

Zx-ronde zondag 27 januari 2013

Elektriciteit uit waterkracht

Dit verhaaltje is de laatste in serie verhaaltjes over duurzame energie opwekking.

We hebben windturbines, zonnecellen en osmosecentrale`s de revue laten passeren.

Dit verhaaltje gaat over energieopwekking door middel van waterkracht.

Waterkrachtcentrales gebruiken de potentiële energie van water, dat zich op een bepaalde hoogte bevindt. Door dit water op een gecontroleerde manier naar beneden te laten stromen wordt de potentiële energie omgezet in kinetische energie en vervolgens in elektrische energie

Bij waterkracht gaat de gedachte vrijwel automatisch uit naar gigantische grote stuwdammen zoals de drie Klovendam in China, de Itaipudam op de grens van Brazilië en Paraguay, de Gordondam in Australië, de Hooverdam in de USA en de Grande Dixence-dam in Zwitserland dit is de grootste stuwdam in Europa.

Met deze stuwdammen worden enorm grote hoeveelheden elektriciteit opgewekt.

De Hooverdam wekt 2074 MW op, hiermee wordt een groot gedeelte van Los Angeles van elektriciteit voorzien.

De drie klovendam in China is de grootste stuwdam ter wereld.

De 26 generatoren wekken 18GW aan elektriciteit op.

Dit is ruim 8 maal zoveel als de Hooverdam.

Bij de Grande Dixence-dam in Zwitserland staan op drie verschillende hoogten generatoren opgesteld met een gezamenlijk vermogen van 1950 MW.

Dit is voldoende om 20% van Zwitserland van stroom te voorzien.

Kleinschalige waterkracht energie

In Nederland is het hoogte verschil klein maar er zijn gebieden waar waterkracht-energie te halen is uit een enorme watermassa die in kort tijdsbestek passeert.

In de grote rivieren in Nederland is in 1958 voor het eerst een waterkrachtcentrale gebouwd. Dat was in het stuwcomplex bij Hagestein in Lek. In jaren tachtig volgden Maurik in de Nederrijn en Linne en Lith in de Maas.

Deze centrales worden gebruikt in samenhang met de bediening van de stuwen. Waarbij het beschikbare water voor de scheepvaart maatgevend is voor het al dan niet in bedrijf stellen van de waterkrachtcentrale.

Hierdoor kan het gebeuren dat de stuwen geopend worden om het waterpeil bovenstrooms te laten zakken zonder dat het water via de centrale loopt.

Of dat de centrale buiten gebruik wordt gesteld om juist zoveel mogelijk water beschikbaar te hebben voor de scheepvaart.

Heeft waterkracht in Nederland toekomst

De Nederlandse rivieren worden als regenrivieren beschouwd, omdat ze voor het grootste deel afhankelijk zijn van de hoeveelheid neerslag.

Het energie-potentieel aan waterkracht wordt bepaald door het volume van de afstroming van water door rivieren.

En de afstand die het water naar beneden aflegt voor het de Noordzee bereikt.

Om het vermogenspotentieel van een rivier te bepalen, is het noodzakelijk het verval en het debiet te weten.

Het debiet van een rivier is de hoeveelheid water (in m^3) dat per seconde door een dwarsdoorsnede van de rivier stroomt.

Het debiet wordt uitgedrukt in kubieke meter per seconde (m^3/s).
Het verval is het verticale hoogteverschil (in meters) waarover het water valt.

Het theoretische vermogen dat aanwezig is wordt berekent met:
Potentieel Vermogen = Zwaartekracht x Debiet x Hoogte
(soortelijk gewicht van water $0,998 \text{ kg /dm}^3$).

Voor de Rijn met een hoogteverschil van 11 meter en een waterhoeveelheid van 1.200 tot 1.800 m^3 per seconde is het potentieel 1.300 MW tot 1900 MW

Voor de Maas met een hoogteverschil van 44 meter en een waterhoeveelheid van 250 m^3 per seconde) is het potentieel 108 MW.

Door het geringe hoogteverschil in de Rijn (die grotendeels overgaat in de Waal) kan dat potentiële vermogen niet aangewend worden.

De situatie ligt anders voor de Maas en Nederrijn/Lek, die zouden zonder stuwen voor de scheepvaart te snel leeg stromen.
En bij stuwen ontstaat een bruikbaar hoogteverschil over korte afstand.

Het realistisch potentieel aan waterkracht in Nederland wordt geschat op 80 tot 110 MW.

Dit aanwezige potentieel vermogen wordt door de waterkrachtcentrale omgezet in mechanische energie en daarna in elektriciteit.

Hierdoor zal het uiteindelijk opgewekte vermogen een gedeelte zijn van het aanwezige potentiële vermogen.

Grofweg kan uit gegaan worden van een efficiëntie van 50% voor kleinschalige toepassingen.

Het rendement van de toegepaste turbines is soms wel groter dan 90% maar de omstandigheden waarin ze benut kunnen worden in de rivier zorgt voor de lage efficiëntie.

Bij realisatie van een waterkrachtcentrale in een rivier kunnen we de volgende berekening voor het elektrische vermogen aanhouden.
E-Vermogen = zwaartekracht x Debiet x Hoogte x 50% efficiëntie.

Als we het geschatte realistische potentieel vermogen van 110MW vermenigvuldigen met een efficiëntie van 50% dan kan de centrale gemiddeld 55 MW aan elektriciteit leveren.

Willen we een substantieel deel van ons elektriciteit verbruik opwekken door middel van waterkracht dan hebben we nogal wat waterkracht centrales nodig.

Maar ons elektriciteit verbruik is zo groot dat zelfs als we alle rivieren zouden afdammen en het water hiervan door waterkrachtcentrales zouden leiden.

Dan zou toch maar een procent of vijf van de nationale behoefte hiermee gedekt kunnen worden.

Waterkracht turbines.....

Nieuw ontwikkelde technieken om de kinetische energie van water omzetten naar elektriciteit zorgen ervoor dat tegen lagere kosten op meerdere locaties elektriciteit opgewekt kan worden.

In waterkrachtcentrales worden verschillende soorten turbines toegepast.

Deze kunnen verdeeld worden in twee groepen de reactie turbines en impuls turbines.

Bij **reactie turbines** bevindt de rotor van de turbine zich geheel onder water.

Een reactieturbine wordt aangedreven door drukverschil.

Het drukverschil wordt veroorzaakt door het hoogteverschil voor en na de turbine.

De schoepen worden weggedrukt door het drukverschil, hierdoor gaat de turbine draaien.

Het principe en ontwerp van reactie turbine bestaat al heel lang.

James Francis verbeterde in 1848 diverse ontwerpen en creëerde zo een reactie turbine met een efficiëntie van 90%.

De Francisturbine is een inwaarts stromende reactieturbine die zowel radiale als axiale stromingen combineert.

De Francisturbine is de meest gebruikte hydraulische turbine. De turbine is inzetbaar voor valhoogtes van tien tot enkele honderden meters.

De Kaplan turbine is ook een reactie turbine maar meer geschikt voor een waterkrachtcentrale met een laag verval van enkele meters en grote debieten.

De ontwerper Victor Kaplan verkreeg zijn eerste patent voor een rotor met verstelbare schoepen in 1912. Maar door Cavitatie problemen werd zijn ontwerp pas veel later succes vol.

Cavitatie is het verschijnsel dat in een turbulent bewegende vloeistof de plaatselijke druk lager wordt dan de dampdruk van de vloeistof. Waar water bij atmosferische druk pas bij 100°C gasvormig wordt, treedt dit bij lagere druk, bij een lagere temperatuur op.

Het imploderen van de ontstane gasbellen kan tot veel schade lijden. Dit fenomeen is ook bekend bij het ontwerp van schepsschroeven.

Bij impuls turbines wordt de drijvende kracht ontleend aan de kinetische energie van het (vallende) water. Deze energie wordt omgezet in beweging doordat het water een turbineschoep raakt onder atmosferische druk.

Een impulsturbine wordt aangedreven door de snelheid van het water. Dit is eigenlijk een moderne versie van het waterrad.

De belangrijkste impuls turbine is de Pelton-turbine.

De werking van de impulsturbine is gebaseerd op impulsoverdracht (***tweede wet van Newton***).

De Pelton turbines worden gebruikt in waterkrachtcentrales met een grote verval en zijn minder geschikt voor lage verval met groot debiet.

Voor en nadelen

Van een reactieturbine als de Kaplan-turbine moet nog als nadeel genoemd worden dat ze vis onvriendelijk zijn.

Er moet voor de vissen een omleidingssysteem bedacht worden om er voor te zorgen dat ze niet tot pulp vermalen worden.

Nieuwe mogelijkheden

Als we naar de efficiëntie kijken van waterkracht turbines in onze rivieren dan is deze laag te noemen.

Ondanks het hoge rendement van de turbines.

Hier valt dus winst te behalen.

Er zijn plannen om met kleinere turbines en innovatieve systemen op geschikte locaties in onze waterwegen de efficiëntie te verhogen.

Een systeem wat momenteel beproeft wordt is de VIVACE converter.

Dit zijn onder water geplaatste modulaire units met horizontale geplaatste cilinders met aan ieder uiteinde een ring met sterke permanente magneten.

Deze zijn aan weerszijden geplaatst om een cilinderhouder met spoelen.

De horizontale waterkracht zorgt voor werveling en deze zorgt ervoor dat de cilinders naar de bodem gedrukt worden en opwaartse waterkracht zorgt dat de cilinders weer naar boven worden gedrukt.

Hierdoor ontstaat een oscillerende beweging van de horizontale cilinders welke tot gevolg heeft dat er in de spoelen een elektrische stroom ontstaat.

De oscillatie snelheid is ongeveer 1 cycle / per seconde .

Er is geen gevaar voor de vispopulatie, door de traagheid van de bewegende cilinders zwemmen deze stroom op en afwaarts tussen de Cilinders door.

Dit systeem is door Vortex (de leverancier) beproeft in het MRE lab van universiteit of Michigan.

In Nederland is de Vivace converter beproeft in de stuw van de oude IJssel bij Ulft.

Hieruit bleek dat het systeem nogal wat hinder ondervond van water wervelingen veroorzaakt door de stuw.

Het systeem is verplaatst naar de nieuwe zijlen in Engwierum bij Dokkum.

De eerste resultaten zijn positief maar er zijn wel wat verbeteringen nodig.

Tot slot

Hiermee sluit mijn serie verhaaltje over het duurzaam opwekken van elektriciteit af.

Windenergie, zonne-energie, waterkracht energie als duurzame bronnen voor het opwekken van elektriciteit.

Ze kunnen alle drie gezamenlijk ingezet worden om mee te helpen aan onze dagelijkse behoefte aan elektriciteit.

Er zijn nog veel innovatie nodig om tot een optimaal rendement te komen.

Ook mag de omgeving geen grotere veranderingen ondergaan omwille van de wens. (Denk aan grote hoeveelheden windturbines)

Dan nog zal de toekomst ons leren welke substantiële bijdrage ze kunnen leveren aan onze behoefte

En of ze volledig de fossiele brandstof kunnen vervangen waarmee momenteel het grootste gedeelte van de elektriciteit wordt opgewekt.

De genoemde 20% welke voor 2020 gehaald moet worden zal zeker een zware opgave worden.