

Review van het RIVM instrumentarium voor de totstandkoming van lange termijn prognoses met betrekking tot de emissies van broeikasgassen

Door

Prof dr. Wim Turkenburg

en

dr. Jeroen van der Sluijs

Een review in opdracht van
het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
te Bilthoven

Utrecht
Mei 2000
NW&S-E-2000-13

Sectie Natuurwetenschap en Samenleving,
Universiteit Utrecht,
Padualaan 14, 3584 CH Utrecht,
tel 030-2537600, fax 030-2537601
w.turkenburg@chem.uu.nl
j.p.vandersluijs@chem.uu.nl

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Het instrumentarium	4
2.1 Gebruikte scenario's	5
2.2 Het in rekening gebrachte ingezette beleid en de aannames met betrekking tot de effectiviteit van dat beleid	6
2.3 De trendextrapolatie van het zichtjaar 2020 naar het zichtjaar 2030	8
2.4 De door het RIVM gemaakte additionele aannames	8
2.5 Het aggregatieniveau van de onderscheiden processen en sectoren	9
2.6 De prognose van de F-gassen	10
2.7 De waarborging van de consistentie en de traceerbaarheid van de herkomst van de gegevens	11
2.8 Bunkers	12
2.9 Sinks	12
2.10 Aantal significante cijfers	12
2.11 Onzekerheidsanalyse	13
3. Referenties	14

1. Inleiding

In deze rapportage wordt verslag gedaan van de review van de kwaliteit van het RIVM-instrumentarium voor de totstandkoming van lange termijn prognoses met betrekking tot de emissies van broeikasgassen. De review is uitgevoerd in opdracht van het Laboratorium voor afvalstoffen en Emissies van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Volgens de opdrachtbrief d.d. 22 maart 2000 wil het RIVM:

- 1) Een inhoudelijke beoordeling van de wetenschappelijke kwaliteit van het toegepaste instrumentarium;
- 2) Een kritische blik op de consistentie van de vertaling van economische scenario's naar uiteindelijke emissieprognoses;
- 3) Voorstellen voor verbetering van de systematiek voor het totstandkomen van betreffende prognoses.

De review is uitgevoerd door prof. dr. Wim C. Turkenburg en dr. Jeroen P. van der Sluijs van de sectie Natuurwetenschap en Samenleving van de Universiteit Utrecht. Voor de uitvoering en rapportage van deze review was een beperkte tijd beschikbaar (32 uur), waardoor de diepgang en de volledigheid van deze review beperkt is. Zo hebben wij niet met alle bij de prognoses betrokken onderzoekers en instanties gesproken. Ook hebben we ons bijvoorbeeld niet verdiept in het ECN-SELPE model waaraan het RIVM haar scenario-reeksen voor afzonderlijke procesomvang en in het prognose-instrumentarium voor de verkeerssector. De review is op hoofdlijnen van de methode en de toepassing daarvan uitgevoerd en heeft daarom vooral een globaal karakter en is hoofdzakelijk gebaseerd op de eerste indruk die wij kregen op basis van de aangeleverde documentatie, de gevoerde gesprekken en enkele steekproefsgewijze analyses en controles van gegevens.

Op 17 april 2000 hebben wij op het RIVM een gesprek gevoerd met Joop Oude Lohuis, Marianne Kuipers en Erik Honig ter verduidelijking van de opdracht en het beschikbaar krijgen van aanvullende gegevens. Telefonisch is gesproken met Pieter Kroon en Michiel Beeldman (beide: ECN). Op 11 mei hebben wij op basis van onze bevindingen een tweede gesprek gevoerd met Joop Oude Lohuis en Erik Honig. Zij hebben ons daarbij tevens aanvullende literatuur, gegevens en documentatie verschaft. Vervolgens hebben wij een conceptrapportage opgesteld welke wij ter commentaar hebben voorgelegd aan bovengenoemde medewerkers van het RIVM. Op 23 mei hebben we ons conceptrapport besproken met Joop Oude Lohuis en Erik Honig. Op basis daarvan hebben we de rapportage verder aangescherpt.

Alles afwegend komen wij, als totaal-indruk, tot een positieve beoordeling van de wetenschappelijke kwaliteit van het deel van het prognose-instrumentarium dat onder directe verantwoordelijkheid valt van het RIVM. Ook wat betreft het omgaan met onzekerheden in de prognoses heeft het RIVM een aantal belangrijke stappen gezet en is het RIVM naar ons oordeel op de goede weg. Bij een aantal onderdelen van het instrumentarium en de gevolgde werkwijze plaatsen wij kritische kanttekeningen of stellen we vragen. Op een aantal deelterreinen zien wij mogelijkheden voor verdere verbetering van de systematiek en de consistentie daarbinnen.

In het navolgende bespreken wij puntsgewijs onze bevindingen. Per punt geven wij, waar dat van toepassing is, suggesties gericht op verbetering van het toegepaste instrumentarium.

2. Het instrumentarium

Bij de totstandkoming van emissieprognoses zijn verschillende instanties betrokken die binnen dit proces elk eigen verantwoordelijkheden hebben. Het CPB is verantwoordelijk voor de totstandkoming van economische omgevingsscenario's. Het ECN is verantwoordelijk voor de Nationale Energieverkenningen. Voor verkeer wordt daarnaast gebruikgemaakt van door ondermeer TNO en AVV aangeleverde gegevens. Het RIVM berekent op basis van de door CPB en ECN aangeleverde scenarioreeksen de daarbijbehorende emissies. Voor een belangrijk deel is dit een *recht toe recht aan* omrekening van scenarioreeksen van procesomvangen en rendementen (beide aangeleverd door ECN) naar bijbehorende emissies door vermenigvuldiging met emissiefactoren. Deze omrekenmethodiek is breed geaccepteerd en verschilt niet wezenlijk van het monitorings-instrumentarium dat wij in een eerder stadium hebben gereviewd (Turkenburg en Van der Sluijs, 1999). Voor dat deel van het instrumentarium verwijzen we naar betreffende review. Van die eerdere review zijn onze opmerkingen over gewenste harmonisatie met IPCC methodiek (3.2), het meenemen van sinks (3.4), onzekerheden in emissiefactoren (3.5) en de gewenste consistentie tussen de bronnen van broeikasgassen die meetellen in de beleidsdoelstellingen en die welke door RIVM gemonitord worden (5.1), grotendeels ook op het prognoseinstrumentarium van toepassing. Een verschil betreft het aggregatie niveau waarop de afzonderlijke processen en sectoren worden onderscheiden, waarop wij verderop in deze review in zullen gaan (sectie 2.5).

De voor deze review beschikbaar gestelde documentatie bevatte geen heldere omschrijving van de precieze werkwijze die is gevolgd en geen overzicht van het totaal-instrumentarium dat is gebruikt bij de totstandkoming van de broeikasgas-emissieprognoses voor de MV5. Ten behoeve van de transparantie en reproduceerbaarheid is wenselijk dat een dergelijke omschrijving er wel komt, zodat voor buitenstaanders traceerbaar is hoe de prognoses in de MV5 tot stand zijn gekomen.

Het RIVM zit in een overgangsfase tussen het oude RIM+ rekensysteem dat voor de MV4 is gebruikt en momenteel niet meer operationeel is en het nieuwe trend-tapper rekensysteem dat in ontwikkeling is en momenteel nog niet operationeel is. Ten behoeve van de MV5 heeft RIVM een spreadsheet ontwikkeld (binnen het RIVM bekend onder de naam "super-spreadsheet") die de RIM+ berekeningen voor de energie-gerelateerde emissies vervangt en verbetert. Voor de prognosticering van de niet-CO2 broeikasgassen en voor de prognosticering van de emissies binnen de verkeerssector gebruikt het RIVM andere instrumenten of neemt het RIVM aan dat de met RIM+ berekende MV4 prognoses geen update behoeven.

Ter verhoging van de consistentie, de overzichtelijkheid, de transparantie en de beheersbaarheid van het instrumentarium lijkt het ons aanbevelenswaardig om te komen tot een geïntegreerd rekensysteem voor de prognosticering van alle emissies van broeikasgassen.

Voor een aantal gebieden zijn de ECN en CPB scenarioreeksen niet toereikend om tot een totale verkenning van de mogelijke ontwikkeling van broeikasgasemissies te komen (o.a. de niet energie-gerelateerde emissies en de niet-CO2 broeikasgassen) en zijn door RIVM zelf scenarioreeksen ontwikkeld of aannames gedaan over hoe ontwikkelingen in emissies van bepaalde gassen samenhangen met groei-index cijfers van bepaalde industrietakken uit de CPB scenario's.

Deze review beperkt zich tot het gedeelte van het instrumentarium dat onder de verantwoordelijkheid van het RIVM valt, hoewel de kwaliteit van het instrumentarium niet los kan worden gezien van het gehele proces van totstandkoming van emissieprognoses.

We merken op dat de onzekerheden in de onder verantwoordelijkheid van RIVM gemaakte omrekenstap van procesomvangen naar emissies beduidend kleiner zijn dan de onzekerheden in de scenarioreeksen van procesomvangen die door de andere instanties worden aangeleverd.

De nieuwe verkenning van RIVM richt zich op de periode tot 2030 terwijl de scenarioverkenningen van CPB en ECN als zichtjaar 2020 hebben. Derhalve heeft RIVM voor de periode na 2020 via trendextrapolatie getracht verkenningen voor het jaar 2030 te presenteren.

Bij de evaluatie van de wetenschappelijke kwaliteit van het toegepaste prognose-instrumentarium hebben wij onze aandacht gericht op de volgende velden:

- 1) De gebruikte omgevingsscenario's;
- 2) Het in rekening gebrachte beleid en de aannames met betrekking tot de effectiviteit van dat beleid;
- 3) De trendextrapolatie van het zichtjaar 2020 naar het zichtjaar 2030;
- 4) De door het RIVM gemaakte additionele aannames;
- 5) Het aggregatieniveau van de onderscheiden processen en sectoren;
- 6) De prognose van de F-gassen;
- 7) De waarborging van de consistentie en de traceerbaarheid van de herkomst van de gegevens;
- 8) Bunkers
- 9) Sinks;
- 10) Het gehanteerde aantal significante cijfers;
- 11) Onzekerheidsanalyse.

2.1 Gebruikte scenario's

De gebruikte CPB omgevingsscenario's EC en GC zijn medio jaren negentig ontwikkelt en in 1997 gepubliceerd. Naar onze indruk zou het beter zijn geweest als RIVM (en ECN) over nieuwe omgevingsscenario's hadden kunnen beschikken. Kijkend naar opeenvolgende scenariostudies uit het verleden, zoals bijvoorbeeld die van het IPCC uit het eerste Assessment Report (1990), de update daarvan (1992), het SAR (1995) en de huidige scenariostudies voor het TAR blijkt dat inzichten in hoog tempo kunnen veranderen en dat omgevingsscenario's daardoor relatief snel achterhaald zijn. Voorbeelden van inschattingen uit de CPB-scenario's die waarschijnlijk bijstelling behoeven, betreffen onder meer - toegespitst op de energievoorziening:

- de inschatting van de effecten van de marktwerking in de geliberaliseerde en geprivatiseerde energiesector en van de internationalisering van deze sector;
- de nadere definiëring van het begrip "duurzame energie";
- de achterblijvende ontwikkelingen rond WKK;
- de ontwikkelingen rondom de import van stroom.

Bovendien hebben de CPB-scenario's als zichtjaar 2020, terwijl voor de prognosticering ten behoeve van MV5 ook het zichtjaar 2030 wordt gehanteerd.

Het RIVM heeft het (op onderdelen) verouderd zijn van de EC en GC scenario's onderkend en heeft op een aantal punten de scenario's aangepast. Voor de uitbreiding naar het zichtjaar 2030 heeft zij eigen extrapolaties toegepast.

De aanpassingen van de EC en GC scenario's die het RIVM heeft gemaakt hebben een partieel karakter. Dat roept de vraag op waarom ervoor gekozen is bepaalde aanpassingen wel te maken en andere niet.

Voor de verkeerssector zijn bijvoorbeeld wel aanpassingen doorgevoerd op basis van gewijzigde inzichten omtrent volumeontwikkelingen, ruimtelijke spreiding van wonen en werken, efficiency ontwikkeling van auto's en ontwikkeling van de brandstofmix van auto's. Voor andere sectoren (bijvoorbeeld de ontwikkelingen rond WKK) zijn vergelijkbare updates op basis van nieuwe inzichten niet gemaakt, maar heeft RIVM ervoor gekozen deze factoren in een gevoeligheidsanalyse mee te nemen.

De keuzes die RIVM heeft gemaakt om bepaalde ontwikkelingen mee te nemen als aanpassingen in de scenario's en andere ontwikkelingen mee te nemen in de gevoeligheidsanalyse, zijn voor discussie vatbaar.

Uit de gevoerde gesprekken kwam naar voren dat het RIVM verwachtte dat nieuwe CPB omgevingsscenario's tijdig beschikbaar zouden komen. Doordat deze uitbleven kon de economische doorwerking van nieuwe inzichten niet worden geactualiseerd. De sector verkeer heeft echter weinig koppeling met procesomvang in andere sectoren en RIVM beschikt deels zelf over de verkeersmodellen. Daardoor konden nieuwe inzichten met betrekking tot de verkeerssector wel worden meegenomen.

Methodisch gezien komt deze werkwijze op ons over als ad-hoc en tot op zekere hoogte willekeurig. Het gebruikmaken van verouderde scenario's die vervolgens met kunstgrepen partieel worden geüpdate lijkt halfslachtig: een volledige en systematische revisie van de omgevingsscenario's zou tot een methodisch betere prognose leiden.

Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat het voorhanden zijn van actuele economische omgevingsscenario's en daarop geënte energiewerkszenario's niet tot de taken en primaire verantwoordelijkheden van het RIVM behoort en het RIVM daardoor noodgedwongen moet roeien met de riemen die beschikbaar zijn.

2.2 Het in rekening gebrachte ingezette beleid en de aannames met betrekking tot de effectiviteit van dat beleid

Volgens de documentatie die ons ter beschikking stond betreft het in de RIVM prognoses in rekening gebrachte beleid sinds de publicatie van de CPB scenario's:

- het CO2 reductieplan
- de Uitvoeringsnota Klimaatverandering (het "harde" deel)
- Reductie NO_x-emissies uit stationaire bronnen
- Productenbeleid motorbrandstoffen
- Afspraak Shell-raffinaderijen over stoken van vloeistoffen na 2007

De documentatie geeft geen uitsluitel over welke criteria precies zijn gebruikt om beleid wel of niet mee te nemen of als hard dan wel als onzeker te kwalificeren. Ook beschrijft de documentatie niet altijd welke methode is gevolgd om de effectiviteit van beleid in te schatten. Dit is een omissie.

Tijdens de gesprekken kwam naar voren dat ook ander beleid was meegenomen dan in de aangeleverde documentatie was vermeld, zoals het Energierapport 1999. Al het beleid tot 1-1-2000 is bekeken. Het criterium om beleidsmaatregelen wel of niet in rekening te brengen is voor het RIVM geweest dat de financiering ervan rond moest zijn en het effect voldoende hard moest zijn. Beleid waartoe wel is besloten maar dat nog niet is geïnstrumenteerd is niet in rekening gebracht. Zo is bijvoorbeeld de nieuw te realiseren verhoging van de REB wel meegenomen, maar niet de doorwerking ervan op duurzame energie. Voor wat betreft de effectiviteit van beleid heeft men waar mogelijk op basis van studies van anderen inschattingen gemaakt. Het RIVM benadrukt met de prognoses wat zij noemen een "base-line" weer te geven: alleen het reeds volledig geïnstrumenteerde beleid wordt meegenomen en alleen het zekere effect is in rekening gebracht. .

Het RIVM heeft op het moment van schrijven nog geen duidelijkheid verschaft op onze vraag of en hoe de in het Energierapport 1999 gewijzigde definitie van duurzame energie in rekening is gebracht in de prognoses. Het lijkt erop dat gewerkt is met de oude definitie uit de 3e Energienota en dat de CPB-scenario's niet zijn bijgesteld op basis van de nieuwe definitie.

In de CPB-scenario's zitten veel aannames over (de effectiviteit van) beleid. Een mogelijk methodologisch probleem dat zich hier voordoet is dat de wijze waarop in de CPB-scenario's beleid tot 1997 is meegenomen en de wijze waarop inschattingen zijn gemaakt over de effectiviteit daarvan mogelijk afwijkt van de wijze waarop RIVM beleid meeneemt en inschattingen heeft gemaakt van de effectiviteit. In de beperkte tijd die voor deze review beschikbaar was hebben we niet kunnen nagaan of hier (grote) verschillen tussen zitten.

Een ander probleem is dat een aantal van de inschattingen uit de CPB scenario's over de effectiviteit van beleid lijken achterhaald. Een voorbeeld betreft de ontwikkeling van WKK. WKK speelt in de CPB scenario's een belangrijke rol. Momenteel is de realiteit echter dat de ontwikkeling van WKK sterk achter blijft. Dit is door het RIVM niet in rekening gebracht. Wel is een gevoeligheidsanalyse voor de ontwikkeling van WKK uitgevoerd.

De literatuur geeft onzekerheidsmarges aan voor de effectiviteit van beleid. Het RIVM gebruikt in haar berekeningen punt-schattingen. Een voorbeeld is Bench-marking, waarvoor volgens Phylipsen (2000) de onzekerheid over de effectiviteit een factor 2 bedraagt. RIVM heeft daarbij de lage schatting genomen als uitgangspunt, overeenkomstig de 'base-line' gedachte.

We bevelen aan dat de bij de prognose betrokken instituten gezamenlijk een helder eenduidig protocol opstellen waarin wordt gestandaardiseerd op welke wijze beleid wordt meegenomen. Dat protocol zou o.a. moeten omvatten:

- *de criteria voor de selectie van beleid dat in rekening wordt gebracht;*
- *de criteria waarmee een onderscheid wordt gemaakt tussen een 'hard' en een 'onzeker' deel van beleidseffecten;*
- *de wijze waarop inschattingen voor de effectiviteit van beleid worden gemaakt.*
- *Een gemotiveerde keuze of men met het 'base-line' concept werkt of met een onzekerheidsmarge. De tweede optie heeft wat ons betreft de voorkeur.*

2.3 De trendextrapolatie van het zichtjaar 2020 naar het zichtjaar 2030

De gebruikte CPB-scenario's hebben als zichtjaar 2020. Het RIVM heeft zelf door middel van trendextrapolaties prognoses doorgetrokken naar het zichtjaar 2030. Hierbij is gebruikt gemaakt van 1e orde aannames. Veelal is er simpelweg van uitgegaan dat de ontwikkeling in het tijdvak 2020-2030 gelijk is aan die in het tijdvak 2010-2020.

Uit de gesprekken is ons gebleken dat de extrapolatie is gemaakt door uit te gaan van de aanname dat in de periode 2020-2030 de groei in arbeidsproductiviteit gelijk blijft aan die in de periode 2010-2020. Netto daalt, door een lagere groei van de beroepsbevolking, dan het overall economische groeitempo iets, tot ca 3.1% per jaar voor de periode 1995-2030.

Voor alle sectoren geldt dat door trendextrapolatie de koolstofintensiteit van het energiegebruik kan veranderen, door de verbetering van de energie-efficiency (die zich in hetzelfde tempo doorzet) en vanwege het doortrekken van de trends voor inzet van biomassa en duurzame bronnen en de afname van de inzet van kolen ten gunste van gas.

Het op een dergelijke tijdschaal (30 jaar) doortrekken van trends kan tot een vertekend beeld leiden onder meer omdat het de mogelijkheid van trendbreuken buiten beeld laat.

Zo laten internationale studies laten zien dat rond 2020 duurzame bronnen naar verwachting een zodanige technologische en economische positie kunnen hebben verworven dat (pas dan) doorbraak ervan op grote schaal mogelijk wordt. Dit geldt eveneens voor opties zoals schoon-fossiel (CO2 verwijdering en opslag) en voor innovaties in vervoerstechnologie (zoals de introductie en toepassing van de brandstofcel).

De beperkte geldigheid van trendextrapolatie wordt ook duidelijk als we naar scenario's uit het verleden kijken. Zo werden bijvoorbeeld in 1970 scenario's gepresenteerd waarin op basis van trendextrapolatie voorzien werd dat de elektriciteitsvraag elke 10 jaar zou verdubbelen. In die scenario's werd geprognosticeerd dat in 2000 voor de helft in deze elektriciteitsvraag zou worden voorzien met olie-gestookte centrales (of gas als 2e brandstof) en de andere helft door middel van kernenergie, ofwel, 30.000 tot 40.000 MW opgesteld vermogen van elk in het jaar 2000.

2.4 De door het RIVM gemaakte additionele aannames

In de documentatie kwamen wij enkele aannames tegen die bij ons vragen oproepen en ons inziens in aanmerking komen voor heroverweging of betere onderbouwing.

Hieronder sommen we ze op.

De effecten van het beleid uit de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid zijn tot 2010 doorgerekend in het rapport "De Uitvoeringsnota Klimaatbeleid Doorgelicht". Het RIVM heeft voor een aantal maatregelen additionele aannames gedaan voor het effect na 2010:

- Het effect van het benchmark convenant wordt voor GC2020 tentatief gelijk ingeschat aan GC2010; Sectoren die aan de top zitten hoeven nog slechts de wereldwijde trend van

hun bedrijfstak te volgen. Bij sectoren die achter liggen zijn grote inspanningen nodig. De aanname lijkt daarom niet op te gaan.

- Het effect van het GLAMI convenant wordt voor GC2020 tentatief gelijk ingeschat aan GC2010;
- Voor het EC-scenario in 2020 worden dezelfde veranderingen ingeschat (voor de effecten van beleid ingezet sinds 1997) ten opzichte van 2010 als in het GC scenario. Aangezien een deel van het beleid een vrijwillige basis heeft zou men ten aanzien daarvan diverse verschillen kunnen verwachten tussen de twee omgevingsscenario's. Enerzijds zijn bij lagere economische groei minder middelen beschikbaar om vrijwillig in te zetten, anderzijds veronderstelt EC een meer milieubewuste oriëntatie dan GC zodat een hogere bereidheid tot implementatie van vrijwillige maatregelen verwacht wordt;

Andere aannames die vragen op roepen en of betere onderbouwing vragen zijn:

- De aannames over het effect van de vrijwillige EPA, energiepemie en de verhoging van de REB: het is ons uit de tekst onvoldoende duidelijk hoe in het rapport "De Uitvoeringsnota Klimaatbeleid Doorgelicht" de schattingen voor het reductieeffect hiervan tot stand zijn gekomen.
- De gehanteerde reeksen voor de afname van de lekpercentages voor de F-gassen. In de beschikbare documentatie stond niet vermeld waarop deze schattingen gebaseerd waren. In het gesprek bleken de gehanteerde getallen schattingen te zijn op basis van navraag bij de fabrikanten. Het verdient aanbeveling deze herkomst in de documentatie op te nemen.

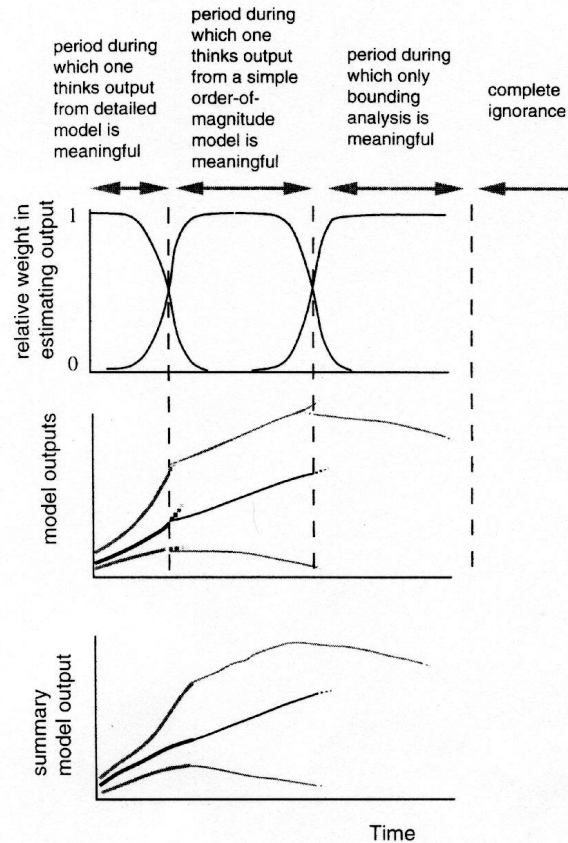
2.5 Het aggregatieniveau van de onderscheiden processen en sectoren

De superspreadsheet onderscheidt ca. zeventig processen en ruim twintig (sub)sectoren. De sector industrie is onderverdeeld in 12 sub-sectoren. Bij de emissie-monitoring wordt een groter detail onderscheiden. Het is goed te verdedigen om voor prognose doeleinden een hoger aggregatieniveau te hanteren dan voor de monitoring omdat trends en ontwikkelingsrichtingen op hogere aggregatieniveaus doorgaans beter te beschrijven en te analyseren zijn.

De tijdshorizon van de prognose is ook van invloed op het aggregatieniveau waarop trends en ontwikkelingen het beste te beschrijven zijn. Naarmate het zichtjaar verder weg ligt, is in den regel een hoger aggregatieniveau adequater. Ook geldt dat hoe verder het zichtjaar ligt, hoe minder men kan volstaan met trendextrapolatie.

Het zou het overwegen waard kunnen zijn om voor elk van de drie decennia die de prognose omvat (2000-2010; 2010-2020 en 2020-2030) een verschillend aggregatieniveau te hanteren en verder naar de toekomst meer mogelijke ontwikkelingsrichtingen (trendbreuken, innovaties) in de prognose te betrekken. Ook zou men in de presentatie het aantal significante cijfers af kunnen laten nemen als functie van het zichtjaar.

Een dergelijke aanpak waarin de prognosemethodiek als functie van de tijdshorizon omschakelt van gedetailleerde naar steeds simpelere en geaggregeerde modellen is voorgesteld en toegepast door Casman *et al.* in hun artikel "Mixed levels of uncertainty in complex policy models". Het achterliggende idee is grafisch weergegeven in onderstaande figuur:



Figuur 1 Schematische illustratie van een prognosemodel dat als functie van de tijdshorizon omschakelt van gedetailleerde naar steeds simpelere en geaggregeerde modellen. Men begint met een gedetailleerd model dat op een tijdschaal van enkele jaren betrouwbaar is. Naarmate de tijdshorizon verder weg ligt gaat men over op simpelere modellen die ordegrottes afschatten. Voor de lange tijdschalen kan men niet meer dan de boven- en ondergrenzen in kaart brengen waarbinnen de prognose kan liggen, zonder een 'best estimate' aan te geven. De weeg-functies voor het combineren van de modellen zijn gebaseerd op expert judgement. Deze illustratie laat drie modellen zien in de tijd. Men kan ook met meer of minder modellen werken (Casman *et al.*, 1999)

2.6 De prognose van de F-gassen

Zowel de monitoring als de prognosticering van trends en ontwikkelingen van de emissie van HFks, PFks en SF₆ is een relatief nieuw aandachtsveld, dat pas sinds het Kyoto-protocol in de belangstelling is gekomen. De beschikbare kennis over de emissies van deze gassen is beperkt en de inzichten over de te verwachten ontwikkelingen veranderen voortdurend. De emissies zijn niet energiegerelateerd en zijn niet eenduidig te koppelen aan CG en EC scenarioreeksen die door CPB en ECN worden aangeleverd. Om deze koppeling toch te maken heeft het RIVM een reeks van aannamen gedaan over hoe groei in relevante bedrijfstakken gerelateerd is aan emissies van F-gassen.

In geval van SF₆ is gekozen de uitstoot daarvan rechtstreeks te koppelen aan de groei-index van de totale industrie. Een onderbouwing van deze keuze ontbreekt.

Ook bij de F-gassen wordt voor de periode 2020-2030 de trend uit de periode 2010-2020 doorgetrokken. Het is zeer wel denkbaar dat op een dergelijke tijdschaal alternatieven voor handen komen voor de toepassing van F-gassen (bijvoorbeeld voor SF6 voor wat betreft de productie van halfgeleiders) waardoor een snellere uitfasering denkbaar is. Bij de CFK's die in verband met de aantasting van de ozonlaag zijn uitgebannen is de uitfasering van deze gassen en het beschikbaar komen van alternatieven in de praktijk sneller gegaan dan waar indertijd in prognoses rekening mee was gehouden. Dit verklaart bijvoorbeeld een aanmerkelijk deel van de bijstellingen in opeenvolgende IPCC scenario's.

Het lijkt ons niet realistisch te veronderstellen dat ontkoppeling van de F-gas emissies en volumegroei in de industrie achterwege blijft. In de prognoses wordt een dergelijke ontkoppeling alleen in rekening gebracht in de vorm van in de tijd afnemende lekpercentages en de nu beschikbare substitutiemogelijkheden die zijn geïnstrumenteerd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid. De parallel trekkend met CFK's is het zeer wel denkbaar dat de ontwikkeling van nieuwe substitutie-opties in de praktijk een rol gaat spelen.

Over het geheel genomen lijkt de prognose van de F-gassen, méér dan de prognose van de andere broeikasgassen, op voorlopige inzichten en eerste aannames gebaseerd. Het zou goed zijn om dat op enigerlei wijze expliciet te maken en aan te geven dat relatief grote bijstellingen op basis van nieuwe inzichten te verwachten zijn.

2.7 De waarborging van de consistentie en de traceerbaarheid van de herkomst van de gegevens

Tijdens het gesprek met RIVM kwam naar voren dat bij de overschakeling van de oude methodiek (RIM+) naar de nieuwe methodiek (onder meer geïmplementeerd in de zogenaamde "superspreadsheet") de traceerbaarheid van de herkomst van gegevens verminderd is en dat tevens de waarborging van consistentie van scenarioreeksen binnen de dataverwerkingsketen extra aandacht behoeft. Daar staat tegenover dat de onderzoekers nu dichter bij de data staan.

RIVM onderkent dat er een gevaar schuilt in de organisatorische inbedding van de nieuwe methode binnen het LAE. Doordat meerdere groepen binnen LAE deel-ramingen produceren kunnen problemen ontstaan met betrekking tot de waarborging van consistentie en traceerbaarheid. Het LAE besteedt hieraan reeds de nodige aandacht. Binnen het LAE wordt een en ander middels wekelijkse vergaderingen afgestemd. Extern vindt er overleg plaats met ECN en CPB.

Toen we steekproefsgewijs de "super-spreadsheet" bekeken kwamen wij een fout tegen: de CO₂-emissiefactor voor "Kolenvergassing STEG met CO₂ verwijdering" was even groot als die voor "Kolenvergassing-STEAG" (beide 9,40 E-8 kg/PJ). Deze fout had overigens geen invloed op de uitkomsten omdat de procesomvang voor "Kolenvergassing STEG met CO₂ verwijdering" in alle scenario's voor alle zichtjaren gelijk waren aan nul. In de spreadsheet bleek ook voor een aantal processen de efficiency op 100% gezet te zijn en in één geval op 250%. Desgevraagd gaf RIVM aan dat dat geen fouten waren maar kunstgrepen om de berekening te corrigeren. Het gebruik van zulke kunstgrepen gaat ten koste van de transparantie van de spreadsheet. De spreadsheet zou makkelijker te doorgronden zijn als de kolom met rendementen voor alle processen het feitelijke rendement zou weergeven en een aparte kolom zou worden toegevoegd met correctiefactoren voor die processen waar daar aanleiding voor is. Die correctiefactoren kunnen dan worden voorzien van een voetnoot die aangeeft waarom deze correctie is toegepast.

Blijvende aandacht voor de waarborging van consistentie, traceerbaarheid en transparantie van de gegevens en de methodiek en een intensievere interactie met ECN en CPB op dit vlak is nodig. We bevelen ook aan om daarnaast waar mogelijk de nieuwe methodiek aan te passen op een zodanige wijze dat de consistentie in scenarioreeksen en aannamen en de traceerbaarheid van de herkomst en onderbouwing van gebruikte getallen nog meer zijn gewaarborgd.

Hierbij kan gedacht worden aan:

- Het inbouwen van consistency-checks in de super spreadsheet;
- Het vast stellen van heldere procedures voor het beheer van de spreadsheet en de kwaliteitsbewaking van de ingevoerde gegevens;
- Het opzetten van een consequente documentatiesystematiek waardoor de herkomst van in de spreadsheet gebruikte gegevens eenvoudig terug te vinden is (dit kan gedeeltelijk in de spreadsheet zelf);
- Het invoeren van het NUSAP notatiesysteem, waarbij alle gebruikte getallen van een kwalificatie worden voorzien op basis van hun herkomst en de mate waarin ze (wetenschappelijk) onderbouwd zijn.

2.8 Bunkers

Het verdient aanbeveling om de prognoses voor emissies ten gevolge van bunkers die nu in het verkeershoofdstuk van de Milieu Verkenning worden gepresenteerd ook op te nemen in de samenvattende tabellen van de Milieu Verkenning.

2.9 Sinks

De koolstofvastlegging in bos (sinks) telt mee als emissiereductie voor het realiseren van de Nederlandse broeikasgasemissiereductiedoelstellingen.

Het verdient aanbeveling om in de Milieuverkenning voortaan ook de Nederlandse koolstofvastlegging in biomassa, inclusief een indicatie van de onzekerheden daarin, te prognosticeren, op te nemen in de samenvattende tabellen van de Milieu Verkenning en in de geprognosticeerde emissietotalen te verwerken.

2.10 Aantal significante cijfers

In de aangeleverde documentatie worden de geprognosticeerde emissiegetallen op 0.1 Mton CO₂ nauwkeurig weergegeven. De onzekerheidsmarge in deze getallen is beslist groter. Dit zou tot uitdrukking horen te komen in het aantal significante cijfers dat gebruikt wordt.

Het verdient aanbeveling om de onnauwkeurigheid in de emissiecijfers in de Milieuverkenningen expliciet te maken, bij voorkeur door het aantal significante cijfers in de gerapporteerde prognoses in overeenstemming te brengen met de geschatte onzekerheidsmarge

in deze getallen. Verder zou men het aantal significante cijfers af kunnen laten nemen met het zichtjaar om recht te doen aan het feit dat de onzekerheid toeneemt naarmate het zichtjaar verder weg ligt.

2.11 Onzekerheidsanalyse

In het document "Onzekerheidsanalyse MV5 Emissie broeikasgassen" (versie 4-4-2000) wordt een onzekerheidsanalyse gepresenteerd van de geprognoseerde broeikasgasemissies voor het CG-scenario. In dit stuk lopen ons inziens twee dingen door elkaar: enerzijds analyse van het effect van bijstelling van het scenario op punten waar dit achterhaald is (waar "*in de afgelopen 3 a 4 jaar flinke afwijkingen zijn opgetreden in vergelijking met de voorziene ontwikkeling bij het opstellen van MV4*") en anderzijds analyse van de doorwerking in de emissiecijfers van enkele typische onzekerheden. Beide worden geschaard onder de noemer onzekerheidsanalyse. Het zou helderder zijn om deze twee zaken consequent uit elkaar te houden.

De gepresenteerde onzekerheidsanalyse lijkt weinig systematisch. De keuze van de onzekere factoren die in de analyse zijn betrokken komt over als arbitrair en lijkt een aantal indicatieve voorbeelden eruit te lichten waarvoor dan de gevoeligheid van de uitkomsten wordt getest. Dit genereert een bandbreedte in de prognoses waarvan de status onduidelijk is omdat de betreffende bandbreedte slechts een beperkte selectie van onzekere factoren als basis heeft.

Het zou beter zijn om ofwel de ambities van het document over onzekerheidsanalyses omlaag te schroeven en het te houden bij een gevoeligheidsanalyse voor een beperkt aantal indicatieve voorbeelden van onzekere factoren in de prognose, zonder dit als een bandbreedte te presenteren; ofwel een meer systematische en complete analyse te maken van de doorwerking van onzekere factoren in de prognose en deze als een bandbreedte weer te geven. Dit laatste zou kunnen door de superspreadsheet stochastisch te maken. Er is daartoe software verkrijgbaar waarmee op Excel spreadsheets een Monte Carlo onzekerheidsanalyse kan worden losgelaten (bijvoorbeeld het pakket Crystal Ball).

Gedurende de uitvoering van deze review heeft het RIVM ons mondeling medegedeeld dat zij -mede naar aanleiding van de gevoerde review-gesprekken - de gevoeligheidsanalyse voor de MV5-broeikasgasprognoses verder heeft uitgebreid. Hoewel we hiervan geen documentatie hebben gezien lijkt hiermee een deel van de bovengenoemde kritiekpunten te vervallen: de selectie van onzekere factoren lijkt nu completer en daardoor minder arbitrair. Ook zal in de MV5 een onzekerheidsmarge worden weergegeven in de prognoses. Ten opzichte van de MV4 is dit een belangrijks stap vooruit in het omgaan met onzekerheden die wij toejuichen en die consolidatie verdient.

3. Referenties

M. Beeldman, J. Oude Lohuis, J.A. Annema en R.A. van den Wijngaart. De Uitvoeringsnota Klimaatbeleid doorgelicht, Een analyse op basis van het Optiedocument, ECN & RIVM, September 1999

E.A. Casman, M. G. Morgan and H. Dowlatabadi, Mixed levels of uncertainty in complex policy models, *Risk Analysis*, vol. 19, no. 1, 1999, p. 33-42

D. Phylipsen, International Comparisons & National Commitments, analysing energy and technology differences in the climate debate. Academisch proefschrift, Sectie Natuurwetenschap en Samenleving, Universiteit Utrecht, April 2000.

W.C. Turkenburg en J.P. van der Sluijs, *Review RIVM-instrumentarium voor de CO₂-emissieinventarisatie ten behoeve van de Milieubalans*. Sectie Natuurwetenschap en Samenleving, Universiteit Utrecht, rapportnr. NW&S-99047, September 1999.