

---

INHOUD

1. Onderzoeksproject
  2. Monitoring van effecten
  3. Mogelijkheden van sturing
  4. Temperatuurstijging over meerdere jaren
- 

## **1. Onderzoeksproject**

Koudewinning in diepe plassen is een nieuwe techniek in Nederland. Na de Nieuwe Meer is de Ouderkerkerplas het tweede project in Nederland waar Nuon deze techniek toepast.

In de Ouderkerkerplas is in de zomer een spronglaag aanwezig met daaronder een koudwatervoorraad die in de winter is ontstaan. Er zal door het bevoegde gezag naar verwachting een vergunning worden verleend die zich enerzijds richt op de bescherming van de waterkwaliteit in de plas, terwijl er anderzijds ruimte wordt geboden voor het, in samenwerking met de Radboud Universiteit van Nijmegen en Deltares, doen van onderzoek. Dit onderzoek heeft tot doel om een aantal nog onbekende processen beter te doorgronden. Met behulp van de onderzoekresultaten kan daarna een optimale keuze worden gemaakt om de plas in de verdere toekomst te beschermen en daarbij ook de mogelijkheden voor maximale energiebesparing te benutten.

Hierna wordt aanvullend op het MER toegelicht – op basis van recent verkregen inzichten - welke aspecten nader zullen worden onderzocht.

### - Fosfaattransport

In de belichte bovenlaag (epilimnion) in de plas is in het groeiseizoen vrijwel alle fosfaat gebonden in waterplanten en algen. Gebrek aan beschikbaar vrij fosfaat beperkt de groei van algen. Toevoer van fosfaat gebeurt onder andere vanuit omringende sloten, door bemesting van watervogels en door inwaaiend stuifmeel. Ook is er naar verwachting van het onderzoekscentrum B-Ware van de Radboud Universiteit Nijmegen in de zomer een aanzienlijk transport van fosfaat door de spronglaag ten gevolge van diffusie.

Bij de bodem innemen van koelwater en na gebruik lozen in het epilimnion verhoogt de toevoer van fosfaten naar de belichte zone. Daarbij speelt het een rol dat afgestorven biologisch materiaal door de spronglaag zakt en op de bodem verteert. Op de bodem is de toevoer van zuurstof beperkt terwijl er wel zuurstof wordt verbruikt voor afbraak. Er ontstaan hierdoor zuurstofloze omstandigheden in het bodemsediment. Enkele soorten bacteriën kunnen de gebonden zuurstof uit zuurstofrijke fosfaten zoals  $PO_4$  en  $P_2O_5$  losmaken waarbij oplosbare fosfaat vrijkomt. Onder zuurstofloze omstandigheden komen fosfaten uit de bodem vrij en stijgt het fosfaatgehalte in het water bij de bodem. Het is van belang om te voorkomen dat die vrije fosfaten boven de spronglaag terecht komen waar algen groeien.

### - Voorgenomen mitigerende maatregelen

In het MER staat dat de koudewinning naar verwachting tot onaanvaardbaar nadelige effecten zal leiden als er geen mitigerende of compenserende maatregelen worden genomen om toename van de blauwalgengroei te beperken. Er is in het MER onder andere vermeld dat er voorkeur is voor een systeem van zuurstofinjectie bij de bodem. Recent zijn er – mede door aanvullend onderzoek van de Radboud Universiteit - drie wijzen van mitigatie naar voren gekomen.

De voorgenomen mitigerende maatregelen zijn:

- Zuurstofinjectie bij de bodem (om fosfaten aan het bodemsediment gebonden te houden);
- Het instellen van variabel peilbeheer door het Hoogheemraadschap (om onder andere de fosfaattoevoer naar de plas te verlagen);

- Beperking pompdebiet (door verhogen toegestane lozingstemperatuur).

Hierna worden deze mitigerende maatregelen toegelicht.

- Injectie van zuivere zuurstof bij de bodem

Van belang om algengroei te beheersen is de beperking van de extra fosfaatvrucht naar het epilimnion door de koudewinning. Dit beperken van het fosfaattransport zal grotendeels gebeuren door boven de bodem zuivere zuurstof in het water te doseren. Als zuurstof in de bovenste sedimentlaag aanwezig is zullen de gebonden fosfaten niet vrijkomen uit het sediment. Onbekend is nog welke gevolgen een beperkt intern fosfaattransport zal hebben. Dit zal in samenwerking met Deltares en de Universiteit Nijmegen nader onderzocht worden.

Om zuurstofloosheid boven de sedimentlaag te voorkomen worden nabij de plas enkele tanks met zuivere zuurstof geplaatst. De zuurstof wordt met behulp van dosering- en drukregelaars via transport- en verdeelslangen boven de bodem in het water toegevoerd.

Vooraf zal zo goed mogelijk worden berekend hoe groot de oppervlakte van het injectiegebied zal moeten zijn en welke hoeveelheid geïnjecteerde zuurstof er nodig is om fosfaat voldoende laag te krijgen. Dit wordt vooral bepaald door de mate van zuurstofconsumptie in de sedimentlaag en ook door de hoeveelheid ingenomen water.

- Variabel peilbeheer

Er is gebleken dat het instellen van variabel peilbeheer in de plas de toevoer van fosfaten vanuit de omringende sloten zal verlagen. Ook heeft variabel peilbeheer naar verwachting gunstige gevolgen voor de soortensamenstellingen en waterkwaliteit van de plas.

Rond de plas zullen sloten die in open verbinding staan met de plas worden voorzien van inlaat- en uitlaatvoorzieningen. Zo wordt de aanvoer van fosfaten uit de omringende sloten naar de plas beperkt. Er kan bijvoorbeeld een maximale peildaling van 20 of 30 cm worden ingesteld en een maximale peilverhoging van bijvoorbeeld 10 cm. Het recreatieschap heeft te kennen gegeven dat met behulp van peilschalen bij de zwemzone kenbaar zal worden gemaakt waar zich een waterdiepte van 1,0 meter bevindt. Dit is van belang voor de veiligheid van recreanten. Variabel peilbeheer wordt op grond van de KRW wenselijk geacht. Bij een variabel peil worden een aantal natuurlijke processen hersteld. Met name reactie van ijzer zijn hierbij van belang.

- Beperking pompdebiet

Ook geeft het beperken van de hoeveelheid koelwater een lagere fosfaatvrucht naar de bovenlaag van de plas, waar de blauwalgen groeien.

Ten eerste wordt de koudecentrale zo ontworpen dat de mate van opwarming zo hoog mogelijk als wenselijk is komt te liggen. Bij de terugvoer van koelwater via *diffusers* in de plas daalt de temperatuur in de mengzone snel ten gevolge van geforceerde menging. Binnen de mengzone is het acceptabel dat er een hogere temperatuur optreedt. Aan de omvang van de mengzone kunnen desgewenst in de vergunning eisen worden gesteld.

Door het verlagen van het debiet wordt de hoeveelheid koelwater met daarin fosfaten beperkt. In de Europese Kaderrichtlijn water (KRW) is vermeld dat debietbeperking een methode is die in elk geval dient te worden overwogen.

In de praktijk geldt dat de temperatuur van het koelwater altijd lager is dan de temperatuur van het retourwater uit stadskoelingscircuit en de koelwatertemperatuurstijging ten gevolge van de condensorkoeling van de hulpkoelers. Bij het ontwerp van de koudecentrale wordt met deze wensen rekening gehouden.

## 2. Monitoring van effecten

Bedrijfsmatig wordt de warmtevrucht ( $W$ ) in het koelwater continu bepaald en geregistreerd op basis van meting van het koelwaterdebiet ( $Q$ ) en temperatuurtoename ( $T_{uit} - T_{in}$ ) van het koelwater. De hoeveelheid verkochte koude (ontvangen retourwarmte) wordt voortdurend geregistreerd en periodiek in rekening gebracht bij de klanten. Beide getallen moeten met elkaar overeenkomen.

De volgende parameters lenen zich voor het volgen van relevante effecten in de plas (monitoring):

- Temperatuur (T)
- Zuurstof (O)
- Fosfaat (P)
- Sulfaat (S)
- Zuurgraad (pH)

Hierna wordt beschreven welke monitoring van effecten er in de plas zal plaatsvinden. Daarbij geldt dat de monitoring zal worden aangepast als de onderzoeksresultaten daartoe aanleiding geven. Deze meetgegevens zullen jaarlijks geëvalueerd worden aan de hand van het 3D model van Deltares.

- Temperatuur (T)

Bij het volgen van de temperatuureffecten van de koudewinning kan er onderscheid worden gemaakt naar de winter periode waarin de plas –bij afwezigheid van thermische stratificatie – natuurlijk gemengd is. De menging van het water treedt vooral op ten gevolge van de wind. Ook koelt het water in het najaar af aan de oppervlakte waarbij koud water naar beneden zakt.

Bij een gemengde plas is de invloed van de koelwaterlozing door de gehele plas aanwezig in de vorm van onnatuurlijke temperatuur verandering. In die situatie geeft het berekenen van de temperatuureffecten in de plas een betere monitoring dan het meten van temperaturen waarbij referentiewaarden ontbreken.

- Zuurstof (O) en zuurgraad (pH)

In de koudecentrale zal het zuurstofgehalte en de zuurgraad van het ingenomen water continu worden gemeten. Zo kan worden bewaakt dat er bij het inlaatpunt bij de bodem voldoende zuurstof in het water zit.

Als het zuurstofgehalte en of zuurgraad onder een gestelde drempelwaarde daalt, zonder een verklaarbare goede en toelaatbare oorzaak, dan wordt dit met een alarm doorgegeven. In dat geval zal er worden onderzocht wat de oorzaak is. Mogelijk is er dan een aanwijsbaar defect, of de mate van zuurstofdosing kan aanpassing behoeven. Onderzoek en het opdoen van praktijkervaring zal het ons leren. In de koelwaterlozingsvergunning worden hiervoor doelstellingen en voorschriften opgenomen.

- Fosfaat (P) en Sulfaat (S)

Naarmate het fosfaatgehalte van het koelwater lager is, wordt er minder fosfaat naar de zonbelichte bovenlaag van de plas gevoerd. Het is in de praktijk niet haalbaar om het fosfaatgehalte met behulp van zuurstofinjectie geheel tot nul terug te brengen.

AGV stelt voor als waterkwaliteitsbeheerder de fosfaatconcentratie van het teruggevoerde water onder 0,03 mg/l P te brengen. Er is een aantal onderbouwingen voor deze waarde:

- In KRW-kader geldt een doelstelling in diepe meren van 0,03 mg/l P;
- Fosfaat is in concentraties lager dan 0,03 mg/l P slecht opneembaar door algen;
- De waarde 0,03 is een goed meetbare lage concentratie. Een waarde 0 is niet te meten.

Uit onderzoek moet blijken of de waarde van 0,03 mg/l P met zuurstofinjectie kan worden gehaald. In de onderzoeksperiode geeft de vergunning ruimte voor hogere concentraties in het retourwater onder de voorwaarde van een lager pompdebiet. Blijkt tijdens onderzoek de waarde niet gehaald te kunnen worden, dan wordt onderzocht of ijzerdosing (defosfatering) uitkomst biedt (zie paragraaf 3).

In elke plas heersen andere (chemische) omstandigheden en in de praktijk zal moeten blijken welke fosfaatgehalten haalbaar zijn in deze plas. Het fosfaatgehalte van het koelwater zal regelmatig worden gemeten. Water wordt gelijkmatig bij de bodem ingenomen en er zal een evenwicht worden gezocht tussen zuurstofdosing en onttrekking van zuurstofhoudend water. Zuurstofdosing leidt tot oxidatie van sulfides in de bodem en daardoor tot een toename van sulfaat en de productie van zwavelzuur. Het zwavelzuur wordt in principe gebufferd. Als meer zuur wordt geproduceerd dan gebufferd wordt, kan de pH dalen. Dit heeft ongewenste milieueffecten.

Samenvattend: de sulfaatconcentratie stijgt sowieso, de pH kán dalen, zowel sulfaat als pH worden gemonitord om te waarborgen dat onacceptabele waarden niet worden over- respectievelijk

onderschreden. Gelet op normale bolvormige iso-onderdrukcontouren bij vrije aanstroming zal het water alzijdig toestromen. In de onderzoeksfase kan de mate van zuurstofdoserings worden gevarieerd, waarbij zal blijken welke invloed dit heeft op de fosfaatgehalte van het koelwater. Ook wordt onderzocht in samenwerking met de Radboud Universiteit Nijmegen en Deltares onderzocht welke P-waarden en andere factoren een nieuw evenwicht in de plas geven, waarbij er geen toename is van algenbloei ten gevolge van de koudewinning.

### **3. Mogelijkheden van sturing en aanvullende maatregelen (vangnet)**

Als de resultaten van de voorgenomen mitigerende maatregelen tegenvallen dan is het van belang dat er mogelijkheden zijn om de uitgevoerde maatregelen bij te sturen. Ook is het van belang dat er aanvullende mogelijkheden zijn om de nadelige effecten terug te dringen.

Hierna wordt toegelicht welke sturingsmogelijkheden er naar verwachting zijn met de voorgenomen mitigerende maatregelen en welke andere mogelijkheden er zijn om de nadelige effecten van de koelwaterlozing te beperken.

De belangrijkste mitigerende maatregelen zijn gericht op afname van de fosfaattoevoer (*flux*) naar het epilimnion. Zo wordt voorkomen dat er algengroei bevorderend fosfaat bij de belichte algen komt. Indien de normen niet worden gehaald met de voorgenomen mitigerende maatregelen, dan moet er aanvullend worden gedacht aan extra maatregelen, zoals bijvoorbeeld:

- biologische defosfatering met behulp van rietfilters (helofyten) in de randzone van de plas;
- chemische defosfatering en fosfaatverwijdering in een bezinkbassin aan de rand van de plas;
- chemische defosfatering en fosfaatverwijdering in zandfilters op de wal;
- chemische defosfatering en fosfaatbezinking in de plas zelf;
- chemische defosfatering met behulp van Phoslock op de bodem van de plas (indien toegestaan);
- extra koude-intrek naar de plas in de winter en gedurende koude nachten met behulp van fonteinen.

In de koudecentrale worden ook luchtkoelers opgesteld. Daarmee kan een aanzienlijke warmtevracht met lucht worden afgevoerd. De beoogde mate van energiebesparing daalt daarbij evenwel snel.

### **4. Temperatuurstijging over meerdere jaren**

Door het Waterloopkundig Laboratorium Delft Hydraulics (WL|DH, thans Deltares) is met behulp van het ontwikkelde en gevalideerde 3D-rekenmodel gedurende drie opeenvolgende jaren berekend of er een stapelend effect is ten gevolge van de koelwaterlozing. Uit de rekenresultaten is gebleken dat na elke winter een volledig herstel van de natuurlijke temperatuur in de plas optreedt. Dit betekent dat de afkoeling in de winter de opwarming ten gevolge van de koelwaterlozing vrijwel geheel teniet doet. Het is dus niet zo dat er elk jaar enige opwarming in de plas optreedt, totdat er zich een nieuw natuurlijk evenwicht in de plas zou instellen. Van stapeling van temperatuur effecten blijkt geen sprake te zijn.

Als voorbeeld voor de Ouderkerkerplas geldt dat de warmtevracht van de koudewinning op een gemiddelde zomerdag circa  $15 \text{ MW}_{\text{th}}$  is terwijl de warmte-instraling van de zon op een heldere zomerdag circa  $600 \text{ MW}_{\text{th}}$  bedraagt.

Wel verschilt elke winter van de andere. Afhankelijk van de opgetreden weersomstandigheden in een winter is er elk jaar rond eind februari een nieuwe start van de jaarlijkse cyclus van natuurlijke en straks ook onnatuurlijke opwarming van de plas.