Zevenaar

Lentebad

Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

Instandhouding Zwembaden

Literatuurstudie

Martijn Custers & Gert-Jan Braun

2015 - 2016

0.0 ALGEMENE GEGEVENS

0.1 AFSTUDEERDERS

	Eerste student	**Tweede student**
Naam:	Martijn Custers	Gert-Jan Braun
Adres:	Brugfortstraat 5	Schaapsdrift 96
Postcode:	6598 ME	6902 AL
Woonplaats:	Heijen	Zevenaar
Telefoon:	06 19 89 78 70	06 41 38 12 63
E-mail:	m.custers@zevenaar.nl	g.braun@zevenaar.nl
Studentnummer:	500386	480585

Afstudeerrichting: Bouwtechniek
Titel afstudeeropdracht: Instandhouding zwembaden

0.2 AFSTUDEERBEDRIJF

Naam:	Lentebad
Adres:	Lentemorgen 13
Postcode:	6903 CT, Zevenaar
Telefoon:	(0316) 527 689
Email:	Lentebad@zevenaar.nl
Naam begeleider:	Niels Jansen

0.3 DOCENTBEGELEIDER

	Eerste begeleider	**Tweede begeleider**
Naam:	Jaap Rikken	Eric Schilp
Adres:	Ruitenberglaan 26	Ruitenberglaan 26
Postcode:	6826 CC	6826 CC
Plaats:	Arnhem	Arnhem
Telefoon:	06 55 20 87 50	06 55 20 87 44
E-mail:	Jaap.Rikken@han.nl	Eric.Schilp@han.nl

1.0 VOORWOORD

Deze literatuurstudie is een onderdeel van het afstuderen van Martijn Custers en Gert-Jan Braun aan de HAN in Arnhem met als afstudeerrichting Bouwkunde. De literatuurstudie wordt als ondersteuning gebruikt voor het uitwerken van het hoofdrapport 'Instandhouding zwembaden' Het doel van onze hoofdopdracht is: 'Het ontwikkelen van een tool die binnen 1 dag duidelijk inzicht geeft in het optimaliseren van de levensduur van een zwembad'.

Het onderwerp van onze literatuurstudie is "investeringsmeter verantwoording". We zijn tot dit onderwerp gekomen, omdat de gemeente de vraag heeft het Lentebad te renoveren, zodat de levensduur wordt verlengd. In dit proces biedt de gemeente ruimte voor meer investeringen die in de toekomst geld kunnen besparen. Hoe we aan kunnen tonen of er daadwerkelijk geld bespaard wordt en welke meer investeringen er mogelijk zijn, gaan we tijdens de literatuurstudie bekijken.

Er wordt eerst ingegaan op verschillende financiële methodes om het rendement te bepalen. Zo gaan we o.a. kijken naar de terugverdientijd, netto constante waarde en Bruto aanvangsrendement en wat deze precies inhouden.

Vervolgens wordt er gekeken uit welke aspecten het "energiegebruik" is opgebouwd en wat de effecten hiervan zijn voor de toekomst.

Tot slot worden de bevindingen die tijdens de bezoeken aan verschillende zwembaden en producenten van installatie/bouwtechnische toepassingen gedaan zijn, uitgeschreven en toegelicht of deze van toepassing zouden kunnen zijn op onze case (Lentebad).

Het grootste deel van de literatuurstudie wordt besteed aan het toelichten van de verschillende energiebesparende mogelijkheden. Daarnaast wordt ook gekeken hoe de energiebesparende mogelijkheden van belang kunnen zijn voor het Lentebad in Zevenaar.

INHOUDSOPGAVE

0.0 Algemene Gegevens 1

1.0 Voorwoord 2

2.0 Onderzoeksvraag 5

2.1 Hoofdvraag 5

2.2 Deelvragen 5

3.0 Hypothese 6

4.0 Financiele methoden 7

4.1 (BAR) Bruto aanvangst rendement 7

4.2 (NAR) Netto aanvangst rendement 8

4.3 (NCW) Netto contante waarde 9

4.4 (DCF) Discounted cashflow 11

4.5 (TVT) Terug verdien tijd 13

5.0 Energiegebruik 14

5.1 Waterverbruik (6%) 16

5.2 Elektriciteitsverbruik (53%) 20

5.3 Gasverbruik (41%) 25

6.0 Inflatie 28

7.0 Toepassingen andere zwembaden 29

7.1 Geusseltbad Maastricht 29

7.2 Dijnselburg Zeist 35

7.3 Sportplaza Tiel 37

8.0 Conclusie(s) 38

8.1 Toepassingen 38

8.2 Financieel 39

9.0 Black box 40

9.1 Grondwaterpomp 40

9.2 PV-panelen 42

9.3 PVT-panelen 44

9.4 Heat Pipes 45

9.5 Douche WTW 47

9.6 RC-waarde 49

9.7 Biomassaketel 50

9.8 Warmte-krachtkoppeling 52

9.9 Spoelwater WTW 54

9.10 Afdekzeilen 56

9.11 U-waarde verbetering 57

9.12 Gebruik 59

10.0 Literatuurlijst 60

2.0 ONDERZOEKSVRAAG

Hieronder wordt beschreven wat de onderzoeksvraag is en wat de deelvragen zijn, voortkomend uit onze scriptie. Gedurende het onderzoek zal deze hoofdvraag centraal staan en zullen de deelvragen ondersteuning bieden aan de hoofdvraag.

2.1 HOOFDVRAAG

- Hoe kunnen we de benodigde investering om bestaande zwembaden in stand te houden inzichtelijk maken en daarbij tevens inzicht geven in welke toepassing er zijn om de energiekosten te verlagen?

2.2 DEELVRAGEN

Hieronder zijn de ondersteunende deelvragen t.b.v. de hoofdvraag opgenomen:

- Welke methoden zijn er om de financiële waarde te bepalen van een investering en welke is hierin geschikt voor de waardebepaling van zwembaden?
- Hoe zijn de energiekosten opgebouwd en hoe kunnen we het verwachtingspatroon hiervan meenemen in de tool?
- Welke bouwkundige toepassingen en installaties gebruiken andere zwembaden of instanties om een energiereductie te behalen en wat zijn de eigenschappen hiervan?
- Welke bouwkundige en installatietechnische toepassingen zijn toepasbaar op het Lentebad in Zevenaar.

3.0 HYPOTHESE

Hieronder beschrijven wij wat de verwachting zal zijn voor de uitkomst van deze literatuurstudie. Als bouwtechnicus is onze kerntaak bouwtechniek, maar wij hebben ons ook gedurende de opleiding bezig gehouden met verscheidende organisatie vormen. Ook het financiële aspect is hierbij meerdere malen naar voren gekomen.

We willen op een correcte manier het rendement van de mogelijke investering kunnen vaststellen, hiervoor kijken we naar de verschillende methoden om de waarde te bepalen. Op school hebben we al eens te maken gehad met de terugverdientijd (TVT), de netto constante waarde (NCW) en verder hebben we ook gewerkt met de Discounted casshflow (DCF). Het is van belang dat het verloop van de energieprijs meegenomen wordt in de berekening, de energieprijs kan namelijk gelijk blijven, stijgen of zakken wat van invloed is op het rendement.

- Wij verwachten met de kennis die we nu hebben dat de Netto Constante Waarde (NCW) bepaling, de meest geschikte methode zal zijn om de hierboven genoemde punten inzichtelijk te maken.

We kunnen de energieprijs onderverdelen in 3 categorieën, namelijk:

- Water
- Gas
- Elektriciteit

- Het watertarief is de afgelopen jaren gestegen en wij verwachten dat dit ook in de toekomst zal doorzetten, waarschijnlijk ligt dit rond de 2%.
- Het gasttarief is de afgelopen jaren gestegen, echter verwachten we dat het tarief gelijk blijft of zelfs daalt, i.v.m. de dalende olieprijzen.
- Het elektriciteitstarief is de afgelopen jaren gedaald en wij verwachten dat het elektriciteitstarief verder daalt of gelijk blijft.

Dit zijn de verwachtingen die wij momenteel hebben, deze literatuurstudie zal uitwijzen of dit daadwerkelijk de uitkomsten zijn.

Ook wordt er gekeken naar de toepassingen die gelijkwaardige zwembaden hebben toegepast, echter is het lastig hiervoor al een hypothese op te stellen. De zwembaden waarna gekeken gaat worden, dienen namelijk eerst bezocht te worden alvorens een goed beeld gevormd kan worden.

4.0 FINANCIELE METHODEN

Hieronder worden de verschillende methoden beschreven die de waarde van een investering kunnen bepalen. Hier wordt gekeken of de methoden geschikt is om de waarde van investering(en) voor zwembaden te bepalen.

4.1 (BAR) BRUTO AANVANGST RENDEMENT

Het Bruto-aanvangsrendement (BAR) geeft de verhouding weer tussen de bruto markthuur in het eerste jaar en de totale marktwaarde, in formule vorm:

$$BAR = \frac{Bh}{Mw}\ x\ 100\ \%$$

BAR = bruto aanvangsrendement
Bh = bruto markthuur
Mw = marktwaarde
De uitkomst van de formule is in procenten
De formule rekent met een oneindige huurinkomst
Relatief makkelijke formule, met beperkte variabelen

Hoe lager de uitkomst van de BAR, hoe hoger de investering is ten opzichte van de jaarlijkse huur. Een BAR waarde met een laag percentage past dus bij vastgoed met grote potentie en een laag investeringsrisico.

Naast de verschillen per locatie, zitten er ook grote verschillen in het type vastgoed. De leegstand bij woningen in de randstad is relatief laag, wanneer je een woning/kamer gaat verhuren kan je dus vrij zeker zeggen dat deze verhuurd wordt, wat weer resulteert in een lage BAR. Bedrijfspanden zijn daarentegen vaak specifiek voor een gebruiker gebouwd en kennen daarom een hoge BAR.

De BAR is feitelijk niets anders dan de ratio tussen Bruto markthuur in het eerste jaar van exploitatie en de constante waarde van de toekomstige cashflows. Vanwege de eenvoud van deze methode en de beschikbaarheid van de marktinformatie, wordt in de vastgoedpraktijk veel met deze vereenvoudigde methode gewerkt.

Het is dus cruciaal om een nauwkeurige berekeningen te maken, aangezien er veel waarde wordt gehecht aan de BAR. De geringste afwijking zal zorgen voor een andere waarde in de berekening, dit kan zorgen voor misleidende waardes.

Voordelen:

- De BAR-methode is eenvoudig te bepalen.
- Er zijn weinig gegevens vereist om de formule compleet te maken.

Nadelen:

- Doordat de BAR-methode vrij eenvoudig te bepalen is, neemt die niet alle aspecten mee t.o.v. bijv. de DCF-methode of NCW.
- Er dient veel marktinformatie bekend te zijn, dit is voor zwembaden lastig.
- Deze methode wordt gebruikt om de waarde van een investering te bepalen, wanneer deze verhuurd wordt, echter gaat deze methode niet op bij een zwembad.

4.2 (NAR) NETTO AANVANGST RENDEMENT

Het Netto aanvangsrendement (NAR) is een veelgebruikte term in de vastgoedwereld. Met deze term wordt de marktwaarde en de kwaliteit van een koopobject uitgedrukt. Het netto-aanvangsrendement wordt uitgedrukt in procenten.

De netto-aanvangsrendement-methode is ongeveer hetzelfde als de bruto-aanvangsrendement-methode (BAR). De NAR is een verhoudingsgetal dat de verhouding weergeeft tussen een inkomstenstroom en de beleggingswaarde daarvan. Bij de NAR wordt uitgegaan van de netto huuropbrengst in het 1^{e} jaar, dit houdt in dat naast de opbrengsten ook de kosten bekend zijn. Een aantal exploitatiekosten zijn: onroerende zaakbelastingen, rioolrecht, opstalverzekering en beheer. Deze zijn al bekend of goed in te schatten. De BTW, servicekosten en onderhoudskosten zijn lastiger in te schatten, omdat deze afhankelijk zijn van het gebruik.

$$NAR = \frac{Nh}{mw}\ x\ 100\ \%$$

NAR = netto-aanvangsrendement
Nh = bruto markthuur = (Brutojaarhuurprijs jaar 1 – kosten jaar 1)
Mw = marktwaarde

Een laag aanvangsrendement betekent dat beleggers voor dezelfde hoeveelheid inkomen bereid zijn een hogere prijs te betalen. Andersom betekent een hoog aanvangsrendement dat beleggers voor hetzelfde inkomen een lagere prijs willen betalen.

Voordelen:

- Evenals de BAR-methode is het NAR ook eenvoudig te bepalen en zijn er weinig gegevens nodig.
- De BAR-methode neemt het verschil tussen uitgaven en inkomsten mee.

Nadelen:

- De NAR-methode rekent alleen met het netto inkomen van jaar 1. De meerjaren visie zoals bij anderen methodes word hierbij niet meegenomen.
- Net als het BAR wordt het NAR gebruikt om de waarde van een investering te bepalen, wanneer deze verhuurd wordt, echter is dit niet van toepassing op het zwembad.

4.3 (NCW) NETTO CONTANTE WAARDE

Met de netto contante waarde kunnen de effecten van uitgaven, die op verschillende tijdstippen plaatsvinden met elkaar vergeleken worden. Je bepaalt eigenlijk wat de investering in een object op dat moment waard is, omdat je de waarde van de investering in de toekomst "al weet".

De formule voor het bepalen van de NCW is hieronder te zien:

$$NCW(j) = \sum_{T=0}^{Tj} \frac{Bjt - Kjt}{(1+r)^t}$$

Tj = looptijd project
t = periode
r = perunage van de discontovoet
Bjt = jaarlijkse baten
Kjt = jaarlijkse kosten

Tj bedraagt de looptijd van de te bepalen investering, waarin de looptijd uitgedrukt wordt in jaren. Deze waarde heeft dus te maken met de levensduur van een object. De looptijd start wanneer de investering wordt uitgevoerd.

t, is de periode van de looptijd en geeft dus aan welk gedeelte van de som wordt uitgevoerd.

r, is de waarde die de risico's van de investering in een percentage uitdrukt. De zogeheten risicovrije reële discontovoet is wettelijk vastgesteld voor publieke investeringsobjecten en ligt momenteel in Nederland op 2,5 %. De discontovoet wordt bepaald door naar de markt te kijken, zo is bijv. in 2007 het rentepercentage van 4 % naar 2,5 % gegaan i.v.m. met de toentertijd heersende kapitaalmarktrente. Op 24 augustus 2011 is in een brief aan de tweede kamer door de minister van Financiën, mr. drs. J.C. de Jager gesteld dat de discontovoet van 2,5 % nog steeds een juiste bepaling biedt. De gedachte achter de 2,5 % risicovrije reële discontovoet is, dat voor de overheid het maatschappelijke rendement van de investering hoger moet liggen dan wanneer de overheid zou beleggen op de kapitaalmarkt.

Aanvullend aan de 2,5 % discontovoet wordt de algemene risico premie van 3% toegevoegd, echter kan deze 3% ook projectmatig bepaald worden. Wanneer de risico premie bepaald wordt, dient dit uitgevoerd te worden via de leidraad OEI.

Kjt/Bjt, de kosten en baten kunnen worden bepaald door een kosten-batenanalyse (KBA). "In een kosten-batenanalyse worden alle effecten van een investeringsproject in kaart gebracht en zo mogelijk voorzien van een financiële waardering. Op die manier bevordert een kosten-batenanalyse een integrale afweging van uiteenlopende aspecten. Bovendien geeft KBA een beeld van verdelingseffecten, (project)alternatieven en onzekerheden (Ministerie van verkeer en waterstaat, ministerie van economische zaken, 2000)"

Anders gezegd, alle financiële kosten, nadelige effecten waar geen prijskaartje aan gehangen kan worden en de nadelige effecten waar de kosten van benaderd kunnen worden vallen onder de kosten. Kosten in CO^2 productie en toepassing van duurzame materialen zijn voorbeelden van, kosten die tegenwoordig in cijfers uitgedrukt kunnen worden. Onder de baten valt het tegenovergestelde. Het is van belang deze waarden zo nauwkeurig mogelijk te bepalen om inzichtelijk te maken wat de effecten van een project zijn.

Verdelingseffecten, zijn effecten die bij grote projecten naar voren komen. In de verdelingseffecten worden de effecten geografisch bekeken, voor de een zullen de kosten en of baten namelijk anders uitvallen dan voor de ander. Dit zal bij kleine projecten niet van toepassing zijn.

Voordelen:

- De NCW houdt rekening met het rendement dat vereist is van de investering.
- De NCW kan de restwaarde van een investering meenemen.
- De NCW zet de inkomsten af tegen de uitgaven.
- Doordat de NCW veel verschillende aspecten meeneemt biedt het een reëel beeld van de waarde van de investering op dat moment.

Nadelen:

- Er zijn veel gegevens nodig om de NCW in te vullen.
- De berekening is t.o.v. de NAR/BAR stukken ingewikkelder en dus lastiger in de tool te verwerken.
- Verder wordt er een verwachtingen uitgeschreven, deze kunnen mee of tegen vallen.

4.4 (DCF) DISCOUNTED CASHFLOW

Met de Discounted Cash Flow methode komt de vastgoedwaarde van een object naar voren. Dit gebeurt door alle cashflows gedurende de exploitatieperiode in kaart te brengen. De Cashflows bestaan uit de inkomsten en exploitatiekosten. De inkomsten bestaan uit de maandelijkse huur en de eindwaarde van het pand. De exploitatiekosten bestaan uit: De beheerkosten, vaste lasten, de onderhoudslasten en de overige lasten.

$$W = \sum_{t=1}^{n} \frac{NH}{(1+i)^t} + \frac{EW}{(1+i)^n}$$

W = contante waarde
NH = netto huur
N = aantal termijnen
i = disconteringsvoet
EW = eindwaarde op tijdstip n

W, de contante waarde bepaald de huidige waarde van een bedrag waar je (door een investering) pas naar een bepaalde periode weer beschikking over hebt.

NH, deze waarde krijgen we als we van de bruto huur alle bijkomende kosten aftrekken, namelijk de:

- Hypotheekrente
- Ontroerende zaakbelasting
- Waterschapbelasting
- Verzekeringskosten
- Onderhoudskosten
- Variabele kosten

EW, de eindwaarde wordt voornamelijk op de volgende 2 manieren bepaald, namelijk d.m.v. een exit yield of een geïndexeerde grondwaarde.

I, de disconteringsvoet wordt onder 4.3 (NCW) Netto contante waarde uitgebreid uitgelegd.

Er zijn 2 mogelijkheden, namelijk wanneer men beschikt over voldoende eigen vermogen om te investeren, of wanneer men gedeeltelijk de investering moet lenen. De vorm voor een publiek investeringsobject wordt bij 4.3 (NCW) Netto contante waarde verder uitgelegd.

4.4.1. (CAPM) CAPITAL ASSET PRICING MODEL

Het Capital Asset Pricing Model, stelt dat het investeringsrisico op eigenvermogen dient te bestaan uit een risicovrij rentevoet en een risicopremie. Het risicovrije gedeelte is zoals eerder genoemd, de combinatie van de vergoeding voor de tijdwaarde van het geld en de inflatie (publieke investeringsobjecten 2,5%). De risicopremie (aanvullende gedeelte) is afhankelijk van het systematisch risico van beleggingsobjecten en het verwachte rendement op de marktportefeuille. In de marktportefeuille worden verschillende beleggingsobjecten gecategoriseerd op de grote van het risico, hoe hoger het risico, hoe hoger het vereiste rendement.

Hieronder de formule behorende bij het CAPM

$$E_r = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

Er = Het rendement op een individuele belegging
R_f = Risicovrije rendement
B = De gevoeligheid
R_m = Rendement marktportefeuille

4.4.2. (WACC) WEIGHTED AVEREGE COST OF CAPITAL

Het Weighted Averege Cost of Capital, bepaald net als het CAMP de disconteringsvoet. Echter worden hier de aspecten meegenomen wanneer een investering met vreemd vermogen te maken heeft. De disconteringsvoet bestaat uit de gemiddelde gewogen kostenvoet van alle vermogensverschaffers. De r_v ontstaat omdat men van vreemd vermogen gebruik maakt en er fiscale voordelen ontstaan, echter vervallen deze voordelen als de onderneming geen belasting hoeft te betalen.

$$WACC = r_e \frac{E}{V+E} + (1-T)\frac{V}{V+E} r_v$$

R_e = Rendement eigen vermogen
R_v = Rendement vreemd vermogen
E = Eigen vermogen
V = Vreemd vermogen
T = Belastingvoet

Voordelen:

- Net als bij de NCW, worden veel aspecten in de berekening meegenomen waardoor de uitkomst nauwkeurig te noemen is.
- De DCF-methode neemt de restwaarde mee in de uitkomst.

Nadelen:

- Echter is deze methode evenals de BAR en de NAR gericht op panden waar huur de inkomsten bron is en dus niet toe te passen op zwembaden.
- Verder wordt er een verwachtingen uitgeschreven, deze kunnen mee of tegen vallen.

4.5 (TVT) TERUG VERDIEN TIJD

Met de terugverdientijd wordt gekeken naar de gemaakte investering en de besparing die de investering oplevert, dit zorgt voor de volgende formule:

$$TVT = \frac{I}{B}$$

TVT = Terugverdientijd
I = Investering
B = Besparing

Met de investering wordt bedoeld, alle kosten die noodzakelijk zijn om een energiebesparende maatregel te realiseren. Ook moet er bij de investering rekening worden gehouden met mogelijke fiscale voordelen en subsidies die van toepassing zijn. Deze kunnen leiden tot een lagere investering: Aanschafkosten, bouwtechnische kosten, installatietechnische, subsidies en verkoop oude installaties.

Om de besparing te berekenen, moet worden gerekend met de algemene energieprijs die op het moment van investering geldig is. Het gaat om de energieprijs inclusief, vastrecht en transportkosten. Het opnemen van de BTW, is afhankelijk per instantie. Bijv. bedrijven die de btw niet kunnen aftrekken (stichtingen) rekenen de BTW wel mee. Het realiseren van de energiebesparende maatregelen kan leiden tot lagere onderhoudskosten en exploitatiekosten. Deze opbrengsten moeten niet vergeten worden in de berekening.

Voordelen:

- Evenals de BAR en de NAR methode, is de terugverdientijd erg simpel te bepalen.

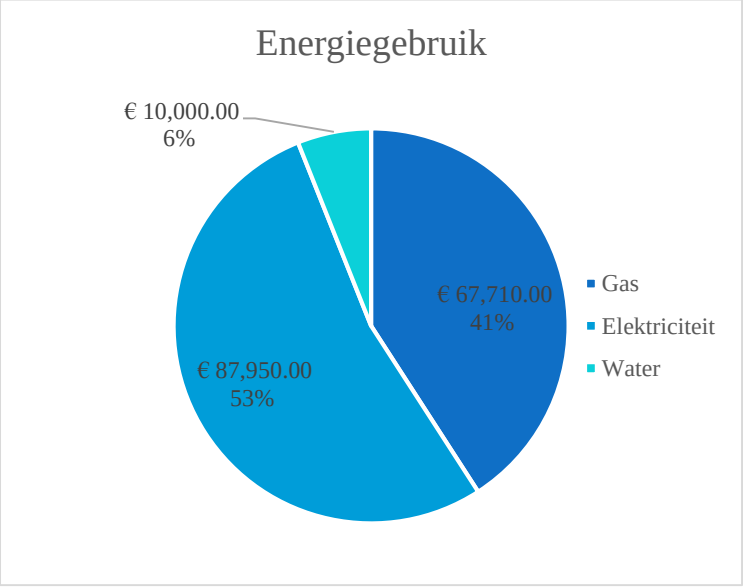
Nadelen:

- Inflatie, energieprijzen, rendement investering etc. worden niet meegenomen, waardoor de TVT een positiever beeld schetst dan daadwerkelijk het geval is.

5.0 ENERGIEGEBRUIK

In dit hoofdstuk wordt er ingegaan op de financiële kosten en baten die verwacht kunnen worden bij een zwembad. Dit doen we om de geldstromen in onze case (Lentebad) inzichtelijk te maken. Dit is van belang om het verbruik in beeld te krijgen en een goed beeld van de mogelijke besparing(en) te krijgen, uitgedrukt in gelden.

Het bepalende gedeelte voor het onderzoek zullen de energiekosten zijn. Deze worden in dit hoofdstuk daarom verder toegelicht. In Afbeelding 1, (Trias Advies & Energiemanagement) Energieverdeling Lentebad, wordt visueel weergegeven hoe groot het aandeel is van het elektriciteitsgebruik, gasverbruik en stroom verbruik bij het Lentebad, dit is uitgedrukt op basis van de kosten.



Afbeelding 1, (Trias Advies & Energiemanagement) Energieverdeling Lentebad

Het grootste aandeel in de energiekosten, ligt vooral bij de gasvraag en de elektriciteitsvraag. Wanneer op deze gebieden winsten behaald kunnen worden, zullen de effecten op de totale energiekosten groot zijn.

Hieronder wordt het verschil energie/prijs geschetst, tussen gas en elektriciteit:

1 kWh elektriciteit heeft 3,6 MJ “energie” en 1 m³ gas heeft een bovenwaarde van 35,17 MJ “energie”

1 m³ gas staat daarmee gelijk aan $\frac{35.17MJ}{3.6MJ} = factor\ 9.78x$ elektriciteit

1 m³ gas bedraagt ca. €0.55 euro en 1 kWh elektriciteit bedraagt ca. €0,071 euro

1 m³ gas zou met zijn energiehoeveelheid in elektriciteit, momenteel €0.071 x 9.78 = €0.0694 euro kosten en is daarmee ca. 15% duurder dan gas, een aantal jaar geleden was de totaalprijs nog ca. €0,09 euro/kWh, wat betekent dat in verhouding de elektriciteit zelfs ca. 30 % duurder was.

Verder is het goed om te weten hoeveel energie er benodigd is om leidingwater wat gemiddeld een temperatuur heeft van 13 graden op te warmen naar de gewenste 30 graden.

$$Q = mc\Delta T$$

c = soortelijk warmte van water en bedraagt 4,19 kJ/(kg.K)
m = soortelijke massa van water en bedraagt 1
ΔT = verschil in temp.= 30-13 = 17
Q = aantal joule dat nodig is om de gewenste temp. te bereiken.

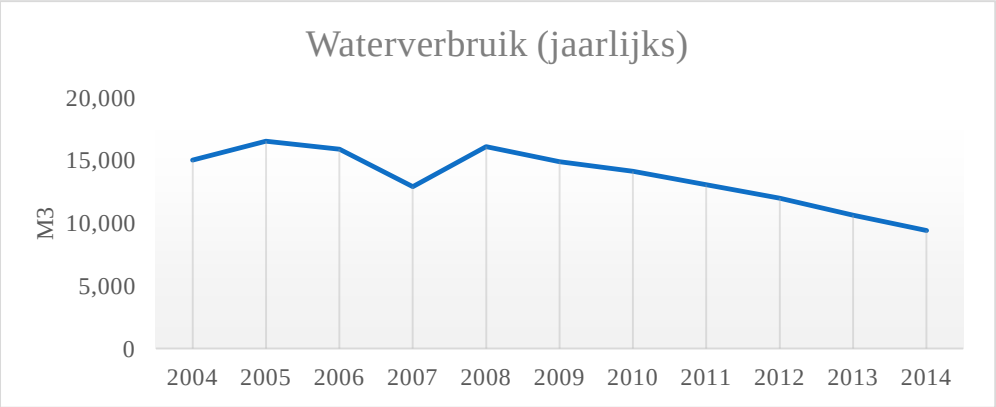
$$Q = 1 * 4.19MJ * 17$$

$$Q = 71.23\ MJ$$

Als we het rendement verlies niet meerekenen betekend dit, dat we ca. 2 m³ gas (35,17 MJ/m3) nodig hebben om het water 17 graden te verwarmen.

5.1 WATERVERBRUIK (6%)

Om de energiekosten te kunnen bepalen, wordt er eerst uitgezocht wat het Lentebad daadwerkelijk verbruikt. In Afbeelding 2, Jaarlijks waterverbruik (Lentebad)is het waterverbruik zichtbaar van de afgelopen jaren. Als we kijken naar de afgelopen 6 jaar, is er een dalende trend te zien van 9,5% per jaar.



Afbeelding 2, Jaarlijks waterverbruik (Lentebad)

Dit is voornamelijk veroorzaakt door het spoelen en anders om te gaan met het gebruik. Hieruit kan geconcludeerd worden dat: De effecten die ontstaan door verstandig om te gaan met het watergebruik, van dermate effect zijn dat het zeer belangrijk is dit mee te nemen in het onderzoek. Wanneer de dalende trend namelijk doorgezet wordt, kan dit een aanvulling zijn in de kostenbesparing.

5.1.1 FINANCIEEL

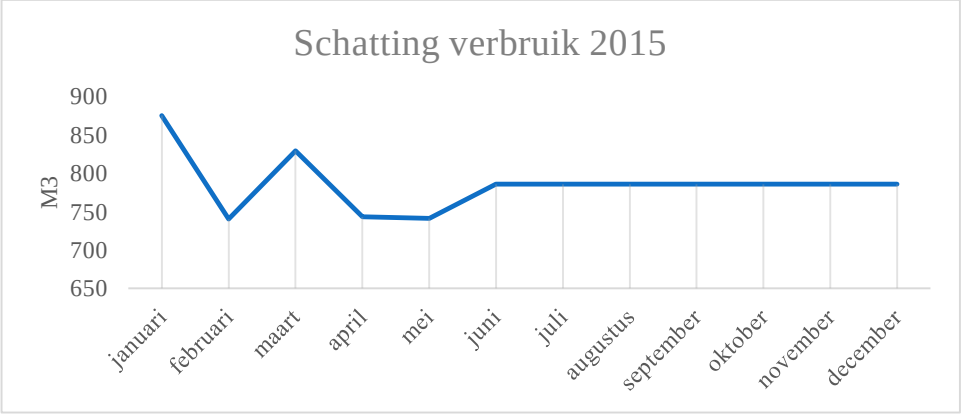
Om de financiële gevolgen van het watergebruik in kaart te brengen dienen we de huidige waterprijs te weten. Zodat we een gedegen schatting kunnen maken van het verloop van de waterprijs. Hiervoor dienen eerst een aantal gegevens bekend te zijn betreffende de watermeter, namelijk:

- De capaciteit, heeft invloed op de hoogte van het vastrecht (capaciteitstarief) en de hoogte van de m³ prijs.
- Het verbruik, heeft invloed op de totaalprijs
- Belasting op leidingwater
- Kosten betaalwijze
- Eventuele precarioheffing
- Eventuele afvalstoffenheffing en rioolheffing

De capaciteit bedraagt 10 m³ per uur, dit heeft zoals hierboven genoemd invloed op de hoogte van het vastrecht en de hoogte van het m³ tarief. Vitens (waterbedrijf) rekent op de capaciteit door om de hoogte van het onderhoud aan de aansluiting te bepalen, dit bedraagt € 1298,- excl btw (6%) per jaar. De waterprijs bij deze capaciteit bedraagt € 0.600 euro per m³.

Wat verder opvalt is dat wanneer 1 tarief omhoog gegaan wordt in de capaciteit, namelijk 15 m³ per uur, de waterprijs daalt met € 0.050 euro per m³. Echter stijgen de kosten van het vastrecht dan ook, namelijk naar € 2636,- excl. btw (6%). Wat zou betekenen dat het zwembad meer dan € 1338,- zou moeten besparen met de dalende waterprijs, wat neerkomt op 26 760 m³. Omdat het zwembad maar ca. 10 000 m³ water verbruikt is dit dus niet interessant.

Het verbruik zoals hierboven aangegeven ligt momenteel rond de 10 000 m³ per jaar. Echter wanneer de dalende trend (9,5 %) doorgezet zou worden, komen we voor 2015 op een totaalverbruik van ca. 8700 m³ per jaar uit. Omdat er al gegevens bekend zijn van het jaar 2015, kunnen we een inschatting maken waar het verbruik ongeveer op uit komt. Zoals zichtbaar is in Afbeelding 3, Schatting verbruik



2015 (Lentebad)

Afbeelding 3, Schatting verbruik 2015 (Lentebad)

Als we deze trend zouden doorzetten komen we op een totaalverbruik van 9427 m³ water voor 2015, wat niet strookt met de verwachting van 8700 m³. Het is dus niet reëel om te stellen dat de dalende trend lineair is. Om een rekenwaarde voor de toekomst te bepalen gaan we uit van gemiddeld 8500 m³ per jaar de komende 15 jaar. Hiermee wordt de besparing nog enigszins doorgetrokken maar vloeit de besparing na 2016 af.

Mochten de verbruiken echter toch hoger uitvallen, zal dit voornamelijk ten goede komen in de berekening voor de besparing.

Belasting op leidingwater, Vitens brengt met de BoL (Belasting op Leidingwater) over iedere gebruikte m³ water belasting in rekening, deze belasting wordt opgedragen vanuit de Rijksoverheid. Echter geld deze belasting maar voor de eerste 300 m³ water, daarna vervalt dit tarief. Het tarief bedraagt € 0.333 euro per m³ excl. btw (6%).

Kosten betaalwijze, dit bedrag is zo aanzienlijk klein dat het niet wordt meegenomen. De eventuele kosten die verder nog genoemd worden, zijn niet van toepassing op het Lentebad. (In duiven geldt er wel een rioolheffing)

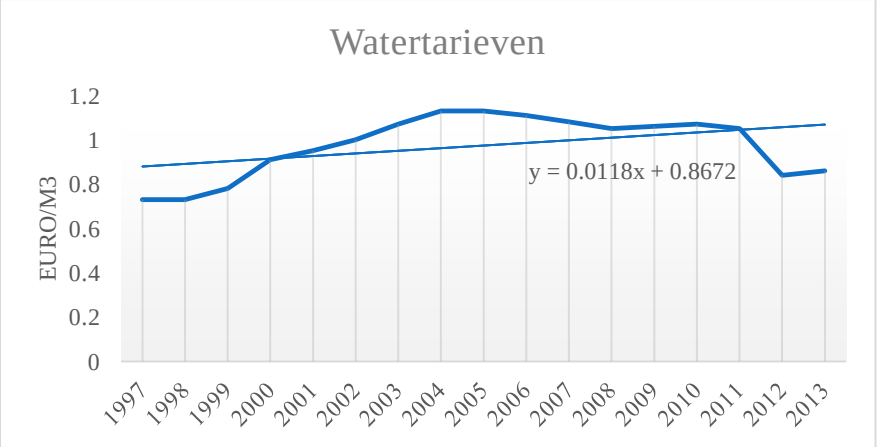
In Tabel 1, (Vitens) Watertarieven de bovenstaande gegevens samengevat, bedragen zijn excl. 6% btw.

Onderdeel:	**Hoeveelheid:**	
Aansluiting capaciteit (Lentebad)	10 m³ per uur	
Leverancier	Vitens	
Waterprijs	€ 0.600 per m³	
BoL	€ 0.333 per m³ (eerste 300 m³)	
Vastrecht	5 m3	€ 472,-
	10 m3	€ 1298,-
	15 m3	€ 2636,-
	20 m3	€ 3943,-

Tabel 1, (Vitens) Watertarieven

5.1.2 VERWACHTING

In de toekomst kunnen we helaas niet kijken, echter kunnen we wel een verwachtingspatroon schetsen over wat de waterprijs gaat doen. Dit doen we door te kijken naar de geschiedenis en mogelijke toekomstige veranderingen. In Afbeelding 4, (CBS) watertarieven particulieren laagste tarief (300m3), is te zien wat het verloop is van de waterprijs in de afgelopen jaren. Deze index is echter wel gebaseerd op de prijzen voor particulieren, er zijn namelijk geen gegevens te verkrijgen over het watertarief voor een grootverbruiker de afgelopen jaren. We kunnen met deze grafiek aantonen of er een daling of stijging waar te nemen is.



Afbeelding 4, (CBS) watertarieven particulieren laagste tarief (300m3)

Uit de grafiek is op te maken dat sinds 1997 er een gemiddelde stijging is van € 0,0118 per jaar, dit is gemiddeld ca. 1,5 % per jaar. Ook kan opgemerkt worden dat hat tarief in 2013 gelijk ligt met het tarief van 2000, de afgelopen jaren is het tarief dus iets gedaald.

5.1.3 CONCLUSIE

Het CBS laat een gemiddeld stijgend watertarief zien van 1,5% per jaar. Dit dient meegenomen te worden in de tool, een stijging in het watertarief zorgt namelijk voor een positief effect op de investering. Echter kan deze stijging niet garandeert worden, het watertarief kan namelijk ook gelijk blijven of zelfs nog meer gaan stijgen. Hiervoor voegen we een bepaalde marge toe, namelijk in het minder positieve scenario een stijging van 0% en in het positievere scenario een stijging van 3%.

Voor zwembaden is verder interessant om goed te kijken of de aansluiting de juiste capaciteit heeft, zit je hier namelijk een categorie boven dan gaan de jaarlijkse vastrechtskosten aanzienlijk omhoog, zie hiervoor Tabel 1, (Vitens) Watertarieven.

Verder is het belangrijk op te merken dat de kosten van het water niet veel zijn in verhouding met de kosten voor stroom en gas (Afbeelding 1, (Trias Advies & Energiemanagement) Energieverdeling Lentebad), echter zal er ook op gas bespaard worden wanneer er minder water verbruikt wordt. Het water komt namelijk met een gemiddelde temp. van 13 graden uit het leidingnet en dient tot ca. 30 graden verwarmd te worden, hiervoor is ca. 2 m^3 gas nodig.

5.2 ELEKTRICITEITSVERBRUIK (53%)

Een groot gedeelte van de totale energievraag wordt voorzien door elektriciteit. Het Lentebad is door zijn grote vraag naar elektriciteit een “grootverbruiker”. Dit houdt in dat er andere tarieven gehanteerd worden dan bij particulieren, wat weer effect heeft op de terugverdientijd van installaties die zelf elektriciteit produceren of besparen. De gemeente Zevenaar koopt samen met een aantal andere gemeentes zeer grote getalen stroom en gas in en heeft daardoor eens een extra voordelig tarief.

Verder is het van belang dat inzichtelijk gemaakt wordt, wat we kunnen verwachten van de huidige energieprijs. Vaak wordt er namelijk vanuit gegaan dat de energieprijs stijgt, maar is dit wel zo en welke factoren zorgen voor deze stijging of daling? Dit zijn onderdelen die in dit hoofdstuk behandeld zullen worden.

5.2.1 FINANCIEEL

Om de financiële gevolgen van het elektriciteitsgebruik in kaart te kunnen brengen dienen we te weten waaruit de elektriciteitsprijs is opgebouwd. Wanneer we dit weten kunnen we op basis van een prognose het rendement van een installatie zo nauwkeurig mogelijk bepalen. De elektriciteitsprijs is opgebouwd uit een aantal zaken, deze worden hieronder toegelicht.

We moeten onderscheid maken tussen de kosten van de netwerkbeheerder en de kosten van de energieleverancier, de energieleverancier brengt namelijk namens de netwerkbeheerder kosten in rekening.

Netwerkbeheerder:

- Capaciteitstarief (sinds 1 januari 2009)
- Vastrecht
- Meettarief

Energieleverancier:

- Leveringstarief
  - Brandstofprijzen
  - Kostenprijsontwikkeling van duurzame energietechnologieën
  - Europese energiebeleid
  - Uitwisseling tussen verschillende lidstaten
  - APX (“elektriciteitsbeurs”)
- Energiebelasting
  - Energieakkoord (Rijk)
- Opslag duurzame energie (ODE)
  - SDE+
- BTW
  - Rijk

De kosten die gemaakt worden om de stroom op het gewenste adres te krijgen worden doorberekend in de netwerkbeheerderskosten. Hierin is het capaciteitstarief een tarief dat is vastgesteld op basis van de capaciteit van de aansluiting, hoe groter de aansluiting hoe hoger dit tarief. Met het capaciteitstarief betaald de netwerkbeheerder het onderhoud aan het energienetwerk. Met het vastrecht betaald de netwerkbeheerder de overige bedrijfskosten zoals bijv. de administratiekosten. Het meettarief is het bedrag dat betaald dient te worden voor de huur van de meter.

Het leveringstarief, is het bedrag dat de energieleverancier krijgt voor het leveren van de elektriciteit. Dit kan zowel doorgerekend worden d.m.v. een enkeltarief of een dubbeltarief. Ook andere zaken bepalen de hoogte van dit tarief, namelijk: hoe hoger de brandstofprijzen zijn hoe duurder het wordt om energie op te wekken, hoe beter de installaties zijn om energie op te wekken hoe minder geld er nodig is om energie op te wekken, wanneer het Europese energiebeleid veranderd zal dit effect hebben op de hoogte van het leveringstarief en tot slot is de handel tussen verschillende landen ook nog van invloed op de hoogte van het leveringstarief. Meerde factoren dus die lastig zijn om te voorspellen, zo verwachte het ECN nog in 2010 dat in 2020 het tarief op €0.062 per kWh zou liggen, deze voorspelling ligt nu echter op ca. de helft. De Nederlandse mededingingsautoriteit (NMA) houdt toezicht op de hoogte van het leveringstarief, mocht het bepaalde bedrag te hoog worden geacht, dan zal het omlaag moeten worden bijgesteld.

De energiebelasting wordt door het Rijk bepaald en wordt sinds 2010 jaarlijks geïndexeerd. De hoogte van dit bedrag wordt bepaald door de maatregelen die in het energieakkoord worden afgesproken. Wanneer de maatregelen hogere kosten dan het jaar ervoor met zich mee brengen, dan zal de overheid dit compenseren door de energiebelasting te verhogen, andersom is dit natuurlijk ook mogelijk. Echter kan de overheid deze kosten ook verdelen met de energiebelasting op gas, het kan dus zijn dat de gasprijs stijgt en de energieprijs daalt door deze keuze.

De ODE is t/m 2016 bekend en is gekoppeld aan de uitgaven van het rijk om duurzame energie te stimuleren (SDE+), verwacht wordt dat deze waarde de komende jaren zal blijven stijgen afhankelijk van de uitgaven aan SDE+ subsidie.

De BTW is een relatief constante factor, echter werd deze in 2012 verhoogd van 19% naar 21%.

In Tabel 2, (Eneco) Elektriciteitsprijs is de totaalprijs voor het Lentebad uitgerekend voor 2015.

Onderdeel:	*Hoeveelheid:*
Aansluiting capaciteit Lentebad)	>3x 80 ampère (grootverbruiker)
Leverancier	Eneco
Netwerkbeheerder	Liander
Vastrecht	€ 36.75 p/m
Transportkosten	0.0088 euro/kWh
Inkoop 2015 (leveringstarief)	0.04568 euro/kWh
Energiebelasting	0.015125 euro/kWh
ODE	0.001452 euro/kWh
Totaal:	**0.071057 euro/kWh**

Tabel 2, (Eneco) Elektriciteitsprijs

Momenteel staat het inkoop tarief van de gemeente Zevenaar (Lentebad) voor 2016 voor 74% vast en voor 2017 voor 55% vast, dit bedrag bedraagt momenteel voor 2016 €0.04166 euro/kWh en voor 2017 €0.04130 euro/kWh. Het tarief zal dus los van de ODE en de energiebelasting waarschijnlijk de komende 2 jaar verder zakken.

5.2.2 VERWACHTING

Om een gedegen voorspelling te doen voor het rendement van een investering, zal er gekeken moeten worden naar de elektriciteitsprijs van de komende jaren, echter weten we deze waarde nog niet en zullen we deze dus moeten benaderen.

Powerhouse maakt een verwachting op basis van de APX (energiebeurs), wat het leveringstarief voor de komende 4 jaar zal zijn. Hieronder is te zien wat deze verwachting in 2014 was en wat de huidige verwachting is. Het leveringstarief is het tarief dat aan de energieleverancier wordt betaald, voor het leveren van elektriciteit (en gas), het autoriteit consument & markt (ACM) houdt toezicht op de redelijkheid van dit bedrag.

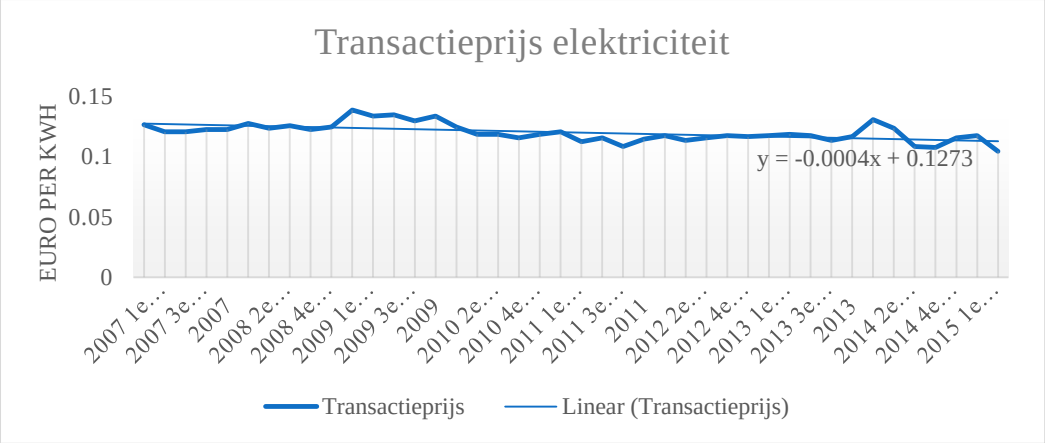
APX	**Verwachting 2014 €/kWh**	**Verwachting 2015 €/kWh**
2015	0.0436	-
2016	0.0412	0.03647
2017	0.0399	0.03441
2018	0.0394	0.03372
2019	-	0.03495

Tabel 3, (APX) verwachting

Te zien is dat er in beide gevallen een dalende trend wordt voorspeld en dat de huidige verwachting naar beneden is bijgesteld, echter zien we in 2019 een lichte stijging, of dit doorzet is niet te zien.

Wanneer we bij het CBS gaan kijken, kunnen we Afbeelding 5, (CBS) Transactieprijs elektriciteit opstellen. We hebben hiervoor gekeken naar de transactieprijs van elektriciteit in de verbruikscategorie van het Lentebad. De transactieprijs is de totaalprijs die opgebouwd is uit de volgende onderdelen:

- Vastrecht
- Leveringsbedrag
- Energiebelasting (teruggave)
- Landelijk transport
- Regionale toeslag
- Regionaal transport
- Transport bedrag
- Transformatorhuur
- Meetbedrag



Afbeelding 5, (CBS) Transactieprijs elektriciteit

Te zien is dat de transactie prijs sinds 2007 met een factor -0.0004x, per periode afneemt. Dit betekend dat ieder jaar de energieprijs gemiddeld met 0.002 euro/kWh is afgenomen. Net als bij de APX is dus een dalende trend te zien.

5.2.3 CONCLUSIE

Zowel de APX waarde als de transactieprijs laten zien dat de afgelopen jaren een dalende trend is ingezet, betreffende de energieprijs. Eigenaren van bijv. zonnepanelen of andere elektriciteit opwekkende installaties hebben dus minder rendement op hun investering gekregen dan in eerste instantie geschetst werd, er werd namelijk vaak gesproken over een stijging van ca 2 % per jaar op de toen geldende energieprijs.

Particulieren die in verhouding veel vastrecht moeten betalen en een “laag” energietarief daardoor hanteren, kunnen bij het plaatsten van energie opwekkende/besparende installaties beter kiezen voor een hoog energietarief en een laag vastrecht, hierdoor zal de TVT op de installatie verbeteren.

De energieprijs is zeer lastig te voorspellen, echter is dit wel van belang om het rendement van een installatie te bepalen. Om toch een veilige waarde te kunnen geven, stellen wij voor met meer dan 1 waarde de stijging van de energieprijs te benaderen, namelijk met -2%, 0% en 2%, waarin 0% de huidige verwachting is voor de komende 15 jaar. Hierdoor worden de positieve scenario’s en de negatieve scenario’s meegenomen en krijgt de gebruiker een eerlijker beeld geschetst.

5.3 GASVERBRUIK (41%)

Naast het elektriciteitsverbruik van het Lentebad speelt het gasverbruik een grote rol in de totale energievraag. Zwembaden worden namelijk voornamelijk verwarmd met gas, de reden hiervoor wordt in 5.0 toegelicht.

5.3.1 FINANCIEEL

Net als bij het elektriciteitsgebruik willen de opbouw van het gasverbruik weten. Wanneer we de opbouw van het gastarief weten, kunnen we een betere prognose maken van het gastarief in de toekomst.

Net als bij het elektriciteitsverbruik maken we weer onderscheid tussen, de netbeheerder en de energieleverancier.

Netbeheerder

- Vastrecht aansluiting

Energieleverancier

- Leveringstarief
  - Brandstofprijzen
  - Kostenprijsontwikkeling van duurzame energietechnologieën
  - Europese energiebeleid
  - Uitwisseling tussen verschillende lidstaten
  - TTF (“gasbeurs”)
- Energiebelasting
  - Energieakkoord (Rijk)
- Opslag duurzame energie (ODE)
  - SDE+
- BTW
  - Rijk

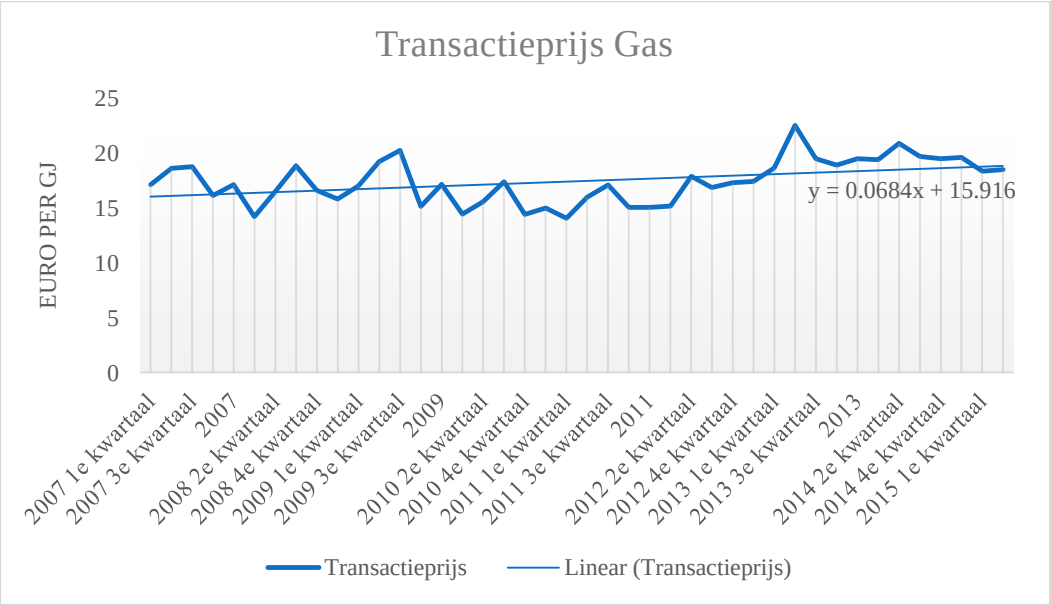
Het vastrecht wat wordt betaald voor de gasaansluiting gebruikt de netwerkbeheerder om het net mee te onderhouden. Dit heeft te maken met de grote van de aansluiting en met het verbruik. Hoe groter de aansluiting hoe hoger dit tarief. Het leveringstarief is net als bij elektriciteit het bedrag wat aan de leverancier betaald wordt voor het leveren van gas. De energiebelasting, ODE en BTW worden eveneens uitgelicht onder 5.2.1 Financieel. In Tabel 4, (Eneco) Gasprijs worden de prijzen van het gasttarief voor het Lentebad uitgezet, let op deze bedragen zijn exclusief 21% BTW.

Onderdeel:	*Verwachting:*	
Aansluiting capaciteit (Lentebad)	>G40 (G100)	
Leverancier	Eneco	
Netwerkbeheerder	Liander	
Transporttarief	G65	= €134.55 p/m
	G100	= €207.00 p/m
	G160	= €331.20 p/m
Aansluitdienst(instandhouding)	G65	= €17.78 p/m
	G100	= € 32.58 p/m
	G160	= €46.07 p/m
Leveringstarief	€ 0.25688	
Energiebelasting	€ 0.19110	
ODE	€ 0.00740	
Totaal	0.45538	
Incl BTW 21%	0.5510	

Tabel 4, (Eneco) Gasprijs

5.3.2 VERWACHTING

Evenals bij de waterprijs en het elektriciteitstarief, willen we een prognose maken voor de gasprijs in de toekomst. Als we de transactieprijs van gas bekijken door de jaren heen, komen we op Afbeelding 6, (CBS) Transactieprijs gas. De transactieprijs van gas is uit dezelfde punten opgebouwd als de transactieprijs van elektriciteit.



Afbeelding 6, (CBS) Transactieprijs gas

Wat direct opvalt is dat er een stijgende lijn te zien is, waarin de laatste jaren de gasprijs weer iets afneemt, ook is er een sterke fluctuatie te zien in de gasprijs. Per periode stijgt de gasprijsgemiddeld met factor 0.0684 wat neerkomt op ca. 2,1%. Over de lange termijn (15/20 jaar) dient er gerekend te worden met het gemiddelde.

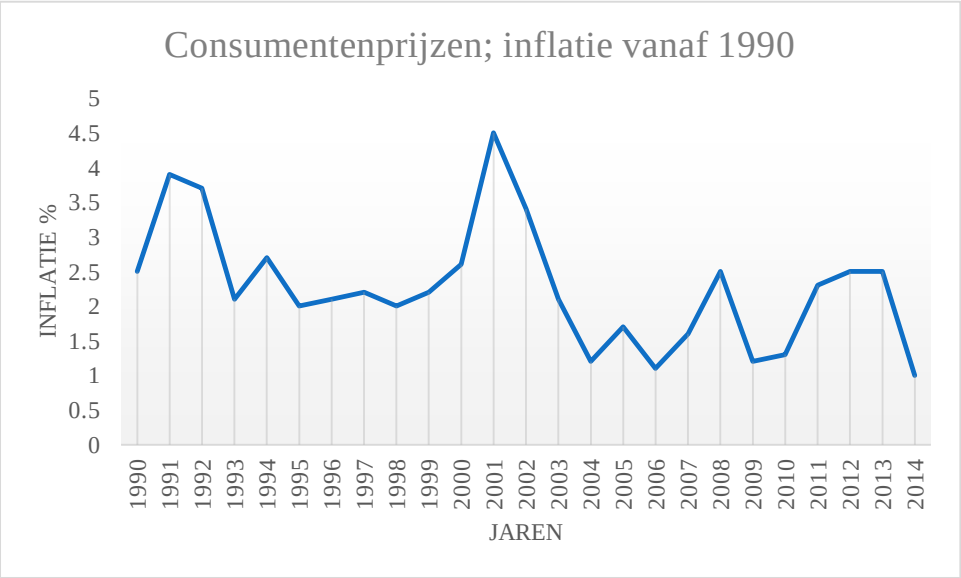
5.3.3 CONCLUSIE

Evenals bij water en elektriciteit is het lastig om in de toekomst te kijken, we kunnen wel naar het verleden kijken. Als we dit doen en we trekken de gasprijsstijging door, dienen we 2,1% te hanteren als stijging factor. Echter is dit een verwachting, wat mee of tegen kan vallen, daarom reken we ook met een stijging van 0,1% en een stijging van 4,1%, waarin 4,1% voordelig zou zijn voor het rendement van de installatie en 0,1 nadelig.

6.0 INFLATIE

Naast de stijging van de energieprijzen zal ook de "consumentenprijs" stijgen, deze stijging is nodig om bijv. de kosten van het onderhoud door te rekenen o.b.v. inflatie.

In Afbeelding 7, (CBS) consumentenprijzen; inflatie vanaf 1990, is het inflatieverloop te zien van de afgelopen 25 jaar. Het gemiddelde hiervan bedraagt 2,3%, dit percentage ronden wij af naar 2,5% en rekenen hiermee verder in de tool.



Afbeelding 7, (CBS) consumentenprijzen; inflatie vanaf 1990

De piek die rond 2001 te zien is, kan als afwijking in de afgelopen jaren worden beschouwd. Wanneer we hier verder naar kijken blijkt deze piek, veroorzaakt te worden door een aantal specifieke feiten, namelijk:

- Prijsstijging gas en elektriciteit
- Slechte oogsten
- Problemen op de vleesmarkt
- Stijging van artikelen gekocht in het buitenland
- Verhoging BTW en ecotaks

Te zien is dat de inflatie op meerdere factoren afhangt, de hierboven genoemde punten zorgen voor een stijging van 2,4%, meer algemenen zaken als loonkosten, energiekosten, winkelhuren en dergelijke zorgde voor de overige 2,1%.

7.0 TOEPASSINGEN ANDERE ZWEMBADEN

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de manieren van verduurzamen en het energiebewuste/zuiniger om gaan met energie. Om een beeld te krijgen hoe ver de markt hierin al is, gaan we kijken wat anderen zwembaden hebben gedaan om hun zwembad te verduurzamen.

Zo hebben we een gesprek gehad bij ingenieursbureau GrontMij over het duurzaamste zwembad in Nederland het Geusseltbad in Maastricht. Daarnaast zijn wij bij het duurzaam gerenoveerde zwembad Dijnselburg in Zeist geweest. Ook zijn we bij een replica geweest van het Lentebad, dit was het zwembad SportPlaza in Tiel.

7.1 GEUSSELTBAD MAASTRICHT

In Maastricht hebben drie kleine zwembaden plaats gemaakt voor het Geusseltbad. Het Geusseltbad had een bouwsom van ca. 25 miljoen excl. btw. De gemeente heeft daarbij altijd de ambitie gehad het duurzaamste zwembad van Nederland te realiseren. Het zwembad is CO^2 neutraal en opgebouwd uit duurzame materialen, die wanneer het zwembad aan het eind van zijn levensduur is, weinig tot geen milieu belasting opleveren. (cradle-2-cradle).

Op vrijdag 25 september hebben wij een gesprek gehad met Robert Klein senior projectleider bij ingenieursbureau GrontMij in Houten. Robert Klein heeft in het voortraject meegedacht over de energiebesparende maatregelen en het cradle-2-cradle bouwen.

Tijdens dit gesprek hebben we gekeken naar de energie besparende maatregelen die zijn toegepast op het Geusseltbad en of deze toepasbaar zijn op het Lentebad. Ook hebben we gekeken of we deze energie reducerende maatregelen mee kunnen nemen voor onze tool.

6.1.1 BOUWTECHNISCHE MAATREGELEN EN UITGANGSPUNTEN

Isolatiewaardes Zwembaden
- Gevel Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Dak Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Vloer Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Glas U-waarde 1,1 m²K/W (incl. kozijn 1,5 W/m²K)
- Infiltratie 0,000043 m³/m² gevel

Isolatiewaardes kleedruimten
- Gevel Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Dak Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Vloer Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Glas U-waarde 1,1 m²K/W (incl. kozijn 1,5 W/m²K)
- Infiltratie 0,000043 m³/m² gevel

Isolatiewaardes overige ruimten (Horeca en kantoren)
- Gevel Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Dak Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Vloer Rc-waarde 4,0 m²K/W
- Verdiepingsvloer Rc-waarde 2,5 m²K/W
- Glas U-waarde 1,1 m²K/W (incl. kozijn 1,8 W/m²K)
- Infiltratie 0,000043 m³/m² gevel

7.1.2 INSTALLATIETECHNISHCE MAATREGELEN

Hieronder vindt u de installatietechnische maatregelen.

VENTILATIESYSTEEM

In het zwembad moeten 3 condities worden gehandhaafd, namelijk: temperatuur, luchtvochtigheid en de luchtkwaliteit.

Het handhaven van de temperatuur is relatief eenvoudig en bied weinig gecompliceerde problemen. De temperatuur is vooral een comfort kwestie voor zowel personeel als zwemmers.

Het handhaven van de luchtvochtigheid is een stuk gecompliceerder. In het zwembad mag de luchtvochtigheid niet te hoog oplopen, aangezien dit een nadelige invloed heeft op het comfort, zowel voor de zwemmers als het personeel. Te hoge luchtvochtigheden kunnen ook gevaar opleveren voor de constructie, door condensatie en corrosie. Voor de absolute luchtvochtigheid wordt een bovengrens aangehouden van 14,3 g/kg droge lucht. Een te lage luchtvochtigheid zal niet gauw tot problemen leiden. Wel zal een lage luchtvochtigheid leiden tot extra energieverlies, doordat meer water uit het bad kan verdampen. Daarom is het belangrijk een goed luchtvochtigheid gehalte in het zwembad te realiseren.

Een belangrijke factor die invloed heeft op de luchtkwaliteit eisen, zijn de aanwezige personen. Per aanwezig persoon is een minimale ventilatie vereist van 40 m^3/h.

De luchtkwaliteit in zwembaden wordt daarnaast nadelig beïnvloed door stoffen die vrijkomen uit het badwater. Daarbij gaat het voornamelijk om, trihalomethanen en chlooraminen. Chlooraminen zijn irriterend voor de ogen en luchtwegen, het ontstaan kan worden voorkomen door een goede regeling van de chloordosering. Maatgevend voor de luchtkwaliteit zijn de trihalomethanen, dit zijn vluchtige en schadelijke stoffen, die ontstaan door oxidatie van organisch materiaal door vrij chloor in het zwemwater. Een van de bekendste verbindingen van de groep trihalomethanen is chloroform. Deze trihalomethanen zijn schadelijk voor mensen, maar ook voor delen van het gebouw. Indien er langdurige blootstelling aan badwater – zwembadlucht met trihalomethanen plaatsvindt, is er verhoogde kans op huid/ en nier beschadigingen. Een schadelijk effect voor het gebouw is de verhoogde kans op corrosie van staal, waaronder ook de meeste roestvaste staalsoorten.

Uit onderzoek is gebleken dat bronbestrijding zinloos is, de zwemmer zelf is de belangrijkste bron van het ontstaan van deze stoffen. Goede hygiëne en vooraf douchen, blijken wel invloed te hebben op de hoeveelheid organische stoffen, maar dit is niet genoeg. Om het probleem goed aan te pakken is er een goede installatie nodig die de afvoer van de ruimtelucht (uitgedampte trihalomethanen) regelt. Hierdoor wordt de luchtkwaliteit beter in het zwembad.

Om aan bovenstaande criteria (ontvochtigen/koelen) te voldoen, heeft het zwembad voor het volgende ventilatie systeem gekozen: Menerga ThermoCond 37 WPR inclusief buiten luchtontvochtiging.

Voordelen
- Warmteterugwinning met een rendement van 85%
- Warmtepomp inbegrepen
- Aangezogen buitenlucht ontvochtigen, zodat bij hoge luchtvochtigheden (zomer) toch voldoende vocht uit het zwembad wordt afgevoerd.

Nadeel
- Grote investering

OMGEKEERDE OSMOSE

Het filterspoelwater dat normaal in het riool wordt geloosd, heeft een temperatuur van ca. 30 ºC. Door zuivering via een omgekeerde-osmosesysteem kan ca. 70% van het water en warmte worden hergebruikt, hiermee bespaar je op zowel waterverbruik als warmteverbruik. Omdat het water na het proces van omgekeerde osmose niet als drinkwater mag worden gebruikt, wordt het teruggewonnen water alleen als suppletiewater gebruikt. De capaciteit van het osmose-systeem bedraagt ca. 100 m^3 per etmaal. De waterbesparing kan nog worden opgevoerd, door regenwater of grondwater te gebruiken voor de suppletie van de baden, eventueel vooraf behandeld door de osmose installatie. Dit water kan dan tevens worden ingezet voor de toiletspoeling en de schoonmaak (grijs water).

Voordelen
- Vermindering zoutgehalte en gehalte opgeloste stoffen van brak water.
- Verzacht hard water
- Chemicaliënvrij
- 70% water en warmte worden hergebruikt

Nadelen
- Hogere energiekosten
- Membranen gevoelig voor vrije chloor
- PH van het water is agressief (lage of hoge pH in water dat weinig ionen bevat)

WARMTETERUGWINNING UIT DOUCHEWATER

Douchewater heeft een temperatuur van ca. 38 Cº na gebruik is het douchewater ca. 30 Cº en is daarmee ca. 20 Cº warmer dan koud leidingwater.

Met een warmtewisselaar kan 80% van de warmte uit het gebruikte douchewater worden overgedragen aan het koude leidingwater dat tijdens het douchen naar de boilers stroomt. Deze methode van warmteterugwinning is eenvoudig en effectief, zeker in grote systemen zoals in een zwembad of sportcomplex. Bij de keuze van de warmtewisselaar moet rekening worden gehouden met het optreden van vervuiling door vet en zeepresten. Deze vervuiling zal het rendement negatief beïnvloeden doordat het een goede warmteoverdracht belemmert, echter is het mogelijk hiervoor een automatisch reinigingssysteem toe te passen.

Voordelen
- Verlaging EPC-waarde
- Verlaging gasverbruik

Nadelen
- Onderhoud gevoelig
- Eventueel defect lastig op te lossen
- Relatief grote investering

ZONNEBOILER

Bij het Geusseltbad hebben ze ook gebruik gemaakt van zonneboilers. De zonneboiler warmt water op door middel van zonne-energie. Op de dagen waarop alleen zonne-energie niet voldoende is kan een een Cv-ketel het water op temperatuur brengen.

Voordelen
- Hoger rendement dan zonnecollectoren (elektriciteit)
- Verlaging van de energiekosten
- Onderhoudsvriendelijk
- Subsidie mogelijkheden

Nadelen
- Lange terugverdientijd
- Extra gewicht constructie
- Huidige ketel ook nodig

7.1.3 WARMTE OPWEKKING

Hieronder vindt u de mogelijke manieren om warmte op te wekken die het Geusseltbad heeft bekeken.

WARMTEKRACHT KOPPELING

Vanwege de permanente vraag naar warmte en elektrische energie in een zwembad is een warmte kracht koppeling zeer interessant. Met een WKK heb je een eigen energiecentrale, waarin zowel warmte als elektriciteit worden opgewekt. De warmte die vrijkomt, kan direct gebruikt worden, waardoor er nauwelijks verliezen zijn bij het transport van de warmte. De warmte kan gebruikt worden voor het opwarmen van ruimtes of het opwarmen van tapwater.

Voordelen
- Hoog rendement in vergelijking met conventionele elektriciteitsopwekking.
- Lagere CO2 uitstoot dan bij een conventionele energieopwekking.

Nadelen
- Hoge investeringskosten
- Bij klein vermogen laag rendement
- Enkel voor bedrijven of meerder huizen tegelijk

PELLETKACHEL

Bij het zwembad Geusseltbad in Maastricht is ook gekeken naar een pelletskachel. De bedoeling is dat het aanwezige reservoir wordt gevuld met brandstof (pelletskorrels, groen, olifanten gras, houtsnippers). Deze worden aangevoerd en verbrand in de pelletskachel.

Bij het Geusseltbad in Maastricht is berekend dat er ca. 250 ton groen nodig is. De gemeente Maastricht heeft ca. 300-5000 ton groen (snoeiafval) per jaar. Dit is voldoende om de warmtebehoefte van het zwembad te voorzien.

Het gebruik van pellets geeft de schoonste verbranding en beperkt de omvang van het reservoir. Bij het gebruik van het groen uit de gemeente is er nog extra opslag nodig om het groen te laten drogen en het eventuele blad te verwijderen. Als het groen nog blad bevat of het houdt nog te nat is kan dat schadelijk zijn voor de pelletskachel. Dit zorgt voor meer onderhoud aan de pelletskachel.

Voordelen
- CO^2 neutraal stoken, veel minder CO^2 uitstoot.
- Stabiele prijs inkoop pellets
- Grote besparing energiekosten
- Hoog rendement bij juiste brandstof

Nadelen
- Ruimte installatie
- Onderhoud
- Investering

WARMTEPOMP

Bij het zwembad Geusseltbad is er gekozen voor het toepassen van een warmtepomp. De warmtepomp lijkt op een warmtewisselaar die bestaat uit een verdamper voor de warmte en een condensor voor de afgifte. Het rendement wordt groter naarmate het temperatuur verschil kleiner wordt. Bij een warmtepomp is het dus belangrijk dat er een warmtebron is die voorziet van voldoende capaciteit.

Veelal wordt hiervoor gebruik gemaakt van de bodem waarbij zowel warmte en koude in de bodem wordt opgeslagen. Uit archiefonderzoek van de bodemgegevens is echter gebleken dat een bodemopslag systeem op deze locatie in Maastricht niet mogelijk is. Aangezien het grondwater stroomt, blijft de opgeslagen energie niet ter plaatste.

Aangezien het zwembad bijna geen koude vraag heeft, hoeft er geen opslagsysteem te worden gerealiseerd. In plaats hiervan heeft het zwembad het grondwater benut om de wintersituatie warmte aan te onttrekken ten behoeve van de warmtepomp.

Voordelen
- Mindere CO^2 uitstoot
- Energiebesparing
- Lage onderhoudskosten
- Lange levensduur

Nadelen
- Grote investering
- Complexe installatie
- Opwarming gebeurt bij lagere temperaturen en verloopt dus trager.

ENERGIEDAK

Het Geusseltbad heeft ook rekening gehouden met een energiedak. Dit houdt in dat er onder de dakbedekking een leidingnet wordt aangebracht, waarmee de zonnewarmte kan worden opgevangen. Het systeem werkt met relatief lage temperaturen, omdat er geen afdekking of isolatie wordt toegepast. Alleen in de zomer zijn hogere temperaturen haalbaar, hoog genoeg om het badwater te verwarmen. Met een warmtepomp kan de laagwaardige warmte uit het opslagsysteem worden gebruikt voor de verwarming van het zwembad.

Het energiedak kan tevens vrijwel het gehele jaar dienst doen als warmtebron voor een bodemopslagsysteem, waardoor uitputting van dit opslagsysteem kan worden voorkomen. Omdat bodemopslag op de locatie van de Geusselt niet mogelijk is en het stromende grondwater in principe een eindeloze bron voor een warmtepomp vormt, is dit systeem niet gerealiseerd.

Voordelen

- Met een energiedak wordt de EPC verlaagd met 0,14.
- Licht van gewicht
- Esthetisch verantwoord
- Lange levensduur
- Subsidies

Nadelen

- Hogere bouwtechnische kosten
- Sterk fluctuerend

7.2 DIJNSELBURG ZEIST

Multifunctioneel zwembad Dijnselburg in Zeis heeft maandelijks ca. 20.000 bezoekers en een jaarlijks gasverbruik van ca. 480 m3. In de zomer van 2011 is het zwembad duurzaam gerenoveerd, de gemeente investeerde 1,8 miljoen euro in energiebesparende maatregelen die in 10 jaar moeten worden terugverdiend.

In de voorbereiding zijn er 47 energiebesparende maatregelen besproken. Bij deze maatregelen is er vooral gekeken naar investering en de terugverdien tijd. De volgende maatregelen zijn interessant voor onze tool: afdekdekens, verbetering Rc-waarde, heat pipes, wkk,

Op dinsdag 13 oktober hebben wij een gesprek met Meneer Delsing oud directeur bij het Zwembad Dijnselburg. De heer Delsing was erg betrokken bij de duurzame renovatie en wilde ons daar dan ook alles over vertellen.

7.2.1 BOUWTECHNISHCE MAATREGELEN

Het zwembad Dijnselburg Zeist heeft tijdens de renovatie ook de thermische schil van het zwembad aangepakt. In 2011 is het toen aanwezige glas vervangen voor HR++ glas, de bedoeling is om het HR++ glas in niet al te lange tijd te vervangen voor HR +++. De gevel en het dak waren al gerealiseerd op een RC-waarde van 4,0 m²K/W.

7.2.2 INSTALLATIETECHNISCHE MAATREGELEN

Hieronder vindt u de installatietechnische maatregelen.

HEAT PIPES

Bij het zwembad in Dijnselburg hebben ze gebruik gemaakt van heat-pipes. Dit is een collector van ca. 1,5 x 1,5 meter met 24 buizen eraan. Deze buizen bestaan uit 2 lagen glas, hiertussen heerst een vacuüm. Dit zorgt ervoor dat de warmte wordt vastgehouden en eenvoudiger condenseert, daarnaast is de binnenkant van het glas nog voorzien van een coating die ervoor zorgt dat de infraroodstraling goed wordt opgenomen. De kern van de buis is koperen, wat een goede warmtegeleider is. De koperen buis is gevuld met alcohol. De warmte zorgt ervoor dat de alcohol gaat verdampen, waardoor deze opstijgt naar de koperen top. Boven in de top van de koperen buis wordt de warmte afgegeven aan het transportmiddel (water + glycol). Daarna koelt de alcohol weer af en daalt naar het onderste punt van de koperen buis. Dit proces herhaald zich constant.

Voordelen

- Hoog rendement (zelfs bij lage temperaturen)
- Laag gewicht en windbelasting
- Eenvoudige installatie
- Lange levensduur
- Wanneer een buis kapot is of niet goed meer werkt, kan deze eenvoudig vervangen worden.

Nadelen

- Rubberen pakkingen aan de randen van de buis die naar verloop van tijd gaan lekken.

AFDEKZEIL

Ook heeft het zwembad Dijnselburg gebruik gemaakt van afdekzeilen, deze afdekzeilen zitten bevestigd op het plafond en worden automatisch bediend met een afstandsbediening. Naast de afdekzeilen heeft het zwembad bij het 25 meter-bad een verstelbare vloer. Deze vloer kan volledig omhoog gebracht worden, zodat het 25 meter-bad in combinatie met een afdekzeil volledig is afgedekt.

Op deze manier zorg je ervoor dat het water minder snel verdampt, wat zorgt dat je minder water en warmte verliest. De afdekzeilen zorgen er ook voor dat de luchtvochtigheid lager wordt wat weer zorgt voor besparing op de ventilatiekosten. Ook verminderd het afdekzeil de uitdamping van chloor en anderen zwembadchemicaliën.

Voordelen
- Minder water verdamping
- Minder uitdampingen zwembad chemicaliën
- Lage onderhoudskosten

Nadelen
- Visueel zichtbaar
- Lastig opbrengsten in kaart te brengen

WARMTEKRACHT KOPPELING

Ook heeft het zwembad Dijnselburg gebruik gemaakt van een warmtekracht koppeling. Deze warmtekracht koppeling werd voornamelijk interessant, doordat ze het van een andere instantie hebben kunnen overnemen i.v.m. geluidoverlast.

Uitgebreide informatie over de WKK staat hierboven bij het Geusseltbad Maastricht.
Warmtekracht koppeling

GEBRUIK/PERSONEEL

Naast de energiebesparende maatregeling, is er ook gekeken naar het gebruik van het zwembad. Zo zijn er in het zwembad Dijnselburg verschillende meetings geweest met het badpersoneel, om de bewustwording te vergroten.

Volgens oud directeur meneer Delsing was het erg belangrijk het personeel “kosten bekwaam” te maken. Hij gaf aan dat het personeel bewust moest worden dat met bijv. het openstaan van een deur er gevolgen zijn in het energiegebruik en dus de energiekosten van het zwembad.

Daarnaast hebben ze nog anderen afspraken gemaakt met het personeel:
- Het bad afdekken bij geen gebruik (langer dan 1 uur).
- Verschillende spaarstanden van bijv. lampen gebruiken.
- Deuren naar buiten niet onnodig open zetten.
- Bij koud weer het uitzwemgedeelte (buitenbad) dicht.

7.3 SPORTPLAZA TIEL

Naast het Geusseltbad en het zwembad Dijnselburg zijn we ook bij Sportplaza in Tiel geweest. Dit zwembad is een replica van het Lentebad in Zevenaar. Daarnaast zijn de zwembaden ook door de zelfde architect ontworpen.

Wij hebben op maandag 26-10-2015 met Henk Meijer gepraat (senior adviseur sportfondsen Nederland). De heer Meijer beheert de gebouw technische kant van de zwembaden, die het sportfonds in bezit heeft.

De heer Meijer gaf aan dat het zwembad in Tiel is gehuurd van de gemeente. Het pand is van de gemeente en het wordt onderverhuurd aan Sportfondsen Nederland. Deze constructie tussen huurder en verhuurder kan zorgen voor lastige situaties op het gebied van investeringen. Aangezien er op deze manier vaak discussie ontstaat tussen de huurder en verhuurder voor wie de bepaalde investeringskosten zijn. Deze problemen zijn te voorkomen d.m.v. het opstellen van een duidelijk contract.

Dit zorgt er momenteel voor dat er niet veel grote investeringen worden gedaan en wordt er vooral gekeken naar ‘één op één’ vervanging. Dit houdt in wanneer er iets kapot of stuk gaat ze bijvoorbeeld dezelfde installatie terugzetten. Ook wordt er alleen maar vervangen of gerenoveerd wanneer dit echt nodig.

7.3.1 BOUWTECHNISCHE MAATREGELEN

Het zwembad in Tiel heeft verschillende bouwtechnische maatregelen getroffen die we bij het zwembad in Zevenaar ook toe kunnen passen.

De translucente panelen die bij het Lentebad helemaal versleten en aan het eind van hun levensduur zijn, hebben ze in Tiel vervangen door glas. Ze hebben ook gebruik gemaakt van zonwering om de reflectie van de zon op het water tegen te gaan.

Ook heeft het zwembad in Tiel het gehele dak vervangen. De Rc-waarde van het dak was erg laag 2,0 m^2K/W. Ze hebben de Rc-waarde een upgrade gegeven naar 4,0 m^2K/W. Het dak werd echter wel voornamelijk onderhanden genomen, omdat de werkzaamheden aan de constructie ervoor zorgde dat de meerinvestering in verhouding relatief laag werd.

Verder kwamen ze erachter dat de achterconstructie van het trespa(staal), erg slecht was en gaven ons mee hier naar te kijken. Op de foto’s die tijdens het gesprek werden getoond, was zichtbaar dat de constructie op sommige plaatsen zo rot was, dat het een wonder was dat de gevel niet is ingestort.

7.3.2 INSTALLATIETECHNISHCE MAATREGELEN

Het zwembad Sportplaza heeft geen grote investeringen gedaan op installatie gebied. De WKK’s die het zwembad had staan, stonden er al erg lang en werden afgeraden om aan te schaffen.

Het zwembad maakt in Tiel wel gebruik van zelf opgepompt grondwater (bron), omdat de gemeente hier sinds kort geen belasting meer over heft, is het rendement over deze investering erg hoog en zijn de waterkosten in Tiel zeer laag. Interessant om te bekijken of de bodemstructuur dit ook toe laat voor het Lentebad.

8.0 CONCLUSIE(S)

Als we de bezochten zwembaden met elkaar zijn er duidelijke verschillen. Niet alleen in de verschillende energiebesparende maatregelen, maar ook in het proces waar de zwembaden in zitten. Het Geusseltbad in Maastricht was een nieuwbouw project, wat ervoor zorgt dat de huidige technieken perfect met elkaar geïntegreerd konden worden.

Het zwembad Dijnselburg in Zeist is een duurzaam gerenoveerd zwembad. Het zwembad had als doelstelling de energiebesparende maatregelen binnen 10 jaar terug te verdienen en hadden een bedrag van 1,8 miljoen euro geïnvesteerd. De criteria die gesteld waren aan het zwembad samen met de achtergrond van het zwembad zijn vergelijkend met onze case het Lentebad.

Het zwembad in Tiel is een replica van ons zwembad, hierdoor is het zwembad nagenoeg hetzelfde als het Lentebad. In Tiel hebben ze door de jaren heen het zwembad gerenoveerd, alleen hebben ze bij de renovaties in Tiel niet met veel belangstelling gekeken naar duurzame energiebesparingsmogelijkheden, wat voornamelijk komt door de huidige contractvorming.

Op basis van de zwembadbezoeken en verschillende achtergrondinformatie, hebben wij een geconcludeerd wat goede toepassing zouden zijn voor het Lentebad. In 8.1 Toepassingen zijn deze onderdelen beschreven en is erbij gesteld wat de vervolgactie hierop is.

8.1 TOEPASSINGEN

Als we kijken naar de bouwtechnische eisen gesteld aan het Geusseltbad, dan vinden we dat een Rc 4,0 m²K/W voor het dak een goede waarde is. Dit is bij het Lentebad ook aanwezig en daarom is er geen verder verhoging nodig. De gevel, glas en de scheiding naar de kantine zijn echter bij het Lentebad van dusdanige lagere Rc waarde, dat hier verder onderzoek naar nodig is.

Vanuit het MJOP zal bij het Lentebad de Trespa gevel vervangen moeten worden, het gelijkwaardige zwembad Sportplaza heeft dit al gedaan. Zij hebben ervoor gekozen om de translucente panelen te vervangen door helder glas, met aan de buitenzijde zonwering. Deze optie vinden wij erg geschikt voor het Lentebad en dient dus ook verder uitgewerkt te worden.

Bij het Geusseltbad is verder gebruik gemaakt van een osmose systeem, dit systeem werd niet heel positief ervaren door de hoge onderhoudskosten. Echter is het ook mogelijk dit systeem alleen te gebruiken voor warmte terugwinning uit het spoelwater. Uitgezocht dient te worden of hier plek voor is bij het Lentebad en wat het rendement hiervan zou kunnen zijn.

In veel baden wordt de warmte uit douchewater hergebruikt, aangezien dit nog een hoge temp. heeft wanneer het wegstroomt in het riool. Het plaatsen van een WTW bij de douches is een optie die verder onderzocht dient te worden. Door het vele gebruik zal er waarschijnlijk een automatisch reiniging systeem aan toegevoegd dienen te worden om de opbrengsten van de WTW optimaal te houden.

Een WKK is een optie die terug kwam bij zowel het Geusseltbad, Sportplaza en in Zeist. Echter is de ruimte in de machine kamer dusdanig klein dat een WKK niet zou passen. Uitgezocht dient te worden of er mogelijkheden zijn om de machine kamer uit te breiden en of de WKK, evt. in combinatie met andere installaties dan nog steeds rendabel blijkt.

Het principe van een zonneboilersysteem is iets wat bij alle baden terugkwam, de variant die bij het zwembad Dijnselburg aanwezig was sprak ons zeer aan. De combinatie van heat pipes met een zonneboiler is iets wat uitgezocht dient te worden of dit mogelijk is bij het Lentebad.

Een palletkachel is iets wat steeds meer in opkomst is in Nederland, er zijn zelfs al een aantal zwembaden die sinds kort hun zwembad hiermee verwarmen. Door het combineren van het gemeente groen in combinatie met Miscanthus(Olifanten gras, verbouwd door BKC Zevenaar), kunnen we een lokaal en hoogwaardig brandmengsel creëren. Echter is hier net als voor een WKK geen ruimte voor en dient uitgezocht te worden of het rendabel wordt om de machinekamer uit te breiden. Tevens dienen de gevolgen van “rook” in een woonwijk onderzocht te worden, om hier eventuele overlast voor bewoners te voorkomen.

Het gebruik van een warmtepomp is iets wat al deels gebeurt bij het Lentebad, in de in 2011 geplaatste LBK van Menerga is dit al opgenomen. Voor de nieuwe LBK voor het 25m bad dient uitgezocht te worden of dit ook rendabel is. Verder is een warmtepomp ook te combineren met geothermie, een warmte dak, hybride zonnepanelen, etc. Uitgezocht dient te worden of tussen deze combinaties een geschikte toepassing zit voor het Lentebad.

Wat opviel was dat het nieuwbouw Geusseltbad geen gebruik maakt van afdekzeilen en het zwembad Dijnselburg wel, het zwembad Dijnselburg was hier namelijk zeer tevreden over. Gekeken dient te worden of de toepassing van afdekzeilen een mogelijkheid is bij het Lentebad. Indien door het management bij het Lentebad gekozen wordt het buitenbad open te houden, dient hier sowieso een afdekzeil geplaatst te worden. Sportplaza in Tiel, had hiervoor een automatisch afdekzeil geplaatst en was hier zeer tevreden over.

Naast de hierboven genoemde bouwkundige en installatietechnische toepassing, zijn er nog veel meer mogelijkheden om het zwembad te verduurzamen, echter zijn dit de grote zaken die ons opvielen. Om een gedegen uitspraak te kunnen doen in onze scriptie dienen de bovenstaande punten meegenomen te worden in onze tool, hier zullen dan uiteindelijk de beste mogelijkheden “uitrollen”.

8.2 FINANCIEEL

Om aan te tonen wat de beste opties zijn, dienen de waardes van de investeringen in kaart gebracht te worden. Hiervoor hebben wij ondervonden dat de Netto Constante Waarde (NCW) de meest geschikte methode is. De NCW bepaalt namelijk bijv. veel nauwkeurig dan de terugverdientijd (TVT) de investeringswaarde omdat de methode veel meer aspecten meeneemt, zoals bijv. inflatie, energieprijzen, etc.

De energieprijzen zijn van dusdanig belang dat hier onderzoek naar is gedaan, we kiezen ervoor om de energieprijs in 3 categorieën in te delen, zodat de gebruiker zelf zijn risico kan bepalen. Zo wordt er een stijging verwacht van 1,5 % in het watertarief, maar raden wij aan ook een percentage van 0% en 3% mee te nemen. Bij het elektriciteitstarief ligt het verwachtingspatroon op 0%, echter raden wij aan door de sterke fluctuatie, ook een percentage van -2% en 2% mee te nemen. Het gastarief heeft een verwachte stijging van 2,1 %, echter raden we net als bij het elektriciteitstarief aan een percentage van 0,1 en 4,1% mee te nemen vanwege de sterke fluctuatie over de afgelopen jaren. De gebruiker kan nu zelf indelen wat zijn risico is, hoe lager het percentage hoe nadeliger dit is voor de investering en hoe hoger dit percentage hoe beter dit is voor de investering.

9.0 BLACK BOX

In de literatuurstudie hebben we onderzoek gedaan naar de verschillende energiebesparende maatregelen die zijn gedaan bij zwembaden die we hebben bezocht. Vanuit dit onderzoek hebben we energiebesparende maatregelen uitgewerkt die we zijn gaan gebruiken in de tool.

Bij het uitwerken van deze maatregelen zijn verschillende aannames gedaan, ook is er gekeken hoe de energiebesparende maatregelen toegepast kunnen worden op het Lentebad in Zevenaar. Hieronder worden de aannames verantwoord en verder uitgelegd.

9.1 GRONDWATERPOMP

Met het aanleggen van een grondwaterpomp (Afbeelding 8, Grondwaterpomp kun je de algemene watervraag van een zwembad reduceren. Bij een grondwaterpomp wordt er gebruik gemaakt van het grondwater, in plaats van het leidingwater dat door de leverancier wordt geleverd. Op deze manier wordt er een lager watergebruik gerealiseerd, waardoor er kosten worden bespaard.

Bij de aanleg van een grondwaterpomp moet er een put geslagen worden. De diepte van de put (grondwaterput) wordt vooraf bepaald door het desbetreffende bedrijf. Dit kan gebeuren door grond-, spuit-, of zuigboringen. Daarnaast is het belangrijk dat het duidelijk is waarvoor de grondwaterput gebruikt wordt. De grondwaterput kan gebruikt worden voor suppletiewater, maar ook voor het drinkwater.

Wanneer ervoor wordt gekozen het suppletiewater bij te vullen met de grondwaterpomp, moet het grondwater gecontroleerd worden door metingen en testen. Het uitvoeren van deze metingen kost geld. Als het drinkwater ook wordt voorzien door de grondwaterpomp, moet het grondwater extra worden gecontroleerd waardoor de kosten hiervan hoger worden.

Ook heeft het grondwater een gemiddelde temperatuur van 9 ºC, dat is 4 ºC minder dan het leidingwater. Dit zorgt ervoor dat er meer gas gebruikt moet worden om het temperatuurverschil op te vangen.

Het watergebruik in de tool is gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar. De energieprijzen zijn bepaald aan de hand van de literatuurstudie en de huidige energieprijzen. Voor de onderhoudskosten en aanschafprijzen van de grondwaterpomp is er telefonisch contact geweest met: Provincie Gelderland. (Berrie te Wietsen) Daarnaast hebben we ook contact gehad met Martin van Eerden Projectleider: van der haar Waterprojecten & warmteboringen BV. Vanuit deze gesprekken hebben wij onze onderhouds- en aanschafprijzen kunnen bepalen.

Voordelen

- Er hoeft geen belasting betaald te worden over het gewonnen water, hierdoor is het water in theorie gratis.

Nadelen

- De temperatuur van het grondwater is lager dan het leidingwater, hierdoor krijg je een hoger gasverbruik om het grondwater op temperatuur te brengen.
- Om de waterkwaliteit te kunnen garanderen, dienen er extra controles uitgevoerd te worden.
- De kosten van het filterzout kunnen zeer hoog uitvallen, indien de grondwaterkwaliteit van slechte staat is.
- Er moet nog steeds vastrecht betaald worden voor het leidingwater, als de grondwaterpomp niet werkt heb je een back-up nodig.
- De grondwaterpomp werkt op stroom, dit zorgt voor extra energiekosten.

Type: Van den haar Waterprojecten

Afmeting:	3,5 x 1,0 m
Energieverbruik:	1,5 kWh
Capaciteit:	10 m³/h
ΔT pomp/kraan:	4 ºC
Watergbr:	5000 m³
warmwater gebr:	8000 m³
Gas:	35,17 MJ/m³
(c) Water:	4,19 Kj/Kg.K

Afbeelding 8, Grondwaterpomp

<u>Grondwaterpomp suppletiewater</u>

$$Opbrengst = watergbr. x\ waterprijs = 5000\ m^3 x\ € 0{,}61 = € 3.063{,}00$$

$$extra\ gasgebr = \frac{\Delta T \text{ x } (c)water}{gas} x\ watergebr\ x\ energieprijs = \frac{4 \text{ x } 4{,}19}{35{,}17} x\ 5000\ x\ 0{,}46 = € 1101{,}32$$

$$Jaarlijksekost. = extra\ gasgebr. + onderhoud\ kost. = 1101{,}32 + 2820 = € 3921{,}21$$

<u>Grondwaterpomp drinkwater</u>

$$Opbrengst = watergbr. x\ waterprijs = 8000\ m^3 x\ € 0{,}61 = € 4.900{,}80$$

$$extra\ gasgebr = \frac{\Delta T \text{ x } (c)water}{gas} x\ watergebr\ x\ energieprijs = \frac{4 \text{ x } 4{,}19}{35{,}17} x\ 8000\ x\ 0{,}46 = € 1762{,}10$$

$$Jaarlijksekost. = extra\ gasgebr. + onderhoud\ kost. = 1762{,}10 + 6320 = € 8082{,}10$$

9.2 PV-PANELEN

Het zonnepaneel zoals zichtbaar is in Afbeelding 9, PV Panelen ook wel Phote Voltaic paneel (PV paneel) genoemd. Photo betekend licht en voltaic betekend elektriciteit. De zonnepanelen bestaan uit twee silicium lagen, door het licht van de zon gaat er tussen deze twee lagen stroom lopen. zonnepanelen zetten het licht om naar gelijkstroom, door middel van een omvormer wordt de gelijkstroom omgezet naar wisselstroom. Per m², straalt de zon ca. 1000 kwh aan energie in op een plat oppervlakte, hiervan kunnen huidige zonnepalen ca. 15% benutten.

De optimale plaatsing van zonnepanelen, is onder een hoek van 36 ºC richting het zuiden. Als je afwijkt van deze stand, zal het rendement van je zonnepanelen steeds minder worden. Daarnaast moet je de afweging maken, kies je voor maximaal rendement of de maximale opbrengst. Als de zonnepanelen plat op het dak geplaatst worden heb je veel meer m² zonnepanelen dus een grotere opbrengst aan stroom. Hierbij liggen ze niet in de optimale hoek, waardoor het rendement van de panelen lager is.

Voor grootverbruikers (>3x 80A) duurt het lang voordat zonnepanelen terugverdiend kunnen worden, dit komt door de lagen tarieven waar een grootverbruiker gebruik van maakt. Particulieren kopen momenteel gemiddeld voor ca. 20 cent hun stroom in terwijl een grootverbruiker dit voor ca 7 cent kan, wat bijna een factor 3 betekent op de terugverdientijd. Echter is het mogelijk voor grootverbruikers om je in te schrijven voor de SDE+ regeling, met deze regeling is het mogelijk afhankelijk van de tijd wanneer je, je inschrijft tussen de 7 en de 14,1 cent te ontvangen – het correctiebedrag van ca. 4,5 cent (APX gem. energieprijs ieder jaar). Op het moment dat deze SDE+ subsidie wordt aangevraagd, wordt op basis van het aantal Watt Piek en het aantal vollasturen (1000) en berekening gemaakt naar de mogelijke subsidie en wordt dit bedrag vastgezet voor de komende 15 jaar. Ongeacht of de panelen de veel, weinig, of misschien wel niks opbrengen, blijft het subsidie bedrag 15 jaar gelijk.

De afmetingen van het gebouw zijn gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar, ook is het rendement van de ligging gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar. De vollasturen zijn landelijkbepaald, in Nederland is dat 1000 uur per jaar. De ligging van het zwembad zijn de opbrengsten van het zonnepaneel gebaseerd op het type Renesola Virtus 2 255 Wp.

Voordelen

- SDE+ regeling met subsidie mogelijk voor grootverbruikers.
- Opwekken duurzame energie, besparing op energiekosten.
- Weinig tot geen onderhoudskosten
- De PV-panelen reinigen zichzelf, omdat ze in een dusdanige hoek zijn opgesteld waardoor de regen het pv-paneel reinigt.

Nadelen

- Door lage elektriciteit tarieven voor grootverbruikers, langere terugverdientijd bij het Lentebad.
- SDE+ regeling kan aan het eind van het jaar een terugvordering van de gecorrigeerde energieprijs.

Type:	Renesola Virtus 2 255 Wp.
Afmeting:	1,64 x 1,0 m
Watt Piek:	225 Wp
Vollasturen:	1000
Ligging rendement:	93%
Gewicht:	20,0 kg/m²

Afbeelding 9, PV Panelen

$$Aantal\ panelen = \left(\frac{(\mathrm{l})dak}{\mathrm{h.o.h.}} + 1\right) x\ (b)dak = \left(\frac{30}{3} + 1\right) x\ 20 = 220\ panelen$$

$$Wattpiek = aantal\ panelen\ x\ wattpiek = 220\ x\ 255 = 56100\ Wattpiek$$

$$Opbrengst = \frac{\mathrm{wattpiek\ x\ ligging\ rend.x\ vollasturen}}{1000} = \frac{56100\ \mathrm{x}\ 0{,}93\ \mathrm{x}\ 1000}{1000} = 52173\ kWh$$

9.3 PVT-PANELEN

Hybride zonnepanelen (Afbeelding 10, PVT Paneel) ook wel photo voltaic thermisch paneel (PVT paneel) genoemd. De hybride zonnepanelen leveren elektriciteit en warmte op. Aan de achterzijde van de panelen loopt water, het water aan de achterzijde van de panelen wordt opgewarmd door de zon. Dit zorgt voor een reductie in het elektriciteitsgebruik en gas gebruik.

Ook zorgt het water aan de achterkant van de panelen voor een hoger rendement uit het zonlicht. Het water aan de achterzijde van de panelen koelt de panelen, waardoor de weerstand lager is en de geleidbaarheid hoger. Dit zorgt ervoor dat er meer licht opgevangen kan worden.

De afmetingen van het gebouw zijn gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar, ook is het rendement van de ligging gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar. Daarnaast zijn de vollasturen landelijk bepaald, in Nederland zijn de vollasturen bepaald op 1000 uur per jaar.

De opbrengsten en onderhoudskosten van het hybride zonnepaneel zijn gebaseerd op de Triple Solar Hybride panelen. Na telefonisch contact met Frits Verhoef van het bedrijf Triple Solar, hebben we de prijzen doorgekregen die gespecificeerd waren voor het Lentebad in Zevenaar. Wij hebben daarna deze prijzen omgerekend naar Watt prijzen. Op deze manier zijn de prijzen algemeen en zijn deze toepasbaar op verschillende zwembaden met verschillende afmetingen.

Voordelen

- Zowel besparing op gas als op elektriciteit.
- Niet veel interne extra ruimte nodig.
- Verhoging van het rendement, omdat het water aan de achterzijde van de panelen het paneel koelt.

Nadelen

- Hoge investering kosten.

Type:	Triple Solar Hybride paneel
Afmeting:	3,4 x 1,0 m
Watt Piek:	520 Wp
Vollasturen:	1000
Ligging rendement:	90% PV
Gewicht:	24,5 kg/m²
Opbrengst warmte:	3 GJ/m²
Gas:	35,17 MJ/m³

Afbeelding 10, PVT Paneel

$$Aantal\ panelen = \frac{\text{Dak opp.gebouw}}{\text{opp.PVT paneel}} = \frac{600\ \text{m}^2}{3{,}4\ m^2} = 170\ panelen$$

$$Wattpiek = aantal\ panelen\ x\ wattpiek = 170\ x\ 520 = 88400\ Wattpiek$$

$$Opbrengst = \frac{\text{wattpiek x ligging rend.x vollasturen}}{1000} = \frac{88400\ \text{x}\ 0{,}9\ \text{x}\ 1000}{1000} = 79560\ kWh$$

$$Opbrengst\ gas = \frac{\text{opp.dak x opbrengst gas x 1000}}{\text{Gas}} = \frac{600\ \text{x}\ 3\ \text{x}\ 1000}{35{,}17} = 51180\ m^3 gas$$

9.4 HEAT PIPES

In tegenstelling tot de PV en PVT panelen, haalt de heat pipe zijn energie uit de infraroodstraling. Dit zorgt ervoor dat je zelfs op minder zonnige dagen een grote hoeveelheid stroom produceert. De heat pipes worden geplaats op het dak met een stalen frame. De afmetingen van het frame zijn 1,6 x 1,92 x 1,4 m. Verder zorgt het frame ervoor dat de heatpipes in een hoek van 40 ºC worden geplaatst.

Op het frame zitten 24 pipes gemonteerd, Afbeelding 12, Sunstar Solarcollector. Om de heat pipes zit dubbel borosilicaatglas met aan de binnenzijde een absorberende coating (graded A1/N/A1). De coating zorgt voor de opname van de infraroodstraling en het vacuüm dient als isolatie, zodat de warmte niet naar buiten vertrekt. De warme lucht die tussen de heatpipe en het borosilicaatglas zit warmt de koperen buis op (heat pipe). De heatpipe is van koper, omdat dit een goede warmtegeleider is. De heat pipe is gevuld met een vloeistof (meestal alcohol of methanol i.v.m. laag verdamping temperatuur), de warmte zorgt ervoor dat de vloeistof gaat verdampen en opstijgt naar de punt van de heat pipe. Boven in de top van de heat pipe wordt de warmte afgegeven aan het manifold (Afbeelding 11, Aansluiting manifold). Daarna koelt de vloeistof weer af en daalt naar het onderste punt van de heat pipe. Dit proces herhaald zich constant.

De kosten en opbrengsten van de Sunstar Solarcollector heat pipes zijn gebaseerd op 2 improve energy. De afmetingen zijn gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar.

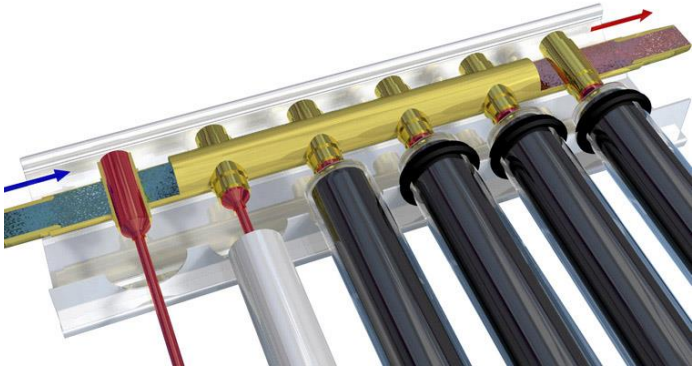
Voordelen

- In de winter hebben de Heat pipes nog steeds een hoge opbrengst, omdat ze gebruik maken van infraroodstraling.
- Door de rond gevormde buizen, wordt het ingestraalde oppervlakte per m² vergroot
- Indien onderhoud aan een individuele buis, heeft dit geen invloed op overige buizen.

Nadelen

- Extra onderzoek constructie nodig, i.v.m. hoge toegevoegde belasting die aanzienlijk hoger is dan bij PV-panelen.
- Hoge investeringskosten in verhouding met bijvoorbeeld PV-panelen.

Afbeelding 12, Sunstar Solarcollector



Afbeelding 11, Aansluiting manifold

Type:	Sunstar Solarcollector SA/SB 1800/58/24
Afmeting:	2,0 x 2,11 m
h.o.h:	3,5 m
Gewicht:	51.6 kg/m²
Ligging rendement:	95%
Opbrengst paneel:	4,81 GJ/jaar

$$Aantal\ panelen = \frac{\text{Dak opp.gebouw}}{\text{opp.PVT paneel}} = \frac{600\ \text{m}^2}{3{,}4\ m^2} = 170\ panelen$$

$$Wattpiek = aantal\ panelen\ x\ wattpiek = 170\ x\ 520 = 88400\ Wattpiek$$

$$Opbrengst = \frac{\text{wattpiek x ligging rend.x vollasturen}}{1000} = \frac{88400\ \text{x}\ 0{,}9\ \text{x}\ 1000}{1000} = 79560\ kWh$$

$$Opbrengst\ gas = \frac{\text{opp.dak x opbrengst gas x 1000}}{\text{Gas}} = \frac{600\ \text{x}\ 3\ \text{x}\ 1000}{35{,}17} = 51180\ m^3 gas$$

9.5 DOUCHE WTW

Een Douche WTW, maakt gebruik van de resttemperatuur van het douchewater, wat na het douchen normaliter wegstroomt in het riool. Door deze warmte te hergebruiken, kan het vulwater van de boiler voorverwarmd worden en hoeft de verwarmingsinstallatie minder energie in het water te stoppen. Dit verschil zorgt voor je besparing.

In een zwembaden wordt er veel gedoucht en dit heeft dan ook een groot aandeel in het totale waterverbruik. Tevens is het water van de douches ook van hoge temp. in verhouding met het zwembadwater (ΔT)

Afbeelding 13, Technea Multivert Warmtewisselaar

In Afbeelding 13, Technea Multivert Warmtewisselaar is te zien hoe de warmte wisselaar er van boven uitziet. Bovenaan is de verdeelbak te zien, deze verdeelt het douchewater over de 8 koperen buizen. De koperen buizen zijn eigenlijk 2 buizen, die met een kleine tussenruimte over elkaar lopen. Door deze tussenruimte wordt het “koude” leidingwater geleidt, hierdoor zal de warmte van het warme water wat door de middelste buis stroomt, worden overgedragen op het koude water. In basis is het principe dus erg simpel, echter kunnen er verstoppingen ontstaan door vetresten en andere afvalstoffen. Het is daarom van belang om in zwembaden waar grote hoeveelheden douchewater worden gebruikt, een zelfreinigingssysteem toe te passen.

Het waterverbruik van de douches is gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar. De kosten van de Technea multivert zijn gebaseerd op de prijzen die worden gehanteerd door Technea.

Voordelen

- Energie die in het warme douchewater is gestopt wordt teruggewonnen, alvorens dit het riool instroomt.
- Hoe meer er wordt gedoucht hoe hoger het rendement van de installatie.
- De Multivert warmtewisselaar neemt nauwelijks ruimte in en kan gewoon aan de muur bevestigd worden.
- Doordat de zwembaden waar wij ons op richten (ca. 20-40 jaar) een machinekamer hebben die onder het niveau van de douches ligt, hoeft er geen drain toegepast worden waar het water eerst in wordt opgevangen en daarna omhoog door de Multivert wordt gestuwd.

Nadelen

- Wanneer er wordt gezorgd dat de douchetijd per bezoeker afneemt(gebruik), zal de terugverdientijd van het product verslechteren.
- Investering zal voor kleine baden niet veel lager worden, dus hierdoor minder interessant.

Type: Multivert RV16-8pijps
Afmeting: 1080x2405
Rendement: 55.6%

$$Benodigde\ energie\ water = \Delta T\ opwarmen\ water\ x\ (c)water = 24\ x\ 4{,}19 = 100{,}56\ MJ/m^3$$

$$Gebruik = \frac{\text{Benodigde energie}}{\text{bovenwaarde gas x rendement}} = \frac{100{,}56}{35{,}17\ x\ 0{,}88} = 3{,}24\ m^3 gas\ per\ m^3 water$$

$$Besparing\ gasgebruik = Gebruik\ x\ douchegebr.x\ rendement\ = 3{,}24\ x\ 1736{,}89\ x\ 0{,}56 = 3131\ m^3 gas$$

In totaal gaan wij ervan uit dat een bezoeker ca. 2 minuten per zwembeurt doucht, verder hebben we gemeten dat de aanwezige douchekoppen bij het Lentebad ca. 6,5 liter water p/m verbruiken.

$$Douchewatergebruik = 2\ \min p.p.\ \times Douchekopverbruik\ \times bezoekers$$

$$1736\ m3 = 2\ \times 6.5\ \times bezoekers$$

9.6 RC-WAARDE

Bij het bepalen van de Rc-waarde (Resistance construction), wordt er gekeken naar de warmteweerstand van de constructie in m²K/W. Om de Rc-waarde te bepalen zijn de volgende gegevens van toepassing:

Rm = Warmteweerstand van de afzonderlijke lagen in de constructie in m²K/W

$$Rm = \frac{\text{dikte materiaal in meters}}{\text{warmtegeledingscoefficient van het materiaal m}^2\text{K/W}}$$

Rsi = de overgangsweerstand van binnenlucht naar materiaal, jaargemiddelde 0,13 m²K/W

Rse = De overgangsweerstand van materiaal naar buitenlucht, jaargemiddelde 0,04 m²K/W

$$Rc = Rm + Rsi + Rse$$

Vanuit de Rc-waarde wordt er omgerekend, naar de U waarde. De U-waarde geeft de warmtedoorgangscoëfficiënt weer in W/m²K.

$$U = \frac{1}{\text{Rc} - \text{Rsi} - \text{Rse}}$$

$$graaddagen = \Delta T\ (binnentemp. - buitentemp.)\ x\ jaardagen$$

$$Joule\ per\ m^2 gevel = U\ x\ graaddagen\ x\ \text{seconde}\ per\ dag$$

$$Verlies\ gas\ m^3 = \frac{\text{J/m}^2}{\text{Joule per m}^3 gas\ x\ rendement\ x\ 10^6}$$

$$€ = gas\ m^3 x\ gas\ prijs$$

Voordelen

- Bij een verbeterde Rc-waarde, wordt de warmtedoorgangscoëfficiënt verbeterd, hierdoor bespaar je op je gasverbruik.
- In de buurt van de gevel wordt het comfort verhoogd, omdat het temperatuurverschil bij de gevel in verhouding tot de kamer minder wordt.

Nadelen

- Naar mate de Rc-waarde verbeterd, zal de U-waarde exponentieel minder gaan toenemen.

De oppervlakte van de gevel en dak zijn gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar. De kosten om een Rc-verbetering toe te passen in het dak of gevel zijn sterk afhankelijk van de aanwezige situatie(s). Daarom rekent de tool niet de terugverdientijd van de investering uit, maar geeft de tool de maximale investering weer, die mogelijk is bij de ingevoerde gegevens.

9.7 BIOMASSAKETEL

Een biomassaketel, soms ook wel palletkachel genoemd zie Afbeelding 14, Biomassaketel (BKC Zevenaar), baseert zijn principe op het feit dat een vaste brandstof (bijv. hout) verbrand wordt en zijn warmte overdraagt naar een medium (bijv. water). Op deze manier kan een biomassaketel op een verwarmingsstelsel in een bestaand gebouw worden aangesloten. Echter kan een palletkachel alleen pallets verbranden en kan een biomassaketel een grotere variatie aan vaste brandstoffen verbranden, de naam palletkachel komt meer uit de particulieren branche.

Doordat een biomassaketel vaste brandstoffen kan verstoken, die vaak een lagere prijs hebben dan gas en elektriciteit per kW, wordt het principe erg interessant voor zwembaden. Zwembaden hebben binnen een gemeente vaak een enorme warmtevraag, de kosten die hiermee gepaard gaan zijn daarom vaak aanzienlijk op de totale exploitatiekosten van zwembaden. Verder hebben gemeenten veel groen "afval" en het afvoeren hiervan kost geld. Hoe langer de transport kosten hiervoor zijn, hoe groter de impact op het milieu wordt. Wanneer we binnen een gemeente een groot gedeelte van dit groen kunnen omvormen naar een bruikbare brandstof, creëren we een idealistisch beeld om de afvalstromen te optimaliseren.

Voordelen

- Versnipperde gemeente groen, is in verhouding met gas of elektriciteit, vele malen goedkoper. Hierdoor kan een biomassaketel zich binnen enkel jaren terugverdienen.
- Wanneer gebruik wordt gemaakt van gemeente groen, is met een biomassaketel een CO^2 neutraal concept te realiseren.
- Het principe van een biomassaketel komt uit Scandinavië, waar de weeromstandig extreem zijn. Er kan dus gezegd worden dus worden dat een biomassaketel zeer betrouwbaar is.

Nadelen

- Veel ruimte nodig voor de ketel en afhankelijk van de warmtevraag voor de opslag. In de opslag zal naar verhouding bij zwembaden de meeste ruimtevraag in zijn.
- De opslag wordt voorzien van een vaste brandstof, dit zal d.m.v. regelmatig transport van bijv. een vrachtwagen dienen worden aangevuld. Hiervoor zal dus de juiste infra gecreëerd moeten worden en dient er rekening gehouden te worden met overlast.
- Vanuit de industrie wordt geïnitieerd dat er geen tot nauwelijks "stank" zal zijn. "Het zal in de winterdagen wanneer de wind ongunstig staat, misschien ligt ruikbaar zijn." Echter wekt een kachel het beeld, dat dit voor overlast in de omliggende omgeving zal zorgen, er dient dus rekening gehouden te worden met "protest" uit de directe omgeving.
- Bij de verbanding van hout komt fijnstof vrij, door een goed brandmengsel is dit te beperken, tevens dient de ketel over gecertificeerde filters te bezitten. Echter zal er in de uitstoot toch in geringe mate fijnstof aanwezig zijn.
- Hoge investering.
- Er dient nog een gedeelte warmte opgewarmd te worden in de pieken, d.m.v. bijv. Cv-ketels.

Type ketel:	Aitec Veto 220 kW
Afmeting:	Ca. 5 x 10m
Rendement:	90%
Opbrengst:	85%
Energiewaarde houthaksel:	1041.7 kW/m³
€ houthaksel:	€ 25,00 m³
Soortelijkgew. houthaksel:	250 kg/m³
Energiewaarde olifant gras:	577.8 kW/m³
€ olifant gras:	€ 11,70 m³
Soortelijkgew. Olifant gras:	130 kg/m³

80 % houthaksels / 20 % olifant gras

Afbeelding 14, Biomassaketel (BKC Zevenaar)

$$Capaciteit\ bmk = \frac{\text{jaarverbruik gas}}{\text{uren per jaar}}\ x\ opbrengst\ \%\ x\ energie\ per\ m^3 gas = \frac{204169{,}5}{8760}\ x\ (0{,}85\ x\ 9{,}769\ ) = 194\ kW$$

$Onderhoudkosten\ bmk = transport + onderhout\ ketel + Biomassa$ = € 44.016,50

Transport = € 2.600,00
Onderhoud ketel = € 1.500,00
Biomassa = € 39.916,05

$(€\ m^3 hout\ x\ \%\ hout)(€\ m^3 gras\ x\ \%\ gras)\ x\ jaarlijksverbr.\ gas\ x\ m^3 gas\ per\ uur =$
$(25\ \text{x}\ 0{,}8) + (11{,}70\ x\ 0{,}20)\ x\ 204169{,}5\ x\ 0{,}2$

$Besparing\ bmk = opbrengst\ \%\ x\ jaarverb.\ gas\ x\ €\ m^3 gas - onderhoud\ kosten =$
$(0{,}85\ x\ 204.169{,}5\ x\ 0{,}46) - 44.016{,}50 =$ € 35.813,77

9.8 WARMTE-KRACHTKOPPELING

Een WKK is in basis een verbrandingsmotor met een generator, de motor draait op gas en drijft een generator aan. Bij de verbranding van gas ontstaat als restproduct warmte, wat tevens gebruikt wordt. De verhouding hiertussen ligt op ca. elektriciteit 36% en 61% warmte. Het algeheel rendement van een WKK ligt t.o.v. ca. 90% voor een Hr-ketel op 92% (bovenwaarde gas), wat dus hoger is.

Doordat de WKK zelf elektriciteit produceert op basis van gas, ontstaat er een lager tarief per kWh aan elektriciteit. Bijbehorende uitleg is te vinden onder 5.0 Energiegebruik. Verder vindt een WKK zijn grootste voordeel in de verlaging van het gastarief, een WKK wordt namelijk vrijgesteld van de energiebelasting, in Tabel 4, (Eneco) Gasprijs is te zien dat dit bijna de helft is van het totaalbedrag. De gedacht hierachter is, dat stroom die op locatie opgewekt kan worden en geen transportverliezen ondervindt en duurzamer is. Verder kan gas op deze manieren stukken efficiënter worden toegepast (rendement is dus hoger). In basis dient er energiebelasting betaald te worden, wanneer dit op de beurs wordt ingekocht, als dit niet het geval is hoef je dus geen energiebelasting te betalen.

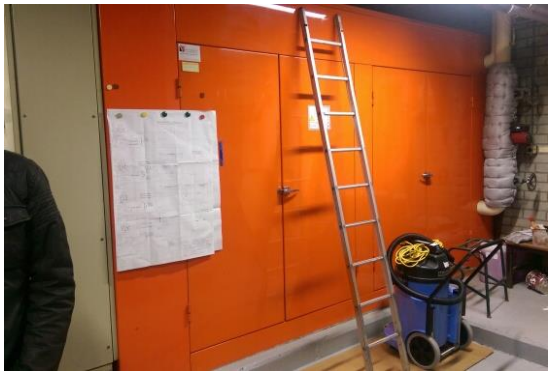
De kosten en opbrengsten van de WKK zijn gebaseerd op telefonisch- en mailcontact met Chris van Tiggelen, hoofd verkoop & marketing bij Ener-G. Daarna zijn de huidige energieverbruiken gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar.

Voordelen
- Een WKK heeft een zeer hoog rendement
- Een WKK wordt vrijgesteld van de energiebelasting.
- Doordat een WKK stroom produceert d.m.v. gas is het tarief per kWh goedkoper, dan wanneer dit ingekocht zou worden.

Nadelen
- Er dient ruimte te zijn voor de WKK, relatief grote installatie. Evt. kan een WKK ook buiten in een container geplaatst worden.
- Doordat de WKK in basis een motor is, heeft deze ook regelmatig onderhoudt nodig. De kosten hiervan zijn aanzienlijk hoger dan bij andere toepassing
- Een WKK heeft veel onderhoud nodig en zal dus soms buiten gebruik zijn, ook is de kans reëel dat wanneer er gebruik wordt gemaakt van 1 WKK, deze soms door storing stil kan komen te liggen.
- Er dient een volledige back-up aanwezig te zijn, in de vorm van bijv. Cv-ketels.
- Indien een WKK in de buurt van kantoorruimte geplaatst wordt, dient nagegaan te worden of de WKK geen geluid en/of trilling overlast veroorzaakt.

Type:	EnerG125
Afmeting:	ca. 2x4m
Verwarmingscapaciteit:	82%
Rendement:	92%
Rendement warmte:	61%
Rendement elektriciteit:	36%

100%+, echter wordt er soms stroom terug geleverd aan het net en dient er soms stroom ingekocht te worden. Aangezien een grootverbruiker niet kan salderen, dienen er hierover afspraken gemaakt te worden met de energiemaatschappij.
Geluid: 55/70dB



Afbeelding 15, WKK (Zwembad Zeist)

$$Capaciteit\ wkk = Jaarlijks \frac{gas}{uren\ per\ jaar}\ x\ \frac{bovenwaarde\ gas}{3{,}6}\ x\ bovenwaarde\ rendement\ x\ verwarmingscapaciteit$$

$$\frac{204169{,}5}{8760}\ x\ (\frac{35{,}17}{3{,}6})\ /\ 0{,}88\ x\ 0{,}82 = 164\ kw$$

$$verschil\ warmte/elektr\ is = warmte/elektr\ vraag\ huidig - warmte/elektr\ opwek.wkk$$

$$Warmtebehoefte\ naast\ WKK\ (kwh) = \ verschil\ wamrte\ x\ gemiddelde\ uren\ per\ maand$$

$$Gasbehoef\ naast\ wkk = \frac{warmtebehoefte\ naast\ wkk}{(\frac{gasbovenwaarde}{3{,}6}\ x\ rendement\ bovenwaarde)}$$

$$elektrischiteitsbehoefte\ naast\ WKK = \ verschil\ elektr.x\ gemiddelde\ uren\ per\ maand$$

9.9 SPOELWATER WTW

Evenals bij een douchwater WTW, wordt bij een spoelwater WTW de overgebleven warmte uit het spoelwater gewonnen. Echter heeft het spoelwater een lagere temperatuur t.o.v. het douchewater, maar zijn de getalen veel groter.

Afbeelding 16, Aquacond 44, Menerga

Een zwembad wordt voornamelijk, gefilterd d.m.v. een groot zandfilter met daarin verschillende lagen zand. Het water uit het zwembad wordt in beweging gebracht en circuleert constant door het filter, hierdoor blijven vuiligheden in het zandbed zitten. Echter zal naar verloop van tijd dit zand verzadigd raken en zal de flow (L/min) omlaag gaan. Na verloop van tijd zal hierdoor de waterkwaliteit omlaag gaan, om het filter op te schonen wordt de stromingsrichting van het water periodiek omgedraaid, hierdoor zal het vuil uit het zand geloosd worden in het riool. Vanuit de Whvbz (Wet hygiëne en veiligheid badinrichting zwembaden), wordt voorgeschreven dat een zwembad minimaal 30L per bezoeker moet kunnen spoelen. Deze regel is bedacht om de kwaliteit van het water te kunnen garanderen, echter wanneer de waarde meer dan voldoende blijkt, mag de hoeveelheid spoelwater ook onder deze 30L per bezoek komen.

Doordat de pompen die het filter spoelen een zeer hoog debiet hebben is het niet mogelijk om direct uit het spoelwater warmte te onttrekken, simpelweg omdat de stroomsnelheid veel te hoog is. Daarom dient er een buffer aanwezig te zijn waar het spoelwater eerst in kan worden geloosd, alvorens het wordt afgevoerd in het riool. Echter is dit bij bestaande zwembaden waar wij ons op richten met de tool vaak niet het geval, hierdoor zal dit gecreëerd moeten worden.

Wanneer het spoelwater d.m.v. een buffer is opgeslagen, kan nu warmte worden onttrokken met een stroomsnelheid van ca. 4 kuub per uur. In Afbeelding 16, Aquacond 44, Menerga is te WTW installatie te zien die in combinatie met de buffer de warmte terug kan leveren aan het suppletie water.

De kosten en opbrengsten van de Menerga, Aquacond 44 zijn gebaseerd op het productblad. De huidige spoelwater verbruiken zijn gebaseerd op het Lentebad in Zevenaar.

Voordelen

- Het grootste gedeelte van het warme water gaat richting het spoelwater, indien hier warmte uit kan onttrokken worden gaat dit direct over grote hoeveelheden.(ca. 50%)
- Indien er een buffer aanwezig is, is de investering vrij minimaal.
- De Aquacond44 neemt nauwelijks ruimte in.

Nadelen

- Wanneer dit systeem wordt ingebouwd in een bestaand zwembad is er meestal geen (spoelwater)buffer aanwezig, de bouwkundige kosten hiervan zijn relatief hoog.
- Het spoelwaterbuffer neemt veel ruimte in en dit is niet altijd aanwezig.
- Doordat spoelwater t.o.v. bijv. douchewater een lagere ΔT heeft, kan er ook minder warmte worden onttrokken aan het spoelwater. \

Type: Aquacond 44
Afmeting: 2740 x 890 x 1690
Rendement: 37%
Capaciteit: 3.6 L/min
ΔT: 16,5 ºC

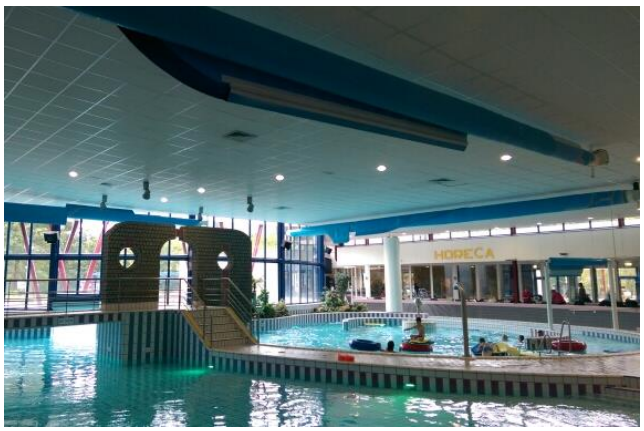
$$Benodigde\ energie\ water = \Delta T\ opwarmen\ water\ x\ (c)water = 16{,}5\ x\ 4{,}19 = 69{,}1\ MJ/m^3$$

$$Gebruik = \frac{\text{Benodigde energie}}{\text{bovenwaarde gas x rendement}} = \frac{69{,}1}{35{,}17\ x\ 0{,}88} = 2{,}23\ m^3 gas\ per\ m^3 water$$

$$Besparing\ gasgebruik = Gebruik\ x\ spoelwater\ x\ rendement\ = 2{,}23\ x\ 5813{,}2\ x\ 0{,}37 = 4794\ m^3 gas$$

9.10 AFDEKZEILEN

Een afdekzeil heeft effect op een aantal zaken die samen zorgen voor een besparing, echter is het lastig de exacte besparing hiervan in beeld te brengen, dit omdat het gebruik van grote invloed is. Zo dient het zeil, wanneer er langer dan een uur geen gebruik wordt gemaakt van een bad, uitgerold te worden. Dit gebeurd handmatig, d.m.v. een automatisch afrol systeem. De handeling zelf is dus alleen een druk op de knop.



Afbeelding 17, Afdekzeil Zeist

Een afdekzeil:

- Isoleert,
- Voorkomt verdamping,
- luchtvochtigheid wordt verlaagd
- Waterbehandelingspompen terugtouren

In een zwembad verdampt er veel water, de kosten van dit water zijn te verwaarlozen, echter kost het erg veel energie om een ruimte te verwarmen waar de luchtvochtigheid erg hoog is. Ook voorkomt een afdekzeil de verdamping van chemicalien, die in verhouding duurder zijn dan water. De secondaire effecten hiervan zijn, dat het comfort voor het personeel omhoog gaat en de omliggende omgeving minder aangetast wordt door de chemicalien (bijv. staalconstrcutie).

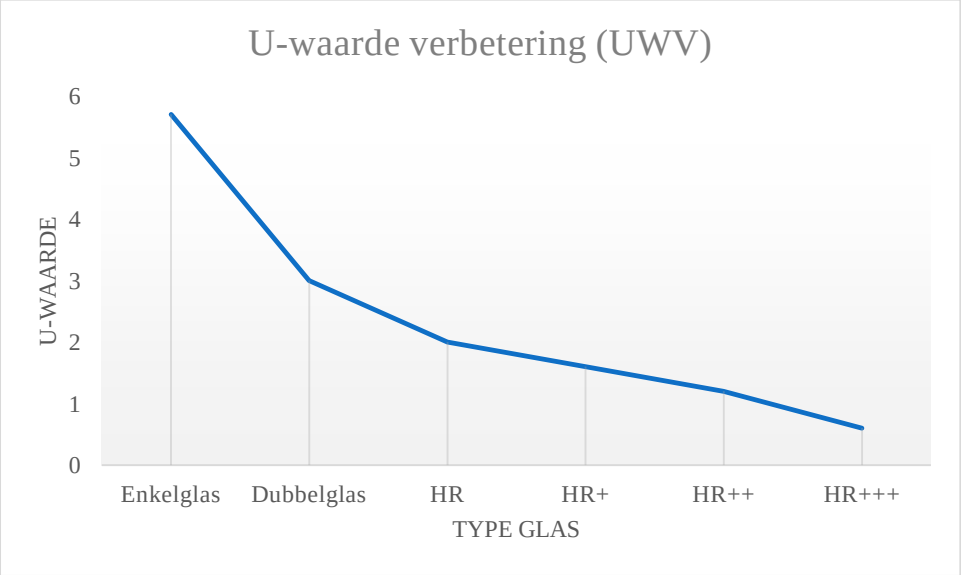
9.11 U-WAARDE VERBETERING

De U-waarde wordt gebruikt, als we naar glas kijken. Hoe lager de U-waarde, hoe lager de warmtedoorgangscoëfficiënt, hoe beter de isolatiewaarde. De U-waarde staat voor W/m²K, met andere worden hoeveel warmte(Watt) laat het glas per m2, per graden door. Wanneer we de R-waarde willen bepalen, krijgen we de volgende formule:

$$Rtotaal = \frac{1}{U}$$

Dit is handig omdat we hiermee de Rc-waarde benaderen en zo meer gevoel krijgen bij de U-waarde.

Om een beter beeld te krijgen welke U-waarde bij welk type glas hoort, is Tabel 5, U-waarde verbetering (UWV) toegevoegd, hier is de U-waarde afgezet tegen de soorten glas. Wat meteen opvalt, is dat de warmtedoorgangscoëfficiënt niet lineair verbeterd. Dit zorgt ervoor dat de terugverdientijd van "U-waarde verbetering" exponentiel verslechterd, naarmate de kwaliteit van het glas al relatief hoog is.



Tabel 5, U-waarde verbetering (UWV)

Voordelen

- Door een verbetering van het glas, wordt de U-waarde lager dit zorgt ervoor dat er minder warmteverlies plaatsvindt.

Nadelen

- De warmtedoorgangscoëfficiënt verloopt niet lineair. Dit zorgt ervoor dat de terugverdientijd van "U-waarde verbetering" exponentiel verslechterd, naarmate de kwaliteit van het glas al relatief hoog is.

$graaddagen = \Delta T\ (binnentemp. - buitentemp.)\ x\ jaardagen$

$U\ warmteverlies = U1 - \ U2$

$Joule\ per\ m^2 gevel = Uw\ x\ graaddagen\ x\ \text{seconde}\ per\ dag$

$Verlies\ gas\ m^3 = \frac{\mathrm{J/m^2}}{\text{Joule per m}^3 gas\ x\ rendement\ x\ 10^6}$

$€ = gas\ m^3 x\ gas\ prijs$

9.12 GEBRUIK

Om energie te besparen bij een zwembad zijn niet alleen high-tech oplossingen nodig. Daarnaast is het ook belangrijk welke bedrijfsvoering het bedrijf door gaat voeren en is het belangrijk hoe de gebruikers omgaan met deze maatregelen. Zo kun je ervoor kiezen je gevel beter te isoleren, maar als een werknemer besluit de deur naar buiten open te zetten, wordt het effect van de maatregel minder.

Daarom is er ook gedacht aan het gebruik van een zwembad. Hieronder verschillende gevolgen die de beheerder een goed beeld geven bij het gebruik.

LUCHTVERWARMING

Je hoort vaak gasten in zwembaden klagen over de temperatuur, het is erg warm, of het is erg koud. Vanuit de installatietechniek weten we dat comfort een lastig punt is en het reëel is te zeggen dat minimaal 5% van de mensen een ruimte als niet comfortabel zullen ervaren. Om toch zo dicht mogelijk bij deze 5% te komen zal een zwembad een optimale temperatuur willen handhaven, zo is de temperatuur in een zwemzaal anders dan bijv. in een kleedruimten.

Om inzichtelijk te maken, wat een verlaging van de ruimtetemperatuur zou doen in de kosten, hebben we dit berekend. De gebruiker is dus nu eenvoudig in staat een gevoel te krijgen, wat een daling van de ruimte temperatuur hem zou opleveren, hierdoor kan een afweging tussen comfort en kosten gemaakt worden.

$$Besparing\ gas$$
$$= Vent.Voud\ \times inhoud\ ruimte\ (m3)$$
$$\times (soortelijke\ massa\ lucht\ \times soortelijke\ warmte\ lucht)/COP/Bovenwaarde\ gas$$

DOUCHETIJD

Een ander belangrijke gebruiksfactor die opgemerkt werd, is de douchetijd. In zwembaden dienen alle bezoekers te douchen, vaak gebeurt dit voor en na het zwemmen. Begrijpelijk is dat hiermee een hoop water verbruikt wordt, in 9.5 Douche WTW is dit verbruik te vinden.

Om te gebruiker inzichtelijk te maken wat het hem zou kunnen opleveren, wanneer ervoor wordt gezorgd dat de douchetijd verminderd, is dit berekend.

$$Besparing\ gas = Totaal\ gasverbuik\ (Bibliotheek\ WDW) \times Besparing$$

10.0 LITERATUURLIJST

- BAR (Bruto Aanvangsrendement). (z.j.). Geraadpleegd van www.bouwstenen.nl
- Didden, M. (2003). *Techno-Economic Analysis of Methods to Reduce Damage due to Voltage Dips*. Geraadpleegd van www.mech.kuleuven.be
- Discontovoet verlaagd van 4 procent naar 2,5 procent. (2007, 01 maart). Geraadpleegd van www.rijksoverheid.nl
- Hefti, O. M. Drs. (2006). *De herontwikkeling van winkelcentrum Hoog Catherijne beschouwd vanuit de optietheorie*. Geraadpleegd van www.vastgoedkennis.nl
- Jong, G. de. (2015, 14 april). Help, het zwembad sluit: waarom voor tientallen baden het einde nadert. Geraadpleegd van www.z24.nl
- Management tool. (z.j.). Geraadpleegd van www.floor.nl
- Osinga, J. J. ir.. (2000). *Marktconforme disconteringsvoet*. Geraadpleegd van www.vastgoedkennis.nl
- Terugverdientijden versus netto contante waarde. (z.j.). Geraadpleegd van www.infomil.nl
- Waarderingsmethoden. (z.j.). Geraadpleegd van www.biznizweb.nl
- Van Norren, H. (2007). *Wat zijn de determinanten van het aanvangsrendement en is dit aanvangsrendement te voorspellen voor de nabije toekomst?*. Geraadpleegd van www.dare.uva.nl
- Vitens. (2015). *Tarievenoverzicht Zakelijk 2015*. Geraadpleegd van http://www.vitens.nl
- CBS. (2015, 30 september). Aardgas en elektriciteit, gemiddelde prijzen van eindverbruikers. Geraadpleegd op 27 oktober, 2015, van www.statline.cbs.nl
- Bontenbal, H. (2014, 28 juli). Rekenen met Energieprijzen. Geraadpleegd van www.hieropgewekt.nl
- Powerhouse. (2015, 2 oktober). Onbalans forecast prijzen [Dataset]. Geraadpleegd op 28 oktober, 2015, van www.powerhouse.nl
- Eneco. (2015, 01 augustus). Eneco EcoStroom® 4 jaar. Geraadpleegd van www.eneco.nl
- CBS. (2014, 01 januari). Drinkwater huishoudelijk verbruik; tarieven waterleidingbedrijven 1997-2013 [Dataset]. Geraadpleegd van www.cbs.nl

- Eyben, N. van. (2013, 19 december). Beperk verdamping met vloeibare zwembadafdekking. Geraadpleegd van http://www.duurzaammkb.nl/tips/tip/947/beperk-verdamping-met-vloeibare-zwembadafdekking/

- Graaf, A. van de. (2014, maart). Warmtepomp, comfort en energiebesparing. Geraadpleegd van http://www.bezoekers.tudelft.nl/fileadmin/UD/MenC/Support/Internet/TU_Website/TU_Delft_portal/Actueel/Magazines/Delft_Integraal/archief/2004_DI/2004-3/doc/13-17warmte.pdf

- Het zonneboilerhuis. (z.j.). Vacuum buis collectoren met heatpipe. Geraadpleegd van http://www.hetzonneboilerhuis.nl/Collector.html

- Ik investeer slim. (z.j.). Warmteterugwinning uit water. Geraadpleegd van https://ikinvesteerslim.nl/warmteterugwinning-uit-water

- Lenntech. (z.j.). Kostenberekening. Geraadpleegd van http://www.lenntech.nl/kostenberekening-ontziltingsinstallatie.htm

- Nuon. (z.j.). Warmtekrachtkoppeling of wkk installatie. Geraadpleegd van http://www.nuon.nl/mkb/energiebesparing-bedrijven/duurzame-oplossingen/wkk.jsp

- Poelstra, S., & Pennartz, A. M. G. (2004, september). Innovatieve warmtepompen voor warmte- en koudeproductie. Geraadpleegd van https://www.ecn.nl/docs/library/report/2004/rx04094.pdf

- Praktischduurzaam. (2011, 21 januari). verwarmen met een warmtepomp. Geraadpleegd van http://www.praktischduurzaam.nl/verwarmen-met-een-warmtepomp/

- SolarTech International B.V.. (z.j.). Wat kost energie uit een energiedak? Geraadpleegd van https://www.energiedak.nl/library/download/1Wat_kost_energie_uit_een_energiedak.pdf

- Solvari B.V.. (z.j.). Kosten Zonnepanelen. Geraadpleegd van http://www.zonne-energie-feitjes.nl/zonnepanelen/kosten-zonnepanelen/

- Biokachels duurzame energie. (z.j.). Pelletkachel. Geraadpleegd van http://www.biokachels.nl/wp-content/uploads/2012/09/Informatie-folder-pelletkachel.pdf

- CBS-persdient. (2002, 11 januari). Centraal Bureau voor de Statistiek Persbericht. Geraadpleegd van http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/6D0394C5-062B-400D-A0ED-D8D0BAE6F4D0/0/pb02n005.pdf