



Effect aquathermie influent op rwzi Horstermeer

21 juni 2023

Verantwoording

Titel	Effect aquathermie influent op rwzi Horstermeer
Opdrachtgever	Stichting Waternet te Amsterdam
Projectleider	Paul Telkamp
Auteur(s)	Heleen Niele
Tweede lezer	Ronnie Berg
Projectnummer	1289450
Aantal pagina's	11
Datum	21 juni 2023
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Leeswijzer	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Temperatuurprofiel	5
2.3	Effluentkwaliteit en -eisen	6
2.4	Elektriciteits- en chemicaliënverbruik	7
3	Prognose 2030	7
4	Resultaten scenario's	8
5	Conclusie en discussie	11

Bijlage 1 Uitwerking temperatuurprofiel per scenario

Bijlage 2 Uitgangspunten rwzi Horstermeer

Bijlage 2a 1-STEP® filter

Bijlage 2b Uitgangspunten prognose

Bijlage 3 Worstcase RWA-pieken

1 Inleiding

Voor de wijk Kortenhoef in het beheersgebied van Waternet loopt een haalbaarheidsonderzoek naar het gebruik van alternatieve warmtebronnen. Een van de mogelijkheden hiervoor is het toepassen van aquathermie op een influentpersleiding die naast de wijk loopt. Deze leiding loost op rwzi Horstermeer. Door warmteonttrekking uit het rioolwater, koelt het influent van de rwzi af, wat effect heeft op de biologische zuiveringscapaciteit van rwzi Horstermeer. Waternet wil voor een drietal onttrekkingsscenario's weten wat dit effect is en hoe het elektriciteit- en chemicaliënverbruik veranderen.

De warmteonttrekking zal plaatsvinden op een deelstroom van het totale influent. Deze influentdeelstroom kan warmt weer op door de menging met het overige influent dat niet afgekoeld is. De afkoeling in de deelstroom is dus groter dan de afkoeling van het totale influent bij rwzi Horstermeer. Op basis van het aandeel van de deelstroom op het totale debiet is de afkoeling bepaald.

Het effect van de temperatuurdaling op de effluentkwaliteit is berekend met de Ontwerp- en Terugrekentool versie 3.6 van TAUW. Vervolgens zijn de effecten van groei van de belasting en daling van de temperatuur berekend. Hieruit blijkt het effect van aquathermie op de effluentkwaliteit en het elektriciteit- en chemicaliënverbruik. De effluentkwaliteit is getoetst aan de effluenteisen, zodat Waternet kan bepalen of en in welke mate aquathermie acceptabel is in het kader van de zuiveringsprestaties van rwzi Horstermeer.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staan de belangrijkste uitgangspunten samengevat. De overige uitgangspunten staan in bijlage 1 en 2. Het effect van de groeiprognose voor 2030 op de zuiveringsprestaties staat in hoofdstuk 3. Vervolgens bestaat hoofdstuk 4 uit de uitwerkingen van de scenario's. In hoofdstuk 5 staan de conclusies. In bijlage 3 is een beschouwing op de effluentpieken bij RWA-omstandigheden toegevoegd.

2 Uitgangspunten

2.1 Inleiding

De belangrijkste uitgangspunten ten aanzien van de temperatuur en effluentkwaliteit staan in dit hoofdstuk. In bijlage 1 staan de overige uitgangspunten voor de bepaling van de temperatuurprofielen per scenario. In bijlage 2 staan de overige uitgangspunten voor de modellering van de waterlijn van rwzi Horstermeer.

De Ontwerp- en terugrekeningtool is gekalibreerd op de periode 2017-2019. In 2020-2021 was de gisting namelijk niet in bedrijf, waardoor deze periode niet representatief is voor de toekomst. De belasting in 2017-2019 was 137.000 i.e. à 150 gram TZV. De prognose voor 2030 is dat deze met 10 % toeneemt, dus tot circa 151.000 i.e. à 150 gram TZV.

2.2 Temperatuurprofiel

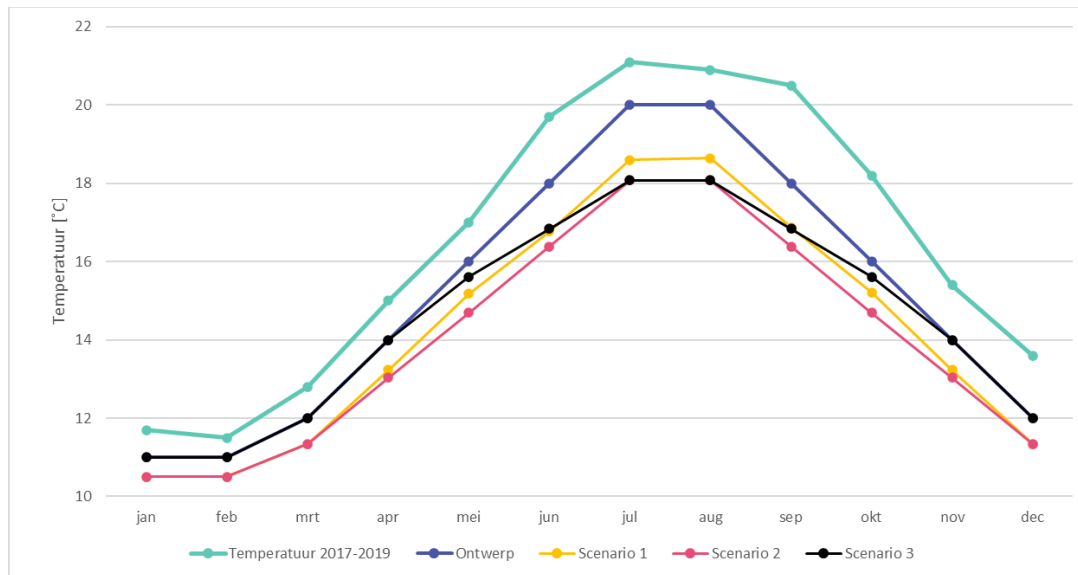
De temperatuur van het influent bepaalt enerzijds hoeveel warmte onttrokken kan worden en anderzijds de zuiveringsprestatie van rwzi Horstermeer. De temperatuursensor bij rwzi Horstermeer heeft de afgelopen jaren geen betrouwbare waarden geregistreerd. Waternet heeft zelf een profiel bepaald op basis van oudere historische gegevens dat de maandgemiddelde temperaturen voor 2017-2019 benadert. Dit profiel is gebruikt voor de kalibratie van de ontwerp- en terugrekeningtool en staat in figuur 2.1.

De temperatuur lag gemiddeld vrij hoog tussen 2017-2019. Er zullen ook koudere jaren komen, en ook dan mag aquathermie niet een te negatief effect op de zuiveringsprestatie hebben. Daarom is voor de prognose en de scenario's een ontwerp temperatuurprofiel gehanteerd, welke gemiddeld 1,3 °C lager ligt dan die van de kalibratie. Ook deze is weergegeven in figuur 2.1.

Er zijn drie aquathermiescenario's beschouwd. De afkoeling slaat op de afkoeling van de influentdeelstroom ter plekke van de warmteonttrekking:

1. 2 °C afkoeling tijdens de 'koudste' 6.760 uren en 4 °C afkoeling in de overige, 'warmste' uren van het jaar, gelimiteerd door de maximaal te onttrekken warmte (op basis van aangeleverde temperatuurtable)
2. Maximaal toegestane warmte-onttrekking op basis van de effluenteisen, gelimiteerd door de maximaal te onttrekken warmte (op basis van aangeleverde temperatuurtable)
3. Maximale onttrekking in de warmste maanden, gelimiteerd tot 15 °C en door de maximaal te onttrekken warmte (op basis van aangeleverde temperatuurtable)

Zie bijlage 1 voor de vertaling van bovenstaande scenario's naar de temperatuur van het influent op rwzi Horstermeer. Deze resultaten staan ook in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Temperatuurprofiel voor de scenario's (ontwerptemperatuur) en kalibratie op basis van 2017-2019 in de actiefslibtanks rwzi Horstermeer

Voor alle scenario's geldt dat het afgekoelde debiet circa 40 % uitmaakt van het totale debiet dat rwzi Horstermeer verwerkt.

2.3 Effluentkwaliteit en -eisen

Voor rwzi Horstermeer gelden strengere effluenteisen dan standaard in het Activiteitenbesluit vastgelegd. Ze staan samengevat in onderstaande tabel, samen met de effluentkwaliteit in de periode 2017-2019.

Tabel 2.1 Gemiddeld behaalde effluentkwaliteit in 2017-2019 en effluenteisen van rwzi Horstermeer

Omschrijving	Eenheid	2017-2019	Eis
N-totaal	mg N/l	3,3	5,0
P-totaal	mg P/l	0,2	0,5

Waternet wil ruim aan de effluenteisen blijven voldoen, ook in 2030. Dat betekent dat de scenario's moeten voldoen aan N-totaal onder 4 mg N/l of lager. Zo is er in de praktijk ruimte om calamiteiten op te kunnen vangen. Voor P-totaal is aangehouden dat de concentratie in de toekomst gelijk wordt gehouden aan de huidige waarde van 0,2 mg P/l, door extra metaalzout te doseren.

In bijlage 3 is beschouwd welke effluentconcentraties momenteel gemeten worden bij RWA-pieken, en hoe dit op basis van de kalibratie met de OWT berekend kan worden. In de winter kan bij een piekvracht van circa 1,5 een N-totaalconcentratie van ruim 20 mg N/l voorkomen. Deze bestaat voor de helft uit N-Kjeldahl en de andere helft uit nitraat. De gemeten pieken zijn meegenomen in de berekening van de effluentkwaliteit in bovenstaande tabel.

2.4 Elektriciteits- en chemicaliënverbruik

Het elektriciteitsverbruik is geïnventariseerd met het jaarverslag voor de beluchting en de pompen in het 1-STEP filter.

Tabel 2.2 Elektriciteits- en chemicaliënverbruik jaargemiddeld tussen 2017 en 2019

Omschrijving	Eenheid	Verbruik per jaar (2017-2019)
Elektriciteitsverbruik beluchting	MWh/j	1.237
Elektriciteitsverbruik 1-STEP	MWh/j	282
Metaalzoutdosering waterlijn	ton/j	425
Metaalzoutdosering 1-STEP	ton/j	8,2
Methanoldosering 1-STEP	ton/j	167

3 Prognose 2030

De uitgangspunten voor de prognose voor 2030 staan in bijlage 2b. De vuillast is met 10 % toegenomen en de temperatuur verlaagd naar de ontwerptemperatuur. De ontwerp- en terugrekenool is gebruikt om de waterkwaliteit van de afloop van de nabezinktanks te bepalen. De effluentkwaliteit na het 1-STEP is bepaald met behulp van bijlage 2a.

De effluentkwaliteit staat samengevat in onderstaande tabel. Om dezelfde P-effluentkwaliteit te behalen als in 2017-2019 is de chemische dosering verhoogd naar 0,48 mol Me: mol P.

Tabel 3.1 Effluentkwaliteit afloop nabezinktanks en effluent prognose 2030

Omschrijving	Eenheid	Afloop NBT	Effluent
N-totaal	mg N/l	9,2	3,4
N-NOx	mg N/l	6,9	1,6
N-Kj	mg N/l	2,3	1,9
P-totaal	mg P/l	0,4	0,2

Door de toegenomen vrachten verslechtert de N-effluentkwaliteit dus met 1,5 mg N/l. Dit komt door een stijging in nitraat; er is nog altijd voldoende aerob volume om ammonium om te zetten. De stijging komt voornamelijk door de lager gelegen ontwerptemperaturen. De verhoogde vuilvracht zorgt an sich slechts voor een toename van 0,3 mg N/l.

Bovenstaande prognose van de effluentkwaliteit is bepaald op basis van jaargemiddelde vrachten. Doordat de temperatuur in de prognose lager ligt dan in de kalibratie, en de vuilvracht 10 % hoger, is de verwachting dat de effluentpieken hoger zijn bij RWA-aanvoer dan momenteel. Het effect hiervan is niet meegenomen in berekening van bovenstaande concentraties. Er is in bijlage 3 wel bepaald in welke mate de effluentconcentraties bij deze pieken maximaal toenemen. Doordat er minder wisseltankvolume over is om bij te schakelen bij een RWA-piek, kan de N-totaalconcentratie met circa 10 mg N/l toenemen, waardoor de totale, maximale concentratie ruim 30 mg N/l wordt. Dit geldt voor piekfactor 1,5 in de koudste maand (februari).

Het energie- en chemicaliënverbruik uit 2017-2019 zijn als uitgangspunt gehanteerd voor de berekening van het verbruik in 2030. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het elektriciteitsverbruik van de pompen van het 1-STEP filter groeit met 10 %, net zoals de debietstoename in 2030
- De benodigde beluchtingsinbreng is berekend met de Ontwerp- en terugreken tool, welke gekalibreerd is op het verbruik in 2017-2019
- De metaalzoutdosering op de waterlijn neemt toe door twee zaken: enerzijds 10 % extra door de toename van de vuilvracht met 10 % in 2030. Anderzijds stijgt de dosering doordat deze extra vracht maar in beperkte mate door de bio-P bacteriën in de anaerobe tank kan worden opgenomen
- De metaalzoutdosering op het 1-STEP filter neemt met 10 % toe: de aanvoerconcentratie P-totaal blijft gelijk, maar de vracht neemt met 10 % toe
- De methanoldosering op het 1-STEP filter neemt toe door twee effecten: 10 % door de groeioprognose, en daarboven op nog door het hogere nitraatgehalte in de aanvoer van het 1-STEP filter

Het elektriciteits- en chemicaliën verbruik voor de prognose van 2030 staan in onderstaande tabel.

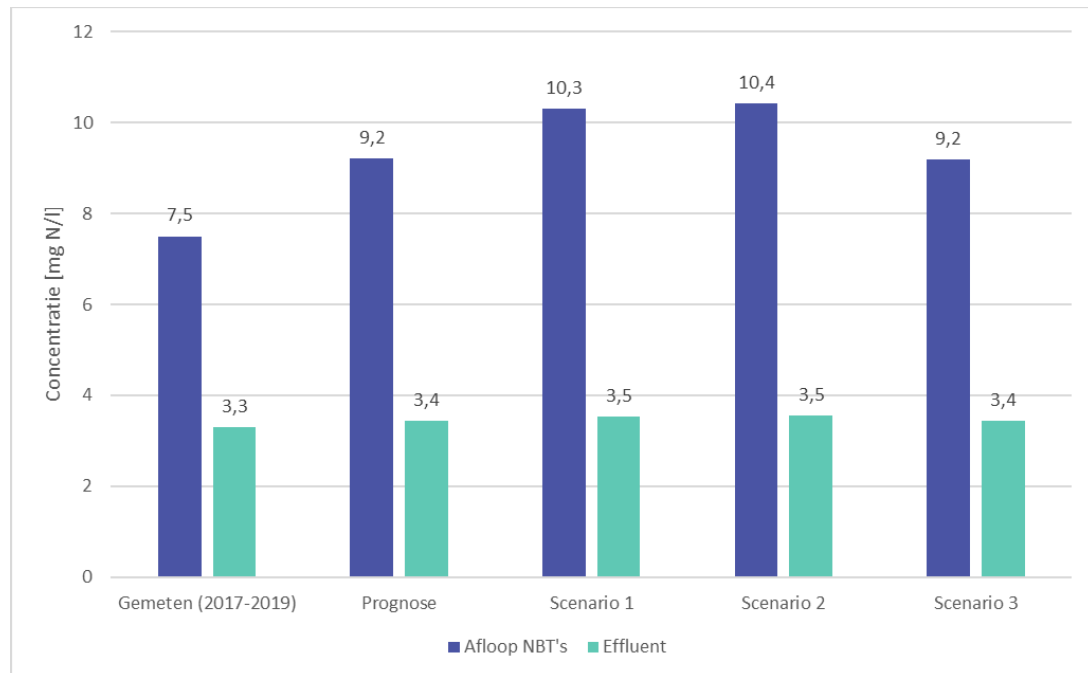
Tabel 3.2 Elektriciteits- en chemicaliënverbruik jaargemiddeld bij de prognose

Omschrijving	Eenheid	Verbruik per jaar
Elektriciteitsverbruik beluchting	MWh/j	1.313
Elektriciteitsverbruik 1-STEP	MWh/j	310
Metaalzoutdosering waterlijn	ton/j	543
Metaalzoutdosering 1-STEP	ton/j	9
Methanoldosering 1-STEP	ton/j	245

4 Resultaten scenario's

De temperatuurprofielen van de drie scenario's uit paragraaf 2.2 zijn in de ontwerp- en terugreken tool met de prognose voor 2030 ingevuld, om de effluentkwaliteit van de afloop van de nabezinktanks te berekenen. Vervolgens is met behulp van bijlage 2a de effluentkwaliteit van de bypass en het filtraat van het 1-STEP filter berekend.

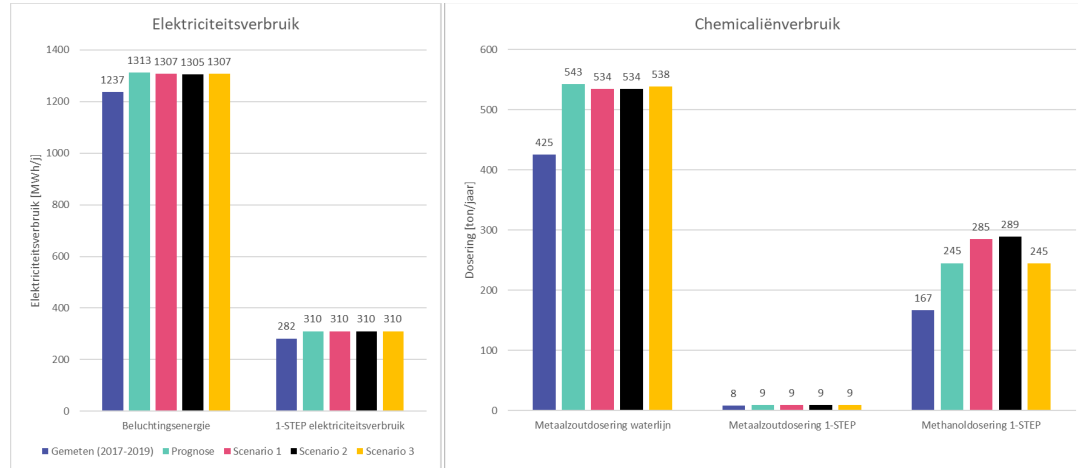
De jaargemiddelde N-effluentkwaliteit van de afloop van de nabezinktanks en het effluent is in onderstaand histogram weergegeven en wordt vergeleken met de kwaliteit in 2017-2019 en de prognose voor 2030 zonder aquathermie. Voor P-totaal geldt in alle gevallen dat de concentratie in de afloop van de nabezinktanks gelijk blijft (0,4 mg P/l) en in het effluent ook (0,2 mg P/l).



Figuur 4.1 N-totaalkwaliteit afloop nabezinktanks en effluent voor 2017-2019, prognose 2030 en de drie aquathermie scenario's

Ondanks dat de effluentkwaliteit in de afloop van de nabezinktanks significant slechter wordt, blijft de kwaliteit van het effluent goed. Deze neemt met slechts 0,1 à 0,2 mg N/l toe ten opzichte van de kwaliteit gemeten tussen 2017 en 2019, door een toename in nitraatgehalte.

De extra N-vracht in het influent kan verwijderd worden door extra lucht in te brengen. Het extra gevormde nitraat kan grotendeels op het 1-STEP filter verwijderd worden door extra methanol te doseren. Dit is terug te zien in het jaarlijks elektriciteits- en chemicaliënverbruik, samengevat in onderstaande histogrammen.



Figuur 4.2 Elektriciteitsverbruik en chemicaliënverbruik gemeten in 2017-2019 en berekend voor de prognose 2030 en de drie scenario's

De optelsommen voor het verbruik staan samengevat in onderstaande tabel. Ook is weergegeven met hoeveel procent het verbruik bij de scenario's is veranderd ten opzichte van de prognose. Deze percentages liggen lager dan 1 %, behalve voor de methanoldosering. In scenario's 1 en 2 stijgt deze significant met respectievelijk 16 % en 18 %. Dit is nodig om de hogere nitraatgehaltenes in de afloop van de nabezinktanks te verwijderen.

Tabel 4.1 Elektriciteits- en chemicaliënverbruik bij de huidige situatie, prognose 2030 en scenario's met aquathermie

Omschrijving	Eenheid	Gemeten (2017-2019)	Prognose 2030	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Elektriciteitsverbruik	MWh/j	1.519	1.623	1.618	1.615	1.618
Toename elektriciteitsverbruik	%	-	-	-0,3 %	-0,5 %	-0,3 %
Metaalzoutverbruik	ton/j	433	552	543	543	547
Toename metaalzoutverbruik	%	-	-	-2 %	-2 %	-1 %
Methanolverbruik	ton/j	167	245	285	289	245
Toename methanolverbruik	%	-	-	16 %	18 %	0 %

5 Conclusie en discussie

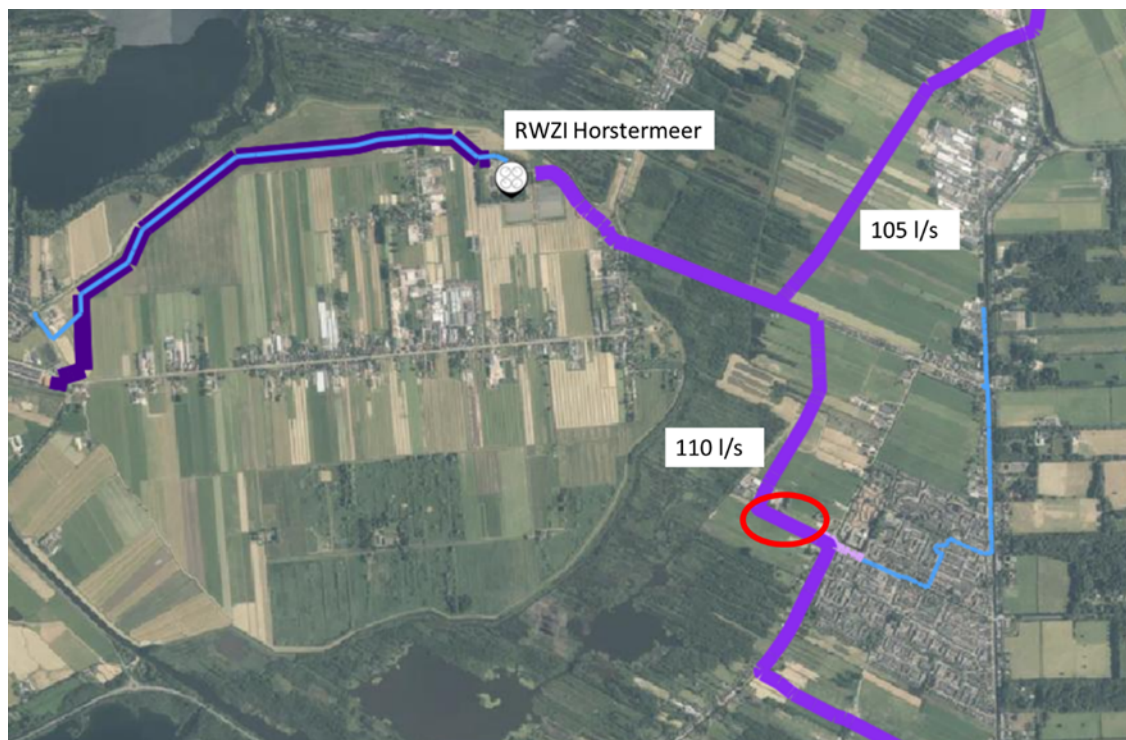
In deze studie is beschouwd wat het effect van aquathermie op het influent rwzi Horstermeer is op de effluentkwaliteit en het energie- en grondstoffengebruik van de rwzi, in een relatief koud jaar en uitgaande van 10 % groei van de vuilvracht. Uitgangspunten zijn dat circa 40 % van het influent afgekoeld wordt, en dat effect van de bodemtemperatuur buiten beschouwing is gelaten. Onderstaand volgen puntsgewijs de conclusies.

De prognose en scenario's zijn beschouwd voor een koud jaar. Op deze manier is het maximale effect van aquathermie op de zuiveringsprestatie van rwzi Horstermeer in beeld gebracht. In de praktijk ligt de temperatuur in sommige maanden enkele graden hoger. Dit kan bijvoorbeeld betekenen, dat er in de praktijk in een gemiddeld of warm jaar meer warmte onttrokken kan worden, zonder dat er nieuwe knelpunten ontstaan. De conclusies van dit rapport wijzigen niet.

- De groeiprognose heeft het grootste effect op de zuiveringscapaciteit van rwzi Horstermeer. Het energieverbruik en chemicaliënverbruik nemen toe, ongeveer met hetzelfde percentage als waarmee de vuilvracht toeneemt. De effluentkwaliteit bij DWA-omstandigheden blijft vrijwel gelijk, omdat het 1-STEP filter de hogere concentraties uit de afloop van de nabezinktanks nog steeds goed kan verwerken. Bij pieken wordt dit filter echter gebypast, en stijgen de concentraties aanzienlijk van 20 naar ruim 30 mg N-totaal/l. Deze toename wordt veroorzaakt door een tekort aan extra bij te schakelen belucht volume, wat leidt tot ammoniumuitspoeling. Aangezien het om momentane pieken gaat, is de bijdrage aan de N-totaal effluentkwaliteit beperkt
- Het verschil tussen de prognose zonder aquathermie en de scenario's met aquathermie is klein. De effluentkwaliteit verandert nauwelijks en voldoet nog ruim aan de effluenteisen voor rwzi Horstermeer. Het elektriciteitsverbruik neemt een klein beetje af doordat de zuurstofinbreng efficiënter is bij een koudere temperatuur. Het methanolverbruik neemt toe in scenario's 1 en 2, om de hogere nitraatgehaltenes door afkoeling in de winter te compenseren. Bij scenario 3 blijft het verbruik gelijk, omdat er in de winter geen warmte onttrokken wordt, en de nitraatgehaltenes dus gelijk blijven ten opzichte van de referentiesituatie en er is in de zomermaanden ruim voldoende capaciteit om de warmte-onttrekking te compenseren. De metaalzoutdosering neemt af, door de hogere slibproductie bij lagere temperatuur in de actiefslibtanks. Bij piekvrachten wordt geen significante toename van de effluentwaarden verwacht ten opzichte van de prognose zonder aquathermie
- Kortom: op basis van deze studie kan gesteld worden dat het toepassen van aquathermie een beperkt effect heeft op de effluentkwaliteit en het energie- en grondstoffenverbruik van rwzi Horstermeer

Bijlage 1 Uitwerking temperatuurprofiel per scenario

De warmte-onttrekking zou plaatsvinden naast de wijk Kortenhoef (Gemeente Wijdmeren), zie rode ellips in onderstaande figuur. Het gaat om 110 l/s, oftewel 396 m³/h. De persleiding ligt in grondwater, is gemaakt van asbestbeton en heeft een diameter van 1,5 meter. De afstand tot rwzi Horstermeer is circa 3 kilometer.



Figuur B1.1 Locatie warmte-onttrekking en onttrekkingsdebiet

De maximale energie die onttrokken kan worden uit rioolwater hangt af van de temperatuur. In onderstaande tabel is weergegeven met hoeveel graden het water maximaal af kan koelen door aquathermie, afhankelijk van de temperatuur.

Tabel B1.1 Maximaal mogelijke afkoeling rioolwater met aquathermie afhankelijk van de watertemperatuur

Temperatuur rioolwater [°C]	Maximale afkoeling
21	5,5
20	5,0
19	4,6
18	4,2
17	3,8
16	3,4
15	2,9
14	2,5
13	2,1
12	1,7
11	1,3

Vooraf in de warme maanden kan veel warmte onttrokken worden, terwijl dan weinig warmte voor woningen nodig is. Daarom zal dit met een WKO-systeem opgeslagen worden, zodat de warmte later in koudere maanden aangesproken kan worden.

In de vorige versie van dit rapport is de afkoeling van het influent van rwzi Horstermeer bepaald met het STEVAL-model van Syntraal. Er is echter naar voren gekomen dat dit model voor locatie Horstermeer niet op correcte wijze rekening houdt met afkoeling/opwarming door de bodemtemperatuur. Het model gaf een te rooskleurig beeld van opwarming door de bodem. Daarom is in deze versie voor een simpelere aanpak ten aanzien van de temperatuurbepaling gekozen:

- De deelstroom die voor riothermie gebruikt wordt koelt af, de afkoeling verschilt per scenario. Vervolgens is het effect van de bodemtemperatuur op de temperatuur van de deelstroom niet meegenomen (noch opwarming, noch afkoeling)
- De temperatuur van het influent is bepaald naar rato van het aandeel debiet van de deelstroom (riothermie) en het aandeel van de overige stromen

In deze bijlage is per scenario beschreven wat de temperatuurdaling bij aquathermie en dien te gevolge bij rwzi Horstermeer is.

Scenario 1: onderscheid koude en warme uren

In dit scenario wordt tijdens de 6.760 koudste uren zoveel warmte met aquathermie onttrokken dat het water met 2 °C afkoelt. In de overige warmste uren wordt 4 °C onttrokken. Dit wordt gelimiteerd op de maximaal mogelijke afkoeling uit Tabel B1.1 Daarna stroomt het afvalwater 3 km door een persleiding naar rwzi Horstermeer, waar het met het overige afvalwater gemengd wordt. In onderstaande tabel is per maand benoemd hoeveel procent van de uren koud en hoeveel warm zijn. Daarnaast is met lineaire interpolatie de gemiddelde afkoeling in die maand bepaald. Vervolgens is naar rato bepaald wat de afkoeling op de rwzi is.

Tabel B1.2 Afkoeling bij scenario 1

Maand	Aandeel koude uren	Afkoeling aquathermie	Afkoeling op rwzi	Temperatuur op rwzi
Jan	100 %	1,3	0,5	10,5
Feb	100 %	1,3	0,5	10,5
Mrt	100 %	1,7	0,7	11,3
Apr	100 %	2,0	0,8	13,2
Mei	94 %	2,1	0,8	15,2
Jun	41 %	3,2	1,2	16,8
Jul	19 %	3,6	1,4	18,6
Aug	23 %	3,5	1,4	18,6
Sep	54 %	2,9	1,1	16,9
Okt	98 %	2,0	0,8	15,2
Nov	100 %	2,0	0,8	13,2
Dec	100 %	1,7	0,7	11,3

Scenario 2: maximaal mogelijke afkoeling

Op basis van de temperatuur van het rioolwater en de maximaal mogelijke afkoeling uit tabel B1.1 is per maand bepaald met hoeveel graden het water maximaal afgekoeld kan worden. Deze temperatuurdaling is als uitgangspunt gebruikt voor de OWT-modellering van scenario 2. Er is gecontroleerd met de OWT-modellering of nog aan de effluenteisen voldaan wordt na deze daling. Het temperatuurprofiel staat weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B1.3 Afkoeling bij scenario 2

Maand	Afkoeling aquathermie	Afkoeling op rwzi	Temperatuur op rwzi
Jan	1,3	0,5	10,5
Feb	1,3	0,5	10,5
Mrt	1,7	0,7	11,3
Apr	2,5	1,0	13,0
Mei	3,4	1,3	14,7
Jun	4,2	1,6	16,4
Jul	5,0	1,9	18,1
Aug	5,0	1,9	18,1
Sep	4,2	1,6	16,4
Okt	3,4	1,3	14,7
Nov	2,5	1,0	13,0
Dec	1,7	0,7	11,3

Scenario 3: maximaal mogelijke afkoeling, gelimiteerd tot 15 °C

Scenario 3 is gelijk aan scenario 2, op het verschil na dat niet tot verder dan 15 °C gekoeld kan worden. De resultaten staan in onderstaande tabel.

Tabel B1.4 Afkoeling bij scenario 3

Maand	Afkoeling aquathermie	Afkoeling op rwzi	Temperatuur op rwzi
Jan	0,0	0,0	11,0
Feb	0,0	0,0	11,0
Mrt	0,0	0,0	12,0
Apr	0,0	0,0	14,0
Mei	1,0	0,4	15,6
Jun	3,0	1,2	16,8
Jul	5,0	1,9	18,1
Aug	5,0	1,9	18,1
Sep	3,0	1,2	16,8
Okt	1,0	0,4	15,6
Nov	0,0	0,0	14,0
Dec	0,0	0,0	12,0

Bijlage 2 Uitgangspunten rwzi Horstermeer

RWZI Horstermeer is een UCT-systeem welke in 1985 gerealiseerd is, en uitgebreid in 2014. De waterlijn bestaat onder andere uit twee straten met ieder een voorbezinktank, denitrificatietank, wisseltank, nitrificatietank en twee nabezinktanks. De rwzi heeft een 1-STEP® filter als nabehandeling. Verder is ook een gisting en ontwatering op locatie aanwezig, waarvan rejectiewater terug naar de waterlijn gevoerd wordt zonder aparte deelstroombehandeling. De dimensies van de onderdelen die nodig zijn voor de berekening van de effluentkwaliteit staan in onderstaande tabel.

Tabel B2.1 Dimensies actiefslibtanks en nabezinktanks

Omschrijving	Eenheid	Waarde
Actiefslibtanks		
Anaerobe tank	m ³	3.100
Predenitrificatietank	m ³	7.900
Wisseltank	m ³	6.250
Nitrificatietank	m ³	6.250
Nabezinktanks		
Aantal	stuks	4
Diameter	m	44
Kantdiepte	m	1,5

Om de OWT te kalibreren zijn data uit de jaren 2017-2109 gebruikt. Waternet heeft aangegeven dat de data uit 2020 en 2021 niet bruikbaar zijn, omdat de gisting toen buiten bedrijf was. De ruwe influentvrachten en centraatvrachten staan in onderstaande tabel.

Tabel B2.2 Ruwe influentvrachten, voorbezonden vrachten en verwijderingsrendement voorbezinktanks

Omschrijving	Ruwe influentvrachten [kg/d]	Centraatvrachten [kg/d]
CZV	13.862	227
BZV	5.803	-*
OB	6.920	40
N-Kj	1.464	125
P-totaal	183	30

* Niet gemeten, aangenomen dat de vracht te verwaarlozen is.

De voorbezonden vrachten worden maar beperkt gemeten. Het is niet mogelijk om hier goede voorbezinkrendementen uit af te leiden. Daarom zijn voor de meeste stoffen standaardwaarden gebruik (onderscheid ruw influent en deelstroom). Voor onopgeloste bestanddelen in ruw influent is de waarde zo gekozen dat de secundaire slibproductie gekalibreerd is. De rendementen staan in onderstaande tabel.

Tabel B2.3 Voorbezinkrendementen voor ruw influent en het centraat

Omschrijving	Ruw influent [%]	Centraat [%]
CZV	40	30
BZV	25	-
OB	50	40
N-Kj	5	5
P-totaal	10	5

Het gemiddelde, DWA-, RWA-debiet en de recirculatie debieten staan in onderstaande tabel.

Tabel B2.4 Debieten

Omschrijving	Eenheid	Waarde
DWA-debiet	m ³ /h	1.581
DWA-uren	h	14
RWA-debiet	m ³ /h	5.000
Gemiddeld dagdebiet	m ³ /d	24.646
Recirculatie B (predenitrificatie)	m ³ /h	7.750
Recirculatie C (wisseltank)	m ³ /h	7.750

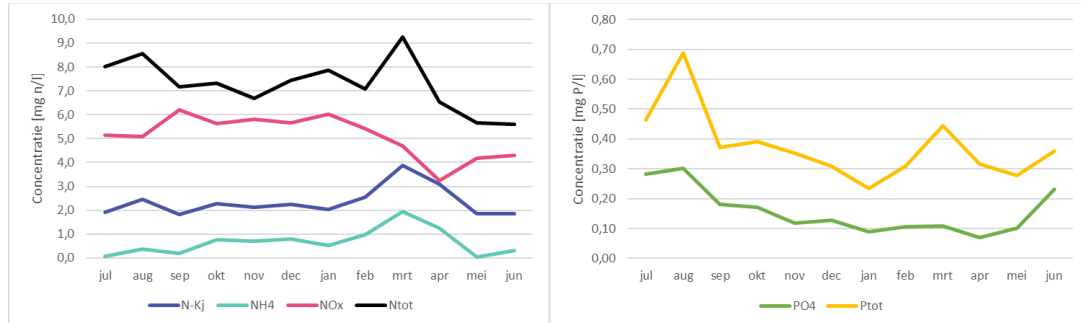
Het jaargemiddelde slibgehalte tussen 2017 en 2019 was 4,0 kg/m³ en de SVI gemiddeld 107 ml/g. Veiligheidshalve is als maximale SVI 120 ml/g aangehouden, om de belasting op de nabezinktanks niet te onderschatten. De slibproductie was circa 3.700 kg ds/d.

Om fosfaat te verwijderen wordt naast bio-P ook gebruik gemaakt van metaalzoutdosering. Tussen 2017 en 2019 werd gemiddeld 0,41 Me:P gedoseerd. Een deel hiervan was FeClSO₄ (300 ton/jr) en het andere deel Al(OH)Cl₂ (125 ton/jr). In de tool kan maar één type metaalzout worden ingevuld: er is gekozen voor FeClSO₄.

De jaargemiddelde effluentkwaliteit van de afloop van de nabezinktanks staat weergegeven in onderstaande tabel, daarop volgt een grafiek met de jaarlijkse trend.

Tabel B2.5 Jaargemiddelde effluentkwaliteit tussen 2017 en 2019

Omschrijving	Eenheid	Waarde
N-totaal	mg N/l	7,5
N-Kj	mg N/l	2,4
NH ₄ -N	mg N/l	0,7
NO _x -N	mg N/l	5,1
PO ₄ -P	mg P/l	0,2
P-totaal	mg P/l	0,4

Kenmerk
R001-1289450HNX-V03-kzo-NL


Bijlage 2a 1-STEP® filter

Een deel van de afloop van de nabezinktanks wordt vervolgens behandeld in het 1-STEP® filter. In onderstaande tabel staan de ontwerpgegevens van het filter.

Tabel B2.6 Dimensies en capaciteit 1-STEP® filter

Omschrijving	Eenheid	Waarde
Aantal	stuks	5
Capaciteit debiet	m ³ /h	1.550*
Capaciteit nitraat	kg N-NO ₃ /m ³ /d	350
Oppervlakte	m ² /stuk	28
Filterbed hoogte	m	1,5
Inhoud filterbed	m ³ /stuk	42

* Dit wordt 1.700 m³/h vanaf december 2023

Om nitraat te verwijderen wordt methanol gedoseerd, voor P-verwijdering Al(OH)Cl₂.

Hoeveel debiet per dag behandeld wordt door het 1-STEP filter wordt niet nauwkeurig gemeten. Dat wil zeggen dat er bij lage aanvoer over het filter gerecirculeerd wordt, waardoor de meting een hoger behandeld debiet aangeeft dan in werkelijkheid procentueel behandeld is. Deze meting geeft gemiddeld 22.561 m³/d aan. In de praktijk ligt dit dus lager, en wordt minder dan 92 % van het influent behandeld door de 1-STEP.

In totaal kan het filter maximaal 350*5*42 = 630 kg N-NO₃/d behandelen. In 2017-2019 heeft het filter gemiddeld 109 kg N-NO₃ kg/d behandeld. Het is daarom aannemelijk dat bij een toename van de concentratie in de aanvoer dezelfde concentraties in het filtraat behaald kunnen worden als in 2017-2019. De jaarlijkse filtraatvrachten en totale effluentvrachten staan in onderstaande tabel weergegeven. Tevens is afgeleid wat de vuilvracht in de bypass dan geweest moet zijn. Deze waarden zijn niet afhankelijk van het gemeten door het 1-STEP behandelde debiet.

Tabel B2.7 Daggemiddelde vuilvrachten in het 1-STEP filtraat, de bypass en het effluent

Omschrijving	Eenheid	1-STEP filtraat	Bypass	Effluent
N-totaal	kg N/d	54	42	96
NOx-N	kg N/d	10	33	43
NH ₄ -N	kg N/d	14	3	17
P-totaal	kg P/d	3,6	1,9	5,5

Bijlage 2b Uitgangspunten prognose

Waternet verwacht 10 % groei van de belasting op de waterlijn van rwzi Horstermeer in 2030. De 10 % groei is aangehouden voor de ruwe influentvrachten en debieten. Het RWA-debiet is verhoogd met de toename in DWA (dus minder dan 10 %).

Er spelen een aantal ontwikkelingen bij de gisting van rwzi Horstermeer die effect hebben op de samenstelling van het centraat:

- Doseren magnesiumchloride om fosfaat in struviet vast te leggen
- Sinds rwzi Weesp gerenoveerd is, komt er geen primair slib meer van Weesp. Er komt nog primair slib van rwzi Ronde Venen en secundair slib van rwzi Uithoorn

Voor de prognose voor 2030 worden de gemeten centraat concentraties uit 2022 aangehouden. Toen werd al magnesiumchloride gedoseerd, en bestond het externe slib uit slib van rwzi Ronde Venen en rwzi Uithoorn.

De centraatvrachten zullen toenemen door de groei van de belasting op de waterlijn, maar niet met dezelfde 10 %. 25 % van het slib dat in de gisting van rwzi Horstermeer verwerkt wordt komt namelijk van rwzi's Ronde Venen en Uithoorn, de overige 75 % is intern. De groei van 10 % geldt alleen voor rwzi Horstermeer, dus de centraatvrachten groeien met circa 7,5 %. In onderstaande tabel staan de centraatvrachten uit 2022 en de prognose voor 2030.

Tabel B2.8 Centraatvrachten in 2022 en de prognose voor 2030

Omschrijving	Eenheid	Centraatvracht 2022	Centraatvracht 2030
CZV	kg/d	198	213
NKj	kg/d	87	93
Ptot	kg/d	9	10
OB	kg/d	63	68

De toegenomen vrachten zijn ingevuld in de gekalibreerde ontwerp- en terugrekeningtool. De temperatuur is verlaagd naar de ontwerptemperatuur per maand. Het slibgehalte is verhoogd naar 4,2 kg ds/m³ voor iedere maand. Dit is het maximale gehalte dat de nabezinktanks kunnen verwerken.

Bijlage 3 Worstcase RWA-pieken

In de prognose voor 2030 neemt de vuilvracht met 10 % toe; en is een ontwerptemperatuurprofiel aangehouden, met lagere temperaturen dan in de praktijk 2017-2019. Door toepassing van aquathermie neemt de temperatuur nog verder af. Deze effecten hebben waarschijnlijk een negatief effect op de effluentconcentraties bij RWA-pieken. In deze bijlage zijn de volgende punten uitgewerkt, om deze verslechtering in kaart te brengen:

- Welke piekvrachten en effluentpieken werden in 2017-2019 gemeten?
- Kunnen deze berekend worden op basis van de kalibratie in de OWT?
- Welke pieken worden op basis van de OWT berekend voor de prognose in 2030?
- Welke pieken worden op basis van de OWT berekend voor de scenario's met aquathermie?

Er is niet beschouwd welk effect de verandering in piekconcentraties heeft op de jaargemiddelde effluentkwaliteit. Hiervoor zou namelijk een analyse op de hoogte van en het aantal piekvrachten gedaan moeten worden, en zou het effect van temperatuur meegenomen moeten worden. In deze bijlage is alleen gekeken naar de koudste maand en hoogste piekvracht; oftewel de worstcase situatie.

Huidige situatie

Met behulp van de OWT-berekening en metingen is onderzocht welke effluentwaarden verwacht worden bij RWA-pieken. Uit de berekening volgt per maand een aandeel belucht volume. Dit is een indicatie voor hoeveel wisseltank volume over is om bij een piek in die maand bij te schakelen als belucht volume, en zo ammoniumpieken te kunnen nitrificeren. Vervolgens is de vermindering aan denitrificatieruimte een indicatie voor de stijging van nitraat. Voor de prognose en scenario's wordt in de volgende hoofdstukken getoetst of en in welke mate de piekeffluentconcentraties toenemen.

De kalibratie geeft aan dat in de koudste maanden maximaal 79 % belucht volume nodig is om voldoende aerobe slijleeftijd tot stand te brengen (wisseltank + nitrificatietank). De wisseltank is opgedeeld in twee zones. Dit betekent dat in de winter meestal een van de twee zones aan staat. Bij een piek wordt de gehele wisseltank bijgeschakeld. De piekfactor voor stikstof in het influent is maximaal circa 1,5. Door extra belucht volume in te schakelen kan (een deel van) de ammoniumpiek genitriciseerd worden. Daarbij wordt ingeleverd op denitrificatieruimte. Bij piekwaarden is aangenomen dat het 1-STEP filter (grotendeels) gebypast wordt.

In onderstaande tabel is de berekening weergegeven voor welke effluentwaarden dan ongeveer verwacht kunnen worden in de koudste maanden bij een piekaanvoer. Uitgaande van 1.464 kg N/d in het influent bij DWA, waarvan dan 1.226 kg N/d omgezet wordt naar stikstofgas, en een effluentkwaliteit van ammonium 0,7 mg N/l en nitraat 5 mg N/l.

Tabel B3.1 Aanvoer en effluentconcentraties bij RWA-piek

Omschrijving	Eenheid	Waarde
Oxisch volume bij DWA	%	79
Ammoniumvracht influent RWA	kg N/d	2.196
Ammoniumvracht influent omgezet in oxische ruimte RWA	kg N/d	1.853
Ammoniumvracht in effluent RWA	kg N/d	343
Nitraatvracht minder omgezet bij RWA dan DWA	kg N/d	175
Ammoniumconcentratie effluent RWA	mg N/l	11
Nitraatconcentratie effluent RWA	mg N/l	11

In de praktijk worden bij vergelijkbare condities als in bovenstaande berekening maximaal waarden van circa 9,3 mg NH₄-N en/l en 9,9 mg NO_x-N/l gemeten (15 februari 2021). De berekening is dus iets conservatiever dan de praktijk, maar geeft een goed beeld van welke orde grootte concentraties verwacht kunnen worden bij een piekvracht. Voor de prognose en scenario's wordt dezelfde methode gebruikt om de piekwaarden te bepalen.

Prognose 2030

De maximaal benodigde aerobe ruimte in de prognose voor 2030 is 91 %. In feite zijn beide zones in de wisseltank dan al in gebruik. Dat betekent dat er geen tot weinig ruimte is om de extra ammoniumvracht op te vangen. Bij koude temperaturen onder de circa 12 °C zal de ammoniumconcentratie in het effluent aanzienlijk toenemen. Het gaat dan om ammoniumuitspoeling van circa 19 mg NH₄-N/l en nitraatwaarden van 10 mg N/l. In totaal komt stikstof dan op ruim 30 mg N/l uit. Vooral de toename van ammonium is problematisch, omdat ammonium toxisch is, en dus ook bij een tijdelijke verhoging al schadelijk.

Scenario's aquathermie

De verschillen in aerob volume wat in de winter maximaal nodig is tussen de prognose voor 2030 zonder aquathermie en de scenario's met aquathermie zijn klein: maximaal 2 %. Dit betekent dat de effluentwaarden bij een RWA-piek weinig toenemen ten opzichte van de berekende waarden in de prognose: 20 mg NH₄-N/l en 9 mg NO_x-N/l. N-totaal blijft dan ongeveer gelijk aan de waarde berekend voor de prognose 2030 zonder aquathermie: ruim 30 mg N/l.