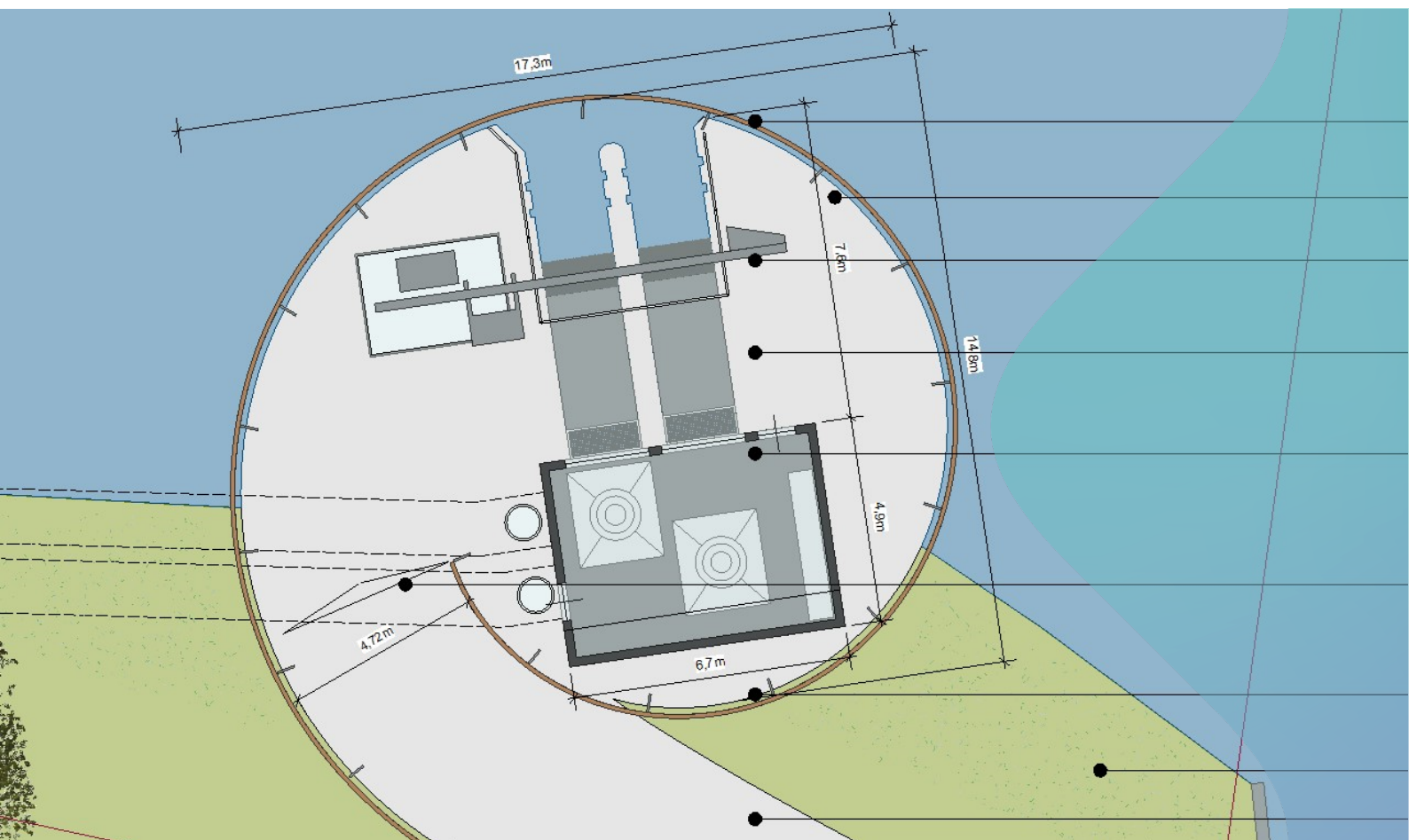




Hydraulisch onderzoek gemaal Heerhugowaard

Aanstroming nieuwbouw gemaal

27 augustus 2021

Kenmerk R001-1281494XCS-V02-mdg-NL

Verantwoording

Titel	Hydraulisch onderzoek gemaal Heerhugowaard
Opdrachtgever	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Projectleider	Harry Grevers
Auteur(s)	Chris van der Stoop
Tweede lezer	Ronnie Berg / Harry Grevers
Projectnummer	1281494
Aantal pagina's	22
Datum	27 augustus 2021
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Versie beheer

Versie	Omschrijving	Datum	Auteur
V01	Hydraulische analyse schetsontwerp en optimalisaties	03-05-2021	Chris van der Stoop
V02	Aanvulling situatie 3 o.b.v. architectonisch ontwerp	26-08-2021	Chris van der Stoop

Colofon

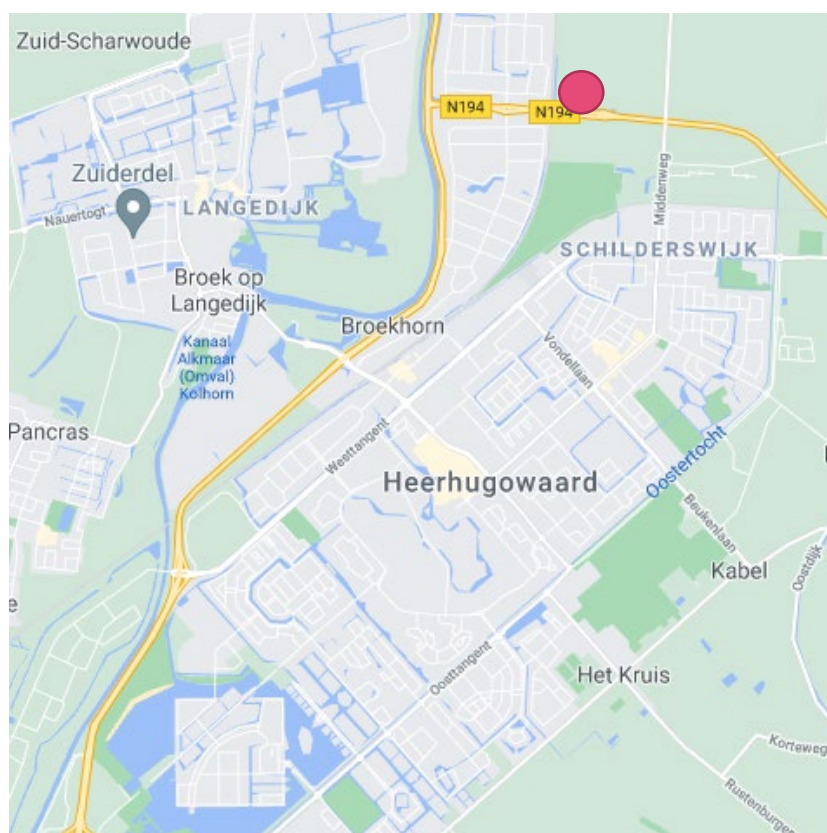
TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Gemaal Heerhugowaard	5
2.1	Huidige situatie	5
2.2	Nieuwe situatie	5
2.3	Doel hydraulisch onderzoek	6
3	Uitgangspunten	7
3.1	Uitgangspunten	7
3.2	Berekeningswijze	7
4	Resultaten	8
4.1	Situatie 1: De stuw verwijderen	8
4.1.1	Ontwerp	8
4.1.2	Aanstroming gemaal	8
4.2	Situatie 2: Bestaande poel dempen	11
4.2.1	Ontwerp	11
4.2.2	Aanstroming gemaal	12
4.3	Situatie 3: Architectonische ontwerp	14
4.3.1	Ontwerp	15
4.3.2	Aanstroming gemaal	15
5	Conclusie en aanbevelingen	18
5.1	Conclusie (situatie 1 en 2)	18
5.2	Conclusie (situatie 3)	18
5.3	Aanbevelingen	19
Bijlage 1	Specificaties van stromingsmodellen in COMSOL	20
Bijlage 1a	Specificaties situatie 1	20
Bijlage 1b	Specificaties situatie 2	21
Bijlage 1c	Specificaties situatie 3	22

1 Inleiding

Om de waterhuishouding in Heerhugowaard en het achterliggende landbouwgebied te verbeteren wil het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) een nieuw gemaal bouwen. Dit nieuwe gemaal moet een capaciteit krijgen van maximaal 110 m³/min en wordt gerealiseerd nabij het kruispunt van de N194 en N242. Op deze locatie stroomt het water vanuit zowel noordelijke als zuidelijke richting naar het nieuwe gemaal.



Figuur 1.1 Locatie nieuwe gemaal te Heerhugowaard (de magenta stip)

Door de beperkt beschikbare ruimte en de complexe aanstroming is door HHNK aan TAUW gevraagd om de stroming naar het nieuwe gemaal te modelleren middels een stromingsanalyse.

Leeswijzer

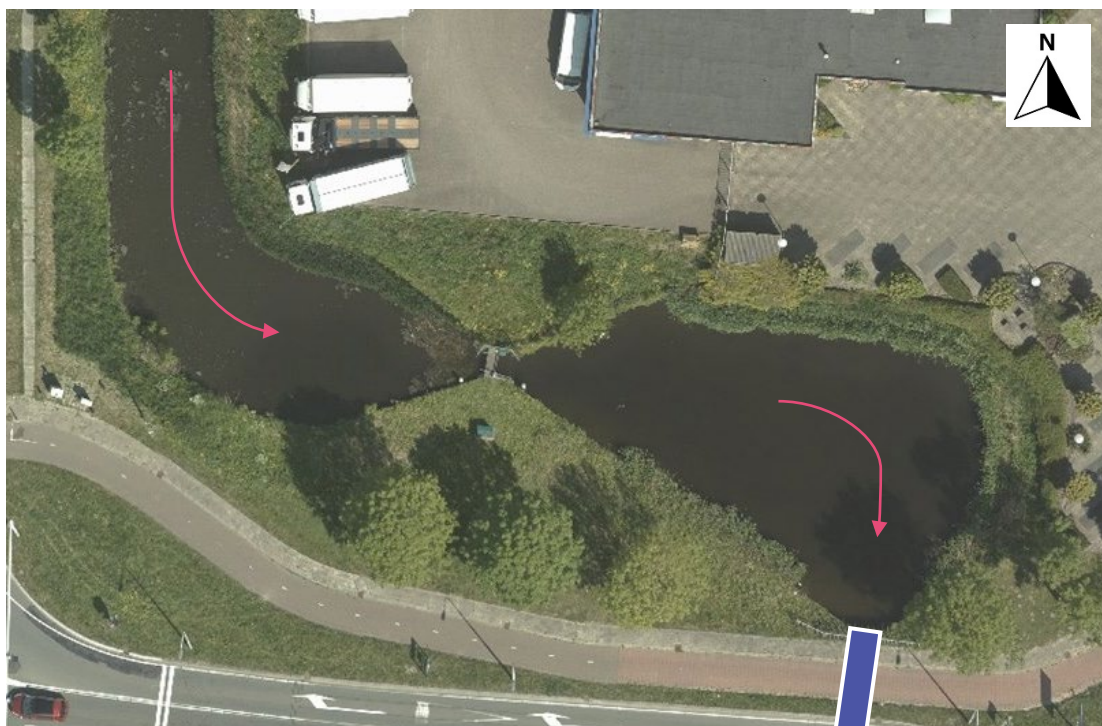
In dit document wordt in hoofdstuk 2 allereerst een toelichting gegeven op de huidige en toekomstige situatie. Hoofdstuk 3 benoemt de gehanteerde uitgangspunten voor de modellering. Voor de aanstroming naar het gemaal zijn allereerst de twee door HHNK opgegeven situaties gesimuleerd, in versie 2 aangevuld met een simulatie op basis van het architectonische ontwerp. De resultaten hiervan zijn te vinden in hoofdstuk 4. De conclusies en aanbevelingen zijn tot slot opgenomen in hoofdstuk 5.

2 Gemaal Heerhugowaard

In de onderstaande paragrafen worden achtereenvolgend de huidige en toekomstige situatie beschreven gevolgd door het doel van het onderzoek.

2.1 Huidige situatie

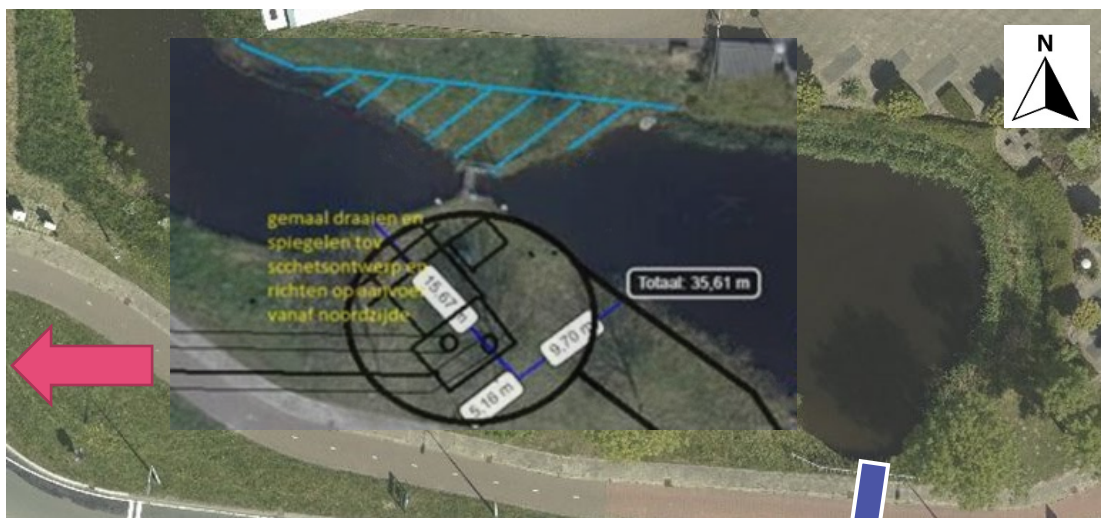
In figuur 2.1 is een bovenaanzicht weergegeven van de huidige situatie. Het water stroomt vanuit noordelijke richting via een stuw naar de duiker aan de zuidzijde. Het natte oppervlak van de noordelijke sloot bedraagt volgens de legger 10,8 m². De duiker aan de zuidzijde heeft een diameter van 1,6 m en is ongeveer half gevuld.



Figuur 2.1 Huidige situatie van het werkgebied. Met blauw is de duiker aangegeven.

2.2 Nieuwe situatie

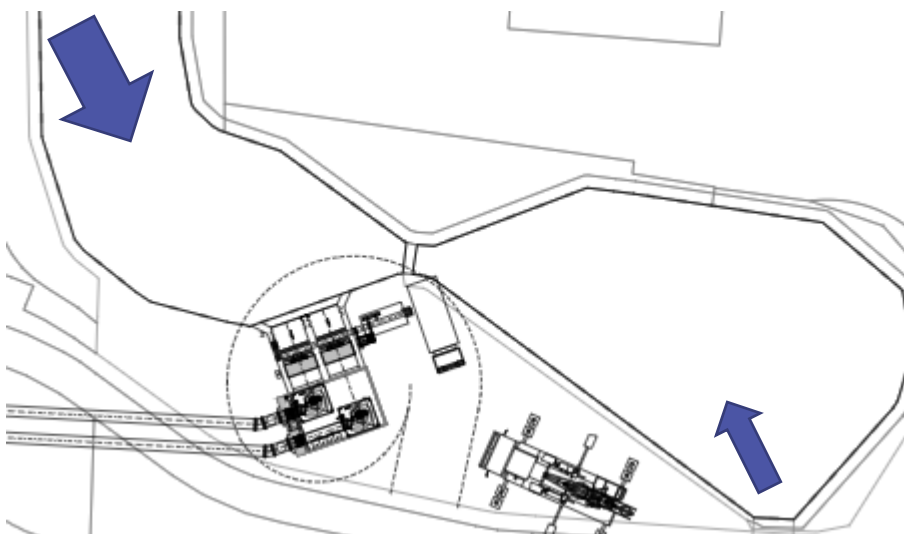
In de nieuwe situatie, figuur 2.2, wordt de stuw geamoveerd, en een gemaal gerealiseerd (zwarte lijnen) welke het water door een nieuw te realiseren afvoer (magenta pijl) in westelijke richting zal afvoeren onder de verkeersweg N242 door naar de achtergelegen vaart. De duiker aan zuidzijde dient nu als aanvoer vanuit het zuiden. Het waterlichaam wordt aangepast (zie blauwe lijnen) ten behoeve van een goede doorstroming naar het gemaal; op welke wijze het waterlichaam aangepast moet worden is daarbij tevens een onderzoekspunt. Hierbij is van belang dat zowel de verhardingen als de duiker niet kunnen/mogen worden aangepast.



Figuur 2.2 Toekomstige situatie gemaal Heerhugowaard, de magenta pijl geeft de richting van de perskokers aan

2.3 Doel hydraulisch onderzoek

Het hydraulisch onderzoek heeft als doel een zo optimaal mogelijke stroming richting het gemaal te realiseren. Dit betekent dat de aanstroming ongehinderd moet kunnen plaatsvinden, bij voorkeur zonder neren of zijwaartse instroming. Vanwege beperkt beschikbare ruimte voor de positionering van het gemaal is een lange rechte aanstroming niet goed mogelijk. Doordat het water zowel vanuit noordelijke als zuidelijke richting naar het gemaal stroomt, is het relatief lastig om een ongehinderde aanstroming te verkrijgen. Van belang is wel dat de grootste capaciteit (maximaal 87 m³/min) komt vanuit noordelijke richting. In het schetsontwerp is het gemaal gericht op deze hoofdstroom zodat deze zo recht mogelijk naar het gemaal stroomt, zie figuur 2.3. Dit zorgt ervoor dat het water vanuit zuidelijke richting (maximaal 23 m³/min) een bocht van 225 graden moet maken om het gemaal in te kunnen stromen.



Figuur 2.3 Schetsontwerp gemaal Heerhugowaard

3 Uitgangspunten

In de onderstaande paragrafen worden achtereenvolgend de uitgangspunten en de berekeningswijze besproken.

3.1 Uitgangspunten

Voor de modellering worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Te bouwen gemaal; 2-pomps, verticaal, capaciteit 110 m³/min (2x55 m³/min).
 - Afmetingen onderbouw conform geometrie gemaal Pr. Hendrik (identieke capaciteit)
 - Regulier debiet 71 m³/min uit noordelijke richting, 16 m³/min uit zuidelijke richting
 - Maximaal debiet 87 m³/min uit noordelijke richting, 23 m³/min uit zuidelijke richting
 - Waterpeil van -3,70 m NAP met een bijbehorende waterdiepte van 1,2 m conform legger
- De uitgangspunten voor de dimensionering:
 - Het talud van het leggerprofiel is als uitgangspunt gebruikt voor vormgeving van de watergang
 - Bij de aanstroom vanuit noordelijke richting is niet overal ruimte (breedte) om het leggerprofiel te handhaven; hier is de diepte en het natte oppervlak van het leggerprofiel gehanteerd en het talud aangepast op basis van de breedte van de AutoCAD-tekening
 - De ligging van de duiker aan zuidzijde en sloot vanuit noordelijke richting worden niet aangepast
- Begrenzing te modelleren CFD-model:
 - Aanstroomzuidzijde: vanaf uitstroomzijde duiker
 - Aanstroomnoordzijde: watergang vanaf 50 meter noordelijk van het gemaal

3.2 Berekeningswijze

Met het programma 'COMSOL Multiphysics' is een stromingsmodel opgesteld. COMSOL Multiphysics is gebaseerd op de Eindige Elementen Methode. De berekeningen zijn uitgevoerd met het standaard beschikbare k- ε model. De betrouwbaarheid van de berekeningsresultaten is (mede) afhankelijk van de hoeveelheid elementen in het 'grid' en de relatieve elementgrootte (ook wel de 'kwaliteit' van de elementen). Over het algemeen heeft het grid een goede kwaliteit wanneer de gemiddelde elementgrootte groter is dan 0,1. Elementgrootten kleiner dan 0,01 worden beschouwd als erg lage kwaliteit en moeten zoveel mogelijk worden vermeden. De hoeveelheden, minimale en gemiddelde element 'kwaliteit' van de varianten staat in tabel 3.1 weergegeven. Voor een gedetailleerder beeld van de gehanteerde elementen wordt verwezen naar bijlage 1.

Tabel 3.1 Specificaties (volume en elementen) van stromingsmodellen in Comsol

Omschrijving	Eenheid	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
Volume model	m ³	1301	788,7	1141
Aantal elementen	Stuks	619.536	697.701	2.717.952
Gemiddelde element kwaliteit	-	0,3873	0,5531	0,4306
Minimale element kwaliteit	-	0,01828	0,006321	0,005582

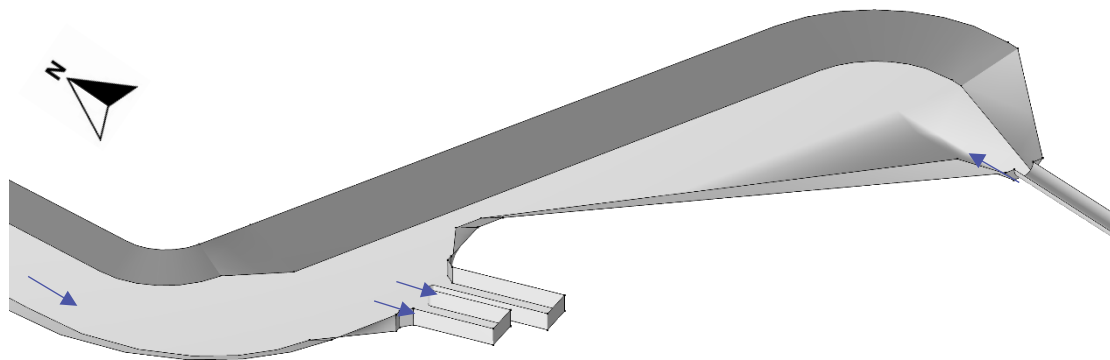
4 Resultaten

Voor de stroming richting de maalgangen van het gemaal zijn in eerste instantie twee situaties gesimuleerd, zoals deze in AutoCAD door HHNK zijn aangeleverd. Aanvullend is onder paragraaf 4.3 de simulatie weergegeven van het later aangeleverde architectonisch ontwerp. Voor elk van de situaties zijn vervolgens telkens de resultaten nader geanalyseerd.

4.1 Situatie 1: De stuw verwijderen

4.1.1 Ontwerp

De eerste situatie is gebaseerd op het schetsontwerp van HHNK waarbij het gemaal aan de zuidzijde van het waterlichaam gesitueerd, en de maalgangen schuin gericht zijn richting de grootste, noordelijke aanstroom.



Figuur 4.1 De vormgeving van het CFD-model voor situatie 1

In de bovenstaande figuur 4.1 is de vormgeving van het CFD-model weergegeven. De vorm en afmeting is bepaald op basis van de satellietfoto's (Globespotter) en AutoCAD bestanden (DWG). Naast de vormgeving is ook de diepte en het talud van het waterlichaam nodig voor het 3D-model. De diepte (1,2 m) en het talud (1:4) zijn afgeleid van de leggerprofielen. Op locaties waar het talud niet bekend is of niet haalbaar is, is een talud van 1:2 gehanteerd.

Toelichting dompeldiepte pompen

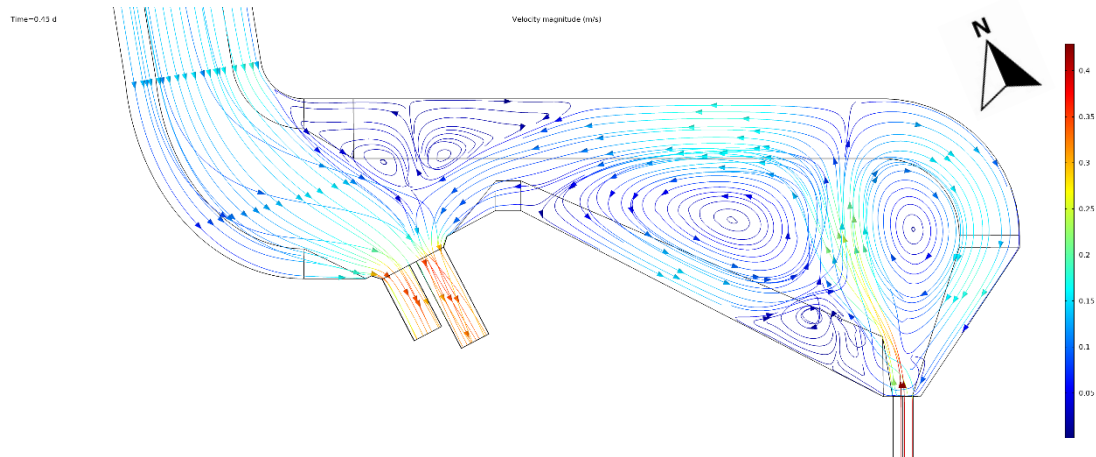
Een aandachtspunt is de dimensionering van de instroomdiepte van de pomp. Door de beperkte waterdiepte in de maalgangen (1,2 m) kan de dompeldiepte van de pomp kritisch worden als deze diepte in de toekomst kleiner wordt, bijvoorbeeld door peilverlaging.

Ter indicatie; het qua capaciteit en pomptype vergelijkbare gemaal Prins Hendrik te Texel heeft als diepste maalpeil 1,1 meter waterdiepte bij de instroom.

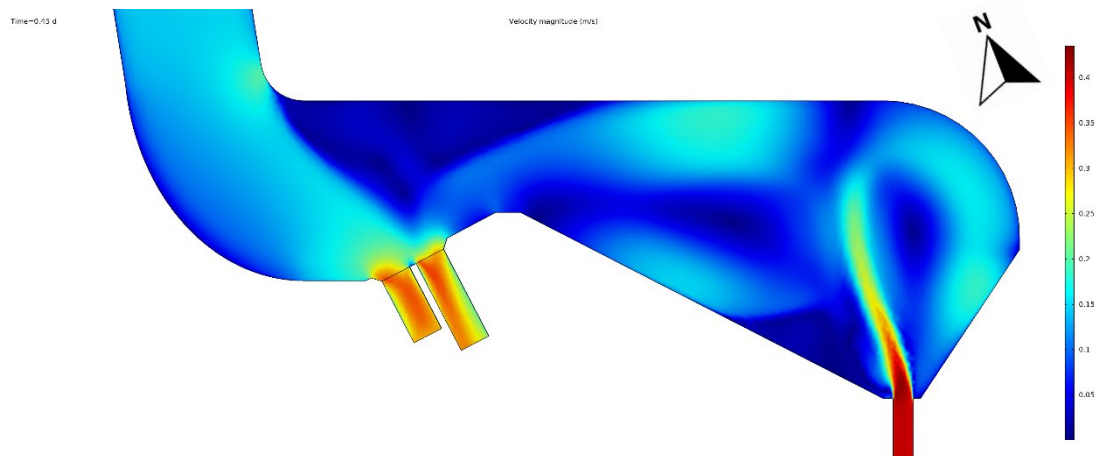
4.1.2 Aanstroming gemaal

In navolgende figuren is een overzicht gegeven van de stroming richting het gemaal. In de bovenste figuur 4.2 is met behulp van stroomlijnen de stromingsrichting en stroomsnelheid in het waterlichaam weergegeven. In de onderste figuur 4.3 is in een bovenaanzicht de stroomsnelheid

inzichtelijk gemaakt. Voor beide figuren is voor de snelheid een schaalverdeling gehanteerd tussen de 0,00 m/s (donkerblauw) en 0,45 m/s (donkerrood).



Figuur 4.2 Stroomlijnen van situatie 1 [in m/s]



Figuur 4.3 Bovenaanzicht van de stroomsnelheid in situatie 1 [in m/s]

De aanstroom vanuit noordelijke richting stroomt bijna recht richting de pompen. Doordat de rechter maalgang zich niet in een directe lijn met de noordelijke toevoer bevindt, stroomt het water langs de binnenbocht. Hierdoor is stroomsnelheid bij de oever in de binnenbocht (0,17 m/s) hoger dan aan de oever in de buitenbocht (0,05 m/s). Voor de oever aan de binnenbocht kan beschoeiing worden overwogen om erosie te voorkomen. Verder stroomt het water vanuit de noordelijk richting voornamelijk naar de westelijke maalgang.

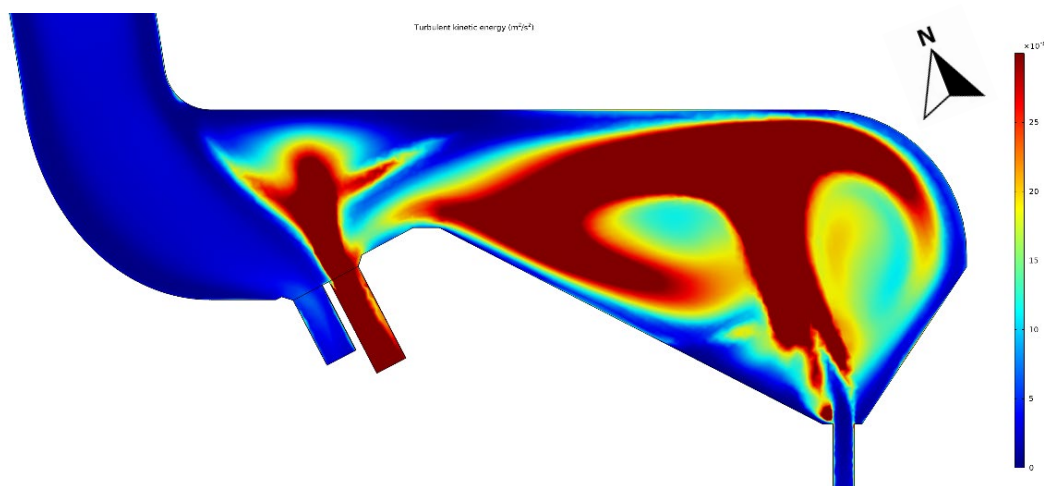
De duiker vanaf zuidzijde mondt uit in een groter waterlichaam (poel). Het water uit de duiker zorgt ervoor dat het gehele waterlichaam in beweging wordt gebracht. Het water vanuit de duiker stroomt vrijwel recht door totdat het de oever aan de overzijde bereikt. Vanaf deze oever wordt een deel zowel naar links als naar rechts afgebogen. Dit zorgt ervoor dat zowel aan de westzijde als de oostzijde van de duiker een werveling ontstaat. Deze wervelingen zijn alleen ter plaatse van

de duiker waar te nemen. Verwachting is dat deze wervelingen geen significante invloed hebben op het gemaal. De stroomsnelheid langs de oevers is op sommige plaatsen wel relatief hoog. Ter voorkoming dat de oevers eroderen wordt op enkele plekken beschoeiing geadviseerd.

Vóór het gemaal buigt het water dat vanaf de duiker komt bijna 90 graden af richting het gemaal en wordt het water opgemengd met dat vanuit de noordelijke richting. Dit is vooral te zien in figuur 4.2 waarbij de stroomlijnen elkaar kruisen. Het mengen van de twee stromen heeft als gevolg dat de stroming in de westelijke maalgang niet horizontaal gespiegeld is maar gespiegeld is in de diagonaal. Ook de oostelijke maalgang is niet symmetrisch, hier stroomt het bij de betonnen tussenwand harder dan aan de oostelijke buitenwand van de instroom.

Verder zorgt het mengen van de twee stromen ervoor dat er meer turbulentie ontstaat. Met behulp van visualisatie van de kinetische energie kan inzichtelijk worden gemaakt wat het verschil tussen de beide maalgang is. De kinetische energie geeft aan hoeveel bewegingsenergie ('eddies') het water heeft. Over het algemeen kan gezegd worden dat des te hoger de kinetische energie, des te turbulenter het water is.

In figuur 4.4 is te zien dat het water in de poel bij de duiker veel kinetische energie heeft in vergelijking met de noordelijke aanstroom. Wat vooral van belang is voor het gemaal, is de stroming in de maalgangen. Hierin is te zien dat de westelijke maalgang veel meer kinetische energie bevat dan de oostelijke maalgang. Het water in deze westelijke maalgang zal dan ook veel turbulenter zijn. Er zijn vooralsnog geen randvoorwaarden bekend waaraan de kinetische energie in een maalgang van een gemaal moet voldoen. Duidelijk is echter dat bij dit ontwerp de aanvoer van de westelijke maalgang het minst verstoord is. Op basis daarvan zou voorzichtig geconcludeerd dat de kinetische energie ordegrootte $5 \text{ á } 10 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2$ bedraagt voor deze relatief ongehinderde aanstroom. De westelijke maalgang zit daar ruim een ordegrootte 10 boven. In hoeverre dit de prestaties van het gemaal duidelijk negatief zal beïnvloeden is lastig te voorspellen, een optimalisatie lijkt echter wenselijk indien voor deze variant wordt gekozen.

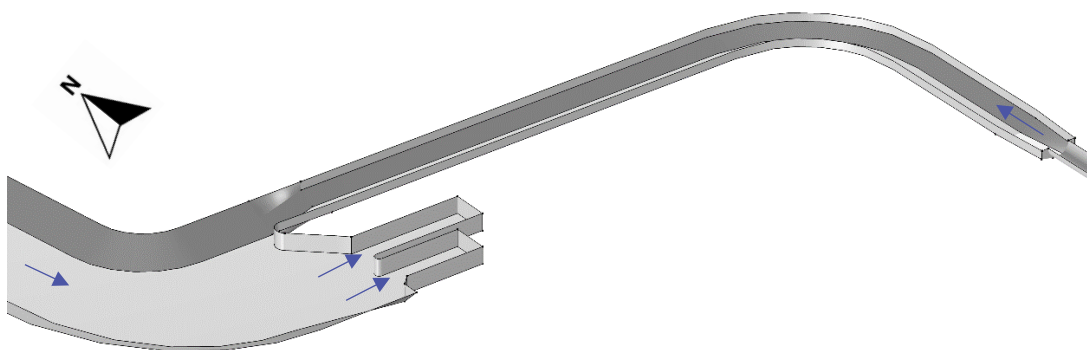


Figuur 4.4 Kinetische energie [$\text{m}^2/\text{s}^2 \times 10^{-5}$] bij situatie 1

4.2 Situatie 2: Bestaande poel dempen

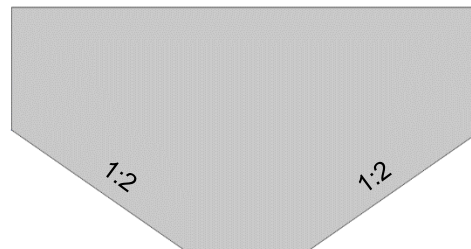
4.2.1 Ontwerp

Voor de tweede situatie heeft het HHNK eveneens een schetsontwerp aangeleverd, waarbij tevens meespeelt dat er ruimte ontstaat voor de te realiseren constructies en bovenbouw. Ook in dit schetsontwerp is het gemaal aan de zuidzijde van het waterlichaam gepositioneerd. Het gemaal is meer gedraaid waardoor het water geheel vanaf de westzijde van het gemaal wordt aangezogen. Ook hier wordt het water weer via een nieuwe persleiding richting het Alkmaar Omval-Kolhorn kanaal afgevoerd



Figuur 4.5 De vormgeving van het CFD-model voor situatie 2

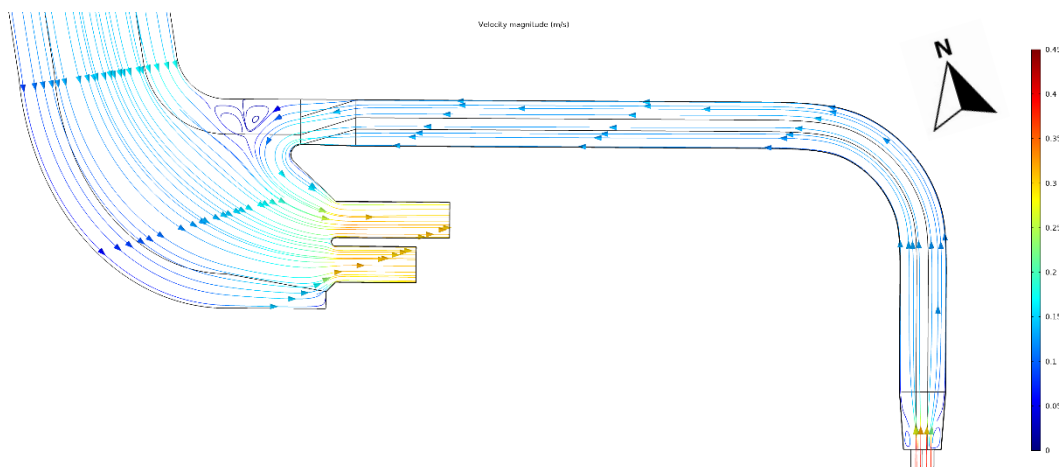
Verder wordt de poel voor een groot deel gedempt en wordt een nieuw kanaal gerealiseerd. Voor het nieuwe kanaal is een dwarsprofiel aangenomen, figuur 4.6, gebaseerd op de beschikbare ruimte en diepte van de bestaande situatie. Het kanaal is doorgetrokken voorbij de instroom van het gemaal. De verwachting is dat deze vormgeving een minimale invloed heeft op de stroming richting het gemaal. Dit onder voorbehoud van latere wijzigingen aan ofwel het natte oppervlak, of de afstand van uitstroom kanaal tot instroom van het gemaal.



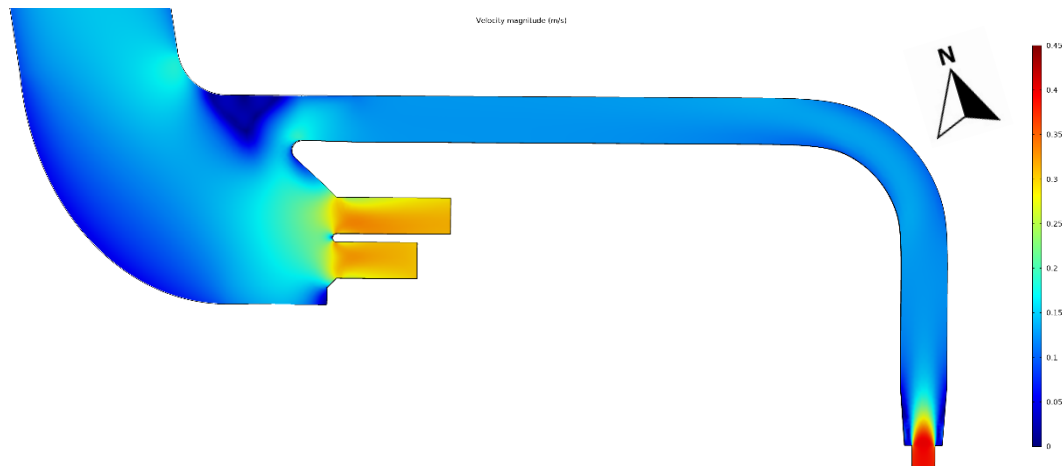
Figuur 4.6 Dwarsprofiel nieuwe kanaal

4.2.2 Aanstroming gemaal

In de onderstaande twee figuren is doormiddel van stroomlijnen en een bovenaanzicht de stroming richting het gemaal en de stroomsnelheden inzichtelijk gemaakt. De gehanteerde schaalverdeling is hetzelfde als bij de eerste situatie, van 0,00 m/s (donkerblauw) tot 0,45 m/s (donkerrood).



Figuur 4.7 Stroomlijnen van situatie 2 [in m/s]



Figuur 4.8 Bovenaanzicht van de stroomsnelheid in situatie 2 [in m/s]

Bij deze situatie bevindt het gemaal zich niet in een recht lijn met de noordelijke watergang. Hierdoor wordt het water schuin aangezogen en is de stroomsnelheid in de binnenbocht iets hoger in relatie tot variant 1. Ook bij deze situatie wordt dus op deze plek beschoeiing geadviseerd. De afbuiging van het water kan effect hebben op de prestatie van het gemaal.

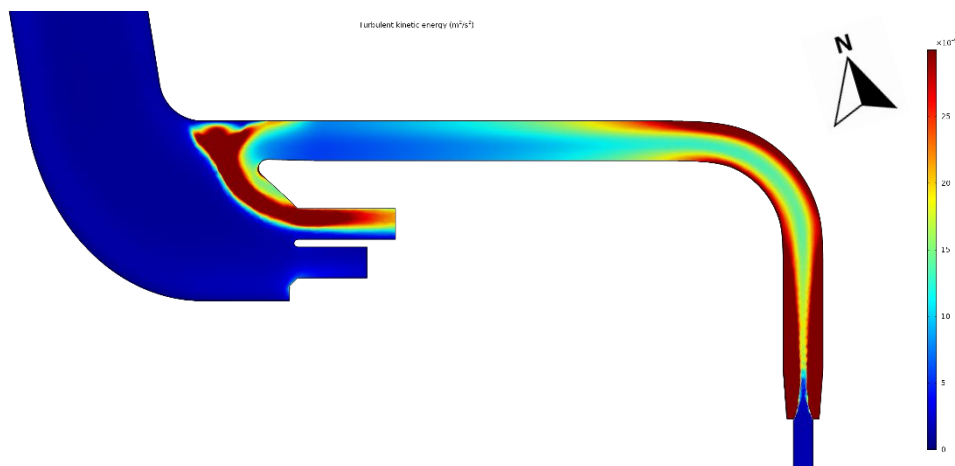
Het water uit zuidelijke richting stroomt nog met dezelfde snelheid uit de duiker als bij variant 1. Doordat het water in een smal kanaal stroomt, ontstaan er in deze opzet geen grote wervelingen. De stroomsnelheid in het kanaal varieert tussen de 0,05 m/s en de 0,10 m/s.

Het water vanuit het nieuwe kanaal moet aan het einde een bocht van nagenoeg 180 graden maken richting het gemaal. Door deze relatief scherpe bocht ontstaat een luwte (lage druk). Deze luwte zorgt voor een aanzuigende werking van het water waardoor het water vanuit het nieuwe kanaal langs de binnenbocht stroomt. De stroomsnelheid is ordegrrootte 0,20 m/s aan de oever, ook in deze situatie wordt dus oeverbescherming geadviseerd om eroderen te voorkomen.

Het water uit noordelijke richting stroomt vrijwel ongehinderd richting de maalgangen. Dit is zichtbaar in zowel de stroomlijnen van figuur 4.7 als de hoeveelheid kinetische energie in figuur 4.9. De stroming uit het nieuwe kanaal bevat meer kinetische energie. Dit is duidelijk te zien in de noordelijke maalgang, waarin een deel weinig kinetische energie bevat en een deel veel. Dit zorgt ervoor dat stromingsbeeld (de stroomsnelheid) niet symmetrisch is verdeeld in de noordelijke maalgang (verschil van 0,05 m/s). Het water bij de betonnen tussenwand stroomt harder. Bij de zuidelijke maalgang is verschil minder maar ook daar is geen symmetrisch stromingsbeeld (verschil 0,02 m/s).

Ook bij dit ontwerp geldt dat het water in één van de maalgangen (zuidelijke) relatief lage kinetische energie heeft (ordegrrootte $1 \text{ á } 5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2$) bedraagt en dus relatief ongehinderde aanstroming betreft. De noordelijke maalgang zit daar ook ruim een ordegrrootte 10 boven. Ten

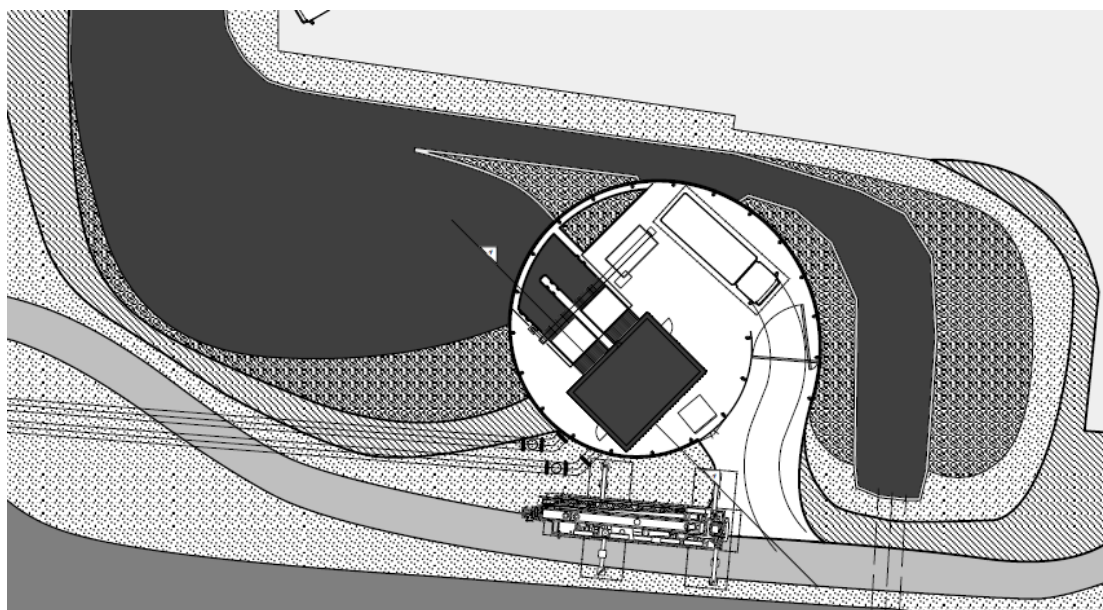
opzichte van situatie 1 is de kinetische energie echter wel lager, waardoor deze situatie de voorkeur heeft.



Figuur 4.9 Kinetische energie [in $\text{m}^2/\text{s}^2 \times 10^{-5}$] bij situatie 2

4.3 Situatie 3: Architectonische ontwerp

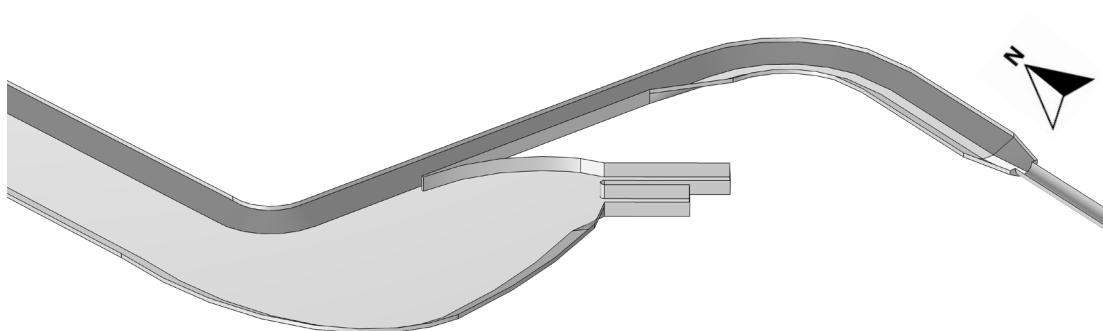
Op basis van situatie 1 en 2 heeft de architect een ontwerp gemaakt. In het architectonisch ontwerp is het gemaal anders gepositioneerd dan bij de eerdere situaties. Daarom heeft het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier opdracht gegeven op ook voor het architectonisch ontwerp een CFD-analyse uit te voeren. Het architectonisch ontwerp is weergegeven in figuur 4.10.



Figuur 4.10 Het ontwerp van de architect

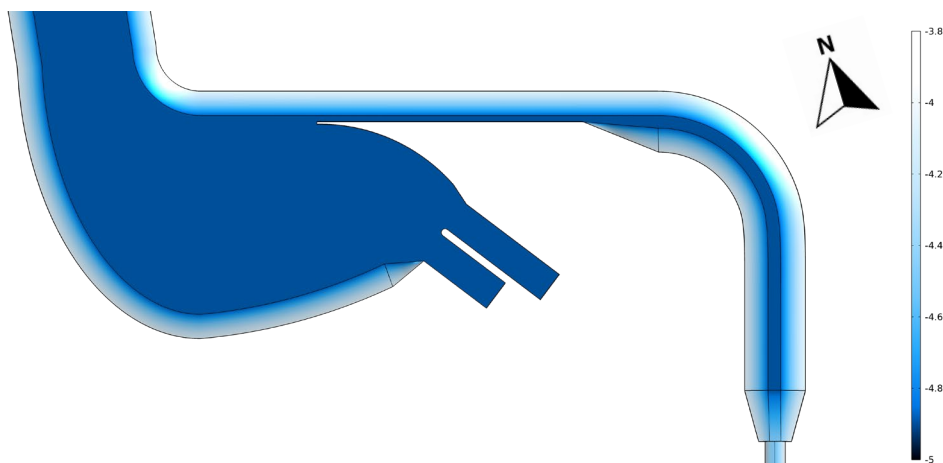
4.3.1 Ontwerp

Het ontwerp van de architect lijkt op situatie 2. Waarbij de poel bij de uitstroom van de duiker wordt gedempt en er een watergang wordt gecreëerd. Hierdoor ontstaat er meer ruimte voor. Het gehanteerd profiel voor het eerste stuk is weergegeven in figuur 4.6.



Figuur 4.11 De vormgeving van het CFD-model voor situatie 3

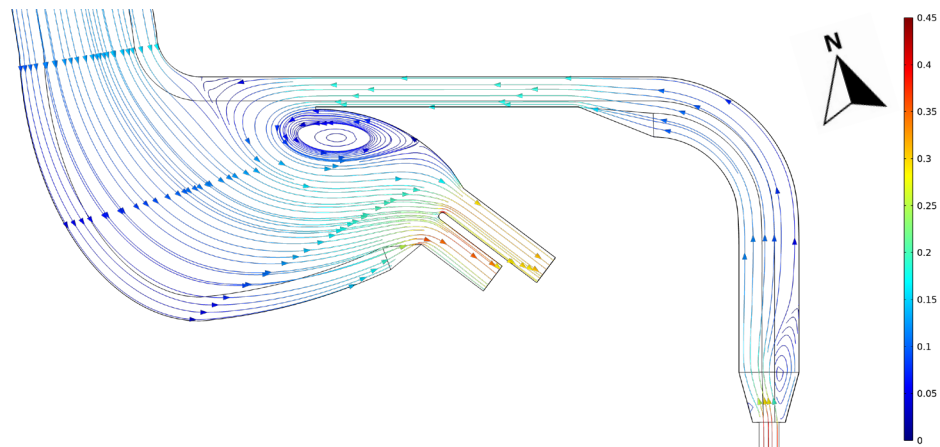
In de bovenstaande figuur is het hele ontwerp weergegeven. Hierin is te zien dat de instroom van het gemaal ten opzichte van situatie 2 iets meer gedraaid is in richting het noorden. Daarnaast hebben de oevers ronde vormen gekregen. De oevers zijn de eerste 25 cm verticaal en hebben daarna een talud van 1:2. In de onderstaande figuur is een hoogte kaart van het model weergegeven in NAP.



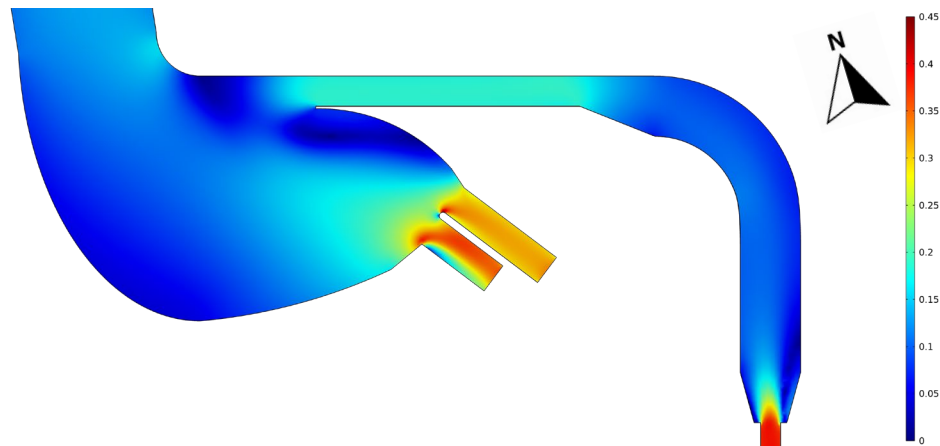
Figuur 4.12 Hoogtekaart van het CFD-model voor situatie 3

4.3.2 Aanstroming gemaal

In volgende twee figuren is een overzicht weergegeven van de stroming richting het gemaal. In de bovenste figuur (figuur 4.13) is met behulp van stroomlijnen de stromingsrichting en stroomsnelheid in het waterlichaam weergegeven. In de onderste figuur (figuur 4.14) is in een bovenaanzicht de stroomsnelheid inzichtelijk gemaakt. Voor beide figuren is voor de snelheid een schaalverdeling gehanteerd tussen de 0,00 m/s (donkerblauw) en 0,45 m/s (donkerrood).



Figuur 4.13 Stroomlijnen in situatie 3 [in m/s]



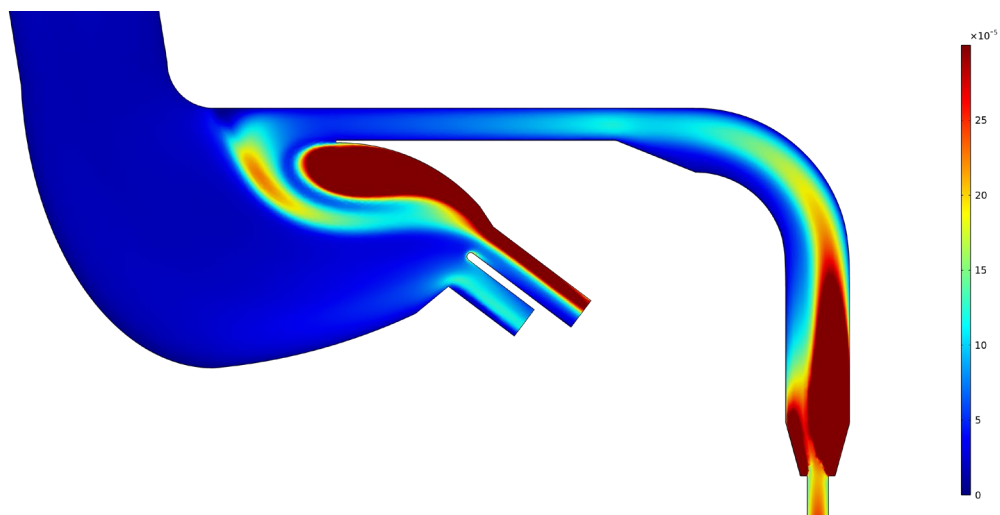
Figuur 4.14 Bovenaanzicht van de stroomsnelheid in situatie 3 [in m/s]

Het water stroomt uit de duiker met een snelheid van circa 0,4 m/s. Waarna de snelheid in de watergang snel afneemt tot 0,15 m/s. Ten noorden van het gemaal wordt de watergang smaller waardoor het natte oppervlak verkleint en de snelheid toeneemt. Bij het uitstromen van watergang moet het water 180 graden buigen en vervolgens nog eens 37 graden. Doordat het water met een snelheid van 0,2 m/s uit de watergang stroomt kan het geen haakse bocht maken. Hierdoor ontstaat onder de uitstroom van watergang in de poel een werveling. Door deze werveling wordt de stroming meer naar het zuiden gedrukt. Waardoor het water uit de watergang verder moet afbuigen en niet recht richting de pomp kan stromen. Daarnaast kan in deze werveling vuil ophopen.

De maalgangen staan gericht op de noordelijke aanstroom. Echter door de samenkomst met het water uit de duiker wordt het water uit noordelijke richting niet kan afbuigen richting het gemaal. Het water stroomt verder en buigt pas halverwege de poel af richting het gemaal. Hierdoor moet het bij het gemaal weer afbuigen en kan het niet recht richting de pompen stromen.

Het water vanuit zowel de duiker als noordelijke richting moet dus voor het gemaal afbuigen om de maalgangen in te stromen. Hierdoor ontstaat geen symmetrisch in de maalgangen. Vooral in de zuidelijke maalgang in de stroming geconcentreerd aan één zijde van de maalgang. Door het asymmetrische stromingsbeeld zijn de maximale snelheden ook hoger dan wanneer het stromingsbeeld symmetrische is.

Verder is de kinetische energie weergegeven in figuur 4.15. Hierin is duidelijk te zien dat het water van uit de duiker meer kinetische energie bevat dan het water uit noordelijke richting. In de poel voor het gemaal is te zien dat het water turbulent is bij de werveling en waar de twee stromen samen komen. Vooral de werveling zorgt ervoor dat in de noordelijke maalgang een dele van het water nog erg turbulent is voordat het de pomp instroomt.



Figuur 4.15 Kinetische energie [in $m^2/s^2 \times 10^{-5}$] bij situatie 3

5 Conclusie en aanbevelingen

Voor het nieuw te bouwen gemaal te Heerhugowaard is de stroming naar het gemaal geanalyseerd middels een CFD-model (Computational Fluid Dynamics). Hiermee is inzicht verkregen in het stromingsprofiel en de mate van turbulentie.

Voor het gemaal zijn de volgende twee situaties geanalyseerd:

- Situatie 1: Stuw verwijderen in de huidige situatie / instroom gemaal schuin
- Situatie 2: De poel dempen tot een smal kanaal / instroom gemaal haaks
- Situatie 3: Architectonisch ontwerp

5.1 Conclusie (situatie 1 en 2)

De doelstelling van de studie is het inzichtelijk maken van de beide stromingssituaties om te bepalen welke situatie de voorkeur heeft. Voor het bepalen welke situatie de voorkeur heeft, is in deze studie via een CFD-model het stromingsprofiel en de mate van turbulentie (kinetische energie) inzichtelijk gemaakt. Van laatstgenoemde zijn voor gemalen geen eenduidige randvoorwaarden bekend; om deze reden zijn beide situaties met name ten opzichte van elkaar vergeleken.

Stromingsprofiel

In de tweede situatie is de stroming richting de maalgangen van het gemaal verbeterd. Het water stroomt meer lineair richting de twee maalgangen, dit is te zien aan de stroomlijnen. Het gevolg hiervan is dan ook dat dit resulteert in rechte stroomlijnen in de maalgangen en betere aanstroom van de pompeenheden. Daarnaast is bij situatie 2 de stroming in de maalgangen meer symmetrisch dan bij situatie 1.

Turbulentie

In de eerste variant bevat het water uit de duiker veel kinetische energie wat resulteert in turbulent water, met name de westelijke maalgang bevat nog veel kinetische energie en is dus erg turbulent. Bij de tweede variant is de hoeveelheid kinetische energie voor het gemaal en in de maalgang afgenomen.

Op basis van zowel het stromingsbeeld als de turbulentie kunnen we concluderen dat situatie 2 de voorkeur heeft. Aandachtspunt ter optimalisatie blijft nog wel de ongelijkmatige verdeling van de stroomsnelheid in de maalgang, maar de verschillen zijn ten opzichte van variant 1 kleiner.

5.2 Conclusie (situatie 3)

Door de haakse bocht die het water vanuit de duiker moet maken om het gemaal in te stromen, ontstaat er voor het gemaal een werveling. Deze werveling, in combinatie met de 180 graden bocht zorgt ervoor dat het water in zuidelijke richting wordt gedwongen. Dit zorgt ervoor dat het water niet recht richting de maalgangen kan stromen, en resulteert in een asymmetrische stroming in de maalgang. Dit effect treedt het meeste op in de zuidelijke maalgang.

Turbulentie

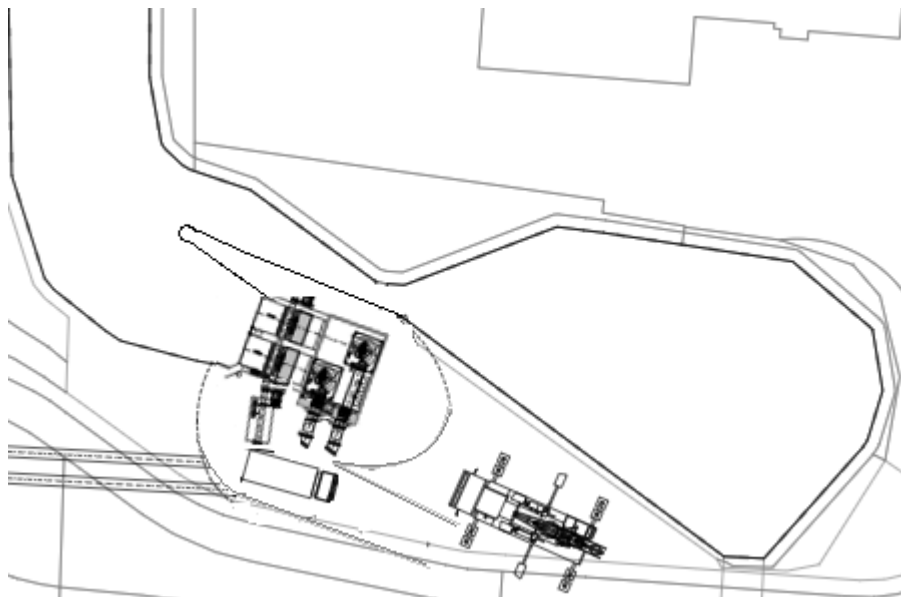
Op de plek van de werveling en waar het water samenkomt vanuit noordelijke en zuidelijke richting bevat het water veel kinetische energie. Op deze twee locaties zal het water dan ook het meest turbulent zijn. In de maalgangen bevat een deel van de noordelijke maalgang veel kinetische energie. Dit komt doordat dit water vanuit wordt aangezogen vanuit de werveling.

5.3 Aanbevelingen

Aan de hand van de resultaten van de situaties zien wij onderstaande optimalisatiekansen, het verdient aanbeveling deze nader te onderzoeken.

- **Optimalisatie bij combinatie van de situaties**

Op basis van de twee aanvankelijk geanalyseerde situaties (situatie 1 en 2) zijn wij gekomen tot een eerste opzet voor nog een derde variant, die wellicht ook kostentechnische interessant kan zijn. In deze derde situatie wordt de stuw bijvoorbeeld vervangen door een duiker welke vervolgens verloopt naar een langzaam breder wordende sloot, zie figuur 5.1. Naast de verwachting dat er een rechttere aanstroom richting instroom gemaal zal ontstaan lijkt ook de omvang van het grondverzet te worden verkleind.



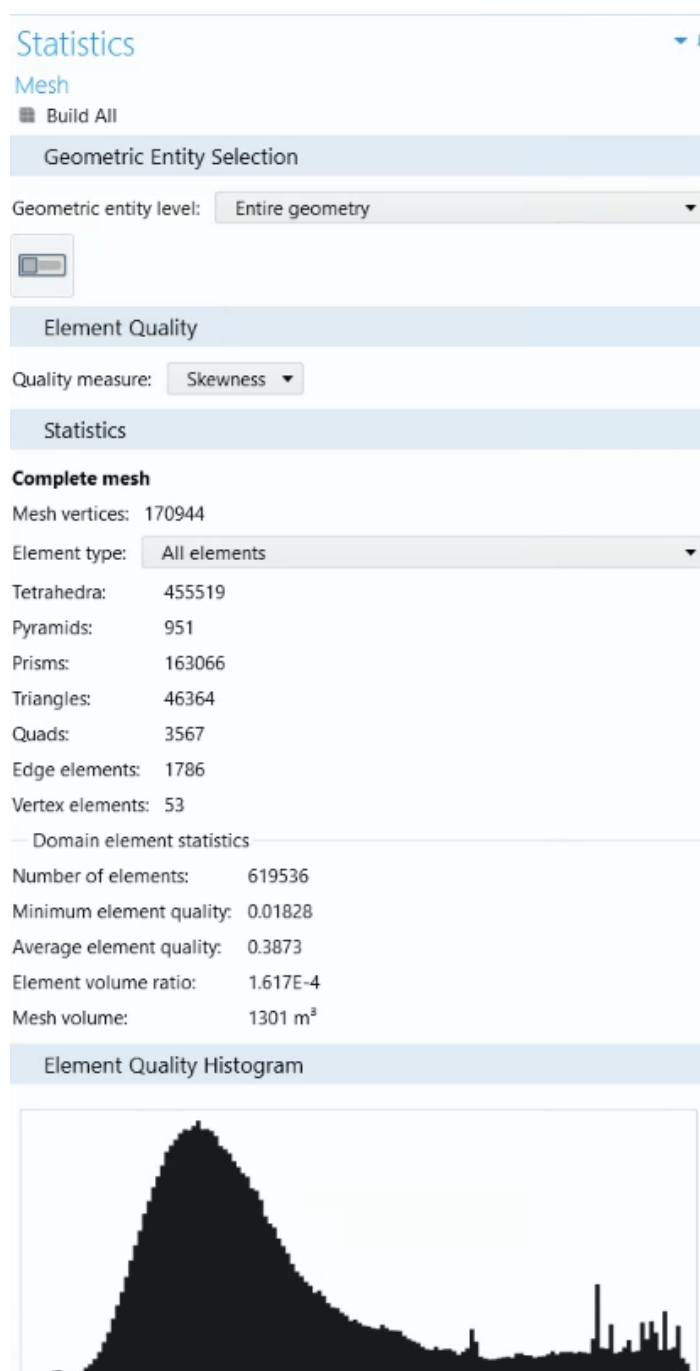
Figuur 5.1 Schets van situatie bij combinatie optie 1 en 2

- **Optimalisaties bij situatie 3 (Architectonisch ontwerp)**

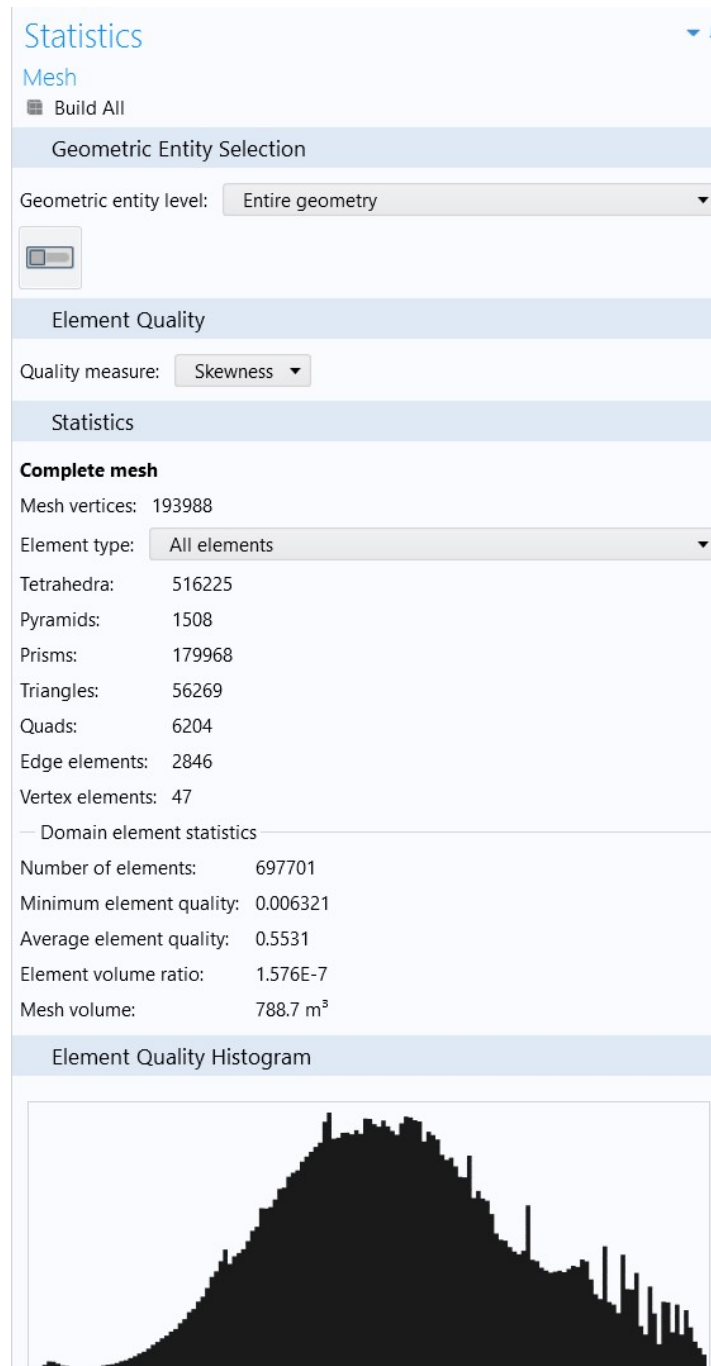
Om de werveling te verminderen kan de puntig uitstekende dam verbreed worden. Een andere optie is om op deze plek het natte oppervlak in de watergang te vergroten (bredere watergang) waardoor de stroomsnelheid omlaag gaat en het water makkelijker af kan buigen. Verder zou de aanstroom verbeteren als het gemaal iets meer in zuidelijke richting zou worden gedraaid, zodat de instroom meer vanuit het westen is in plaats van noordwest.

Bijlage 1 Specificaties van stromingsmodellen in COMSOL

Bijlage 1a Specificaties situatie 1



Bijlage 1b Specificaties situatie 2



Bijlage 1c Specificaties situatie 3

