

### 3 Resuspensie

#### 3.1.1 *Scheepvaart*

Op basis van de vaardieptes in de scheepvaartroutes van Nederland blijkt dat in vrijwel alle kanalen en ook de ondiepe meren de diepte ontoereikend is om in geval van een passerend schip geen opwerveling te hebben. Daarbij maakt het niet uit of er naar schroefstralen of naar retourstromingen wordt gekeken. Bij lage vaarsnelheden is de retourstroom wel gering, maar de schroefstraal zorgt juist bij lage vaarsnelheden voor veel opwerveling. Bij hoge vaarsnelheden valt de opwerveling door schroefstralen mee, maar nu zal de retourstroming weer de overhand krijgen. In de spreadsheet is alleen resuspensie ten gevolge van de schroefstraal uitgewerkt. Indien het gaat om relatief smalle kanalen voor beroepsvaart (bijvoorbeeld Noordhollands Kanaal) zou retourstroming een significante bijdrage aan de resuspensie kunnen leveren. Meer informatie is te vinden in Eelkema et al. (2006).

Indien het wel of niet optreden van resuspensie niet met de vuistregels uit de HBW kan worden vastgesteld of indien de resuspensie gekwantificeerd moet worden kan tabblad 3 (resuspensie) worden gebruikt. Vul in dat geval de waterdiepte, de kritieke schuifspanning aan de bodem (algemene gegevens) in en vul voor elk scheepstype het aantal schepen per etmaal en de gemiddelde snelheid op die locatie in.

SEDIAS berekent dan de gemiddelde zwevendstofconcentratie ten gevolge van scheepvaart in het direct beïnvloede gebied.

De invloed van de zwevendstofconcentratie in het gebied waar schepen varen kan gedeeld worden door de oppervlakte van het gehele gebied om de invloed van scheepvaart op het hele water(lichaam) te beoordelen. Hiervoor moeten de lengte van de vaarweg (L-vaarweg) worden ingevoerd en de oppervlakte van het hele gebied dat in beschouwing wordt genomen (Opp). De waterbeheerder moet zelf bepalen of hij uitgaat van het direct beïnvloede gebied of dat hij het effect van scheepvaart uitspreid over het hele waterlichaam.

Tabblad 3.Resuspensie geeft voor scheepvaart alleen de zwevendstofconcentratie, maar het effect daarvan op de totaalwaternorm wordt pas duidelijk als de zwevendstofconcentratie wordt vermenigvuldigd met de kwaliteit van het zwevend stof. Dit wordt berekend in tabblad 4 Bijdrage stationaire conc.

#### 3.1.2 *Wind*

Wind is verantwoordelijk voor incidentele pieken. Deze pieken zullen het jaargemiddelde nauwelijks beïnvloeden, maar kunnen incidenteel zeer hoge concentraties veroorzaken. In de handreiking worden de volgende stappen doorlopen met de formule:

Bijdrage verontreiniging gebonden aan zwevendstof aan totale concentratie in water =  $C_{\text{zwev.stof}} \cdot \frac{ZS}{1000}$

Met:

$C_{\text{zwev.stof}}$  = concentratie van de verontreiniging in water gebonden aan zwevend stof mg/kg)

ZS = concentratie zwevend stof (mg/l)

cwater,opgelost = opgeloste concentratie van een verontreinigende stof in water (ug/l)

#### **Kunnen windgolven opwerveling veroorzaken?**

1. Ga in tabblad 3 resuspensie naar cel F71 (Bepaling kritieke orbitaalsnelheid door de invoer te optimaliseren). De relatie tussen de kritische orbitaalsnelheid (cel F71) en de kritische bodemschuifspanning (cel F75) is ingewikkeld, maar voor relatief vlakke waterbodems kan deze het makkelijkst berekend worden door de orbitaalsnelheid met 'trial and error' te optimaliseren totdat er de juiste kritieke bodemschuifspanning wordt berekend. Standaard staat de kritieke orbitaalsnelheid op 0,224, omdat dat een kritieke bodemschuifspanning oplevert van 0,3 (ongecompakteerde bodem). De geoptimaliseerde kritieke orbitaalsnelheid

wordt automatisch gekopieerd naar tabblad Ad3 berekening opwerv wind (cel D9), te openen via de knop Opwerveling door wind.

2. Ga naar tabblad Ad3 berekening opwerv wind: Vul in rij 14 van de tabel 'kritiek snelheid' de strijklengtes in (mits > 1 km) en vul in rij 15 van die tabel de windsnelheid in waarbij de kritieke orbitaalsnelheid aan de bodem (cel D9) wordt overschreden. De (kritieke) windsnelheden zijn te vinden in de 'Opzoektabel orbitaalsnelheden aan de bodem tgv windgolven'. De tabel geeft afhankelijk voor de locatie relevante strijklengte en waterdiepte de orbitaalsnelheid aan de bodem bij een paalde windsnelheid (6 t/m 20 m/s). Als het getal in de tabel hoger is dan de kritieke orbitaalsnelheid (cel D9), kan in de bovenste regel worden afgelezen wat de bijbehorende windsnelheid is. M.b.v. een pulldown-menu kan een relevant deel van de tabel worden getoond.
3. Komt overschrijding van deze windsnelheden (voor de betreffende windrichting) voor? Zo ja, noteer per windrichting het aantal uren in rij 16. Dit kan worden opgezocht in de windfrequentietabel. Download de windfrequentietabel van de dichtstbijzijnde locatie of gebruik locatie De Bilt (zie tabel vanaf rij 77).

#### **Wat is de zwevendstofconcentratie die nodig is voor overschrijding van de MAC?**

1. Ga naar tabblad 1.Partitie knop 'aandeel opgelost'. Daar is op basis van de poriewaterconcentratie en de concentratie in sediment een totale concentratie te berekenen op basis van zwevend stof afkomstig uit sediment en volledig in evenwicht met het oppervlaktewater<sup>1</sup>.
2. Varieer voor de probleemstoffen (voor elke stof opnieuw) de concentratie zwevend stof (cel E8) zodanig dat de MAC voor die stof wordt overschreden. De resulterende totale concentratie in water bij een bepaalde zwevendstofconcentratie is vermeld in kolom G.
3. Indien de kritische zwevendstofconcentratie voor meerdere stoffen is bepaald, wordt de laagste waarde gekozen.

De vraag in de Handreiking of deze (laagste) zwevendstofconcentratie reëel is, moet worden beantwoord op basis van *expert judgement* of metingen en wordt niet beantwoord met SEDIAS

#### **Bereken het aantal uren per jaar dat de kritieke orbitaalsnelheid wordt overschreden.**

Indien de kritieke orbitaalsnelheid wordt overschreden, kan met eenvoudige formules berekend worden hoeveel zwevendstof er opwervelt, maar deze berekening geeft al snel hoge zwevendstofconcentraties. Als 0,22 m/s de kritieke orbitaalsnelheid is, wordt bij 0,23 m/s al een zwevendstofconcentratie van 400 mg/l berekend.

Indien de vraag in de HBW of de kritieke zwevendstofconcentratie realistisch is met 'ja' wordt beantwoord, wordt aangenomen dat overschrijding van de kritieke orbitaalsnelheid automatisch ook een overschrijding van de norm geeft. Het eindoordeel wordt dus gegeven in het aantal uren dat de norm wordt overschreden. Dit is reeds bepaald in SEDIAS tabblad Ad3 berekening opwerv wind (cel E16).

#### **3.1.3 Bioturbatie voor vis**

Voor in wateren met weinig scheepvaart kan vis een belangrijke bijdrage leveren aan de zwevendstofconcentratie. SEDIAS maakt gebruik van een eenvoudige formule, waarbij het (geschatte) aantal kg benthivore vis moet worden ingevuld.

---

<sup>1</sup> Indien de poriewaterconcentratie of de totale concentratie wordt overschreven door meetwaarden in oppervlaktewater kan ook een niet-evenwichtssituatie worden berekend.