

## Warmte winnen en fosfor verwijderen uit oppervlaktewater: twee vliegen in één klap? JA!

### Systemeem ZOET

Zuiverend, Opwarmend, Ecologieverbeterend, TEOpasbaar

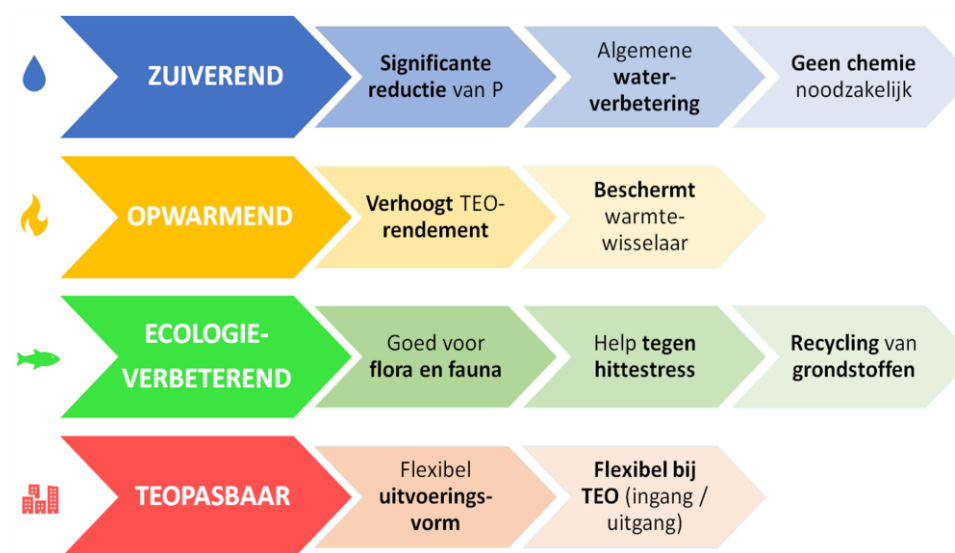
Nederland waterland staat de komende decennia voor twee grote uitdagingen: 1) hoe stoppen we de klimaatveranderingen door over te schakelen op nieuwe energiebronnen, 2) hoe beschermen en verbeteren we onze natuur op land en in het water. De belasting op de natuur met nutriënten als fosfaat is hierbij één van de grootste uitdagingen wat schade oplevert voor de flora en fauna.

### Waterkwaliteitsverbetering en schone energie met Systemeem ZOET

**ZOET** (Zuiverend, Opwarmend, Ecologieverbeterend, TEOpasbaar) koppelt thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) met een helofytenfilter die voor een natuurlijke zuivering van het oppervlaktewater zorgt. Hierbij wordt een helofytenfilter voorgeschakeld aan een TEO-installatie en zorgt de TEO voor de doorstroming van het helofytenfilter. Dit is een win-win situatie waarbij het helofytenfilter de waterkwaliteit verbeterd door fosfaat te verwijderen en tegelijk zorgt voor de verhoging van het rendement (en bescherming) van de TEO-installatie. Hierbij is het

ZOET concept flexibel inpasbaar zowel in een landelijk als stedelijk gebied, waardoor deze breed toepasbaar is, want onze toekomst roept **flexibiliteit en duurzaamheid!**

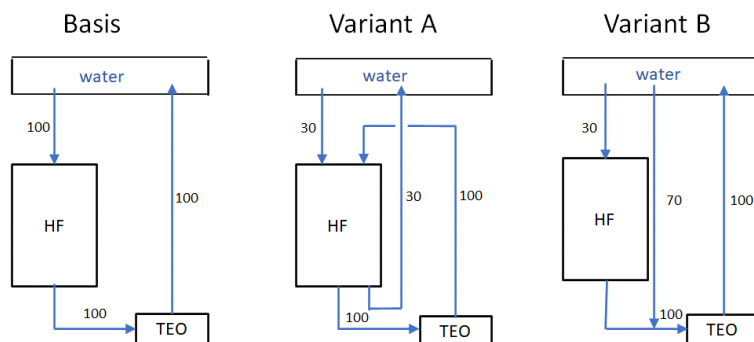
### Waarom ZOET?



## Systemontwerp (concept)

In onderstaande figuur staan drie mogelijke uitvoeringsvarianten van het concept Systeem ZOET. Naast een basisontwerp van het helofytenfilter (HF) + TEO kan met een geoptimaliseerd ontwerp ook deelstroombehandeling worden toegepast. Voorkeur gaat daarbij uit naar de flexibele variant A. Daarbij bestaat het influent (en het effluent) deels uit ingenomen oppervlaktewater en deels uit afgekoelde afvoer van de TEO. In een slimme verdeling van beide deelstromen kan een optimum worden gevonden in waterkwaliteitsverbetering en warmtelevering aan de TEO-installatie.

### Varianten



## Uitgebreide beschrijving



### Significante reductie van fosforconcentraties

Helofytenfilters toegepast voor het verbeteren van de waterkwaliteit van het oppervlaktewater zijn zeer effectief, met in typische ontwerpen een verlaging van de P-concentraties van 50-70%.



### Algemene waterverbetering

Tegelijk worden ook andere nutriënten zoals stikstof gezuiverd, met een rendement van ~70%. Ook slibdeeltjes worden efficiënt weggevangen door het helofytenfilter wat de helderheid van het water en werking van de TEO ten goede komt.



### Geen chemie noodzakelijk

Het inzetten van een helofytenfilter zorgt voor een natuurlijke zuivering. Er hoeven dus geen chemische technieken te worden ingezet die onwenselijk en mogelijk risicovol zijn in bebouwd gebied.

- **Chemisch** verwijderen van fosfor is een veel gebruikte methode, maar heeft als nadeel dat dit de aanvoer en opslag van chemie vraagt en dat is onwenselijk midden in een woonwijk.
- Het **adsorberen** van fosfor vraagt om geregelde regeneratie of vervanging van het adsorptiemateriaal, ook dit vraagt chemie en vervanging is niet een duurzame oplossing.
- Een **biologisch** systeem dat ingepast wordt in de omgeving heeft vele voordelen. Fosfor wordt opgenomen voor groei van de planten.



### Verhoogt TEO-rendement

Standaard wordt een maximum temperatuur gesteld waarmee het te lozen oppervlaktewater mag worden afgekoeld ten opzichte van de temperatuur van het oppervlaktewater. Door stroming van het oppervlaktewater via een relatief ondiep helofytenfilter, voordat deze door de warmtewisselaar stroomt, stijgt de watertemperatuur. Deze hogere temperatuur leidt tot een grotere hoeveelheid uit te koppelen warmte. Afhankelijk van de uitvoering van het helofytenfilter zal de watertemperatuur in de zomermaanden gemiddeld met 1-2 °C stijgen ten opzichte van de oppervlaktewater temperatuur. Dit is niet alleen voordelig voor het rendement van de TEO maar ook voor de fosfaat en stikstofverwijdering.

Als het helofytenfilter het water met bv. 1 extra graad zou opwarmen kan de deltaT worden vergroot naar 6 graden, wat resulteert in:

- Reductie van benodigd debiet naar 225 m<sup>3</sup>/h of;
- Toename te leveren warmte vanuit TEO na WP naar 5.850.000 kWh, dus ca. 1.000.000 kWh extra warmte (zie uitgangspunten voor de berekening in Box 1).



### Beschermt warmtewisselaar en reduceert onderhoud

De frequentie waarmee de warmtewisselaar moet worden doorgespoeld vermindert door de toepassing van het helofytenfilter. Voordat het water door de warmtewisselaar stroomt zijn veel deeltjes al verwijderd, hierdoor vindt minder aangroei in de warmtewisselaar plaats en is de installatie minder onderhoudsgevoelig.



ECOLOGIE-  
VERBETEREND



### Voorkomt schade aan flora en fauna

Het helofytenfilter wordt ontworpen met een deelstroom zodat vissen en andere waterorganismen een uitgang hebben uit het helofytenfilter voordat het water door de TEO stroomt. Het helofytenfilter zorgt ook voor een langzame instroomsnelheid. Dit is een concreet aandachtspunt voor TEO want bepaalde vissoorten kunnen gevoelig zijn voor inzuigen bij waterinnamepunt van het TEO-systeem. Daarnaast kan met drempels en een rooster verder worden voorkomen dat dieren in de TEO terecht komen.



### Brengt de natuur efficiënt in de wijk en stad

Helofytenfilters kunnen creatief worden ontworpen waardoor ze onderdeel zijn van een oeverstructuur, een wadi-systeem, park of natuurgebied. De helofyten (zoals riet) en het oppervlaktewater zorgen voor een leefgebied voor verschillende vogels, amfibieën en vissen, waarbij het helofytenfilter een belangrijke kraamkamerfunctie kan vervullen. Tegelijkertijd brengt het helofytenfilter de natuur direct in de wijk wat een plus oplevert voor de leefbaarheid. Hierdoor vervult een helofytenfilter een **dubbelfunctie** voor zowel waterverbetering, energieopwekking als extra natuurwaarde.



### Helpt tegen hittestress

**Meer groen en stromend water** in de stad zorgt voor verkoeling. Planten verkoelen de lucht door de verdamping van water, waarbij het stromende water in het helofytenfilter warmte opneemt. Zo draagt het helofytenfilter bij aan verkoeling in de wijk. De TEO zorgt vervolgens voor een verdere verkoeling van het oppervlaktewater. Zo koelen we het gebied stroomafwaarts van de installatie en reduceren de temperatuur van het water zodanig dat vissen geen / minder hittestress kunnen ervaren, wat > 25 °C voorkomt.



### Verkleind risico van zuurstofloosheid

De temperatuur en zuurstofgehalte van het door het TEO-systeem gebruikte water worden verondersteld de parameters te zijn die invloed zouden kunnen hebben op de ecologische waterkwaliteit van een waterlichaam. Een bijkomend voordeel van helofytenfilters zoals vloedvelden laten een robuuste zuurstofritmiek zien met hoge oververzadiging overdag en een korte zuurstofarme periode 's

nachts. De watertemperatuur zal dan ook nauwelijks invloed hebben op het gemiddelde DO-gehalte in een helofytenfilter. Hierdoor wordt het risico van **zuurstofloosheid in het oppervlaktewater verkleind**.



### Verbetering aan het lichtklimaat

Het lichtklimaat is een ecologische sleutelfactoren (ESF). Een mogelijk positief effect van het systeem kan liggen bij nagenoeg stilstaand water. Als een TEO-systeem daar wordt aangelegd, zal het systeem bij bedrijf in de zomer enige stroming genereren. Het helofytenfilter zal dan verder een bijdrage kunnen leveren aan het lichtklimaat, waarmee bijvoorbeeld algenbloei wordt beperkt door P-verwijdering.



### Recycling van grondstoffen

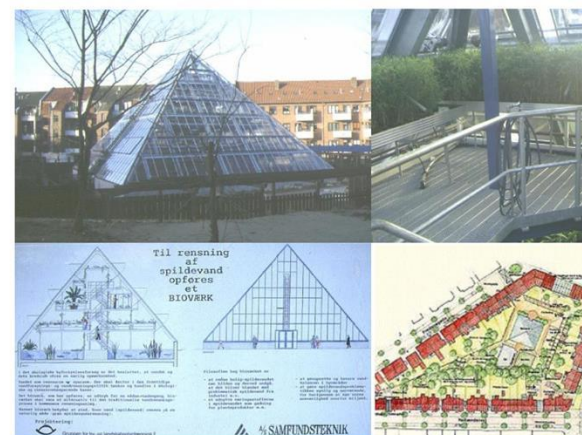
Door het opnemen van fosfor en stikstof uit het oppervlaktewater groeien de helofytenplanten. Regulier onderhoud houdt in om het jaar maaien van helofyten en eens in 5-10 jaar met krabben en baggeren verwijderen van het slib. Vervolgens kunnen deze gemaaide planten worden gebruikt als bodemverbeteraar in tuinen en de biologische landbouw. Hiermee draagt het ZOET concept dus bij aan de recycling van nutriënten door deze terug te winnen.

# TEOPASBAAR



## Flexibiliteit in uitvoeringsvorm

Helofytenfilters in combinatie met een TEO bieden flexibiliteit in het ontwerp waardoor ze inpasbaar zijn in vrijwel iedere bebouwde omgeving. Indien er voor een helofytenfilter minder ruimte beschikbaar is, kan door middel van een geoptimaliseerd ontwerp deelstroombehandeling worden toegepast. Hierbij wordt het oppervlaktewater via een deelstroom meerdere malen over het helofytenfilter geleid voordat deze voor de TEO stroomt. Hierdoor kan op een zeer beperkt oppervlak toch een hoog zuiveringsrendement worden gehaald en kan het helofytenfilter zeer compact worden ingebouwd in de stad (zie onderstaande figuur).



*De Piramide in de Deense stad Kolding. De glazen Piramide is ingepland in het binnenhof van een woonblok, een echohuis in 4 niveaus met plantenfilters die zorgen voor de natuurlijke zuivering van afvalwater afkomstig van het woonblok.*



## Flexibiliteit bij ingang / uitgang van TEO

Voor de toepassing van het helofytenfilter bij een TEO-installatie zijn 3 locaties mogelijk:

1. Voor het innamepunt van de TEO-installatie;
2. Als verticaal systeem nabij de technische ruimte van de TEO-installatie;
3. Na het uitstroompunt van de TEO-installatie.

De voorkeur gaat uit om een helofytenfilter voor het innamepunt van de TEO-installatie in de watergang te integreren. Het aandeel te verwijderen fosfor is hier het grootst, omdat de watertemperatuur op zijn hoogst is en de stroomsnelheid van het water goed te sturen is. Daarnaast neemt de temperatuur van het oppervlaktewater toe

door de langzame stroming door het helofytenfilter wat het rendement van de TEO-installatie ten goede komt. Deeltjes worden door het helofytenfilter afgevangen wat tot slot tot minder vervuiling van de waterwisselaar leidt en een besparing geeft op de onderhoudskosten.

Op het moment dat bij het innamepunt te weinig ruimte beschikbaar is om het helofytenfilter in te passen is een helofytenfilter na het uitstroompunt van de TEO-installatie een goed alternatief om toch fosfor te kunnen verwijderen. De watertemperatuur is echter wat kouder waardoor het aandeel fosfor dat verwijderd wordt lager is.

Indien bij het uitstroompunt ook geen ruimte beschikbaar is voor een helofytenfilter biedt een verticaal helofytenfilter dat nabij de technische ruimte wordt geplaatst een oplossing. Het zal tot hogere kosten leiden, maar geeft dezelfde voordelen als een helofytenfilter dat voor het innamepunt van de TEO-installatie geplaatst zal worden. Een nadeel van het verticale helofytenfilter is dat het water omhoog moet worden gebracht wat tot extra opvoerhoogte voor de pomp leidt. Het energieverbruik van de pomp neemt hierdoor toe, dit wordt echter ruimschoots gecompenseerd door het betere rendement van de TEO-installatie door opwarming van het oppervlaktewater.



## Grote van de installatie voor 1000 woningen

Voor 1000 woningen verwachten we iets van 270m<sup>3</sup>/h. Evenals bij een helofytenfilter vóór een TEO bepaalt ook hier de mate van deelstroombehandeling de capaciteit c.q. het ruimtebeslag van zo'n verticaal infiltratiefilter. Zie uitgangspunten voor de berekening in Box 1.





**Box 1: Uitgangspunten voor de berekening** van het benodigd debiet voor een TEO-installatie die voorziet in de warmtevraag van **1000 woningen**:

- Verdeling levering vermogen 30% vanuit TEO (basislast), 70% vanuit aardgasketel (pieklast)
- Verdeling levering warmte 70% vanuit TEO en 30% vanuit aardgasketel
- Vermogen 8 kW/WEQ
- Warmtevraag 30 GJ/WEQ
- Gelijktijdigheid 60%
- Totaal te leveren vermogen vanuit TEO voor 1000 woningen: 1500 kW
- Totaal jaarlijks te onttrekken warmte uit oppervlaktewater: 3.400.000 kWh
- Bij deltaT van 5 graden en stroomsnelheid 0,5 m/s betreft het benodigd debiet 270 m<sup>3</sup>/h
- WP met COP van 5, maakt hiervan 4.850.000 kWh



## Financieel

Het systeem is financieel aantrekkelijk om fosfor uit het water te verwijderen en ook voor het milieu, waterverbetering en waarde van grondstoffen.

**Extra geld** is te verdienen door nog meer warmte uit het water te halen dan met enkel TEO.

Vergeleken met toepassing van alleen TEO zal inzetten van een vooraf geplaatst helofytenfilter slechts weinig extra (pomp)energie vergen. Dit omdat twee keer gepompt moet worden bij wel dezelfde opvoerhoogte. Dit geldt ook voor deelstroombehandeling. Bij inzetten van het helofytenfilter na TEO is er **geen extra energieverbruik**.

Een helofytenfilter verwijdert echter ook andere componenten zoals BZV en N en krijg je een overall betere waterkwaliteit. De kosten voor alleen P-verwijdering zijn daarbij niet apart te berekenen, maar bijvoorbeeld voor een rietvloeiveld kunnen we uitgaan van ca. € 25 per m<sup>2</sup> aanlegkosten en € 0,25 per m<sup>2</sup> jaarlijkse beheerkosten.