

math inside

Waterslag: Wiskunde in de pijpleiding

verrassende wiskunde

© LIME BV
Esp 405
5633 AJ Eindhoven

T +31 40 75 16 116
E info@limebv.nl
I www.limebv.nl



Deze teksten vallen onder een Creative Commons Naams-vermelding-Niet-Commercieel-GeenAfgeleideWerken 3.0 Unported-licentie.



A SIOUX COMPANY

INNOVATION THROUGH COMPUTATION

Waterslag: Wiskunde in de pijpleiding

Het snel afsluiten van een waterkraan thuis gaat meestal gepaard met een korte hoorbare tik. Dit komt door het verschijnsel waterslag. Het water in de leiding botst als het ware tegen de gesloten kraan, waarbij de waterdruk tijdelijk zeer hoog kan oplopen. Voor de waterleiding thuis hoeft dat geen probleem te zijn, maar voor lange transportleidingen is het dat wel.

Water (of olie) stroomt vaak in honderd kilometer lange pijpleidingen met een diameter van één meter en is dan te vergelijken met een lange trein. Deze kan niet ongestraft in korte tijd tot stilstand worden gebracht. Ook het sluiten van kleppen (kranen) dient daarom langzaam te gebeuren. Om noodsituaties zoals het uitvallen van pompen het hoofd te bieden, worden pijpleidingen uitgerust met speciale waterslagvoorzieningen zoals buffertorens, drukvaten, uitlaatkleppen, breekglazen, dempers op kleppen en extra vliegwielen op pompen.



Waterslag is een gevolg van de lichte samendrukbaarheid – elasticiteit – van water en bestaat uit drukgolven die met de snelheid van het geluid (1000 m/s) door leidingen lopen. Joukowski en **Allievi** hebben rond 1900 de theoretische grondslag gelegd voor de inmiddels klassieke waterslagtheorie. Grote leidingnetwerken worden tegenwoordig numeriek doorgerekend op waterslag. Wiskunde speelt meer algemeen een grote rol bij de optimalisatie van de speciale voorzieningen en bij het simuleren van extra complicaties zoals damp- en gasbellen, bewegende leidingen, turbulentie en visco-elastische buiswanden. Een waterslaganalyse is vereist wanneer het gaat om gevaarlijke vloeistoffen in de chemische industrie, koelsystemen in kerncentrales of de stabiliteit van waterkrachtcentrales. Waterslag wordt in positieve zin gebruikt in de waterram (zie onder pagina), bij het opsporen van ondergrondse lekken en bij sommige industriële schoonmaakprocessen

Aan het eind van de negentiende eeuw kreeg Moskou een probleem omdat er onvoldoende water aangevoerd kon worden. Men vroeg Joukowski, die een grote naam had op het gebied van de aerodynamica, uit te zoeken of het water in grotere snelheden aan te voeren was. Met een zeer grondig rapport opgebouwd uit theorie en meetresultaten vestigde hij zijn naam internationaal. Naar hem is de Joukowski-vergelijking genoemd die de maximale druk ten gevolge van waterslag relateert aan zowel vloeistofsnelheid als geluidssnelheid. De juiste formule voor de geluidssnelheid in watergevulde buizen was in 1876 al afgeleid door de Nederlandse wiskundige **Korteweg**.

Waterram

Dit is een automatische pomp aangedreven door waterkracht en werkend op het principe van de waterslag. Deze pomp is aan het einde van de achttiende eeuw door Joseph Michel Montgolfier (1740 - 1810) uitgevonden. Hij is één van de broers die de eerste bemande heteluchtballon ontwierpen en bouwden.





Buffertoren

Dit is een voorziening speciaal gebouwd om de pijpleiding tegen waterslag te beschermen.

Diederik J. Korteweg

* 1848 's-Hertogenbosch –

† 1941 Amsterdam

Korteweg studeerde technische wetenschappen aan de Polytechnische School (de voorloper van de Technische Universiteit Delft), maar legde zich al snel toe op de wiskunde en mechanica. In 1881 werd hij benoemd tot hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam. Met Van der Pol en Burgers heeft hij als een van de weinige Nederlanders zijn naam gegeven aan een differentiaalvergelijking, samen met zijn leerling de Vries (Korteweg-de Vriesvergelijking).



Lorenzo Allievi

* 1871 Milaan – † 1941 Rome

Allievi studeerde wis- en natuurkunde in Rome. Van 1893 tot 1901 was hij directeur van Rinascimento di Napoli.

Daarna was hij werkzaam in Terni, een district ten noorden van Rome, waar hij zorg droeg voor de industriële activiteiten staal, chemie en elektriciteit. In augustus 1902, tijdens onderhoud aan de waterkrachtcentrale van Papigno, veroorzaakte het afsluiten van een pijpleiding een explosie met enorme schade tot gevolg. Allievi's onderzoek naar de oorzaken leidde tot nieuwe inzichten en maakte hem tot een autoriteit op het terrein van waterslag

