





De **noria**  vervangt de twee raderen met ketting door één zeer groot rad. Ze werden tot 20 m hoog gemaakt. Een noria kon aangedreven worden door dieren of wind, maar meestal door stromend water.

De **sipho**  was een dubbele zuigerpomp die door Ctesibius (Alexandrië) werd ontwikkeld. Door de dubbele werking was er een constante waterstroom, waardoor ze later ook als basis diende voor brandweerpompen (en vlammenwerpers).

Het opgevoerde water wordt via een netwerk van kanaaltje met sluizen tot op het bewerkte land gebracht.




Al in de 8^{ste} eeuw v. C. werden van Irak tot Turkmenistan diep onder de grond **tunnels**  voor watertransport gegraven (meestal minder dan 5, maar ook wel tot 70 km), met om de 20 tot 40 meter een put (20 tot 200 m diep, voor licht, lucht, grondafvoer, toegang, controle van de richting). Veel van deze **qanats**  bestaan nog steeds. Water uit diepe, ondergrondse bronnen in een heuvel kan op die manier zonder veel verdamping of vervuiling naar landbouwgebied in het lageregelegen dal geleid worden. Er wordt gegraven van het dal naar de (test)bron. Het verval mag slechts gering zijn, om uitspoeling te voorkomen. In het landschap zie je de typische grondhopen. Al in 400 v. C. werden qanats ook gebruikt om (winter) ijs uit de bergen te bewaren (in de woestijn! In de zomer!)


In droge gebieden kunnen diepwortelende planten wijzen op ondergronds water. De Raschpëtzer bij Helmsange in zuid Luxemburg is de enige Romeinse qanat hier in de buurt.

♪ Uitgeput, na het overzwemmen van het Kanaal. 'Pardon meneer, wist u dat er hier ook schepen varen?' Theo Bergsma

2.2.4.3 Waterslagpomp ramt water bergop

In een Frans dorpje leverde de bron op een dag geen water meer. Na wat zoeken en graven vond men een toevoerleiding. Die werd een heel eind gevolgd, tot bij een pomp. Die leverde al zo lang water dat niemand nog wist dat ze er stond. Ze werd hersteld, en de 'bron' functioneerde weer. De enige –van een dozijn– overgebleven exemplaren. De Franse fabrikant Walton schildert sinds toen zijn pompen opvallend rood.

Er zijn meerdere verhalen van pompen die decennialang blijven werken. In het kasteel Menardière (Deux-Sèvres) staat er een van meer dan 120 jaar oud, die na een lichte restauratie nog steeds werkt. Puur op waterkracht , zonder stroom of diesel, 24/7.

Joseph Montgolfier (ook (mede)uitvinder van de heteluchtballon) ontwikkelde 'le bélier hydraulique' in 1796. De pomp is gebaseerd op het principe van de 'Waterram' dat John Whitehurst in 1772 ontdekte. De (hydraulic) ram (pomp) heet hier waterram of waterslagpomp .

Een **waterslag** is een drukstoot die in een gesloten vloeistofleiding ontstaat door het abrupt stoppen of starten van de stroming, bijv. door het snel sluiten van een kraan of klep. De energie van het stromende water wordt dan omgezet in een zeer snelle drukgolf die door de leiding loopt als gevolg van de plotse stroomverandering. Waterslag kan leidingen breken of apparatuur beschadigen.

Dit kan vermeden of verminderd worden door het gebruik van flexibele leidingen, het verminderen van de vloeistofsnelheid, de sluitersnelheid te vertragen, het plaatsen van een bypass, of van luchtinlaatkleppen en overdrukkleppen, die bij over- of onderdruk lucht in, of vloeistof uit de leiding laten ed.

Waterleidingbedrijven vermijden zo dat lange transportleidingen door waterslag scheuren. Thuis kan de slag van de waterhamer effectief gehoord worden.

De Romeinen voorkwamen de waterhamer in aquaducten door het verval (hellingshoek) niet groter te maken dan 4 graden (7%) en het gesloten kanaal niet tot boven te vullen.

De waterram gebruikt deze energie om water naar een hoger niveau op te pompen. Ze is eenvoudig zelf te maken (ook in ontwikkelingslanden en afgelegen gebieden) en heeft slechts 2 bewegende delen: terugslagkleppen die je in een behoorlijke doe-het-zelf zaak (of sanitair) kan vinden. Daarnaast heb je verval nodig tussen de waterbuffer (rivier...) en de lager te plaatsen pomp die telkens een beetje water tot een veel grotere hoogte pompt, tot wel dertig keer hoger. Water kan met de ram tientallen meters hoog en 100den meters ver gepompt worden.

♣ De eerste viagrababy is reeds geboren... die kon gelijk al staan.

Bouw (principe)



Figuur 14 Waterram

De ram bestaat uit een klein buizenstelsel in F-vorm. Die F leggen we plat, pootjes omhoog, staartje naar rechts (om de beschrijving beeldend te maken). Op het uiterst linkse pootje komt een terugslag klep (1) die deze uitgang afsluit als het water, dat via het staartje rechts wordt aangevoerd, daarvoor voldoende snelheid en kracht heeft opgebouwd. De aanvoer (2) gebeurt via een zo recht mogelijke stalen buis. Op het middelste pootje komt ook een terugslagklep (3) die enkel naar boven open kan. En

daarop staat de leiding die het water naar boven brengt.

Werking

Het toestromende water slaat de eindklep dicht. De opgebouwde druk en de schokgolf slaan de opvoerklep open en persen wat water omhoog. Hierdoor vermindert de druk in het stelsel even, waardoor de eindklep (1) weer openvalt, het water weer toestroomt, door de open klep (even) wegstroomt, druk opbouwt en deze klep weer dichtslaat, enz. De waterdruk blijft dus eindeloos zo'n 1 à 2 keer per seconde beetje water omhoog persen.

♣ Te koop: 30m draadloos verlengsnoer. Kan ingekort worden.

Voldoende water moet snel genoeg toestromen (volle toevoerpijp) om de kleppencyclus te laten werken, maar niet zo snel dat er geen druk kan opgebouwd worden.

De helling van de aanvoerleiding (4) zou best zijn in volgende verhouding: met de pomp 1 meter lager geplaatst (dan de invoeropening) op een (horizontale) afstand van (5 à) 5,6 meter. Een hoogteverschil van 150 cm is aangewezen.

Iedere goede constructie zal werken, maar een goed afgestelde slagcyclus, sluitersnelheid (zwaardere of geveerde klep), buisdoormeters ed. verbeteren de efficiëntie.

Gebruik voor aanvoer en ram dezelfde doormeter. Bij een grotere aanvoer moet de slag een zwaarder gewicht verplaatsen.

Verbeteringen

Plaats filters (5) voor de aanvoer zodat er geen vuil tussen de kleppen kan komen.

Zorg dat de invoer altijd onder voldoende water staat, zodat er geen lucht in kan. Maak eventueel een put(je) naast de rivier. Of 2, eentje waarin vuil kan bezinken.

Veranker de ram stevig op een stabiele ondergrond (6) om geen energie aan het bewegen van het toestel te verliezen.

Het beste resultaat (meeste druk) krijg je als de eindklep verticaal staat, met de opening omhoog.

Gebruik stalen buizen voor de ram en een stuk aanvoer. Zachtere kunststof absorbeert een deel van de schokgolf.

Plaats je een drukmeter, zet er dan een afsluitkraan onder. Hij gaat gegarandeerd stuk als je hem voortdurend blijft gebruiken.

Houd de aanvoerpijp zo recht mogelijk, en van gelijke diameter. Maak bochten zo ruim en geleidelijk mogelijk.

Je kan meerdere pompen parallel plaatsen.

Je kan een ontluchter monteren 10-20 cm vóór de ram op de horizontale aanvoerpijp.

Een kraan (7) op de toevoer en afvoer is handig om testen, verbeteringen en herstellingen uit te voeren.

! Verbindt de opvoerende klep met een *luchtkamer of drukvat (8)*, waarbij de opvoerleiding onderaan zit. (Plaats bv. een T-stuk boven de klep, en monteer recht boven de klep de luchtbuffer, rechts de transportleiding.) Dit is een belangrijke optimalisering waarbij de samendrukbare lucht schokken opvangt en de stroom naar boven gelijkmatiger reguleert. De samengeperste lucht drukt het water omhoog. Een PET-fles kan, maar ook een brandblusser, of een echt drukvat. De luchtdrukkamer heeft best een volume van 20, en liever 50 keer het volume dat per pompcyclus geleverd wordt.

De perslucht zal steeds meer in het water oplossen en er mee verdwijnen. Dat kan je voorkomen door de lucht in een rubberen zak (band...) in te sluiten.

Sommige (Franse) schema's plaatsen halverwege de aanvoerbuis een rechtopstaande (open) peilbuis. In een te korte aanvoerpijp kan de drukgolf zich niet ontwikkelen. In een te lange interfereert ze.

Voor de aanvoerpijp is de verhouding lengte / diameter (d) best tussen 150 en 1.000. De lengte is minimaal $150 \times d$, en maximaal $1.000 \times d$. Is de toevoer langer, plaats dan op de maximale lengte een peilbuis (tot 30 cm boven het toevoerpeil). Ze remt en absorbeert de schokgolf, die anders te lang wordt en de pomppuls van de ram vertraagt of gaat interfereren.

Rendement

Een energie rendement van 60 tot 80% is haalbaar. Maar verwar dit niet met het volumetrisch rendement. Met een toevoer vanaf 2 meter hoog en een opvoerhoogte tot 10 meter wordt 80% van het water verspild (bij 100% energie-efficiëntie). De energie-efficiëntie van 70% op een waterrendement van 20% levert uiteindelijk 14% rendement. Maar aangezien de energie niets kost, en het pompen eindeloos doorgaat, is dit geen probleem. Goede dimensionering verbetert het resultaat.

♪ *Panama: moeder eerst*

Debiet

Het geleverde debiet is ongeveer $0.6 \times Q \times F/E = D$

Q is het beschikbare watervolume (liter/minuut), F het niveauverschil tussen bronoppervlak en ram, E de opvoerhoogte en D het geleverde water (liter/minuut). 0,6 is een efficiëntiefactor die per pomp verschilt. Dezelfde pomp zal dus minder water leveren als het hoger moet opgevoerd worden.

De pomp starten

Als de uitlaatklep op het einde open staat of blijft staan moet je ze manueel sluiten tot de toevoer vol water zit en luchtbellen er uit ontsnapt zijn. Dit kan meer dan 1 minuut duren. Druk de uitlaatklep 1, indien nodig enkele (tot 20) keren open zodat de cyclus zichzelf automatisch blijft herhalen.

Boven de opvoerplep kan ook een zuiger (piston) gemonteerd worden die bv. een generator aandrijft.

Op de Filippijnen maakt de Nederlandse ingenieur Auke Idzenga (en AIDFI) al sinds 1980 onderhoudsvriendelijke en goedkope exemplaren. Voor het enige bewegende onderdeel, de uitlaatklep, wordt een deurscharnier gebruikt.

De Hydram is een betonnen waterslagpomp naar Nederlands ontwerp.

In Australië wordt voor 1.000-2.000 € de Billabong verkocht. Ze kan water tot 12 meter omhoog pompen.

In stromend water kan de stroming ook gebruikt worden om een schoepenrad of turbine aan te drijven die een pomp permanent laat werken.

↪ Zie ook Water opvoer bij Land- en tuinbouw

↪ Zie ook Archimedes schroef en Vijzel bij Werktuigen, mechaniek

♪ *Onwaarachtige kennis is gevaarlijker dan onwetendheid. George Bernard Shaw*