

## Memo

### Aan

Jaap Zeilmaker, Daniel Voortman, Hans Janssen (RWS-GPO)

### Datum

2 juni 2017

### Kenmerk

11200215-000-HYE-0015

### Aantal pagina's

5

### Van

Wim de Lange

### Doorkiesnummer

+31(0)651228225

### E-mail

wim.delange@deltares.nl

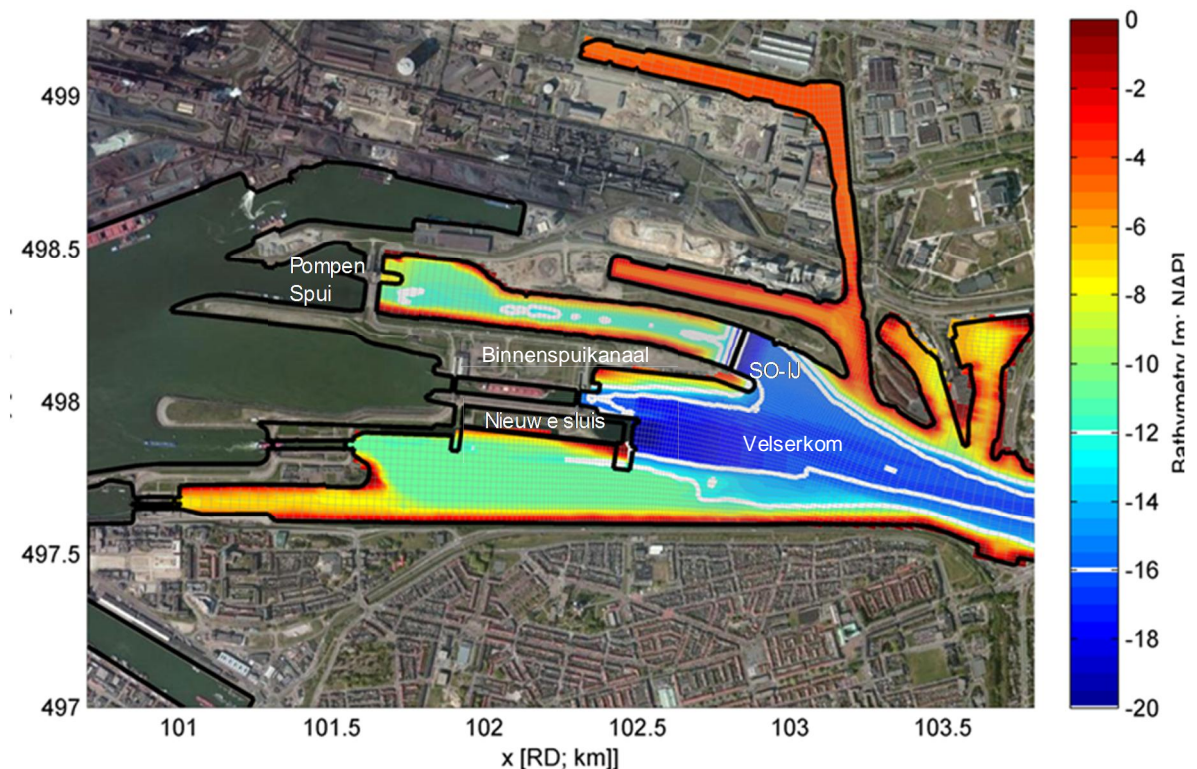
### Onderwerp

Quick-scan risico geohydrologische consequenties van ontwerp voor Selectieve Onttrekking bij IJmuiden.

## CONCEPT

### Inleiding

Bij IJmuiden wordt een nieuwe grote scheepvaartsluis aangelegd om de schutcapaciteit te vergroten. Daarmee ontstaat een toename van zoutindringing in het Noordzeekanaal en (verderop) het Amsterdam-Rijnkanaal. In eerder uitgevoerde studies en onderzoeken door Deltares is de methode van Selectieve Onttrekking onderzocht om de extra zoutindringing ten opzichte van de huidige situatie te mitigeren. Selectieve Onttrekking houdt in dat er tussen de Velserkom en het Binnenspuikanaal (BSK) een scherm wordt geplaatst, zie Figuur 1, met een diepgelegen opening (spleet), zodat alle afvoer van het spui- en pompcomplex onder uit de Velserkom wordt onttrokken in plaats van uit het relatief zoetere bovenste deel. Daardoor zal het afgevoerde water een hoger zoutgehalte bevatten dan voorheen, waarmee de extra

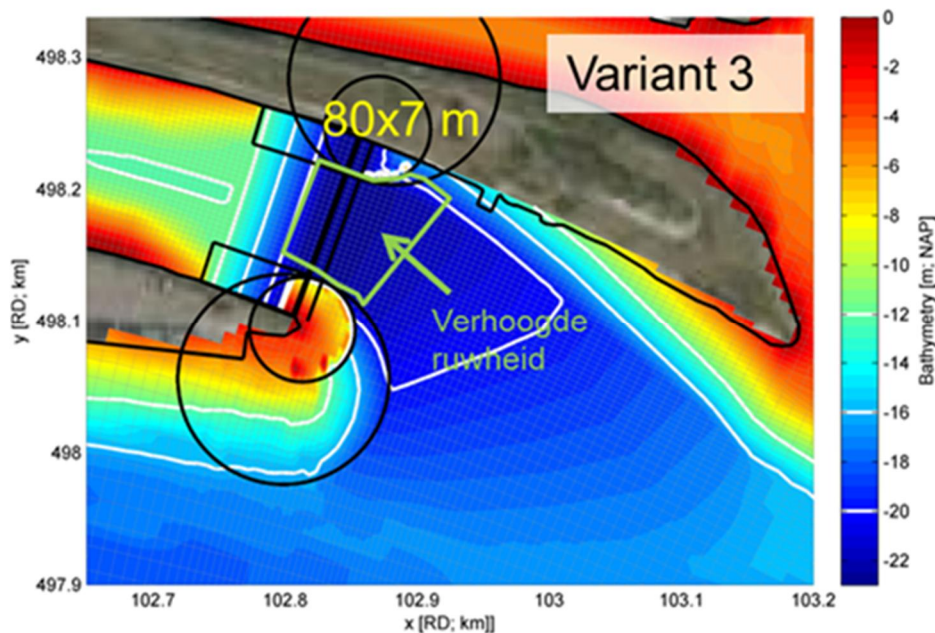


Figuur 1 Bodemligging bij het Sluizencomplex IJmuiden, met de positionering van de Selectieve Onttrekking IJmuiden (SO-IJ) tussen Binnenspuikanaal en Velserkom (Deltares, 2017).

zoutindringing gemitigeerd kan worden. Het maximale zoutgehalte onderin de Velserkom is dat van het zeewater (saliniteit ca. 30 psu, of chloridegehalte 16,6 g/l). Eerder heeft Deltares de werking van Selectieve Onttrekking IJmuiden (SO-IJ) op niveau van het watersysteem Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal aangetoond. Momenteel wordt gewerkt aan de specificatie van de functionele hydraulische eisen van de SO-IJ.

Voor de goede werking van de Selectieve Onttrekking is het wenselijk de spleet relatief diep aan te leggen. Aanvankelijk is uitgegaan van een spleet tussen -16 en -20 m NAP. Maar omdat er te weinig ruimte was voor een geometrie die een nette aanstroming uit de Velserkom en uitstroming in het BSK kon garanderen, is een Variant bedacht die smaller en dieper is maar met eenzelfde doorstroomoppervlak. Het diepste punt van deze Variant is nu -23 m NAP, en vandaar loopt de bodem geleidelijk op tot de diepere delen (tgv erosie door schroefstralen) van de Velserkom (ca. -17 m NAP), zie Figuur 2. Onder het scherm zal een bodemverdediging nodig zijn. Mogelijk wordt met een dergelijke verdieping een ondoorlatende kleilaag in de bodem doorbroken.

NB. Als mogelijke adaptieve maatregel voor de toekomst denkt men ook nog aan uitbreiding van de Selectieve Onttrekking met een "Zoutbufferpunt" in de Velserkom, bijv. tot -24 m NAP. De SO-IJ moet dan ook ev. verdiept worden, bijv. tot -25 m NAP.



Figuur 2 Selectieve Onttrekking Variant 3 met bodemligging in detail (Deltares, 2017)

## Vragen RWS

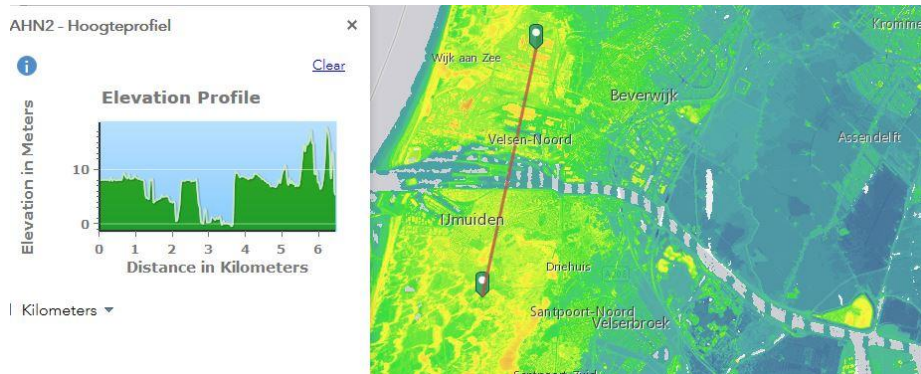
Omdat met de verdieping voor de SO mogelijk een kleilaag wordt doorbroken heeft RWS behoefte aan een 'Quick scan' op geohydrologische consequenties van een verdieping van SO-IJ tot -23 m NAP. De vragen betreffen:

- 1 Het risico op zoutlek via grondwater en de verdieping van SO-IJ naar de Velserkom (dwz. extra zout tov. het vele zout dat via de kolken van de scheepvaartsluizen al binnenkomt)
- 2 Het risico van grondwaterdruk op de aan te leggen bodembescherming
- 3 Het risico op toename van zoute kwel van SO naar de omgeving.



## Aanpak

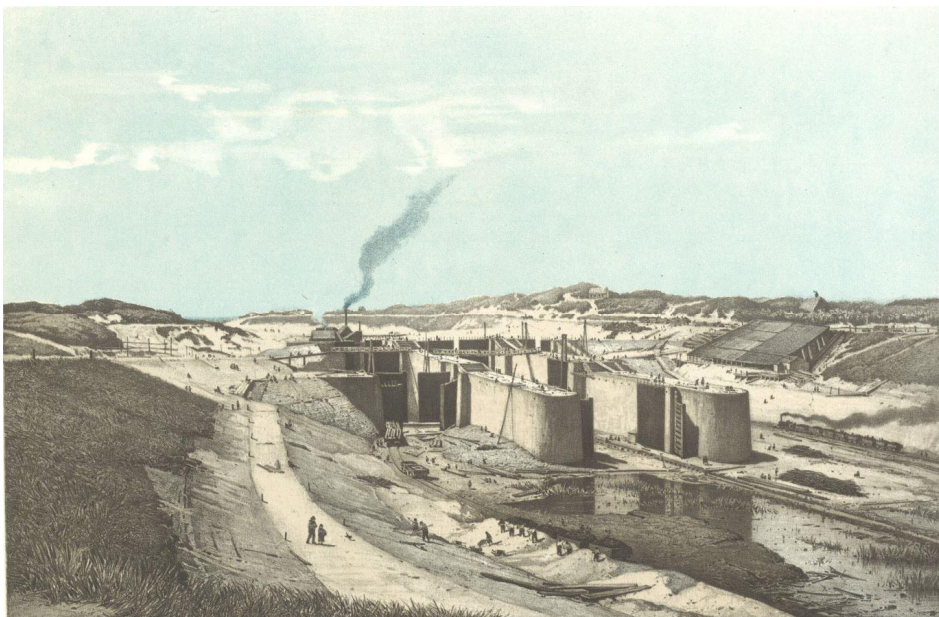
De aanpak van de Quick scan bestaat uit een inventarisatie van de relevante verschijnselen met een expert oordeel op basis van analyses met eenvoudige schematisaties/concepten. Waar uitgebreidere studies noodzakelijk zijn voor meer definitieve conclusies is dat aangegeven.



Figuur 3: Hoogte profiel in m tov NAP, exclusief onderwater bodems (Bron: [www.ahn.nl](http://www.ahn.nl))

## Analyse van de situatie

De doorgraving van de duinen bij IJmuiden voor de aanleg van het Noordzeekanaal sinds 1865 (Figuur 3 en 4) zorgt voor toestroming van grondwater vanuit de hogere dungebieden. Dat betekent dat er sinds meer dan 100 jaar kwel en dus opwaartse stroming naar de sluisen plaatsvindt. Dit zal boven in de zandlagen hoofdzakelijk uit vrijwel zoet water bestaan dat zijdelings door de oevers van het kanaal en de sluis in het oppervlakte water terecht komt. De zoute kwel vanuit het sluisencomplex naar het achterliggende Noordzeekanaal is verwaarloosbaar ten opzichte van de zoutbelasting door het schutproces.



Figuur 4: Bouwkuip met Kleine sluis en Zuidersluis bij IJmuiden, omstreeks 1871 (Bron: Hoogovens 1967)

De diepe ondergrond bevat zout grondwater dat ook omhoog komt in de lage polders in het achterland. Op diepte van circa 100 meter wordt 15 g Cl<sup>-</sup>/l aangetroffen. Naar boven wordt het minder zout. Hoewel er sprake is van een waarschijnlijk zandige kleilaag van één tot enkele meters dikte op circa 20 meter beneden NAP is deze naar verwachting niet waterdicht en is in de afgelopen eeuw het zoute grondwater eronder waarschijnlijk ook omhoog gekomen ter plaatse van de duindooringraving. Het is daarom aannemelijk dat het zoutere grondwater vanuit de diepte tot nabij de kleilaag is gekomen (zogenaamde opkegeling van zout grondwater).

Bij het doorbreken van de kleilaag zal de toestroming van dit zoutere grondwater toenemen evenals het zoutgehalte, omdat het water van steeds grotere diepte omhoog stroomt. Het zoutgehalte van het grondwater blijft echter ook in de komende tientallen jaren waarschijnlijk lager dan of in de orde (viz. 15 g Cl<sup>-</sup>/l) van het gehalte van het Noordzeewater (~17 g Cl<sup>-</sup>/l) dat in de verdieping van SO-IJ komt. In de bijlage wordt de kwelflux naar deze verdieping geschat in de orde van honderden tot duizend kubieke meters per dag of 10<sup>-3</sup> à 10<sup>-2</sup> m<sup>3</sup>/s. Ervan uitgaande dat de oppervlaktewaterfluxen gemiddeld vele tientallen kubieke meters per seconde bedragen is het effect van de grondwaterstroming op de zoutlast in de verdieping van SO-IJ verwaarloosbaar.

Waarschijnlijk zal het zoute zeewater in de verdieping van SO-IJ zwaarder zijn dan het brakke grondwater dat onder de kleilaag wordt aangetroffen. In eerste instantie zal dat verschil vrij groot kunnen zijn, later neemt het verschil af. Dat geeft een tegendruk tegen de kwelstroming in het midden van de bodem en genereert mogelijk dichtheidsstroming van het zoute water naar beneden. De verwachting is dat ook op de lange duur de kwelsituatie gehandhaafd blijft (ingeschat wordt dat de topografische druk hoger is dan de druk veroorzaakt door dichtheidsstromingen), waardoor deze verzilting van de ondergrond ook weer boven zal uitstromen. Deze processen zijn echter te gecompliceerd om zonder modellering te kunnen kwantificeren.

### **Beantwoording van de vragen**

1 – Het risico - voor de zoutbelasting van het oppervlaktewater - van extra zoutlek via het grondwater naar de Velserkom door de verdieping van SO-IJ is gering. De flux van de kwel van grondwater naar de duindooringraving (Velserkom) is al sinds een eeuw constant. Het zoutgehalte neemt waarschijnlijk nog steeds toe omdat het grondwater van steeds grotere diepte komt waar het zoutgehalte hoger is. Deze trend zal de komende tientallen jaren niet veranderen. Het diepe grondwater heeft een zoutgehalte maximaal gelijk aan dat van zeewater. De toename van de kwelflux door de verdieping van SO-IJ is naar verwachting verwaarloosbaar ten opzichte van de oppervlaktewaterflux.

2 – Er is enig risico van waterdruk op de aan te leggen bodembescherming. In de huidige situatie treedt reeds kwel op langs de oevers voor zover die open zijn. Wordt er overgegaan naar een meer gesloten constructie dan zal een wateroverdruk daaronder kunnen ontstaan van één of meer meters. Voor een preciezere schatting is een nadere analyse nodig, mogelijk met ondersteuning van een grondwater model.

3 – Het risico op toename van zoute kwel van de SO naar de omgeving is moeilijk in te schatten. Door het doorgraven van de kleilaag kan verdere verzilting van de ondergrond optreden. Dit kan de zoetwatervoorraad onder de duinen negatief beïnvloeden hetgeen met oog op de naburige drinkwatervoorziening zorgvuldig moet worden bekeken. Aanbevolen wordt om dit te kwantificeren met een eenvoudig tweedimensionaal verticaal model.

**Referenties**

Deltares (2017). Selectieve onttrekking fase 1 - hydraulische eisen en verificatie. Rapport 11200215.

Hoogovens (1967), Historie van West-Friesland, Gedenkboek 50 jarig bestaan Hoogovens IJmuiden.




Huisman, L. (1972), Groundwater recovery, McMillan

**Bijlage. Eenvoudige analyse en inschatting van de kwelflux**

Door het doorbreken van de kleilaag in de verdieping van SO-IJ kan de flux van de kwel toenemen. Het gaat voor de doorbreking van de kleilaag om een oppervlakte van orde  $(80 \cdot 60 =) 5000 \text{ m}^2$ . Bij een gemiddelde kweltoename van 1 cm/dag (1<sup>e</sup> orde inschatting) gaat het in de verdieping van SO-IJ om een orde grootte van  $50 \text{ m}^3/\text{dag}$  toestroming van water dat minder zout is dan het oppervlaktewater dat zich in de verdieping bevindt.

Wordt de verdieping als een put met straal van 40 meter beschouwd dan worden fluxen van ongeveer  $150\text{-}750 \text{ m}^3/\text{d}$  berekend, afhankelijk van het doorlaatvermogen ( $250\text{-}500 \text{ m}^2/\text{d}$ ) onder de (ondoorlatende) kleilaag en het potentiaal verschil over de kleilaag (0.5 – 1 m). Hierbij is de standaard Dupuit put-vergelijking gebruikt (Huisman, 1972, p. 80-83;  $R_0 = 3000 \text{ m}$ ). Een flux van  $1000 \text{ m}^3/\text{d}$  is  $0.01 \text{ m}^3/\text{sec}$  en waarschijnlijk drie ordes kleiner dan de fluxen waarop de constructie van de Selectieve Onttrekking is ontworpen.

Rekening houdend met de kwel die al plaatsvindt vanuit het grondwater boven de kleilaag zal de toename beperkt zijn. Kijkend vanuit de verdieping van SO-IJ als centrum voor de aanstroming: vanuit het noorden wordt de ondiepe kwelstroom afgevangen door de twee kanalen (zie Figuur 1), vanaf het zuiden wordt de ondiepe kwelstroming opgevangen door de zuidelijke oever en de kanaalbodem. Dit betekent dat de grondwaterstand boven de kleilaag rondom de verdieping van SO-IJ al ongeveer gelijk is aan het oppervlaktewaterpeil. Onder de kleilaag kan wordt geschat dat de stijghoogte decimeters tot één meter hoger is.

| Versie | Datum     | Auteur        | Paraaf                                                                              | Review         | Paraaf                                                                                | Goedkeuring    | Paraaf                                                                                |
|--------|-----------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | juni 2017 | Wim de Lange* |  | Gu Oude Essink |  | Arnout Bijlsma |  |
|        |           |               |                                                                                     |                |                                                                                       |                |                                                                                       |
|        |           |               |                                                                                     |                |                                                                                       |                |                                                                                       |

\* In de probleemanalyse hebben Esther van Baaren en Perry de Louw relevant bijgedragen.