

Jacobs, J. 2005, Zwemvijver met natuurlijke waterzuivering :
Handleiding voor aanleg



WOORD VOORAF

Voor de totstandkoming van dit eindwerk zou ik enkele mensen willen bedanken.

Mijn ouders, dankzij wie ik deze studies heb kunnen volgen.

De docenten van de richting Landbouw en biotechnologie, die mij de leerstof hebben bijgebracht.

Mijn stageplaats, De Natuurtuin BVBA, met in het bijzonder Luk Vanrusselt en Bert Neveux.

Zij hebben mij de praktische kanten van de tuinaanleg laten ontdekken en hebben mij zo goed mogelijk geholpen met de realisatie van dit eindwerk.

INHOUDSOPGAVE

| | |
|---|----|
| WOORD VOORAF..... | 2 |
| SAMENVATTING..... | 3 |
| INHOUDSOPGAVE..... | 4 |
| LIJST MET FIGUREN..... | 6 |
| AFKORTINGEN EN WOORDVERKLARING..... | 7 |
| INLEIDING..... | 9 |
| 1 THEORETISCHE ACHTERGROND..... | 10 |
| 1.1 Verontreinigingen..... | 10 |
| 1.2 Zuiveringsmechanismen..... | 11 |
| 1.2.1 ZUIVERINGSMECHANISMEN DOOR MICRO-ORGANISMEN..... | 11 |
| 1.2.1.1 Organische verontreinigingen..... | 11 |
| 1.2.1.2 Stikstof-cyclus..... | 11 |
| 1.2.2 ZUIVERING DOOR PLANTEN..... | 13 |
| 1.2.3 CHEMISCHE ZUIVERING..... | 14 |
| 1.2.4 FYSISCH MECHANISCHE ZUIVERING..... | 15 |
| 1.3 Problemen..... | 16 |
| 1.3.1 ALGENGROEI..... | 16 |
| 1.3.2 PATHOGENEN..... | 18 |
| 1.4 Ontwerp en werking van de moerasfilter..... | 19 |
| 1.4.1 ONTWERP..... | 19 |
| 1.4.2 WERKING..... | 20 |
| 1.4.2.1 substraat..... | 20 |
| Lava | 20 |
| Argex | 21 |
| 1.4.2.2 waterplanten..... | 22 |
| Riet (<i>Phragmites australis</i>), familie grasachtigen (<i>Poaceae</i>)..... | 22 |
| Lisdodden (<i>Typha latifolia</i>), familie Lisdodde-achtigen (<i>Typhaceae</i>)..... | 23 |
| Mattenbies (<i>Scirpus lacustris</i>), familie Cypergrassen (<i>Cyperaceae</i>)..... | 23 |
| Gele lis (<i>Iris pseudacorus</i>), familie Irissen (<i>Iridaceae</i>)..... | 24 |
| Gele plomp (<i>Nuphar lutea</i>), familie Waterlelies (<i>Nymphaeaceae</i>)..... | 24 |
| 1.4.2.3 Werking up flow en down flow principe..... | 25 |
| 2 PRAKTISCH GEZIEN..... | 26 |
| 2.1 Ontwerp..... | 26 |
| 3 CONSTRUCTIE..... | 27 |
| 3.1 Uitzetten van de vijver..... | 27 |
| 3.2 Omtrek waterpas maken..... | 28 |
| 3.3 Graafwerken..... | 29 |
| 3.4 Fundering..... | 30 |
| 3.5 Metselwerk..... | 33 |
| 3.6 Waterdichting..... | 36 |
| 3.6.1 AANBRENGEN VAN DE POLYESTER..... | 36 |
| 3.7 Stapstenen..... | 38 |
| 3.8 Randafwerking..... | 39 |
| 3.9 Filteropbouw..... | 40 |
| 4 ONDERHOUD..... | 41 |
| 5 KOSTPRIJSBEREKENING..... | 42 |

| | |
|------------------------|----|
| 5.1 Grondwerken..... | 42 |
| 5.2 Fundering..... | 42 |
| 5.3. Metselwerk..... | 42 |
| 5.4 Waterdichting..... | 42 |
| 5.5 Stapstenen..... | 43 |
| 5.6 Randafwerking..... | 43 |
| 5.7 Filter..... | 44 |
| 6 ENKELE FOTO'S..... | 45 |
| 7 BESLUIT..... | 49 |
| 8 BIJLAGEN..... | 50 |
| 9 LITERATUURLIJST..... | 51 |

INLEIDING

De zwemvijver combineert de schoonheid van een vijver met de geneugten van een zwembad tijdens een warme zomer.

Van een traditioneel buitenzwembad kan men in ons klimaat slechts een korte periode van het jaar genieten. Van een zwemvijver kan men echter een heel jaar door genieten. Is het niet van het zwemmen, dan is het wel van de natuurlijke pracht en praal die een vijver te bieden heeft.

Tevens is een zwemvijver natuurlijk. Er worden geen chemicaliën gebruikt en men heeft geen last van geurtjes. Dit komt doordat het water in een afgescheiden deel gefilterd wordt door lavastenen en waterplanten, waardoor men toch kristalhelder water verkrijgt.

Een klassiek zwembad is ook moeilijker te integreren in een tuin dan een vijver, omwille van zijn vorm en uitzicht. Bij een zwemvijver kun je meer vrij zijn wat betreft vorm en afwerking, afhankelijk van het type tuin.

Een zwemvijver is ook goedkoper dan een zwembad, zowel in aanleg als in onderhoud. Kortom, een zwemvijver biedt gewoon het beste van twee werelden.

1 THEORETISCHE ACHTERGROND

1.1 Verontreinigingen

In een zwemvijver kunnen verschillende soorten verontreinigingen voorkomen.

In de eerste plaats komen deze verontreinigingen voort uit de tuin waarin de vijver gelegen is.

Denken we maar aan bladval van bomen, stukken afgemaaid gras die in de vijver waaien, te veel gesmeten meststoffen of zelfs bestrijdingsmiddelen,...

Als men vis op de zwemvijver heeft gezet, kunnen ook deze voor verontreinigingen zorgen.

Te veel voederen is een oorzaak van verontreiniging, net zoals de visuitwerpselen en gestorven vis die men niet ziet liggen.

Door deze zaken wordt de vijver verontreinigd met organisch materiaal, dat verteerd wordt tot stikstofbestanddelen en fosfor (N en P).

1.2 Zuiveringsmechanismen

Dit hoofdstuk is hoofdzakelijk gebaseerd op de volgende internet sites:

http://www.riza.nl/ecopeilbeheer/paginas/rapport_peilbeheer.pdf

<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607605001.pdf>

1.2.1 Zuiveringsmechanismen door micro-organismen

1.2.1.1 Organische verontreinigingen

De organische verontreinigingen die in de zwemvijver terechtkomen, worden door de micro-organismen (m.o.'s) afgebroken. Dit kan zowel aëroob, in de aanwezigheid van zuurstof, of anaëroob, in de afwezigheid van zuurstof, gebeuren.

- aëroob

Het organisch materiaal, dat opgebouwd is uit C-verbindingen (koolstofverbindingen), wordt door de m.o.'s in aanwezigheid van zuurstof omgezet tot water, koolstofdioxide en energie. De hoeveelheid zuurstof die nodig is om dit verteringsproces mogelijk te maken, wordt uitgedrukt in biochemisch zuurstofverbruik (BZV). Het BZV is dus een maatstaf voor de hoeveelheid organische verontreiniging in het water.

- anaëroob

Organisch materiaal is opgebouwd uit C-verbindingen. Deze koolstof is echter een slechte elektronen-acceptor, waardoor onder anaërobe omstandigheden eerst nitraat en sulfaat wordt afgebroken.

Als deze betere elektronen-acceptoren niet meer beschikbaar zijn, wordt er aan de afbraak van de C-verbindingen begonnen. CO₂ of andere kleine C-verbindingen worden gereduceerd door bacteriën die deze C-verbindingen als een elektronen-acceptor gebruiken, waarbij methaan (CH₄) vrijkomt. Dit gasvormige methaan komt zo in de atmosfeer terecht.

Dit proces is tweemaal trager dan de aërobe afbraak van organische bestanddelen.

1.2.1.2 Stikstof-cyclus

- ammonificatie

Stikstof is onder de vorm van aminostikstof (NHx) ingebouwd in organische stof (bv. eiwitten, aminozuren,...). Als deze organische stof wordt afgebroken, komt de stikstof vrij onder de vorm van ammonium (NH₄⁺). In water met een hoge zuurtegraad reageert ammonium tot het giftige ammoniak.

- nitrificatie

In aanwezigheid van zuurstof wordt ammonium geoxideerd tot nitraat (NO₃⁻). Dit gebeurt door nitrificerende bacteriën (*Nitrosomonas* en *Nitrobacter*), die we in een moerasfilter terugvinden op de rhizomen van de planten. Als tussenproduct wordt in

deze reactie het giftige nitriet (NO_2^-) gevormd. In een moerasfilter zit er weinig zuurstof in het water. Het waterniveau blijft constant op dezelfde hoogte en het substraat kan hierdoor niet belucht worden zoals bij wisselende waterstand gebeurt. Planten kunnen echter zuurstof via hun stengels naar hun wortels vervoeren, waardoor er rond de wortels een zuurstofrijk milieu ontstaat. Omdat nitrificatie een strikt zuurstofafhankelijk proces is, vindt het dus ook enkel rond de plantenwortels plaats. Omdat deze zuurstofrijke gebieden in de moerasfilter zo schaars zijn, zullen we in de filter ook weinig nitrificeerders tegenkomen (nitrificeerders 10^3 - 10^4 per gram t.o.v. eiwitplitsende bacteriën 10^7 - 10^8 per gram).

- denitrificatie

Het gevormde nitraat is een geschikte stikstofbron voor waterplanten, algen en bacteriën. In een voldoende zuurstofrijk milieu wordt de meerderheid van het gevormde nitraat dan ook door deze organismen opgenomen voor de inbouw in organische stof waardoor deze organismen kunnen groeien. In een moerasfilter, waar een bijna strikt anaëroob milieu heerst, wordt het nitraat door denitrificatie verwijderd.

Micro-organismen gebruiken de zuurstof uit nitraat (NO_3^-) om organische verbindingen te verbranden en zo aan hun energie te komen. Nitraat wordt zo omgezet tot het gasvormige N_2O en N_2 , en zo geheel aan het ecosysteem onttrokken.

1.2.2 Zuivering door planten

Gebaseerd op de volgende sites:

http://www.necov.org/wop_8.html

<http://www.stormwatercenter.net/Library/Practice/93.pdf>

Planten zijn essentieel in een moerasfilter.

In de eerste plaats nemen zij voedingsstoffen uit het water op voor hun eigen groei, en verminderen hierdoor de kans op algenontwikkeling. De voedingsstoffen worden ook in de wortels opgeslagen voor de groei van het volgend seizoen.

In de tweede plaats brengen waterplanten via hun wortels ook zuurstof in het water, wat nodig is voor de aërobe processen in het water. Zuurstof wordt gebruikt voor de aërobe afbraak van organisch materiaal en voor de nitrificatie.

Met hun wortels verhinderen planten ook dat het substraat dichtslibt en vormen zij aanhechtingsplaatsen voor aërobe bacteriën.

Als laatste punt kan gezegd worden dat waterplanten de vijver verfraaien met hun blad en bloem.

| Table 1: Removal Rates (mg/m²/day) and Efficiencies (% Decrease per Day) of Mesocosm Components (Johengen and LaRock, 1993) | | | | | | |
|---|-----------|------|------------|------|-------------|------|
| | Nitrate N | | Ammonium N | | Phosphate P | |
| | Rate | Eff. | Rate | Eff. | Rate | Eff. |
| Summer | | | | | | |
| Plants (growing in sediment) | 270 | 96 | 246 | 93 | 202 | 72 |
| Sediment alone (unvegetated) | 188 | 76 | 210 | 87 | 185 | 78 |
| Plants alone* | | 20 | | 6 | | 0 |
| Water column (plankton) | 55 | 22 | 155 | 65 | 86 | 37 |
| Fall | | | | | | |
| Plants | 145 | 35 | 285 | 75 | 281 | 73 |
| Sediment alone | 72 | 17 | 164 | 43 | 228 | 68 |
| Plants alone* | | 18 | | 32 | | 5 |
| Water column | 8 | 3 | 64 | 30 | 11 | 4 |

* Not physically measurable, for comparison only, obtained by subtracting sediment alone from sediment plus plants.
 Note: Efficiencies but not rates can be compared between seasons since different influx concentrations were used (0.5 mg/l in summer and 1.5 mg/l in fall for each nutrient).

Figuur 1: opname van voedingsstoffen door planten

Bovenstaande tabel bewijst de beperkte, maar essentiële bijdrage die planten leveren in de nutriëntenverwijdering.

1.2.3 Chemische zuivering

Bij de chemische zuivering van het water wordt fosfaat uit het water verwijderd.

In het groeiseizoen van de planten wordt een klein beetje fosfaat door de groeiende planten opgenomen voor de vorming van plantencellen en zaden.

Het grootste gedeelte van het fosfaat wordt echter vastgelegd in de bodem. Fosfor wordt door ijzer en aluminium vastgelegd in onoplosbare zouten. Deze zouten blijven dan achter in het substraat. Dit proces vereist echter zuurstofrijke omstandigheden, want bij zuurstofgebrek wordt een oplosbaar zout gevormd.

Deze vastlegging is het meest efficiënt bij een pH van 4 à 7.

Ook kalk kan fosfor neutraliseren, maar kalk vormt een labiele binding waaruit fosfor gemakkelijk terug vrijkomt.

1.2.4 Fysische mechanische zuivering

Het substraat werkt eveneens als filter en absorptiemedium voor de verontreinigingen in de vijver. Zwevende stoffen gaan zich aan het substraat hechten en worden zo vastgelegd.

1.3 Problemen

Dit hoofdstuk is hoofdzakelijk gebaseerd op volgende documenten:

<http://www.zibb.nl/tuinbouw/groentenfruit/groente/artikel/asp/artnr/632120/>

<http://www.nishikigoi-online.com/phpbb2/viewtopic.php?t=3784>

http://pondlibrary.org/ned/artikels/artikeltekst.htm?article_id=118&cat_id=12

1.3.1 Algen groei

Algen zijn groene planten die aan fotosynthese doen. Ze groeien door levende stof op te bouwen uit voedingsstoffen (vooral P) en zonlicht. Als het vijverwater dus te rijk is aan nutriënten, is de kans op algen veel groter.

Ook de plaats van de vijver zal hierbij een rol spelen. Algen hebben, net als andere planten, zonlicht nodig om te kunnen groeien. Best is dus om de vijver niet in de volle zon te maken, maar een deel in de schaduw te leggen. Waterplanten hebben veel zonlicht nodig, dus kan best gekozen worden om een deel van het zwemgedeelte in de schaduw te leggen en het filtergedeelte in de zon.



Figuur 2: algen



Figuur 3: algen

De oplossing bestaat er echter vooral in om de nutriënten uit het vijverwater te verwijderen. Dit kan op twee manieren.

Ten eerste nemen ook de vijverplanten nutriënten op om zelf te kunnen groeien. Deze opname is echter onvoldoende om algengroei te voorkomen.

De micro-organismen helpen ook aan de verwijdering van de nutriënten, maar ook hun bijdrage is te beperkt voor het voorkomen van algen.

De beste remedie is dus het voorkomen dat er in het vijverwater een teveel aan nutriënten (N en P) ontstaat. We moeten voorkomen dat het zwemwater te rijk wordt aan voedingsstoffen door de zwemvijver proper te houden.

Zo dienen, vooral in het najaar en de herfst, takjes, grasmaaisel, afgevallen bladeren,... uit het water verwijderd te worden.

Ook wordt aangeraden om geen vissen op de vijver te zetten. Hierover zijn er tegenstrijdige meningen, maar er wordt door verschillende vakmensen afgeraden vissen op de zwemvijver te zetten indien men algengroei wil voorkomen. Tevens brengen vissen pathogenen in het water, maar dit wordt verder besproken onder punt 1.3.2 Pathogenen.

Sommige planten helpen ook aan de algenbestrijding door hun algicide werking. Deze algicide werking is te verklaren door de mogelijkheid van sommige waterplanten om stoffen uit te scheiden. Deze stoffen remmen of blokkeren de groei van concurrenten. Deze eigenschap van sommige waterplanten wordt allelopathie genoemd.

Voor een aantal waterplanten zoals waterpest, kranswier en hoornblad is hier wetenschappelijk bewijs van geleverd.

De praktijkervaring van Andy Domen van plantenkwekerij 'De Douglas' toont aan dat ook gele lis algengroei voorkomt. Hier is echter nog geen wetenschappelijk bewijs van geleverd, maar verschillende aardbeikwekers schakelen toch al over naar zijn systeem. Het effect van de gele lis wordt waarschijnlijk voornamelijk verkregen door de algicide werking en minder door de opname van nutriënten.



Figuur 4: gele lis (*Iris Pseudacorus*)

1.3.2 Pathogenen

Pathogenen of ziektekiemen zijn micro-organismen die bij besmetting van een gastheer meestal hinder of schade kunnen veroorzaken.

In de zwembad kunnen ze afkomstig zijn van zwemmers, van aanwezige vissen maar ook van watervogels (eenden zijn besmet met het voor de mens gevaarlijke Salmonella).

Ook blauwalgen (cyanobacteriën), die samen met algen in de zwembad groeien, scheiden toxische stoffen af.

Volgens Duitse normen is een kleine zwembad een vijver met minder dan 60 m³ zwembadwater per persoon, en vormen pathogenen vooral hierin een probleem.

Moerasfilters vertonen echter een relatief goede afdoding van pathogenen op basis van de volgende mechanismen:

- Het substraat filtert het zwembadwater;
- Blootstelling aan zonlicht (UV);
- Blootstelling aan biocide stoffen, afgescheiden door waterplanten;
- Absorptie aan organisch materiaal;
- Concurrentie van andere niet-ziekteverwekkende, waterzuiverende micro-organismen;
- Bacteriën worden opgegeten door protozoa in het water;
- Bacteriën worden aangevallen door virussen (bacteriofagen).

Het belang van al deze zaken is niet gelijk. De filtratie en de afscheiding van biocide stoffen door de planten zijn de twee belangrijkste aspecten in de afdoding van pathogenen.

Dit is echter een langzaam proces. In een gewoon zwembad gaat dit veel sneller door chloor aan het water toe te voegen, maar in een zwembad is dit nefast voor het natuurlijk evenwicht in de vijver.

Door de toevoeging van chemicaliën, met name chloor of algiciden, of door een UV-behandeling van het water, wordt het biologisch, natuurlijk evenwicht van de vijver verstoord.

Er kan op natuurlijke manier echter nooit een volledige afdoding van pathogenen plaatsvinden.

Pathogenen kunnen dus best ook voorkomen worden door geen vissen op de vijver te zetten.

Zoals reeds besproken bij het algenprobleem, wordt de vijver best zo proper mogelijk gehouden en dient men een voldoende grote moerasfilter (10-25 %, in Duitsland zelfs 50 % van de vijveroppervlakte) te nemen.

Ook kan de watertemperatuur best onder de 23°C gehouden worden, zodat de groei van de aanwezige pathogenen beperkt blijft. Hiermee dient dan ook rekening gehouden te worden met de ligging van de vijver (niet in volle zon), zoals eveneens bij de algen besproken is.

1.4 Ontwerp en werking van de moerasfilter

1.4.1 Ontwerp

Een zwemvijver dient een moerasfilter te hebben die 10 tot 25% van het vijveroppervlak in beslag neemt. Bij een kleinere filtergrootte kan het beperkt aantal planten en substraat niet garanderen dat het vijverwater volledig zuiver blijft.

De diepte van een moerasfilter moet minimaal 60 cm diep zijn. Ondiepere filters verhogen de kans op bevriezing en garanderen geen optimale werking.

Een diepte van rond de meter wordt meestal als standaard genomen.

De ligging in de tuin is, zoals reeds eerder aangehaald, ook belangrijk.

Om de watertemperatuur onder de 23°C te houden (pathogenen) en het de algen moeilijker te maken, wordt aangeraden om een deel van het zwemoppervlak in de schaduw te maken.

Eveneens kan men, indien dit mogelijk is, het filtergedeelte in de hoofdzakelijk geldende windrichting te maken, zodat verontreinigingen op het oppervlakte naar de filter toe worden geblazen.

1.4.2 *Werking*

De filter is in hoofdzaak opgebouwd uit substraat en waterplanten.

1.4.2.1 substraat

In principe zijn alle inerte gesteenten geschikt als substraat (geeft op termijn geen stoffen af aan het vijverwater). Denken we bv. aan kiezel, zand, lava, argex.

Het substraat moet echter wel voldoende aanhechtingsplaats hebben voor de aanhechting van micro-organismen, en dient een voldoende inworteling van de waterplanten te garanderen.

Het substraat mag echter ook niet te grof of te klein zijn.

Om deze laatste reden is zand minder geschikt, omdat het bestaat uit kleine deeltjes. Deze geven naar verloop van tijd meer kans op dichtslibben van de filter.

Hoewel kiezel en keitjes geen al te groot aanhechtingsvermogen bezitten kunnen zij best gebruikt worden als substraat. De goede werking hiervan is al meermaals bewezen.

In de praktijk wordt meestal gekozen voor poreuze gesteenten, die een groot (inwendig) oppervlak bezitten. Dit biedt meer micro-organismen de kans zich te gaan koloniseren in het moeras waardoor de waterzuivering met meer rendement werkt.

Onder deze poreuze gesteenten verstaan we lavasteen, argex,...

Lava

- Prijs/kwaliteit zeer degelijk;
- Stevig en poreus, maar zwaar;
- Minder aantrekkelijk wat betreft kleur;
- Spoelen voor gebruik: het spoelwater bevat zwavelverbindingen, welke best niet in de vijver terecht komen.



Figuur 5: lavasplit 8-16 mm



Figuur 6 lavabrokken 100-300 mm

Argex

Goedkoop;

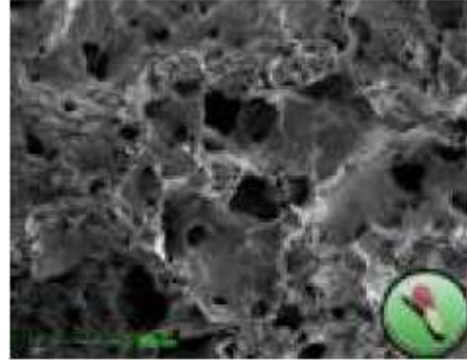
Heeft neiging te drijven (zolang de poriën zich niet volgezogen hebben met water);

Slechte doorstroming binnenin het materiaal;

Gaat na verloop van tijd vergruizen waardoor er een soort zand overblijft.



Figuur 7: argex



Figuur 8: argexkorrel uitvergroot

Zoals eerder al werd vermeld wordt voor de beplanting van onze moerasfilter helofyten gebruikt. Een hoofdreden hiervan is dat ze via hun bladeren en stengels zuurstof tot in de haarwortels brengen. Hierdoor ontstaat er in het substraat op deze plaatsen een aantrekkelijke vasthechtingsplaats voor de zuurstofminnende bacteriën, die noodzakelijk zijn voor de waterzuivering.

De beplanting en de afgestorven plantendelen zorgen in de winter ook voor een beperkte isolatie.

1.4.2.2 waterplanten

In principe kunnen alle waterplanten in de moerasfilter gebruikt worden. Het voordeel van bovengronds groeiende planten is dat ze ademen boven het water en zo het waterevenwicht niet verstoren, zoals bij onderwaterplanten dit soms het geval kan zijn.

Er wordt van uitgegaan dat als de plant groeit, hij het water zuivert.

Je kunt verschillende soorten in groepjes bijeen zetten, maar er wordt aangeraden om slechts enkele soorten te gebruiken.

Voor het planten van de waterplanten kan je best even een wateranalyse doen om te zien of het water wel geschikt is voor deze planten. Het kan zijn dat je water te veel chloor of ijzer bevat en dat hier eerst enige correcties aan moeten gedaan worden.

Hieronder volgt een klein gamma.

Riet (*Phragmites australis*), familie grasachtigen (*Poaceae*)

Riet is de meest geschikte plant voor een waterzuiveringsfilter.

Riet heeft de eigenschappen dat het diep kan wortelen, en een bundel sterke stengels vormt, die niet snel gaan omvallen (legeren).

Hiernaast is het ook vorstresistent, droogteresistent en stelt het weinig eisen aan de bodem.

Men moet echter wel oppassen dat het de andere planten niet gaat overwoekeren.

Bij aanplanting zet men een tiental plantjes /m².



Figuur 9: *Phragmites australis*

Lisdodden (*Typha latifolia*), familie Lisdodde-achtigen (*Typhaceae*)

Een imposante oeverplant met grote 'rietsigaren'.

De lisdodde is zeker nodig in de moerasfilter, omdat deze plant grote hoeveelheden zuurstof via z'n stengels naar de wortels transporteert. Hierdoor ontstaan rond de wortels de eerder besproken aërobe gebieden.



Figuur 10: *Typha latifolia*

Mattenbies (*Scirpus lacustris*), familie Cypergrassen (*Cyperaceae*)

Deze waterplant heeft stijve, donkergroene, naaldachtige bladeren die uit korte, winterharde, kruipende wortelstokken groeien. Aan de bladeinden verschijnen in de zomer kleine trosjes roodbruine bloempjes. De planten zijn bijna wintergroen. Een heel goede plant voor ondiep water.



Figuur 11: *Scirpus lacustris*

Gele lis (*Iris pseudacorus*), familie Irissen (*Iridaceae*)

Een grote, zomerbloeiende, sterke oeverplant. Wordt het beste op een diepte van 30 cm geplant en verkiest traagstromend tot stilstaand water. De gele lis neemt veel voedingsstoffen uit het water op waardoor deze plant zeker bijdraagt tot de waterzuivering.



Figuur 12: *Iris pseudacorus*

Gele plomp (*Nuphar lutea*), familie Waterlelies (*Nymphaeaceae*)

Deze grote, sterke planten hebben veel ruimte nodig en zijn zeer geschikt voor natuurvijvers. De kleine, bolle, gele bloemen verschijnen de hele zomer door tussen de massa's leerachtige groene bladeren.

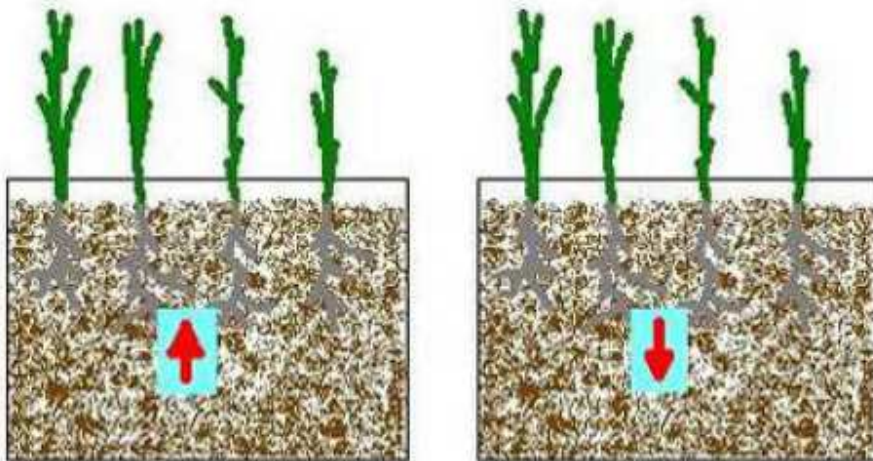


Figuur 13: *Nuphar lutea*

1.4.2.3 Werking up flow en down flow principe

Bij een moerasfilter zijn er twee type filters: de upflow- en de downflow filter. Bij de upflow-filter wordt het water vanonder naar boven door het substraat gepompt.

Bij de meeste zwembijvers wordt echter de downflow-filter gebruikt: het water volgt de weg van de zwaartekracht, nl. van boven naar onder.



Figuur 14: upflow- en downflow systeem

Bij de downflow filter volgt zoals reeds gezegd het water de weg van de zwaartekracht. Het water stroomt van bovenaf langs de plantenwortels en door het substraat, en wordt beneden in buizen opgevangen. Dit gezuiverde water wordt dan via een pomp terug in de vijver gepompt.

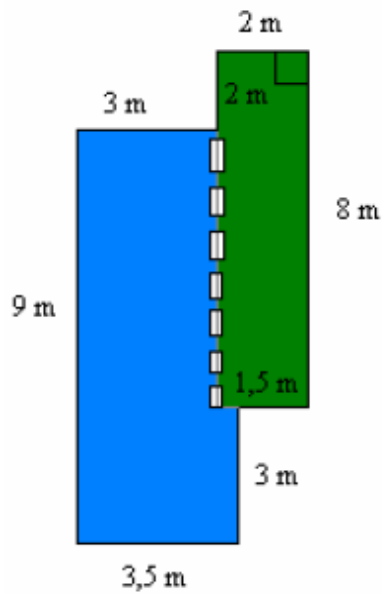
Bij een upflow filter wordt het ongezuiverde water langs onder uit de buizen gepompt. Het water stroomt dan van onder naar boven door het moeras, en loopt vervolgens terug over in de zwembijver.

Met een upflow filter is er echter een groter risico op verstoppingen, omdat het “vuile” water door de buizen wordt gepompt. De bestanddelen in dit vuile water kunnen de openingen in de buizen dus ook verstoppen.

2 PRAKTISCH GEZIEN

2.1 Ontwerp

Als voorbeeldvijver heb ik een zwembad genomen die ik tijdens mijn stageperiode zelf mee heb aangelegd. Hieronder is een schets gegeven.



Het blauwe gedeelte is het zwemgedeelte, het groene is het zuiveringsgedeelte. De witte rechthoekjes tussen beide zijn stapstenen. (merk op, dat de Duitse norm (=50% reinigingsgedeelte en 50% zwemgedeelte niet wordt aangehouden. Het zuiveringsgedeelte is kleiner dan het zwemgedeelte.

Figuur 15: schets zwembad

3 CONSTRUCTIE

Voor dit gedeelte van het eindwerk heb ik mij gebaseerd op de persoonlijke ervaringen, en op de mondelinge uitleg door Luk Vanrusselt, Bert Neveux, en Willy Mol gedurende het hele stagejaar.

3.1 Uitzetten van de vijver

Vooraleer we beginnen te graven, dienen de contouren van de vijver uitgezet te worden volgens het plan. Men dient de afstanden te respecteren, rekening houdend met de schaal van het plan. Neem bv. dat de linker onderhoek op 10 m van het huis gelegen is, 3 m parallel van een haag.

Dan meten we 10 m vanaf het huis, op 3 m afstand van de haag. Op dit punt kloppen we een piket, eveneens 3 m van de haag. Dit piket is de linker onderhoek van onze vijver.

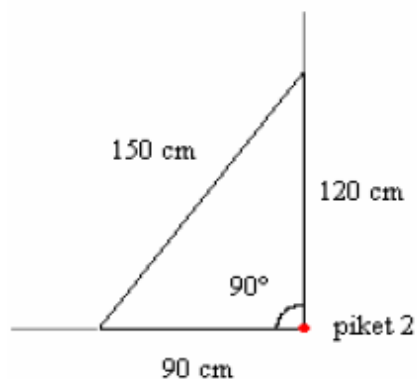
Een 2^{de} piket (de rechter onderhoek) wordt op 3,5 m afstand van het eerste piket geklopt, eveneens op 10 m van het huis.

Vervolgens zetten we de rechte hoeken uit.

Dit kan door een rechte hoek, of met behulp van koordjes. Tussen de eerste en het tweede piket wordt een koord gespannen. De rechte hoek wordt met 1 zijde tegen deze koord gehouden, en aan de andere zijde klopt men een piket tegen de rechte hoek. Zo is de eerste rechte hoek uitgezet.

Met de koordjes passen we de regel van Piethagoras toe: de 3-4-5-regel.

Op de koord tussen piket 1 en 2, wordt vanuit het 2^{de} piket 90 cm richting eerste piket afgetekend. Vanaf het 2^{de} piket wordt een koord van 120 cm naar boven gespannen. Tussen de markering van de 90 cm en het einde van de 120 cm, moet precies 150 cm liggen (de schuine zijde). Dan verkrijgen we een perfecte rechte hoek.



Figuur 16: uitzetten rechte hoek m.b.v. koordjes

Het uitzetten van de rest van de vijver gebeurt op een analoge manier.

3.2 Omtrek waterpas maken

Als heel de vijver is uitgezet, gaan we de omtrek ervan waterpas maken. Als de grond al redelijk waterpas ligt, worden tussen de piketten koordjes gespannen. Op 1 piket wordt de koord op de hoogte gehangen tot waar de vijver uiteindelijk zal komen. Dit is de referentiepijet. Vervolgens wordt met de waterpas de rest van de koorden op gelijke hoogte gehangen. Hiervoor dient het belletje in de waterpas exact in het midden te staan. Dan hangen de koorden allemaal waterpas met de referentiepijet.

Ook kan gebruik gemaakt worden van een laser. De laser wordt op een vaste stabiele ondergrond waterpas gezet. Met behulp van een meetstok met ontvanger kan de pas op de juiste hoogte worden overgezet. Deze manier werkt sneller bij grotere oppervlaktes of bij ingewikkelde vormen.

3.3 Graafwerken

Er zijn twee manieren om een zwembad uit te graven: met de hand of met een machine. De twee methodes hebben beide hun voor- en nadelen.

Met de hand duurt het graafwerk zeer lang bij een iets of wat grote vijver. De uitgegraven grond moet met de kruiwagen weggevoerd worden wat een hels karwei is. Soms kan men echter niet anders, als er bijvoorbeeld geen doorgang voor een machine is.

Met een graafmachine is de klus veel sneller geklaard, als de machine ter plaatse kan komen. Zowel een minigraver als een grotere graafmachine hebben weinig last met het graven van de gewenste vijver. Een graafmachine kan de grond ook makkelijk in een vrachtwagen deponeren om zo af te voeren. De grond rondom de vijver wordt door een graafmachine wel meer beschadigd dan bij de graafwerken met de hand. Meestal echter wordt toch de hele tuin in 1 keer aangelegd, zodat dit geen problemen teweegbrengt.



Figuur 17: pas uitgegraven vijver

Vanaf de gezette pas (met de koorden) wordt nagemeten of de vijver diep genoeg is. In dit voorbeeld is de vijver 1,2 m diep. De vijver is 15 cm dieper uitgegraven, tot 1,35 m diepte, om de betonnen vloer te kunnen maken.

De vijver wordt ook een 15-tal cm breder uitgegraven. Zo heeft men meer plaats om te werken. Deze afgegraven grond dient wel bijgehouden te worden om deze ruimtes nadien terug op te vullen.

Deze zwembad heeft rechte wanden en een aparte plantenbak, omdat er geen plantranden voorzien zijn.

3.4 Fundering

Als fundering wordt een betonnen vloer gegoten.

Voordat we deze betonplaat gieten wordt de ondergrond eerst met een trilplaat aangetrild om zeker te zijn dat de ondergrond stabiel is.

Hierna wordt de omkassing geplaatst, welke de uiteindelijke hoogte van de betonplaat aangeeft. Dit wordt verderop nog verduidelijkt.

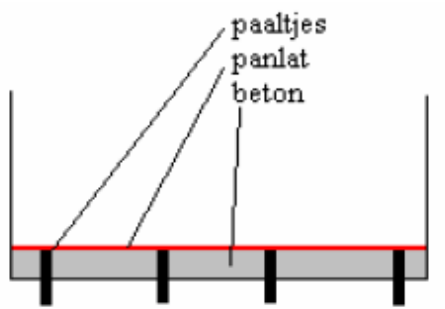
Op de bodem wordt een folie gelegd die moet verhinderen dat de onderliggende grond het beton te snel gaat droogtrekken. Hierdoor zouden er anders krimp-scheuren in de betonplaat kunnen komen, welke een verminderde stevigheid hebben.

Bij warm weer wordt het beton best ook nog eens natgesproeid om te snel drogen te vermijden.



Figuur 18: plaatsen van de omkassing en de folie

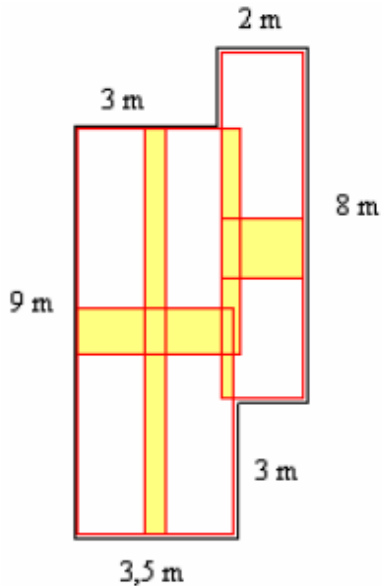
Vooraleer het beton te gieten, wordt op de bodem een koffering gemaakt op de uiteindelijke hoogte van de betonvloer, dus op 120 cm onder de pas. Hiervoor worden er paaltjes in de grond geklopt, tegen de randen van de put. De paaltjes worden juist tot op 120 cm onder de pas geklopt. Aan deze paaltjes worden dan panlatten bevestigd, waarop later de beton zal gelijkgetrokken worden.



Figuur 19: gelijktrekken beton

De vijver is op het breedste punt 5 m breed, dus wordt er als wapening normaal gezien gekozen voor een betonnet van 7 mm dik. Betonnetten van 7 mm dik bestaan echter niet, dus

worden er van 8 mm dik genomen. De regel is dat men voor een breedte tot 2,5 m een net van 4 mm gebruikt. Per bijkomende meter wordt het betonnet 1 mm dikker. De vijver is 15 cm dieper uitgegraven om de betonnen vloer te kunnen gieten. Aan de randen, waar de muren komen, is de vijver zelfs 20 cm dieper uitgegraven. De betonnetten worden op de bodem gelegd en aan elkaar vastgemaakt. Men dient een overlapping van minimum 10% te respecteren.



Figuur 20: plaatsing betonnetten

De rode vierkanten zijn de betonnetten van 2x5 meter. In het filtergedeelte ligt dus 1 volledig net van 2x5 meter, en 1 ingekort van 2x4 meter.

In het zwengedeelte liggen er 4 netten, vertrekkende uit de 4 hoeken, elkaar overlappend.

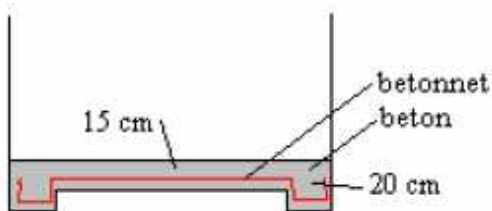
De gele vlakken op de tekening zijn dus de overlappingen. In totaal hebben we dus voor deze fundering 6 betonnetten van 2x5 m nodig, 8mm dik.

De netten worden aan elkaar verbonden door ijzerdraad.



Figuur 21: plaatsing van de betonnetten en verbinden

Zoals je op de foto kan zien worden de netten op klinkers gelegd. Dit wordt gedaan om te vermijden dat de netten op de bodem van de betonplaat zouden liggen, waardoor ze een groot deel van hun stevigheid verliezen. Door de netten op klinkers te leggen komen de netten in het midden van de betonplaat te zitten, waardoor hun stevigheid optimaal benut wordt. In de funderingzool waar de muren komen, worden de netten iets naar beneden geplooid, zoals volgende tekening illustreert. Dit wordt gedaan voor een verhoogde stevigheid.



Figuur 22: betonnet in fundering

Als men het beton stort wordt deze dus over de latten gelijkgetrokken met een houten lat of met een rij. Er wordt beton gebruikt met 350 kg cement/m³. Er wordt voor een vrij grof kaliber kiezel gekozen, omdat dit het beton sterker maakt.

Als men zelf beton giet, wordt dit in de verhouding 1-2-3 gedaan, nl. 1 deel cement, 2 delen zand en 3 delen kiezel. Mortelolie wordt gebruikt voor een betere hechting.



Figuur 23: storten en gelijktrekken beton

Natte gestorte beton is normaal gezien waterdicht.

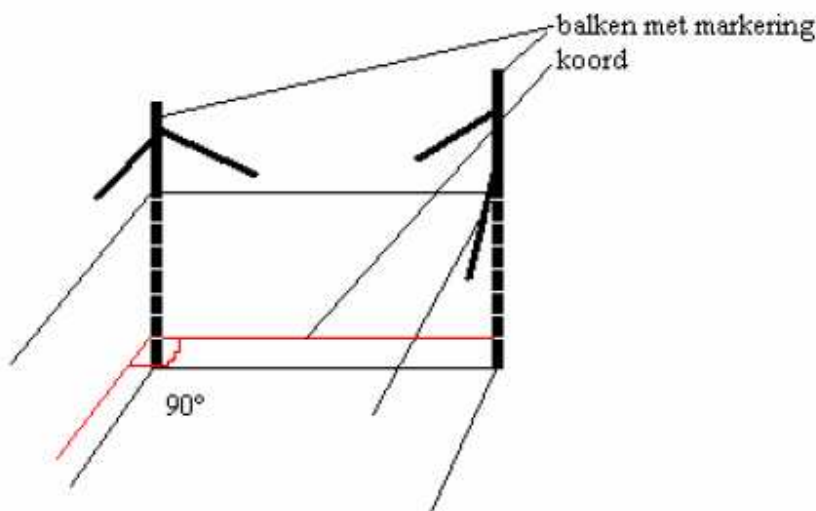
Na 60 uur is het beton voor 70% uitgehard. Het duurt echter 28 dagen voor het beton 100% uitgehard is.

3.5 Metselwerk

Op de gemaakte betonnen fundering kunnen nu de muren gemetseld worden. Hiervoor worden betonnen blokken van 39x19x19 cm gebruikt.

In de hoeken van de vijver worden de hoeken uitgezet. Dit gebeurt met houten balkjes, waarop men de hoogtes van de verschillende lagen metselwerk aangeeft.

Men zet een eerste balk in een hoek van de vijver. De balk wordt met hulplatten vastgezet in de grond rondom de vijver. De balk wordt waterpas gezet. Vanaf deze balk meet men de juiste lengte tot de andere hoek af. Zo worden alle hoeken d.m.v. balken uitgezet. Men dient er wel rekening mee te houden dat de hoeken terug recht gemaakt worden zoals bij het uitzetten van de vijvervorm.



Figuur 24: uitzetten metselwerk



Figuur 25: uitgezette metselwerk

De betonblokken zijn 19 cm hoog. Op de betonnen vloer wordt een laagje mortel van 1 cm gedaan, en tussen 2 lagen metselwerk ook. De tussenstreepjes op de balken, dus de bovenkanten van elke laag metselwerk, moeten dus 20 cm uit elkaar staan.

Voor het metselen wordt mortel gebruikt. Mortel wordt gemaakt in de verhouding 1/3, dus 1 deel cement op 3 delen zand. Voor het metselen met betonblokken wordt rijzand gebruikt. Om de mortel beter te laten kleven wordt er meestal een hechtingsmiddel aan toegevoegd, zoals Sikalatex, Superbond,... De hoeveelheid die men moet toedienen van dit product hangt af van het product zelf en is op het etiket terug te vinden.

De mortel mag niet te droog zijn want dan brokkelt hij uiteen en geeft geen sterkte.

Mortel die te nat is loopt tussen de stenen uit of doet de stenen verzakken.

Voor het uittellen van het aantal stenen gaan we als volgt te werk.

We meten de omtrek van de hele zwemvijver volgens het plan. Deze bedraagt 32 m.

De lengte van de tussenmuur bedraagt 7,5 m.

In totaal moeten we dus 39,5 m muur metselen.

Elke steen is 39 cm lang. Tussen 2 stenen wordt een voeg van 1 cm gelaten, zodat elke steen + voeg 40 cm, of 0,4 m lang is.

Dit wil zeggen dat we per laag metselwerk 39,5 m:0,4 m stenen nodig hebben, ofwel 98,75 (=99) stenen per laag.

De vijver wordt 120 cm hoog. Dit zijn dus 6 lagen stenen van 19 cm hoog, waarbij tussen elke laag een voeg van 1 cm zit. Dit komt dus neer op 20 cm per laag.

We hadden 99 stenen nodig per laag, en er zijn 6 lagen metselwerk, dus hebben we 99x6 ofwel 594 betonblokken nodig.

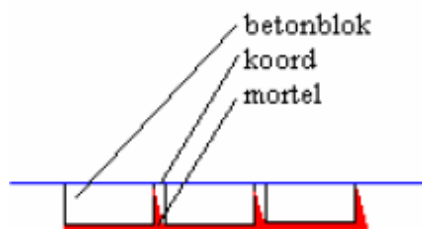
Voor de tussenmuur, waar de stapstenen komen wordt de muur maar 100 cm hoog gemaakt.

De stenen voor deze laag minder worden toch bijgeteld, omdat er voor het maken van de hoeken soms een steen zal moeten geslepen worden.

In de rechter bovenhoek van het filtergedeelte is ook nog een klein compartiment voorzien waar de pomp in komt te staan. Hiervoor zijn nog een 24-tal stenen nodig, zodat we op een totaal van 630 stenen komen, met enkele stenen als reserve.

Naast stenen hebben we ook mortel nodig. Voor 630 stenen wordt er 2970 liter mortel voorzien, met invoegen bij.

Voor het metselen zelf beginnen we in een hoek. We spreiden ca. 1 cm mortel uit op de betonnen fundering, even lang en breed als het betonblok is. Hierop plaatsen we het eerste betonblok en kloppen hem met een truweel tot op gelijke hoogte van de koord. Het betonblok moet in alle richtingen waterpas staan. Met de volgende steen wordt nu de eerste hoek gevormd. We smeren de eerste steen aan de zijkant aan met mortel waar de 2^{de} steen komt te liggen. Dan plaatsen we de 2^{de} steen op 1 cm afstand van de 1^{ste}, mooi langs de koord, eveneens waterpas. Nu wordt de eerste laag op deze manier voort gemetseld.



Figuur 26: opbouw metselwerk



Figuur 27: het metsen van de hoeken naar het midden toe

Als een laag niet uitkomt op een volle steen, wordt deze steen op maat geslepen. De volgende lagen worden op dezelfde wijze opgebouwd, waarbij men rekening moet houden dat de voegen niet boven elkaar liggen. Men moet dus een zogenaamd halfsteens verband trachten aan te houden.

Voor muren die langer zijn dan 5 m kan men verstevigingen gebruiken, de zogenaamde Murfors. Dit zijn dunne, ijzeren netten die in de mortel van de lintvoegen gelegd kunnen worden. Dit wordt om de 3 lagen gedaan, om de muur extra stevigheid te geven bij lange muren. Deze Murfors zijn 9 of 15 cm breed en 2,5 à 3 m lang. Net zoals bij betonnetten, dient men een overlapping van 10% te respecteren.

De voegen van het metselwerk waar de mortel uit komt gelopen, worden tot zo'n 2 cm uitgekrabd met het truweel. Zo kan men de voegen later beter opvoegen met drogere specie, zonder dat er hard geworden mortel moet weggekapt worden.

Voor het voegen gebruiken we dezelfde mortel, iets droger gemaakt met zand, omdat deze voegen later toch niet zichtbaar blijven.

Anders kunnen we hiervoor wit zand nemen, wat een kleinere korrelgrootte heeft en een fijnere afwerking geeft.



Figuur 28: afwerken metselwerk

3.6 Waterdichting

Voor het waterdicht maken van een vijver zijn er verschillende mogelijkheden. Bij de besproken zwemvijver is dit met polyester gedaan, maar men kan ook gewone vijverfolie gebruiken met een beschermdoek of klei.

Als we gewone vijverfolie gebruiken moet er langs de binnenkant van de filterzone ook een beschermdoek geplaatst worden. Deze beschermdoek, zoals anti-worteldoek of nylon doek, wordt gebruikt om de folie tegen scherpe kantjes van het substraat te beschermen.

Omdat er in deze vijver veel hoeken en kantjes zijn, werkt vijverfolie moeilijker dan het geheel te bedekken met polyester. De scheidingsmuur tussen vijver en moeras moet langs de twee kanten en aan de bovenkant van de muur waterdicht gemaakt worden. Ook het pompkamertje moet volledig bekleed worden, wat met folie een zeer lastig werkje is.

Een voorgevormde vijverfolie van 1 mm dik, voorgevormd voor de voorbeeldvijver, kost al gauw 2800 euro, incl. 21% BTW aan materiaal alleen.

De kost van het materiaal voor de hele vijver waterdicht te maken met polyester, bedraagt 1438,27 euro, incl. 21% BTW.

Dit is al een groot verschil, enkel voor de waterdichting.

3.6.1 Aanbrengen van de polyester

De ingevoegde muren worden met een stijve borstel propergemaakt zodat er geen stof of vuil op de muren zit wat voor een minder sterke hechting kan zorgen. De vijver moet schoon, droog en proper zijn.

Voor het plaatsen van de polyester vijverbekleding is een temperatuur tussen de 15 en de 25°C ideaal.

We zetten met een borstel een primer op de muren. Deze primer dient om de glasvezelmatten en de hars beter te laten hechten aan de muren. De gebruikte primer is Neviprim. Men laat de primer best een 4-tal uur inwerken.

Bij het aanbrengen van de polyester wordt van boven naar onder gewerkt. De vloer komt als laatste aan de beurt.

Zorg er steeds voor dat je handschoenen draagt en eventueel een stofmasker.

Materiaal kan makkelijk gereinigd worden met aceton.

Hierna wordt de polyesterhars (Nevipol) op de primer gezet. Bij de polyesterhars wordt Mek peroxide gedaan, dat de hars als het ware activeert. Dit product werkt ook als verharder. Er wordt 5 L Mek peroxide bij 160 L hars gedaan, dus in een verhouding van 1 L Mek peroxide per 32 L hars. Op deze nog natte hars wordt de glasvezelmat geplaatst. Op de glasvezelmat wordt opnieuw een tweede laag hars aangebracht. In de voorbeeldvijver werden glasvezelmatten van 450 g/m² gebruikt.



Figuur 29: plaatsing van de glasvezelmatten

Meestal worden er twee lagen op elkaar geplaatst, maar soms worden er zelfs 3 of 4 lagen geplaatst.

Het duurt 12 uur voor de polyester volledig is uitgehard.

Als de volgende dag (na 12 uur) de hars is uitgedroogd, wordt het geheel afgedekt met een laag Nevitop Topcoat. Dit is een soort kleurloze verf, waar een kleurpigment kan bijgevoegd worden. Meestal wordt hier zwart of groen voor gebruikt.

Ook hier wordt na twee uur een tweede laag van aangebracht.



Figuur 30: aanbrengen zwarte topcoat

3.7 Stapstenen

Stapstenen nodigen uit om over het water heen naar de andere kant van de vijver te gaan. Voor stapstenen kunnen we verschillende soorten materialen gebruiken, zoals tropisch hardhout, blauwe steen,...

Belangrijk is dat we de stapstenen een vijftal cm boven het hoogste wateroppervlak aanbrenge, omdat we anders natte voeten kunnen krijgen.

Stapstenen mogen niet te ver uit elkaar liggen. We moeten vlot van steen naar steen kunnen gaan, zonder extra ver te moeten stappen. Dit zou de kans op vallen vergroten, wat uiteraard niet de bedoeling is.

Ook dient er rekening te worden gehouden met kinderen. Zonder afscherming van de vijver mogen kinderen nooit alleen in de buurt van een vijver (met stapstenen), die dieper is dan 30 cm. Dit zou trouwens bij geen enkele vijver mogen.

Als stapsteen in ons voorbeeld werd gekozen voor een blauwe hardsteen klasse D van de Century serie, niet verouderd van Artstone.

De stapstenen zijn 50x25x5 en komen op de steunen te liggen die duidelijk op de foto te zien zijn. De stenen voor de randafwerking en voor de stapstenen zijn vervaardigd uit een grote steen van 50x50x5, die in de fabriek doormidden gezaagd zijn.



Figuur 31: fundering stapstenen

De stapstenen worden met een laagje mortel van een 2-3 cm dikte op de betonblokken bevestigd.

De stapstenen worden waterpas geplaatst.

3.8 Randafwerking

Voor de randafwerking wordt eveneens de blauwe hardsteen klasse D van de Century serie, niet verouderd van Artstone gebruikt.

De stenen zijn 50x50x5, doormidden gezaagd, en kosten 58,17 euro/m², excl. 21% BTW.

De stenen worden net als de stapstenen op een laagje mortel van een 3-tal cm geplaatst. Er wordt best gekozen voor een afwatering van 2%, weg van de vijver. Dit voorkomt dat zand of vuil bij regen in de vijver spoelen.

3.9 Filteropbouw

Onder in het filtergedeelte van de zwemvijver liggen PVC-buizen die ook gebruikt worden voor een tuinberegening. In deze buizen zijn kleine slipjes geslepen, waardoor het gezuiverde water in de buizen loopt.

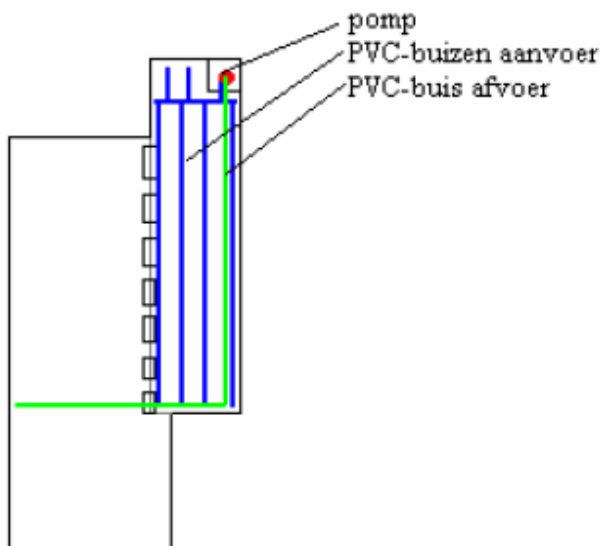
Meestal worden hiervoor buizen van 32 mm binnendiameter gebruikt.

Deze buizen zijn allemaal bevestigd aan 1 binnenkomend stuk. Dit binnenkomend stuk komt in het pompkamertje binnen.

Dit binnenkomend stuk is aan de pomp gemonteerd, waardoor de pomp het gezuiverde water aanzuigt.

Via een afvoerleiding wordt het gezuiverde water terug in het zwemgedeelte van de vijver gepompt.

De doorvoeren worden eveneens met polyester waterdicht gemaakt.



Figuur 32: plaatsing van de afvoerbuizen

PVC-buizen worden met elkaar verlijmd met PVC-lijm. Voor dit verlijmen worden bochten of T-stukken of moffen gebruikt, waarin de buizen juist passen.



Figuur 33: enkele PVC-stukken

PVC-buizen kunnen heel makkelijk op maat gezaagd worden met een gewone ijzerzaag. Als de stukken op maat gezaagd zijn, dienen deze met een vijltje ontbraamt te worden.

Vervolgens worden de te verlijmen delen ontvet met een ontvetter. Hierna worden ze ingesmeerd met de lijm en vervolgens in elkaar geschoven. Voor het gedeeltelijk vullen van de filter hebben we een 21m³ lavasubstraat nodig.

4 ONDERHOUD

Het onderhoud van een zwemvijver is heel miniem.

Een goede werking van de pomp is wel een vereiste voor de goede werking van de filter.

Daarom moeten we de pomp regelmatig nakijken om te zien of deze nog goed functioneert.

Voor de rest dienen afgestorven plantendelen die in het water beginnen te rotten weggehaald te worden.

Als er vis op de vijver zit is het aangeraden tijdens de wintermaanden te voorkomen dat de vijver volledig dichtvriest. Hiervoor zijn tal van middeltjes in de winkel verkrijgbaar.

Als bij zeer warm weer het waterniveau van de vijver zakt, moeten we de vijver terug bijvullen met water. De waterplanten moeten met hun wortels in het water blijven, omdat ze anders uitdrogen en afsterven.

Als men opmerkt dat de filter niet meer volledig werkt (vuiler worden water, algengroei), dient men de filter te reinigen. Dit doet men door de planten en de lavastenen uit de filter te nemen en de lava af te spoelen. De buizen onderin dienen gecontroleerd te worden, en vervolgens kan men alles terug op z'n plaats zetten.

Soms kan men ook de filter even omgekeerd laten werken, door met een pomp het water van onder naar boven te laten pompen, zodat de filter als het ware gespoeld wordt.

5 KOSTPRIJSBEREKENING

5.1 Grondwerken

De totale oppervlakte van de vijver met filter bedraagt 44,5 m². Deze oppervlakte wordt tot op een diepte van 1,35 m uitgegraven. Hier komt dus, rekening houdend met het uitzettingspercentage van de grond bij uitgraven (15%), 69 m³ grond uit die afgevoerd moet worden.

Het laten afvoeren en storten van gewone grond kost 7 €/m³, excl. 21% BTW.

Voor onze vijver komt dit dus neer op 483 €, excl. 21% BTW. (584,5 €, incl. 21% BTW)

Totale materiaalkost: 584,5 €, incl. 21% BTW

5.2 Fundering

We hebben 6 betonnetten van 2 x 5 m nodig, die 8 mm dik zijn.

Kostprijs per net: 130 €, excl. 21% BTW.

Voor 6 netten komt dit neer op 780 €, excl. 21% BTW.

Verder hebben we 10 m³ beton nodig van 350 kg cement/m³.

Kostprijs per m³: 69 €, excl. 21% BTW.

Hierbij komen de kosten voor een pompinstallatie. De huur van de pomp van 32 m bedraagt 275 €, waar 5 € per gepompte m³ bijkomt. Dit komt dus neer, voor 10 m³, op 325 €, excl. 21% BTW.

Totale materiaalkost: 2171,95 €, incl. 21% BTW

5.3 Metselwerk

630 betonblokken van 39x19x19 0,527 €/stuk 332,01 €

mortel: 4500 kg rijnzand 13,5 €/ton 60,75 €

1125 kg cement 10,88 €/100 kg 122,4 €

Dit zijn de particuliere prijzen, excl. 21% BTW.

Totaal materiaalkost: 515,16 €, excl. 21% BTW

Totaal materiaalkost: 623,35 €, incl. 21% BTW

5.4 Waterdichting

Voor het plaatsen van de polyester (100 m²) hebben we volgende materialen nodig:

- 25 L Neviprim 168,6 € 21 % BTW

- 160 L Hars Nevipol SE 369,6 € 21 % BTW

- 90,5 kg Glasmat 450 g/m² 336,66 € 21 % BTW 43

- 30 kg Nevitop Topcoat ral 9005 203,77 € 21 % BTW
 - 5 L Mek peroxide 37,41 € 21 % BTW
 - 25 L aceton 34,71 € 21 % BTW
 - 10 Vestan reserverol 18 cm 20 € 21 % BTW
 - 2 beugel blackline 18 cm 3,66 € 21 % BTW
 - 4 Polybrush 40 mm plastic 3,28 € 21 % BTW
 - latex handschoenen 100 pr 9,92 € 21 % BTW
 - stofmasker wit 3M 5st 1,04 € 21 % BTW
- Totaal materiaalkost: 1188,65 €, excl. 21 % BTW.
Totaal materiaalkost: 1438,27 €, incl. 21% BTW

5.5 Stapstenen

Voor de stapstenen hebben we 6 stenen van 50x25x5 nodig, dus 3 stenen van 50x50x5. Dit is 0,75 m², aan een kostprijs van 70,4 €/m², incl. 21% BTW.

Dit komt voor de stapstenen neer op 52,8 €.

Hierbij moeten we een 225 L mortel tellen, nl. $50 \times 25 \times 3 = 3750 \text{ cm}^3$. Dit is 37,5 L per steen, vermenigvuldigd met 6 (aantal stapstenen), geeft ons 225 L. Van bij de prijsberekening van het metselwerk weten we dat 10 L mortel 0,62 € kost excl. 21% BTW.

Voor het plaatsen van de stapstenen hebben we dus 225 L mortel nodig, wat ons 13,95 € kost, excl. 21% BTW. (16,88 € incl. 21% BTW)

Totale materiaalkost: 69,68 €, incl. 21% BTW

5.6 Randafwerking

Voor de randafwerking hebben we een 32 strekkende meter stenen nodig van 50x25x5. Dit komt neer op 16 stenen van 50x50x5, voor de prijs van 70,4 €/m², incl. 21% BTW.

In totaal bedraagt dit dus voor 4 m² 281,6 €, incl. 21% BTW.

Voor de randafwerking zullen we een 1200 L mortel nodig hebben. Gerekend aan 0,62 €/10 L, kost ons dat 74,4 €, excl. 21% BTW. (90,02 €, incl. 21% BTW)

Totale materiaalkost: 371,62 €, incl. 21% BTW

5.7 Filter

PVC-buis van 32 mm diameter: 0,80€/lm 45 lm 36 €

PVC knie 90° 32 mm: 0,63 €/stuk 3 stuks 1,89 €

PVC T-stuk 32 mm: 0,77 €/stuk 5 stuks 3,85 €

Pomp: Aquamax 6000: 289 €/stuk 1 stuk 289 €

Lavasteen 16/32: 25,77 €/m³ 21 m³ 541,17 €

Totale materiaalkost: 1055,01 €, incl. BTW

TOTALE MATERIAALKOST ZWEMVIJVER: 6314,38 €, incl. 21% BTW

Voor onze vijver van 44,5 m² komt dit neer op een kostprijs van 141,89 €/m², incl. 21% BTW.

Deze handleiding is gemaakt om de vijver zelf aan te leggen.

Hieronder volgt een kleine berekening voor de kosten indien een tuinaannemer dit zou komen doen.

- Grondwerken, met de hand: 4500 €
- Beton gieten: 450 €
- Metsen: 1875 €
- Waterdichting: 750 €
- Stapstenen: 125 €
- Randafwerking: 500 €
- Filter: 400 €

Totaal: 8600 €, excl. 21% BTW, gerekend aan 25 €/un.

Indien je de vijver dus volledig zelf zou aanleggen, kan je een hoop geld uitsparen.

Een exacte offerteprijs van het stagebedrijf heb ik niet, omdat er tijdens en na de werken allerlei zaken bijgekomen zijn die per uur uitgevoerd werden.

In de prijsberekening zitten de planten ook niet geteld, omdat deze later door de klant gezet zijn. De kostprijsberekening hier gaat dus enkel om de constructiewerken.

6 BESLUIT

Een zwemvijver met natuurlijke waterzuivering is een must voor elke waterliefhebber. De schoonheid van een vijver en het plezier van een zwembad worden tot één geheel herschapen in de zwemvijver.

Persoonlijk ben ik een echte voorstander voor dit soort waterelement.

De effectieve werking van de natuurlijke waterzuivering d.m.v. planten en substraten is ook al vele malen bewezen.

Zelf een zwemvijver aanleggen is geen onoverkomelijk probleem, zoals aangetoond is in dit eindwerk. Men kan achteraf genieten van de zelf gecreëerde pracht.

7 BIJLAGE

Omdat ik geen meetgegevens van een moerasfilter heb gevonden, heb ik in deze bijlage de meetresultaten van een infiltratierietveld bijgevoegd. Dit rietveld wordt gebruikt voor de waterzuivering van gewoon huishoudelijk afvalwater.

| Datum | BZV _{in} | BZV _{ef} | CZV _{in} | CZV _{ef} | NH ₄ ⁺ _{in} | NH ₄ ⁺ _{ef} | NO ₂ _{in} | NO ₂ _{ef} | NO ₃ _{in} | NO ₃ _{ef} | PO ₄ ³⁻ _{in} | PO ₄ ³⁻ _{ef} |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---|
| 13-04-00 | 21 | <3 | 120 | 36 | 25 | <0,1 | 0,79 | <0,10 | 0,81 | 36 | 4,4 | 6,2 |
| 28-04-00 | 150 | <3 | 290 | 26 | 32 | <0,1 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 43 | 7,2 | 5,8 |
| 14-05-00 | 120 | <3 | 270 | 24 | 75 | <0,1 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 32 | 11,0 | 8,1 |
| 26-05-00 | 240 | <3 | 485 | 26 | 44 | <0,1 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 28 | 11,0 | 7,5 |
| 08-06-00 | 215 | 3 | 345 | 33 | 44 | 0,2 | <0,10 | <0,10 | 0,68 | 40 | 7,4 | 6,5 |
| 21-06-00 | 245 | <3 | 355 | 35 | 51 | 2,3 | <0,10 | 0,17 | <0,50 | 90 | 17,0 | 6,7 |
| 13-07-00 | 115 | <3 | 220 | 28 | 27 | 0,2 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 16 | 6,2 | 12,0 |
| 27-07-00 | 80 | <3 | 215 | 34 | 28 | <0,1 | 0,26 | 0,88 | <0,50 | 62 | 4,6 | <0,10 |
| 17-08-00 | 205 | <3 | 390 | 27 | 76 | <0,1 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 53 | 8,0 | 11,0 |
| 31-08-00 | 250 | <3 | 420 | 28 | 81 | <0,1 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 57 | 19,0 | 10,0 |
| 15-09-00 | 130 | <3 | 345 | 25 | 92 | 0,5 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 68 | 11,0 | 14,0 |
| 28-09-00 | 175 | <3 | 620 | 26 | 110 | <0,1 | <0,10 | 0,11 | <0,50 | 56 | 16,0 | 12,0 |
| 14-10-00 | 600 | 3 | 2210 | 34 | 220 | 1,5 | <0,10 | 0,53 | <0,50 | 80 | 37,0 | 9,3 |
| 08-11-00 | 155 | <3 | 315 | 24 | 30 | <0,1 | <0,10 | <0,10 | 0,59 | 56 | 7,2 | 10,0 |
| 19-11-00 | 295 | <3 | 790 | 24 | 160 | 0,1 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 38 | 19,0 | 8,5 |
| 07-12-00 | 40 | <3 | 165 | 21 | 53 | <0,1 | <0,10 | <0,10 | 1,10 | 53 | 7,3 | 9,6 |
| 22-12-00 | 400 | <3 | 700 | 22 | 100 | 1,5 | <0,10 | <0,10 | <0,50 | 24 | 19,0 | 5,9 |
| 11-01-01 | 105 | <3 | 325 | 25 | 110 | 0,1 | 0,37 | <0,10 | 3,90 | 40 | 12,0 | 5,7 |
| 26-01-01 | 370 | <3 | 930 | 24 | 75 | <0,1 | 0,20 | <0,10 | 1,20 | 48 | 14,0 | 6,8 |
| 09-02-01 | 175 | <3 | 540 | 36 | 100 | <0,1 | 0,33 | <0,10 | 2,20 | 55 | 14,0 | 6,7 |
| 23-02-01 | 545 | 7 | 5410 | 67 | 70 | 5,9 | 0,32 | 0,15 | 0,77 | 21 | 14,0 | 6,2 |
| 29-03-01 | 370 | 4 | 3460 | 58 | 44 | 8,5 | <0,10 | 0,30 | <0,50 | 26 | 11,0 | 4,4 |
| 05-04-01 | 1650 | 19 | 2480 | 120 | 58 | 14,0 | <0,10 | 1,30 | <0,50 | 15 | 11,0 | 5,8 |
| 26-04-01 | 245 | 10 | 815 | 59 | 93 | 5,2 | <0,10 | 0,81 | <0,50 | 46 | 20,0 | 4,5 |
| gemiddelde | 287,3 | 7,7 | 925,6 | 35,9 | 74,9 | 3,33 | 0,38 | 0,53 | 1,41 | 45,1 | 12,85 | 7,97 |
| Rendement | 98% | | 96% | | 98% | | - | | - | | 38% | |

In betekent de waarde van het binnenkomend water.

Ef betekent de waarde van het gezuiverde water.

Zoals de tabel duidelijk aangeeft werkt de natuurlijke waterzuivering effectief.

Voor BZV, CZV en NH₄⁺ wordt er een rendement van net geen 100% bereikt.

Het rendement voor de fosfaten is minder groot, maar toch nog bijna 40%.

In het gezuiverde water zitten meer nitraten en nitrieten, omdat deze stoffen tussenstoffen zijn in het zuiveringsproces. Zij worden in anaërobe omstandigheden omgezet in N₂.

8 LITERATUURLIJST

WWW-sites

LENNTECH Water treatment, 1998-2005. Water begrippenlijst. Nederland (oktober 2004-april 2005)

<http://www.lenntech.com/water-begrippenlijst.htm>

http://www.plantes-arnivores.com/fiches_techniques/substrats/microscope/argex_small.jpg

http://www.argex.be/images/_0303.jpg

http://www.lwbrouwer.nl/images/stenen_en_brokken/lavabrok10-30cm.jpg

http://www.lwbrouwer.nl/images/grindensplit/lavasplit8-16mm_groot.jpg

DEBROCK Piet, 2003. Zwemvijvers. (oktober 2004-april 2005)

<http://www.tuinendebrock.com/index2.htm>

http://vijversenkoi.be/artikel2.php?artikel_id=200

http://www.riza.nl/ecopeilbeheer/paginas/rapport_peilbeheer.pdf

<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607605001.pdf>

http://www.necov.org/wop_8.html

<http://www.stormwatercenter.net/Library/Practice/93.pdf>

<http://www.zibb.nl/tuinbouw/groentenfruit/groente/artikel/asp/artnr/632120/>

<http://www.nishikigoi-online.com/phpbb2/viewtopic.php?t=3784>

http://pondlibrary.org/ned/artikels/artikeltekst.htm?article_id=118&cat_id=12

<http://members.lycos.nl/afun210457/moerasfilter.htm>

<http://www.reding.be/family/manual2.htm>

Boeken

SWINDELLS PHILIP, 2003. Tuinvijvers en waterplanten (vijvers, watervallen, fonteinen, waterplanten, vissen). Kosmos-Z&K Uitgevers, Utrecht/Antwerpen, 192 p.

FRANKE WOLFRAM, geen jaartal bekend. De droom van een eigen zwemvijver (alles over ontwerp, aanleg, beplanting, filtertechnieken, onderhoud). Deltas, België-Nederland, 143 p.

VAN DEUN Rob, 1999. IBA-systemen en kleinschalige waterzuivering. Kempisch Vormingscentrum voor Land- en Tuinbouw, KVLTVZW, 78 p. 52

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, 2001. Monitoring kleinschalige waterzuivering door plantensystemen. VMM, 56 p.

VANHOOF Jean, 2001. Brochure ecologische zwemvijvers. Mol, 5 p. (maart 2005)

Mondelinge bronnen

VANRUSSELT Luk. Bedrijfsleider De Natuurtuin BVBA. (oktober 2004-april 2005)

NEVEUX Bert. Bedrijfsleider De Natuurtuin BVBA. (oktober 2004-april 2005)

MOL Willy. Docent KHK Geel. (gehele schooljaar)

FRANS Jules. Bouwmaterialen, Putte. (maart 2005)

MATTIJS Dirk, Bouwmaterialen, Heist-op-den-Berg. (maart 2005

