

Datum 16 april 2021
Referentie 70391/FN/20210416
Betreft Haalbaarheidsstudie aquathermie Nijmegen | Dukenburg/Lindholt
Auteur Jens Arntz, Max de Kruijf
Gecontroleerd door Frank Niewold

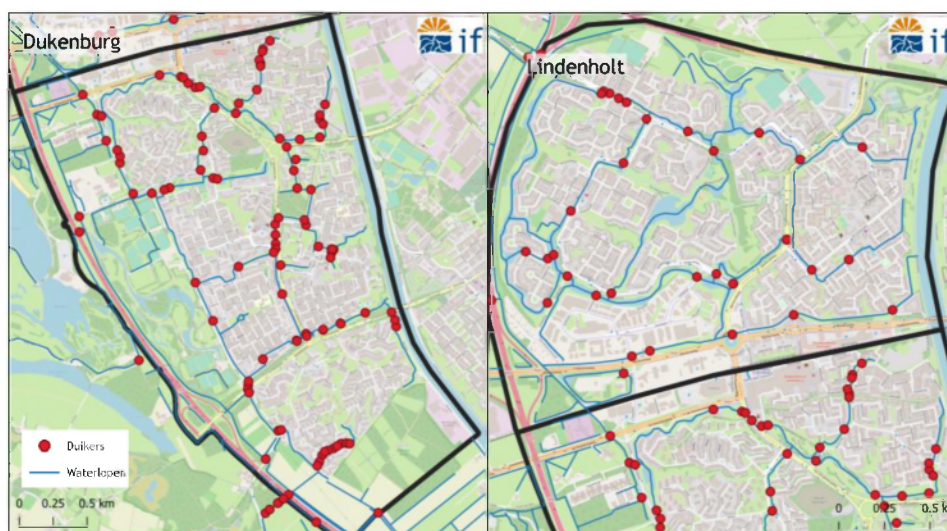
Thermische potentie aquathermie Dukenburg/Lindholt - Nijmegen

Deze notitie bevat de thermische potentieberekening van aquathermie in Nijmegen in de wijken Dukenburg en Lindholt. De notitie is opgebouwd uit allereerst een korte inleiding over de achtergrond van de studie, gevolgd door het doel en het plan van aanpak. Vervolgens zijn de door IF Technology gevonden resultaten met de conclusies en aanbevelingen weergegeven.

1

INLEIDING

IF Technology is benaderd om advieswerkzaamheden uit te voeren voor de gemeente Nijmegen om de thermische potentie in de watergangen in de wijken Dukenburg en Lindholt te bepalen. Zoals te zien is in Figuur 1 bevatten beide wijken veel watergangen. Deze watergangen staan veelal in verbinding via duikers. Aan de oostkant van Lindholt en Dukenburg stroomt het Maas-Waalkanaal. De stroming door de waterlopen in de wijken wordt voornamelijk veroorzaakt door kwel en regenval. De belangrijkste inlaat bij het Maas-Waalkanaal is niet gekoppeld aan de watergangen in de wijken, in plaats daarvan staat deze in verbinding met het achterland aan de westkant van de wijken. Verdamping van het water resulteert daarnaast ook nog in een lager watervolume in de watergangen. De gemeente Nijmegen is benieuwd of de winning van energie uit de oppervlaktewaterlichamen een rol kan spelen als duurzame warmtelevering in de wijken.



Figuur 1 | Wijkindicatie van 1) Lindholt en 2) Dukenburg, met duikers en waterlopen. Aan de oostkant van de wijken stroomt het Maas-Waalkanaal.

2 DOEL

Het doel van de haalbaarheidsstudie is om inzicht te krijgen in de thermische potentie (aquathermie) van de watergangen in de wijken Lindenholt en Dukenburg. Deze wijken hebben overwegend een warmtevraag, in deze studie is koudelevering niet meegenomen. Met deze studie in de hand kan bij toekomstige nieuwbouwprojecten of plannen ter verduurzaming van de bestaande bouw onderbouwd beargumenteerd worden of het zinvol is het aquathermietraject verder op te pakken en uit te werken.

Om tot het gewenste resultaat te komen, wordt de volgende hoofdvraag met de daarbij behorende deelvragen beantwoord.

- Wat is de thermische potentie in de watergangen in de wijken Lindenholt en Dukenburg?
 - Hoeveel oppervlaktewaterlichamen zijn er, hoe zijn deze verdeeld over de wijken en wat zijn de oppervlaktes hiervan?
 - Welke debieten zijn er in de watergangen en waar worden deze gemeten?
 - Wat is de thermische potentie uitgaande van stilstaande watergangen?
 - Wat is de thermische potentie aan de hand van debiet- en temperatuurdata verkregen vanuit het waterschap?
 - Hoe verhoudt de potentie zich door de jaren heen?

3 METHODE

De methodiek is in deze paragraaf kort toegelicht. Het aantal en de daarbij behorende oppervlaktes van de watergangen in beide wijken wordt bepaald middels openbaar beschikbare geodata. Het waterschap/gemeente heeft relevante watergegevens aangeleverd zoals temperatuur, debieten en stromingsrichtingen.

Deze data gelden als input voor het model van IF Technology om de thermische potentie te berekenen in de verschillende watergangen. Indien niet duidelijk is waar en hoe de debieten exact voorkomen in de watergangen, is er conservatief gerekend met stilstaand water. Stilstaand water bevat logischerwijs ook potentie, echter wel minder dan stromend water. Dit heeft te maken met eerder optredende thermische kortsluiting. Naast de thermische potentieberekeningen is gekeken of de potentie van bodemenergie een belemmerende factor is voor de winning van TEO in beide wijken.

De thermische potentie is bepaald door twee analyses uit te voeren over de watergangen in beide wijken. Allereerst is er met behulp van een GIS-analyse bepaald welke watergangen zich bevinden in de wijk, hiervoor is de GIS-kaart “Basiskaart Aquatisch” gebruikt¹. Dit geodatabestand bevat ook de bijbehorende oppervlaktes van deze waterlichamen, welke vervolgens gebruikt zijn in de potentieberekening. Deze data zijn vervolgens in het energetische model van IF gebruikt waardoor de thermische potentie is berekend van de watergangen in beide wijken.

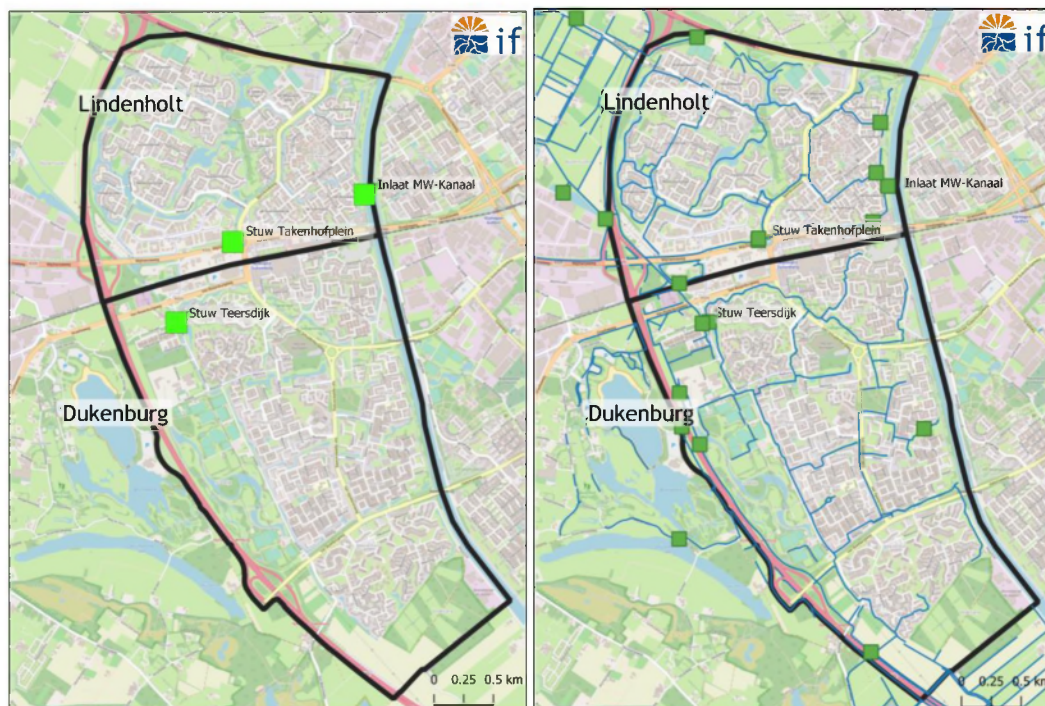
3.1 Informatie Waterschap Rivierenland

Temperatuur en debieten

Er is contact gelegd met het Waterschap Rivierenland, waaruit relevante waterdata is verkregen, zoals de debieten en temperaturen bij verschillende stuwen (locatie Teersdijk, Takenhofplein) en inlaten (MW-kanaal). De debieten zijn als dagelijkse data aangeleverd van de jaren 2014 t/m 2019. Het debiet is gemeten op dagelijkse basis. De watertemperatuur is gemeten op maandelijkse basis.

¹ https://www.pbl.nl/publicaties/Basiskaart_Aquatisch-de_watertypenkaart

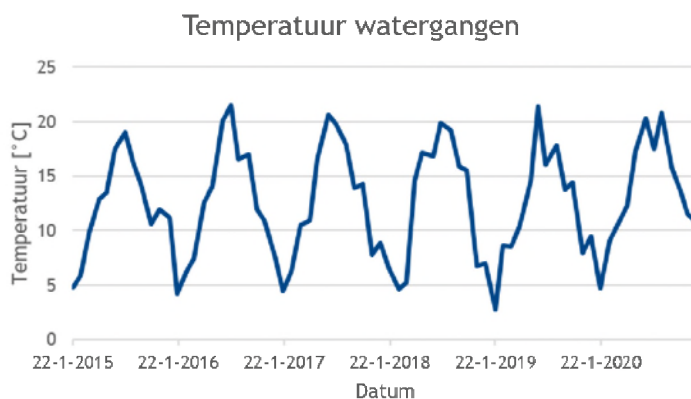
De debieten bij de stuwen geven een beeld van de afvoer van kwel en regenwater en de stromingsrichting en stroomsnelheid in de watergangen. De locatie van de relevante stuwen is weergegeven in Figuur 2 (links). De inlaat MW-kanaal gaat onder Lindenholt lang en komt stroomafwaarts van stuw Takenhofplein op de watergang uit, waarna het water richting het westen gaat. Het inlaatwater komt in zijn geheel niet ten goede aan Lindenholt en Dukenburg.



Figuur 2 | 1) Drie stuwen waar waterdata van wordt gemeten. Inlaat water vanuit het oosten, uitlaat richting het westen. 2) locaties van alle stuwen in de wijken. De rechter figuur geeft overige stuwen in het gebied weer.

Aangezien we in Nederland te maken hebben met ‘natte’ en ‘droge’ jaren, is het van belang om voor meerdere jaren de thermische potentieberekeningen uit te voeren. Dit zal namelijk resulteren in een minimaal te behalen potentie. Dit is belangrijk voor de looptijd van het aquathermiesysteem aangezien door klimaatveranderingen meer extreem weer en droge jaren verwacht zullen worden.

Figuur 3 geeft de watertemperatuur weer gemeten in Lindenholt. Deze temperatuur wordt als representatief beschouwd voor alle watergangen in de wijken.



Figuur 3 | Temperatuur watergangen in Lindenholt en Dukenburg.

Blauwalgen en botulisme zijn lokaal aanwezig in vooral de grotere waterlichamen. De koudere retourtemperatuur kan mogelijke vertraging van groei van deze biologische fenomenen zorgen, blijkt uit recentelijk onderzoek uitgevoerd binnen het Warming-up onderzoeksprogramma².

De waterdebieten bij de stuwen zijn weergegeven in Figuur 8, Figuur 9 en Figuur 10 in de bijlagen.

Diepte en breedte watergangen

Er is ook informatie ontvangen over de dieptes van de watergangen in de wijken. Met deze informatie wordt bepaald waar mogelijke in- en uitlaten van het TEO-systeem kunnen komen. Ook kan bepaald worden of de diepte een beperkende factor op de berekende potentie heeft.

Randvoorwaarden en kansen

Het waterschap hanteert in basis de uitgangspunten uit de handreiking voor de vergunningverlening bij koudelozingen. Op dit moment is de handreiking nog niet definitief vastgesteld. De kennis van de effecten van TEO op het aquatisch ecosysteem is nog zeer beperkt, wat de onderbouwing van grenswaarden bij criteria bemoeilijkt. Ook bleek dat er behoefte was aan differentiatie voor een groter aantal watertypen. En uit een aantal tests met praktijksituaties bleek dat de criteria voor vergunningverlening niet overal hanteerbaar waren. Het waterschap Rivierenland heeft aangegeven dat een delta T van 5 °C de ondergrens is. Maar het waterschap geeft ook aan dat de bovengrens niet is vastgesteld en ruimte biedt om meer warmte te winnen. De praktijk heeft laten zien bij een gerealiseerd TEO-systeem in Gorinchem dat een dT van 5 °C geen negatieve effecten op de ecologie had. De situatie van Gorinchem qua watertype is erg vergelijkbaar met Lindenholt en Dukenburg.

Het Waterschap Rivierenland ziet het als een kans om een project te verheffen tot een pilot met als doel om te kijken wat het effect van een flexibeler systeem (hogere dT) oplevert in relatie tot de business case en de waterkwaliteit. Een potentieel project in de watergangen van Lindenholt en Dukenburg heeft de potentie om als pilot ingezet te worden.

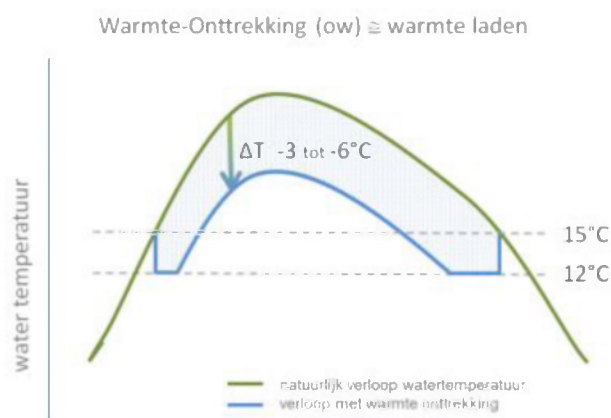
Het waterschap denkt ook na over een verdeelwerk voor Lindenholt, waarbij kwelwater uit het oosten van de wijk kan worden gestuurd naar het noordelijk en westelijk deel van de wijk om waterkwaliteitsproblemen te mitigeren. Dit biedt een kans voor een TEO-systeem om de waterkwaliteit te verbeteren door stroming en temperatuurverlaging en tegelijkertijd warmte te winnen uit oppervlaktewater.

² <https://www.aquathermie.nl/bibliotheek/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1891870>

In de volgende paragraaf wordt uitgelegd hoe de winning van energie plaatsvindt in een aquathermiesysteem en welke uitgangspunten zijn gehanteerd voor de berekening. Omdat het waterschap expliciet aangeeft dat er ruimte in de vergunde dT zit, hebben we een kleine aanpassing op de dT gemaakt. Deze aanpassing zorgt voor een optimalere warmteopslag in de bodem en een kleinere belasting op de ecologie. De gemiddelde dT over de TEO-onttrekkingsperiode is ca. 5,5 °C.

3.2 Energiewinning TEO-systeem

Als uitgangspunt om energie te winnen wordt uitgegaan van een minimum watertemperatuur van 15 °C. Dit is een eerste aanname en hier kan van worden afgeweken in overleg met het waterschap. Dit heeft echter te maken dat de retour idealiter niet onder de 12 °C mag komen wegens ecologische redenen (significante koude lozingen kunnen processen in het voedselweb vertragen). Daarnaast is een watertemperatuur van 15 °C ook wenselijk voor efficiënt gebruik van een warmte-/koudeopslag (WKO) systeem. Als het water een temperatuur van 18 °C of hoger heeft, zal de retour met een maximum van 6 °C worden afgekoeld, zoals weergegeven in Figuur 4. Het kan voorkomen dat de retour verder mag worden afgekoeld. Dit dient echter specifiek te worden onderzocht. Dit is in alle gevallen maatwerk en dient daarom in overleg met het waterschap te worden afgestemd.



Figuur 4 | Onttrekking- en lozingstemperatuur oppervlaktewater.

Thermische berekening voor stilstaande waterlichamen

De volgende berekening is gebruikt om de thermische potentie te bepalen voor stilstaande waterlichamen:

$$\frac{GJ}{jaar} = A * Z * dT * h * \frac{3,6}{10^6} * f_{interferentie_stilstaand} * f_{interferentie_stroming}$$

A = oppervlakte m²

Z = zelfkoelingsgetal = 26

dT = delta T oppervlaktewater = 5,5 °C

h = vollasturen = 2.000 uur

f_{interferentie_stilstaand} = correctie op interferentie = 0,56

De interferentie correctie is berekend met een gevalideerd rekenmodel van IF aan de hand van de methodiek uit Aparicio Medrano (2008) Urban Surface Water as Energy Source & Collector.

Deze berekening geeft een eerste grove inschatting van de thermische potentie. Echter is de potentie in dit geval sterk afhankelijk van stroming. Dit wordt in de volgende paragraaf uitgelegd.

3.3 Thermische berekening voor stromende waterlichamen

Stroming in waterlichamen heeft effect op het ontwerp van het TEO-systeem. Hoe constanter de stroming, hoe eenvoudiger het is om het ontwerp te optimaliseren tot op het punt dat de thermische potentie gelijk is aan stilstaand water. Echter hebben we in Dukenburg en Lindenholt te maken met een variabele stroming. Dit zorgt ervoor dat een TEO-systeem in de praktijk niet optimaal ingezet kan worden zonder interferentie. Aan de hand van de debieten bij de stuwen Takenhofplein en Teersdijk is onderzocht hoe groot de volatiliteit is gedurende 5 jaar (2014-2019). Om dat te bepalen zijn de volgende stappen gehanteerd:

- 1 Per kalenderjaar voor elk uur het debiet bij de stuwen bepaald;
- 2 Per kalenderjaar voor het jaar het gemiddelde uurdebiet bij de stuwen bepaald;
- 3 Per kalenderjaar voor elk uur het debiet gecorrigeerd met het gemiddelde uurdebiet;

Met stap 3 wordt gecorrigeerd voor interferentie in de watergangen waar een TEO-ontwerp niet flexibel in is bij variabele debieten. Daarin zijn twee mogelijkheden:

- 1 *Uurdebiet is hoger dan gemiddeld uurdebiet.* Bijv. uurdebiet (stap 1) is 125 m³/h, gemiddelde uurdebiet (stap 2) is 100 m³/h, gecorrigeerd debiet (stap 3) is 75 m³/h (gemiddelde minus absoluut verschil tussen stap 1 en 2).
- 2 *Uurdebiet is lager dan gemiddeld uurdebiet.* Bijv. uurdebiet (stap 1) is 25 m³/h, gemiddelde uurdebiet (stap 2) is 100 m³/h, gecorrigeerd debiet (stap 3) is 75 m³/h (gemiddelde minus absoluut verschil tussen stap 1 en 2).

Aan deze methode ligt ten grondslag dat een TEO-systeem kan op- en aftoeren tot een bepaald niveau. Echter wordt een TEO-systeem nooit op het maximale debiet gedimensioneerd. Dat is niet economisch rendabel (hoge kosten, weinig vollasturen). De TEO-systeem staan op vaste punten langs de watergangen.

In Tabel 1 zijn de correctiefactoren voor de variabele stroming gemeten bij de stuwen Takenhofplein en Teersdijk weergegeven. Voor de resultaten wordt gerekend met het gemiddelde waarbij Takenhofplein gekoppeld wordt aan Lindenholt en Teersdijk aan Dukenburg.

Tabel 1 | Correctiefactoren voor de variabele stroming gemeten bij de stuwen Takenhofplein en Teersdijk.

Jaar	2014	2015	2016	2017	2018	2019	gemiddelde
Takenhofplein	66%	73%	68%	71%	65%	41%	64%
Teersdijk	-	37%	34%	79%	33%	24%	42%

De formule uit de vorige paragraaf wordt aangepast naar:

$$\frac{GJ}{jaar} = A * Z * dT * h * \frac{3,6}{10^6} * f_{interferentie_stilstaand} * f_{interferentie_stroming}$$

$f_{interferentie_stroming}$ = correctie op interferentie = 0,64 (Lindenholt)

$f_{interferentie_stroming}$ = correctie op interferentie = 0,42 (Dukenburg)

4 RESULTATEN

4.1 Thermische potentie watergangen

Aan de hand van de geïdentificeerde waterlichamen en bijbehorende oppervlaktes middels GIS is de thermische potentie in de watergangen berekend voor de wijken Lindenholt en Dukenburg. De onderstaande tabel geeft een samenvatting van de gevonden resultaten op basis van de methodiek uit Hoofdstuk 3. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de beide wijken. Per wijk wordt er gekeken naar de totale wateroppervlakte om vervolgens de thermische potentie en de daarbij behorende woningequivalenten te berekenen. Voor het aantal woningequivalenten is uitgegaan van een gemiddeld verbruik van 40 GJ per woning. Dit geldt voor de bestaande bebouwing. Nieuwbouwwoningen hebben doorgaans een lager gebruik van 10 - 20 GJ/woning, waarmee de thermische potentie voor nieuwbouwwoningen 2 tot 4 keer zo groot is in relatief opzicht.

Tabel 2 | Watergangen met thermische potentie (stilstaand) in de wijken Lindenholt en Dukenburg.

Wijken	Oppervlakte van waterlichamen [m ²]	Theoretische potentie [GJ/jaar]	Woningequivalenten bestaande bouw [-]
Dukenburg	221.000	53.500	1.340
Lindenholt	276.000	101.000	2.550

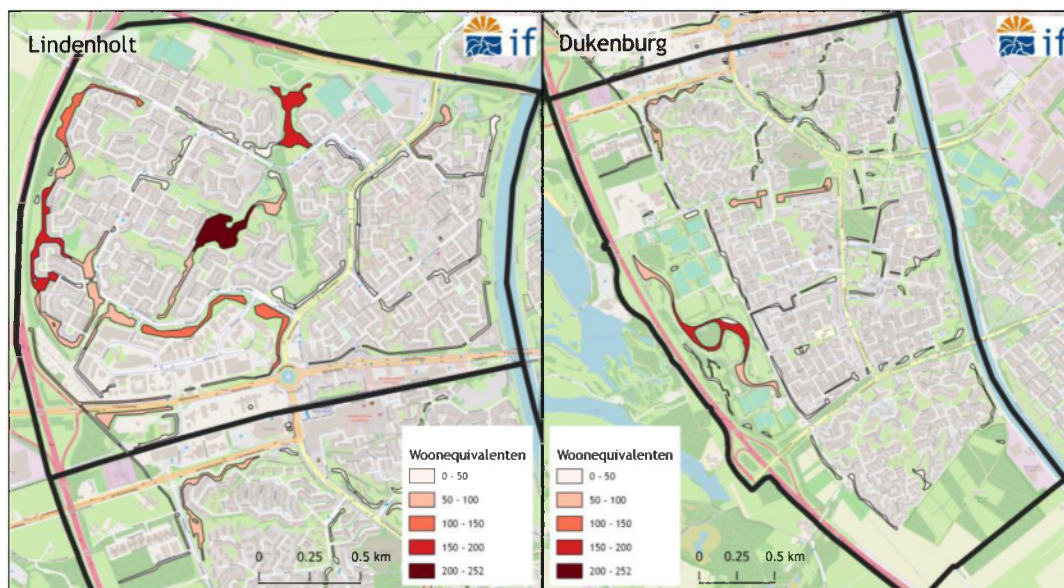
De watergangen in beide wijken zijn veelal verbonden via duikers. Dit houdt in dat de potentie van de watergangen die relatief klein zijn, toch groot kan zijn, omdat de totale oppervlakte van dit water significant groter kan zijn, doordat deze verbonden zijn via duikers. Toch is er een indicatie gemaakt over het aantal en de grootte van de oppervlaktewaterlichamen in beide wijken.

Tabel 3 | Indicatie grootte van de oppervlaktewateren

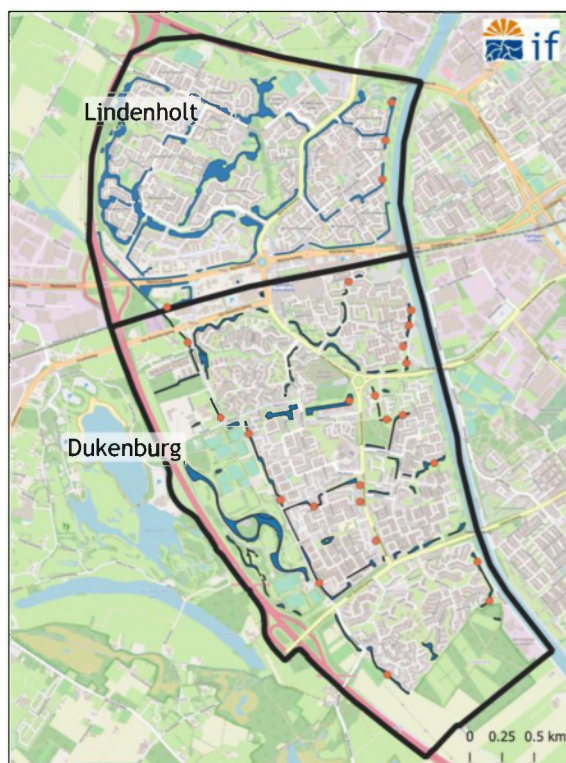
Wijken	Oppervlaktewaterlichamen > 1000 m ²	Oppervlaktewaterlichamen > 5000 m ²
Dukenburg	51	10
Lindenholt	46	16

Om toch een goed beeld te schetsen van de theoretische thermische potentie in de watergangen van de beide wijken, is een schaalafbeelding gemaakt waarbij duidelijk wordt hoeveel potentie zich in de watergangen bevindt op basis van het aantal woningequivalenten. Als verschillende waterlichamen aan elkaar gekoppeld zijn via een duiker dan kan deze potentie bij elkaar worden opgeteld. Een close-up variant van onderstaande afbeelding is weergegeven in Figuur 7 in de bijlagen.

Aangezien veel watergangen aan elkaar gekoppeld zijn via duikers is het belangrijk om bij het lezen van deze kaart rekening te houden dat dit de theoretische potentie is die uit de watergangen gehaald kan worden. Om een adequate wateraanvoer tussen de waterlichamen is een minimale diepte van 1 meter wenselijk. De gebieden waar de diepte van het water minder dan 1 meter is, zijn weergegeven in Figuur 6. Deze zijn bepaald op basis van aangeleverde peilgegevens van het waterschap en een N.A.P. van 6,20 m conform peilbesluit. Hierbij is de diepte bepaald ten opzichte van de vaste bodem.



Figuur 5 | Thermische potentie watergangen Lindenholt en Dukenburg op basis van woningequivalenten. De som van de waterlichamen bepalen de potentie.



Figuur 6 | Locaties (stippen) waterdiepte minder dan 1,0 meter t.o.v. de vaste bodem op basis van recente peilgegevens. Een diepte van minder dan 1,0 meter wil niet zeggen dat er geen potentie aanwezig is, maar op die specifieke locatie is het lastiger om een TEO-systeem te integreren.

4.2 Thermische potentie stuwen

Een stuw is een fysieke afscheiding tussen twee watergangen. Door deze fysieke afscheiding wordt het risico op interferentie verkleind. De data van de stuwen geeft de meest zekere inschatting van het thermische potentieel dat op die locatie voorbijkomt. Met de debieten en temperatuur bij de stuwen is de thermische potentie berekend. Tabel 4, Tabel 5 en Tabel 6 geven een inzicht in de resultaten per locatie. De potentie per jaar is gecorrigeerd naar het kleinste maximale vermogen van een jaar. Dat is voor Maas-Waalkanaal in 2016. Voor Takenhofplein en Teersdijk is dat respectievelijk in 2016 en 2015. Er kan bewust worden gekozen om een TEO-systeem te ontwerpen met een groter vermogen. Juridisch en technisch is een WKO-systeem flexibel om het ene jaar iets meer te laden/leveren dan het andere jaar. Echter geeft dit ook meer risico's in verband met leveringszekerheid. Daarom is met het kleinste maximale vermogen gerekend.

De resultaten laten zien dat er een grote mate van fluctuatie is tussen de jaren 2014 t/m 2019. Dit houdt in dat er een jaarlijks energetisch minimum is wat een aquathermiesysteem kan winnen. Een optimaal systeem (technisch en economisch) levert een zo constant mogelijk vermogen. Het valt op dat in 2018 en 2019 relatief veel water wordt ingelaten richting de wijken.

De rekenstap richting het aantal huishoudens is gebaseerd op een gemiddeld verbruik van 40 GJ per woning. Nieuwbouwwoningen hebben doorgaans een lager gebruik van 10 - 20 GJ/woning, waarmee de thermische potentie voor nieuwbouwwoningen 2 tot 4 keer zo groot is in relatief opzicht.

Het is belangrijk om te vermelden dat de thermische potentie van de watergangen en de stuwen niet optelbaar zijn. Bij de berekening van de watergangen is al rekening gehouden met een optimale inpassing, wat betekent dat het water bij de stuwen dus al is afgekoeld als het daar aankomt.

Tabel 4 | Thermische potentie inlaat Maas-Waalkanaal.

Jaar	Thermische potentie [GJ]	Woningequivalenten bestaande bouw[-]
2014	12.404	310
2015	7.950	199
2016	5.347	134
2017	10.565	264
2018	29.918	748
2019	21.626	541
Gem.	14.630	370

Tabel 5 | Thermische potentie uitlaat Takenhofplein.

Jaar	Thermische potentie [GJ]	Woningequivalenten bestaande bouw[-]
2014	40.994	1.025
2015	36.113	903
2016	59.772	1.494
2017	49.146	1.229
2018	69.402	1.735
2019	10.728	268
Gem.	44.360	1.110

Tabel 6 | Thermische potentie uitlaat Teersdijk.

Jaar	Thermische potentie [GJ]	Woningequivalenten bestaande bouw[-]
2014	-	-
2015	24.849	621
2016	38.480	962
2017	18.742	469
2018	19.504	488
2019	20.222	506
Gem.	24.360	610

4.3 Thermisch opslagpotentieel bodem

Het opslagpotentieel van de bodem van warmte voor open bodemenergie wordt ingeschat op 950 GJ/ha/jaar. In Tabel 7 is het opslagpotentieel weergegeven in energie en woningequivalenten. Het opslagpotentieel overstijgt het aanbod vanuit oppervlaktewater ruimschoots. Dit betekent dat de bodem geen beperkende factor speelt bij de toepassing van TEO.

Tabel 7 | Thermisch opslagpotentieel bodem Lindenholt en Dukenburg.

Wijk	Oppervlakte [ha]	Thermische potentie bodem [GJ]	Woningequivalenten [#]
Lindenholt	766	727.700	18.200
Dukenburg	720	684.000	17.100
Totaal	1.486	1.411.700	35.300

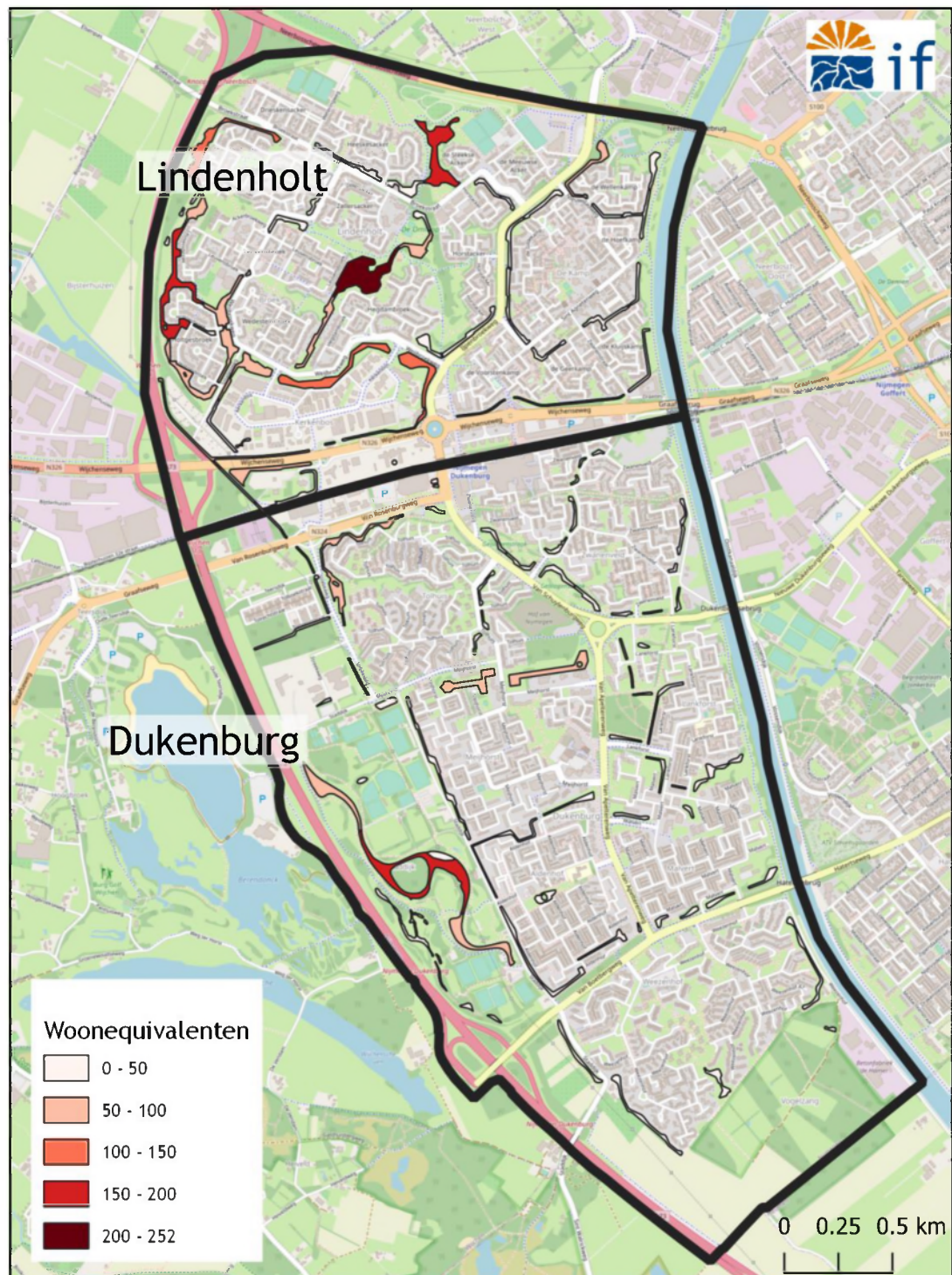
5 CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

Voor de wijken Lindenholt en Dukenburg is het thermische potentieel van het oppervlaktewater berekend aan de hand van debiet- en temperatuurdan van 2014 t/m 2019. In Lindenholt en Dukenburg bevinden zich veel watergangen die via duikers met elkaar in verbinding staan. Watertoevoer in de wijken is voornamelijk regen en kwel. In het westen van Lindenholt en Dukenburg bevinden zich twee stuwen bij het Takenhofplein en de Teersdijk, die water afvoeren richting het westen. Daarnaast is er een inlaat in het oosten vanuit het Maas-Waalkanaal, die langs de wijken stroomt en water afvoert richting het westen. Bij deze drie stuwen is de thermische potentie berekend van het oppervlaktewater. Bij deze stuwen (inlaat MW-kanaal, Takenhofplein en Teersdijk) is het thermische winbare potentieel gelijk aan respectievelijk ca. 370, 1.110 en 610 bestaande woningen. Voor nieuwbouwwoningen is dit potentieel 2 tot 4x zo groot. Wel kan geconcludeerd worden dat de debieten door de jaren heen erg fluctueren.

Met de thermische potentie bij de stuwen wordt geen rekening gehouden met het opslagpotentieel van het aanwezige oppervlaktewater in de wijken. Dit water dient in de zomer namelijk als een grote zonnecollector. Met de data bij de stuwen Takenhofplein en Teersdijk is een methode gehanteerd om de stroming te in de watergangen te bepalen. Door de fluctuatie in de waterafvoer per jaar, per dag en per uur moet gecorrigeerd worden in het maximaal haalbare vermogen dat in de praktijk kan worden toegepast zonder interferentie tussen systemen te krijgen. Voor Takenhofplein en Teersdijk betekent dat een correctie van 0,64 en 0,42 op de potentie van het uitgangspunt van stilstaand water. Daarnaast zijn 1D-interferentieberekeningen gemaakt voor stilstaand water, waarbij voor dit watertype een correctiefactor van 0,56 is toegepast. Het resultaat is een thermische potentie van oppervlaktewater in Lindenholt en Dukenburg van respectievelijk 2.550 en 1.340 bestaande woningen.

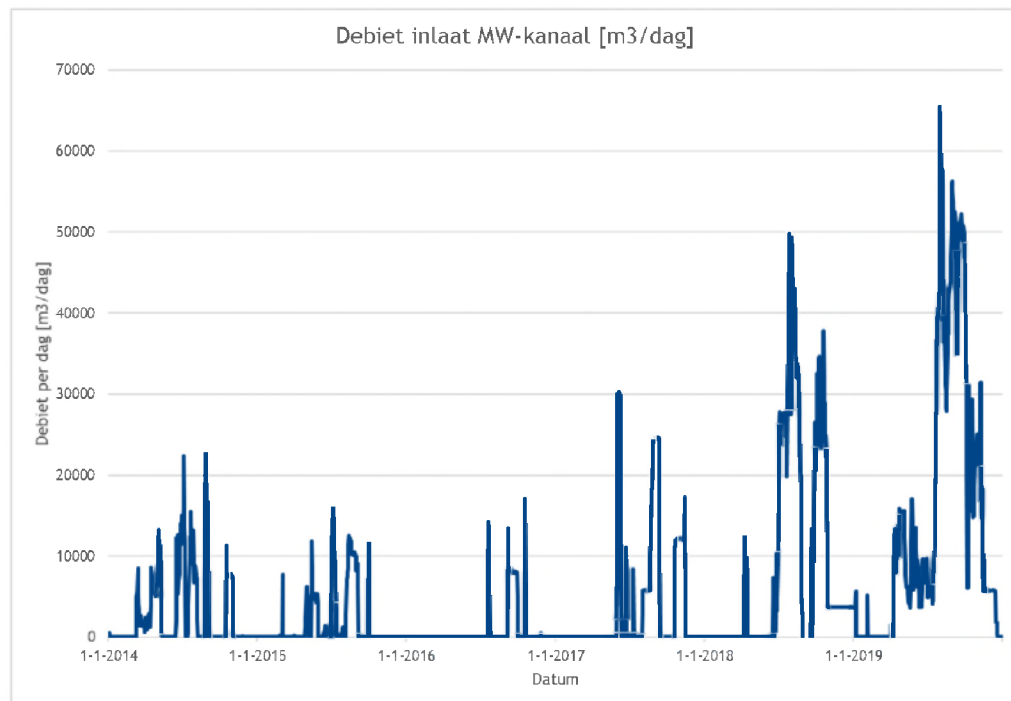
Ten opzichte van het totale woningbestand in Lindenholt (6.380 woningen) en Dukenburg (10.700 woningen) kan een aanzienlijk deel van de wijk worden verwarmd uit de omliggende watergangen.

Het wordt aanbevolen om te kijken hoe de thermische potentie in de wijken past binnen de aanwezige warmtebronnen in de gemeente Nijmegen. Een belangrijke vervolgstap zou zijn om in te zoomen op een bepaalde locatie waar energie gewonnen zou kunnen worden uit het water. Hierbij kunnen nauwkeurig de randvoorwaarden voor aquathermie naast de mogelijke potentie worden gehouden. Er kan dus in detail naar het water gekeken worden. Hierbij kan dus een bepaald gebied in een wijk als pilot worden gekozen in samenwerking met het waterschap. Hiervoor zou een nieuwbouwlocatie de voorkeur genieten boven een bestaande bouwlocatie, vanwege de inpasbaarheid van het systeem.

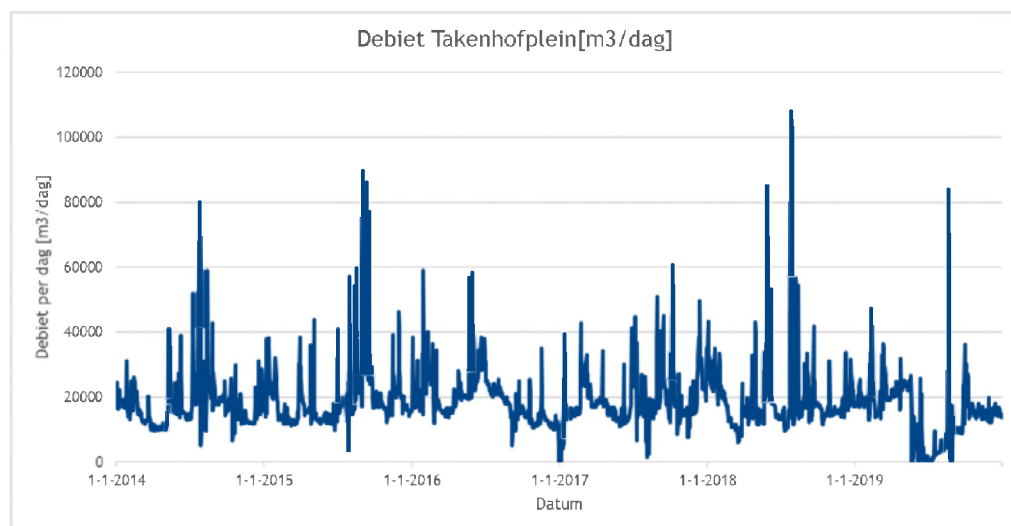


Figuur 7 | Close-up thermische potentie watergangen Lindenholt en Dukenburg.

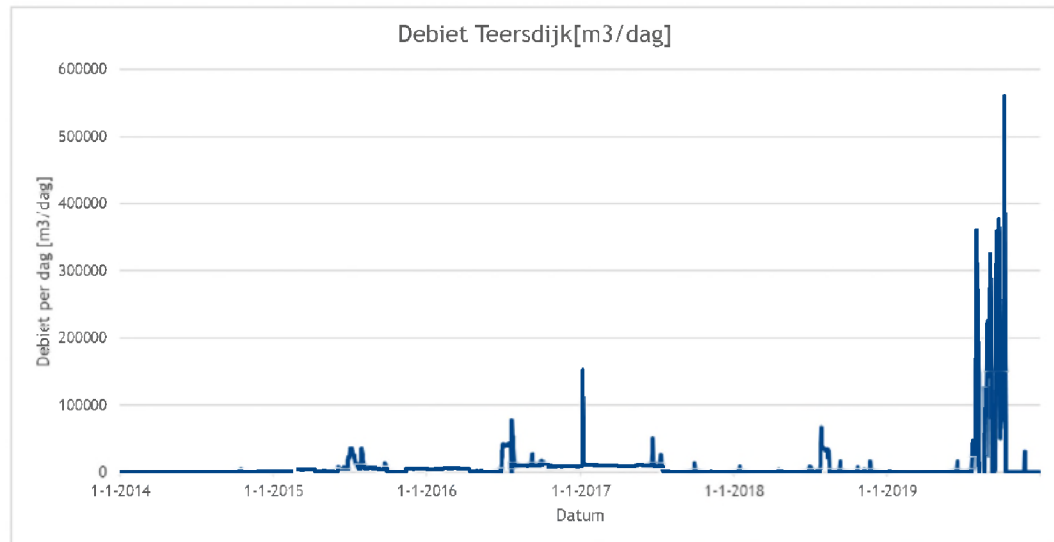
BIJLAGE 2



Figuur 8 | Debiet inlaat Maas-Waalkanaal.



Figuur 9 | Debiet uitlaat Takenhofplein.



Figuur 10 | Debiet uitlaat Teersdijk.