

Onderzoeksrapport pompen

**Een onderzoeksrapport met betrekking tot verschillende uitvoeringsvormen
van pompen**

**Nordin Akachar
Olivier van den Barselaar
Sjoerd van der Laan
Frank Verbunt
Gerben Voogt**

Onderzoeksrapport pompen

**Een onderzoeksrapport met betrekking tot verschillende uitvoeringsvormen
van pompen**

**Nordin Akachar 18063349
Olivier van den Barselaar 16094417
Sjoerd van der Laan 17074584
Frank Verbunt 18127185
Gerben Voogt 18098363**

Delft

24-03-2019

De Haagse Hogeschool

Voorwoord

Dit rapport is opgesteld vanuit onze positie als studenten werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool.

De probleemstelling was om een onderzoek te doen naar pompen om de benodigde kennis te vergaren als voorbereiding op taakklasse 2 adviseren en taakklasse 3 realiseren. Het doel van dit rapport is daarom dus ook het aantonen dat de benodigde kennis ook daadwerkelijk is verkregen.

Het doel van de opdracht was het leren uitvoeren van een onderzoek en het oefenen van het opstellen en schrijven van een onderzoeksrapport.

Dit rapport is bestemd voor de tutor die deze uiteindelijk zal beoordelen.

Ten slotte willen we graag de docenten aanwezig bij taakuren, de heer Kamp bedanken voor het leveren van opbouwende kritiek en feedback op ons geleverde werk.

Inhoudsopgave

Verklarende woordenlijst	5
Samenvatting	6
1 Inleiding	7
2 Bevindingen	9
2.1 Bronnen en hun validatie	9
2.2 Functies van een pomp	11
2.3 Symbolen, grootheden, eenheden en formules met betrekking tot een pomp	13
2.4 Uitvoeringsvormen, toepassingen en schematische weergave van verscheidene pompen	17
2.4.1 Verdringer pompen	18
2.4.2 Turbine pompen	21
2.5 Praktische aspecten	23
2.5.1 Praktische zaken met betrekking tot het testen van de pomp	24
3 Conclusie	25
4 Evaluatie	26
5 Aanbevelingen	27
Bronnenlijst	28
Bijlage	29
Leertaak 1.1	29
Leertaak 1.2	32
Leertaak 1.3	33

Verklarende woordenlijst

Cavitatie - Een verschijnsel waarin de druk in de pomp lager is dan de dampspanning van de vloeistof die wordt verpompt. Dit zorgt voor vorming van gas en/of luchtbellen en leidt tot schade aan de pomp.

Functie - Een weergave van een functie van een apparaat of een systeem. Een functie bestaat uit een samenstelling van een zelfstandig naamwoord en een werkwoord.

Functieboom - Een hiërarchische rangschikking van de functies van een apparaat of systeem.

Volumestroom - Een manier om hoeveelheid verplaatste volume per tijdseenheid weer te geven

debiet - Synoniem voor volumestroom

relatieve ruwheid - De mate waarin de wandoppervlak van een leiding ruw is. Dit heeft invloed op de weerstand in een leiding.

Dynamische viscositeit - Een maat om de viscositeit van een gegeven vloeistof aan te geven.

Kinematische viscositeit - Een getal om de verhouding tussen viscositeit en de dichtheid van een vloeistof weer te geven.

Weerstandsfactor - De factor die weergeeft hoeveel weerstand een wand van een leiding biedt voor een vloeistof. Wordt afgelezen in een Moody diagram.

Verliesfactor - De factor die het verlies in een leiding weergeeft als een gevolg van bochten inlaten en uitlaten in een leiding.

Volumetrische rendement - De efficiëntie van de daadwerkelijke verpompte vloeistof in een pomp. Wordt berekend met behulp van de daadwerkelijke volumestroom en de theoretische volumestroom van de pomp.

Samenvatting

Dit rapport behandelt een onderzoek naar pompen en de bevindingen die zijn gedaan als een direct gevolg van dit onderzoek. Het doel van het onderzoek is het ontwikkelen van de onderzoeksvaardigheden en het schrijven van een onderzoeksrapport.

In de achtereenvolgende hoofdstukken zullen de volgende onderwerpen worden behandeld :

- Een overzicht van een aantal van de gebruikte bronnen voor dit rapport met daarin een korte beschrijving van validatie met betrekking tot actualiteit kwaliteit en betrouwbaarheid
- Een functieanalyse van een pomp met daarin een hiërarchische schikking van de functies in de vorm van een functieboom.
- Een overzicht van symbolen grootheden en de eenheden die daarbij horen met betrekking tot een pomp
- Een lijst met formules die gebruikt worden met rekenen aan pompen. Per formule is er een korte beschrijving die weergeeft wat de toepassing is van deze formule
- Een lijst van uitvoeringsvormen van verscheidene pompen ingedeeld in de twee hoofdgroepen van verdringerpompen en waaierpompen. Per uitvoeringsvormen worden kort de toepassingen en eigenschappen behandeld.
- De praktische aspecten met betrekking tot het project zelf en het testen van de pomp

Uit het onderzoek is er gebleken de meeste pomp soorten met een klein aantal uitzondering opgedeeld kunnen worden in een tweetal hoofd groeperingen. Deze groeperingen zijn als volgt : Verdringerpompen en waaierpompen. Hierin werken verdringerpompen met behulp van een verdringer die de vloeistof verplaatst van een lage druk ruimte naar een hogedruk ruimte, en die deze vervolgens verpompt vanuit deze hogedruk ruimte naar een leiding of reservoir. Waaierpompen werken door middel van een waaier. Deze waaier verplaatst het water met een constant volume en een hoge snelheid. van een leiding of invoer naar een andere leiding of een ander reservoir.

Verdringerpompen functioneren met een hoge opvoerdruk en een laag toerental. Dit zorgt ervoor dat ze een lager debiet maar uitermate geschikt zijn om vloeistoffen omhoog te pompen. Waaier pompen daarentegen werken met een hoog toerental en een hoog debiet maar een lage opvoerdruk. Dit maakt dit soort pompen geschikt voor het verplaatsen van grote hoeveelheden vloeistof met een klein of vrijwel geen hoogte verschil.

1 Inleiding

Als een gevolg van het veranderende klimaat in Nederland is de hoeveelheid regenval op een jaarlijkse basis toe aan het nemen. Door de toename in regenval komt het steeds vaker voor dat flats, kantoren en huizen last hebben van overstromingen in de kelder. Deze wateroverlast kan leiden tot waterschade, vochtoverlast en stank. Ook kan het water de oorzaak zijn van bijvoorbeeld schimmel, wat op lange termijn gezondheidsgevolgen kan hebben voor inwonende van het huis of de flat.

Er is dus een behoefte om een aantal maal per jaar de kelder leeg te pompen. Dit betekent dat er een pompsysteem ontworpen moet worden om de kelders van deze gebouwen leeg te pompen. Vergelijkbare pompsystemen zijn al beschikbaar op de markt. Echter wordt er gezocht naar een milieubewust alternatief voor dit probleem. Daarom moet de pomp ook kunnen werken met behulp van zonne-energie. Wanneer de pomp zich bevindt in de kast wordt de accu van het apparaat opgeladen. Aangezien de pomp op wordt geslagen in een kast is er dus ook een maximale omvang van 500 bij 500 bij 500 millimeter. Wanneer de pomp in gebruik is moet deze kunnen drijven op het water. Ook zal er een verbinding blijven tussen de pomp en de accu wanneer deze in gebruik is om hem te voorzien van stroom.

Door een onderzoek te doen naar verschillende pompen wil men ondervinden welke pomp het meest geschikt is voor deze situatie. Dit onderzoek is gedaan door middel van het beantwoorden van deelvragen. Deze deelvragen zijn opgesteld op basis van de hoofdonderzoeksvraag. De hoofdonderzoeksvraag voor dit onderzoek is als volgt:

Hoe wordt een pomp geschikt voor de context ontworpen en gerealiseerd?

De deelvragen die opgesteld zijn op basis van de hoofdvraag zijn de volgende:

Welke hoofd- en deel functies heeft een pomp?

Welke eenheden en grootheden zijn van belang voor het ontwerpen van een pomp?

Welke formules worden er gebruikt om pompen te berekenen aan de hand van de eenheden en grootheden?

In wat voor uitvoeringsvormen komen pompen voor?

Wat zijn de kenmerkende eigenschappen van de uitvoeringsvormen?

Met welke praktische aspecten moet er rekening gehouden worden tijdens het project?

Hoe kan de gerealiseerde pomp getest worden?

De probleemstelling voor het onderzoek is als volgt:

Er wordt niet beschikt over de benodigde kennis om een pompsysteem te ontwerpen en realiseren voor de gegeven situatie. Gezien er een compleet pompsysteem ontworpen moet worden is het van groot belang dat er gekozen wordt voor de juiste uitvoeringsvorm. Uit de probleemstelling kan er een doelstelling van het onderzoek opgesteld worden. Het doel van het onderzoek is dan ook het vergaren van kennis met betrekking tot minimaal 10 verschillende uitvoeringsvormen van pompen.

Dit moet gedaan worden voor maandag 11 maart 2019 zodat deze kennis toegepast kan worden in het opstellen van een adviesrapport voor een pompsysteem oplossing.

In dit rapport zal er een functieanalyse van een pomp worden behandeld. Aan de hand van deze functieanalyse zal een functieboom opgesteld worden. Ook worden alle grootheden eenheden verwerkt in een overzichtelijke lijst. Hiernaast zal er ook gekeken worden naar de formules die van belang zijn in het berekenen van een pomp. Er zullen verschillende uitvoeringsvormen van pompen binnen de twee hoofdgroepen van volumetrische pompen en turbine pompen worden besproken, en de eigenschappen van deze pompen zullen worden vergeleken. Ten slotte wordt er nog gekeken naar praktische waarmee rekening gehouden dient te worden en wordt er gekeken naar een mogelijke test opstelling van de pomp.

2.1 Bronnen en hun validatie

Bron: Water Lifting Devices : <http://www.fao.org/docrep/010/ah810e/AH810E05.htm>

Een studie gedaan door de Food and Agricultural organization of the United Nations. De studie zelf is uitgevoerd in 1986 en dus niet recent. De studie is vooral in de context van irrigatie systemen, maar de principes van de pompen zijn niet veranderd. Daarom vormt dit nog steeds een goede bron voor de principes van het verplaatsen van vloeistoffen. De studie bevat naast alleen theoretische informatie ook een aantal berekeningen, grafieken en schematische tekeningen van pompsystemen.

Bron: Improving Pumping System Performance: A Sourcebook for Industry, Second Edition:

https://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/pdfs/pump.pdf

Een boek gepubliceerd in 2006. Dit boek bevat informatie rondom de optimalisatie van pompen. De informatie is relatief recent. Het boek bevat grafieken en ondersteunende berekeningen die de efficiëntie van verschillende pompen met elkaar vergelijken. Hoewel dit boek misschien minder relevante informatie zal bevatten voor het huidige onderzoek is het nog steeds een relevante bron om te hebben met oog op het bouwen van de pomp zelf in een later stadium.

Bron: Radial, mixed and axial flow pumps Introduction

http://www.idmeb.org/contents/resource/80030b_15_23.pdf

Een kort informatief rapport van het EDSU uit 2003 over verschillende soorten centrifugaal pompen. Bevat berekeningen en grafieken. Onderschreven door zowel The Institution of mechanical Engineers als the Institution of Chemical engineers. EDSU is een instituut dat ontwerp rapporten, data en software aanbiedt voor verschillende engineering disciplines. Hoewel het rapport zich alleen bezighoudt met centrifugaalpompen en hun bewerking bevat het wel veel relevante informatie, data en berekeningen rondom dit soort pompen.

Bron: Dynamic model of a complex system including PV cells, electric battery, electrical motor and water pump

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544203001154?via%3Dihub>

Rapport met betrekking tot het ontwerp van een pomp systeem dat werkt op zonnecellen. Bevat relevante informatie met betrekking tot het ontwerpen van een vergelijkbaar pomp systeem. Ook is er informatie terug te vinden over de keus van het beste pompsysteem voor een situatie waarin een zonnecel wordt gebruikt om een pomp aan te drijven. Rapport is geschreven in 2003 en zal daarom ook enigszins verouderde informatie bevatten, maar de basis waarop een specifiek soort pomp wordt gekozen voor een situatie zoals dit zal niet veel veranderen.

Bron: Pomptechnologie : Leerboek voor het hoger onderwijs

Leerboek over pompen dat een grote variatie aan pompen bekijkt. Algemene principes worden uitgelegd en de werking van verschillende soorten pompen wordt bekeken. Verder wordt er gekeken naar toepassingen van pompen en het rendement dat zij hebben. Het boek is gepubliceerd in 1994. Dit maakt de informatie niet bijzonder actueel. Echter gaat het hier over fundamentele kennis met betrekking tot pompen. In deze context is het niet relevant dat dit boek ouder is.

Bron: Toegepaste Energietechniek

Toegepaste energietechniek is het lesboek dat wordt gehanteerd door de Haagse Hogeschool werktuigbouwkunde. Het boek bevat extensieve informatie op het gebied van stromingsleer en energietechniek. In Appendix B van het boek is de wet van Bernoulli terug te vinden met alle herleidingen die van toepassing zijn op deze formule.

Bron: Toegepaste Energieleer

Toegepaste energieleer is net als toegepaste energietechniek een lesboek dat wordt gehanteerd door de Haagse Hogeschool. Dit boek bevat een basislijn aan kennis met betrekking tot warmte- en stromingsleer. Gezien het boek gehanteerd wordt door de studie werktuigbouwkunde kan ervan uit worden gegaan dat de informatie uit dit boek dus ook betrouwbaar en actueel is.

Web bronnen:

Bron: Pumpsout <http://www.pumpsout.com/articles-scout-guide/pump-types-guide-aid100.html>

Een website met daarin een tabel van verschillende soorten pompen. De tabel bevat een korte beschrijving, toepassingen, voordelen, stroomsnelheden, druk en vermogen per soort pomp. Informatie is vrij recent en komt van een website die zich voornamelijk richt op informeren van consumenten op het gebied van industriële pompen. Tabel bevat echter geen bron. (De informatie zou afkomstig kunnen zijn van de bedrijven waarmee Pump Scout werkt, echter staat dit nergens expliciet genoteerd). Ook betreft de informatie niet alleen pompen die bedoeld zijn voor water. Sommige pompen in de tabel zijn bedoeld voor vloeistoffen met een hogere viscositeit dan water.

Bron: Pumped 101 <http://www.pumped101.com/>

Hoewel de website misschien ruw, of zelfs enigszins primitief, oogt doet dit geen afbreuk aan de informatie die zij bevat. De website bevat een grote collectie aan fundamentele informatie en berekeningen op een groot spectrum van verschillende soorten pomp systeem. De website is redelijk recent geüpdatet door de schrijver, Joe Evans, Ph.D. Joe Evans behaalde zijn Ph.D in natuurkunde aan de University of Houston in 1972. Sinds 2006 werkt hij voor Pentair water, een bedrijf dat zich gespecialiseerd in pompen voor riolering.

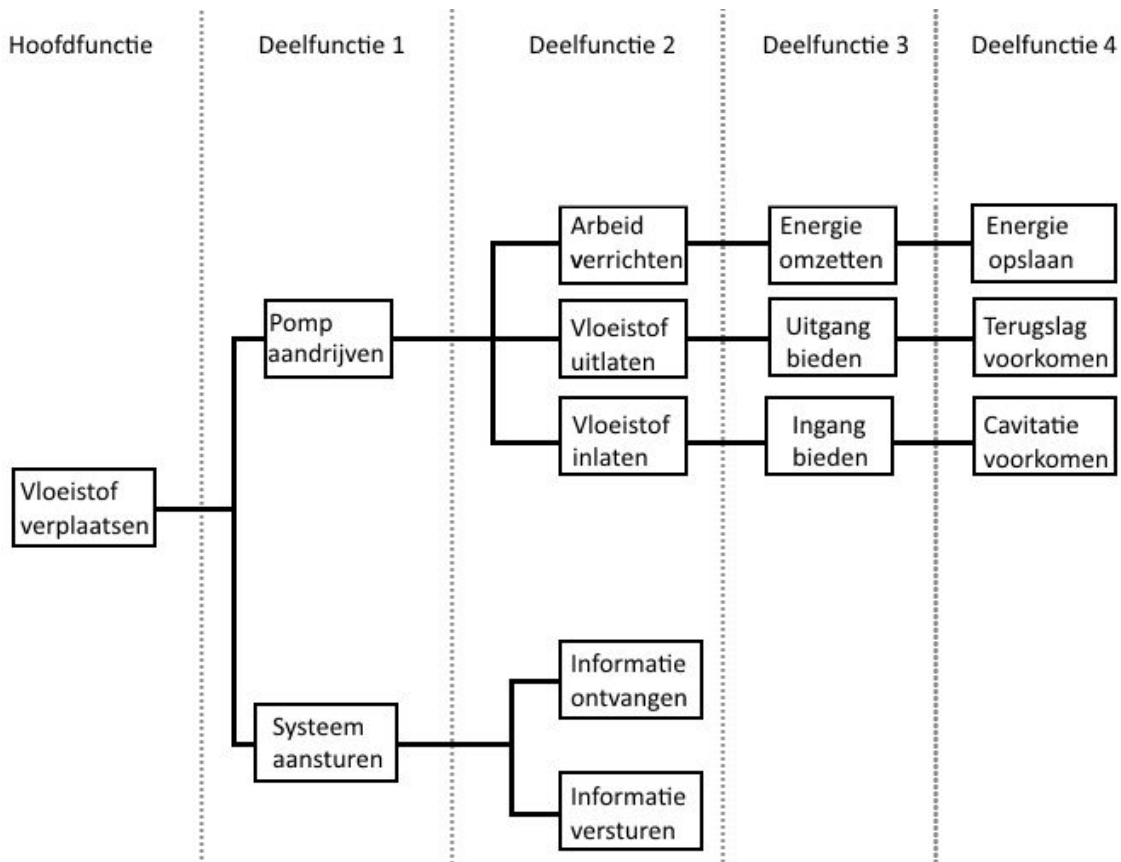
Bron: Technisch werken : wat is een pomp en hoe werkt het?

<http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-is-een-pomp-en-hoe-werkt-een-pomp/>

Een vluchtige introductie voor pompen en de principes hieromheen. Een goede bron om in de eerste instantie in te lezen zodat er een goede basislijn aan kennis is vanaf waar er gezocht kan worden naar verscheidene andere studies, rapporten en website over pompen. De bron komt uit 2013 en is daarom ook relatief gesproken recent.

2.2 Functies van een pomp

Door een functieanalyse van een pomp te maken kan er een functie boom opgesteld worden. Deze functie boom is een manier om de functies van een product visueel snel weer te geven. Ook laat het zien welke functie aan elkaar gerelateerd zijn. Een algemene functie boom die van toepassing is op alle soorten pompen is hieronder terug te vinden.



Figuur 2.2.1 De functieboom van een pomp gerangschikt op deelfunctie niveau

De hoofdfunctie van een pomp is het verplaatsen van een vloeistof. Dit is de essentie van de werking van een pomp. Deze hoofdfunctie kan opgedeeld worden in vier niveaus aan deelfuncties.

De deelfunctie niveau 1 zijn het aandrijven van de pomp en het het aansturen van een systeem. Wanneer de pomp niet aangedreven wordt zal er geen vloeistof verpompt worden. Ditzelfde geldt wanneer het systeem niet aangestuurd wordt.

Om dit systeem aan te sturen zijn er de deelfunctie informatie ontvangen en informatie versturen. Dit is de kern van een meet en regelsysteem en behoort daarom tot het tweede niveau aan deelfuncties. Verder zijn de deelfuncties arbeid verrichten, vloeistof inlaten en vloeistof uitlaten terug te vinden op dit niveau. Deze functies zijn de belangrijkste eisen als het op de werking van de pomp zelf aankomt.

Deze functies hebben ook hun eigen deelfuncties. Deze zijn energie omzetten, een uitgang bieden en een ingang bieden. Zonder in- en uitgang voor een vloeistof kan een pomp niet functioneren. Het

omzetten van energie is een essentieel deel van de aandrijving gezien er ergens een andere vorm van energie omgezet moet worden in mechanische energie.

Ten slotte zijn er de deelfuncties op niveau vier. Deze deelfuncties zijn het opslaan van energie, het voorkomen van terugslag en het voorkomen van cavitatie. Energie moet opgeslagen worden anders is er geen energie aanwezig in het systeem om omgezet te worden. Verder is het voorkomen van terugslag belangrijk omdat dit invloed heeft op het volumetrische rendement van de pomp. Het voorkomen van cavitatie is belangrijk omdat dit kan leiden tot schade aan de pomp.

2.3 Symbolen, grootheden, eenheden en formules met betrekking tot een pomp

Om te rekenen aan een pomp is het relevant om te weten welke grootheden er van belang zijn. Gekoppeld aan deze grootheden zitten altijd een symbool, voor overzicht, en een eenheid. In tabel 2.3.1 is een lijst terug te vinden van al deze belangrijke grootheden en hun symbolen en eenheden.

<i>Symbol</i>	Grootheid	Eenheid
a	versnelling	m/s ²
A	Oppervlak	m ²
d	Inwendig diameter	m
ε	relatieve ruwheid	mm
η	rendement	-
F	kracht	N
h	Hoogte	m
I	stroomsterkte	A
λ	Weerstandsfactor	-
L	Lengte	m
m	massa	kg
n	toerental	omw/s
p	druk	Pa of N/m ²
ρ	dichtheid	kg/m ³
P	Vermogen	W
Φ_V	Volumestroom	m ³ /s
Re	Reynolds getal	-
S	Slag	m
t	tijd	s
T	Rotatietijd	s
U	spanning	V
ν	kinematische viscositeit	m ² /s
v	snellheid	m/s
V	volume	m ³
ω	Hoeksnelheid	rad/s
ζ	Verliesfactor	

Tabel 2.3.1 De tabel met daarin de eenheden en grootheden met betrekking tot een pomp

Deze grootheden kunnen hierna in formules verwerkt worden om aan te tonen hoe deze zich aan elkaar verhouden.

$$\Phi_V = A \cdot v, \quad \Phi_V = \frac{V}{t}$$

Het debiet van de pomp kan op 2 manieren bepaald worden. De eerste manier is het oppervlakte in m² van de stroomleiding vermenigvuldigen met de stroomsnelheid van de vloeistof in m/s. De tweede manier is om het volume vloeistof in m³ te delen door de tijd waarin deze wordt verplaatst in s.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

De dichtheid van een vloeistof kan worden bepaald door de massa in kg van de vloeistof te delen door het volume van deze vloeistof in m³. De dichtheid van een vloeistof is belangrijk om bijvoorbeeld de weerstand van een leiding te bepalen.

$$P_{\text{elektrisch}} = U \cdot I$$

Het elektrisch vermogen kan worden berekend door de spanning in V te vermenigvuldigen met de stroomsterkte in A. Het elektrisch vermogen wordt onder andere gebruikt om de aandrijving van de pomp en het rendement te berekenen.

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Om te bepalen met hoeveel toeren de pomp wordt aangedreven is het belangrijk om de hoeksnelheid te kunnen berekenen. Dit wordt gedaan door middel van de constante pi en de rotatietijd T in seconden.

$$F = ma$$

De tweede wet van Newton wordt toegepast om krachten veroorzaakt door een versnelling te berekenen. Gezien de pomp een vloeistof met massa versnelt om deze weg te pompen werken er krachten op de leiding als een gevolg. Daarin heeft deze formule zijn toepassing.

$$A = \frac{1}{4}\pi d^2, \quad A = \pi r^2$$

Het oppervlakte van een cirkel wordt berekend door middel van de diameter of de straal van de leiding. Dit is belangrijk omdat deze nodig is om bijvoorbeeld het debiet te bepalen.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_z}{d}$$

Relatieve ruwheid van een leiding wordt bepaald zodat er in het Moody diagram afgelezen kan worden wat de weerstand factor van de leiding is. Diameter wordt genomen in millimeters. De relatieve ruwheid wordt gebruikt in combinatie met het Reynolds getal om de weerstand factor van een leiding te bepalen.

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \text{ of } Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu}$$

Het Reynoldsgetal is een dimensieloos getal dat kan worden berekend door middel van de stroomsnelheid, de diameter van de leiding en de kinematische viscositeit van de vloeistof. Het Reynolds getal wordt gebruikt in combinatie met de relatieve ruwheid om te bepalen wat de weerstand factor Lambda van de leiding is.

$$\Phi_{V,theoretisch} = \frac{1}{4}\pi d^2 \cdot S \cdot n, \quad \Phi_{V,theoretisch} = \frac{1}{4}\pi \cdot (2d_z^2 - d_s^2) \cdot S \cdot n$$

De theoretische volumestroom van een pomp kan bepaald worden door middel van deze formule. Hierin is d de diameter van de zuiger, S de slag en n het toerental van de aandrijving. Deze formule is van toepassing op enkelwerkende zuigerpompen. Voor een situatie waar er een dubbelwerkende zuigerpomp wordt berekend wordt de tweede formule toegepast. De diameter van de zuigcilinder blijft hetzelfde echter wordt deze wel vermenigvuldigd met 2 gezien de verdringer de kamer vult met zowel het persen als het zuigen. De diameter van de stang van de verdringer moet hier nog vanaf gehaald worden gezien deze zich bevindt aan een van de kanten van de verdringer.

$$\eta = \frac{\Phi_{V,effactief}}{\Phi_{V,theoretisch}} \cdot 100\%$$

Het rendement van de pomp kan worden berekend door de effectieve volumestroom van de pomp te delen door de theoretische volumestroom die verpompt zou kunnen worden. Het rendement wordt gegeven in een percentage.

$$\lambda = \frac{64}{Re}, \text{ met } Re < 2300$$

Wanneer het Reynolds getal een waarde heeft van minder dan 2300 kan de weerstand factor lambda bepaald worden met behulp van deze formule. Dit is dus alleen van toepassing op laminaire stromingen en niet op turbulente stromingen.

$$p_{hydrostatisch} = p_0 + \rho gh$$

De hydrostatische druk kan worden berekend door middel van de dichtheid, valversnelling 9,81 m/s² en de hoogte in meters en de druk aan het oppervlak. De druk aan het oppervlak zal meestal 1 atmosfeer bedragen. De hydrostatische druk wordt gebruikt in de wet van Bernoulli om de druk op een gegeven punt in een pomp of leiding te bepalen.

$$p_{dynamisch} = \frac{1}{2}\rho v^2$$

De dynamische druk kan worden bepaald door middel van de dichtheid en de stroomsnelheid in het kwadraat. Ook de dynamische druk is deel van de wet van Bernoulli.

$$p_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

De wet van Bernoulli stelt dat de optelsom van de begin druk, hydrostatische druk en dynamische druk over een gehele leiding gelijk is. De toepassing hiervan is om de druk te bepalen in een bepaald punt in een leiding.

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

De continuïteit betrekking stelt dat stroomsnelheid vermenigvuldigd met het oppervlakte in een enkele leiding op alle punten gelijk is. Dit betekend dus dat de stroomsnelheid van een vloeistof afneemt als het oppervlak toeneemt, en de stroomsnelheid toeneemt als het oppervlak afneemt. Oppervlak in m² en snelheid in m/s.

$$p_{w,l} = \lambda \cdot \left(\frac{\Sigma L}{d} + \Sigma \zeta \right) + \frac{1}{2} \rho v^2$$

Met deze formule kan de weerstand in een leiding bepaald worden. Dit gaat door middel van de weerstandsfactor λ die kan worden verkregen door deze af te lezen in het Moody diagram. De deling van de lengtes en diameter wordt opgeteld met alle weerstandscoefficienten van bochten, inlaatkleppen en uitlaat kleppen in de leiding. Dit wordt daarna vermenigvuldigd met de weerstandsfactor λ en de dynamische druk.

2.4 Uitvoeringsvormen, toepassingen en schematische weergave van verscheidene pompen

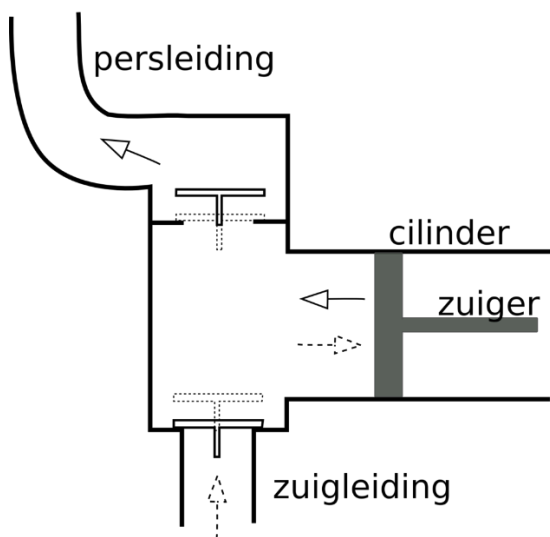
Pompen komen in een groot spectrum van verschillende uitvoeringsvormen. Deze uitvoeringsvormen kunnen opgedeeld worden in twee verschillende soorten. Deze twee soorten zijn verdringer pompen en turbinepompen. Verdringer pompen zijn pompen die geen constante volumestroom hebben. In tegenstelling tot turbine pomp is de output van vloeistof daarom dus niet constant maar cyclisch. Verdringer pompen werken vaak met een groot drukverschil om een vloeistof te verplaatsen naar een aparte ruimte. Turbine pompen zijn pompen die, zoals de naam suggereert, werken met een turbine. Dit houdt in dat de pompen werken door middel van een rotor ofwel waaier die met een hoog toerental draait. Als een gevolg hiervan wordt de vloeistof met een constante snelheid verder geperst. Turbine pompen hebben daarom dus ook een gelijkmatige stroom snelheid en debiet in een gegeven tijd. Door de werking van de turbine hebben dit soort pompen vaak weinig of geen last van terugstroom of slip van het water. Omdat turbinepompen werken met een groot toerental hebben dit soort pompen ook vaak een lagere druk dan turbine pompen.

2.4.1 Verdringer pompen

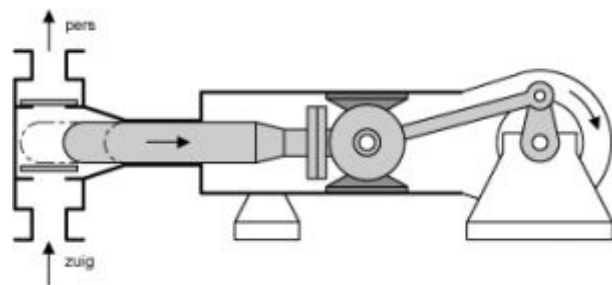
Verdringer pompen hebben onderling veel meer verschillen dan turbine pompen. Waar turbine pompen vaak allemaal voorzien zijn van een waaier is er niet een specifiek onderdeel dat een pomp kwalificeert als een verdringerpomp. Een verdringer pomp wordt daarom dus ook gedefinieerd door zijn eigenschappen. Verdringer pompen verplaatsen een constant volume aan vloeistof van een lage druk omgeving naar een ruimte met een hoge druk. Doordat deze pompen een vloeistof eerst verplaatsen naar een omgeving met hoge druk werken deze vaak met een bepaalde periode.

Zuigerpomp

De meest voorkomende uitvoeringsvormen van een verdringerpomp zijn zuigerpompen en plunjerpompen. Een zuigerpomp werkt door middel van een cilinder met daarin een verdringer. Deze verdringer beweegt lineair heen en weer en verandert daarbij de inhoud van de zuig cilinder. Wanneer dit volume groter wordt stroomt de vloeistof de zuig cilinder in, die daarna door de verdringer weg geperst wordt wanneer deze weer terug beweegt. Zuigerpompen hebben over het algemeen een lage volumestroom, maar een hoge opvoerdruk. Doordat de pomp wordt aangedreven door middel van het omzetten van een cyclische beweging naar een lineaire beweging hebben zuigerpompen dus ook een goed rendement. Zuigerpompen zijn echter wel gevoelig voor vervuiling in de vloeistof. Stoffen zoals zand kunnen tussen de verdringer gaan zitten die kapot kan gaan als een gevolg hiervan. Daarom zijn zuigerpompen dus ook vaak onderhoudsintensief in vergelijking tot andere uitvoeringsvormen van verdringerpompen.

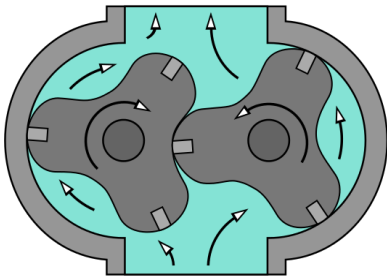


Figuur 2.4.1.1 (Links) Een schematische weergave van een zuigerpomp [bron](#) en Figuur 2.4.1.2 (Rechts) Een schematische weergave van een plunjerpomp [bron](#)



Lobbenpomp

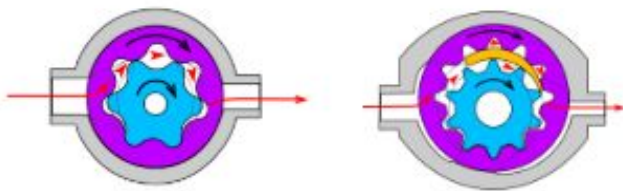
Een lobbenpomp is een type verdringerpomp die werkt door middel van twee tegengesteld roterende rotors. Zowel de volumestroom als de druk van een lobbenpomp zijn relatief laag. Ook werkt een lobbenpomp met een relatief laag toerental. Door de werking van deze pomp ziet hij veel toepassing in het verpompen van kwetsbare vloeistoffen en vloeistoffen met een hoge viscositeit. Hierbuiten hebben lobbenpompen echter weinig tot geen toepassing gezien er in de meeste gevallen betere keuzes zijn voor het verpompen van een vloeistof.



Figuur 2.4.1.3 een schematische weergave van de werking van een lobbenpomp [bron](#)

Tandwielpomp

Een tandwielpomp is een pomp die werkt door middel van een roterend tandwiel. De tanden op het tandwiel neemt een vloeistof mee en verplaatst deze naar de andere kant van de kamer. Tandwiel pompen hebben vaak een lage werkdruk omdat deze anders een slecht rendement vertonen. Tandwielpompen vereisen weinig tot geen onderhoud en zijn ook goedkoop om te produceren. Echter zien ze alleen toepassing in het verpompen van kleine hoeveelheden vloeistof met een lage opvoerdruk.



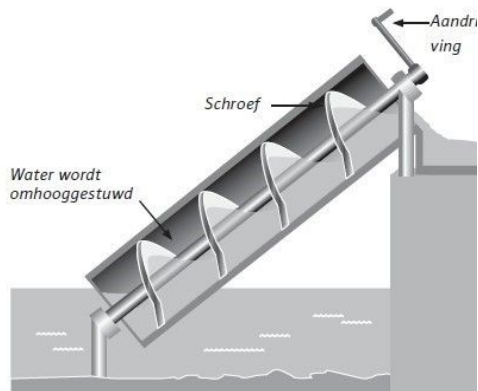
Figuur 2.4.1.4 een schematische weergave van de werking van een tandwielpomp [bron](#)

Touwpomp

Touwpompen zien vooral toepassing in de vorm van drinkwaterwinning in ontwikkelingslanden. Ze werken door middel van een dunne buis die dieptes van circa 40 meter kunnen bereiken. Het voordeel van deze pompen is dat ze goedkoop zijn en met lokale materialen te realiseren zijn. De pomp werkt door middel van een knoop op het touw dat door de buis loopt. Aan deze knoop zit een rubberen zuiger bevestigd. Deze rubberen zuiger zorgt ervoor dat het water naar boven wordt getild. Dit soort pompen hebben een lage volumestroom en een lage opvoerdruk. Echter zijn dit soort pompen wel uitermate geschikt om vloeistoffen te verplaatsen van lage hoogtes naar grote hoogtes.

Schroefpomp

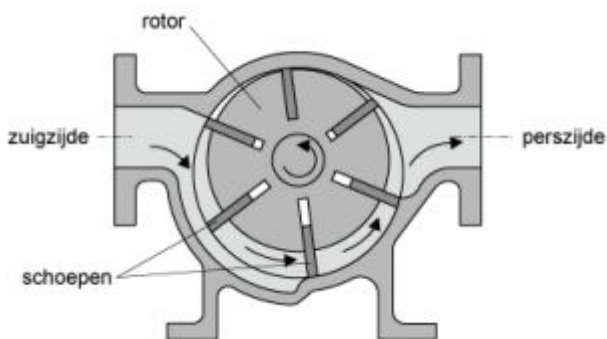
Een schroefpomp, ook wel is een schroef van Archimedes is een type verdringerpomp. De pomp werkt door middel van een roterende schroef die de vloeistof in een axiale richting verplaatst. Dit soort pompen vereisen een grote hoeveel mechanische energie, die over het algemeen leidt tot een relatief laag rendement. Het debiet van de pomp is direct gerelateerd aan de hoeveelheid toeren waarop de pomp draait. Hoewel de volumestroom vrij laag is kan de pomp wel een grote kracht leveren. De pomp is daarom dus ook geschikt om grote volumes van een vloeistof (voornamelijk niet verontreinigd water) naar een hoger niveau te pompen.



Figuur 2.4.1.5 Een schematische weergave van de werking van een schroef pomp [bron](#)

Schottenpomp

Een schottenpomp is een type verdringer pomp die werkt met behulp van centrifugale krachten of veren. Wanneer de pomp draait worden de schotten in de pomp naar buiten geduwd tegen de behuizing. Deze wordt ook wel de stator genoemd. Wanneer de pomp draait worden er twee kamers gevormd in de behuizing door middel van de schotten. Deze verplaatsen op hydraulische wijze de vloeistof. De toepassing van deze pomp ligt tussen een tandwiel pomp en een zuigerpomp. De pomp kan werken met een relatief hoge druk en is niet onderhoudsintensief. Ook is de pomp niet gevoelig voor vervuiling. De pomp wordt voornamelijk gebruikt voor vloeistoffen met een lage viscositeit en gassen.



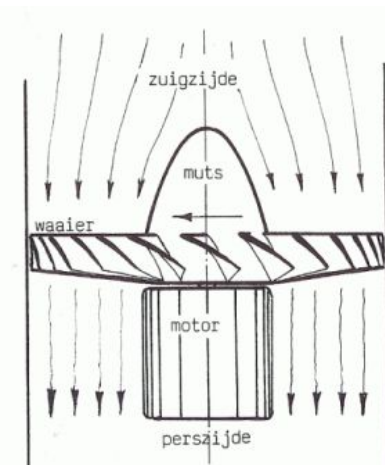
Figuur 2.4.1.6 Een schematische weergave van de werking van een schottenpomp. [bron](#)

2.4.2 Turbine pompen

Turbine pompen hebben zoals eerdergenoemd onderling minder uiteenlopende uitvoeringsvormen. Vrijwel alle turbine pompen werken door middel van het gebruik van een rotor die om een as draait. Hieromheen zit een omhulsel om te zorgen dat het water niet weg stroomt. Door de werking van een turbine pomp kunnen deze het water vaak opvoeren tot hoge snelheden met een hoog debiet. Als een gevolg hiervan hebben turbine echter wel een lage druk. Dit betekent dat ze niet geschikt zijn om vloeistoffen bijvoorbeeld omhoog te pompen.

Axiale pompen

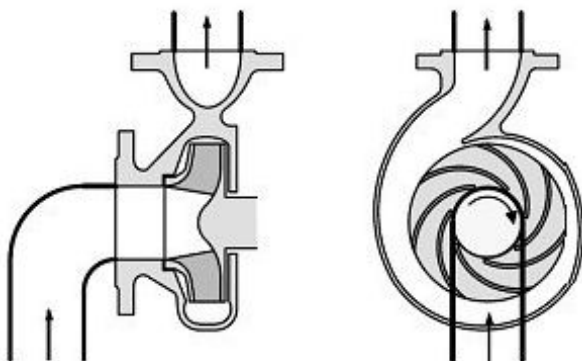
Axiale pompen zijn een type waaier pomp die niet een daadwerkelijke waaier bevatten. In plaats daarvan zijn ze uitgerust met een scheeps propellor. Axiale pompen verpompen vloeistoffen, zoals in de naam aangegeven staat, in de axiale richting. In plaats van een uitlaat aan de zijkant van de behuizing pomp zit deze aan de achterkant. Het voordeel hiervan is dat er een nog hoger debiet dan een traditionele centrifugaalpomp gerealiseerd kan worden. Deze uitvoeringsvormen hebben echter een nog lagere druk dan andere turbine pompen.



Figuur 2.4.2.1 Een schematische weergave van de werking van een axiale waaier pomp. [bron](#)

Radiale pompen

Een radiale waaier pomp is de meest voorkomende uitvoeringsvorm onder de waaier pompen. Het ontwerp van de turbine is vaak in de vorm van een slakkenhuis. Via het midden wordt het water naar binnen verpompt waarna de vloeistof de pomp aan de boven- of zijkant de pomp weer verlaat. Radiale waaier pompen worden ook wel centrifugaal pompen genoemd. Over het algemeen heeft deze uitvoeringsvorm een hoog debiet maar een lage druk.



Figuur 2.4.3.2 Een schematische weergave van een centrifugaal pomp [bron](#)

Gesloten waaier

Een gesloten waaier wordt herkend aan de schoepen. Deze zitten opgesloten in de behuizing van de pomp en vormen zo een geheel. De schoepen zijn ten opzichte van de draairichting naar achter gebogen. Ook kunnen ze dubbel gebogen zijn. Dubbel gebogen schoepen zorgen echter wel voor hogere productiekosten. Gesloten waaier pompen worden vooral toegepast in situaties waar de te verpompen vloeistof weinig of geen verontreiniging bevat.

Half-open waaier en semi-open waaier

Half-open waaier pompen en semi-open waaier pompen zijn een uitvoeringsvorm van waaier pompen die speling hebben langs de wand van de behuizing. Ook is de achterwand, en soms ook de voorwand, van dit soort pompen open. Om de wand van de pomp kan vaak een slijtage plaat gemonteerd worden die ervoor zorgt dat verontreiniging geen schade aan het pomphuis veroorzaakt. De toepassing van dit soort waaier pompen ligt vooral in verontreinigde vloeistoffen. Dit geldt voor zowel kleine verontreinigings deeltjes zoals zandkorrels en grotere deeltjes zoals kiezel steentjes.

2.5 Praktische aspecten

Bij het zonnepomp project moet er rekening gehouden worden met een groot aantal praktische aspecten.

Functie, de pomp moet voldoen aan de functionele eisen die hieraan worden gesteld, zoals formaat en debiet.

Ontwerp, De pomp moet ontworpen worden zodat deze voldoet aan alle gestelde eisen in het PvE. Dit moet echter wel gebeuren binnen de aanwezige limitatie, zoals beperkte maat nauwkeurigheid in de productie stappen.

Productie, de pomp moet geproduceerd kunnen worden door middel van de productietechnieken die toegepast kunnen worden met de beschikbare machines en gereedschappen. Dit houdt in dat er een limiet zit aan hoe precies een gegeven onderdeel geproduceerd kan worden. Ook heeft dit als gevolg dat er gewerkt moet worden met een gelimiteerde maat nauwkeurigheid.

Materiaal, De pomp moet geconstrueerd worden met behulp van materialen die niet, of zo min mogelijk, aangetast worden door het water. Daarnaast mag de elektronica die zich binnen de pomp bevindt niet aangetast worden. Dit houdt in dat dit deel van de pomp compleet afgesloten en vrij van lekkages moet zijn.

Onderhoud, Het eindontwerp van de pomp moet gezien de context zo min mogelijk onderhoud nodig hebben. Aangezien het in alle waarschijnlijkheid een pomp wordt die gericht is op mensen die geen verstand hebben van de technologie die hierachter zit. Dit soort mensen beschikken niet over de vaardigheid om de pomp zelf te repareren. Wanneer er een monteur moet komen of wanneer een pomp moet worden verzonden per post voor reparaties kost dit ook geld.

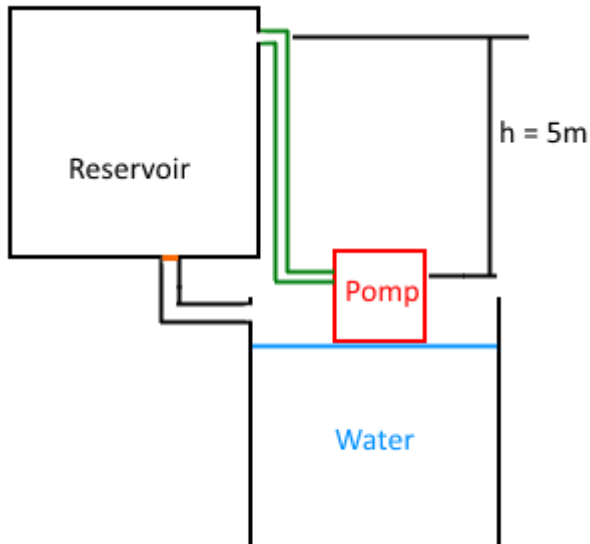
Meet- en regeltechnisch, De pomp moet aangestuurd worden en er moeten metingen worden gedaan in de test van de pomp. Dit betekent dat de pomp moet worden voorzien van een aansturing.

Organisatie, Het onderzoek doen, een advies opstellen en de pomp ontwerpen en produceren is samen een grote onderneming. Daarom moet er goed georganiseerd worden en moeten de taken goed verdeeld worden. Dit zal voornamelijk gaan door middel van wekelijkse to-do lijstjes en een plan van aanpak voor het gehele project.

Kostentechnisch, de materialen moeten gefinancierd worden. Daarboven komt ook nog is dat de productie ook niet gratis is. Naast die twee kostenposten kost eventuele meet- en regelapparatuur ook nog is geld. Het is belangrijk om de uiteindelijke kosten niet uit de handen te laten lopen gezien deze snel kunnen oplopen als hier geen zicht op wordt gehouden.

2.5.1 Praktische zaken met betrekking tot het testen van de pomp

Wanneer de pomp compleet is en moet worden gebouwd moet deze ook getest worden. Dit gaat door middel van een testopstelling. In deze testopstelling wordt de pomp in aangebracht in normale gebruiksomstandigheden, aangezien deze kunnen verschillen per soort pomp. De pomp zal worden getest op de volgende aspecten: Debiet, afmetingen, efficiëntie van energie omzetting. Om te bepalen of deze voldoen aan de voorgestelde ontwerp eisen wordt de pomp ook teruggekoppeld aan het PvE dat voor de pomp opgesteld zal worden. Een testopstelling voor een pomp zou als volgt kunnen zijn: Neem een bak met water waarvan het volume van tevoren is bepaald. Laat daarna de pomp al het gegeven volume aan water door een leiding 5 meter omhoog pompen. Meet de tijd waarin deze bak met water leeg wordt gepompt. Aan de hand hiervan kan met een simpele berekeningen worden bepaald wat het debiet van de pomp is. ($Q = \text{Volume verpompte vloeistof/tijd}$). Het water kan naar een reservoir met een klep gepompt worden zodat het volume maar een enkele keer bepaald hoeft te worden. Ook kan op deze manier steeds hetzelfde water in een gesloten systeem worden gebruikt om de test meerdere malen uit te voeren. De afmetingen van de pomp kunnen opgemeten worden waarna er bekeken kan worden of deze voldoen aan de vastgestelde eisen. Om de efficiëntie van de pomp te bepalen kan er worden berekend hoeveel vermogen er wordt geleverd door de elektromotor. Hierna kan er aan de hand van het debiet worden bepaald hoeveel vermogen dat wordt geleverd door de motor uiteindelijk wordt omgezet in arbeid om het water te verplaatsen. Hieronder is een schematische testopstelling te vinden in figuur 2.5.1.1.



Figuur 2.5.1.1 Een schematische weergave van een mogelijke testopstelling voor een pompsysteem. Groen is de leiding van de pomp naar het reservoir en oranje de kleur van de klep in het reservoir.

3 Conclusie

Aan de hand van het uitgevoerde onderzoek kan er nu antwoord gegeven worden op de vooraf gestelde hoofdvraag. Deze hoofdvraag was als volgt : Hoe wordt een pomp geschikt voor de context ontworpen en gerealiseerd?

Om antwoord te geven op deze hoofdvraag zijn eerst alle functies van een pomp uitgezet in een functieboom. De meerwaarde van deze functieboom is het duidelijkheid geeft voor de te realiseren pomp. Het geeft een overzicht waaraan vastgehouden kan worden in de realisatiefase. Daarna zijn alle eenheden, grootheden en formules uitgezet in een overzichtelijk schema. Hierdoor is het duidelijk welke factoren er meegenomen moeten worden tijdens de realisatie van de pomp.

Ook is het belangrijk dat de ontwerper van een product zichzelf bezig houdt met praktische aspecten. Door deze praktische aspecten uit te zetten in een schema is makkelijker om goede keuzes te maken op het gebied van onder andere gebruiksgemak, kosten onderhoud en materiaal. Ook is er een onderzoek gedaan naar verschillende uitvoeringsvormen van pompen. Hierdoor is er goed in kaart gebracht wat de voordelen, nadelen en toepassing zijn van verschillende pomp soorten. Aan de hand van deze vergaarde kennis kan er dus ook een geïnformeerd advies opgesteld worden voor een uiteenlopend spectrum aan casussen en situaties. Ook kan deze kennis gebruikt worden om een aantal verschillende pompen te realiseren.

4 Evaluatie

Zoals het onderzoek nu is uitgevoerd is er alleen aandacht besteed aan de pomp zelf. In zichzelf is dit geen probleem omdat het belangrijk is wat de mogelijkheden zijn op dit gebied om een geïnformeerde keuze te maken. Echter zien we vaak dat in de realiteit de pomp zelf vaak een onderdeel is van een overkoepelend pompsysteem.

Het gevolg hiervan is dat er naast de uitvoeringsvorm van de pomp zelf ook gekeken moet worden naar de toepassing van een pomp binnen een gegeven systeem. De context waarin een pomp wordt gebruikt kan een grote invloed hebben op de uitvoeringsvorm die wordt gekozen. Voor het verpompen van een schone vloeistof met een hoge viscositeit zou er bijvoorbeeld gekozen worden voor een andere uitvoeringsvorm dan een vervuilde vloeistof met een lage viscositeit.

Op het gebied van de onderzoeksaanpak zelf is het onderzoek, zoals in de inleiding ook al aangegeven, uitgevoerd door wat meer tijd en aandacht te besteden aan diepgang. Dit betekent echter wel dat het onderzoek meer tijd in beslag heeft genomen dan wat als wenselijk wordt gezien. De resultaten die er zijn opgeleverd zijn robuust genoeg en hebben genoeg diepgang om te concluderen dat de tijd niet verspild is, echter zal er in het vervolgonderzoek als deze gedaan wordt wel gekozen worden voor een alternatieve aanpak. Een aanpak die minder tijdrovend is en sneller uitgevoerd kan worden.

5 Aanbevelingen

Dit rapport is opgesteld met de opzet dat er kennis over pompen en pompsystemen in het algemeen wordt vergaard. Dit betekent echter dus ook dat er minder diepgang is in het onderzoek dat uitgevoerd is naar verschillende uitvoeringsvormen. Uit het onderzoek dat gedaan is valt er te concluderen dat voor de gegeven probleemstelling waaier pompen niet geschikt zullen zijn. De aanbeveling voor een vervolgonderzoek is daarom dus ook om dieper in te gaan op verdringer pompen. In het specifiek schottenpompen en plunjer- of zuigerpompen.

Het water moet uit een kelder gepompt worden, en dus moet het een aantal meter omhoog gepompt worden. Waaier pompen beschikken vaak over een hoog debiet maar een lage druk. Wanneer het water omhoog gepompt moet worden is het van groter belang dat de druk hoog genoeg is om de zwaartekracht te overwinnen. Het debiet van de pomp hoeft hierdoor dus ook niet zeer hoog te zijn. Daarom zijn verdringer pompen dus ook geschikt voor dit probleem.

Centrifugaal pompen hebben hun toepassingen op het gebied van grote hoeveelheden vloeistoffen snel verplaatsen. En hoewel dit wel nuttig zou kunnen zijn om een kelder leeg te pompen als er een andere oplossing wordt bedacht voor de afvoer van het water hebben ze nu weinig nut als een gevolg van de lage opvoerdruk.

Bronnenlijst

1. Ouwehand, J., Papa, T., Post, E., & Taal, A. (2012). *Toegepaste energietechniek*. Amsterdam, Nederland: Boom
2. Taal, A. C. (2012). *Toegepaste energieleer: warmte- en stromingsleer*. Amsterdam, Nederland: Boom.
3. Evans, J. (z.d.). Pump Ed 101. Geraadpleegd op 13 februari 2019, van <http://www.pumped101.com/>
4. Holtslag, H. (z.d.). Ropepumps.org. Geraadpleegd op 13 februari 2019, van <http://www.ropepumps.org/>
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1987). *FAO Irrigation and Drainage Paper*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
6. National Renewable Energy Laboratory. (2006). *Improving Pumping System Performance: A Sourcebook for Industry* (2e ed.). Parsippany, Verenigde Staten: Hydraulic Institute.
7. Pump Types Guide - Find the right pump for the job. (z.d.). Geraadpleegd op 18 februari 2019, van <http://www.pumpscout.com/articles-scout-guide/pump-types-guide-aid100.html>
8. EDSU. (2007). *Radial, mixed and axial flow pumps. Introduction*. Geraadpleegd van https://www.esdu.com/cgi-bin/ps.pl?sess=unlicensed_1190324095338qvt&t=gen&p=home
9. Micheal Smith Engineers ldt. (z.d.). *Rotary Pump Family Tree*. Geraadpleegd van <https://www.michael-smith-engineers.co.uk/mse/uploads/resources/useful-info/Positive-Displacement-Pumping-Guides/Overview-of-types-of-Rotary-Positive-Displacement-Pump.pdf>
10. Stolk, J., & Bianchi, L. W. P. (1994). *Pomptechnologie: leerboek voor het hoger technisch onderwijs*. Groningen/Houten, Nederland: Noordhoff.
11. Geertsma, P. (z.d.). Wat is een pomp en hoe werkt een pomp? | TechnischWerken. Geraadpleegd op 13 februari 2019, van <http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-is-een-Pomp-en-hoe-werkt-een-pomp/>

Bijlage

Leertaak 1.1

Nordin Akachar (18063349):

Overeenkomst:

Aan de hand van hoofd- en deelvragen zullen wij op zoek gaan naar specifieke informatie, zodat we meer over pompen af weten.

Verschil:

De methode van school vraagt van ons dat we voor alle bronnen die we gebruiken moeten beschrijven hoe betrouwbaar, relevant en valide de bronnen zijn. Normaal gesproken doe je dit voor jezelf zonder het op te schrijven.

Voordeel:

Je wordt je erg bewust van het feit dat een heleboel bronnen niet geschikt zijn voor het beantwoorden van je vragen.

Nadeel:

Het kost best veel tijd om te verwoorden wat je in een oogopslag al kunt zien. Hierdoor ben je langer bezig met het zoeken naar informatie.

Olivier van den Barselaar (16094417):

Overeenkomst

Er wordt gestructureerd een hoofdvraag en deelvragen opgezet en vanuit die deelvragen gezocht naar bronnen die er bij kunnen passen. Dit helpt met gericht zoeken en niet van de uiteindelijke hoofdvraag en doelstelling af te dwalen.

Verschil

Wij verdiepen ons verder in de deelvragen dan wordt gezegd door school waar onderzoek in kleinere stappen en heel breed overal informatie vandaan te halen en het dan minder te verdiepen.

Voordeel

Wij hebben meer diepgang in de informatie waardoor je daarna een stuk beter naar verschillende oplossingen kan kijken en tot zekere zin ook beter kan specialiseren op de opdrachten.

Nadeel

We zijn meer tijd kwijt aan het onderzoek en krijgen naast meer nuttige informatie ook informatie die totaal nutteloos is en te ver van het project ligt. Ook krijg je tijdens het zoeken naar bronnen veel prikkelingen om afgeleid te raken en totaal niet meer met de opdracht bezig te zijn.

Sjoerd van der Laan (17074584):

Overeenkomst

Ons onderzoek wordt uitgevoerd door een hoofdvraag en deelvragen op te stellen en deze systematisch te beantwoorden. Dit is om ons onderzoek te sturen zodat wij gericht onze informatie kunnen verzamelen

Verschil

In de onderzoeksvaardigheden colleges wordt ons geadviseerd om onderzoek in korte etappes te doen. Wij vinden het daarentegen fijn om ons soms langer individueel te verdiepen in een deelvraag.

Voordeel

Het individueel verder verdiepen zorgt voor een grotere kennis verzameling over de bestudeerde onderdelen. Ook leidt dit tot een zeker specialisering binnen onze groep, wat ons helpt in het opstellen van taakverdelingen

Nadeel

In deze onderzoekswijze is er een hoger risico om afgeleid te raken tijdens het onderzoek en af te dwalen in nutteloze informatie.

Frank Verbunt (18127185) :

Overeenkomst

De overeenkomst met ons onderzoek behoeften en de voorgestelde onderzoek aanpak is dat we het uitvoeren door middel van hoofd- en deelvragen. Dit zorgt ervoor dat we gericht kunnen zoeken naar informatie.

Verschil

Het verschil is dat er wordt aangeraden om naar informatie te zoeken in korte tijden van vijf tot tien minuten. Dit is tegenstelling tot onze manier, wij nemen langer de tijd voor de het onderzoeken van informatie voor de deelvragen.

Voordeel

Het voordeel van onze manier is dat er meer tijd is voor het onderzoek naar de individuele deelvragen. Dit zorgt ook voor meer rust en minder stress. Omdat er meer tijd is, kan er ook langer gekeken worden naar de relevantie en kwaliteit van de informatie.

Nadeel

Het nadeel van onze manier is dat er meer tijd nodig is voor het hele onderzoek. Omdat je langer achter elkaar aan het werk bent kan de productiviteit minder worden. Gelukkig is dit nadeel niet van veel waarde is omdat er genoeg tijd is om het op deze manier te doen.

Gerben Voogt (18098363):

Overeenkomst

Het onderzoek zal worden uitgevoerd door middel van het opstellen van hoofd- en deelvragen. Deze zijn bedoeld om te helpen met gericht te zoeken naar de relevante informatie voor het onderzoek naar pompen.

Verschil

Vanuit de colleges voor onderzoeksvaardigheden wordt een student aangeleerd om te zoeken in korte sprints van vijf tot tien minuten. Echter wordt er in dit onderzoek een langer onderzoek gedaan naar een individuele deelvraag.

Voordeel

Een voordeel van deze manier van onderzoeken is dat er meer tijd en ruimte is om dieper in te gaan op een individuele deelvraag. Dit zorgt ervoor dat er een grotere collectie aan informatie is die potentieel in het onderzoeksrapport opgenomen kan worden. Daarbovenop komt dat deze informatie uitgewerkt kan worden tot kwalitatieve informatie. Er wordt gekozen voor deze manier van onderzoeken omdat er in de context van dit rapport tijd en ruimte is om het op deze manier aan te pakken.

Nadeel

Een nadeel van deze onderzoeksmethode is wel dat er een risico is tot afleiding. Dit kan leiden tot een lagere productiviteit en minder effectief werk dat wordt verricht. Hoewel dat voor dit specifieke onderzoek niet heel erg is gezien er voldoende ruimte en tijd is om een uitgebreid onderzoek te verrichten op deze manier zal dat niet gelden voor alle onderzoeken. Vooral als er een gegeven tijdsdruk achter dit onderzoek staat.

Leertaak 1.2

Nordin Akachar (18063349):

Het doel van dit onderzoek is informatie over pompen vergaren, zodat we een professioneel advies kunnen geven aan onze opdrachtgever. Binnen 7 weken moeten we instaat zijn om dit advies te geven en te kunnen onderbouwen waarom we bepaalde keuzes wel of niet maken.

Olivier van den Barselaar (16094417):

Een onderzoek doen naar de bestaande pompen en welke verschillen er tussen de pomp soorten zijn en waar deze verschillen nuttig voor zijn in applicatie. Door middel van dit onderzoek kan er beter een advies worden opgesteld en daarmee dus een pomp worden gekozen die goed bij onze opdracht past.

Sjoerd van der Laan (17074584):

Het doel van ons onderzoek is het kunnen adviseren van de opdrachtgever over wat de beste uitvoeringsvorm van een pomp het meest toepasselijk is voor onze opdracht en hoe wij dat advies kunnen onderbouwen

Frank Verbunt (18127185) :

Het doel van ons onderzoek is om de opdrachtgever te adviseren over het maken van een keuze voor de juiste pomp en dit advies te onderbouwen met de juiste benodigde kennis.

Gerben Voogt (18098363):

Er moet een onderzoek gedaan worden naar de verschillende soorten pompen en hun specificaties en toepassingen. Op basis van dit onderzoek moet er na een onderzoeksperiode van drie weken een geïnformeerd advies opgesteld kunnen worden over de meest geschikte soort pomp die voldoet aan alle gestelde eisen in het PvE van de pomp voor het leegpompen van een kelder in een huis.

Leertaak 1.3

Nordin Akachar (18063349):

Bron: Boot, H., Verschoor, M. J. E., De Wit, J. B., & Nies, J. (1998). *Handboek industriële warmtepompen*. Deventer: Kluwer BedrijfsInformatie.

In opdracht van het ministerie van Economische zaken hebben de auteurs dit boek geschreven. Het legt uit wat warmtepompen zijn en behandelt de processen die plaatsvinden in een warmtepomp. Ook worden de functies van verschillende onderdelen uitgelegd.

Bron: Geertsma, P. (z.d.-a). Wat is een pomp en hoe werkt een pomp? | TechnischWerken.

Geraadpleegd op 7 februari 2019, van

<http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-is-een-pomp-en-hoe-werkt-een-pomp/>

Website waarin kort wordt uitgelegd wat een pomp is en hoe een pomp werkt. Verder wordt er ook het een en ander uitgelegd over de opbrengst en het rendement van pompen.

Bron: Geertsma, P. (z.d.-b). Wat is hydrauliek en waarvoor wordt het gebruikt? | TechnischWerken.

Geraadpleegd op 7 februari 2019, van

<http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-is-hydrauliek-en-waarvoor-wordt-het-gebruikt/>

Op deze website wordt kort uitgelegd wat hydrauliek is en hoe het werkt. De auteur noemt ook nog een aantal voor en nadelen van hydraulische pompen.

Bron: Stolk, J., & Bianchi, L. W. P. (1994). *Pomptechnologie: leerboek voor het hoger technisch onderwijs* (13e ed.). Houten: Stam Techniek.

Educatief boek waarin de algemene principes van pompen worden uitgelegd. Verder wordt de werking, toepassing en het rendement van verschillende pompen beschreven.

Bron: Van den Brink, R. (2006). *Technische leergang-Hydrauliek*. (2e ed.) Amerongen: Delta Press

In dit boek wordt de werking van Hydropompen uitgelegd. Verder worden allerlei regelingen en motoren beschreven.

Olivier van den Barselaar (16094417):

Bron: Evans, J. (z.d.). *Pump Ed 101*. Geraadpleegd op 13 februari 2019, van <http://www.pumped101.com/>

Een site over veel soorten pompen en de werking ervan er wordt veel uitgelegd over pluspunten en minpunten van alle pomp soorten en waar ze het best voor kunnen gebruikt worden. Alhoewel de auteur niet een directe studie heeft gedaan die veel te maken heeft met pompen in het algemeen heeft hij werkervaring over pompen van 1986 tot 2015 waar hij met pensioen is gegaan en hij heeft besloten zijn werk ervaring te delen via deze site. Ook heeft hij z'n email adres er bij staan waar hij contact wil opnemen als er fouten in de site staan of als je vragen hebt over de informatie waardoor het goed relevant is gebleven.

Bron: Holtslag, H. (z.d.). *Ropepumps.org*. Geraadpleegd op 13 februari 2019, van <http://www.ropepumps.org/>

Deze bron gaat heel specifiek over één soort pomp waardoor het misschien niet goed helpt bij het brede onderzoek maar hij is wel heel interessant doordat hij met weinig energie water vrij hoog kan pompen en hij heel goedkoop en makkelijk te bouwen is. Er staan meerdere artikelen en onderzoeken in de site verwezen die handig kunnen zijn bij verder research.

Bron: Ouwehand, J., Papa, T., Post, E., & Taal, A. (2012). *Toegepaste energietechniek*. Amsterdam, Nederland: Boom.

Het boek dat wij dit jaar hebben voor energie techniek er staan veel formules in om te berekenen hoe pompen werken en hoe veel debiet ze kunnen leveren en ook wat voor invloed een bocht of lengte van een buis heeft op de druk die er extra komt. Ook kan je met de formules berekenen wat de hoogte voor extra druk geeft op de pomp en het uiteindelijke debiet dat er vrij komt.

Bron: Sulteq. (z.d.). *Constructieve details | Sulteq pompen en revisie bv*. Geraadpleegd op 14 februari 2019, van <http://www.sulteq.com/centrifugaalpompen/constructieve-details/>

In deze bron wordt er door een bedrijf uitgelegd wat voorn pompen zij in hun assortiment hebben en wat die pompen kunnen. Er moet wellicht gekeken worden naar of die pompen daadwerkelijk dat kunnen of dat dat in perfecte conditie is maar het is wel een handig referentiepunt en ze hebben animaties bij de werking van een paar pompen.

Bron: Pompgids. (z.d.). *PompenGids.net*. Geraadpleegd op 14 februari 2019, van <https://www.pompengids.net/>

Deze bron heeft niet direct nut voor ons onderzoek maar geeft wel aan welke pomp nodig is bij welke specificaties. Ook legt het uit wat belangrijke dingen zijn waar je rekening mee moet houden bij het kiezen van een pomp soort. Verder heeft het verwijzingen naar al bestaande pompen met hun voordelen en nadelen en de specificaties. Ook omdat het niet direct van een bedrijf zelf is is hij goed te vertrouwen en kijkt de site naar welk bedrijf je het best toe kan stappen bij bepaalde pomp soorten.

Sjoerd van der Laan (17074584):

Bron: *Toegepaste energieleer: warmte- en stromingsleer*

Deze bron is een lesboek wat over de stromings en dynamische werking van onder andere pompsystemen gaat. De auteur is actief bij de Natuurkunde, wiskunde en informatica faculteit aan de Universiteit van Amsterdam.

Bron: *Dynamic model of a complex system including PV cells, electric battery, electrical motor and water pump*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544203001154?via%3Dihub>

Een publicatie met betrekking tot het ontwerp van een pomp systeem dat werkt op zonnecellen. Bevat zinvolle informatie over de keuze van pomp uitvoering en de implementatie van de PV cellen. Delen van het verhaal zullen gedateerd zijn door de leeftijd van de publicatie, maar de basis zal toepasselijk zijn.

Bron: *Electrical transmission between a wind turbine and a water pump for application in developing countries* <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/6123448>

Een oude publicatie van de energie overbrenging in een concept waterpomp aangedreven door een windmolen voor gebruik in ontwikkelingslanden. De publicatie heeft 4 citaten en is afkomstig van de technische hogeschool Eindhoven. De publicatie is waarschijnlijk wel verouderd vanwege het contrast in technologie tussen nu en de jaren 80.

Bron: *Wat is een dompelpomp en waar wordt deze pomp voor gebruikt?*

<https://www.waterpompshop.nl/blog/waar-wordt-dompelpomp-voor-gebruikt/>

Een korte opsomming en uitleg van de specificaties van dompelpompen.

Bron: *Kelderpomp*

<https://www.pompengids.net/pomptype/8/kelderpomp>

Een compacte uitleg van de basiskennis over kelderpomp systemen en de voor en nadelen hiervan.

Frank Verbunt (18127185) :

Bron: <https://www.xylem.nl/>

Een site met veel verschillende soorten pompen en toepassingen. Uitgebreide selectie in keuze en uitleg. Goede bron van informatie als je zoekt naar algemene informatie over allerlei soorten pompen en de verschillen tussen die pompen. De site is recent en wordt ook geüpdatet dus de kwaliteit van de informatie is van niveau.

Bron: <https://www.wildkamp.nl/assortiment/pompen/6000000>

Een website voor pompen bedoeld voor in de industrie en scheepvaart, maar ze doen ook huis en tuin. Deze site bevat bondige informatie over de verschillende pompen en hun capaciteiten en doeleinden. Daarnaast is het ook gemakkelijk om contact met ze op te nemen voor advies of aanvullende informatie.

Bron: Duijvelaar pompen <https://dp.nl/>

Aangezien we een interview met deze mensen van dit bedrijf houden, leek het slim om een kijkje te nemen op hun site. Het is duidelijk een bedrijf gespecialiseerd in pompen dus de informatie die bij hun vandaan komt zou van hoge kwaliteit moeten zijn. Alle reden om dit te zien als een goede bron van informatie.

Bron : <http://www.ssplobbenpompen.nl/producten/algemeen/>

Zoals de naam van de website doet suggereren, gaat het hierbij vooral om lobbenpompen. Geen algemene informatie over verschillende soorten pompen, maar specifiek één type pomp. Deze site is zeer gefocust op de lobbenpomp. Er is hier dan ook veel diepgaande informatie over te vinden. Handig als er veel specifieke informatie nodig is.

Bron: <https://www.vdkamp.eu/nl/>

Dit bedrijf levert hoogstaand werk niet alleen in Nederland of Europa, nee, over de hele wereld. De kwaliteit van hun werk is dan ook prioriteit. Er is veel info te vinden over waar verschillende pompen goed voor zijn maar niet precies hoe deze werken. Voor globale kennis over pompen is dit prima, maar willen we meer weten over de specifieke informatie over de pompen zouden we dat elders moeten zoeken.

Gerben Voogt (18098363):

Bron: Water Lifting Devices : <http://www.fao.org/docrep/010/ah810e/AH810E05.htm>

Een studie gedaan door de Food and Agricultural organization of the United Nations. De studie zelf is uitgevoerd in 1986 en dus niet recent. De studie is vooral in de context van irrigatie systemen, maar de principes van de pompen zijn niet veranderd. Daarom vormt dit nog steeds een goede bron voor de principes van het verplaatsen van vloeistoffen. De studie bevat naast alleen theoretische informatie ook een aantal berekeningen, grafieken en schematische tekeningen van pompsystemen.

Bron: Improving Pumping System Performance: A Sourcebook for Industry, Second Edition:

https://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/pdfs/pump.pdf

Een boek gepubliceerd in 2006. Dit boek bevat informatie rondom de optimalisatie van pompen. De informatie is relatief recent. Het boek bevat grafieken en ondersteunende berekeningen die de efficiëntie van verschillende pompen met elkaar vergelijken. Hoewel dit boek misschien minder relevante informatie zal bevatten voor het huidige onderzoek is het nog steeds een relevante bron om te hebben met oog op het bouwen van de pomp zelf in een later stadium.

Bron: Radial, mixed and axial flow pumps Introduction

http://www.idmeb.org/contents/resource/80030b_15_23.pdf

Een kort informatief rapport van het EDSU uit 2003 over verschillende soorten centrifugaal pompen. Bevat berekeningen en grafieken. Onderschreven door zowel The Institution of mechanical Engineers als the Institution of Chemical engineers. EDSU is een instituut dat ontwerp rapporten, data en software aanbiedt voor verschillende engineering disciplines. Hoewel het rapport zich alleen bezighoudt met centrifugaalpompen en hun bewerking bevat het wel veel relevante informatie, data en berekeningen rondom dit soort pompen.

Bron: Pumpscout <http://www.pumpscout.com/articles-scout-guide/pump-types-guide-aid100.html>

Een website met daarin een tabel van verschillende soorten pompen. De tabel bevat een korte beschrijving, toepassingen, voordelen, stroomsnelheden, druk en vermogen per soort pomp. Informatie is vrij recent en komt van een website die zich voornamelijk richt op informeren van consumenten op het gebied van industriële pompen. Tabel bevat echter geen bron. (De informatie zou afkomstig kunnen zijn van de bedrijven waarmee Pump Scout werkt, echter staat dit nergens expliciet genoteerd). Ook betreft de informatie niet alleen pompen die bedoeld zijn voor water. Sommige pompen in de tabel zijn bedoeld voor vloeistoffen met een hogere viscositeit dan water.

Bron: WDA Pompen : https://www.wdapompen.nl/Verdringer_pompen.html

Een webpagina met de definitie van een verdringerpomp. Daarnaast worden er een aantal voor- en nadelen van verdringerpompen op een rij gezet. Ook bevat de webpagina een lijst van de meest voorkomende uitvoeringsvormen van verdringerpompen. Daarnaast bevat de website nog meer informatie met betrekking tot pomptechnologie.

Changelog

08-04-2019 :

- Doelstelling SMART geformuleerd en verwerkt in de tekst
- 5de paragraaf van de inleiding (“De probleemstelling voor het onderzoek...” blz. 7) herschreven. Doelstelling zit nu verwerkt in deze paragraaf.
- 2.2 toegevoegd aan de inhoudsopgaven en een koptekst gemaakt voor de titel (fix)
- volumetrisch rendement opgenomen in de verklarende woordenlijst (blz. 5)
- cavitatie opgenomen in de verklarende woordenlijst (blz. 5)
- Afbeelding van de functieboom vervangen voor een nieuwe duidelijkere afbeelding. De boom staat nu zijwaarts gerangschikt in plaats van van boven naar beneden in verband met tekst grote en leesbaarheid. (blz. 11)
- Alle tekst van hoofdstuk 2.2 herschreven om aan te sluiten op de nieuwe afbeelding (blz. 11)

10-04-2019

- Formatting van bijlagen aangepast (fix)
- Formule voor oppervlakt van een cirkel veranderd van $2\pi r^2$ naar πr^2 (fix)