

## TNO-rapport

**TNO-060-DTM-2012-01993E**

# Audit LMS en NRM Conclusies en aanbevelingen

Datum	29 juni 2012
Auteur(s)	Lóri Tavasszy, Maaïke Snelder, Marco Duijnsveld (TNO); Rinus Haaïjer, Henk Meurs (μconsult); Rob van Nes (TU Delft), Erik Verroen, Cees van Schie (Twynstra Gudde); John Bates; Ben Jansen
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	13 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	
Projectnaam	
Projectnummer	034.23267

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbers is toegestaan.



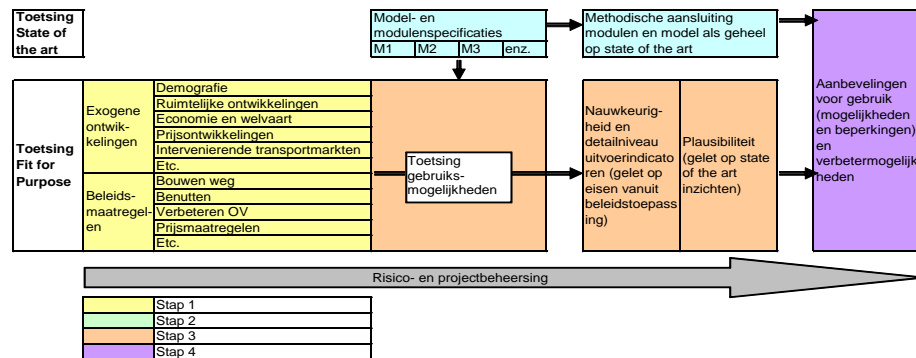
# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>7</b>
2.1	Algemene conclusies .....	7
2.2	Deelconclusies .....	8
2.3	Risico's en beheersmaatregelen .....	10
2.4	Aanbevelingen .....	11



# 1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van toets op 'fit for purpose' en 'state of the art' van het LMS en NRM voor de exogene ontwikkelingen en beleidsmaatregelen die in het toetsingskader zijn opgenomen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de conclusies ten aanzien van wetenschappelijke kwaliteit en de opgedane kennis over het modelsysteem (stap 2) en de conclusies uit de toets op 'fit for purpose' (stap 3). In Figuur 1.1 is weergegeven hoe de stap 'conclusies en aanbevelingen' (paarse blok) zich verhoudt tot de andere stappen uit de audit op het LMS en NRM.



Figuur 1.1: overzicht plan van aanpak gehele audit



## 2 Conclusies en aanbevelingen

### 2.1 Algemene conclusies

De centrale vraag in deze audit was of de modellen LMS en NRM voldoende gedetailleerde, plausibele en nauwkeurige antwoorden kunnen genereren voor het beantwoorden van een breed scala aan beleidsvragen van I&M.

Qua bereik van beleidsvragen is uitgegaan van de volgende soorten maatregelen: uitbreiding van infrastructuur, prijs- en benuttingsmaatregelen alsmede verbeteringen in het openbaar vervoer. Relevante exogene ontwikkelingen betreffen demografische en sociaal economische ontwikkelingen, prijsontwikkelingen en technologie van vervoermodaliteiten. Criteria voor nauwkeurigheid, plausibiliteit en detail van modeluitkomsten zijn vooral geformuleerd in gebruiksrichtlijnen en -kaders ten aanzien van de uitvoer van het NRM voor toepassingen ten behoeven van verkenningen en planstudies, en in veel mindere mate voor het LMS.

De hoofdconclusie van de audit is dat het LMS en het NRM over het algemeen voldoen aan het gebruiksdoel van het maken van lange termijn prognoses en analyses van effecten van beleidsmaatregelen.

Het bereik van de modellen is qua input en output voldoende breed en de berekeningen voldoen voor de meeste toepassingen aan de criteria uit het toetsingskader. Alleen is het LMS/NRM niet, of niet zonder meer, toepasbaar voor het bepalen van het effect van OV-maatregelen. De modellen gaan uit van wetenschappelijk geaccepteerde theorieën en halen of overstijgen het wetenschappelijke niveau andere grootschalige nationale modellen in Europa.

Tegelijk worden er vanuit het huidige beleid meer en complexere vragen gesteld op het toepassingsgebied van LMS en NRM dan waar de modellen zich oorspronkelijk op hebben gericht. Dit betekent dat de modellen voor sommige maatregelen niet in isolatie maar in combinatie met andere modellen moeten worden toegepast.

De beperkingen van de modellen zijn redelijk goed terug te vinden in de huidige documentatie en richtlijnen voor gebruik en worden ook ondervangen met aanvullende modellen. Belangrijke bevindingen van meer kritische aard zijn de volgende:

- Een aantal maatregelen kan niet doorgerekend worden. In de meeste gevallen gaat het hier om relatief nieuwe beleidsmaatregelen, die van oudsher buiten het terrein van LMS en NRM vallen.
- Het model blijkt relatief ongevoelig voor maatregelen in het OV. Hier is een nader onderzoek nodig ter duiding van de oorzaken, en mogelijk een herschatting van het model.
- Beide modellen zijn complex en hun werking is, ondanks de uitgebreide documentatie, niet op alle punten traceerbaar. Dit zorgt voor risico's voor het gebruik van de (uitkomsten van de) modellen, het onderhoud en de kwaliteitszorg.

De volgende paragrafen geven in meer details de conclusies weer (par 5.2), omschrijven de belangrijkste beleidsrisico's en te nemen beheersmaatregelen (par 5.3) en vatten tot slot de aanbevelingen samen van het onderzoek (5.4).

## 2.2 Deelconclusies

Tabel 2.1 vat de scores op 'fit for purpose' samen voor de exogene ontwikkelingen en maatregelen waarvan is geëist dat ze met het LMS/NRM kunnen worden doorgerekend. Hierbij is de volgende legenda gebruikt:

- Geschikt voor toepassing
- Geschikt voor globale toepassing maar voorzichtig interpreteren in detail
- Niet zondermeer toepasbaar, verificaties met andere informatie nodig
- Niet geschikt

### *Groene en lichtgroene scores*

In de tabel is te zien dat het LMS/NRM geschikt (al dan niet met voorzichtige interpretatie van de resultaten) is voor een groot deel van de exogene ontwikkelingen en beleidsmaatregelen (groen en lichtgroen). De lichtgroene scores zijn toegekend aan exogene ontwikkelingen en beleidsmaatregelen waarbij het effect op de weg belangrijk is op NRM-niveau. Voor deze maatregelen zijn enkele aandachtspunten met betrekking tot (de uitvoer van) QBLOK van belang:

- Lokaal (op wegvakniveau of trajectniveau) worden de reistijden en intensiteiten soms flink onderschat of overschat.
- Bij gelijkwaardig gelijkwaardige alternatieven kunnen zich routekeuzeproblemen voordoen waarbij grote verschuivingen optreden tussen routes.
- Reistijden op het onderliggend wegennetwerk: doordat essentiële mechanismen ontbreken is er een substantiële kans dat de reistijden op het onderliggend wegennetwerk niet nauwkeurig zijn. Dit betekent dat de effecten van maatregelen die leiden tot verschuivingen van verkeer van en naar het onderliggend wegennetwerk mogelijk verkeerd worden ingeschat. De mate waarin dit probleem optreedt, is niet vast te stellen omdat de reistijden op het onderliggend wegennetwerk niet zijn gevalideerd.
- Onvolledige convergentie na 50 iteraties (standaard aantal iteraties).

Als het NRM-protocol in acht wordt genomen kunnen de bovenstaande aandachtspunten worden ondervangen. Op LMS-niveau spelen de bovenstaande aandachtspunten ook, maar zijn ze minder kritisch omdat op LMS-niveau in minder detail naar de modelresultaten wordt gekeken.

### *Oranje en rode scores*

Maatregelen met betrekking tot het OV scoren oranje of rood. Zowel in het LMS als in het NRM vallen de elasticiteiten van het OV voor tijd- en prijsveranderingen lager uit dan verwacht op basis van bestaande literatuur. Het consortium heeft enig onderzoek kunnen doen naar plausibele redenen hiervoor en heeft de meest voor de hand liggende redenen uit kunnen sluiten. Hiermee is nog niet het bewijs geleverd dat de modellen niet goed zijn. Het risico op verkeerd onderbouwde beleidsuitspraken op OV gebied, en grote afwijkingen van aanpalende studies met andere modellen, acht het consortium echter reëel. Wat is het effect hiervan op de betrouwbaarheid van uitspraken voor het autoverkeer? In situaties waar de aandelen van OV klein zijn en er weinig uitwisselingsmogelijkheid is tussen vervoerwijzen, verwachten wij dat deze bescheiden zullen zijn. Op relaties met een hoog aandeel OV en gemakkelijke uitwisseling kan het effect op het autoverkeer echter substantieel zijn. In dit geval geven modellen mogelijk een te bescheiden



beeld van het probleemoplossend vermogen van OV-maatregelen voor congestie. Nader onderzoek wordt dringend aanbevolen.

Tabel 2.1: Samenvatting bevindingen vereiste exogene ontwikkelingen en maatregelen

				Totaal score
Exogene ontwikkeling	1a. Demografische ontwikkelingen	omvang en samenstelling bevolking naar leeftijdscategorieën	LMS/NRM	
		aantal huishoudens	LMS/NRM	
	1b. Ruimtelijke ontwikkelingen	ruimtelijke spreiding bevolking	LMS/NRM	
		omvang en ruimtelijke spreiding arbeidsplaatsen	LMS/NRM	
		omvang en ruimtelijke spreiding studenten HBO en WO	LMS/NRM	
	1c. Economie en welvaart	groot ontwikkelproject inwoners en/of arbeidsplaatsen	LMS/NRM	
		inkomen	LMS/NRM	
	1d. Prijs-ontwikkelingen	landelijk autobezit en autokosten per kilometer	LMS/NRM	
		parkeertarieven	LMS/NRM	
		treintarieven - op concurrerende relaties	LMS/NRM	
		treintarieven - op overige relaties	LMS/NRM	
		tarieven bus, tram en metrovervoer	LMS/NRM	
	1e. Intervenierende transportmarkten	goederenvervoer	LMS/NRM	
		landzijdige mobiliteit van luchtreizigers naar Schiphol	LMS/NRM	
		landzijdige mobiliteit van luchtreizigers naar andere luchthavens	LMS/NRM	
Internationaal personenautoverkeer		LMS/NRM		
Beleidsmaatregel	Generiek beleid bereikbaarheid	verkeersmanagement op strategisch niveau (capaciteitseffecten als invoer)	LMS	
		generieke verbeteringen in het OV (zoals nieuwe dienstregeling NS)	LMS	
		beprijzen (brandstofaccijns, tol)	LMS	
		compleet bouwprogramma van nieuwe infrastructuur	LMS	
	Investeringsprogramma's en projecten en planuitwerking	uitbreiding weginfrastructuur etmaal (extra rijstrook, nieuwe weg,	NRM	
		uitbreiding weginfrastructuur spits (spitsstrook, plusstrook)	NRM	
		instellen doelgroepstrook	NRM	
		effecten verbetering OV op gebruik wegen op concurrerende relaties	NRM	
	Benutten en beprijsen	effecten verbetering OV op gebruik wegen op overige relaties	NRM	
		verkeersmanagement op strategisch niveau (capaciteitseffecten als invoer)	NRM	
		beprijzen (brandstofaccijns, tol) (NRM) – zie boven beprijsen (generiek beleid bereikbaarheid)		
	tariefswijzigingen OV (NRM) – zie 1D OV-tarieven			

Tabel 2.2 beschrijft de beoordeling van de mogelijkheden om actuele wensen vanuit het beleid te analyseren met de modellen. Voor deze wensen hoeft niet noodzakelijkerwijs het LMS/NRM te worden ingezet. Bij deze audit is echter wel aangegeven in hoeverre het LMS/NRM ingezet kan worden voor de betreffende wens. Deze tabel laat zien dat het huidige LMS/NRM geschikt is voor het analyseren van effecten van veranderingen in de omvang en samenstelling van sociaal recreatief gedrag. Daarnaast is het model geschikt voor het doorrekenen van aanpassingen van maximumsnelheden. Voor de andere wensen is het huidige LMS/NRM niet zondermeer geschikt of helemaal niet geschikt. Hiervoor zullen dus gepaste andere oplossingen gezocht moeten worden.

Tabel 2.2: Samenvatting ontwikkelingen en maatregelen waarvan het wenselijk is dat deze (in de toekomst) gemodelleerd kunnen worden, met LMS /NRM of andere modellen.

				Totaal score
Exogene ontwikkeling	1a. Demografische ontwikkelingen	veranderingen sociaal recreatief verkeer en ouderen		
		gedragsveranderingen (ICT/attitude/..)		
	1c. Economie en welvaart	duurzaamheid: gebruik nieuwe brandstoffen en samenstelling wagenpark		
betrouwbaarheid en robuustheid: temporele incidenten en verstoringen				
Beleidsmaatregel	Generiek beleid	massa-evenementen		
		generieke verbeteringen in het regionaal openbaar vervoer		
	Investeringsprogramma's en projecten en	ketenmobiliteit en multimodale knooppunten		
		verbeteren fietsvoorzieningen bij OV knooppunten		
	Benutten en beprijsen	aanpassing maximum snelheden		
ontwikkeling ITS				
operationeel verkeersmanagement				
	vraagbeïnvloeding / mobiliteitsmanagement			

## 2.3 Risico's en beheersmaatregelen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de risico's die bij de toepassing van de modellen kunnen optreden als gevolg van de geconstateerde beperkingen in de gebruiksmogelijkheden. Tevens wordt aangegeven welke beheersmaatregelen kunnen worden genomen om deze risico's te beheersen dan wel weg te nemen. Bij de beschrijving van de risico's is naast de algemene risico's onderscheid gemaakt in drie onderdelen van het LMS en het NRM: vraagmodellering, matrixkalibratie en netwerktoedeling. Deze risico's zijn gekoppeld aan de beoordelingstabel die in stap 3 is opgesteld.

### 2.3.1 Algemeen: complexiteit modellen

#### *Risico's*

De complexiteit van de modellen LMS en NRM maakt het bewaken van de (data)consistentie moeilijk. Om de verklaringskracht te versterken zijn veel segmentaties aangebracht en is een groot aantal deelmodulen ontwikkeld met veel dynamische onderlinge terugkoppelingen. Door de complexiteit van het model en het gebrek aan standaard componenten is de werking van de modellen soms moeilijk te begrijpen (zelfs voor experts), is het onderhoud van de modellen complex en is het ook moeilijk om de consistentie van de berekeningen en de gebruikte gegevens te bewaken. Dit kan leiden tot communicatieproblemen bij de overdracht van modelresultaten naar beleidsmakers en experts.

#### *Beheersmaatregelen*

- Tussenuitvoer en controleberekeningen inbouwen (voor zover dit niet al gebeurd via de tussentabellen in het groeimodel en de logfiles bij de iteraties bij de toedeling)
- Beter toegankelijke documentatie van de werking van de modelonderdelen zodat de toetsbaarheid van de werking van het modelsysteem wordt verbeterd. Er is veel documentatie voor onderdelen beschikbaar, maar het overzicht op de samenhang ontbreekt. In een koepeldocument kan dit overzicht worden geboden en kan worden samengevat waar het model voor is bedoeld, hoe het op hoofdlijnen werkt en waar het wel en niet voor kan worden toegepast.
- Heldere en systematische communicatie over de werking van de modellen en het tot stand komen van de belangrijkste (tussen)uitkomsten ('storytelling').

### 2.3.2 Onderdeel vraagmodellering

#### *Risico*

De kosten- en tijdelasticiteiten van trein en BTM zijn lager dan de bestaande state of the art inzichten. Hierdoor wordt de OV vraag relatief ongevoelig voor kosten- en snelheidontwikkelingen en de hierop gerichte beleidsmaatregelen. Waar sprake is van samenhangende markten met de auto (substantiële substitutie, zoals op treincorridors naar de steden) wordt daarmee mogelijk ook het probleemoplossend vermogen voor de doorstroming onderschat.

#### *Beheersmaatregelen:*

- Het werken met bandbreedtes voor wat betreft de effecten van veranderingen in de kosten en de kwaliteit van het OV op het OV en bij samenhangende markten ook het autogebruik. Eventueel kan daarbij worden gewerkt met

correctiefactoren om de doorwerkingseffecten te versterken. Hiervoor dienen dan wel heldere richtlijnen te worden opgesteld.

- Het gebruik van aanvullende informatie of modellen om de effecten van OV verbeteringen op het gebruik van de weg beter inzichtelijk te maken.

### 2.3.3 *Onderdeel toedeling*

#### *Risico's:*

Ondanks de aandacht die wordt besteed aan kalibratie en validatie van de modellen, is geconstateerd dat er onzekerheden resteren bij de nauwkeurigheid van de toedelingen. Dit betreft met name de intensiteiten, de filelocaties en de reistijden op zwaarbelaste netwerkonderdelen op het HWN. Daar er geen informatie voorhanden is om de kwaliteit van de toedeling op het onderliggende wegennet te kunnen toetsen, is er ook onzekerheid over de uitwisseling tussen HWN en OVN. Dit probleem kan bij specifieke projecten leiden tot verschillen met andere modellen en onnodige onnauwkeurigheden. Omdat in de richtlijnen voor het gebruik van NRM voorzien is in een aparte toets op de intensiteiten in de basissituatie is al aan een belangrijke voorwaarde voldaan om dit risico te ondervangen.

#### *Beheersmaatregelen:*

- Toezien op het gebruik van aanvullende lokale informatie ter verificatie, zoals aangeven in NRM protocol en voor specifiek gebruik zoals bij ABvM ook verwerken in richtlijnen voor LMS.
- Waar nodig aanscherpen van richtlijnen voor het gebruik van NRM en LMS en het gebruik van aanvullende gegevens (zoals in NRM protocol c.q. het kwaliteitsplan verkeersgegevens planstudies).

### 2.3.4 *Onderdeel matrixkalibratie*

#### *Risico's:*

Vanwege de gevolgde procedures kunnen bij grote groeifactoren onnauwkeurigheden in het goederenvervoer worden 'uitvergroot'. Dit kan bijvoorbeeld optreden bij een grote groei van de bedrijvigheid op een bepaalde locatie. Hierdoor zijn uitkomsten bij dergelijke locaties minder nauwkeurig, wat de modellen minder betrouwbaar maakt bij grotere goederenvervoerprojecten. Daarnaast wordt grensoverschrijdend verkeer relatief onnauwkeurig gemodelleerd. Dit kan leiden tot verkeerde conclusies over veranderingen in netwerkintensiteiten in grensregio's.

#### *Beheersmaatregelen:*

Bij toepassing in de grensstreek en bij goederenvervoerprojecten is een toets op intensiteiten in de basissituatie en eventueel een gerichte matrixaanpassing benodigd.

## 2.4 **Aanbevelingen**

De aanbevelingen uit de audit vallen uiteen in drie categorieën: aanbevelingen voor het gebruik van de modellen, voor R&D en voor kwaliteitszorg.

#### 2.4.1 *Toepassing van de modellen*

In de audit is een duidelijk onderscheid gemaakt naar conventionele beleidsvragen (bv. uitbreiding van infrastructuur, economische scenario's) en nieuwe of bijzondere beleidsvragen (bv. evenementen) waarvoor de modellen gebruikt zouden kunnen worden.

Voor enkele van de conventionele maatregelen is een aantal aandachtspunten geconstateerd die buiten het reguliere rekenproces aandacht vragen in de vorm van aanvullend acties zoals toetsing van basissituatie of uitkomsten, aanvullende documentatie etcetera. Aanbevolen wordt deze acties in gang te zetten.

De modellen LMS en NRM zijn beperkt geschikt voor de zgn. 'nieuwe' beleidsvragen. De modellen kunnen niet rechtstreeks worden toegepast voor de meeste geïdentificeerde 'nieuwe' vragen zonder aanpassingen in de modellen, of alleen in combinatie met andere modellen. Aanbevolen wordt voor deze vragen duidelijke handreikingen op te stellen hoe berekeningen, buiten of i.c.m. LMS en NRM, kunnen plaatsvinden.

De functionele en technische documentatie van de modellen is zeer uitgebreid maar daardoor niet geheel overzichtelijk. Aanbevolen wordt enige koepeldocumenten te produceren die de beschikbare onderliggende onderzoeksnotities en rapporten ordenen. Dit komt ook ten goede aan de auditeerbaarheid van het model.

Betere verantwoording van het proces dat wordt doorlopen bij complexe berekeningen met de modellen. Het betreft schattingen van modelparameters, aanpassingen bij matrixkalibratie en de algoritmen voor de netwerktoedeling.

#### 2.4.2 *Onderzoek en ontwikkeling*

Tijdens de audit zijn enkele vragen gerezen over de werking en de validiteit van het model. Om deze vragen te beantwoorden is enig onderzoek nodig. Hiervoor wordt het volgende aanbevolen:

- Een specificatieonderzoek van de uitgevoerde schattingen en een eventuele herschatting van de (OV) parameters om nader te toetsen hoe de elasticiteiten zich hebben ontwikkeld en welke verbetermogelijkheden er zijn om tot een betere fit te komen tussen de OV gevoeligheden van het model en de inzichten uit de literatuur. Dit kan ook leiden tot een analyse die een onderbouwing geeft van de verschillen tussen de nu resulterende elasticiteiten en de in de literatuur gevonden waarden uit het verleden, waarmee aannemelijker wordt gemaakt dat de waarden plausibel zijn.
- Nieuw empirisch onderzoek naar Nederlandse OV-elasticiteiten.
- Een nadere empirische validatie van de toedeling op het OWN, zodat meer inzicht ontstaat in de wisselwerking tussen HWN en OWN, en in welke situaties aanvullende berekeningen c.q. aanvullende bronnen voor de toedeling nodig zijn.
- Een nadere analyse van convergentieproblemen en het aanscherpen van de eisen aan de nauwkeurigheid en de stabiliteit bij de iteraties.
- Nadere analyse van het grensoverschrijdend verkeer en de verschillen die kunnen optreden bij het gebruik van MON en kentekenenquêtes.

De modellen zijn beperkt geschikt voor het evalueren van een aantal zgn. "nieuwe" beleidsmaatregelen. Nagegaan dient te worden wat de mogelijkheden zijn voor het

vergroten van de uitwisselbaarheid met andere toedelingsmodellen (zowel gericht op aanvullende berekeningen als voor feedback van de resultaten van aanvullende modellen in het rekenproces van het LMS of NRM). Daarnaast kunnen ten aanzien van nieuwe beleidsvragen de mogelijkheden voor externe strategische Quick Scan modellen worden verkend, waarmee deze nieuwe vragen kunnen worden bestudeerd. Hierbij is consistentie met het LMS/NRM uiteraard wel van belang.

Ook verdient het aanbeveling om nader te kijken naar de mogelijkheden om in aansluiting op de audit ook een validatie uit te voeren van de prognoses met de modellen, zodat meer zicht komt op de 'voorspellingskracht' van het LMS en het NRM.

#### 2.4.3 *Kwaliteitszorg*

In de audit is gebleken dat in een aantal gevallen scherpe criteria en normen ontbreken voor de nauwkeurigheid van de modelvariabelen en de plausibiliteit van modeluitkomsten. De plausibiliteit van uitkomsten is nu voornamelijk beoordeeld op basis van de kwaliteit van de rekenprincipes van de deelmodules en de overeenkomst van modelgevoeligheden (elasticiteiten) met de in de literatuur gerapporteerde waarden. Wij bevelen aan om het toetsingskader dat in het kader van deze audit is opgesteld verder uit te werken zodat het structuur (en dus niet alleen voor deze audit) kan worden gebruikt in het kader van de kwaliteitszorg van de modellen.

Hoewel er een uitgebreide (functionele en technische) gebruiksdokumentatie voorhanden is, verdient het aanbeveling om ook de documentatie van het aan het model ten grondslag liggende onderzoek te bundelen en te ordenen. Uiteindelijk zou deze documentatie toegevoegd moeten worden aan de gebruiksdokumentatie teneinde een integrale verantwoording over de kwaliteit van het model mogelijk te maken. Hieraan verbonden willen wij aanbevelen om kwaliteitsbewaking meer dan voorheen een integraal en permanent onderdeel van het uitvoerings- en ontwikkelprogramma van het LMS en het NRM te maken.