



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**Een verkenning van de toepasbaarheid
van systeemdynamische modellering bij
het uitvoeren van impactanalyses**

RIVM Briefrapport 2019-0003
A.H.P. Luijben | E. Pruyt



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Een verkenning van de toepasbaarheid van systeemdynamische modellering bij het uitvoeren van impactanalyses

RIVM Briefrapport 2019-0003
A.H.P. Luijben | E. Pruyt

Colofon

© RIVM 2019

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2019-0003

A.H.P. Luijben (auteur), RIVM
E. Pruyt (auteur), TU Delft

Contact:

A.H.P. Luijben
V & Z, Centrum Gezondheid en Maatschappij
Guus.Luijben@rivm.nl

Projectteam:

M.G.W. Dijkgraaf, Amsterdam UMC, locatie AMC
P.M. Engelfriet, RIVM
R. Gijsen, RIVM
A.H.P. Luijben (projectleider), RIVM
E. Pruyt (projectleider), TU Delft
G. A. de Wit, RIVM

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Zorginstituut Nederland.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Een verkenning van de toepasbaarheid van systeemdynamische modellering bij het uitvoeren van impactanalyses

Het RIVM en de TU Delft hebben twee simulatierekenmodellen ontwikkeld die in kaart brengen welke mechanismen bepaalde problemen in het zorgsysteem veroorzaken en hoe die mechanismen met elkaar samenhangen. Het gaat hierbij om de organisatie en de structuur rondom de behandeling van patiënten.

Het Zorginstituut Nederland heeft het RIVM gevraagd of deze zogeheten systeemdynamische modellering (SD) nuttig kan zijn om de impact te analyseren van maatregelen in de zorg. Hiervoor hebben zij twee casussen aangereikt: begeleide oefentherapie voor mensen met een vernauwing in de beenslagaders, en de op maat aangeboden vormen van controle na een behandeling van borstkanker.

De systeemdynamische modellering kan inderdaad nuttig zijn omdat het de complexiteit van een verandertraject in de gezondheidszorg in beeld kan brengen. Deze mogelijkheden ontbreken in de huidige werkwijze van het Zorginstituut, waardoor effecten van een maatregel wellicht minder goed in beeld komen.

Het instituut brengt de complexiteit van de twee casussen terug tot een sterk vereenvoudigd probleem. Zij werken daardoor met eenvoudige berekeningen en veel impliciete aannames. Uitgangspunt is dat een bepaalde situatie in het heden naast een gewenste situatie in de toekomst wordt gezet. In de praktijk verloopt een veranderingsproces in de zorg meestal veel minder 'lineair'. Zo kan een verandering vaak niet op korte termijn worden gerealiseerd en kan het bijvoorbeeld tijd kosten voordat positieve effecten van een maatregel merkbaar worden. Denk aan het effect op de gezondheid en de kosten van een verandering van een richtlijn om mensen met een vernauwing in de beenslagader door te verwijzen voor de oefentherapie; bijvoorbeeld naar fysiotherapeuten in plaats van naar specialisten. Dit effect is daardoor te optimistisch geschat in de werkwijze van het Zorginstituut.

Het RIVM en de TU Delft pleiten ervoor eerder in de besluitvorming over een zorgproces systeemdynamische modellering toe te passen. Dan kan breder naar de problematiek worden gekeken en is er nog ruimte voor andere keuzes voor maatregelen.

Kernwoorden: systeemdynamica, zorgsysteem, impactanalyse, onzekerheid, complexiteit, zorg

Synopsis

An exploration of the applicability of system dynamics modelling in the context of impact analyses

RIVM and Delft University of Technology have developed two computer simulation models to identify the underlying mechanisms of specific problems in the healthcare system and to show how these mechanisms are interrelated. This concerns both the organisation and the structures associated with the treatment of patients.

The National Health Care Institute (ZIN) has asked RIVM to determine whether system dynamics modelling (SD) might be a useful way of analysing the impact of healthcare measures. The Institute has provided two specific cases for this purpose. The first concerns guided exercise therapy for people with narrowed leg arteries and the second involves customised monitoring methods following breast cancer treatment.

System dynamics modelling can indeed be useful here, as it can reveal the complex natures of change processes within the healthcare system. The Health Care Institute's current approach does not feature options of this kind. This could hamper its efforts to identify the impact of specific measures.

The Institute would normally reduce the complexity of these two cases until all that remains is a greatly simplified problem. This process involves simple calculations and numerous implicit assumptions. The basic principle is to compare an existing situation to an optimal future situation. In practice, change processes in the healthcare system are usually much less 'linear' than this. For instance, many changes cannot be accomplished within a short space of time. Furthermore, it may take a while for the beneficial impacts of any given measure to become noticeable. Consider, for example, a change in the guideline by which people with narrowed leg arteries are currently referred for exercise therapy. Instead of being referred to a specialist, they would now be treated by a physiotherapist. Consider the impact this would have on their health, and on the costs involved. In this way, the Health Care Institute's current approach would result in an overly optimistic assessment of the impact in question.

RIVM and Delft University of Technology argue that system dynamics modelling should be used at an earlier stage of decision making with regard to a specific healthcare process. That would enable those involved to take a broader view of the issue in question, and there would still be scope for selecting alternative measures.

Keywords: system dynamics, healthcare system, impact analysis, uncertainty, complexity, healthcare

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

1.1 Onderzoeksvragen — 11

1.2 Aanpak — 11

1.3 De huidige manier waarop de impact berekend wordt — 11

2 Systemdynamische modellering voor impactanalyse? — 15

2.1 Kenmerken van SD — 15

2.2 De toepassing van SD bij impactanalyse — 15

2.3 SD als leidende methode voor impactanalyse — 19

3 Conclusies en discussie — 23

Referenties — 27

Samenvatting

In het programma Zinnige Zorg inventariseert het Zorginstituut op een systematische manier waar in het zorgsysteem mogelijkheden tot gezondheidswinst en kostenbesparing zijn. Daarbij wordt van voorgestelde aanpassingen geanalyseerd wat de impact zal zijn. Het Zorginstituut ziet mogelijkheden om de impactanalyse te verbeteren. Het Zorginstituut heeft het RIVM en de TU Delft gevraagd om aan de hand van twee casestudy's na te gaan wat de voor- en nadelen zijn van de toepassing van systeemdynamische modellering (SD) bij de impactanalyse en aan te geven wat daarbij gemodelleerd moet worden.

Aanpak

Bij de casestudy's zijn nieuwe impactanalyses gemaakt met behulp van SD-modellen. Bij deze modellen zijn dezelfde systeemgrenzen gehanteerd als in de oorspronkelijke impactanalyses, die in de Verbetersignalelementen zijn gepubliceerd.

Aanbevelingen

Als het bredere systeemperspectief niet van belang is (en beperking tot een subsysteem voldoende geacht wordt) en er geen terugkoppelingseffecten te verwachten zijn, dan is een eenvoudig rekenmodel met nauwe systeemgrenzen bruikbaar. In deze situatie rechtvaardigt de te verwachten meeropbrengst van SD een volledige toepassing van de SD-methodologie niet.

De doorrekening met een dergelijk eenvoudig kwantitatief model met nauwe systeemgrenzen kan uitgebreid worden met verschillende scenario's om rekening te houden met mogelijke dynamiek door de tijd en toekomstige onzekerheid. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen *stocks* (accumulaties en capaciteiten) en *flows* (stromen) in een systeem, kunnen vertragingseffecten en niet-lineaire effecten eenvoudig meegenomen worden, is de structuur van modellen en de gemodelleerde processen duidelijker te communiceren, kunnen verschillende scenario's door de tijd gesimuleerd worden en kan beleid met terugkoppelingseffecten getest worden. Dit komt overeen met de aanpak die bij de casestudy's gevolgd is.

Als het systeemperspectief wel van belang is, geeft de ontwikkeling van kwalitatieve modellen inzicht in hoe de verschillende systeemonderdelen samenhangen (elkaar beïnvloeden) en hoe de resultaten van de impactanalyse in het grotere systeem te interpreteren zijn.

Als het bouwen van de nodige kwantitatieve modellen snel genoeg kan gebeuren en inhoudelijke expertise en data over de processen beschikbaar zijn, zal het bouwen van een kwantitatief simulatiemodel bijdragen aan meer inzicht in de processen en de mogelijke dynamiek. Als eenmaal een of meerdere systeemmodellen beschikbaar zijn, kunnen deze onder diepe onzekerheid gesimuleerd worden om vele scenario's te genereren en om de robuustheid van het nieuwe beleid te testen, ook tijdens de overgangperiode naar het nieuwe beleid.

1 Inleiding

1.1 Onderzoeksvragen

In het programma Zinnige Zorg identificeert het Zorginstituut op een systematische manier “verbetersignalen”: mogelijke aanpassingen in het zorgproces voor het bevorderen van zinnige zorg. De effecten van de aanpassingen op de kosten worden geschat op basis van een budget-impactanalyse.

Het Zorginstituut constateert dat de toekomstige gevolgen van een verandering moeilijk te kwantificeren zijn en is op zoek naar een methode waarmee behalve kosten ook gezondheidseffecten geschat kunnen worden. Het Zorginstituut heeft het RIVM en de TU Delft opdracht gegeven om na te gaan of en onder welke voorwaarden systeemdynamische modellering bij het kwantificeren een meerwaarde biedt.

Het Zorginstituut vraagt om antwoord op de volgende vragen:

1. Wat moet er gemodelleerd worden om de impact van een verbetersignaal te bepalen?
2. Wat zijn de voor- en nadelen van het gebruik van systeemdynamische modellering om de impact van een verbetersignaal te bepalen?

1.2 Aanpak

Voor de beantwoording van de onderzoeksvragen zijn twee casussen geselecteerd van type veranderingen in de zorg die voor veel aandoeningen van toepassing kunnen zijn. De eerste casus is vrij complex: stepped care (starten met de minst intensieve behandeling). De tweede casus is minder complex: gepersonaliseerde nazorg.

Van de twee geselecteerde casussen zijn eerder impactanalyses gemaakt die zijn gepresenteerd in de Verbetersignalelementen (Zorginstituut 2016a, Zorginstituut 2016b). Bij de casestudy's zijn nieuwe impactanalyses gemaakt met behulp van SD-modellen. Bij deze modellen zijn dezelfde systeemgrenzen gehanteerd als in de oorspronkelijke impactanalyses, die in de Verbetersignalelementen zijn gepubliceerd.

De rekenwijze die in de oorspronkelijke impactanalyses is gevolgd wordt beschouwd als een mogelijke optie. In dit rapport wordt deze optie vergeleken met drie alternatieve opties voor de rekenwijze.

1.3 De huidige manier waarop de impact berekend wordt

Een impactanalyse maakt het mogelijk om de effecten die een aanpassing in het zorgproces heeft op kosten en uitkomsten van de zorg te onderzoeken. De huidige manier waarop de impact berekend wordt, is een vergelijking van twee statische situaties: de situatie nu en de situatie in de toekomst (Zorginstituut 2016c). In dit document wordt verwezen naar deze rekenwijze als *optie A*.

Kader 1: Rekenwijze – optie A

De huidige manier waarop de impact berekend wordt, is een vergelijking van de toekomstige situatie waarin de aanpassing volledig heeft plaatsgevonden met de situatie waarin er geen aanpassing heeft plaatsgevonden. Dit is een vergelijking van twee statische situaties: de situatie nu en de situatie in de toekomst. In deze rekenwijze wordt geen SD toegepast.

De volgende twee paragrafen presenteren impactanalyses zoals die in Verbetersignalen zijn beschreven.

1.3.1 Casus: impact van de invoering van stepped care bij claudicatio intermittens

In 2016 rapporteerde het Zorginstituut in het Verbetersignalement Perifeer arterieel vaatlijden (Zorginstituut, 2016a) dat de diagnostiek en behandeling van Claudicatio intermittens (CI) te weinig volgens het stepped care-principe verloopt en dat te weinig diagnostiek in de eerste lijn plaatsvindt.

Het Zorginstituut beveelt een verschuiving van diagnostische verrichtingen van tweede naar eerste lijn en substitutie van invasieve behandeling door gesuperviseerde oefentherapie aan.

Om een verschil in kosten voor en na invoering te berekenen, wordt de som bepaald van de kosten van invasieve behandelingen en van diagnostische verrichtingen in eerste lijn en tweede lijn. Daarbij wordt aangenomen dat prijzen constant zijn. Uitgangspunt bij de impactanalyse is een constante incidentie in de eerste lijn (23.080) en een constante incidentie in de tweede lijn (15.192). Invoering van de aanpassingen leidt er volgens het Zorginstituut (2016a) toe dat de kans (0,354) op een invasieve behandeling met 70% afneemt. Het aantal invasieve behandelingen neemt daarom af met 4.660 van 6.989 naar 2.329. Er wordt uitgegaan van gemiddeld van 3 consulten per persoon bij de huisarts en gemiddeld 37 behandelingen gesuperviseerde oefentherapie per persoon. Er wordt aangenomen dat 95% van de patiënten door de huisarts wordt doorverwezen naar gesuperviseerde oefentherapie. Het aantal behandelingen gesuperviseerde oefentherapie neemt toe dan van 3.338 naar 811.262 ($37 * 23.080 * 0,95$). Samengevat leidt dit bij stepped care tot een opbrengst van 17,5 miljoen euro en bij substitutie van diagnostische verrichtingen van tweede lijn naar eerste lijn tot een opbrengst van 8,1 miljoen euro. De totale opbrengst is 25,7 miljoen euro.

1.3.2 Casus: impact van de invoering van gepersonaliseerde nacontrole bij borstkanker

De huidige nacontrole voor patiënten met borstkanker bestaat uit een jaarlijkse mammografie gedurende de eerste vijf jaar na het afsluiten van de behandeling. Het schema voor de nacontrole is niet afhankelijk van persoonlijke risico's die een patiënt heeft op het ontwikkelen van een locoregionaal recidief.

In de huidige situatie wordt aangenomen dat vrouwen onder een bepaalde leeftijd jaarlijks op nacontrole komen, vrouwen boven 70 jaar

niet meer op nacontrole komen en dat vrouwen met een leeftijd daartussen tweejaarlijks op nacontrole komen.

Uit onderzoek is gebleken dat het huidige systeem van controles na de behandeling van borstkanker (nacontrole) verbeterd kan worden door gepersonaliseerde nacontrole te leveren op basis van risicostratificatie.

In de nieuwe situatie (volgens de nieuwe richtlijn), wordt afhankelijk van de aard en ernst en ondergaan borstkankerbehandeling in samenspraak met de patiënt gekozen voor zeven jaarlijkse nacontroles, drie jaarlijkse nacontroles, of geen jaarlijkse nacontroles. Daarna en in het laatste geval, worden alle vrouwen vanaf een bepaalde leeftijd tweejaarlijks opgeroepen voor het bevolkingsonderzoek naar borstkanker. In het verbeteringsignalement (Zorginstituut, 2016b), wordt ervan uitgegaan dat onder de nieuwe richtlijn in 15% van de gevallen gekozen zal worden voor drie jaarlijkse nacontroles, dat in 35% van de gevallen gekozen zal worden voor zeven jaarlijkse nacontroles en dat in 50% van de gevallen gekozen zal worden voor geen jaarlijkse nacontroles.

Verwacht wordt dat gepersonaliseerde nacontrole leidt tot minder mammografieën en dat de gezondheidswinst minimaal gelijk blijft.

De impactanalyse gaat uit van 9.525 patiënten, die in een periode van 5 jaar 35.797 nacontroles krijgen. Dit is gemeten in de oude situatie. Er wordt aangenomen dat er in de nieuwe situatie drie groepen te onderscheiden zijn: een groep die geen nacontroles krijgt (50%), een groep die 3 nacontroles krijgt (15%) en een groep die gemiddeld 7,2 nacontroles krijgt (35%). Het aantal nacontroles in de laatste twee groepen zal respectievelijk 4.286 en 24.003 bedragen.

Het verschil in nacontroles tussen huidige en nieuwe situatie is een afname van 7.508 controles (35.797 - 4.286 - 24.003). Bij een gemiddelde vergoeding per nacontrole van 520 euro, is de besparing dan 3,9 miljoen (520 * 7.508) euro.

1.3.3

Voordelen en beperkingen

Het voordeel van deze methode is dat snel een berekening gemaakt kan worden. Het resultaat kan gezien worden als de maximaal haalbare impact. De casussen laten zien dat de toegepaste aanpak een aantal beperkingen heeft:

1. De complexiteit wordt sterk vereenvoudigd
2. De dynamiek in de tijd wordt niet geanalyseerd
3. Feedback-effecten (terugkoppelingseffecten) worden buiten beschouwing gelaten
4. Alleen het effect op kosten wordt onderzocht
5. Effecten van onvoldoende capaciteit en de aanpassing van die capaciteit worden buiten beschouwing gelaten
6. Storende effecten van buiten de systeemgrenzen en van binnen de systeemgrenzen (zoals onvoorzien gedrag van organisaties en personen die financieel geraakt worden door de voorgestelde maatregelen) worden buiten beschouwing gelaten
7. Onzekerheid wordt genegeerd, of vervangen door harde aannames.

De resultaten van de impactanalyses geven antwoord op de vraag wat de jaarlijkse kosten zouden zijn in de situatie dat het verbeteringsignaal volledig geïmplementeerd is en de incidentie gelijk zou zijn gebleven. De nieuwe statische situatie wordt dan doorgerekend.

Het uitgangspunt hierbij is dat de zorg volledig is veranderd zoals bedoeld, wat – op zijn minst tijdens de *de facto* overgangperiode van oud beleid naar nieuw beleid – niet het geval zal zijn.

Het gevolg van deze beperkingen is dat een impactanalyse weinig informatie en nieuwe inzichten oplevert over de overgangperiode en mogelijke begeleidende maatregelen. De andere opties die hieronder besproken worden, leiden wel tot nieuwe informatie en bijkomende inzichten.

2 Systeemdynamische modellering voor impactanalyse?

2.1 Kenmerken van SD

System Dynamics (SD), in het Nederlands: systeemdynamische modellering, of ook wel systeemdynamica, is een methode die sinds eind jaren vijftig van de vorige eeuw (Forrester 1961, 1969) ontwikkeld is om inzicht te krijgen in complexe systemen en de mogelijke toekomstige impact van veranderingen in het systeem.

Kenmerkend voor SD-modellering is de systeembenadering: er wordt gestreefd naar een integraal beeld in plaats van een analyse van deelproblemen.

Systeemdynamische modellering heeft vier uitgangspunten:

1. *Dynamisch* denken: problemen ontwikkelen zich in de tijd.
2. *Causaal en circulair* denken: alleen directe causale effecten worden opgenomen in modellen. Door circulaire causaliteit ontstaan feedback loops (terugkoppelingslussen) die niet-lineaire dynamiek veroorzaken.
3. Denken in termen van accumulaties (*stocks* – bijvoorbeeld een groep personen met een bepaalde aandoening, of een bepaalde behandelcapaciteit) en toename en afname van deze accumulaties (*flows*).
4. *Niet-lineair* denken: niet-lineaire dynamiek ontstaat spontaan in simulatiemodellen door terugkoppelingseffecten, stock-flow-accumulatie-effecten en tijdsvertragingen en ook door niet-lineaire effecten.

SD-modellering is vooral een geschikte methodologie bij complexe problemen, waarbij tijdsafhankelijke veranderingen een rol spelen en onderliggende systemen gevat kunnen worden met behulp van causale relaties, terugkoppelingslussen en accumulaties.

2.2 De toepassing van SD bij impactanalyse

Van de twee casussen die in de inleiding beschreven zijn nieuwe impactanalyses gedaan. Deze zijn gebaseerd op een SD-model. Deze modellen zijn gebaseerd op de informatie die opgenomen is in de Verbetersignalementen.

Bij deze aanpak worden dezelfde systeemgrenzen gehanteerd als in de oorspronkelijke impactanalyse. Nieuw is de aandacht voor de dynamiek door de tijd en voor onzekerheid. Bovendien kunnen verschillende dynamische scenario's worden gesimuleerd. In dit document wordt naar deze aanpak verwezen als rekenwijze *optie B*.

Kader 2: Rekenwijze – optie B

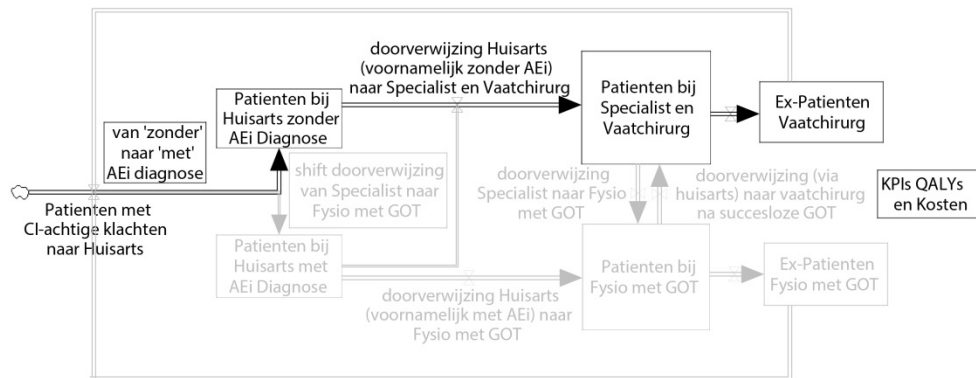
Het gebruik van een kwantitatief SD-model met nauwe systeemgrenzen. Met deze aanpak kunnen dynamiek door de tijd en onzekerheid meegenomen worden in de berekening. Door de nauwe systeemgrenzen (slechts één ziektegroep en het beperkt modelleren van externe en interne terugkoppelingseffecten), ligt deze rekenwijze relatief dicht bij de rekenwijze die in de verbeteringsignalen is toegepast (optie A). Hierdoor komen de voordelen van SD matig tot hun recht en wegen de nadelen relatief zwaar door.

Hieronder worden de twee casussen waarbij rekenwijze B is toegepast, uitgewerkt. Bij de beschrijving ligt de nadruk op de toepassing van SD.

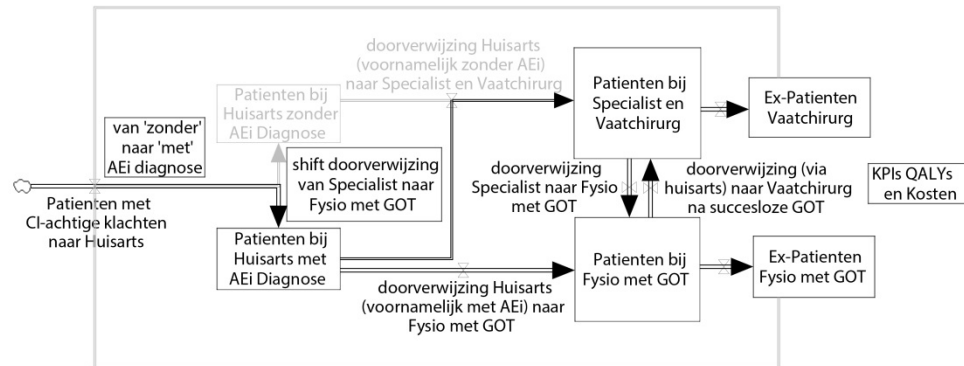
2.2.1 Casus: impact van de invoering van stepped care bij claudicatio intermittens

Voor deze casus is een SD-model ontwikkeld waarmee zowel de oude situatie, de nieuwe situatie, als de overgang van de oude naar de nieuwe situatie (met behulp van onzekerheidsscenario's) gesimuleerd kan worden.

De onderstaande diagrammen geven het model schematisch op hoog niveau (zonder alle daadwerkelijk gemodelleerde details) weer. In deze diagrammen representeren de blokken, verbonden door stromen, aan waar patiënten zich in het systeem bevinden. Dat gebeurt met "stockvariabelen". De stromen geven weer hoe patiënten door het systeem kunnen stromen. Dat gebeurt met "stroomvariabelen".



Figuur 1: Oude situatie CI.



Figuur 2: Gewenste nieuwe situatie CI.

Voor sommige onderdelen van bovenstaande diagrammen zijn submodellen ontwikkeld. Deze submodellen zijn ontwikkeld als herbruikbare "building blocks".

De volgende building blocks zijn ontwikkeld:

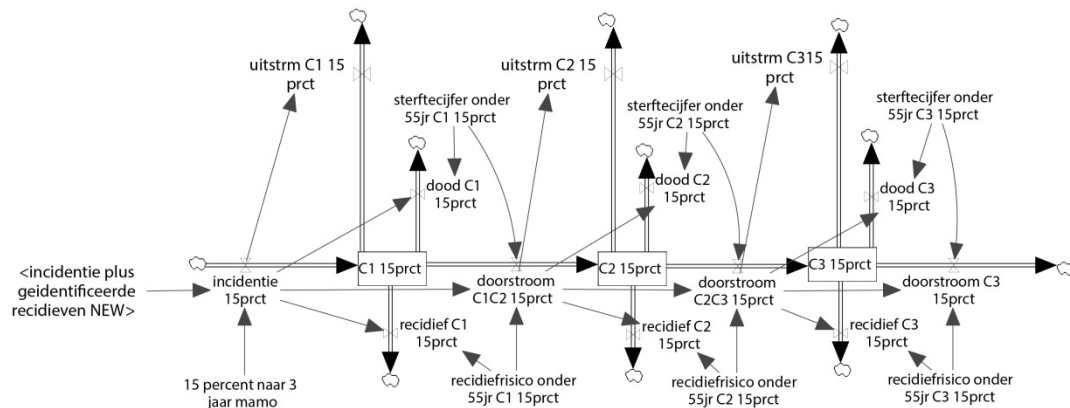
1. Een structuur voor huisartsenconsultaties waarvan een deel diagnoses stelt en een deel voor diagnose doorverwijst naar de specialist
2. Een structuur voor een behandelketen (bij de specialist) met intake, diagnose, wachtlijsten, behandeling
3. Een structuur om capaciteitstoename en -afname te simuleren
4. Een structuur om 'herval' van de behandelde populatie te simuleren
5. Structuren om verschillende mogelijke dynamische scenario's te simuleren
6. Structuren om Key Performance Indicators (KPI's) zoals de totale zorgkosten en de winst in QALY's te simuleren.

In het model zijn deze building blocks aan elkaar gekoppeld, waardoor bredere systeemeffecten (onder meer terugkoppelingseffecten) ontstaan. Met andere woorden, bovenstaande diagrammen zijn, sector-diagrammen met een expliciet stock-flow-karakter. Elk van de blokken bevat gedetailleerde stock-flow-structuren. Figuur 1 geeft de oude situatie weer, figuur 2 de nieuwe (gewenste) situatie. Na inwerkingtreding van het nieuwe beleid, treedt een transitie op bij de huisarts, van zo goed als geen diagnosestelling naar 100% diagnosestelling en een transitie van doorverwijzing door de huisarts van specialist en vaatchirurg naar fysiotherapeut met gesuperviseerde oefentherapie.

2.2.2 Casus: impact van de invoering van gepersonaliseerde nacontrole bij borstkanker

De kern van het model voor deze casus bestaat uit "aging chains" – typische SD structuren waarbij personen in een categorie na een gemiddelde verblijftijd in die categorie doorstromen naar een volgende categorie, enzovoort. Voor elk type nacontroletraject is er een andere aging chain. Onderstaande figuur toont één van de aging chains die dit model rijk is, in dit geval de keten die betrekking heeft op de subpopulatie die kiest voor driejarige nacontrole. Deze stroomt via de

instroom "incidentie 15prct" de "C1 15prct stock" in. C1 staat voor cohort 1. Deze "C1 15prct" stock bevat alle personen in het eerste jaar van het driejarige nacontroletraject. Na een gemiddelde verblijftijd van een jaar stroomt een deel via de "doorstroom C1C2 15 prct" door naar de "C2 15 prct" stock die het overblijvende cohort in het tweede jaar van het nacontroletraject bevat. Een deel stroomt niet door: in geval van een recidief stroomt een deel terug naar behandeling, een deel stroomt uit door overlijden en een deel stroomt uit dat het traject om andere redenen verlaat.



Figuur 3: Een van de aging chains.

Tijdens het modelleren van deze casus, zijn de volgende herbruikbare building blocks ontwikkeld:

1. Aging chains (verschillende soorten en op verschillende wijze)
2. Een structuur om het deel bij te houden dat om andere redenen het traject verlaten heeft.
3. Een structuur om 'herval' van de behandelde populatie te simuleren, zowel van diegenen die nog in nacontrole zitten als van diegenen die het traject om andere redenen verlaten hebben.
4. Structuren om Key Performance Indicators (KPI's) zoals de totale zorgkosten en de winst in QALY's te simuleren. Deze structuren zijn ook gebruik in de eerste casus.

De constructie van deze building blocks is gericht op de bruikbaarheid om onzekerheid betreffende die processen te simuleren en op aanpasbaarheid om andere processen te modelleren en te simuleren. Ze bevatten bijvoorbeeld in dit geval vertragingfuncties die zowel wat betreft de tijd als de dynamiek (door de "orde") van de vertraging aangepast kunnen worden. Daarmee kan voor de doorstroom bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van een gemiddelde verblijftijd van een jaar en een tiende orde of hoger waardoor het gros van de doorstromers na ongeveer een jaar doorstroomt (en een mammografie krijgt). Ook kan bijvoorbeeld voor de uitstroom veroorzaakt door sterfte, gebruik gemaakt worden van een gemiddelde verblijftijd van een half jaar met een derde orde tijdsvertraging. Sterfte is dan gespreid over het jaar. Voor de uitstroom van drop-outs kan gebruik gemaakt worden van een eerste orde tijdsvertraging met een korte verblijftijd waardoor

afhaken relatief snel en proportioneel met de hoeveelheid toekomstige drop-outs in de stock plaatsvindt.

Deze aanpak heeft als voordeel dat hiermee de onderliggende problemen/systemen duidelijk gestructureerd worden en dat het doorrekenen van verschillende systemen en dynamische transitie mogelijk is. Bovendien identificeert de aanpak de te maken aannames en dus van onzekerheden en het gebrek aan informatie, om het onderliggende systeem te kunnen modelleren. Dit laatste kan ofwel aanleiding geven tot verder onderzoek om de onzekerheid en het gebrek aan informatie te reduceren, ofwel tot doorrekening van het systeem over een waaier aan mogelijke scenario's en aannames. Dat laatste komt neer op doorrekening onder onzekerheid. Resulterende waaiers aan uitkomsten kunnen vervolgens gebruikt worden om te achterhalen welke factoren van belang zijn om het systeem zo snel mogelijk in de juiste richting te laten veranderen.

Nadeel van deze aanpak is dat het relatief veel tijd kost, zeker als er geen bestaande building blocks zijn die gemakkelijk gebruikt en gekoppeld kunnen worden en als data niet voor handen is. Indien niet het bredere systeem bekeken wordt, maar alleen het kleinere systeem gesimuleerd wordt, is de kans reëel dat (althans voor het grotere systeem) suboptimale oplossingen gezien worden als optimaal, of dat neveneffecten van het beleid niet mee berekend worden.

Building blocks en software om building blocks te koppelen zouden de nadelen afzwakken. Data en koppelingen om data in modellen te gebruiken zouden nieuwe mogelijkheden scheppen.

2.3 SD als leidende methode voor impactanalyse

In paragraaf 2.2 is een aanpak beschreven waarbij SD wordt toegepast nadat het systeem al is afgebakend. Uitgaan van een breed systeemperspectief is een voorwaarde om gebruik te maken van de voordelen die SD biedt. Dat kan op kwalitatieve wijze en in beperkte tijd, waarna (i) ofwel reductionistische rekenmodellen gebruikt worden om impactanalyses uit te voeren die gekaderd worden in dat bredere systeemperspectief, (ii) ofwel systeemmodellen (bijvoorbeeld SD-modellen) ontwikkeld worden om de effecten vanuit het bredere systeemperspectief door te rekenen. In beide gevallen wordt rekening gehouden met andere factoren die met de voorgestelde verbetering samenhangen en worden neveneffecten van de voorgestelde verbetering op andere deelsystemen bekeken.

In het eerste geval dienen de resultaten van reductionistische rekenmodellen weer in het bredere kader geïnterpreteerd te worden. Dit is *optie C*. In het tweede geval wordt een simulatiemodel gebouwd en wordt dit gevoed met data. Dit is *optie D*.

Optie C en D worden hieronder verder uitgewerkt.

2.3.1 *Systeembenadering 1: kwalitatief systeemperspectief met traditionele impactanalyse*

Bij deze werkwijze wordt kwalitatieve SD (of systeemdenken in meer algemene zin) gebruikt om de studie in eerste instantie in een groter geheel te plaatsen, waarna reductionistische rekenmodellen gebruikt worden om impactanalyses uit te voeren en de uitkomsten daarvan weer gekaderd kunnen worden in het bredere systeemperspectief. Hierbij wordt rekening gehouden met andere factoren die met de voorgestelde verbetering samenhangen en worden neveneffecten van de voorgestelde verbetering op andere deelsystemen bekeken.

Kader 3: Rekenwijze – optie C

Een kwalitatief SD-model met brede systeemgrenzen, causale verbanden en feedback- en accumulatie-effecten in combinatie met een kwantitatief rekenmodel met nauwe systeemgrenzen (niet *per se* een SD-model), waarna de basisberekeningen met het kwantitatieve model in het bredere systeemperspectief gekaderd worden.

In feite komt dit neer op kwalitatieve SD of systeemdenken, gevolgd door de door het Zorginstituut gebruikte methode van impactanalyse [optie A] of de methode waarbij impactanalyse uitgevoerd wordt met rekenmodellen met nauwe systeemgrenzen [optie B], gevolgd door het kaderen van de resultaten in het grotere systeem.

Een voorbeeld hiervan is het kaderen van PAV2 (CI) in het geheel van PAVs of, beter nog, cardiovasculaire aandoeningen. Dit is tijdens de uitvoering van de eerste casestudy gedaan. Om beter aan te sluiten bij de huidige impactanalysemethode, is dit losgelaten. In geval van de casus van borstkankernacontrole zou dit betekenen dat het proces van nacontrole gemodelleerd zou worden in het bredere kader van personen met borstkanker, borstkankerbehandelingen, nacontrole en screening. Het interpreteren van de resultaten van impactanalyse met nauwe systeemgrenzen in het bredere kader is hierbij cruciaal. Het kan aanleiding geven om ook de impact die buiten de nauwe systeemgrenzen plaatsvindt te berekenen, zeker als die groter is dan de impact daarbinnen.

Het is een voordeel dat deze aanpak niet veel tijd kost. Deze aanpak kan in een workshop-sessie van een dagdeel resulteren in een kwalitatief systeemmodel met brede systeemgrenzen. Het kan bij voorkeur met experts en belangengroepen gedaan worden. Het kaderen in het grotere geheel, kan betekenen dat de impactanalyse uitgebreid wordt tot andere onderdelen van het grotere geheel, of tot berekening van de effecten op andere onderdelen van het grotere geheel. Het kaderen in het grotere geheel, geeft inzicht in het bredere kader waarbinnen de kwantitatieve analyses uitgevoerd worden en in de eventuele beperkte bruikbaarheid van resultaten van de kwantitatieve analyses. Als nadeel kan genoemd worden dat expertise op het vlak van kwalitatieve systeemmodellering aanwezig dient te zijn en een workshop met de juiste workshopdeelnemers georganiseerd dient te worden. Het kan moeilijk zijn om in te schatten wat de uiteindelijke systeemeffecten zijn, zeker als in het grotere systeem veel terugkoppelingseffecten (en andere oorzaken van niet-lineair gedrag) zijn. Het zou moeilijker kunnen zijn om eenduidige conclusies te trekken en te communiceren, zeker als

de resultaten van de impactanalyse tegengesproken worden door het systeemperspectief. Als het systeemperspectief als leidend genomen wordt, kan dit de schijn van subjectiviteit verhogen. Als de resultaten van de impactanalyse als leidend genomen worden, zou het systeemperspectief aanleiding kunnen geven om ook de impact die buiten de nauwe systeemgrenzen plaatsvindt, te berekenen, zeker als die groter is dan de impact daarbinnen.

2.3.2 *Systeembenadering 2: kwalitatief systeemperspectief met kwantitatieve systemische impactanalyse*

De optie komt neer op het gebruikmaken van kwalitatieve SD en het kaderen van de impactanalyse in het grotere geheel, gevolgd door het maken en gebruiken van kwantitatieve systeemmodellen (bijvoorbeeld SD-modellen) om de effecten vanuit het bredere systeemperspectief door te rekenen. Hierbij wordt rekening gehouden met andere factoren die met de voorgestelde verbetering samenhangen en worden neveneffecten van de voorgestelde verbetering op andere deelsystemen bekeken.

Kader 4: Rekenwijze – optie D

Een kwalitatief SD-model in combinatie met een of meerdere kwantitatieve SD-modellen waardoor het systeemperspectief zowel kwalitatief als kwantitatief meegenomen wordt.

Een voorbeeld hiervan is het kaderen van PAV2 (CI) in het geheel van PAVs, of beter nog, cardiovasculaire aandoeningen. Vervolgens zou een SD-model gemaakt en gebruik kunnen worden dat focust op voorkomen en behandeling van PAV2 in het bredere geheel van PAVs en cardiovasculaire aandoeningen en behandelingen. Dit kan door een aanpassing van het ontwikkelde SD-model: met bredere systeemgrenzen en met meer focus op de interne beslissingsprocessen.

Voor de casus van gepersonaliseerde nazorg zou dit betekenen dat borstkankerscreening gekaderd zou worden in het bredere kader van personen met borstkanker, borstkankerbehandelingen, nacontrole en screening. Vanwege de vele mogelijke combinaties van persoonskenmerken en behandelwijze die de keuze van nacontroletraject bepalen, is agent-based modellering (ABM) mogelijk een geschiktere modelleermethode. Vanwege het ontbreken van gedetailleerde data zijn een groot aantal aannames nodig bij SD-modellering. Bij deze benadering wordt het systeemperspectief doorgetrokken van het kwalitatieve conceptuele model naar het simulatiemodel dat gebruikt wordt om de impactanalyse door te rekenen, waardoor terugkoppelings- en accumulatie-effecten, tijdsvertragingen en niet-lineaire effecten doorgerekend worden en daardoor meegenomen kunnen worden in meerdere uitkomstindicatoren. Het is ook een voordeel dat de dynamiek door de tijd doorgerekend kan worden. De invloed van allerlei (gecombineerde) onzekerheden (d.w.z., onzekere parameters, onzekere functies, onzekere modelstructuren en zelfs alternatieve modellen) kunnen doorgerekend worden. Verschillende beleidsvarianten kunnen getest en vergeleken worden, ook onder diepe onzekerheid. Om goede kwantitatieve simulatiemodellen te maken is veel rijke informatie en zijn bij voorkeur ook veel data vereist. Juist door het maken van

kwantitatieve simulatiemodellen wordt het duidelijk welke informatie nodig is om impact in te schatten, welke informatie beschikbaar is en welke niet beschikbaar is. Niet beschikbare informatie kan dan vervangen worden door verschillende aannames over wat mogelijk zou kunnen zijn, waarna alsnog gesimuleerd kan worden.

Een nadeel van deze benadering is dat het maken van simulatiemodellen vanaf scratch een tijdrovende activiteit is die veel modelleerexpertise vereist. Wanneer simulatiemodellen gemaakt en gebruikt worden, is het ten sterkste aan te raden om het gemaakte simulatiemodel uitvoerig te laten testen door een onafhankelijke expert, omdat op allerlei vlakken fouten gemaakt kunnen worden. Het vergelijken van simulatieresultaten (zeker bij simulatie onder diepe onzekerheid) vereist expertise op het vlak van visualisatietechnieken en data-analysetechnieken.

Door modellen met building blocks te ontwikkelen wordt het veel eenvoudiger en sneller om simulatiemodellen te bouwen. Op dit moment focussen meerdere initiatieven op het eenvoudiger maken van het koppelen van building blocks en submodellen. In de nabije toekomst moet het mogelijk zijn om specifieke building blocks te selecteren en ze te koppelen aan databronnen en aan andere building blocks. De grotere beschikbaarheid van data en van open source data scripts maakt dat simulatiemodellen gemakkelijker gevoed kunnen worden met data in plaats van met aannames. Deze evolutie maakt data-rich SD en AB-modellering mogelijk. Hierdoor kan men informatie over hoe processen werken combineren met aantallen (patiënten) die door die processen stromen. Op dit moment is het mogelijk om, zodra de scripts geschreven zijn, data semi-automatisch te koppelen met modellen. Evoluties op het vlak van "geo-spatial entity-based modelling" scheppen enorme nieuwe mogelijkheden, zeker als veel geo-spatiale data beschikbaar zijn. Deze methode laat toe om één model (bijvoorbeeld voor één gemeente) te ontwikkelen dat, door het te koppelen aan een geo-spatiale database, in een keer alle geo-spatiale entiteiten in de database (bijvoorbeeld alle gemeenten) gesimuleerd kan worden. Door meerdere niveaus (bijvoorbeeld gemeenten, provincies, het rijk) aan te brengen en deze te verbinden, kunnen effecten tussen die niveaus meegenomen worden. Dit is mogelijk in traditionele SD-software en is het leidende principe in een aantal softwareproducten die momenteel in een verre fase van ontwikkeling zijn. Hierdoor hoeven SD-modellen niet meer op het allerhoogste aggregatieniveau ontwikkeld en gesimuleerd te worden, kunnen lokale en regionale effecten bestudeerd worden en kan aangesloten worden bij beschikbare data.

3 Conclusies en discussie

De casestudy's lieten zien dat enkele beperkingen van de gebruikelijke aanpak om impact te berekenen niet gelden wanneer van SD-modellering gebruik gemaakt wordt.

De complexiteit en de dynamiek in de tijd wordt gemodelleerd en feedback-effecten worden onderzocht. Ook gezondheidseffecten en effecten van onvoldoende capaciteit worden onderzocht. Bovendien worden onzekerheden onderzocht.

Nadelen van SD-modellering zijn dat de uitvoering extra tijd kost, het model moeilijker te begrijpen is en niet iedere casus geschikt is voor een dergelijke aanpak

Naast de optie om geen SD toe te passen zijn er drie verschillende opties te onderscheiden voor een rekenwijze waarbij SD gebruikt wordt. De opties zijn:

Kader 5: Rekenwijze - opties

- A. Een kwantitatief model met nauwe systeemgrenzen (geen-SD-model).
- B. Een kwantitatief SD-model met nauwe systeemgrenzen waarbij aandacht is voor de dynamiek door de tijd en voor onzekerheid; toepassing van scenario's.
- C. Een kwalitatief SD-model in combinatie met een kwantitatief rekenmodel met nauwe systeemgrenzen (niet *per se* een SD-model), waardoor de basisberekening met het kwantitatieve model in het bredere systeemperspectief gekaderd kan worden.
- D. Een kwalitatief SD-model in combinatie met een of meerdere kwantitatieve SD-modellen waardoor het systeemperspectief zowel kwalitatief als kwantitatief meegenomen wordt.

Discussie

Toepassing van SD levert altijd meer inzicht in het probleem en de kennislacunes op. Om de voordelen van SD ten volle te benutten is een aanpassing van de procedure van het Zinnige Zorg-programma nodig. Om de verschillende perspectieven in de analyse te betrekken zouden group model building-sessies met stakeholders gehouden kunnen worden, waarbij expliciete aandacht is voor de afbakening van de systeemgrenzen (zie ook Vennix, 1996).

Bij de huidige procedure wordt eerst de complexiteit gereduceerd door beperking van de analyse tot één ziektegroep en wordt enkel een inschatting gemaakt van de financiële kosten onder specifieke aannames. De effecten op gerelateerde ziektegroepen, de daarmee gepaard gaande zorg en bredere gezondheidseffecten wordt buiten beschouwing gelaten. Bij de toepassing van SD is een verruiming van de systeemgrenzen nodig.

Ook de periode waarop de impactanalyse betrekking heeft, dient verruimt te worden: de huidige impactanalyse gaat uit van een beperking tot 1 jaar. Met SD kan het effect over meerdere jaren

gesimuleerd worden (d.w.z. de dynamiek gedurende de overgangperiode van het oude beleid of systeem naar volledige implementatie van het nieuwe beleid of systeem).

Een aanpassing in het zorgsysteem heeft nooit direct 100% effect. Altijd is er een fase dat slechts bij een gedeelte van de patiënten en een gedeelte van de zorgverleners de aanpassing van kracht is. Bij SD kan met behulp van scenario's onderzocht worden wat een snelle transitie van het oude naar het nieuwe systeem in de weg kan staan, met andere woorden, wat er nodig is om het percentage zo snel mogelijk in de buurt van de 100% te laten komen.

De conclusies hebben niet exclusief betrekking op SD. De geschiktheid van andere modelleermethoden is niet onderzocht. Modelleren is bij iedere nieuwe casus aan te bevelen. Vooral omdat daarmee impliciete aannames zichtbaar worden gemaakt. SD is vooral geschikt bij complexe problemen die dynamisch in de tijd zijn, een tijdshorizon van meerdere jaren hebben en waarbij sprake is van processen met accumulatie en feedback-effecten. Bij een probleem dat niet aan deze criteria voldoet, zijn andere methoden mogelijk geschikter.

Aanbevelingen

Als het bredere systeemperspectief niet van belang is (en beperking tot een subsysteem voldoende geacht wordt) en er geen terugkoppelingseffecten te verwachten zijn, dan is een eenvoudig rekenmodel met nauwe systeemgrenzen bruikbaar. In deze situatie rechtvaardigt de te verwachten meeropbrengst van SD een volledige toepassing van de SD-methodologie niet.

De doorrekening met een dergelijk eenvoudig kwantitatief model met nauwe systeemgrenzen kan uitgebreid worden met verschillende scenario's om rekening te houden met mogelijke dynamiek door de tijd en toekomstige onzekerheid. Hiervoor kan SD-software gebruikt worden, evenals spreadsheets. Wanneer SD-software gebruikt wordt, kan op eenvoudige wijze onderscheid gemaakt worden tussen *stocks* (accumulaties en capaciteiten) en *flows* (stromen) in een systeem, kunnen vertragingseffecten en niet-lineaire effecten eenvoudig meegenomen worden, is de structuur van modellen en de gemodelleerde processen duidelijker te communiceren, kunnen verschillende scenario's door de tijd gesimuleerd worden en kan beleid met terugkoppelingseffecten getest worden. Dit komt overeen met de aanpak die bij de casestudy's gevolgd is.

Als het systeemperspectief wel van belang is, geeft de ontwikkeling van *kwantitatieve* modellen inzicht in hoe de verschillende systeemonderdelen samenhangen (elkaar beïnvloeden) en hoe de resultaten van de impactanalyse in het grotere systeem te interpreteren zijn.

Als het bouwen van de nodige kwantitatieve modellen snel genoeg kan gebeuren (bijvoorbeeld omdat building blocks beschikbaar zijn of omdat de expertise aanwezig is of snel ingebracht kan worden) en inhoudelijke expertise en data betreffende de processen beschikbaar zijn, zal het bouwen van een kwantitatief simulatiemodel bijna altijd leiden tot meer inzicht in de processen en de mogelijke dynamiek. Zodra een of

meerdere systeemmodellen beschikbaar zijn, kunnen deze onder diepe onzekerheid gesimuleerd worden om vele scenario's te genereren en om de robuustheid van het nieuwe beleid te testen, ook tijdens de overgangperiode naar het nieuwe beleid.

Referenties

Forrester JW. Industrial Dynamics. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1961.

Forrester JW. Urban Dynamics. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1969.

Vennix, J.A.M. (1996). Group model building: Facilitating team learning using system dynamics. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Zorginstituut. Zinnige zorg Screeningsfase: Systematische analyse hart- en vaatstelsel ICD-10: IX 100-199. Diemen: Zorginstituut Nederland, 2015.

Zorginstituut. Zinnige zorg Screeningsfase: Verbetersignalement Perifeer arterieel vaatlijden. Diemen: Zorginstituut Nederland, 2016a.
Zorginstituut. Zinnige zorg Screeningsfase: Verbetersignalement Zinnige nacontrole bij vrouwen behandeld voor borstkanker. Diemen: Zorginstituut Nederland, 2016b.

Zorginstituut. Richtlijn voor het uitvoeren van economische evaluaties in de gezondheidszorg. Diemen: Zorginstituut Nederland, 2016c.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag