

Modelberekeningen

1 Geohydrologische berekeningen

1.1 Inleiding

Ter onderbouwing van de beheersmaatregel zijn geohydrologische berekeningen uitgevoerd, waarmee de grondwaterstroming door het scherm kan worden beschouwd. Om de grondwaterstroming in beeld te brengen is de situatie tweedimensionaal in een dwarsdoorsnede beschouwd. Hiervoor is gebruik gemaakt van het tweedimensionale geohydrologische rekenprogramma SEEP/W (GEO-SLOPE International Ltd., 2001).

1.2 Uitgangspunten

De situatie is als volgt geschematiseerd:

- De dwarsdoorsnede is genomen loodrecht op het beoogde scherm in noordwest – zuidoostelijke richting.
- De lengte van de dwarsdoorsnede bedraagt 350 m.
- De diepte van de dwarsdoorsnede bedraagt 54 m. De onderzijde van het model is de onderkant van het eerste watervoerend pakket.
- De celgrootte varieert van 2 x 4 m tot 0,5 x 0,5 m.

Ten aanzien van de bodemopbouw is de volgende schematisatie gehanteerd:

- De ondiepe bodemopbouw is geschematiseerd zoals hiervoor beschreven.
- De siltige klei laag op een diepte van 5,5 tot 6,5 m-mv ontbreekt over een lengte van 90 m (zie figuur 3.14).
- Voor de slecht-doorlatende klei en veen lagen, is uitgegaan van een doorlatendheid van 0,01 m/dag.
- De ondiepe zandlagen in de deklaag hebben een doorlatendheid van 0,5 m/dag gebaseerd op diverse doorlatendheidsmetingen in het veld.
- Het watervoerend pakket heeft een doorlatendheid van 20 m/dag. De bovenste meters hebben een doorlatendheid van 0,5 m/dag zoals gemeten in het veld.

Ten aanzien van de waterhuishouding en grondwaterstanden gelden de volgende uitgangspunten:

- Het stijghoogteverhang in het watervoerend pakket is afgeleid van de grondwaterkaart (TNO, grondwaterkaart 30 West, 1980). Het verhang bedraagt $4,0 \cdot 10^{-4}$ m/m.
- De stromingsrichting van het grondwater is noordwest – zuidoost en staat loodrecht op het ijzerscherm. Er is sprake van een kwelsituatie.
- Bekend is dat het volkstuintencomplex wordt gedraineerd. Dit is in de simulatie meegenomen middels een vaste stijghoogte van 0,5 m -mv ter plaatse van de volkstuinten.
- Ten aanzien van het verhang in de deklaag is uitgegaan van het gemiddelde van $2,7 \cdot 10^{-3}$ m/m
- De effectieve voeding bedraagt 0,4 mm/dag.
- De sloot achter het voorgenomen scherm heeft een breedte van 2 m en een diepte van 1 m. Het peil bedraagt 0,5 m -mv.

Ten aanzien van de schematisatie van het ijzerscherm gelden de volgende uitgangspunten:

- Het scherm heeft een breedte van 0,3 m en een diepte van 5,5 m.
- Ten aanzien van het materiaal van het scherm is uitgegaan van een doorlatendheid van 20 m/dag.

De schematisatie is afgebeeld in figuur 1.1.

1.3 Resultaten

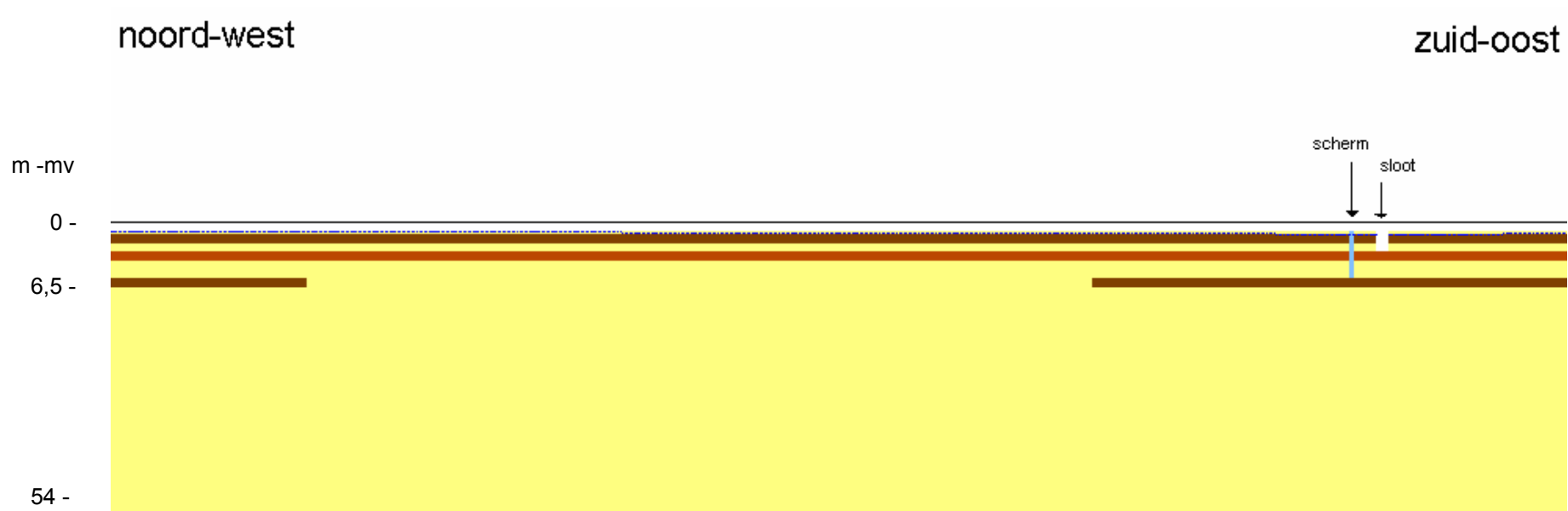
Met het stromingsmodel is de geohydrologische situatie gemodelleerd zoals beschreven in de vorige paragraaf. Figuur 1.2 toont de resultaten van het stromingsmodel.

In figuur 1.3 zijn met groen de stroombanen getekend. Uit de stroombanen is af te leiden dat in het noordwesten het water infiltreert en dat het geïnfiltreerde water richting de sloot opkwelt. Omdat de locatie van het ijzerscherm is voorgenomen ten noordwesten van de sloot, stroomt meer dan 90% van het grondwater door het ijzerscherm voordat het wordt afgevoerd door de sloot.

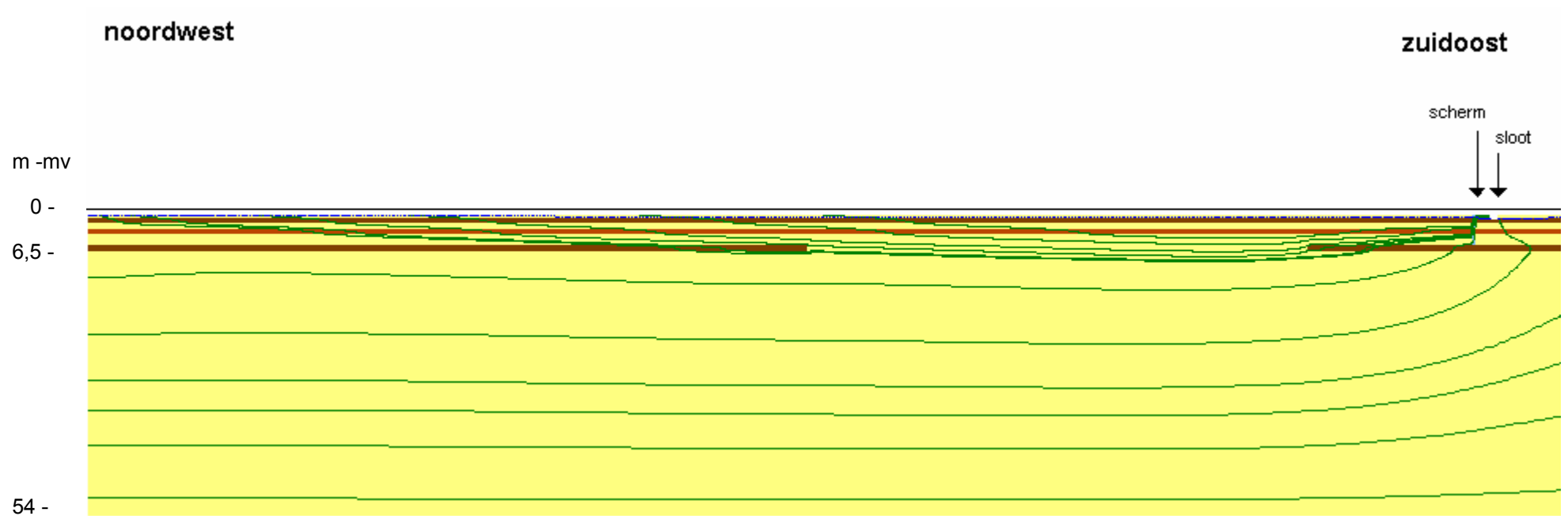
Uit de berekeningen blijkt dat de drainerende werking van de sloot (en eventueel andere ontwateringsmiddelen) van groot belang zijn voor een goede werking van het scherm.

1.4 Conclusie

Uit de geohydrologische berekeningen blijkt dat hydrologische gezien de toepasbaarheid van het ijzerscherm goed mogelijk is. Er is geen gevaar voor een onderstroom van verontreiniging via het eerste watervoerend pakket.



Figuur 1.1 Modelschematisatie



Figuur 1.2 Stroombanen in noordwest – zuidoostelijke richting.

2 Stoftransportberekeningen

2.1 Inleiding

Om inzicht te krijgen in de werking van het ijzerscherm op de CIS-verontreiniging is een stoftransportberekening uitgevoerd. De berekening is uitgevoerd met het programma Ctran/w. Dit is een tweedimensionaal programma waarbij de grondwaterstromings-berekening van Seep/w de basis invoer is. In onderstaande paragrafen is aangegeven welke randvoorwaarden zijn ingevoerd in het model en hoe de pluim zich verplaatst over een periode van 30 jaar.

2.2 Randvoorwaarden

Type stoftransport

De volgende transportprocessen zijn van belang voor de verplaatsing van stoffen in de bodem.

- **Convectie:** Convectief transport is de verplaatsing van opgeloste stof met het stromende grondwater. Convectie is in de meeste gevallen het belangrijkste transportmechanisme (Koopmans, 1994).
- **Diffusie:** Diffusie wordt veroorzaakt door de Brownse beweging van moleculen (S.E.A.T.M. van der Zee, 1991). De drijvende kracht voor de diffuse is de gradiënt van de concentratie. Hierdoor kan ook in niet stromend (grond)water stoftransport plaatsvinden. In dit geval is het effect van diffusie verwaarloosbaar ten opzichte van het effect van de andere processen.
- **Dispersie:** Dispersie betekent letterlijk 'menging'. In het geval van stoftransport door de grond kan deze menging veroorzaakt worden door een drietal processen op microschaal (Bear, 1979):
 1. verschil in poriëndiameter;
 2. de verschillende afmetingen en richting van de poriën;
 3. het nauwer en wijder worden van poriën.
- **Sorptie:** Onder sorptie wordt verstaan: 'de uitwisseling van stofdeeltjes tussen de vloeibare en de vaste fase'. Hierbij wordt de binding van voorheen opgeloste moleculen of ionen aan de vaste fase adsorptie genoemd. Onder desorptie wordt het vrijkomen van voorheen gebonden moleculen of ionen verstaan.
- **Afbraak:** Afbraak is het verdwijnen van een bepaalde stof uit het systeem chemisch dan wel biologisch. Zo zijn bodemorganismen bijvoorbeeld in staat om organische verbindingen af te breken.

In dit stoftransportmodel zijn de processen van dispersie, adsorptie en afbraak gemodelleerd.

Grondwaterstroming

Voor de grondwaterstroming is uitgegaan van de Seep/w berekening zoals aangegeven in de paragraaf hiervoor.

Modelinvoer

Voor de verschillende stoftransportprocessen zijn de volgende invoerwaarden gehanteerd.

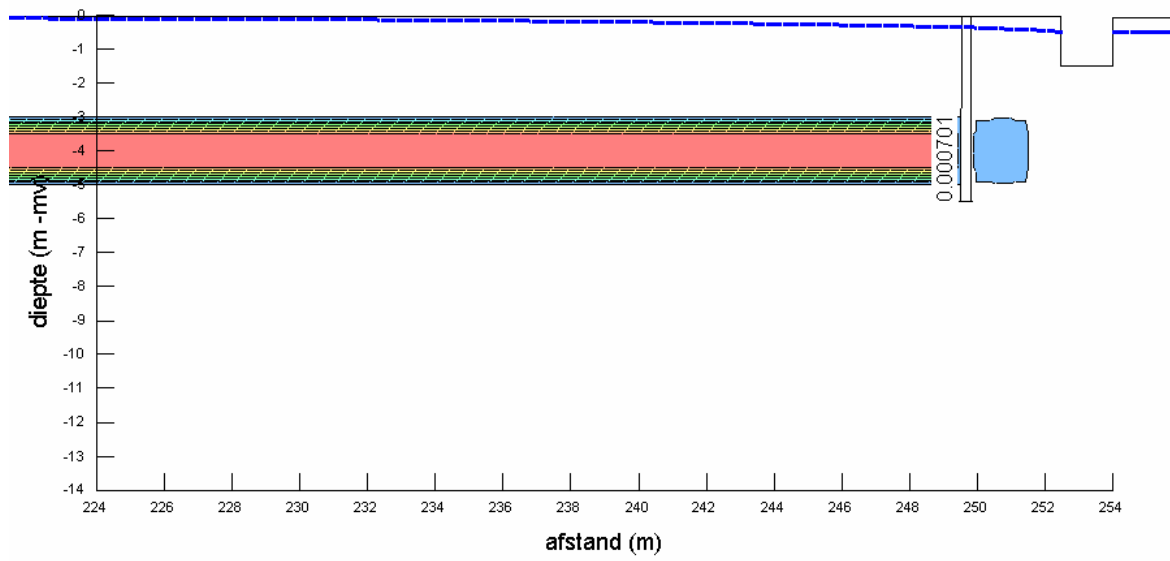
- **Tijdstappen:** 30 tijdstappen van 1 jaar;
- **Longitudinale dispersie:** volgens vuistregel (Appelo): 1/10 van de lengte van de verontreinigingpluim (in m);
(10 m voor zand, 0,1 m voor klei en veen);
- **Transversale dispersie:** volgens vuistregel (Appelo):
1/10 van de longitudinale dispersie (in m);
(1,0 m voor zand, 0,01 m voor klei en veen);
- **Halfwaardetijd CIS:** 2,15 voor ijzerscherm met 20 % ijzer (in dagen)
gebaseerd op 10,4 uur voor 100 % ijzer uit de kolomtest ($2,15 = 10,4/24 \cdot 5$);
- **Bulkdichtheid:** 1700 voor zand, 1500 voor veen (in kg/m^3);
- **Adsorptie:** $K_d = 0,0018$ (in m^3/kg) voor zand;
 $K_d = 0,0054$ (in m^3/kg) voor klei en veen;
- **Randvoorwaarden:** ter plaatse van de sloot is een 'open' grens aangegeven.
Dit houdt in dat de eventueel verhoogde concentraties uit het model kunnen stromen.

Startconcentraties

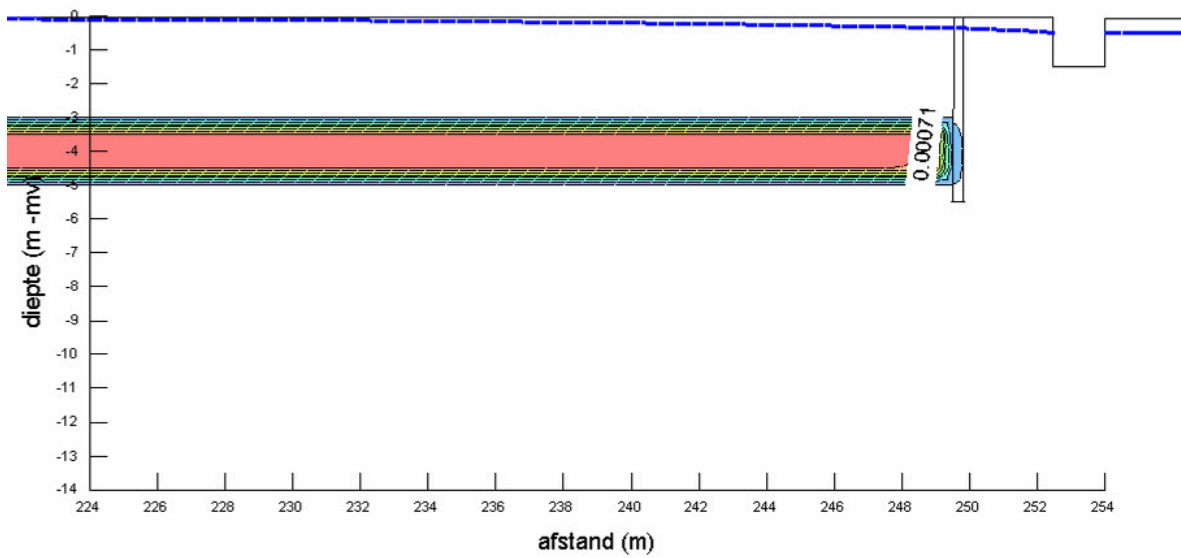
De startconcentratie zijn vastgesteld op basis van de gemiddelde verontreinigingen aangetroffen in het veld. De startconcentratie CIS heeft een maximum van 717 µg/l gebaseerd op peilbuis 40-2 nabij beoogd ijzerscherm. In het model zijn de initiële concentraties ingevoerd als kg/m³ (ofwel g/l). De achtergrondconcentraties zijn vastgezet op 0 µg/l. In figuur 2.1 zijn de startconcentraties weergegeven.

2.3 Resultaten

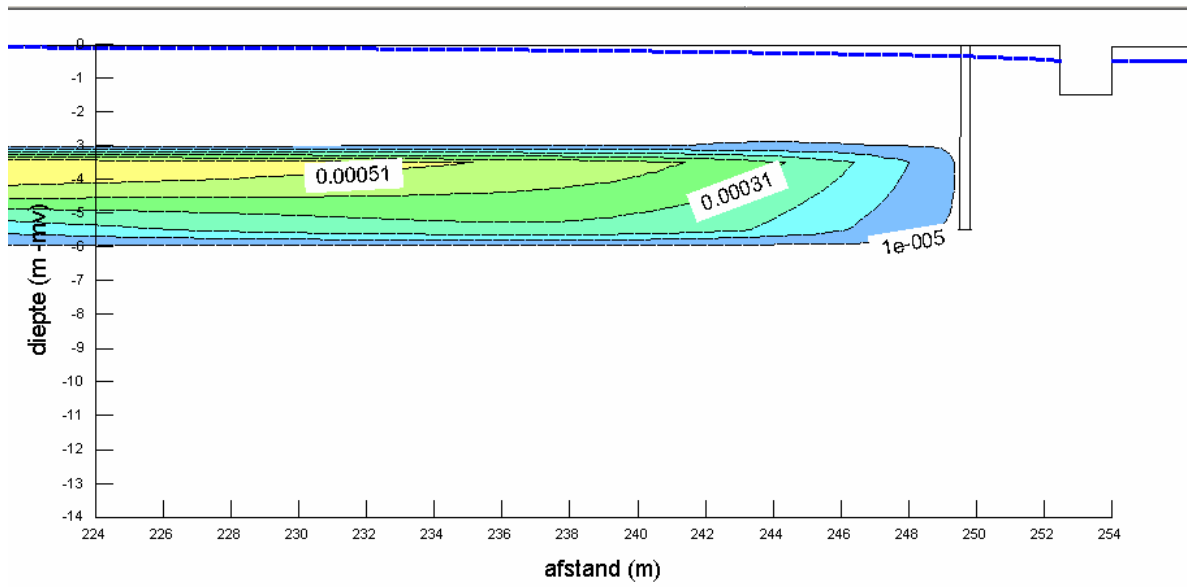
In figuur 2.2 tot en met 2.6 zijn de concentratiecontouren na 1, 5, 10, 20 en 30 jaar weergegeven. De buitengrens van de pluim is aangegeven voor een concentratie van 10 µg/l, dit is de toetsingswaarde voor CIS. Uit de berekeningen volgt dat de pluim zich verbreedt tot aan het ijzerscherm. Door de versnelde afbraak van CIS in dit scherm zal de pluim zich horizontaal niet verder verplaatsen.



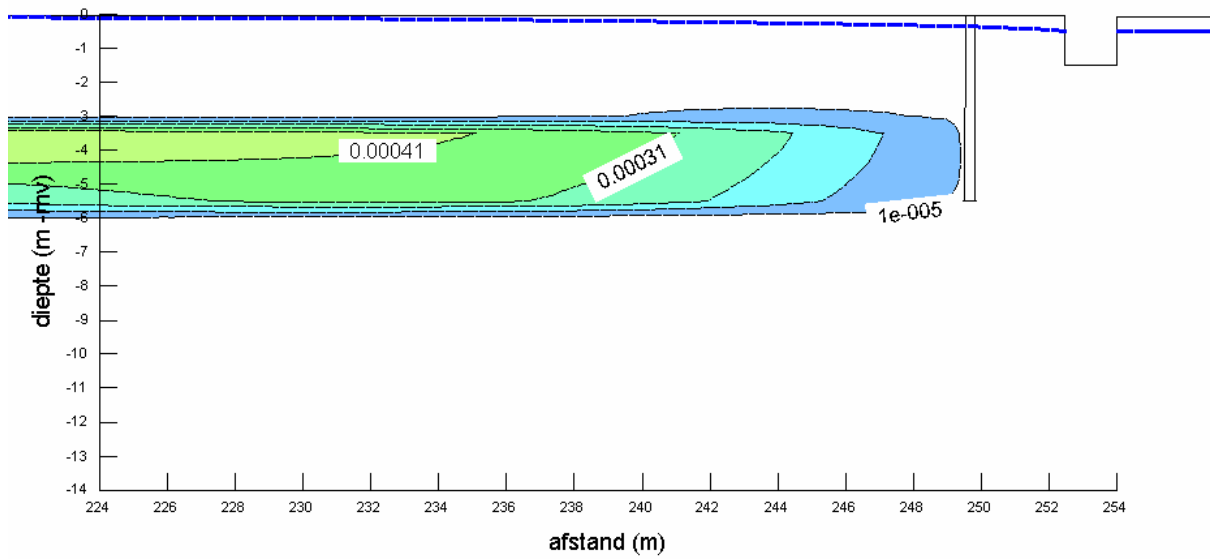
Figuur 2.1 *Startconcentraties*



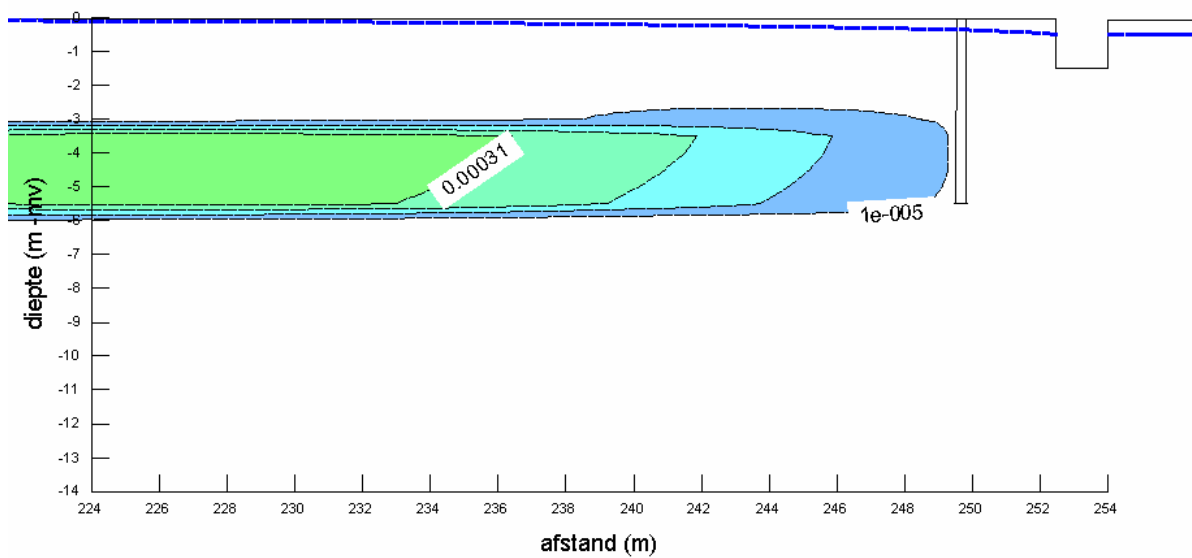
Figuur 2.2 *Pluim na 1 jaar*



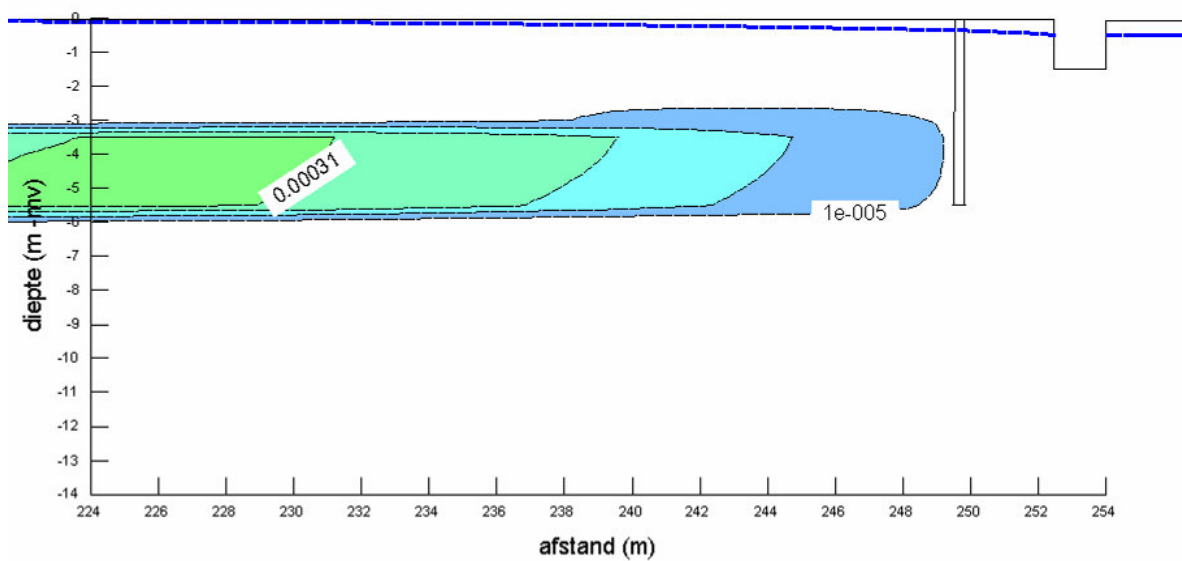
Figuur 2.3 *Pluim na 5 jaar*



Figuur 2.4 *Pluim na 10 jaar*



Figuur 2.5 *Pluim na 20 jaar*



Figuur 2.6 *Pluim na 30 jaar*

3 Vertaling modelberekeningen naar monitoring

Uit de geohydrologische berekeningen volgt dat het grondwater relatief langzaam stroomt met een gemiddelde snelheid van 1,6 m/jaar. Naar verwachting zal het daarom meer dan een jaar duren voordat de werking achter het scherm zichtbaar wordt. In het scherm en op zeer korte afstand van het scherm zal de werking van het reactieve ijzer op korte termijn makkelijker aan te tonen zijn. De stoftransportberekeningen geven aan dat de VOCl-pluim tijdens de komende 30 jaar wordt tegen gehouden door het ijzerscherm. De afbraakcoëfficiënt van CIS en VC uit de kolomtest blijkt ook in de modelberekeningen voldoende hoog om een snelle afbraak van VOCl in het ijzerscherm mogelijk te maken.