

4. Modelonzekerheid

De onzekerheid van het model hangt van de volgende factoren af:

- de component (stof, NO₂, SO₂)
- de middelingstijd: uurgemiddelden, jaargemiddelden.
- de bronhoogte
- de afstand tot de bron
- de meteorologische omstandigheden (zomers/winter; dag/nacht; instabiel/neutral/stabiel)

Het model is afhankelijk van de nauwkeurigheid van de invoerparameters. Als de emissie niet goed bekend is, of de meteorologie, dan worden ook de resultaten onbetrouwbaarder.

Maar indien de emissie wel goed bekend is en de meteo is over een langere tijd (minstens 1 jaar, liefst 3 jaar) beschikbaar, dan is de volgende Tabel 6 van toepassing.

De onzekerheid wordt uitgedrukt in de waarden van de variatie coëfficiënt, dit is de verhouding tussen standaarddeviatie en gemiddelde waarde. De grootte orde is daarbij van belang; precieze waarden zijn niet te geven, daar vele factoren tegelijk de onzekerheid bepalen, zoals uit het volgende kan worden afgeleid (afstand tot de bron, bronhoogte, tijdstip van de dag en tijd van het seizoen).

Tabel 6 Onnauwkeurigheden van het referentiemodel.

Variatiecoëfficiënt (σ/μ)	Bewolkt weer (met wind)		Zonnig weer (uitgezonderd veel wind)	
	lage bron	hoge bron	lage bron	hoge bron
Uurgemiddelden	20%	oplopend 20-50%	25-50%	30-100%
Jaargemiddelden (alle weertypen)	10%	oplopend 10-25%		

Uit het bovenstaande, aangevuld met gegevens uit literatuur en uit gevoeligheidsanalyses met behulp van rekenmodellen kan een ruwe indicatie worden gegeven van de onzekerheden die door de verschillende oorzaken worden geïntroduceerd.

Deze uitspraken zijn gedaan op basis van onzekerheidsanalyses en validaties aan datasets voor hoge en lage bronnen.

Onzekerheidsanalyse met UNCSAM

Over het hele model STACKS-v2.3 is een uitvoerige onzekerheids- en gevoeligheidsanalyse uitgevoerd in 1992-1994 met gebruikmaking van het RIVM pakket "UNCSAM" (zie Janssen et al, 1991, 1994).

Daarbij is vooral gelet op de invloed van de vele modelparameters, naast de invoerparameters.

Zelden zal de nauwkeurigheid van de meteorologische invoerparameters een beperkende rol spelen (indien de tijdreeks lang genoeg is). We denken hierbij aan windsnelheid, windrichting, temperatuur en globale straling. Alleen de bewolgingsgraad (deze wordt alleen voor de nachtelijke grenslaag gebruikt) zou een punt van discussie kunnen zijn voor nauwgezette modellers (KEMA, 1994).

De modelparameters betreffen:

- albedo
- bodemvochtigheid
- de terreinruwheid
- parameters in de gebruikte menghoogteberekening
- parameters in de schattingsmethode voor turbulentie (waaronder de toenemende onzekerheid van de sw/sv schatting bij toenemende hoogte met surface waarnemingen en de vertaling van euleriaanse naar lagrangiaanse tijdschaal)
- penetratiefractie in de temperatuurinversie
- weerstands coëfficiënten tegen depositie (r_1, r_2, r_3 , seizoensafhankelijkheid)
- de gekozen referentiehoogte
- uitwas coëfficiënten voor natte depositie
- soortelijke massa van stofdeeltjes

Voor alle parameters zijn reële schattingen gemaakt van de onzekerheid die bestaat bij de normale toepassing van het model. Zo is voor de waarde van de ruwheid bijvoorbeeld een nominale waarde van 0,20 gebruikt met een bandbreedte van + of - 0,10 als een uniforme verdeling (0,10-0,30). In praktijk zal men dergelijke schattingsfouten ook inderdaad maken. Voor de coëfficiënt van de vergelijking voor de bepaling van menghoogte (nominaal 0,07) is een standaarddeviatie van 0,015 (ca 20%) aangenomen.

De onzekerheid in de uiteindelijk berekende jaargemiddelde concentraties ten gevolge van al deze modelonzekerheden is 3-5% voor een lage bron (30 m); 10-20% voor een 60 m warme bron (10 MW); 22-26% voor een hoge bron (150 m).

Gevoeligheidsanalyse aan STACKS-v3.1 (referentiemodel)

Een aanvullende (minder solide) gevoeligheidsanalyse is recent gedaan op aanvraag van het Belgische VITO in het kader van de 4e workshop over harmonisatie van practical short-range dispersiemodellen.

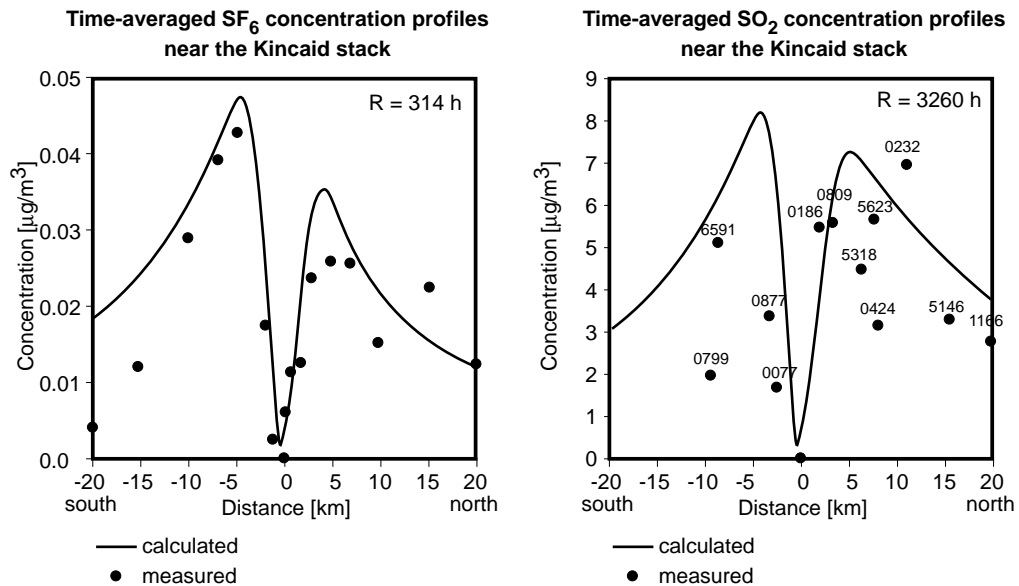
Uit deze analyse blijkt:

- de geringe gevoeligheid van het referentiemodel (<10%) voor bodemvochtigheid, een geringe gevoeligheid van de "load" van een centrale (toenemende uitworp in samenhang met toenemende warmte-output)
- een matige gevoeligheid (20%) voor grote ruwheidsverschillen, voor van-jaar-tot-jaar variatie in de meteorologie en voor de uitworp temperatuur van de afgassen.

Validaties

De validaties, uitgevoerd aan het model STACKS-v2.3 en zoals gepubliceerd in onderstaande referenties.

De belangrijkste validatie betreft de vergelijking met een grote dataset uit de USA rond een grote elektriciteitscentrale van Kincaid. Maar ook de datasets van SF₆ metingen uit Kopenhagen en de Prairiegrass metingen zijn uitvoerig gebruikt om het model te toetsen.



Figuur 10 Vergelijking van berekende en gemeten concentraties voor de US-Kincaid centrale (187 m hoog). Links SF₆ data; rechts SO₂ data.

Tenslotte is ook een recente DSM dataset (vinylchloride) uit 1994 gebruikt om de bruikbaarheid voor lage bronnen nogmaals te testen. Deze laatste dataset gaf aan dat niet alleen het jaargemiddelde, maar ook de berekende percentielen (van uurgemiddelde concentraties) behoorlijk nauwkeurig berekend worden met het referentiemodel. De resultaten voor deze laatste validatie is nog niet eerder gepubliceerd en worden daarom hier gegeven.

Aanvullende validatie van het Referentiemodel STACKS-v3.1

Voor twee locaties zijn modelberekeningen met metingen vergeleken: DSM (Geleen, vinylchloride, 1995) en de centrale Herculio (bij Zwolle, periode 1979-1982) aan SO₂ metingen op het LML meetpunt Dalfsen. Dit gaat voor de metingen bij DSM gemakkelijker daar er geen achtergrond aanwezig is: alleen de bronconcentraties beïnvloeden de metingen op het receptorpunt. De situatie bij Dalfsen is voorts zo, dat de bijdrage van de centrale reeds in de metingen aanwezig is. In 1980 en 1981 is de centralebijdrage duidelijk zichtbaar; in deze jaren kan tevens aangenomen worden dat de emissies van de centrale (die als jaarsommen gegeven zijn) over het gehele jaar plaatsvonden.

De concentratiepieken in de concentratie-windrichtingsplots waarvan we aannemen, dat deze de centralebijdragen weerspiegelen, kunnen geïntegreerd worden tot een jaarbijdrage aan de waargenomen SO₂ concentratie. Deze bijdrage aan het jaargemiddelde kan ook met het referentiemodel STACKS-v3.1 berekend worden. De resultaten staan in Tabel 7.

Tabel 7 *Vergelijk van berekende en uit metingen afgeleide centrale bijdragen aan de jaargemiddelde SO₂ concentratie in de jaren 1980 en 1981 op het meetpunt Dalfsen.*

Jaar	Jaargemiddelde berekend	Jaargemiddelde uit metingen
1980	1,2	1,6
1981	0,8	0,7

Voor de vinylchloridemetingen bij DSM kunnen zowel het jaargemiddelde als de percentielen vergeleken worden voor de berekeningen en de metingen. Er is slechts één meetpunt beschikbaar op ongeveer 1300 m afstand van de 3 bronnen. De bronemissie kan als constant verondersteld worden; de meteorologie van de DSM-site zelf is gebruikt (afgeleid van drie 18 m hoge meetmasten) met een terreinruwheid van 0,3 m. De resultaten staan in Tabel 8.

Tabel 8 *Gemeten en berekende MVC concentraties voor het jaar 1994.*

	gemeten	berekend
Jaargemiddelde	1,4	1,3
90-p	5	4
95-p	7	8
98-p	16	14
99-p	22	18
99,5-p	29	25
99,7-p	37	33
99,9-p	66	53
99,97-p	83	73
max.	118	80