

Vågenergi



Josefine Hjertqvist
Dunia Fakhroldeen
Morvarid Mohammadali
Heba Khudhair

1. Inledning

Det här projektet går ut på att ta reda på hur man kan utvinna vågenergi. I detta projekt kommer vi att presentera en historia av utvecklingen i vågenergi samt olika metoder och komponenter som används under produktion av el. Att vågkraft blir allt vanligare i samhället kan vara ett långsiktigt mål. Dessa kraftverk är dyra att installera men det är inte omöjligt. Målet med projektet är att visa mer djupgående hur dessa kraftverk fungerar.

1.1 Bakgrund

Denna rapport skrevs på Chalmers Tekniska Högskola inom kursen Elkraftsteknik (EEK566). Projektet är till för att vi som studenter ska komma i kontakt med och skapa ett intresse för elkraftsutrustning samt dess problemställningar. För att förstå hur elkraftskedjor fungerar och bli medvetna om att elkraften finns runtomkring oss används detta projekt delvis för att lära oss arbeta i ett team men även för att få en djupare förståelse. Just denna rapport handlar om vågkraften och hur vågkraft är etablerat för att utvinna energi.

1.2 Syfte

Syftet med det här projektet är att kunna fördjupa vår information om olika metoder som används till elproduktion. Genom detta kunna jämföra de olika produktionsmetoderna så att vi kan hitta bättre metoder och lösningar för att kunna få mer effekt och minskad miljöpåverkan.

1.3 Precisering av frågeställningen

Under forskning av vågkraften skall komma svara tydligt på följande frågor:

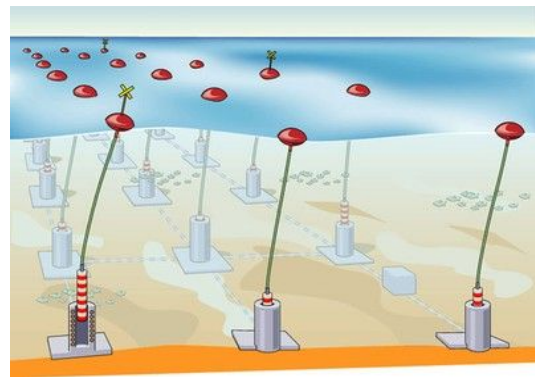
1. Hur mycket effekt fås genom principen ?
2. Vilken miljöpåverkan har vågkraft ?
3. Hur vågkraft fungerar?

2. Vågenergi

Vattnet täcker cirka 70 % av jordens yta, det gör att vågenergi blir en stor förnybar energikälla. Den ger cirka 15-20 mer energi per kvadratmeter jämfört med de andra förnybara energikällor sol och vind. Vågenergi är en ganska ny teknik så den är under utveckling men har stor potential.

2.1 Utrustningens huvuduppgifter

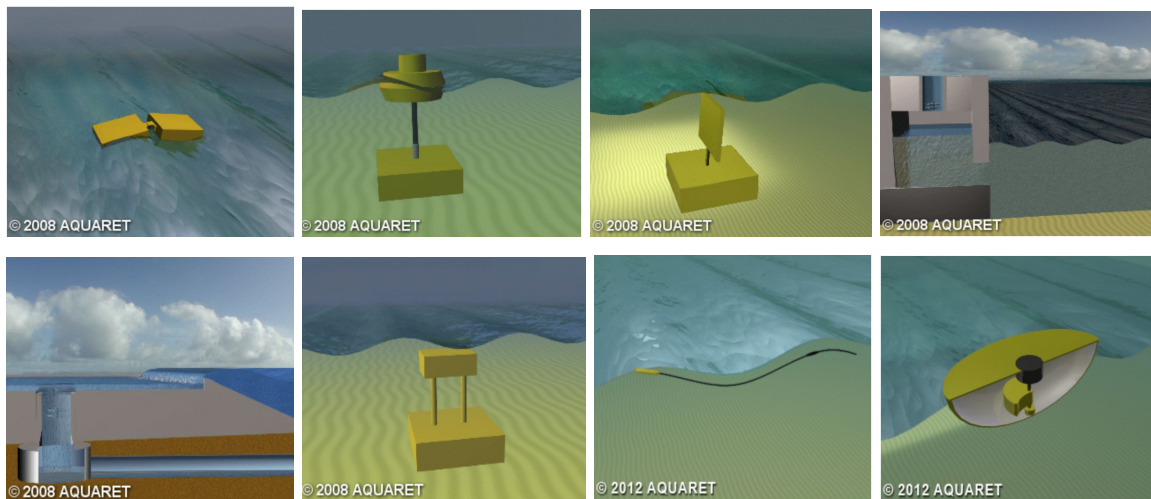
Vågkraft är en förnybar energiform som nyttjar vågornas rörelse för att utvinna elektrisk energi. Vågkraften har en stor potential men är endast i en utvecklingsfas [1] då de olika metoderna för utvinning är relativt nya. Det krävs en hel del noggranna beräkningar samt mätningar för att kraftverket skall kunna nyttja vågorna på ett optimalt vis. Det är ganska hårda förhållanden ute till havs som de måste stå emot samt att placeringen ytterst viktig [2]. Vågkraftverk kan placeras antingen ute till havs, vid eller nära kusten. Detta kräver olika funktionsprinciper där de använder antingen energin från botten vågor eller ytvågor [3]. Flytbojar och Pelamis [4] är vågkraftverk som använder ytvågorna och är de vanligaste, det finns även forskningsprojekt där de använder botten vågor samt tidvattenkraft men det behandlas inte här. Huvuduppgiften för vågkraftverk är att nyttja havsvågorna, ofta med hjälp av stora bojar eller "ormar" vid havsytan, genom att omvandla deras rörelseenergi till elektricitet för att sedan transporteras till elnätet [3].



Figur 1: Vågkraftverk för ytvågor, Pelamis ("ormen") och Flytbojar.

Vågkraftens huvuduppgift är att ersätta andra typer av mindre miljövänliga energikällor som exempelvis kolkraft. En orsak är att det inte påverkar lika mycket som andra kraftverk men de består av i princip samma komponenter. De mest vanliga typerna av vågkraftsomvandlare:

- Attenuator
- Point Absorber
- Oscillating Wave Surge Converter
- Oscillating Water Column
- Overtopping / Terminator Device
- Submerged Pressure Differential
- Bulge wave
- Rotating mass [5]



Figur 2: Vågkomponenter; Attenuator, Point Absorber, Oscillating Wave Surge Converter, Oscillating Water Column, Overtopping / Terminator Device, Submerged Pressure Differential, Bulge wave, Rotating mass.[5]

Dessa olika kraftomvandlare har nästan samma princip. De viktigaste komponenterna som ingår är cylinder, turbin, vatten och luft. Vågkraftens huvuduppgift är baserad på deras samarbete i olika form. Till exempel, i Terminator Device skapar man en backe som fyller ett rör av vatten med vågor. Sedan rinner vattnet genom en cylinder som är utrustad med en turbin. Denna turbin rör sig när vatten går igenom och det omvandlar den mekaniska energi från turbinen till elektricitet. Vattnet rinner sedan tillbaks till havet. Det viktigaste med dessa system är att man placerar verket på rätt plats för att få så mycket vågor som möjligt och hög effekt från turbinen[5].

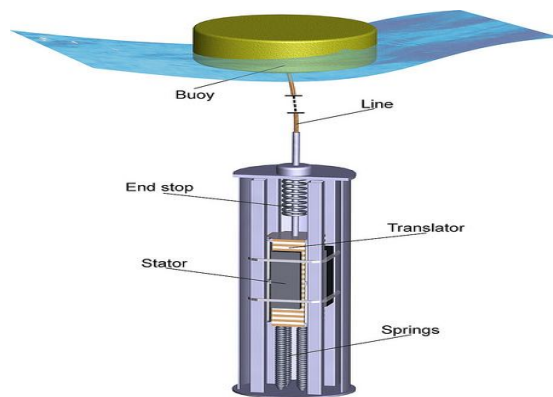
Den typer av energi är inte lämplig för hela världen. Det vill säga att det är omöjligt att installera denna metoden i alla länder. Det krävs hav och vind som skapar vågor. En annan huvuduppgift

är att de måste vara anpassade till vatten. En betydelsefull aspekt i vågkraft-system är att de ska klara sig i vatten under lång tid utan att effektiviteten påverkas eller att underhåll behövs.

2.2 Funktionsprincipen

Vågenergi innebär att få kraft genom den fria rörelsen av vattnets vågor. När solen värmer jorden blir det en temperaturskillnad, temperaturskillnaden orsakar tryck som i sin tur orsakar vind, vinden ger vattenvågor dess energi[6]. För att kunna utnyttja vågenergi krävs följande steg:

1. Fånga vågenergi och omvandla den till elektricitet, detta sker genom tre nivåer;
 - Primärenergi konvertering: där ett oscillator system som består av en boj eller oscillerande vattenpelare erhålls vågenergi. Här omvandlas vågenergi till ren lägesenergi.
 - I detta steg kontrolleras all utrustning, den elektroniska hård- och mjukvaran samt driva en turbin som skall driva en generator.
 - Generator som drivs omvandlar den uppkomna rörelseenergin till elektricitet [7]
2. Vågenergi kan fångas och omvandlas direkt till elektricitet genom att sätta en generator som består av en fast del som placeras i havsbotten, samt en rörlig del som har en boj och förbinds med ett rep, bojen rör sig med vågrörelsen upp och ned. Denna rörelse gör att den fasta generatormotoren rör upp och ner på samma vis och på detta sätt genereras elektriciteten. Principen kan presenteras enligt Figur 3[6].



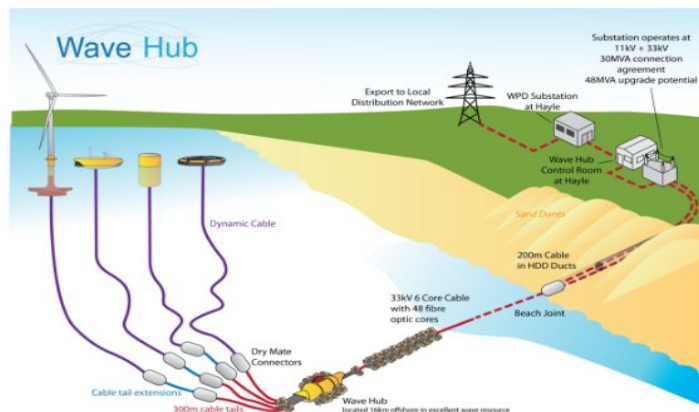
Figur 3: Vatten våg generator , Uppsala universitet [8]

3. Elektriciteten transporteras till land och kopplas sedan till elnätet[7]. Spänningen som vi får av vågkraftverk är en växelspanning och som är korrelerad med rörelse i vatten vågor alltså har den olika frekvens och amplitud[kad]. För att transformera och koppla den producerade elen till nätet måste detta ske:

- Likriktade spänningen (AC) som fås av generatorer (omvandla växelspanning med olika amplitud och frekvens till en spänning som har samma amplitud och frekvens konstant. Detta sker i marina ställverk placerade på havsbotten)[9][10].
- Koppla spänningar (DC) i parallellkoppling.

- Stabilisera likspänning genom att filtrera den. Filtern som används i detta steg är konstruerad av flera kondensatorer.

Efter det att AC-spänningen har behandlats och omvandlats till DC spänning, kan den transporteras till land och elnät med speciella kablar. Kablarna som används är sjökablar med 1 kV med $4 \times 95 \text{ mm}^2$ och kablarnas resistans är $0,5 \text{ } \Omega/\text{fas}$. Principen kan beskrivas i Figur 4[11].



Figur 4: Överföring och koppling av el med elnät [11]

2.3 Huvuddata

Generatoren för ett vågkraftsaggregat kan anta effekten 20-50 kW beroende på hur den är utformad. I Sotenäs kommun finns en vågkraftspark vid namn Seabased där den nominella effekten ligger på 25 kW per aggregat och för hela parken (upp till 420 aggregat) blir den installerade effekten 10 MW. Produktionen för ett år bör ge energi till cirka 1000 villor med genomsnittlig förbrukning, vilket är på ett ungefär 25 GWh/år där parken har en drifttid på totalt 20 år[12]. Det finns flertalet projekt som ger olika effekt som kan ses i Tabell 1, däribland den ovannämnda Seabased med en effekt på $420 \times 25 \text{ kW}$, Pelamis P2 med en effekt på 750 kW eller effektjätten Oyster 2 med hela 2,5 MW[12].

Tabell 1: Ett antal fullskaleprojekt runtom i världen[13].

Device	Rated power	Location year	Public funding	Public funding source	Operator
Oceanlink		Australia 2010	-	-	Oceanlink
CETO (Carnegie Corp.)	200 kW (to be expanded to 5 MW in Phase 2)	Australia 2010 (Phase 2 2011)	A\$ 12 Million for Phase 2	Western Australian government	Carnegie Corp.
Wavegen	16x18,5 kW	Mutriku (breakwater), Spain 2010	N/A (total project cost €6,5 Million + €2 Million for storm damages)	EU FP6, Regional authorities	Ente Vasco de la Energia
Powerbuoy (OPT)	150 kW	EMEC, Scotland 2010	£0,64 Million	Scottish government, WATES fund*	OPT
Pelamis P2	750 kW	EMEC, Scotland 2010	£4,8 Million	British government, MRPF	E.ON
Seabased	420x25 kW (Phase 1 42x25kW)	Solenäs, Sweden, Phase 1 2010-11	SEK 139 Million	Swedish Energy Agency	Seabased, Fortum
Oyster2 (Aquamarine)	2,5 MW	EMEC, Scotland 2011	£5,1 Million	British government, MRPF**	Aquamarine
Waveroller (AW energy)	300 kW	Peniche, Portugal 2011	€3 Million	EU FP7	Consortium led by AW Energy
Powerbuoy (OPT)	150 kW	Reedport OR, USA 2011	\$2 Million	US government, DOE	Local utilities
Pelamis P2	750 kW	EMEC, Scotland 2011	£2 Million	Scottish government, WATES fund	Scottish Power
Wavebob	250 kW	Tbd, Portugal 2011	€5 Million	EU, FP7	Consortium led by Wavebob

2.4 Ingående komponenter, apparater

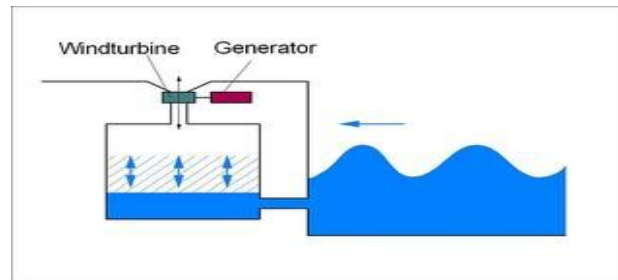
För att omvandla den kinetiska energin i vattnet till elkraft eller till en annan energi, används olika stationer. Dessa stationer anses vara ett av de förnybara kraftverken som har nollutsläpp. Stationerna är vanligtvis klassificerade efter sättet på utvinning av vågenergi och dessa kan klassificeras i enlighet med den plats eller lokalisering enligt metoden att ansluta med själva nätet för haven. Det finns olika vågkraftstekniker som kan placeras antingen vid kusten, nära kusten eller ute till havs[14][6].

Man kan dela in vågkraftverken i tre olika typer:

1. Oscillerande vattenpelare (OWC):

Ett OWC kraftverk består av en kammare med en öppning under vattnet och fungerar genom att vattnet kommer in i kammaren och tvingar luften in i en turbin, sedan på grund av vågorna strömmar luften genom turbinen som driver en generator. De byggs oftast på havsbotten eller vid en sluttade strand men de kan även byggas på en boj. Man kan öka effektiviteten av kraftverket genom att koncentrera vågorna med hjälp av vallar i vågriktningen eftersom detta gör att en större volym vatten leds in i kraftverket[14][6].

Våg-luft omvandling : Vattnet kommer in i en luftfylld kammare med hjälp av vågorna. När kammaren fylls med vatten stiger luften och vindturbinen börjar snurra, alltså ges det energi till generatorn. När vattnet sedan sjunker, snurrar vindturbinen åt andra hållet och ger då också energi till generatorn. På så sätt blir det en energikälla med hjälp av vågorna. Principen kan presenteras enligt Figur 5[14][6].

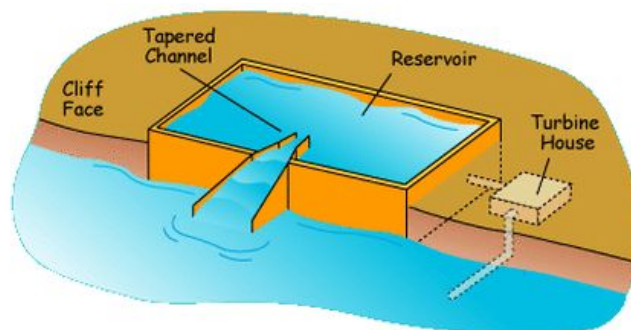


Figur 5: Figurbeskrivning för oscillerande vattenpelare.

2. Vattentransportsystem (OTS-overtopping system):

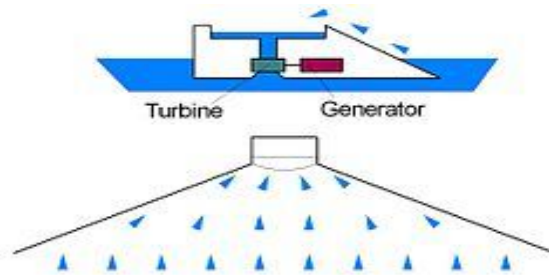
Ett OTS kraftverk fungerar genom att man samlar in vågor och skapar en höjdskillnad som sedan driver en lågtrycksturbin som driver en generator. Man kan driva en eller flera lågtrycks turbiner genom att samla vågorna in med en avsmalnande kanal som gör att vågorna kommer över en vall som sedan gör att vattennivån på andra sidan blir högre än på utsidan. Den här kraftverken har två modeller:

-Fasta anläggningar: Denna teknik bygger på att man utnyttjar befintlig omgivning. Den består av en fokuserare, en omvandlare, en reservoar och en lågtrycksturbin. Omvandlaren är utformad som en avsmalnande kanal. Vågorna kommer in i kanalen i den vida änden och allt eftersom kanalen smalnar av ökar våghöjden ända tills vågorna rinner över kanalväggarna och ner i reservoaren. Där omvandlas energin i vågorna till lägesenergi. Denna modell kallas TAPCHAN-typ.presenteras enligt Figur 6[14][6].



Figur 6: Figurbeskrivning för ett vattentransportssystem vid fasta anläggningar.

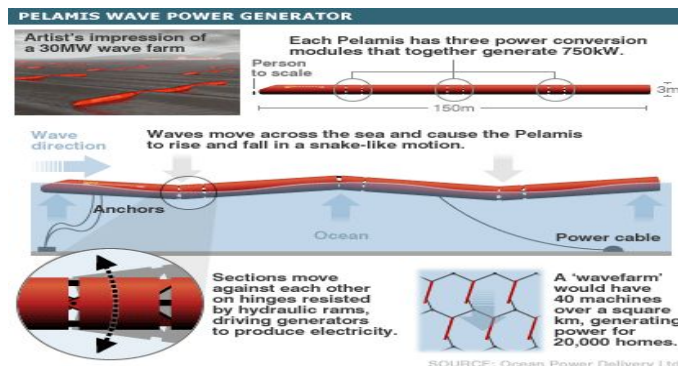
-Flytande anläggningar: systemet använder samma princip men i stället för att använda en avsmalnande kanal används en ramp. Vågorna färdas upp för rampen och rinner sedan ner i en reservoar. Reservoaren fungerar precis som i TAPCHAN-typen och vattnet lagras i reservoaren temporärt. Vattnet rinner sedan genom turbinerna och ut i havet igen, och utnyttjar på så sätt höjdskillnaden mellan reservoaren och vattenytan som sedan driver en generator[14][6]. Presenteras enligt Figur 7.



Figur 7: Figurbeskrivning för ett vattentransportssystem vid flytande anläggningar.

3.Oscillerande kroppar: Denna typ av kraftverk bygger på att vågor bringar ett föremål i rörelse denna rörelse utnyttjas sedan på olika sätt för att driva en generator. Det finns två typer av oscillerande kroppar dämpande system och punktabsorberande system:

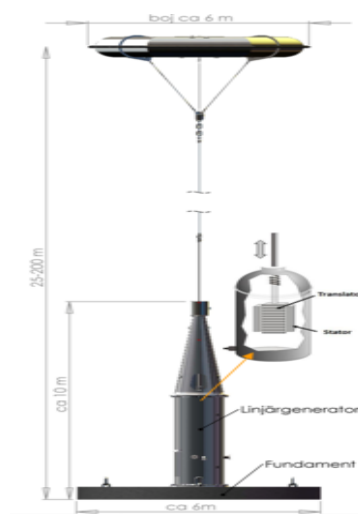
-Dämpande system är uppdelade i flera segment och använder sig flera långa flytande strukturer som är placerade parallellt med vågens riktning som rör sig med vågorna och skapar energi genom en hydraulisk pump eller liknande som drivs då vågorna rör på de olika segmenten. Ett känt vågkraft koncept av dämpande typ är Pelamis[14][6]. Presenteras enligt Figur 8.



Figur 8: Figurbeskrivning för oscillerande kroppar vid dämpande system.

Punktabsorberande system: kallas så för att den horisontella utbredningen hos den del som omvandlar vågenergin är väldigt liten jämfört med den dominerande våglängden. Förmågan att absorbera vågenergi i punktabsorberande system är även oberoende av riktningen på vågorna. Systemet består av en yttre och en inre cylinder som har luft emellan, där den yttre cylindern rör sig med vågorna relativt och den inre cylindern är fastmonterad på havsbotten. Det är den periodiska förändringen av trycket från vågorna som startar rörelsen hos den övre cylindern vilket trycks ned under en vågtopp och rör sig uppåt under en vågdal där lufttrycket mellan cylindrarna fungerar som en fjädring. Den är just den här rörelsen mellan cylindrarna som används för att driva en linjärgenerator[14][6].

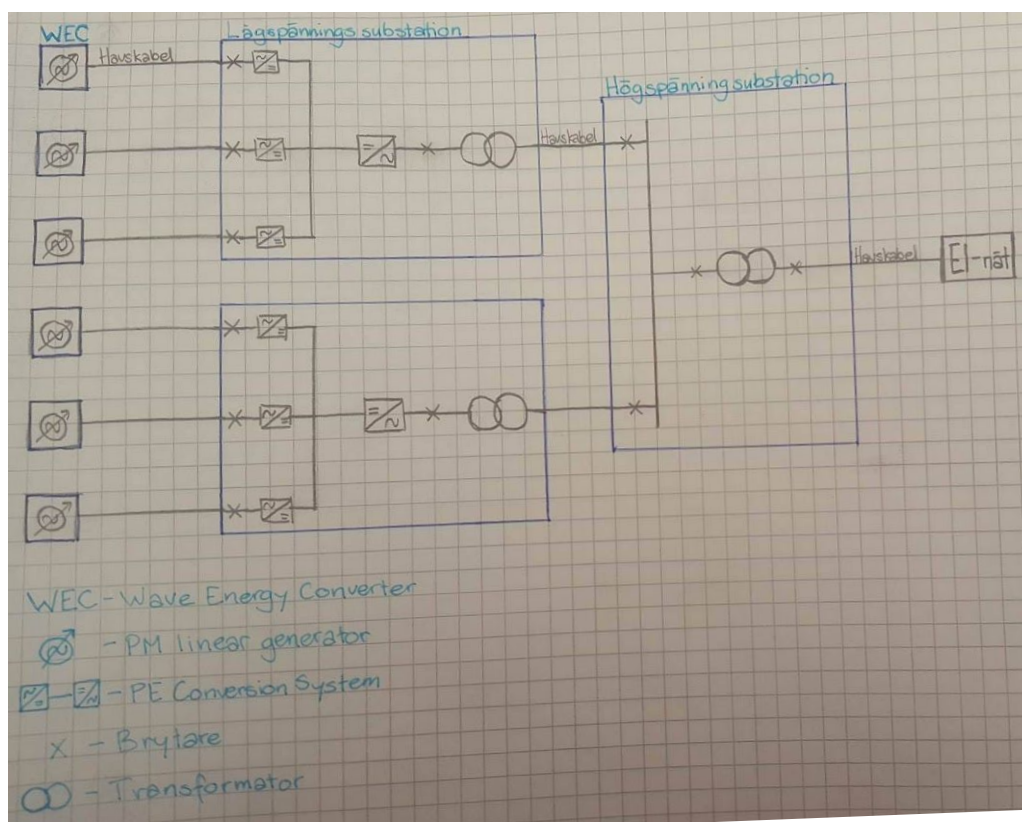
Presenteras enligt Figur 9.



Figur 9: Figurbeskrivning för oscillerande kroppar vid punktabsorberande system.

2.5 Enlinjeschema

I vågkraftverk finns olika komponenter men i enlinjeschemat visas de komponenter som spelar störst roll. Generator, låg- och högspännings substationer är de huvudkomponenter som ligger under havet. De kopplas ihop genom undervattens kopplingsdon. Spänningen som har skapats i generatören genom bojarna, delas i en six-puls-diodlikriktare och går vidare till lågspännings substationen. Här omvandlas låga växelspanningar till höga växelspanningar för att passa för att skickas till elnätet.



Figur 10: Enlinjesschema för vågkraftverk [15].

2.6 Utveckling inom området

Den offentliga forskningen kring vågenergi där man utvinnet el från vatten började vid 1700 talet. Innan det användes vågenergi på ett primitivt sätt. Den äldsta modellen av vattenkraft vid 1290 talet var enkel och har liknande princip som vattenkvarnar, där vattnet kan driva vatten en turbin och sedan ledas ut till havet. Därefter utvecklades en tryckdriven generator som bygger på att använda höjdskillnaden i en tryckbehållare som skapades på grund av nya vågor. Med hjälp av en turbin och en utväxling kan trycket driva generatören. Modellen har vissa nackdelar som för att kunna få effekt av vattnet måste tryckskillnad vara stor, energi som fås av vågen är liten, maximal tryckskillnad händer när vågen är vid sina dalar och toppar. Höga tryck ger ett visst ljud runt kraftverken så detta kan störa människor och djur. Modellen måste också vara mekaniskt stark för att kunna klara de starka vågorna[4].

Under den senaste tiden ökade forskningen om utvecklingen av vågenergi. Uppsala universitet är bland de som forskar kring vågkraft, de utvecklar en anläggning som ligger utanför staden Lysekil, utvecklingen ska göra så att man kan få mer el av vågenergi. År 2002 hade universitetet en ide om utveckling av vågkraft vilket kallas Lysekils projekt. Denna bygger på en direkt driven linjärgenerator kopplad via en lina till en boj vid havsytan. Projektet hade utvecklades så år 2006

installerades det första aggregatet vid testanläggningen ställt i anläggningen. Efter den första hade de satt ytterligare aggregat (L2-L9) i sjön [16].



Figur 11: Lysekilsprojektet [17].

Sverige har ett nytt system som syftar på att utveckla elproduktion av vågenergi till lägre priser, systemet kallas BOWEC. Det utvecklade vågsystem som BOWEC har bygger på att placera cirka 500-1000 bojar som kan producera cirka 150-200 kW i en vågkraftspark. BOWEC planerade att placera den första modellen av bojar i slutet av 2009 medan testning var i början av året 2010. Resultaten av modellen visar att bojar kan producera el samt att priserna på elen är konkurrenskraftigt [18]. Vågkraft har mindre påverkan på omgivningen jämfört med de andra metoder. Den skadar inte naturen eller djuren området visade en studie av Uppsala universitet[19].

2.7 Miljöaspekter

Som de flesta energikällor finns det en viss miljöpåverkan med utvinning av vågenergi. Det är en förnybar energikälla så det finns många positiva aspekter kring denna energi hämtning främst att det är minimala CO₂-utsläpp som endast sker vid produktion av kraftverken eller att det inte finns någon bränslekostnad[20]. Då vågkraft är en relativt ny teknologi går det inte att fastställa hur stor miljöpåverkan kraftverken har när de är i fullt bruk. Något som undersöks är huruvida kraftverken stör sin omgivning eller ej, då om det är visuellt motbjudande eller om ljudnivån är för hög. Ljudnivån samt synligheten beror oftast på typen av vågkraftverk och bojar har med stor sannolikhet väldigt liten visuell påverkan. Däremot är ljudnivån en svårare aspekt då ljud från turbiner, hydrauliska pumpar samt kraftverkens övriga mekaniska delar kan avge en ljudnivå

under vattenytan vars frekvens kan påverka den biologiska mångfalden under vattenytan[20][21].

Vågkraftverken påverkar även vågornas höjd vilket kan ha betydelse på vissa platser men då den största reduktionen som ligger på 10-15% endast är märkbar om vågkraftverken är placerade inom 2 km från land är detta obetydligt. Det finns risker för giftiga utsläpp i havet från vågkraftverkens hydraulsystem samt att det kan komma att användas biocider för att begränsa växtligheten som kan fästa sig på kraftverken[21].

2.8 Ev. arbetsuppgifter för en högskoleingenjör

Tillgång till billig och miljövänligt framställd el är viktigt för den ekonomiska utvecklingen, särskilt i utvecklingsländerna. Dessa drabbas i högre grad av miljöproblem och klimatrelaterade förändringar på grund av ökade koldioxidutsläpp. För att uppnå en miljömässigt hållbar utveckling och det globala tvågradersmålet krävs globala satsningar på en tillförlitlig och renare energisektor. Därför har vi ingenjörer en avgörande betydelse för både framtidens näringsliv och ett hållbart samhälle.

Som högskoleingenjör i Elektroteknik har vi goda karriärmöjligheter inom stort sett alla tekniska branscher. Om vi kollar på de möjliga jobben inom vågkraften då ser vi att vi kan jobba exempelvis med elektriska installationer, elnätet och energiförsörjning, elektronik och inbyggda system.

Som elektroingenjörer har vi både bred teknisk kunskap och fördjupning inom vårt område som ger oss möjligheter att arbeta med tekniskt utveckling, konstruktionsarbete även arbete inom produktionsplanering. Vårt jobb är att förnya och bygga ut Sveriges elkraftnät och utveckla projekten och komma på nya tankar, bland annat för att försöka i framtiden kunna ersätta fossila bränslen med förnybara energikällor t.ex. vågenergi så att konstruera och utveckla nya tekniska produkter och system som har väldigt stor inverkan på klimatfrågan och även Sveriges ekonomi.

Ett typiskt jobb inom vågkraft kan vara:

”Bygge av Linjärgeneratorer för Vågkraft -Lysekil

Under sommaren 2013 har Ellära tillsammans med ett gäng elektrostudenter byggt 42 linjärgeneratorer för Vågkraft i Lysekil. Projektet drivs av UU och Uppsalaföretaget Seabased och är världsledande inom vågkraft.” [22]

3. Två frågor kring innehållet

1. När började den riktiga forskningen kring vågenergi?
2. Hur påverkar vågkraftverken miljön?

Referenser

- [1] "Vågkraft - en outtömlig energikälla för framtiden", *Fortum.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.fortum.com/countries/se/om-fortum/energi-produktion/vagkraft/pages/default.aspx>. [Accessed: 23- Apr- 2017].
- [2] "Vågkraft", *El.se*, 2017. [Online]. Available: <https://el.se/artiklar/vagkraft>. [Accessed: 23- Apr- 2017].
- [3] "Vågkraft", *Energikunskap.se*, 2009. [Online]. Available: <http://www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/Vad-ar-energi/Energibarare/Fornybar-energi/Vatten/Vagkraft/>. [Accessed: 23- Apr- 2017].
- [4] D. Juliusson and C. Lange, "Vattenenergi". [Online]. Available: <http://fy.chalmers.se/~f5xrk/Vag.pdf>. [Accessed: 12- May- 2017].
- [5] "Wave devices", *Emec.org.uk*, 2017. [Online]. Available: <http://www.emec.org.uk/marine-energy/wave-devices/>. [Accessed: 12- May- 2017].
- [6] "Vågkraft", *Sv.wikipedia.org*, 2017. [Online]. Available: https://sv.wikipedia.org/wiki/V%C3%A5gkraft#Principen_bakom_v.C3.A5gkraftverk. [Accessed: 23- Apr- 2017].
- [7] C. Näslund, "Hur fungerar vågenergi?", *Give2all.org*, 2017. [Online]. Available: <http://www.give2all.org/12/2012/02/hur-fungerar-vagenergi.html>. [Accessed: 23- Apr- 2017].
- [8] "Vågkraftskoncept", *Teknik.uu.se*. [Online]. Available: <http://www.teknik.uu.se/elektricitetslara/forskningsomraden/vagkraft/vagkraftskoncept/>. [Accessed: 12- May- 2017].
- [9] "Vågkraftverk", *Sv.wikipedia.org*, 2017. [Online]. Available: <https://sv.wikipedia.org/wiki/V%C3%A5gkraftverk>. [Accessed: 12- May- 2017].
- [10] C. Boström, "Viktigt steg i vågkraftstekniken detaljstuderat", *Uu.se*, 2017. [Online]. Available: <http://www.uu.se/nyheter/nyhet-visning/?id=1283&typ=pm>. [Accessed: 12- May- 2017].
- [11] "Fortum inleder samarbete för utveckling av vågkraft i Storbritannien", *Fortum Media*, 2014. [Online]. Available: <http://media.fortum.se/2014/02/24/fortum-inleder-samarbete-for-utveckling-av-vagkraft>. [Accessed: 12- May- 2017].

- [12]"Förnybar el med vågkraft", *Länsstyrelsen*. [Online]. Available: <http://www.lansstyrelsen.se/uppsala/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/for-nybar-energi/vagkraft/infoblad-om-vagkraft-seabsed.pdf>. [Accessed: 23- Apr- 2017].
- [13]P. Holmberg, "Vågkraft - Ett framtida alternativ?", *elforsk.se*, 2010. [Online]. Available: http://www.elforsk.se/Global/Elforskdagen/Dokumentation-10/El-%20och%20V%C3%A4rme/p_holmberg.pdf. [Accessed: 13- May- 2017].
- [14]"Vågkraft", *Kbg-miljofysik.wikispaces.com*, 2012. [Online]. Available: <https://kgb-miljofysik.wikispaces.com/V%C3%A5gkraft>. [Accessed: 13- May- 2017].
- [15]C. Boström, "Electrical Systems for Wave Energy Conversions", 2011. [Online]. Available: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:383042/FULLTEXT02.pdf>. [Accessed: 13- May- 2017].
- [16]L. Koffmar, "Förbättrad vågkraft ger mer energi", *Uu.se*, 2011. [Online]. Available: <http://www.uu.se/nyheter/nyhet-visning/?id=1673&typ=artikel>. [Accessed: 13- May- 2017].
- [17] "Lysekilsprojektet", *Teknik.uu.se*. [Online]. Available: <http://www.teknik.uu.se/elektricitetslara/forskningsomraden/vagkraft/lysekil/>. [Accessed: 13- May- 2017].
- [18]"Utveckling och verifiering av teoretiska modeller för vågkraftverk BOWEC", *Göteborg Energi*. [Online]. Available: http://www.goteborgenergi.se/Privat/Projekt_och_etableringar/Forskning_och_utveckling/Forskningsstiftelsen/Forskningsprojekt/09_08. [Accessed: 13- May- 2017].
- [19]"Frågor och svar om vågkraft", *Vattenfall.se*, 2009. [Online]. Available: <https://corporate.vattenfall.se/press-och-media/nyheter/import-nyheter/fragor-och-svar-om-vagkraft/>. [Accessed: 13- May- 2017].
- [20]"Fördelar och nackdelar med vågkraft", *Wavecraft.se*, 2017. [Online]. Available: <http://wavecraft.se/fordelar-och-nackdelar-med-vagkraft/>. [Accessed: 13- May- 2017].
- [21]"Vågkraftverkens miljöpåverkan", *Wavecraft.se*, 2017. [Online]. Available: <http://wavecraft.se/vagkraftverkens-miljopaverkan/>. [Accessed: 13- May- 2017].
- [22]"Bygge av linjärgeneratorer för Vågkraft- Lysekil", *Elektro.teknik.uu.se*. [Online]. Available: http://elektro.teknik.uu.se/?page_id=275. [Accessed: 13- May- 2017].