

Gebouwinvloed in het OPS model

1 Inleiding

In de versie 4.6.2.5 van het OPS model kan de invloed van gebouwen worden meegenomen in de berekeningen van de concentratie en depositie. De gebouwinvloed wordt in rekening gebracht op basis van correctiefactoren die offline bepaald zijn op basis van berekeningen met ISL3a. ISL3a is een implementatie van het Nieuw Nationaal Model waarin een gebouwmodule is opgenomen.

De methode om de gebouwinvloed in rekening te brengen in het OPS model is in detail beschreven in Sauter et al. (2020). Deze notitie is een beschrijving op hoofdlijnen: de wijze van bepaling van de gebouwinvloed, het toepassingsbereik, de uitgangspunten en een overzicht van de diverse gevoeligheidsanalyses.

2 Methode

Het gebouweffect wordt bepaald door een berekening met ISL3a met gebouwinvloed en zonder gebouwinvloed. De verhouding van de berekende concentraties geeft een correctiefactor 'gebouwfactor' waarmee de door OPS berekende concentratie en depositie voor het gebouweffect wordt gecorrigeerd. In formules:

$$F = C_{ISL3a, \text{ met gebouw}} / C_{ISL3a, \text{ zonder gebouw}}$$

$$C_{OPS, \text{ met gebouw}} = F \cdot C_{OPS, \text{ zonder gebouw}}$$

$$D_{OPS, \text{ met gebouw}} = F \cdot D_{OPS, \text{ zonder gebouw}}$$

met :

$C_{model, type}$: de concentratiebijdrage, berekend met $model = OPS$, ISL3A en $type =$ zonder, met gebouw

$D_{model, type}$: de depositiebijdrage, berekend met $model = OPS$, ISL3A en $type =$ zonder, met gebouw.

3 Bepaling van de gebouwfactoren

In ISL3a zijn PM_{10} **concentraties** voor de meteorologie 1995 -2004 in het midden van het land doorgerekend. Bij de berekeningen zijn de in Tabel 1 getoonde parameters gevarieerd:

Tabel 1. Parameters en invoerwaarden voor ISL3A-runs gebruikt om het gebouweffect te berekenen.

parameter	eenheid	klasse									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
emissiehoogte h_{emis}	m	0	4	6	8	10	12	14	16	18	20
uittreedsnelheid V_s	m/s	0.4	1.5	4.4	8.4						
binnendiameter D_s	m	0.5	1.5	2.5	5						
gebouwhoogte H	m	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
gebouwlengte L	m	30	75	100							
verhouding breedte/lengte B/L	-	0.25	0.5	1							

gebouw-oriëntatie O	graden (x-axis)	0	45	90	135						
bron-receptor hoek	graden (x-axis)	0	45	90	135	180	225	270	315		
bron-receptor afstand	m	70	90	130	210	370	690	1330	3000		

Voor tussenliggende parameterwaarden wordt de tabel lineair geïnterpoleerd (FORTRAN routine SILUPM, MATH77 bibliotheek van www.netlib.org).

4 Toepassingsbereik

In Tabel 2 staan de onder- en bovengrenzen gedefinieerd van de parameters. Hieronder wordt ook gedefinieerd wat te doen bij parameters buiten de tabel.

Tabel 2. Emissie- en bouwparameters en grenswaarden voor OPS, in aanwezigheid van een gebouw. Ontbrekende waarden worden gegeven door de waarde in te stellen op -999.0 in het emissiebestand. Omdat ISL3A-runs zijn uitgevoerd voor stallen met warmte-inhoud $Q_w = 0$ MW, moet T_s worden een waarde -999 krijgen.

parameter	eenheid	ondergrens	bovengrens	ontbrekende waarde toegestaan	actie voor ontbrekende waarde
emissiehoogte h_{emis}	m	0	20	nee	
warmte-inhoud Q_w	MW	0	0	nee	
uittreedsnelheid V_s	m/s	0	8.4	ja	geen impulsstijging
binnendiameter D_s	m	0.01	5	ja	
gastemperatuur T_s	C	-999	-999	ja	gebruik $Q_w = 0$
gebouwhoogte H	m	0	20	ja	gebouwfactor = 1
gebouwlengte L	m	10	105	ja	
verhouding breedte/lengte B/L	-	0.15	1	ja	
gebouw-oriëntatie O	degrees (x-axis)	0	180	ja	

- Als een parameterwaarde buiten de limieten van Tabel 2 valt, geeft OPS een waarschuwing in het logbestand en gaat verder met een waarde aan de rand van de tabel (= ondergrens als waarde < ondergrens, bovengrens als waarde > bovengrens).
- **Binnen 70 m van (het midden van) het gebouw is de correctiefactor constant en gelijk gesteld aan de correctiefactor op 70m.** De reden hiervoor is dat de hier gevolgde benadering om de ratio van concentraties met en zonder gebouw te nemen, de berekening heel onzeker maakt. Dichtbij het gebouw is de pluim nog in de lijwervel, waarvoor de gebouwmodule beperkt geschikt is. In de situatie zonder gebouw is de pluim in de meeste situaties nog grotendeels boven de grond, wat de berekening nog eens extra onzeker maakt.
- Voor bron-receptorafstanden > grootste afstand in de tabel, wordt de gebouwfactor op 1 gezet (zonder waarschuwing).
- In de huidige versie van OPS is de maximale afstand waarbinnen gecorrigeerd wordt voor gebouwinvloed op 3000 m gezet. Dit betreft een pragmatische keuze, op verzoek van de gebruikersgroep. Tegelijkertijd is vastgesteld dat ISL3a de gebouwinvloed nog verder uitstrekt dan 3000 m. De gebouwfactor op 3000 meter is regelmatig nog groter dan 1,2. Het op dit moment echter niet duidelijk hoe realistisch deze effecten op grote afstand zijn. Hoever het

gebouweffect zich van de bron uitstrekt, zal daarom nog nader onderzocht worden. Zie ook Sauter et al. (2020).

5 Vaste parameterwaarden

Bij de benadering van het gebouweffect door middel van een tabel met gebouweffecten is uitgegaan van vaste waarden voor de volgende invoerparameters van ISL3a:

1. Warmte-inhoud = 0 MW.
2. De bron bevindt zich in het midden van Nederland (nabij Barneveld, $(x, y) = (166818, 460698)$ m RDM).
3. Het emissiepunt bevindt zich in het midden van het gebouw.
4. De ruwheidslengte is 0,1 m, overeenkomend met de ruwheid die behoort bij het grootste deel van de stallen die in kader van het NSL worden doorgerekend.
5. Receptorhoogte is 1,5 m. (de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit volgend).
De hoogte waarop OPS de concentraties berekent is 4 m (meethoogte LML-netwerk); de gebouwfactor van ISL3A op 1,5 m wordt dus toegepast op een concentratie op 4 m in OPS.
Omdat we geen toegang hebben tot de broncode van ISL3A, kunnen we de receptorhoogte in ISL3A niet wijzigen.

De gevoeligheid van parameters bronlocatie (2), emissiepunt op het gebouw (3) en de ruwheidslengte (4) is onderzocht onder "Gevoeligheidsanalyse"; voor meer detail zie Sauter et al. (2020).

6 Ontbrekende parameterwaarden

Dit behelst configuraties die door ISL3a niet worden berekend, maar wel onderdeel zijn van de tabel.

- ISL3a geeft een foutmelding bij een berekening zonder gebouw met $(h_{emis}, D_s) = (4, 5)$ (emissiehoogte $h_{emis} = 4$ m, diameter $D_s = 5$ m). De tabelinterpolatie vereist echter wel dat alle regels van de tabel valide waarden hebben. Voor deze configuraties is gekozen om het gebouweffect gelijk te stellen aan het gebouweffect behorend bij $(h_{emis}, D_s) = (6, 5)$; deze situatie is in ISL3A wel toegestaan. Vervolgens is binnen deze subset het gebouweffect van een gebouw van 4 meter hoog gelijk gesteld aan het effect van een gebouw van 6 meter hoog. In het kort: $f_b(4, 5, H) = f_b(6, 5, \max(6, H))$, met $f_b(h_{emis}, D_s, H)$ gebouwfactor.
- In sommige gevallen kan het voorkomen dat de receptor waarop wordt gerekend binnen de omhullende van het gebouw ligt. In dat geval wordt, bij gelijke hoek tussen bron-receptorvector en de x-as, het gebouweffect van de volgende beschikbare grotere afstand overgenomen.

7 Gevoeligheidsanalyse

7.1 Bronlocatie

Om de gevoeligheid van de gebouwfactor te testen voor de locatie waar de bron en het gebouw zich bevinden, zijn er ISL3A-runs uitgevoerd voor drie verschillende locaties in Nederland (midden-, west-, oost-NL). Verschillen in gebouwfactor door verschillende locaties (verschillende meteo) worden

groter bij grotere en hogere gebouwen / hogere emissies en zijn wel aanwezig op 70 m van de bron, maar beperkt (~ 30%). Op grotere afstanden zijn de verschillen erg klein.

7.2 Locatie van het emissiepunt op het gebouw

Om de gevoeligheid van de locatie van het emissiepunt op het gebouw te testen, zijn afzonderlijke ISL3A-runs uitgevoerd, waarbij het gebouw is verschoven zodat we vier situaties hebben met het emissiepunt aan een zijkant van het gebouw. Voor de meeste afstanden bevinden de resultaten met de verschillende emissielocaties zich binnen 25% van de situatie met de emissie in het midden van het gebouw. Daarnaast hebben we deze benadering (d.w.z. emissie in het midden van het gebouw) vergeleken met de benadering 'geen bouweffect'. Voor de meeste hier geteste situaties geeft de eerste benadering een kleinere fout.

7.3 Ruwheidslengte

De ruwheidslengte die gebruikt is om de tabelwaarden met ISL3A te genereren was 0,1 m. Om het effect van verschillende ruwheidslengtes te testen, zijn nieuwe ISL3A-runs gedaan voor een 'standaardstal' en voor verschillende ruwheidslengtes. Op kleine afstanden kan de ruwheidslengte een relatief groot effect hebben op de gebouwfactor, voor grotere afstanden is het effect van de ruwheidslengte klein. Zie ook Sauter et al. (2020).

8 Aanbevelingen

De tabel die in deze studie is afgeleid heeft maar een beperkt toepassingsbereik. Een aantal parameters worden ook niet in de tabel meegenomen en er wordt een extra fout geïntroduceerd door de interpolatie. Dit is deels op te lossen door de tabel uit te breiden en/of te verfijnen, maar het zou beter zijn om onderzoek te doen naar het inbouwen van een gebouwmodule in OPS.

Berekening worden in AERIUS gedaan op basis van één receptorpunt in een hexagoon van ~100 m. Alleen in het geval dat de emissiepunt in de hexagoon ligt, worden sub-receptoren gegenereerd en wordt het gemiddelde van de concentraties op alle sub-receptoren als concentratie van het hexagoon genomen. Bij het genereren van de sub-receptoren wordt geen rekening gehouden met de ligging van het gebouw; daardoor kunnen er receptoren in het gebouw komen te liggen en deze krijgen de gebouwfactor van een receptorpunt op de minimale afstand (70 m). Aanbevolen wordt om het genereren van de sub-receptoren af te stemmen op de ligging van het gebouw.

9 Referenties

Ferd Sauter, Sjoerd van Ratingen, Peter Zandveld, Suzanne Visser (2020). Simulating the effect of a building in OPS.