op een aantal belangrijke zaken. Ten eerste op het vertrouwen in de leiding (Folger en Konovski, 1989; Hubbel, 2005; Korsgaard et al., 1995; Moorman, 1991). Ten tweede op wat wel genoemd wordt *Organisational Citizenship Behavior*, dat wil zeggen wanneer mensen procedurele rechtvaardigheid ervaren zij eerder bereid zijn anderen te helpen dan wel extra dingen voor de organisatie te doen (Ehrhart, 2004; Moorman, 1991; Skarlicki & Latham, 1996). Tot slot heeft procedural justice een positief effect op het commitment met genomen besluiten (Korsgaard et al., 1995).

Maar er is nog meer goed nieuws. Uit onderzoek blijkt ook dat als het mis gaat met een van de drie vormen van organisational justice, te weten distributive, procedural en interactional, de negatieve effecten daarvan op bijvoorbeeld vertrouwen of commitment, kunnen worden gecompenseerd als het met de andere vormen van justice wel goed gesteld is (Cropanzano et al., 2007).

De implicaties voor leiderschap lijken me helder, de kunst is, denk ik, om daar niet te veel met elkaar over te praten, maar vooral om het in de praktijk te brengen. Goed voorbeeld doet immers goed volgen.

Het EMSD-programma

Ik heb tot nu toe twee werelden besproken die redelijk ver van elkaar af staan. Beall en Ford (2010) spreken in dat verband van de 'science of modelbuilding' en de 'art of facilitation', al is de tegenstelling niet zo zwart wit als hun uitdrukking suggereert. De natuurlijke combinatie van beide vaardigheden in één persoon komt niet zo vaak voor. Maar dat wil niet zeggen dat beide niet te leren zijn. In die zin is het door Erasmus Mundus gefinancierde *European Master programme in System Dynamics* uniek in de wereld. Het is een tweejarig masterprogramma en wordt door vier universiteiten verzorgd. Het brengt de student kennis bij over beide gebieden en traint ze daarin ook. Het programma is met behulp van Europese subsidie (waaronder beurzen voor studenten) ontwikkeld en in 2010 gestart. Het trekt uiterst gemotiveerde en leergierige studenten van over de gehele wereld: tot nu toe uit niet minder dan 45 verschillende landen. Inmiddels hebben 84 studenten het programma succesvol afgerond, 13 studeren er binnenkort af en 19 beginnen in september aan hun tweede jaar. Voor het komend jaar verwachten we wederom zo'n 20 tot 25, voornamelijk buitenlandse, studenten.

Als we het *Bloomberg job skills report 2016* mogen geloven zijn analytische en communicatieve vaardigheden de twee meest gewilde eigenschappen waar recruiters naar op zoek zijn in MBA- studenten. Dus misschien is een opleiding waarin beide tegelijkertijd aan bod komen nog niet zo'n gek idee.

Tot zover mijn opmerkingen over enkele belangrijke zaken uit group facilitation en hun relatie met leiderschap en het EMSD-programma. Het is tijd om over te gaan op het onderwerp onderzoek.

5. ONDERZOEK

Laat ik beginnen met te zeggen dat het maken van SD-modellen zelf uiteraard een vorm van onderzoek is. Interessant daaraan is dat SD noch onder inductie, noch onder deductie is onder te brengen. Het heeft veel meer kenmerken van abductie (al bekend bij Aristoteles en 'gerevitaliseerd' door de Amerikaanse filosoof Charles Sanders Peirce): dat wil zeggen, gegeven bepaalde verschijnselen gaat het er om een of meer hypothesen te ontwikkelen die deze verschijnselen kunnen verklaren. En dat is eigenlijk precies wat er bij SD-modelbouw gebeurt. Je probeert een hypothese te ontwerpen (in de vorm van een model) die het waargenomen dynamische gedrag van een systeem kan verklaren. Vervolgens probeer je via validiteitstoetsen (en dat zijn er in SD maar liefst 17) vast te stellen hoe groot de waarschijnlijkheid is dat die hypothese daadwerkelijk juist is.

Ik heb in het begin van deze rede de studie *Limits to Growth* ter sprake gebracht en gezegd dat de auteurs waarschuwdan om de berekeningen niet als toekomstvoorspellingen te zien. Om heel eerlijk te zijn, denk ik dat de auteurs eigenlijk hoopten dat de modelberekeningen juist *niet* zouden uitkomen, misschien wel omdat de bekendmaking van die berekeningen uiteindelijk zou leiden tot een *self denying prophecy*. Niet heel eenvoudig, want de voorgestelde maatregelen waren, zoals we hebben gezien, nogal drastisch. Dat zulke drastische maatregelen niet echt nodig waren, toonde overigens Thissen kort na het verschijnen van *Limits to Growth* aan (Thissen, 1976; 1978(a); 1978(b)). Zijn analyses van het wereld-3 model zijn een van de grondigste die ik ooit heb gelezen. Thissen laat zien dat met twee meer bescheiden ingrepen (te weten een vermindering van het geboortecijfer met circa 20 procent en een reservering van circa 10 procent van de industriële output voor conservering van niet hernieuwbare hulpbronnen) de overshoot en collapse kan worden vermeden en dat in dat geval de omvang van de wereldbevolking in het jaar 2100 rond de 6 miljard zou uitkomen. Hoe juist zijn berekeningen ook waren, zelfs deze minder drastische ingrepen hebben het niet gehaald, het gebruik van resources is sinds die tijd alleen maar gestegen en de grens van 6 miljard wereldbewoners zijn we al voor het jaar 2000 gepasseerd en die van 7 miljard in het jaar 2011.

Graham Turner van het Melbourne Sustainability Science Institute heeft recentelijk weer een systematische vergelijking gemaakt van de modelberekeningen met de werkelijke gerealiseerde data vanaf 1970 tot 2010 (cf. Hall en Day, 2009; Turner, 2008; 2014). Hij komt daarbij tot de conclusie dat de werkelijke data het dichtst in de buurt komen van het basisscenario en niet van een van de andere scenario's die met het model zijn doorgerekend. Op zich al niet geruststellend, maar Turner maakt mijns inziens ook nog eens aannemelijk dat de causale mechanismen, die ten grondslag liggen aan het gedrag van het wereld-3 model, zich in de werkelijkheid daadwerkelijk lijken te manifesteren. En dat laatste is eigenlijk verontrustender. Immers het model vertoont dan niet alleen een fit met de data (het juiste gedrag), maar doet dat niet toevallig, maar ook nog om de juiste reden (juiste modelstructuur). In een paper in het tijdschrift *GAIA* trekt Turner dan ook de volgende nogal stevige conclusies: "The corroboration here of *the LtG*

standard run implies that the scientific and public attention given to climate change, whilst important, is out of proportion with, and even deleteriously distracting from the issue of resource constraints, particularly oil." En: "This suggests, from a rational risk-based perspective, that planning for a collapsing global system could be even more important than trying to avoid collapse." (Turner, 2012, 123) Inderdaad nogal forse uitspraken. En de vraag is natuurlijk of hij gelijk heeft. En u verwacht waarschijnlijk dat ik daarop nu het antwoord ga geven. Maar misschien valt dat antwoord u tegen. Ik denk namelijk dat een eerlijk antwoord op die vraag is dat niemand met zekerheid kan zeggen of hij gelijk heeft of niet. De toekomst zal het ons leren.

Ik hoop met dit voorbeeld duidelijk te hebben gemaakt wat SD-modelbouw als onderzoeksmethode vermag. Ik ken weinig andere modellen die over een termijn van 40 jaar nog zo dicht in de buurt van de werkelijke data komen. Het voorbeeld maakt echter ook weer duidelijk dat het één ding is om zo'n model te maken en op basis daarvan aanbevelingen te doen, maar een geheel ander ding om ook die impact te hebben, die in dit geval nodig zou zijn geweest om het tij te keren.

De effectiviteit van GMB

Het laatste onderwerp van dit afscheidscollege betreft het onderzoek naar de effectiviteit van GMB.

Ik heb in deze rede immers beweerd dat GMB een aantal positieve effecten teweeg brengt. We zouden geen universiteit zijn als we die claims niet op empirische wijze op hun houdbaarheid zouden onderzoeken. Met andere woorden: leidt GMB er toe dat er geleerd wordt, dat de kwaliteit van de communicatie beter is en dat er consensus en commitment ontstaat? Een tweede belangrijke vraag volgt daar logisch op: doet GMB het in dat opzicht beter dan wat we normaal gewend zijn te doen. Als deze vragen positief beantwoord kunnen worden, is uiteraard de vervolgvraag wat het mechanisme is dat er voor zorgt dat deze effecten optreden.

Ten behoeve van deze rede heb ik alle in de literatuur beschikbare GMB-cases geïnventariseerd en dan met name die cases (a) waarin een organisatie daadwerkelijk gebruik heeft gemaakt van GMB om een strategisch probleem te analyseren en (b) waarvan een wetenschappelijk verantwoorde evaluatie heeft plaatsgevonden. Ik kom dan in totaal tot 44 GMB cases waarin ruim 500 mensen hebben geparticipeerd.

Zoals te verwachten verschillen de cases ten opzichte van elkaar: er worden verschillende onderzoeksvragen gesteld en uiteraard verschillende onderzoeksdesigns gehanteerd. Deze laatste variëren van enkelvoudige case studies, via voor- en nametingstudies tot veldexperimenten met controlegroepen. Het is niet zo eenvoudig om daaruit heel eenduidige conclusies te trekken. Verreweg het meeste in dezelfde vorm gebruikte instrument is de zogeheten CICC-vragenlijst, die ik begin jaren '90 samen met collega's Scheper en Willems van de Universiteit Utrecht heb ontwikkeld (Vennix, Scheper, Wil-

lems, 1993). Ze is bedoeld om aan het einde van een GMB-interventie de deelnemers vragen voor te leggen over de kwaliteit van de communicatie in de sessies, of hun inzicht in het probleem beter is geworden, en de mate van ervaren consensus en commitment aan het eind van het proces. Het grote voordeel van deze vragenlijst is dat ze in 12 gevallen in verschillende landen in dezelfde vorm is gebruikt en in totaal door 143 personen is ingevuld. Ik zal die vragenlijst als leidraad gebruiken en de resultaten daarvan aanvullen met wat in diverse andere studies wordt gerapporteerd.

Variabele	Gemiddelde	Standaardafwijking
Overall succes	3,94*	0,67
Efficiency	3,77*	0,80
Inzicht	3,80*	0,47
Kwaliteit communicatie	3,75*	0,56
Consensus	3,78*	0,52
Commitment	3,67*	0,48

* = $p < 0,01$

Algemene resultaten CICC vragenlijst

De deelnemers lijken de bijeenkomsten in het algemeen zeer succesvol te vinden en efficiënt. De scores wijken significant af van de neutrale waarde 3 op een schaal van 1 tot 5, waarbij 5 staat voor zeer succesvol/efficiënt. Ook de scores op inzicht in het probleem, kwaliteit communicatie, consensus en commitment zijn significant hoger dan 3. Uiteraard zijn dit subjectieve opvattingen en daar dienen we voorzichtig mee te zijn (cf. Nisbett & Wilson, 1977), maar er zijn in ander onderzoek ook meer objectieve voren nametingen die laten zien dat er inderdaad (duurzame) verandering in mentale modellen optreedt en ook dat er consensus ontstaat (Scott et al., 2013). Dergelijke objectieve cijfers hebben we helaas niet voor commitment, zij het dat de dissertatie van Rouwette in de buurt komt met het begrip *intention to behave*, uit Ajzen's *Theory of planned behaviour*. Hij vond echter geen significante toename van die variabele tussen voor- en nameting, hetgeen waarschijnlijk het gevolg is van het feit dat de voormetingen al vrij hoog scoorden (Rouwette, 2003).

Regelmatig komt ook de vraag naar voren of deze GMB-benadering, en Facillitated Modelling benaderingen in het algemeen niet specifiek zijn voor onze cultuur en eigenlijk niet bruikbaar in meer hiërarchische culturen. Dat lijkt op het eerste gezicht een plausibele veronderstelling, maar daar kunnen nu vraagtekens bij worden gezet. Van Arensbergen, Lansu en Bleijenbergh (2016) hebben GMB in het kader van gendervraagstuk-

ken in zeven verschillende landen toegepast: Nederland, België, Duitsland, Frankrijk, Tsjechië, Spanje en Turkije. De methode bleek in landen, die volgens het onderzoek van Hofstede een relatief grote machtsafstand kennen, niet minder effectief dan in landen met een relatief kleine machtsafstand. Interessant in dat verband is ook het onderzoek van Van Nistelrooij (Van Nistelrooij, et al., 2013). Normaal is het aantal communicaties tussen mensen met weinig machtsafstand binnen een organisatie relatief groot en tussen mensen met een grotere machtsafstand juist klein. In een eerste veldexperiment vond hij echter dat het aantal communicaties tussen mensen met een relatief grote machtsafstand in een GMB-groep groter was dan in een *meeting as usual* groep. Het lijkt er op dat GMB in die zin een 'power levelling' effect heeft.

Niet alleen lijkt GMB te werken, het lijkt er ook op dat het beter werkt dan wat we normaal gewend zijn te doen in processen van besluitvorming. In de CICC-vragenlijst wordt de deelnemers ook gevraagd om de GMB-bijeenkomsten te vergelijken met normale, vergelijkbare bijeenkomsten in hun eigen organisatie. En dan aan te geven of men van mening is dat de kwaliteit van de communicatie beter is en of inzicht, consensus en commitment die bereikt wordt, beter is en sneller bereikt wordt. Ook deze scores wijken alle positief en significant af van de neutrale waarde.

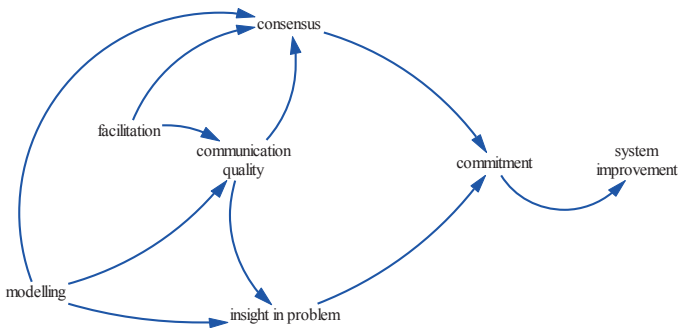
Variabele	Gemiddelde	Standaardafwijking
Meer inzicht	3,77*	0,80
Sneller inzicht	3,44*	0,96
Betere communicatie	3,82*	0,77
Sneller consensus	3,46*	0,88
Meer consensus	3,70*	0,77
Meer commitment	3,52*	0,75
Sneller commitment	3,30*	0,82

* = $p < 0,01$

Vergelijking met 'normale' besluitvormingsprocessen

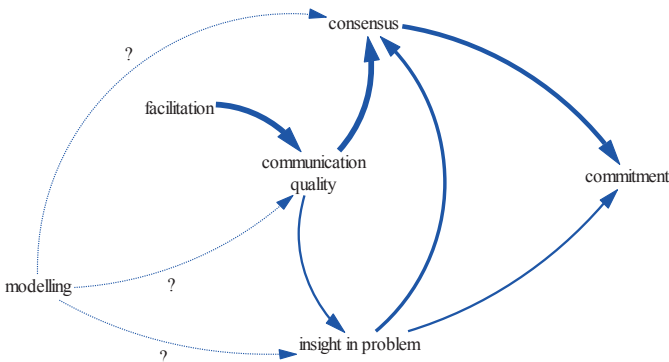
Deze positieve cijfers worden ondersteund door de resultaten van een veldexperiment (Dwyer en Stave, 2008). En ook in de vergelijking van GMB met een andere Facilitated Modelling methode, te weten SODA (Eden & Simpson, 1989), vonden Herrera, McCardle en Videira (2016) dat GMB meer consensus en commitment creëert en een grotere kans op implementatie van de gegenereerde oplossingen. SODA daarentegen bracht wel meer cognitieve verandering teweeg.

Een interessante vervolgvraag is natuurlijk of we met deze data ook een antwoord kunnen geven op de vraag waarom GMB lijkt te werken. In zijn dissertatie heeft Rouwette (2003) aan de hand van de literatuur over GMB het volgende causale diagram gemaakt dat licht zou moeten werpen op de vraag waarom benaderingen als GMB werken.



Figuur 3: causaal model op basis van literatuur (Rouwette, 2003)

Hij koppelt het deel dat over mental model refinement en communicatie gaat aan de *persuasion theory* van Petty en Cacioppo en het deel over implementatie aan de *Theory of planned behaviour* van Ajzen en kenschetst GMB als een proces van *mutual persuasion*. We hebben geen data voorhanden om dit model volledig te testen. Bovendien wordt er in dit model gesproken over implementatie, hetgeen natuurlijk een stap verder is dan commitment. Beperken we ons even tot commitment in plaats van implementatie en substitueren voor mental model refinement het begrip inzicht dan kunnen we iets zeggen aan de hand van de beschikbare data. Ik moet er wel meteen bij zeggen dat deze resultaten nog zeer voorlopig zijn en nog nader dienen te worden geanalyseerd, maar ik kon het niet laten om in het kader van deze afscheidsrede toch met een kleine primeur te komen.



Figuur 4: pad model GMB-variabelen op basis van empirische data

De dikte van de pijlen is een indicatie voor de sterkte van de relaties, die variëren van 0,22 tot 0,47. De effecten van consensus en inzicht op commitment lijken te worden bevestigd. Dat geldt ook voor de effecten van de kwaliteit van de communicatie op consensus en inzicht in het probleem. Dat geldt echter niet voor het directe effect van facilitation op consensus, dat lijkt indirect te lopen via kwaliteit van de communicatie en inzicht. Dat is overigens in tegenspraak met de studie van Akkermans, die met behulp van de Grounded Theory benadering aanwijzingen vindt dat de kwaliteit van de communicatie van invloed is op het ontstaan van consensus. Het stemt daarmee overeen in het verband dat gevonden wordt tussen de rol van de facilitator en de kwaliteit van communicatie (Akkermans en Vennix, 1997).

Vervolgens is er iets merkwaardigs aan de hand in die zin, dat deelnemers zelf aangeven dat het gebruik van causale diagrammen ('modelling' dus) het meest heeft bijgedragen aan het succes van de bijeenkomsten, maar dat zien we in de regressie analyses dus niet terug. Het blijft dus onduidelijk of de deelnemers een effect toeschrijven aan het element 'modelling', terwijl in feite misschien facilitation het werkzame bestanddeel is, of de combinatie van beide. Stof tot verder nadenken en analyseren dus.

We kunnen, denk ik, uit het evaluatieonderzoek naar GMB drie voorlopige conclusies trekken. Ten eerste lijkt het er op dat GMB werkt en dat het beter werkt dan wat we normaal gewend zijn te doen. Van de andere kant moeten we er natuurlijk rekening mee houden dat er sprake kan zijn van een 'succes bias', dat wil zeggen dat alleen de succesvolle cases de tijdschriften halen en de niet succesvolle niet. Ik heb slechts één geval gevonden dat niet succesvol is verlopen en toch gepubliceerd (Akkermans, 1994). De tweede conclusie is dat we, hoe moeilijk dat in veldsettings ook is, naast subjectieve metingen meer objectief bewijs moeten zien te vergaren. Dat is tot nu toe al wel gebeurd, maar dat zal vaker moeten worden gedaan om deze voorlopige conclusies, naar ik hoop, te versterken. Daarbij zullen ook laboratoriumexperimenten een belangrijke rol spelen.

Tot slot kunnen we concluderen dat de recente belangstelling voor het idee van modellen als 'boundary objects' (Black & Andersen, 2012; Franco, 2013) waarschijnlijk niet de enige verklaring is voor het succes van GMB. De data laten zien dat deelnemers die modellen weliswaar belangrijk vinden, maar de data suggereren ook dat facilitation een belangrijke bijdrage levert, zeker wanneer het gaat om kwaliteit van de communicatie. Persoonlijk denk ik dat we wat dat betreft zeker aanknopingspunten kunnen vinden in het begrippentrio van organisational justice, waar ik het eerder over had.

Aan het eind gekomen van deze rede, wil ik graag enkele woorden van dank uitspreken.

Allereerst wil ik het bestuur van de Radboud Universiteit bedanken voor het destijds in mij gestelde vertrouwen. Ik begon in 1998 als profileringshoogleraar met het doel

het vakgebied van SD en beleidsontwikkeling verder te profileren binnen en buiten de Radboud Universiteit. Of ik daarin geslaagd ben laat ik graag aan anderen ter beoordeling.

Dan aan promotor Bert Felling, met wie ik zo'n kleine 20 jaar als promovendus, medewerker en later als collega te maken heb gehad. Dank voor de ruimte die je schiep om nieuwe wegen in te slaan. Ook dank voor het feit dat je achter de wetenschapper altijd oog bleef houden voor de mens. Co-promotor Jac Geurts, die het toeval een handje heeft geholpen, omdat hij indertijd samen met Jan Klabbers een vak aanbood: 'systeemleer en simulatie', waardoor ik vroegtijdig met SD in contact kwam. Een van de vorige decanen, Hans Mastop, met wie ik als sectievoorzitter en opleidingsdirecteur gedurende een achttal jaren op uiterst prettige wijze heb samengewerkt, een samenwerking die ook uitstekend verliep gedurende de zware periode van de reorganisatie van Bedrijfskunde. Die uiterst prettige samenwerking werd daarna op zeker zo prettige wijze voortgezet met zijn opvolger Rob van der Heijden. Hans van Kranenburg, waarmee ik sinds hij hier in 2005 als hoogleraar werd benoemd veel gesprekken heb gehad over de situatie waarin Bedrijfskunde verkeerde. Dank voor alle steun die ik als voorzitter van je heb gehad vóór en tijdens de reorganisatie Bedrijfskunde en als lid van het managementteam Bedrijfskunde. Ik wens jou evenals de collega leerstoelhouders: Beate, Jose, Kristina en Etiënne alle succes toe voor de komende periode. En wat Etiënne betreft, ik ben blij dat je als mijn opvolger bent benoemd. Het onderzoek en onderwijs waar ik het in deze rede over had is bij jou in goede handen, daar ben ik vast van overtuigd. Ik wens je daarmee alle succes toe. Evenals de leden van de leerstoelgroep Methoden: Ad, Ariel, Brigit, Chris, Eric, Hendrik, Hubert, Inge, Joke, Linda, Lisette, Marleen, Monic, Pleun, Rob, Sabina, Sandrino, Stephan, Vincent en Vincent en Wei Bin.

I would also like to express my sincere gratitude to prof. Pal Davidsen from the University of Bergen, Norway. Dear Pal, you have always been a strong driver behind international teaching programs in SD. It was primarily due to the fact that we had the support staff that we became the coordinator of the EMSD programme. Thanks for your support over all those years in the European master programme, not only when things turn out well, but also when we came on the brink of collapse when all of a sudden one of our partners unexpectedly dropped out. Stressful times indeed, but thanks to your help we were able to manage it all successfully.

Andreas, dank voor al je hulp in het EMSD-programma. Het lag voor de hand dat je in 2014 mijn rol als 'executive director' overnam. Gelukkig voor jou, maar helaas voor ons, werd je recentelijk tot hoogleraar benoemd in Stuttgart, maar ik weet zeker dat dat onze warme contacten niet in de weg zal staan. Dank ook aan de ondersteunende staf van EMSD: Klaartje, Vincent, Astrid, Koen en Saskia. Zonder jullie ondersteuning hadden

we het misschien ook wel gered, maar zouden we nu denk ik allemaal met een burn-out hebben thuisgezeten.

Lieve Loes, Rochefoucauld heeft ooit geschreven: iedereen klaagt over zijn geheugen, niemand over zijn oordeelsvermogen. Nou bij jou is met beide niets mis en daar heb ik veelvuldig van kunnen profiteren. Ik verbaas me nog altijd over het feit dat je met zoveel ogenschijnlijk gemak jezelf dingen eigen maakt, de snelheid waarmee je situaties en mensen doorziet en de vele verschillende terreinen waar je verstand van hebt, of het nu ICT is, financiën, personeel, of organisatie.

We hebben nu samen ruim 40 jaar lief en leed gedeeld en ik hoop dat we dat nog heel lang mogen blijven doen.

Mijnheer de rector, geachte toehoorders, ik heb gezegd.

Literatuur

- Akkermans, H. 1994. Design guidelines for participative modelling projects: Lessons form an unsuccessful case study. Proceedings of the 12th International Conference of the System Dynamics Society. (<http://www.systemdynamics.org/conferences/1994/proceed/index.htm>)
- Akkermans, H.A., Vennix, J.A.M. 1997. Clients' Opinions on Group Model-Building: An Exploratory Study. *System Dynamics Review*, 13(1): 3-31.
- Arensbergen, P. van, M. Lansu, I. Bleijenbergh. 2016. Comparing Group Model Building interventions form a cultural perspective: the role of power distance. Paper submitted to *System Dynamics Review*.
- Bardi, U. 2011. *The Limits to Growth revisited*. New York: Springer.
- Beall, A.M., A. Ford. 2010. Reports from the field: assessing the art and science of participatory environmental modeling. *International Journal of Information Systems and Social Change*, 1(2): 72-89.
- Belt, M. van den. 2004. *Mediated modeling: a system dynamics approach to environmental consensus building*. Washington DC: Island Press.
- Black, L.J., D.F. Andersen. 2012. Using visual representations as boundary objects to resolve conflict in collaborative model-building approaches. *Systems Research and Behavioral Science*, 29: 194-208.
- Bloomberg job skills report 2016: <http://www.bloomberg.com/graphics/2016-job-skills-report/>
- Cropanzano, R., Bowen, D.E., Gilliland, S.W. 2007. The management of organizational justice. *Academy of Management Perspectives*, nov.: 34-48.
- Dooley, R.S., G.E Fryxell, W.Q. Judge. 2000. Belaboring the not-so-obvious: consensus, commitment, and strategy implementation speed and success. *Journal of Management*, 26(6): 1237-1257.
- Drucker, P. (1988) The coming of the new organization. *Harvard Business Review*, 66(1), 45-53.
- Dwyer, M., K. Stave. 2008. Group Model Building wins: the results of a comparative analysis. Proceedings of the 26th International Conference of the System Dynamics Society, Athens, Greece. System Dynamics Society: Albany, NY.
- Ebert-May, D., T. L. Derting, J. Hodder, J. L. Momsen, T. M. Long, and S. E. Jardeleza. 2011. What We Say Is Not What We Do: Effective Evaluation of Faculty Professional Development Programs. *BioScience* 61(7): 550-558.
- Eden, C., Simpson, P. 1989. SODA and cognitive mapping in practice, In: Rosenhead, J (ed.). *Rational analysis for a problematic world*. Chichester, Wiley and Sons, 43-70.
- Ehrhart, M.G. 2004. Leadership and procedural justice climate as antecedents of unit-level organizational citizenship behavior. *Personnel Psychology*, 57: 61-94.
- Folger, R., M.A Konovsky. 1989. Effects of procedural and distributive justice on reactions to pay raise decisions. *Academy of Management Journal*, 32(1): 115-130.
- Forrester, J.W., Industrial Dynamics: a major breakthrough for decision makers, in: *Harvard Business Review*, july-august, 1958, 37-66.
- Forrester, J.W., *Industrial Dynamics*, Cambridge (MA.), 1961.
- Forrester, J.W., *Urban Dynamics*, Cambridge (MA.)/London, 1969.
- Forrester, J.W., *World dynamics*, Cambridge (MA), 1971.
- Forrester, J.W. 1985. "The" model versus a modelling "process". *System Dynamics Review*, 1(1): 133-134.

- Franco, L. A. 2013. Rethinking soft OR interventions: models as boundary objects. *European Journal of Operational Research*, 231: 720-733.
- Greenberger, M., M.A. Crenson, B.L. Crissey, *Models in the policy process: public decision making in the computer era*, New York, 1976.
- Hackman, J. Richard (ed.). 1990. *Groups that work (and those that don't): creating conditions for effective teamwork*. San Francisco/Oxford: Jossey-Bass publishers.
- Hall, C.A.S., J.W. Day. 2009. Revisiting the Limits to Growth after peak oil. *American Scientist*, 97: 230-237.
- Herrera, H.J., M.H.F McCardle-Keurentjes, N. Videira. 2016. Evaluating facilitated modelling processes and outcomes: an experiment comparing a single and multimethod approach in group model building. *Group Decision and Negotiation*. DOI 10.1007/s10726-016-9480-z.
- Homer, J.B. 1996. Why we iterate: scientific modelling in theory and practice. *System Dynamics Review*, 12(1): 1-19.
- Hubbell, A.P., R.M. Chory-Assad. 2005. Motivating factors: perceptions of justice and their relationship with managerial and organizational trust. *Communication studies*, 56(1): 47-70.
- Korsgaard, M.A., Schweiger, D.M. and Sapienza, H.J. 1995. Building commitment, attachment, and trust in strategic decision-making teams: the role of procedural justice. *Academy of Management Journal* 38(1), 60-84.
- Lane, D.C. (1992) Modelling as learning: A consultancy methodology for enhancing learning in management teams. *European Journal of Operational Research*, 59(1), 64-84.
- Meadows D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens. W.W III. 1972. *The limits to Growth: a report for the club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books.
- Meadows, D.H., Behrens, W.W., Naill, R.F., Randers, J. & Zahn, E.K.O. (1974). *Dynamics of growth in a finite world*. Cambridge: Wright-Allen Press.
- Moorman, R.H. 1991. Relationship between organizational justice and organizational citizenship behaviors: do fairness perceptions influence employee citizenship? *Journal of Applied Psychology*, 76 (6): 845-855.
- Morecroft, J.D.W. and Sterman, J.D. (1994) *Modelling for learning organizations*. Portland, Productivity Press.
- Nationaal Leiderschapsonderzoek 2016: <https://debaak.nl/inspiratie/downloads/nationaal-leiderschapsonderzoek-2016/>
- Nisbett, R.E., T.D. Wilson. 1977. Telling more than we can know: verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84(3): 231-259.
- Nistelrooij, L.P.J. van, E.A.J.A Rouwette, I.M. Verstijnen, J.A.M. Vennix. 2013. Power-leveling as an effect of group model building. Proceedings of the 26th International Conference of the System Dynamics Society, Athens, Greece. System Dynamics Society: Albany, NY.
- Noble, C.H. 1999. The eclectic roots of strategy implementation research. *Journal of Business Research*, 45: 119-134.
- Randers, J. (1977) The potential in simulation of macro-social processes, or how to be a useful builder of simulation models. Gruppen for Ressurstudier, Oslo, Norway.
- Richardson, G.P., D.F. Andersen. 1995. Teamwork in group model building. *System Dynamics Review*, 11(2): 113-137.

- Richmond, B. 1987. *The Strategic Forum: from vision to strategy to operating policies and back again*, High Performance Systems, Lyme (NH), USA.
- Richmond, B. 1997. The Strategic Forum: aligning objectives, strategy and process. *System Dynamics Review*, 13(2): 131-148.
- Rouwette, E.A.J.A. 2003. Group Model Building as mutual persuasion. Dissertatie Radboud Universiteit, Nijmegen: Wolf Legal Publishers.
- Scott, R.J., R.Y Cavana, D. Cameron. 2013. Evaluating immediate and long-term impacts of qualitative group model building workshops on participants' mental models. *System Dynamics Review*, 29(4): 216-236.
- Skarlicki, D.P., G.P.Latham. 1996. Increasing citizenship behavior within a labor union: a test of organizational justice theory. *Journal of Applied Psychology*, 81(2): 161-169.
- Stenberg, L. 1980. A modelling procedure for public policy. In: Randers, J. (ed.), *Elements of the system dynamics method*. Cambridge (MA.), 292-312.
- Thissen, W. 1976. Investigations into the World3 model: The capital and resources system. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 6(7): 455-466.
- Thissen, W. 1978(a). Investigations into the World3 model: Overall model behavior and policy conclusions. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 8(3): 172-182.
- Thissen, W. 1978(b). Investigations into the Club of Rome's World3 model: *Lessons for understanding complicated models*. Dissertatie T.U. Eindhoven.
- Turner, G.M. 2008. A comparison of the limits to growth with 30 years of reality. *Global Environmental Change*, 18: 397-411.
- Turner, G.M. 2012. On the cusp of global collapse? *GAIA*, 21(2): 116-124.
- Turner, G.M. 2014. *Is global collapse imminent?* MSSSI Research paper no. 4, Melbourne Sustainable Society Institute, The University of Melbourne. (ISBN: 978 0 7340 4940 7)
- Vennix, J.A.M. 1996. *Group model building. Facilitating team learning using system dynamics*. Chichester: Wiley.
- Vennix, J.A.M. 1999. Group Model Building: tackling messy problems. *System Dynamics Review*, 15 (4): 379-401.
- Vennix, J.A.M., Scheper, W. and Willems, R. (1993) Group model-building: what does the client think of it? In: E. Zepeda, J. Machuca (eds.), *The role of strategic modelling in international competitiveness*, Proceedings of the 1993 International System Dynamics Conference. Mexico, Cancun, 534-543.
- Watt, K.H. (1977) Why won't anyone believe us? *Simulation*, 1-3.
- Wolstenholme, E.F. (1992). The definition and application of a stepwise approach to model conceptualisation and analysis, *European Journal of Operational Research* 59, 123-136.

