

Vattenkraft



Bakgrund

Vattenkraft grundar sig i att vattnets kretslopp används för att utvinna elektrisk energi. Metoden fungerar bäst i naturområden med stora nivåskillnader då det går att utnyttja att vattnet har en lägesenergi som sedan omvandlas till rörelseenergi vid ett fall. Vattnet passerar därefter en turbin och omvandlas då till mekanisk energi. Turbinen driver sedan en generator som på så vis utvinner elektrisk energi. Vattenkraft används oftast vid större vattendrag eller vid platser där vatten samlas i stora mängder.

Solen påverkar vattnets kretslopp och är på så vis avgörande för att vattenkraft skall fungera. Vatten avdunstar från hav och vattendrag när solen lyser och när det sedan regnar ner över inlandet samlas det in i vattenmagasin. Genom att samla vatten i magasin går det att få en större fallhöjd på vattnet och på så vis få ut mer energi [1]. Magasinen är även utrustade med ett reglage för att styra hur mycket vatten som skall passera. På så vis går det även att reglera hur mycket elektrisk energi som skall produceras vid en viss tid. Vilket är en mycket viktig egenskap då efterfrågan på el kan variera kraftigt beroende på tiden på dygnet och årstid.

Till skillnad från många andra energikällor där det kan vara svårt att utvinna energin exakt vid den tid den behövs kan vattenmagasinen och även vattendrag ses som gigantiska batterier som kan användas när de behövs. Vattenkraft är även en av de billigaste energikällorna jämfört med antalet kWh det producerar, delvis eftersom det inte finns några kostnader för bränsle eller liknande [2]. Den i stort sett enda kostnaden är investeringen vid byggnationen av kraftverket. Dessutom är verkningsgraden väldigt hög och ligger upp mot 90% i ett normalt vattenkraftverk [3].

Utveckling inom området

Vattenkraft har länge använts för att producera rörelseenergi till bland annat kvarnar för att till exempel kunna mala olika typer av sädeslag. Den första vattenturbinen för att generera elektrisk energi togs i bruk på 1830-talet och det första enkla vattenkraftverket stod klart 1879 i Niagarafallen i USA [4]. Kraftverket hade kapacitet nog att driva belysningen vid Niagarafallen. I de första turbinerna gick det inte att reglera rotationshastigheten, men det problemet löstes med centrifugalregulatorn som tidigare använts för att reglera varvtal i ångmaskiner [5]. Denna reglerprincip användes i cirka 100 år innan analoga elektriska system introducerades med komponenter som operationsförstärkaren. Idag används mestadels digitala reglersystem.

Det var först under mitten av 1900-talet som vattenkraftverk började byggas i större skala. Innan dess var kraftverken relativt små till sin storlek. Dessa kraftverk är mycket större vilket i sin tur gör att kraftverket kan generera mer energi. Dock påverkar dessa stora kraftverk det närliggande ekosystemet då stor påverkan på naturen erfordras vid byggnationen. Exempelvis byggs stora vattenmagasin där vatten kan förvaras i form av lägesenergi innan det släpps på genom turbinerna. Magasinen i sig är som sagt väldigt stora vilket har en

negativ påverkan på närliggande natur. Vid händelse av stor vattentillförsel, exempelvis kraftigt regn, kan även magasinen svämmas över vilket skadar närliggande naturområden.

I dagsläget byggs inte så många fler vattenkraftverk i Europa. Detta beror bland annat på att det redan finns vattenkraftverk i de största älvarna, samt att övriga älvar är skyddade [6]. Utvecklingen framöver kan istället komma att handla om att öka effektiviteten i redan befintliga kraftverk samt att minska naturpåverkan runt omkring kraftverken. Ett exempel på en sådan åtgärd, och som redan är implementerad vid vissa kraftverk, är att bygga fiskvägar runt turbinerna för att minska påverkan på det lokala fiskbeståndet.

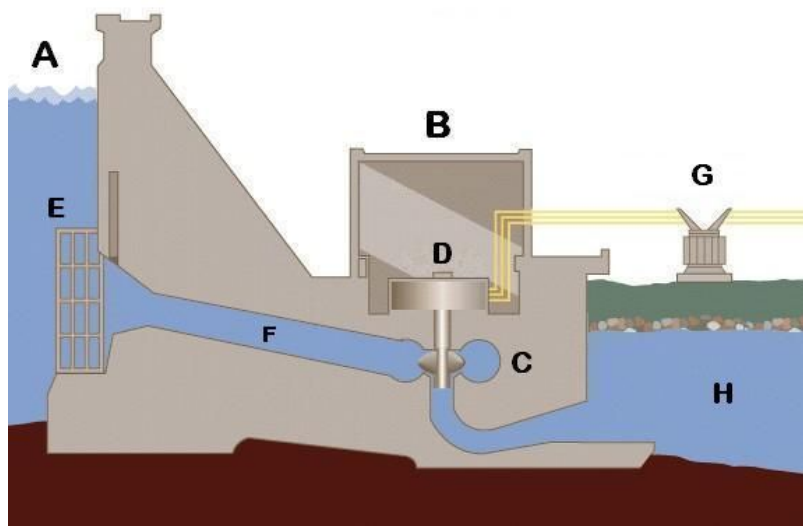
Miljöaspekter

Vattenkraften är en väldigt klimatneutral energikälla då den är förnybar och nästan inte släpper ut någon koldioxid alls vid energiproduktion. De negativa effekter som vattenkraften har på miljön är den påverkan som sker på de lokala ekosystemen i och bredvid vattendraget som regleras. När nya kraftverk, dammar och regleringsmagasin byggs regleras vattenflödet kraftigt och de medför att växter, djur och vattenlevande organismer påverkas negativt. Till exempel drabbas många vandrande fiskarter hårt som är beroende av att kunna vandra mellan sjö och hav för att kunna reproducera sig. Idag har endast cirka 2 % av vattenkraften i Sverige fungerande fiskvandringssvagar förbi kraftverken [7].

Vattenkraften har mycket positiva effekter på miljön då man på grund av att den är väldigt driftsäker och lätt att reglera kan använda den som ett komplement till andra förnybara energikällor som är mindre driftsäkra. Till exempel om ett land satsar mycket på förnybara energikällor som vind och sol som är väldigt väderberoende kan man under natten och dåliga väderförhållanden komplettera med energi från vattenkraft. Slutsatsen är om vattenkraftverk byggs med krav som mildrar de negativa effekterna på lokala ekosystem är det en kraftkälla med minimal negativ påverkan på både global och lokal miljö [8].

Funktionsprincip

I nedanstående figur kan den grundläggande funktionsprincipen för ett vattenkraftverk ses. Längst till vänster i figuren, märkt (A), är vattenmagasinet placerat där vatten samlas i form av lägesenergi. Med hjälp av reglaget vid (E) omvandlas lägesenergin till rörelseenergi som får turbinen vid (C) att börja rotera. Rörelseenergin omvandlas då till mekanisk energi.



Figur (1): Vattenkraftverkets funktionsprincip [9].

Den mekaniska energin omvandlas sedan till elektrisk energi i generatoren placerad vid (D) i figuren [10]. Därefter skickas den elektriska energin ut via transmissionsledningar till en transformator (G) som omvandlar energin till rätt spännings- och strömnivåer. Slutligen skickas energin ut på elnätet.

Ingående komponenter, apparater

Det ingår såklart många komponenter i ett vattenkraftverk. Nedan listas de viktigaste med en kort beskrivning av respektive.

Turbin

Det finns huvudsakligen 2 olika turbiner i vattenkraftverk, impulsturbiner och reaktionsturbiner. Turbinen väljs utifrån vilken typ av vattenkälla man har, t.ex beroende på om vattnet har hög fallhöjd eller hur mycket volym vatten som skall passera. Andra faktorer som spelar in är hur djupt turbinen skall sitta samt effektivitet, då turbinen i kraftverket har stor inverkan på verkningsgraden läggs mycket fokus på att rätt turbin används [10].

Impulsturbinens funktion är baserad på vattnets hastighet, turbinbladen är s.k skovlar och när de träffas av en vattenström får det ett hjul att snurra, dessa kallas även skovelhjul. När vattenströmmen träffar en av skovlarna får turbinen lite fart, sedan träffas nästa skovel och hjulet får ännu lite mer fart osv. Varje skovel får alltså en impuls, därav kommer namnet impulsturbin.

Reaktionsturbiners funktion bygger också på vattnets hastighet men också dess tryck mot turbinen. Turbinens blad är tätt monterade och vattenströmmen träffar här hela turbinen istället för ett blad åt gången. Reaktionsturbinen är lämplig då vattnets fallhöjd inte är särskilt hög men vattenflödet är stort. En skillnad från impulsturbinen är att vattnet passerar med förändrat tryck.

Generator

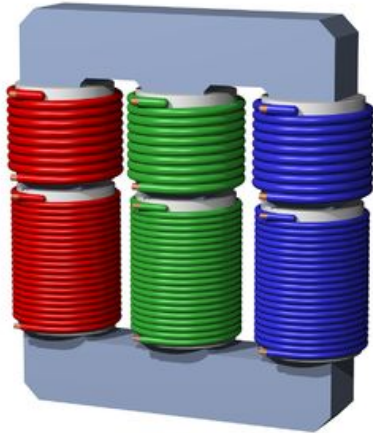
Generatoren är den del i vattenkraftverket som omvandlar rörelseenergi till elektrisk energi. Vanligast inom vattenkraft är synkrongeneratoren. Vattnet från dammarna leds i en underjordisk tunnel ner till turbinen som börjar rotera och driva generatoren. Generatoren består av en rotor som roterar tack vare att den är förbunden med turbinen. När rotorn roterar skapas ett magnetiskt fält som alstrar elektricitet i statorns lindningar. I figur 2 Elektriciteten från generatoren leds sedan vidare till transformatorn som omvandlar elektriciteten till högspänning som leds vidare ut på elnätet [11]. Det är viktigt att man kan styra hastigheten på turbinen och därmed också generatoren. Detta för att rotationshastigheten då kan hållas konstant och frekvensen inte blir varierande, då man vill hålla en frekvens på 50 Hz .



Figur (2): Bild på en generator i ett kraftverk.

Transformator

I kraftverk hittas alltså transformatorn efter generatoren. Transformatorn som fungerar så att man låter en elektrisk ström gå genom en spole som är lindad runt en järnkärna [12]. Det bildas då ett magnetiskt flöde i järnkärnan som i sin tur inducerar en ström i en annan spole med antingen fler eller färre varv lindad tråd. Antalet lindade varv kring kärnan beror på om man vill ta ut en högre eller lägre spänning än den som matades in.



Figur (3): Trefas transformator kärna. Här ses att lindningarna har olika storlek för att olika spänningar skall hanteras. Varje fas har 2 st lindningar.

Generatoren i större kraftverk ger ofta en spänning på 20 kV som sedan transformeras upp till 400 kV och leds ut på elnätet [12]. När elen skall transporteras över långa sträckor behöver man en hög spänning för att minska förlusterna vid transporten, vilket är anledningen att spänningen transformeras upp till 400 kV. År 2015 levererades 4 transformatorer till vattenfalls största vattenkraftverk på totalt 700 MVA & 800 ton [13].

Vattenmagasin

Vattenmagasinen vid ett vattenkraftverk fungerar som stora batterier som lagrar energi. När vattnet samlas i magasinen lagras dess lägesenergi som sedan kan utnyttjas vid elproduktionen och regleras efter behov. Det är väldigt praktiskt att lagra vatten i magasin då man under tider på året när vattenflödet är högt och energiåtgången låg kan lagra mycket vatten som sedan kan användas under tider på året när vattenflödet är lågt och energiåtgången hög [1].



Figur (4): Vatten som forsar ut ur ett vattenmagasin från hög höjd.

Eventuella arbetsuppgifter för en högskoleingenjör

En högskoleingenjörs arbetsuppgifter kan handla om t.ex drift, underhåll och felsökning i vattenkraftverken. Inte minst kan man delta i projekt som t.ex förnyelser av turbin och generator eller byte/uppdatering av kontrollanläggningar. Arbetsuppgifter kan även innehålla utveckling inom området och för enskilda företag vad gäller anläggning, prioritering av investeringsinsatser och effektmål. Typiska arbetsgivare inom vattenkraft är vattenfall & fortum.

Egna frågor

- Vad ligger verkningsgraden på i ett normalt vattenkraftverk?
- Vilken storlek på spänningen fås normalt från generatoren i ett större vattenkraftverk?

Källor

- [1]<https://corporate.vattenfall.se/om-energi/el-och-varmeproduktion/vattenkraft/sa-fungerar-vattenkraft/>
- [2]<http://analys.se/wp-content/uploads/2015/05/elproduktionskostnader-fakta47.pdf>
- [3]<https://www.fortum.com/countries/se/om-fortum/energi-produktion/vattenkraft/pages/default.aspx>
- [4]<https://corporate.vattenfall.se/press-och-media/nyheter/import-nyheter/vattenkraft-energi-alla-med-lang-historia/>
- [5]<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=1021646>
- [6]<https://corporate.vattenfall.se/om-energi/el-och-varmeproduktion/vattenkraft/vattenkraft-i-framtiden/>
- [7] <http://www.naturskyddsforeningen.se/vad-vi-gor/hav/vattenlagstiftning>
- [8]<https://www.energiforetagen.se/sa-fungerar-det/el/produktion/vattenkraft/vattenkraft-och-miljon/>
- [9]<https://jk100p.wordpress.com/2012/10/14/vattenkraftverk-grundläggande-teori/>
- [10]<https://energy.gov/eere/water/types-hydropower-turbines>
- [11]<http://new.abb.com/se/om-abb/teknik/sa-funkar-det/transformatorer>
- [12]<http://new.abb.com/se/om-abb/teknik/sa-funkar-det/elnatet>
- [13]<http://www.abb.com/cawp/seitp202/42eb0c591e779c52c1257d8d0042d26d.aspx>