

HYDROELECTRIC POWER PLANTS: ARCHITECTURAL AND ENGINEERING DESIGN

Georgia Cheirchanteri

Abstract

Even though, people have used energy in running water to operate machinery and grind grain and corn, since ancient Egyptian times, hydropower has the greatest influence on people's lives during the 20th century than at any other time in history. Hydroelectric energy is the energy that relies on exploiting and converting the dynamic energy of lakes' water and the kinetic energy of river water into electricity.

The capture / storage of quantities of water in natural or artificial lakes, for a Hydroelectric Power Plant, equates to collecting hydroelectric energy. The planned release of these quantities of water and their expansion to hydro turbines leads to a controlled electricity production. Given the availability of adequate water resources and their adequate supply of the necessary rainfall, the hydropower becomes a very important alternative source of renewable energy.

Hydroelectric power is a virtually inexhaustible source of energy, based on the exploitation of rivers and artificial or natural dams, because of this energy diffuses in nature from whirlpools and water currents, as water flows downhill to torrents, streams and rivers until it reaches the sea.

In fact, the environmental benefits of a Hydroelectric Plant are varied, even the disadvantage of environmental impacts due to large-scale civil engineering constructions, can be turned into an advantage. The case of Lake Plastira, in Greece, is a characteristic example of it, where the flood of the area from water after the creation of the dam, created a new wetland, which soon turned into a pole of tourist attraction.

Keywords: Hydroelectric power | Hydroelectric Power Plant | Hydropower | Renewable energy | Green Energy

Introduction

People have used energy in running water to operate machinery and grind grain and corn, since ancient Egyptian times. In the mid-1770s, French engineer Bernard Forest de Bélidor published *Architecture Hydraulique* which described vertical- and horizontal-axis hydraulic machines. At the end of the 19th century, in 1882, Appleton Wisconsin, became the first operational hydroelectric generating station in the United States producing 12,5 KW of power. However, hydropower has the greatest influence on people's lives during the 20th century than any other time in history. The largest and last masonry dam built by the U.S. Bureau of Reclamation was the Roosevelt Dam in Arizona between 1905-1911; its power output has

increased from 4,500 kW to 36,000 kW. It is worth noting that hydroelectric power has played an important role in the realization of the wonders of electricity and has helped to boost industrial development. (fig.01) Still in use today, Niagara Falls was the first hydropower site developed for a vast quantity of electricity. So, hydroelectric power continues to produce 24 percent of global electricity.[1]-[6]-[7]

Hydroelectric Power as a renewable and green energy

As is well known, renewable energy is energy generated from natural resources—such as sunlight, wind, rain, tides and geothermal heat—which are renewable (naturally replenished). Renewable energy technologies range from solar power, wind power, hydroelectricity/micro hydro, biomass and biofuels for transportation.[2] Hydropower refers to energy, mostly electric, which is derived from water in motion. (fig.10) This power is harnessed and used to drive mechanical devices. The main advantage of this form of energy is that it is clean and renewable. Since the early 20th century, the term is used almost exclusively in conjunction with the modern development of hydro-electric power, which allowed use of distant energy sources. Another method used to transmit energy by using a trompe, which produces compressed air from falling water. Compressed air could then be piped to power other machinery at a distance from the waterfall. Water power is manifested in hydrology, by the forces of water on the riverbed and banks of a river. When a river is in flood, it is at its most powerful, and moves the greatest amount of sediment. This higher force results in the removal of sediment and other material from the riverbed and banks of the river, locally causing erosion, transport and, with lower flow, sedimentation downstream.[8]-[9]

As a matter of fact, hydroelectric energy is the energy that relies on exploiting and converting the potential energy of lakes' water and the kinetic energy of river water into electricity.(fig. 02) This conversion takes place in two stages. In the first stage, through the turbine impeller, the kinetic energy of water is transformed into mechanical energy in the form of a rotation of the impeller axis and in the second stage, through the generator, the mechanical energy is converted into electrical energy. All the projects and equipment through which the hydraulic power is transformed into electricity are called the Hydroelectric Project.[7]-[8]

In fact, the capture/storage of quantities of water in natural or artificial lakes, for a Hydroelectric

Power Plant, equates to collecting hydroelectric energy. The planned release of these quantities of water and their expansion to hydro turbines leads to a controlled electricity production. Given the availability of adequate water resources and their adequate supply of the necessary rainfall, the hydropower becomes a very important alternative source of renewable energy.[7]-[9] Hydro is also a flexible source of electricity since plants can be ramped up and down very quickly to adapt to changing energy demands. However, damming interrupts the flow of rivers and can harm local ecosystems, and building large dams and reservoirs often involves displacing people and wildlife. Once a hydroelectric complex is constructed, the project produces no direct waste, and has a considerably lower output level of the greenhouse gas carbon dioxide (CO₂) than fossil fuel powered energy plants.[12]. The greatest benefit from the use of hydropower is that it produces no carbon dioxide emissions or other harmful discharges, such as sulfur dioxide, carbon monoxide, and nitric acid, unlike the use of fossil

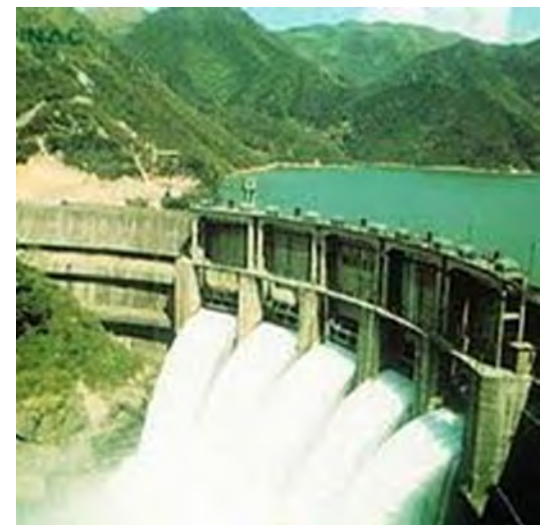


Fig. 1 - Hydropower Plant in China.

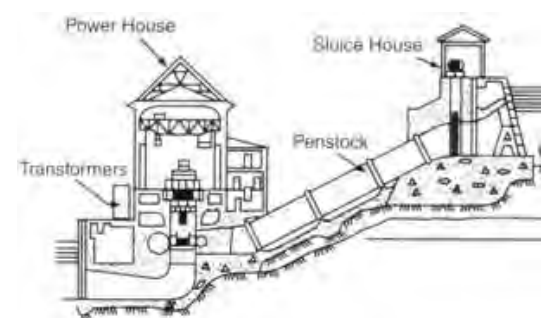


Fig. 2 - Low-head installation on a canal.



Fig. 3 - General view of the Ardnacrusha hydroelectric power plant on the Shannon, 1929.



Fig. 4 - Aerial view of Sayano-Shushenskaya hydropower station.

fuels. Hydropower also generates no waste by-products and has no affect on today's growing concerns with global warming. One of the most widely used devises for the production of hydropower is the dam. Currently, in the USA, there are more than 75,000 dams blocking more than 600,000miles of local rivers, or 17% of the free flowing water.[12]

Architectural and Engineering Design

As well known, the conversion of hydro energy with the use of hydroelectric power plants, produces electricity and as a result, this kind of power plants exploit the natural process of the water cycle. Every day our planet expels a small amount of water as the ultraviolet radiation

breaks water molecules into ions. At the same time new quantities of water appear due to volcanic activity, so that the total amount of water is kept constant.[13]-[14]

The hydroelectric power plants' operation is based on the water movement due to a height difference between the points of entry and exit. The water, during the passage from the drop-down duct, moves a turbine, which sets in function the generator. Actually, a turbine, which is installed in a large unit can weigh up to 172 tons and rotate at 90 revolutions per minute (rpm).[13]-[14]

Nevertheless, the produced amount of electricity is determined by several factors, where two of the most important are the mass of flowing water and

the height difference between the free surface of the reservoir and the turbine. As a result, the produced amount of electricity is proportional to these two sizes.[13]-[14]

Therefore, the produced electricity depends on the amount of water in the reservoir. For this reason, only in areas with significant rainfall, rich sources and suitable geological formation hydroelectric projects can be built. (fig. 04) Typically, the energy which is finally produced is used only in addition to other conventional sources of energy, covering peak loads. In particular, in Greece, hydropower meets about 6% of energy needs in electricity.[13]-[14]

The hydroelectric plant consists of the following basic parts:

Initially, a dam is built, which holds the water in an artificial lake (reservoir). This water must be able to flow downwards, so the dams are constructed in places with relatively steep slopes of the river bed. By this water flow, the potential energy of the reservoir water converts into kinetic.(fig.12) Water barriers are located at the bottom of the dam, in order to regulate the water amount which flows from the reservoir to the turbine through the aqueduct. (fig.03) Except the dam, there is the Turbine House, which is usually been built at a lower level, with hydro turbines and generators, where the electricity production takes place.(fig.11)[3]-[4]

The hydro turbines, depending on the size of the power plant, are devices with special fins, thanks to which the kinetic energy of the flowing water converts into rotary. The altitude difference between the reservoir level and the turbine position causes the water flow, which in its turn sets the turbine into motion.[3]-[4]

An electricity generator is directly connected to the turbine shaft, which subsequently actuates the turbine. In this way the kinetic energy of the water is transformed into electricity. Also, electricity transition cable lines start from the Power plant to reach its consumption sites.[3]-[4]

Hydropower's effect on the environment

Hydropower is a clean source of energy, so, there are no problems with air pollution, chemical runoff, toxic waste or the like. Hydropower plants also create recreation areas and animal habitat. Because of the change in water location, wide areas after the dam become great for water edge species of animals. Also, the large reservoir is good for many types of large fish. Boating areas are created in the reservoir too, as well as bird watching sites downstream of the dam. Some problems may still occur though, but through careful planning these can be eliminated almost completely. Temporary disruption in the ecology to build the dam, but afterwards this cleared land can be used to make animal habitat. Downstream of the dam, water flow may be significantly reduced, but careful monitoring of the land downstream of the dam can give operators enough information to allow more water to pass through the dam. Catadramous fish (fish that live in salt water and spawn in fresh water) migration may be interrupted- but fish ladders and fish elevators may be installed to eliminate this problem. Anadromous (fish that live in fresh water and spawn in salt water) fish do not have this problem, because they can go right through the turbines which only spin at 81.8



Fig. 5.6,7 - Tavropos Dam, Plastira' s lake, Central Greece.

rpms. Flooding of land upstream of the dam can be a problem, but careful monitoring of the land upstream of the dam can give operators enough information to allow more water to run through the dam to compensate for this problem.[12]



Fig. 8,9 - Activities in Plastira Lake, Central Greece.

Environmental Impacts

Hydroelectric power includes both massive hydroelectric dams and small run-of-the-river plants. Large-scale hydroelectric dams continue to be built in many parts of the world (including China and Brazil), but it is unlikely that new facilities will be added to the existing U.S. fleet in the future. Instead, the future of hydroelectric power in the United States will likely involve increased capacity at current dams and new run-of-the-river projects. There are environmental impacts at both types of plants.[10]-[11] Despite, the environmental benefits of a Hydroelectric Plant are varied. Even the disadvantage of environmental impacts due to large-scale civil engineering constructions, which a large hydroelectric project requires, with a well-designed study, can be turned into an advantage. The case of Lake Plastira, in Greece, (fig.05,06,07) is a characteristic example of it, where the flood of the area from water after the creation of the dam, created a new wetland, which soon turned into a pole of tourist attraction.(fig.08,09) It also gave new irrigation possibilities in the surrounding area.[11]

Advantages

1. Once a dam is constructed, electricity can be produced at a constant rate. Hydroelectric plants

- can be put into operation as soon as it is needed, unlike thermal stations that require a considerable amount of preparation time.
- 2. If electricity is not needed, the sluice gates can be shut, stopping electricity generation. The water can be saved for use another time when electricity demand is high.
- 3. Dams are designed to last many decades and so can contribute to the generation of electricity for many years / decades.
- 4. The lake that forms behind the dam can be used for water sports and leisure / pleasure activities. Often large dams become tourist attractions in their own right.
- 5. The lake's water can be used for irrigation purposes. Through water supplies were given the opportunity to meet other needs such as water supply, irrigation, halting streams, creating wetlands, recreational areas and sports. In general, hydro power is a "clean" and renewable source of energy saving foreign exchange, natural resources and environmental protection.

Although the operating principle of hydroelectric and steam power plants is exactly the same, the plants differ in average rotation of the turbine. In the thermoelectric plants, fuel is usually used as coal, which heats water by converting it to high-pressure steam driving the turbine. Also,, thermoelectric plants are quite polluting for the environment.[4]-[5]

Disadvantages

- 1. Dams are extremely expensive to build and must be built to a very high standard.
- 2. The high cost of dam construction means that they must operate for many decades to become profitable.
- 3. The flooding of large areas of land means that the natural environment is destroyed.
- 4. People living in villages and towns that are in the valley to be flooded, must move out. This means that they lose their farms and businesses. In some countries, people are forcibly removed so that hydro-power schemes can go ahead.
- 5. The building of large dams can cause serious geological damage. For example, the building of the Hoover Dam in the USA triggered a number of earth quakes and has depressed the earth's surface at its location.[4]-[5]

Conclusion

One of the most widely used renewable source of energy for generating electricity on large scale basis, is hydropower. It is also, a renewable source of energy since water is available in large quantities from rain, rivers and oceans and this will be available for unlimited time to come. As it is known, this kind of energy diffuses in nature from whirlpools and water currents, as water flows downhill to torrents, streams and rivers until it reaches the sea. So, the larger the volume of stored water and the higher it is, the more energy it contains.

Among sources of renewable energy, Hydroelectric Power Plants have the advantages of being long-lived, as well as, many existing hydropower plants have operated for more than 100 years. Also, Hydroelectric Power Plants are clean and have few emissions. Criticisms directed at large-scale Hydroelectric Power Plants include: dislocation of people living where the

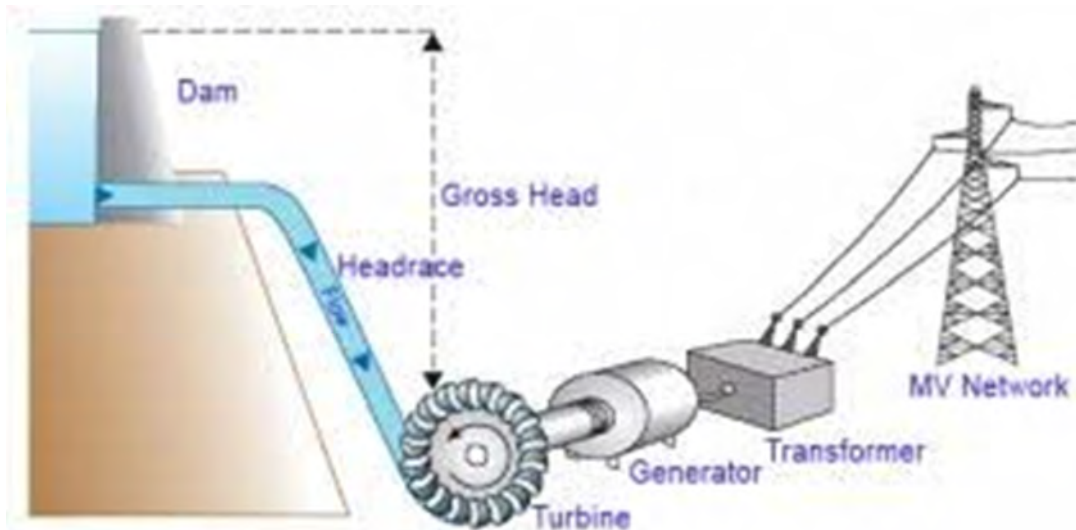


Fig. 10 - Small Hydroelectric Power Plant Model.

reservoirs are planned and release of significant amounts of carbon dioxide during construction and flooding of the reservoir. In a few words, hydroelectric energy is the energy that relies on the exploitation of the mechanical energy of river water and its conversion to electricity by means of turbines and power generators. So, hydroelectric power is a virtually inexhaustible green source of energy, which will keep be based on the exploitation of rivers and artificial or natural dams.

REFERENCES

- [1] Andritsakis P., Sources of energy-History: <https://prezi.com/7uw9txoy7xym/presentation/>
- [2] Basis of HYDROPOWER PLANT: <https://www.slideshare.net/prasadvejdndla/basic-terms-of-hydro-power-plant>
- [3] CHEIRCHANTERI G., *Power Plants' first buildings during the period 1889-1940/50: founding factors and planning*, Thesis project NTUA, Department of Architectural Engineering (supervisor: Maistrou Eleni), Athens, Greece, 2014.

- [4] ELECTRIC POWER: http://3lyk-yमित.att.sch.gr/Project/BTETRAMHNO/PAPADO/HLEKTRIKH_ENERGEIA/PARAGVGHLEKTRIKH.pdf
- [5] Environment and energy management: <http://www.allaboutenergy.gr/YdravlikiEnergeia.html>
- [6] Hydroelectric Power: <https://eclass.uowm.gr/modules/document/file.php/MECH244/GSkodras%20Lecture%202016.pdf>
- [7] Hydroelectric Power: <http://microhydropower.gr/sample-page/%CF%87%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B5%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82/>
- [8] Hydro Power Plant: <https://www.slideshare.net/nimeshmahadik/hydro-power-plant-13623466>
- [9] HYDRO POWER PLANT: <https://www.slideshare.net/pranavn007/hydro-powerplant>
- [10] IRENA WORKING PAPER, Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, volume 1: power sector, issue 3/5, June 2012, p.4-8
- [11] KORONAIOS CH., Renewable sources of energy, NTUA, Athens, 2015, <http://>



Fig. 12 - A hydro electric power station on the shores of loch Lomond, Scotland, UK.

environ.survey.ntua.gr/files/mathimata/6420/APE-kef1-6.pdf

- [12] Renewable Energy: <http://environment.nationalgeographic.com/environment/energy/great-energy-challenge/worldelectricity-mix/>
- [13] Renewable Sources of Energy: http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/ydrauliki.html
- [14] TYPES OF HYDROPOWER PLANTS: [HTTP://WWW.EAL.IN/REF/AE/HYD/hyd.L#STHASH.PVMI3H9C.DPUF](http://WWW.EAL.IN/REF/AE/HYD/hyd.L#STHASH.PVMI3H9C.DPUF)

SOURCES OF IMAGES

- Fig.01.: <https://www.alibaba.com/showroom/hydro-power-plant.html>
- Fig.02.: <http://www.yourarticlelibrary.com/water/hydropower-station/layout-of-a-hydropower-installation-analysis-with-diagram/61024/>
- Fig.03.: https://www.siemens.com/history/en/news/1123_shannon.htm
- Fig.04.: <http://russiatrek.org/blog/economics/aerial-views-of-sayano-shushenskaya-hydropower-station/>
- Fig.05.: <https://www.ypethe.gr/archive/hrisi-ydroilektriki-energeia>
- Fig.06.: <https://www.youtube.com/watch?v=rk8McrB8sII>
- Fig.07.: <https://www.youtube.com/watch?v=lmsuhaR2vCs>
- Fig.08.: <http://www.kathimerini.gr/851489/gallery/ta3idia/sthn-ellada/limnh-kai-gohteia>
- Fig.09.: <http://web-greece.gr/destinations/limni-plastira-karditsa>
- Fig.10.: <http://www.kaoxo.com/home/small-hydroelectric-power-plant-model.html>
- Fig.11: <http://www.alamy.com/stock-photo-turbine-hall-of-walchensee-hydroelectric-power-station-kochel-upper-61878577.html?pv=1&stamp=2&imageid=9F3DAECE-7A9A-485A>
- Fig.12.: <http://www.constructionphotography.com/Details.aspx?ID=46507&TypeID=1>



Fig. 11 - Turbine hall of Walchensee Hydroelectric Power Station, Kochel, Upper Bavaria, Bavaria.

Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας: Αρχιτεκτονικός και Μηχανολογικός εξοπλισμός

Εισαγωγή

Από την εποχή της αρχαίας Αιγύπτου, οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιήσει την ενέργεια σε ρέοντα ύδατα για τη λειτουργία μηχανημάτων και άλεσμα σιτηρών και καλαμποκιού. Ωστόσο, η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στις ζωές ανθρώπων κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα από ό, τι σε οποιαδήποτε άλλη στιγμή στην ιστορία. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η υδροηλεκτρική ενέργεια έπαιξε σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση των θαυμάτων της ηλεκτρικής ενέργειας και βοήθησε στην ώθηση της βιομηχανικής ανάπτυξης. (fig.01) Έτσι, η υδροηλεκτρική ενέργεια συνεχίζει να παράγει το 24% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας.[1]-[7]-[10]

Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως ανανεώσιμη και πράσινη ενέργεια

Πράγματι, η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας των υδάτων των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. (fig.10) Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της περρωτής του στροβίλου, γίνεται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας μεγάλης ποσότητας υδάτων σε μηχανική, με την μορφή περιστροφής του άξονα της περρωτής, ενώ στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνεται η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων πραγματοποιείται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική, ονομάζεται υδροηλεκτρικό έργο.[2]-[7]

Είναι γεγονός, ότι η δέσμευση/ αποθήκευση ποσοτήτων ύδατος σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες, για ένα υδροηλεκτρικό σταθμό, ισοδυναμεί πρακτικά με αποταμίευση υδροηλεκτρικής ενέργειας. (fig.02) Η προγραμματισμένη αποδέσμευση αυτών των ποσοτήτων ύδατος και η εκτόνωσή τους στους υδροστροβίλους οδηγεί στην ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με δεδομένη την ύπαρξη κατάλληλων υδάτινων πόρων και τον επαρκή εφοδιασμό τους με τις απαραίτητες βροχοπτώσεις, η υδροηλεκτρική ενέργεια καθίσταται μια σημαντικότητα εναλλακτική πηγή ανανεώσιμης και πράσινης ενέργειας.[8]-[9]-[12]

Αρχιτεκτονικός και Μηχανολογικός εξοπλισμός

Ως γνωστό, η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση των υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστροβίλος), ηλεκτρογεννήτρια, διάγρυα φυγής) παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Με αυτόν τον τρόπο, οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού. Κάθε μέρα ο πλανήτης μας αποβάλλει μια μικρή ποσότητα ύδατος σε ιόντα, ενώ ταυτόχρονα, νέες ποσότητες ύδατος εμφανίζονται λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα ύδατος να διατηρείται περίπου σταθερή.[13]-[14]

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση των υδάτων λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Επαρκείς ποσότητες ύδατος, κατά τη διέλευσή τους από τον αγωγό πτώσεως, κινούν ένα στρόβιλο (τουρμπίνα), ο οποίος θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Για παράδειγμα, μια τουρμπίνα, που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα, μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 στροφές το λεπτό (rpm).[13]-[14]

Όμως, η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται, καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες, όπου δύο από τους σημαντικότερους είναι ο όγκος του ύδατος που ρέει και η διαφορά του μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στροβίλου.(fig. 04) Έτσι, η ποσότητα ηλεκτρισμού που παράγεται είναι ανάλογη των δύο αυτών μεγεθών. Συνεπώς, ο παραγόμενος ηλεκτρισμός εξαρτάται από την ποσότητα των υδάτων του ταμιευτήρα.[13]-[14]

Για το λόγο αυτό, μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση, είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικά έργα. (fig.03) Συνήθως, η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά ως προς άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, καλύπτοντας φορτία αιχμής. Στην Ελλάδα, η υδροηλεκτρική

ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 6% των ενεργειακών αναγκών σε ηλεκτρισμό.[13]-[14]

Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα:

Αρχικά κατασκευάζεται ένα φράγμα, το οποίο συγκρατεί μεγάλη ποσότητα υδάτων σε μια τεχνητή λίμνη (ταμιευτήρας), ούτως ώστε επαρκείς ποσότητες υδάτων να ρέουν από τα ψηλότερα σημεία, προς τα χαμηλότερα. (fig.12) Και για αυτό άλλωστε, τοποθετούνται σε σημεία με σχετικά απότομες κλίσεις της κοίτης των ποταμών, με αποτέλεσμα, η δυναμική ενέργεια της ροής των υδάτων του ταμιευτήρα, να μετατρέπεται σε κινητική. Από την άλλη, οι υδατοφράκτες τοποθετούνται στο κατώτερο σημείο του φράγματος, όπου με τη βοήθειά τους ρυθμίζεται η ποσότητα ροής των υδάτων από τον ταμιευτήρα προς την τουρμπίνα, μέσω του υδαταγωγού. Εκτός από το φράγμα υπάρχει και το μηχανοστάσιο, ένα κτίριο, το οποίο είναι κτισμένο σε χαμηλότερο επίπεδο, όπου βρίσκονται οι υδροστροβίλοι και οι γεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.[3]-[4]

Οι υδροστροβίλοι, οι οποίοι εξαρτώνται από το μέγεθος του εργοστασίου, είναι μηχανήματα με ειδικά περύγια, μέσω των οποίων η κινητική ενέργεια των ρεόντων υδάτων μετατρέπεται σε περιστροφική. Αυτό που τελικά προκαλεί την κίνηση των υδάτων, είναι η υψομετρική διαφορά μεταξύ της στάθμης του ταμιευτήρα και της θέσης της τουρμπίνας, το οποίο με τη σειρά του θέτει σε κίνηση την τουρμπίνα.(fig.11)

Στη συνέχεια, η κινητική ενέργεια που παράγει η τουρμπίνα, μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω μιας γεννήτριας, η οποία συνδέεται άμεσα με τον άξονα της τουρμπίνας αυτής. Επίσης, από την εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ξεκινούν γραμμές μεταφοράς της, προς τους τόπους κατανάλωσής της.[3]-[4]

Η επίδραση της υδροηλεκτρικής ενέργειας στο περιβάλλον

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας, επομένως, δεν υπάρχουν προβλήματα με την ατμοσφαιρική ρύπανση, τη χημική απορροή, τα τοξικά απόβλητα ή οτιδήποτε άλλο παρόμοιο. Αντίθετα, οι μονάδες υδροηλεκτρικής ενέργειας δημιουργούν περιοχές αναψυχής και ζωικούς οικοτόπους. Συνήθως, λόγω της αλλαγής της θέσης των υδάτων, οι μεγάλες σε έκταση περιοχές μετά το φράγμα γίνονται κατάλληλες για τα είδη των ζώων που ζουν παρόχθια, ενώ οι ποσότητες υδάτων της λίμνης που δημιουργείται, είναι κατάλληλες για πολλούς τύπους μεγάλων ψαριών. Ακόμα, στον ταμιευτήρα δημιουργούνται περιοχές κατάλληλες για σκάφη αναψυχής, καθώς και τοποθεσίες παρακολούθησης πουλιών κατάντη του φράγματος. Εν τούτοις, μπορεί να προκύψουν ορισμένα προβλήματα, τα οποία με προσεκτικό σχεδιασμό μπορούν να εξαλειφθούν σχεδόν ολόκληρα.[12]

Είναι γεγονός, ότι κατά την κατασκευή του φράγματος μπορεί να δημιουργηθεί προσωρινή αναστάτωση στην οικολογία, η οποία στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ζωικού οικοτόπου. Κάτω από το φράγμα, η ροή των υδάτων μπορεί να μειωθεί σημαντικά, αλλά η συστηματική παρακολούθηση των εκτάσεων κατάντη του φράγματος μπορεί να δώσει στους αρμόδιους χειριστές της, αρκετές πληροφορίες για να επιτρέψουν τη διείσδυση μεγαλύτερης ποσότητας υδάτων μέσω του φράγματος. Έτσι, τα ψάρια που μεταναστεύουν και ζουν σε αλμυρά ύδατα, αλλά γεννούν τα αυγά τους σε γλυκά ύδατα, ενδέχεται να μην μπορούν να μετακινηθούν, αλλά μπορούν να εγκατασταθούν ειδικές κατασκευασμένες θέσεις φιλοξενίας ψαριών. Αντίθετα, τα ψάρια που ζουν σε γλυκά ύδατα και ωοτοκούν σε αλμυρά, δεν

αντιμετωπίζουν αυτό το πρόβλημα, επειδή μπορούν να οδηγηθούν κατευθείαν σε αυτά, μέσω των στροβίλων που στρέφονται μόνο στα 81,8 rpm. Επίσης, η πλημμύρα της περιοχής ανάντη του φράγματος μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα, το οποίο όμως αντισταθμίζεται με την εκροή μεγάλης ποσότητας υδάτων από το φράγμα.[12]

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η υδροηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνει τόσο μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά φράγματα όσο και μικρής κλίμακας, τα επικαλούμενα «επί της κοίτης» του ποταμού. Τα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά φράγματα συνεχίζουν να κατασκευάζονται σε πολλά μέρη του κόσμου (συμπεριλαμβανομένης της Κίνας και της Βραζιλίας), αλλά είναι απίθανο να προστεθούν στο μέλλον νέες εγκαταστάσεις στον υφιστάμενο στόλο των ΗΠΑ. Αντ' αυτού, το μέλλον της υδροηλεκτρικής ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες θα περιλαμβάνει πιθανότατα αυξημένη χωρητικότητα στα σημερινά φράγματα, καθώς και νέα σχέδια έργων. Όμως, υπάρχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις και στους δύο τύπους των υδροηλεκτρικών εργοστασίων.[10]-[11]

Παρ' όλες όμως τις επιπτώσεις, τα περιβαλλοντικά οφέλη ενός υδροηλεκτρικού σταθμού είναι ποικίλα. Ακόμα και το μειονέκτημα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξ αιτίας των μεγάλων κλίμακας έργων πολιτικού μηχανικού, τα οποία ένα μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο προϋποθέτει, μπορεί να μετατραπεί σε πλεονέκτημα με μια καλοσχεδιασμένη μελέτη. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της λίμνης Πλαστήρα, στην Κεντρική Ελλάδα, (fig.05,06,07) όπου ο κατακλυσμός της περιοχής από ύδατα μετά τη δημιουργία του φράγματος, δημιούργησε ένα νέο υδροβιότοπο, ο οποίος σύντομα μετατράπηκε σε πόλο τουριστικής έλξης δίνοντας ταυτόχρονα νέες αρδευτικές δυνατότητες στη γύρω περιοχή.(fig.08,09)[10]-[11]

Πλεονεκτήματα

1. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατόν να τεθούν αμέσως σε λειτουργία μόλις απαιτηθεί, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς που απαιτούν σημαντικό χρόνο προετοιμασίας.
2. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να αποτελέσουν πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμιζόμενων περιοχών, καθώς και να συμβάλλουν στην τοπική ανάπτυξη με την πρόωθηση σχετικών επενδύσεων.
3. Είναι μια «καθαρή» και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με την οποία γίνεται εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων και προστασία του περιβάλλοντος.
4. Μέσω των υδατοταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, περιοχών αναψυχής και αθλητισμού.
5. Αν και η αρχή λειτουργίας των υδροηλεκτρικών και των ατμοηλεκτρικών εργοστασίων είναι ακριβώς η ίδια, οι εγκαταστάσεις διαφέρουν ως προς το μέσο περιστροφής της τουρμπίνας. Στα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια χρησιμοποιείται ως καύσιμο συνήθως γαιάνθρακας, ο οποίος θερμαίνει υδατίνες ποσότητες μετατρέποντάς τες σε ατμό υψηλής πίεσης, που κινεί την τουρμπίνα. Επίσης, τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια είναι αρκετά ρυπογόνα για το περιβάλλον.[4]-[5]

Μειονεκτήματα

1. Είναι μεγάλο το κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού

2. Απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα για την αποπεράτωση του έργου.

3. Μπορεί να παρατηρηθεί περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής στην οποία γίνεται το έργο και να χρειασθεί να γίνει μετακίνηση πληθυσμών ή αλλαγή στη χρήση γης.

4. Σε περιοχές δημιουργίας μεγάλων έργων παρατηρήθηκαν αλλαγές του μικροκλίματος αλλά και αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητάς τους.

5. Για αυτούς τους λόγους η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή έργων μικρότερης κλίμακας, όπως η δημιουργία μικρότερων φραγμάτων, ή συστοιχίες μικρών υδροηλεκτρικών έργων.[4]-[5]

Επίλογος

Μία από τις πιο διαδεδομένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού σε μεγάλη κλίμακα, βασίζεται στην υδραυλική ενέργεια. Έτσι, η υδραυλική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη και πράσινη πηγή ενέργειας από τότε που μεγάλες ποσότητες υδάτων ήταν διαθέσιμες εξ' αιτίας της βροχής, των ποταμών και των ωκεανών και θα παραμείνουν διαθέσιμες για απεριόριστο χρόνο. Ως γνωστό, η ενέργεια αυτή διαχέεται στη φύση από δίνες και ρεύματα, καθώς ποσότητες υδάτων ρέουν κατηφορικά σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια μέχρι να φτάσουν στη θάλασσα, με αποτέλεσμα όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος των αποθηκευμένων υδάτων και όσο ψηλότερα βρίσκονται, τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια που περιέχουν.

Μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι μακροχρόνια, αφού πολλά από τα υφιστάμενα λειτουργήσαν για περισσότερα από 100 χρόνια, όπως επίσης, είναι καθαρά και έχουν ελάχιστες εκπομπές αερίων. Γενικότερα όμως, οι επικρίσεις που απευθύνονται σε μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικά εργοστάσια περιλαμβάνουν: εξάρθρωση των κατοίκων στα σημεία που σχεδιάζονται οι δεξαμενές και απελευθέρωση σημαντικών ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα κατά την κατασκευή και γέμισμα του ταμιευτήρα.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια στηριζόμενη στην εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας των υδάτων των ποταμών, μετατρέπεται σε ηλεκτρική με τη βοήθεια στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών. Εν ολίγοις, είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πράσινη πηγή ενέργειας, που θα συνεχίζει να στηρίζεται στην εκμετάλλευση των ποταμών και των τεχνητών ή φυσικών φραγμάτων.