# लघु पनबिजली (एसएचपी)

## मॉड्यूल

## प्रशिक्षक की पाठ्य पुस्तक

**आईटीआई के छात्रों के लिए नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रों पर अध्ययन सामग्री**

नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
भारत सरकार

*विषय–वस्तु विकास, संपादन, तथा रूपांकन*
न्यू कान्सेप्ट इंफोरमेशन सिस्टम्स प्रा. लि., नई दिल्ली
ईमेल: communication@newconceptinfosys.com
वेबसाइटः www.newconceptinfo.com

# आईटीआई के छात्रों के लिए नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्रों पर अध्ययन सामग्री

## लघु पनबिजली (एसएचपी) माड्यूल

**प्रशिक्षक की पाठ्य पुस्तक**

नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
भारत सरकार

## संभावित व्यवसाय–छात्रः

वेल्डर, प्लम्बर, शीट धातुकर्मी; विद्युतकर्मी। विद्युत पाठ्यक्रम को भी इससे जोड़ा जा सकता है।

## लक्ष्यः

पाठ्यक्रम की समाप्ति पर छात्र निम्न कार्य कर सकेंगेः

- लघु पनबिजली संयंत्र में कार्य करना
- पनचक्कियों का संचालन
- एसएचपी और पनचक्कियों का रखरखाव

## अवधिः 12 घंटे

- एसएचपी – 9 घंटे + 1 घंटा प्रैक्टिकल
- पनचक्कियां – 1 घंटा + 1 घंटा प्रैक्टिकल

# बिषय तालिका


अध्याय 1. नवीकरणीय ऊर्जा के स्रोत क्या है? 5

अध्याय 2. लघु जलशक्ति संयंत्र–कार्य के मूलभूत सिद्धांत 11

अध्याय 3. एसएचपी का कार्य 13

अध्याय 4. लघु पनबिजली संयंत्र में विद्युत और यांत्रिक उपकरण 17

अध्याय 5. शीर्ष और प्रवाह का मापन 32

अध्याय 6. विद्युत जनन 39

अध्याय 7. एसएचपी के उपयोग का आर्थिक पक्ष 45

अध्याय 8. पनचक्कियों 47

परिशिष्ट

परिशिष्ट 1. अपना जल परियोजना क्षेत्र विकसित करना 57

परिशिष्ट 2. डाइवर्जन प्रणालियां (खुली या बंद) 58

परिशिष्ट 3. सही टर्बाइन का चयन 60

परिशिष्ट 4. पाइप का चुनाव 61

परिशिष्ट 5. अन्य पाइप लाइन घर्षण क्षतियां 63

परिशिष्ट 6. खुली डाइवर्जन नहर की योजना बनाना 64

परिशिष्ट 7. रूपांतरण कारक 65

परिशिष्ट 8. फार्मूले और रूपांतरण कारक 66

परिशिष्ट 9. आधारभूत जल विद्युत शब्दावली 67

# अध्याय 1.
# नवीकरणीय ऊर्जा के स्रोत क्या है ?

**समयः** 30 मिनट

**पद्धतिः** लेक्चर (व्याख्यान)

## 1.1 विश्व और भारत में नवीकरणीय ऊर्जा

नवीकरणीय ऊर्जा उस ऊर्जा को कहते हैं जो हमें प्राकृतिक संसाधनों से प्राप्त होती है (जैसे कि सूर्य का प्रकाश, हवा, वर्षा, लहरें और भूतापीय (जिओथर्मल) गरमी)। इन संसाधनों का नवीकरण होता है (प्राकृतिक रूप से फिर से इनकी भरपाई हो जाती है यानी ये समाप्त नहीं होते)। वर्ष 2006 में, विश्व के अंतिम ऊर्जा उपयोग का 18 प्रतिशत नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से प्राप्त हुआ था जिसमें 13 से प्रतिशत जैवराशि (बायोमास) से (जैसे कि लकड़ी जलाने से) प्राप्त हुआ। पनबिजली अगला सबसे बड़ा नवीकरणीय स्रोत है जो भूमंडलीय ऊर्जा उपयोग का 3 प्रतिशत और भूमंडलीय विद्युत उत्पादन का 15 प्रतिशत है।

पवन बिजली 30 प्रतिशत की वार्षिक दर से बढ़ रही है और 2008 में इसकी स्थापित क्षमता 121,000 मैगावाट थी। इसका यूरोपीय देशों और अमेरिका में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। 2008 में फोटोवोल्टीय उद्योग का वार्षिक विनिर्माण उत्पादन 6,900 मैगावाट था। और फोटोवोल्टीय विद्युत केंद्र जर्मनी और स्पेन में काफी लोकप्रिय हैं। अमेरिका और स्पेन में सौरतापीय विद्युत केंद्र कार्य करते हैं और इनमें से सबसे बड़ा मोजावे रेगिस्तान में स्थित 354 मैगावाट का एसईजीएस विद्युत संयंत्र है। विश्व का सबसे बड़ा भूतापीय विद्युत संयंत्र केलिफोर्निया–स्थित गेसर्स है जिसकी क्षमता 750 मैगावाट आंकी गई है। विश्व का सबसे बड़ा नवीकरणीय ऊर्जा कार्यक्रम ब्राजील में है जो गन्ने से इथानोल ईंधन का उत्पादन करता है और अब इससे ब्राजील को ऑटोमोटिव ईंधन का 18 प्रतिशत इथानोल से प्राप्त होता है।

इथानोल ईंधन अमेरिका में भी व्यापक रूप से उपलब्ध है। जहां अधिकतर नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाएं व्यापक पैमाने की हैं, वहीं नवीकरणीय ऊर्जा की प्रौद्योगिकियां छोटे ग्रिडों के भी उपयुक्त होती हैं – खासकर ग्रामीण और दूरदराज के इलाकों में जहां ऊर्जा मानव विकास के लिए अक्सर बहुत महत्व रखती है। विश्व में परिवारों द्वारा सौर ऊर्जा स्वामित्व की दर केन्या की है। यहां लगभग 30,000 छोटी (20–100 वाट वाली) सौर विद्युत प्रणालियों की हर वर्ष बिक्री होती है।

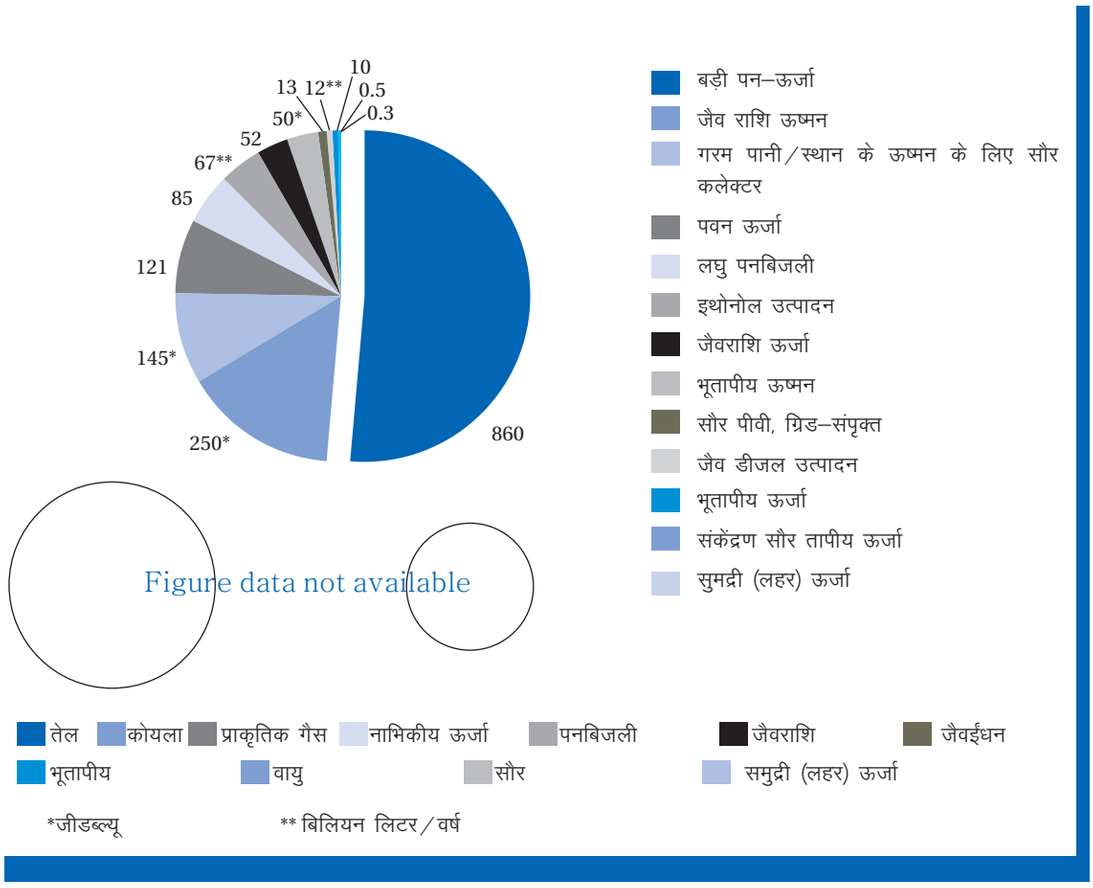
कुछ नवीकरणीय प्रौद्योगिकियों की यह कह कर आलोचना की जाती है कि वे रुक–रुक कर ही प्रयोग में लाई जा सकती हैं और दिखने में अच्छी नहीं लगती, फिर भी नवीकरणीय ऊर्जा का बाजार बढ़ता जा रहा है। मौसम–परिवर्तन की चिंताओं और साथ ही तेल की ऊंची कीमतों के चलते नवीकरणीय ऊर्जा संबंध कानूनों, प्रोत्साइनों और साथ ही व्यवसायीकरण में वृद्धि हो रही है। नये सरकारी व्ययों, नियम–कानूनों और नीतियों की मदद से 2009 के आर्थिक संकट को इस उद्योग ने अन्य उद्योगों की तुलना में बेहतर ढंग से झेला है।

**Figure 1.1 Renewable energy, end of 2008 (GW)**

भारत की विद्युत आवश्यकता वर्ष 2010 तक अनुमानतः 240,000 मैगावाट पर पहुंच जाएगी। यह 20,000 मैगावाट प्रति वर्ष की दर से होने वाली वृद्धि है। इसीलिए ऊर्जा के अन्य स्रोतों का उपयोग करना अत्यंत महत्वपर्ण हो गया है। दसवीं योजना के पहले तीन वर्षों के दौरान कमीशन की गई अतिरिक्त ग्रिड – आधारित नवीकरणीय विद्युत क्षमता का 18 प्रतिशत नवीकरणीय स्रोतों से प्राप्त हुआ था।

वायु, लघु जल स्रोतो और जैवराशि से विद्युत–जनन की भारत की क्षमता अनुमानतः 80,000 मैगावाट आंकी गई है। भविष्य में लगभग हर पांच वर्षों में नवीकरणीय विद्युत क्षमता के दुगुना होने की संभावना है। वर्ष 2012 तक नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत लगभग 20,000 मैगावाट का योगदान करेंगे। कुछ स्रोतों के आकलन के अनुसार भारत में नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में अब तक 7.5 अरब डालर का निवेश किया जा चुका है। इसमें से 90 प्रतिशत निवेश निजी क्षेत्र द्वारा किया गया है।

**चित्र 1.1: 2008 के अंत तक नवीकरणीय ऊर्जा (जीडब्ल्यू)**




*स्रोतः आरईएन 21, विकीपीडिया*

## 1.2 जलशक्ति द्वारा विद्युत उत्पादन

विद्युत जनन करने वाले नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों में से सबसे अधिक उपयोग जल शक्ति का किया जाता है। यह ऊर्जा का सबसे पुराना स्रोत है और हजारों साल पहले अन्न पीसने जैसे कार्यों के लिए पैडल चक्रों को चलाने हेतु इसका उपयोग किया जाता था।

**जल शक्ति कैसे कार्य करती है?**

लघु पनबिजली संयंत्र के कार्य को समझने के लिए जल चक्र को समझना आवश्यक है। जल चक्र इस प्रकार कार्य करता है:

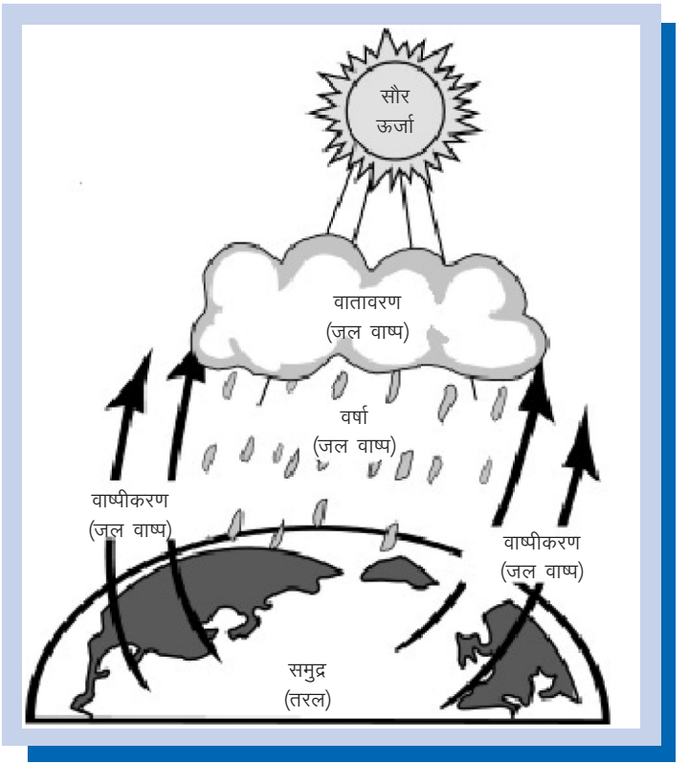
सौर ऊर्जा सतह पर मौजूद पानी को गरम करती है जिससे वह पुनः वाष्पित हो जाता है। यह जल पाष्प बादलों के रूप में सघन होता है और फिर पानी की बूंदों के रूप में वापस सतह पर गिरता है। जल नदियों के माध्यम से फिर से समुद्र में बह जाता है, जहां वह वाष्पित होता है और इस तरह यह चक्र फिर से आरंभ हो जाता है।

बहते जल को निर्देशित करने, काम में लाने और उसका प्रणालन करने से यांत्रिक ऊर्जा पैदा होती है। बहते हुए जल में उपलब्ध ऊर्जा उसे प्रवाह और अवपात पर निर्भर करती है। नर्मदा और गंगा जैसी तेजी से बहने वाली बड़ी नदियों के प्रवाह में काफी अधिक ऊर्जा होती है। उसी तरह किसी ऊंचे स्थान से तेजी से गिरते जल में भी काफी ऊर्जा होती है। इन दोनों की स्थितियों में पानी एक पाइप या जल कपाट (पेनस्टॉक) के से होकर बहता है और फिर टर्बाइन की पत्तियों पर जोर से गिर कर उन्हें घुमाता है जिससे जेनेरेटर घूमने लगता है और विद्युत पैदा होती है। बहते पानी वाली प्रणाली में, लहर की ताकत आवश्यक दबाव डालती है, जबकि भंडारण प्रणाली में बांध द्वारा बनाये गये जलाशयों में पानी एकत्र होता है और उसे तब छोड़ा जाता है जब बिजली की मांग अधिक होती है। इस बीच इन जलाशयों या झीलों का उपयोग नौकावाहन या मछली पकड़ने के लिए किया जाता है और अक्सर बांधों के परे नदियां राफ्टिंग और कायेकिंग का अवसर प्रदान करती हैं।

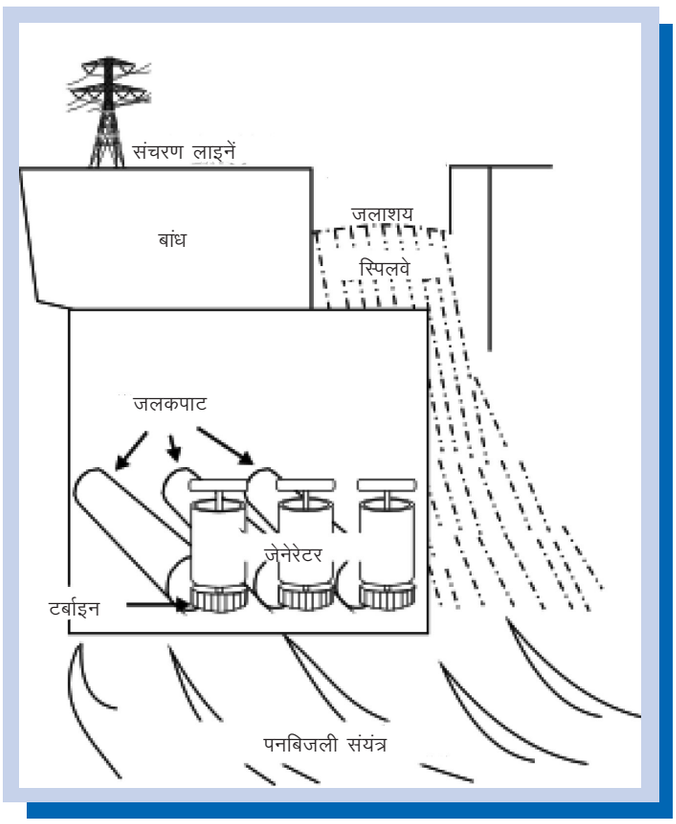
## 1.3 जल शक्ति और पर्यावरण

कुछ लोग जल शक्ति को विद्युत जनन के लिए आदर्श ईंधन मानते हैं क्योंकि विद्युत–जनन के लिए प्रयुक्त गैर–नवीकरणीय ईंधनों के विपरीत यह लगभग बिना लागत के उपलब्ध होता है और इससे कचरा नहीं होता। इसके साथ ही इससे जल और

**चित्र 1.2: जल चक्र**




**चित्र 1.3: पनबिजली कैसे काम करती है**



वायु का प्रदूषण नहीं होता। किंतु इसकी आलोचना इसलिए की जाती है कि यह प्राकृतिक पर्यावासों को प्रभावित कर पर्यावरण को बदलता है। उदाहरण के लिए, नर्मदा नदी परियोजना की वजह से एक जन आंदोलन खड़ा हो गया था जिसने भारत सरकार पर बांध की ऊंचाई कम करने के लिए दबाव डाला ताकि कम क्षेत्र पानी के नीचे डूबे। किंतु अपने पाठ्यक्रम के इस भाग में हम लघु पनबिजली परियोजनाओं की बात कर रहे हैं जिनका पर्यावरण और आसपास के लोगों पर कम से कम प्रभाव पड़ता है।

भारत की 40 प्रतिशत जनसंख्या को बिजली उपलब्ध नहीं है और ग्रामीण क्षेत्रों में 24 घंटे बिजली उपलब्ध कराना एक बड़ी चुनौती है। भारत सरकार ने अपनी ऊर्जा जरूरतों को पूरा करने के लिए नाभिकीय से लेकर नवीकरणीय ऊर्जा तक अनेक तरीकों पर विचार किया है।

राष्ट्रीय विद्युत नीति में यह परिकल्पना की गई है कि वर्ष 2012 तक विद्युत की प्रति व्यक्ति उपलब्धता को 1,000 किलोवाट तक बढ़ाया जाएगा। इसे उपलब्ध करने के लिए सरकार 2012 के अंत तक 78,577 मैगावाट की अतिरिक्त क्षमता की अपेक्षा कर रही है। यह ऊर्जा–

- 16,,553 मैगावाट जल शक्ति से
- 58,000 मैगावाट तापीय, और
- 3,380 मैगावाट नाभिकीय ऊर्जा से प्राप्त की जाएगी।

हालांकि भारत के पास हवा, लघु जल, जैवराशि और सौर ऊर्जा जैसे अपारंपरिक स्रोतों से ऊर्जा उत्पादन की अच्छी क्षमता है, पर बल अभी भी तापीय ऊर्जा स्रोतों पर दिया जा रहा है। इस समय भारत में विद्युत ऊर्जा की कुल कमी 7.3 प्रतिशत और पीकिंग (अर्थात् उच्चतम समय पर) कमी 11 प्रतिशत है।

## 1.4 जल ऊर्जा के विकल्प

वर्ष 2005 की राष्ट्रीय विद्युत नीति में निम्नलिखित लक्ष्य निर्धारित किये गये हैं:

- सभी परिवारों को बिजली उपलब्ध कराने का प्रावधान,
- वर्ष 2012 तक ऊर्जा की कमी और व्यस्ततम समय में कमी को दूर करके बिजली की मांग पूरा करना,
- पर्याप्त आरक्षित ऊर्जा उपलब्ध कराना,
- उचित दरों पर निर्भर–योग्य और गुणवत्तावूर्ण बिजली की आपूर्ति।

भारत सरकार जल–ऊर्जा को एक नवीकरणीय, कम खर्चीली, गैर–प्रदूषणकारी और पर्यावरण के अनुकूल ऊर्जा–स्रोत मानती है। संस्थापित क्षमता की दृष्टि से उपयोग की जा सकने वाली जल–विद्युत क्षमता 148,700 मैगावाट (देखें तालिका 1) आकलित की गई है। जिसमें से 30,164 मैगावाट (20.3 प्रतिशत) की क्षमता विकसित की जा चुकी है और 13,616 मैगावाट (9.2 प्रतिशत) की क्षमता निर्माणाधीन है। छोटी, लघु और सूक्ष्म जल योजनाओं की संस्थापित क्षमता 6,782 मैगावाट आकलित की गई है। इसके साथ ही 94,000 मैगावाट की सकल संस्थापित क्षमता के साथ भण्डारण योजनाओं के लिए 56 स्थलों की पहचान की गई है। सरकार 5,000 अरब रुपये की विशाल निवेश–राशि के साथ 2027 तक जल ऊर्जा की पूरी क्षमता का उपयोग करने की अपेक्षा करती है।

तालिका 1: भारत की जल शक्ति क्षमता

| नदी बेसिन | 60 प्रतिशत लोड फेक्टर पर संभावना (मैगावाट) | संभावित क्षमता (मैगावाट) |
|---|---|---|
| सिंधु बेसिन | 19,988 | 33,832 |
| ब्रह्मपुत्र बेसिन | 34,920 | 66,065 |
| गंगा बेसिन | 10,715 | 4,152 |
| केंद्रीय भारत बेसिन | 2,740 | 9,430 |
| प्रणाली | 6,149 | 14,511 |
| पूर्व की ओर बहने वाली नदी प्रणाली | 9,532 | |
| | 84,044 | 14,511 |

भारत द्वारा अपने पनबिजली उत्पादन को लगभग तिगुना करने की संभावना है।

## 1.5 लघु जल शक्तिः एक व्यावहारिक विकल्प

चित्र 1.4: हिमाचल प्रदेश में 100 किलोवाट की लघु पनबिजली परियोजना

**हिमाचल प्रदेश में 100 किलोवाट की लघु पनबिजली परियोजना*

लघु और अति लघु जल परियोजनाओं में उन दूरदराज के और पर्वतीय क्षेत्रों में – जहां विद्युत संचरण ग्रिड प्रणाली का विस्तार करना खर्चीला काम होता है – ऊर्जा प्रदान करने की क्षमता होती है। इस तथ्य को स्वीकार करते हुए भारत सरकार देश में लघु पनबिजली (एसएचपी) परियोजनाओं को प्रोत्साहन दे रही है। 1994 के बाद से व्यावसायिक एसएचपी परियोजनाएं स्थापित करने में निजी क्षेत्र के भूमिका निभाने हेतु प्रोत्साहित किया गया है। अब तक भारत के 14 राज्य निजी क्षेत्र के माध्यम से व्यावसायिक एसएचपी परियोजनाएं स्थापित करने के लिए नीतियों की घोषणा कर चुके हैं। लगभग 2,000 मैगावाट क्षमता के 760 कार्यस्थल आवंटित किये जा चुके हैं।

भारत में लघु पनबिजली परियोजनाओं की क्षमता अनुमानतः 15,000 मैगावाट है। 25 मैगावाट तक की क्षमता वाली परियोजनाओं के लिए कुल 10,071 मैगावाट क्षमता के साथ 4,233 संभावित कार्य–स्थलों की पहचान की जा चुकी है। पिछले 10–12 वर्षों में 3 मैगावाट तक की लघु विद्युत परियोजनाओं की कुल क्षमता 63 मैगावाट से 240 मैगावाट हुई है जो कि लगभग चौगुनी वृद्धि है। देश में कुल 1,423 मैगावाट की क्षमता की 25 मैगावाट स्टेशन क्षमता वाली 420 लघु पनबिजली परियोजनाएं स्थापित की गई हैं और कुल 521 मैगावाट क्षमता के साथ इस क्षमता वाली 187 परियोजनाएं निर्माणाधीन हैं।

नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय व्यावसायिक क्षेत्र में 25 मैगावाट क्षमता तक की एसएचपी परियोजनाओं की स्थापना, एसएचपी परियोजनाओं के जीर्णोद्धार और आधुनिकीकरण, सुवाह्य सूक्ष्म हाइडल सेट लगाने, पनचक्कियों के विकास/उन्नतश्रेणीकरण के लिए मृदु ऋण जैसे विभिन्न प्रोत्साहन प्रदान करता है। भारत के पास लघु जल उपकरणों की पूर्ण रेंज और प्रकारों के लिए उपयुक्त रूप से सुस्थापित विनिर्माण आधार है। इस समय भारत में लघु जल विनिर्माण के क्षेत्र में आठ विनिर्माता विनिर्माण विभिन्न प्रकार की टर्बाइनों, जेनेरेटरों, नियंत्रण उपकरणों, आदि की आपूर्ति कर रहे हैं।

एशिया विकास बैंक ने 4 एसएचपीज (4–10 मैगावाट) के साथ भारत के उत्तराखंड राज्य में पनबिजली उत्पादन कार्य शुरू कर दिया है, किंतु मनीला–आधारित क्षेत्रीय विकास बैंक का मानना है कि भारत की विशाल पनबिजली क्षमता पर्यावरण की दृष्टि से टिकाऊ और सामाजिक रूप से उत्तरदारी ढंग से देश की ऊर्जा सुरक्षा में योगदान कर सकती है। एडीबी की "भारत में पनबिजली विकास, 2007" शीर्षक रिपोर्ट भारत में पनबिजली विकास की क्षमता का आकलन करते हुए यह उजागर करती है कि जिस तरह से पनबिजली वर्ष 2012 तक बिजली उपलब्ध कराने के देश के लक्ष्य को पूरा कर सकती है। इस बात की पूरी संभावना है कि विश्व बैंक पनबिजली संयंत्रों के निर्माण में सहायता प्रदान करेगा और एशियाइ विकास बैंक परियोजना स्थलों से ग्रिड तक संचार लाइनें बिछाने में मदद करेगा।

प्रमुख नदियां के दक्षिण एशिया में अंतर्राष्ट्रीय सीमाएं पार कर जाती है, इसलिए भारत ने अंतर्राष्ट्रीय नदी प्रणालियों की जल विद्य क्षमता का उपयोग करने के लिए क्षेत्रीय सहयोग का सहारा लिया है। इस समय भारत पनबिजली के क्षेत्र में भूटान, नेपाल और म्यानमार से सहयोग कर रहा है।

# अध्याय 2.
# लघु जलशक्ति संयंत्र–कार्य के मूलभूत सिद्धांत

**समयः** 15 मिनट

**पद्धतिः** प्रस्तुतीकरण, व्याख्यान

## 2.1 लघु जलशक्ति क्या है?

लघु जलशक्ति का अर्थ है एक परिवार या छोटे से गांव को बिजली उपलब्ध कराने के लिए बहते पानी से प्राप्त होने वाली विद्युत ऊर्जा उपलब्ध कराना।

पानी का शीर्ष और प्रवाह एक सतत प्राकृतिक चक्र के अंग हैं। सूर्य समुद्रों और नदियों से नमी को ऊपर खींचता है और फिर यह नमी सघन होकर बादलों में बदलती है। फिर यह वाष्प या नमी वर्षा और हिमपात के रूप में नीचे गिरती है। यह समुद्रों और नदियों में पानी की भरपाई कर देती है। गुरुत्वाकर्षण पानी को ऊंचे स्थानों से निचले स्थानों में ले जाता है। बहते पानी की शक्ति कितनी जबर्दस्त हो सकती है यह बात नदी जल में राफ्टिंग करने वाले ही बता सकते हैं! लघु पनबिजली संयंत्र बिजली बनाने के लिए पानी की इसी शक्ति का उपयोग करता है।

जल शक्ति ऊर्जा का एक नवीकरणीय स्रोत है क्योंकि हिमपात और वर्षा से इसकी भरपाई होती रहती है। जब तक वर्षा होती रहेगी तब तक इस ऊर्जा स्रोत की कमी नहीं होगी।

**लघु जल शक्ति स्थल**

एसएचपी के लिए किसी नदी या जलधारा पर स्थित स्थल का चयन किया जाता है। इसे 'रन–आफ–रिवर' प्रणाली कहते हैं यानी बहते पानी पर एसएचपी संयंत्र लगाना। किसी भी एसएचपी स्थल के चयन के लिए दो प्रकार की जानकारी की जरूरत होती है। पहले तो उत्प्लव मार्ग अर्थात स्पिल के (अगर कोई है तो) का आकार जाने के लिए टर्बाइनों और जेनेरेटरों के स्थान और मार्ग मोड़ने के ढांचों या नहरों को बनाने के लिए पानी के प्रवाह या अधिकतम अपेक्षित जल के स्तर का पता लगाना। दूसरी जानकारी है – विद्युत शक्ति की मात्रा के उत्पादन की दृष्टि से और टर्बाइन का आकार निर्धारित करने के लिए मासिक जलधारा प्रवाह की राशि का वितरण (प्रवाह अवधि वक्र)।

## 2.2 माइक्रो हाइड्रो पावर कैसे काम करता है?

पनबिजली संयंत्र विद्युत जनन के लिए गिरते हुए पानी से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। टर्बाइन गिरते हुए पानी की ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलती है। फिर एक प्रत्यावर्तित्र (आल्टरनेटर) टर्बाइन से प्राप्त यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदल देता है। पनबिजली संयंत्र द्वारा उत्पन्न बिजली की मात्रा निम्न दो कारकों का मिलाजुला परिणाम हैः

i) **पानी कहां तक गिरता है (शीर्ष):** आम तौर पर पानी के ऊपर गिरने की दूरी उस जगह की गहराई पर या फिर बांध की ऊंचाई पर निर्भर करती है। नीचे तक पानी जितनी दूरी तय करेगा उसमें उतनी ही अधिक विद्युत होगी। दूसरे शब्दों में, पानी अगर दुगुनी दूरी से गिरेगा तो दुगुनी ऊर्जा खर्च होगी। यहां इस बात पर ध्यान देना जरूरी है कि यहां हम ऊपर से नीचे तक पानी के गिरने यानी पानी की अनुलंब दूरी की बात कर रहे हैं। 'शीर्ष' को आमतौर पर 'फुट' के रूप में नापा जाता है।

ii) **गिरने वाले जल की मात्रा (प्रवाह):** टर्बाइन में जितना अधिक पानी गिरेगा उतनी अधिक बिजली पैदा होगी। गिरने वाले उपलब्ध पानी की मात्रा स्रोत में उपलब्ध पानी की मात्रा पर निर्भर करती है। विद्युत नदी के प्रवाह से या प्रवाह राशि से सीधे–सीधे आनुपातिक होती है।

जिस नदी में अन्य नदी से दुगुना पानी बह रहा हो वह दुगुनी ऊर्जा उत्पादित कर सकती है। प्रवाह मात्रा को सामान्य रूप से "गैलन प्रति मिनट" या फिर जीपीएम के रूप में मापा जाता है।

अतः सूक्ष्म जल प्रणालियों के लिए दो प्रकार की टर्बाइनों की जरूरत पड़ती है:

**उच्च शीर्ष निम्न प्रवाह मात्रा वाले स्थलों** के लिए सबसे अच्छा विकल्प आवेग (इंपल्स) टर्बाइनें हैं। आवेग टर्बाइन द्वारा उत्पन्न बिजली पूरी तरह टर्बाइन रनरों से पानी के टकराने के वेग से पैदा होती है। यह पानी ब्लेडों पर सीधा आवेग उत्पन्न करता है, और ऐसी टर्बाइनों को 'आवेग या इंपल्स टर्बाइनें' कहा जाता है।

**निम्न शीर्ष और उच्च प्रवाह मात्रा वाले स्थलों** के लिए सबसे अच्छा विकल्प प्रतिक्रिया टर्बाइनें होती हैं। जैसा कि इसके नाम से स्पष्ट है, यह सीधे धक्के या आवेग की बजाय प्रतिक्रियाकारी शक्ति से घूमती है। टर्बाइन के ब्लेड उन पर पड़ने वाले पानी के दबाव की प्रतिक्रिया से घूमते हैं। प्रतिक्रिया टर्बाइनें 2 फुट तक कम के शीर्षों पर भी कार्य कर सकती हैं, पर इनके लिए इंपल्स टर्बाइनों से कहीं अधिक उच्चतर प्रवाह दरों का जरूरत होती है।

# अध्याय 3.
# एसएचपी का कार्य

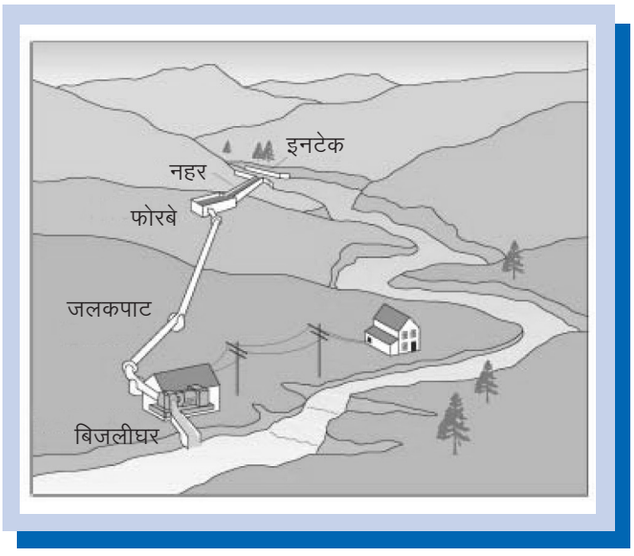
**समयः** 45 मिनट

**पद्धतिः** प्रस्तुतीकरण व्याख्यान

## 3.1 एसएचपी के मुख्य भाग

एसएचपी संयंत्र नदियों, नहरों और जलधाराओं के बहते जल में उपलब्ध शक्ति को बदल कर विद्युत या यांत्रिक शक्ति पैदा करता है। लघुविद्युत योजना का लक्ष्य जलधारा या नदी में कुछ ऊंचाई से बहते पानी की मात्रा की संभावित ऊर्जा को संयंत्र के निचले स्थान में, जहां पावरहाउस होता है, विद्युत ऊर्जा में बदलना है। (चित्र 1 क)। योजना की क्षमता प्रवाह और शीर्ष यानी ऊंचाई से समानुपातिक होती है। कोई भी भली भांति तैयार की गई एसएचपी प्रणाली अपने आस–पास के वातावरण में घुलमिल जाती है और पर्यावरण पर उसका नकारात्मक प्रभाव नहीं के बराबर होता है। एसएचपी योजनाएं मुख्यतः 'रन ऑफ दि रिवर' होती हैं।

**चित्र 3.1: लघु पनबिजली मॉडल**




'रन ऑफ दि रिवर' का यहां अर्थ नहीं कि नदी के पानी को एक जल प्रणाल या वाहन की ओर मोड़ दिया जाता है जो टर्बाइन में पानी छोड़ता है। बहता पानी टर्बाइन को घुमाता है जो बदले में शाफ्ट को घुमाती है। शाफ्ट की सचलता या गति का उपयोग पानी को पंप करने जैसी यांत्रिक प्रक्रियाओं के लिए या फिर बिजली पैदा करने हेतु आल्टरनेटर या जेनेरेटर को ऊर्जा प्रदान करने के लिए किया जा सकता है।

लघु पनबिजली संयंत्र बड़े जल संयंत्र का छोटा रूप मात्र नहीं है। सरलता, उच्च ऊर्जा इन्पुट और अधिकतम निर्भर–योग्यता की आधारभूत जरूरतों को पूरा करने के लिए विशेष उपकरण जरूरी होते हैं। चित्र 1 क और 1 ख में लघु पनबिजली (एसएचपी) योजना के मुख्य घटक दर्शाये गये हैं।

## 3.2 वीयर (बंधारा) और इनटेक (अंतर्ग्रहण)

किसी भी एसएचपी को निर्भर–योग्य और नियंत्रित तरीके से नदी से पानी खींचना होता है। पानी के स्तर को बढ़ाने और अंतर्ग्रहण के लिए सतत आपूर्ति सुनिश्चित करने के लिए वीयर या बंधारे का उपयोग किया जा सकता है। कभी–कभी बंधारा बनाने की जरूरत नहीं पड़ती क्योंकि नदी की प्राकृतिक स्थितियों के उपयोग से काम चल जाता है। इस इनटेक के लिए निम्नलिखित बातें जरू री हैं:

- वांछित प्रवाह को मोड़ना होता है;
- नदी का चरम प्रवाह इतना होना चाहिए कि बंधारे और इनटेक को क्षति पहुंचाये बिना उनसे गुजर सके।
- रख–रखाव और मरम्मत का काम कम से कम करना पड़े।
- यह बड़ी मात्रा में मिट्टी और कणों आदि को नहर में आने से रोक सके।

## 3.3 नहर

नहर इनटेक से पानी को फोरबे टैंक में ले जाती है। नहर की लम्बाई स्थानीय परिस्थितियों पर निर्भर करती है। किसी मामले में छोटे जलकपाट के साथ लंबी नहर कम खर्चीली या जरूरी होती है तो किसी अन्य स्थिति में छोटी नहर और लंबा जलकपाट बेहतर होते हैं। घर्षण कम करने और पानी के रिसाव को रोकने के लिए नहर को सीमेंट, मिट्टी या पॉलीथीन शीट से सील कर दिया जाता है। नहर का आकार और रूप लागत और कम किये गये शीर्ष के बीच सामंजस्य पर निर्भर होता है। नहर में निम्नलिखित की व्यवस्था की जाती है।

- तलछट या गाद को बिठाने वाले कुंड – इनका उद्देश्य नदी के प्रवाह से आये कणों और अवसाद को कुंड के तल पर बिठाना होता है। इस गाद को समय–समय पर बहा कर निकाला जाता है।
- उत्प्लव मार्ग – ये नहर के कुछ बिंदुओं पर अतिरिक्त प्रवाह को मोड़ देते हैं। अतिरिक्त प्रवाह बाढ़ की वजह से हो सकता है।

## 3.4 फोरबे टैंक

फोरबे टैंक नहर और जलकपाट के बीच संपर्क बनाता है। इसका मुख्य उद्देश्य जलकपाट में घुसने से पहले ही मिट्टी या कचरे के कणों को नीचे बिठाना होता है।

## 3.5 जलकपाट या पेनस्टॉक

जलकपाट के सामने भीतर आने वाले कणों, मिट्टी आदि को रोकने के लिए कचरा–जाली (चित्र 1ख) लगाई जाती है। जलकपाट एक तरह का पाइप होता है जो दबाव के साथ आ रहे पानी को फोरबे टैंक से टर्बाइन तक ले जाता है। आम तौर इन पाइपों को बनाने के लिए अनप्लास्टिफाइड पोलीविनाइल क्लोराइड (यूपीवीसी) का इस्तेमाल किया जाता है। यूपीवीसी पाइप में घर्षण को काफी कम करता है, इस पर खर्च कम आता है और अन्य सामग्री की तुलना में दबाव को झेलने में यह अधिक सक्षम होता है। परिशिष्ट 1 में यूपीवीसी और पाइप बनाने के लिए इस्तेमाल होने वाली अन्य प्रकार की सामग्री के बीच तुलना की गई है।

पाइप सामान्य तथा मानक लंबाइयों के होते हैं और इन्हें कार्य स्थल पर ही जोड़ा जाता है। पाइपों को कई प्रकार से जोड़ा जा सकता है – फ्लैंज करके या कोर लगा कर, सोकेट द्वारा, यांत्रिक रू प से या वेल्ड करके। लंबाई में अधिकतम संभव परिवर्तन करने के लिए विस्तार जोड़ों का उपयोग किया जाता है।

पेनस्टॉक पाइपों को जमीन के नीचे दबाया जा सकता है और सतह पर भी लगाया जा सकता है। यह उस स्थान के स्वरूप और पर्यावरण संबंधी पहलुओं पर निर्भर करता है। जमीन के नीचे दबाई जाने वाली पाइप लाइनें सतह से .75 मीटर नीचे होनी चाहिए ताकि वाहनों से उन्हें क्षति न पहुंचे। पर इसमें एक दिक्कत यह हो सकती है कि अगर पाइपों से पानी रिसने लगे तो उसका पता लगा कर मरम्मत करना आसान नहीं होगा। जब पाइप जमीन के ऊपर होते हैं तब दिक्कतों से बचने के लिए एंकर्स और थ्रस्ट ब्लॉक्स का उपयोग करने की जरूरत होती है।

पेनस्टॉक की दबाव–रेटिंग काफी महत्व रखती है। पाइप की दीवारें इतनी मजबूत और मोटी होनी चाहिए कि अधिकतम जल–दबाव को झेल सके। यह दाब या दबाव शीर्ष पर यानी जितनी ऊपर से पानी गिर रहा है उस पर निर्भर करता है।

## 3.6 पावरहाउस और ट्रेलरेस

पावरहाउस उस जगह को कहते हैं जहां जेनेरेटर और नियंत्रण इकाइयां होती हैं। हालांकि पावर हाउस एक सरल सा ढांचा है पर यह याद रखना जरूरी है कि इसकी बुनियाद मजबूत होनी चाहिए। टेलरेस उस नाली को कहते हैं जिसमें होकर पानी टर्बाइन से गुजरने के बाद धारा में वापस जाता है।

# अध्याय 4.
# लघु पनबिजली संयंत्र में विद्युत और यांत्रिक उपकरण

**समयः** 2 मिनट

**पद्धतिः** प्रस्तुतीकरण व्याख्यान, प्रदर्शन

## पावर हाउस (विद्युत गृह)

लघु पनबिजली योजना में पावर हाउस की भूमिका पानी की संभावित ऊर्जा को विद्युत में बदलने वाले विद्युत –यांत्रिक उपकरण के मौसम की मार से बचाना होता है। पावरहाउस का रूप और आकार का निर्धारण टुर्बो–जेनेरेटरों की संख्या, प्रकार और शक्ति, उनके विन्यास, और स्थल के भू–आकृतिविज्ञान (जिओमोर्फोलॉजी) से होता है।

जैसा कि चित्र 4.1 और 4.2 में दर्शाया गया है, पावरहाउस में निम्नलिखित उपकरण दर्शाए जाते हैंः

- प्रवेश द्वार (इनलेट गेट) और वाल्व
- टर्बाइन
- गति–वर्धक (स्पीड इंक्रीजर) – अगर जरूरी हो
- जेनेरेटर
- नियंत्रण प्रणाली
- संघनित्र (कंडेंसर), स्विचगियर
- बचाव प्रणालियां
- डीसी आपात्कालीन आपूर्ति
- विद्युत और करेंट ट्रांस्फोरमर, आदि

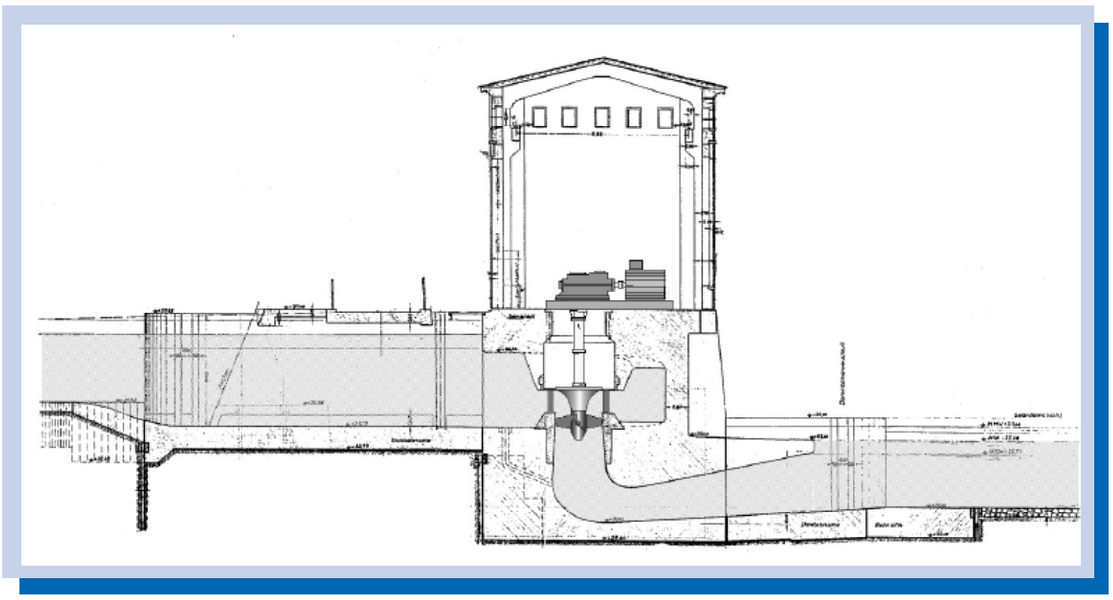
चित्र 4.1 इस चित्र मे निम्न शीर्ष योजनाओं के लिए उपयुक्त पावरहाउस को दर्शाया गया है।

## 4.1 टर्बाइनें

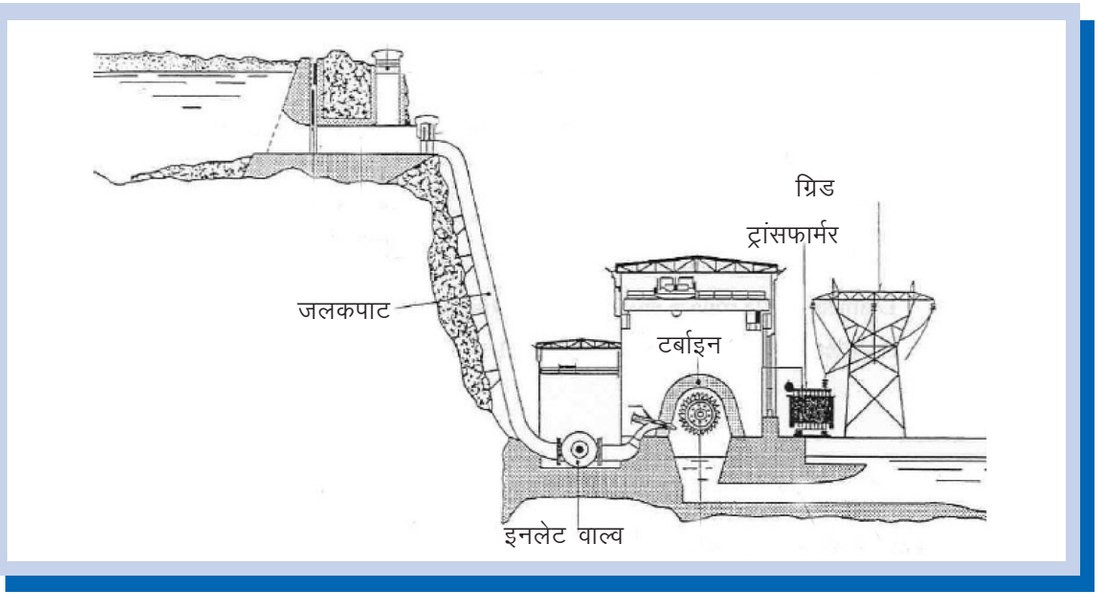
टर्बाइन इकाई में गिरते पानी के ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा या शाफ्ट ऊर्जा में बदलने वाले शाफ्ट से जुड़ा एक रनर होता है। टर्बाइन या तो सीधे–सीधे जेनेरेटर से जुड़ी होती है या गियर्स, बल्टों आदि के माध्यम से। टर्बाइन का चयन मुख्यतः शीर्ष ओर एसएचपी स्थापन के लिए तैयार प्रवाह पर निर्भर करता है। सभी टर्बाइनों की ऊर्जा–गति विशेषताएं होती है

टर्बाइनें दो प्रकार की होती हैं – इंपल्स टर्बाइने और प्रतिक्रिया टर्बाइनें

चित्र 4.1: पावर हाउस की रूपरेखा – निम्न शीर्ष



चित्र 4.2: पावर हाउस की रूपरेखा – उच्च और मध्यम शीर्ष




तालिका – 2 में यह बताया गया है कि कौन–सी टर्बाइन किस प्रकार के हैड या शीर्ष के लिए उपयोग में लाई जाती है।

### 4.1.1 इंपल्स टर्बाइनें (उच्च शीर्ष, निम्न प्रवाह वाली)

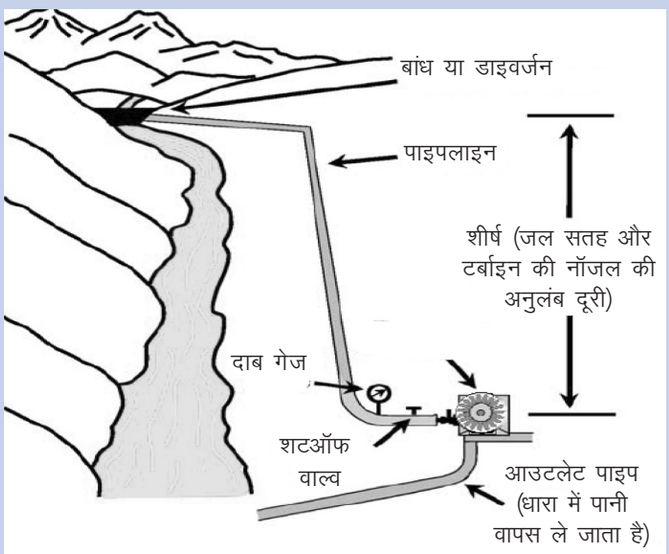
आपने बचपन में फूंकने वाली चरखी कभी से खेला हो। यह चरखी इंपल्स टर्बाइन के पीछे मौजूद सिद्धांतों का अच्छा उदाहरण है। इस चरखी को जब नली में मुंह लगा कर फूंका जाता है तब वह घूमती है। आप जितनी ही जोर से फूंकेंगे चरखी उतनी ही तेजी से घूमेगी। इंपल्स टर्बाइन भी इसी प्रकार काम करती है।

तालिका 2: पानी के समूह टर्बाइन

| टर्बाइन | उच्च शीर्ष (100 मी. से अधिक) | माध्यम शीर्ष (20–100 मी.) | निम्न शीर्ष (5–20 मी.) | अत्यधिक निम्न शीर्ष (5 मी. से कम) |
|---|---|---|---|---|
| (5–20 मी) | अल्ट्रा कम 'शीर्ष' (5 मी से कम) | | | |
| इंपल्स | पेल्टन | क्रास फ्लो दुर्गो बहु–जेट पेल्टन | क्रास फ्लो बहु–जेट पेल्टन | वाटर ह्वील |
| टुर्गो | क्रॉस फ्लो | | | |
| टुर्गो | | | | |
| मल्टी जेट पेल्टन | क्रॉस फ्लो | | | |
| मल्टी जेट पेल्टन | जलचक्र | | | |
| प्रतिक्रिया | – | फ्रान्सिस | | |
| पंप–टर्बाइन | प्रोपेलर | | | |
| कैपलन | प्रोपेलर | | | |
| कैपलन | | | | |

फर्क इतना है कि इसमें हवा की गतिज ऊर्जा का उपयोग करने की बजाय पानी की गतिज ऊर्जा का उपयोग किया जाता है। इंपल्स टर्बाइन प्रणाली में पानी को टर्बाइन के ऊपर की धारा की ओर एक पाइपलाइन में मोड़ा जाता है। इस पाइपलाइन से पानी टोंटी में आता है जो पानी के प्रवाह को संकुचित कर एक तेज धार में बदल देती है। इस तरह इंपल्स टर्बाइन को घुमाने के लिए ऊर्जा टोंटा से बहते पानी की गतिज ऊर्जा से प्राप्त की जाती है। यहां 'इंपल्स' का अर्थ है वह शक्ति जो टर्बाइन को घुमाती है और जो टर्बाइन के रनर पर पानी के प्रभाव से पैदा होती है। इससे जुड़ा हुआ आल्टरनेटर घूमता है और इस तरह पानी का यांत्रक कार्य विद्युत ऊर्जा में बदल जाता है।

चित्र 4.3: इंपल्स टर्बाइन




इंपल्स टर्बाइन के बुनियादी घटक–कैसे महत्वपूर्ण बंद पाइपलाइन निर्माण करने के लिए दबाव (ऊर्जा क्षमता) है जो गतिज ऊर्जा में टर्बाइन की नोक पर अनुवादित है।

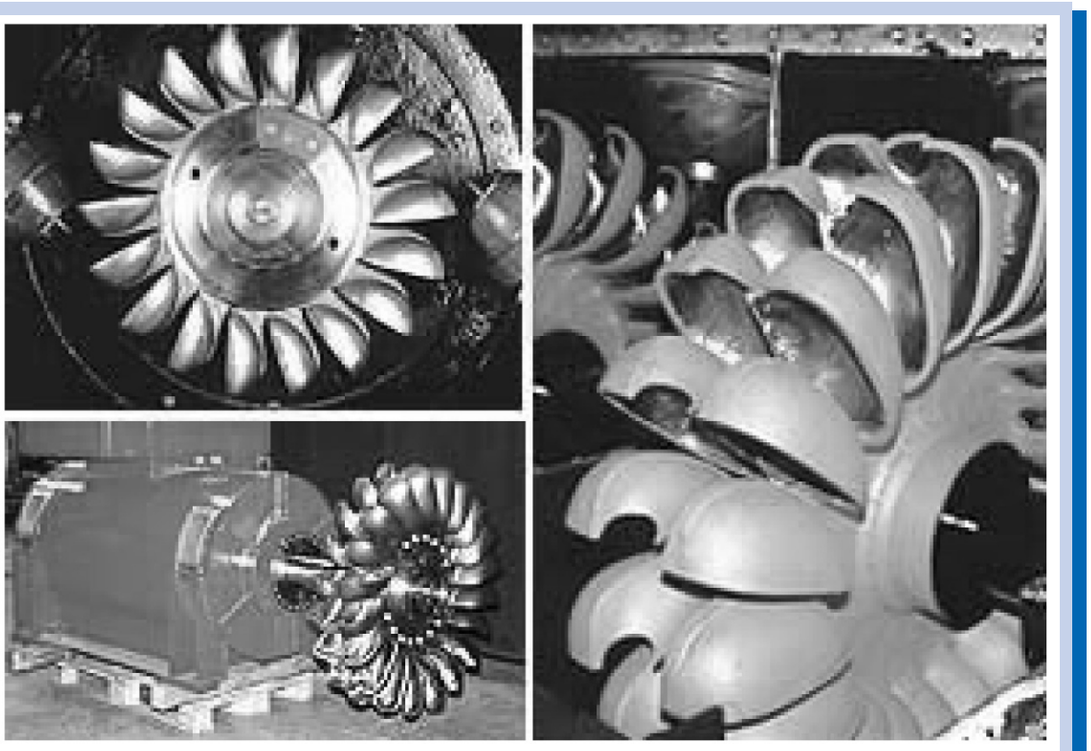
अब 25 फुट से ऊंचे शीर्षों वाले पनबिजली परियोजना स्थलों में इंपल्स टर्बाइनों का उपयोग किया जाता है। ये टर्बाइनें बहुत ही सरल प्रकर की और कम खर्चीली होती हैं। पानी का घट–बढ़ा सकता है, इसलिए टर्बाइन में पानी के प्रवाह को टोंटी के आकार को बदल कर, या एडजस्ट की जा सकने वाली टोंटियों का इस्तेमाल करके आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है।

सामान्य प्रकार की टर्बाइनें इस प्रकार हैं: पेल्टन, टुर्गो, क्रास फ्लो और वाटर ह्वील या चेन टर्बाइनें।

### 1. पेल्टन टर्बाइन

इसमें एक गोल डिस्क की परिधि में बाल्टियां लगी होती हैं। इसे एक या एक से अधिक टोंटियों से पानी की तेज धारें छोड़ कर चलाया जाता है। बाल्टी दो भागों में बंटी होती है ताकि बीच की जगह पानी की धार को हटाने में स्थान न बना रहे (चित्र 2)। निचले किनारे या अधर पर कटाव की वजह से अगली बाल्टी धार को काटने से पहले आगे चली जाती है और धार में पानी का आसान हो जाता है।

**चित्र 4.4: पेल्टन टर्बाइन**

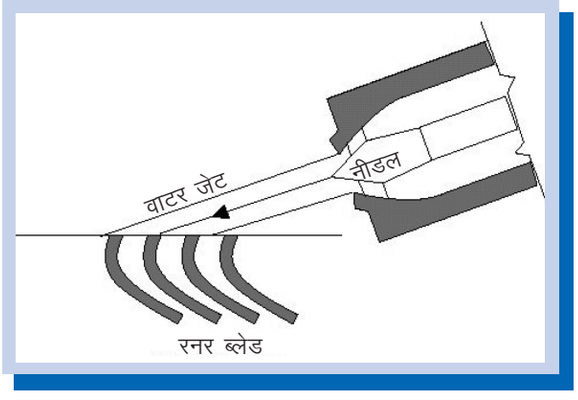


धारों की संख्या बढ़ाने पर पेल्टन टर्बाइन का उपयोग अधिक कार्यकुशलता से किया जा सकता है। इससे किसी निर्धारित प्रवाह के लिए चक्रण गति को बढ़ाना संभव होता है।

### 2. टुर्गो टर्बाइन

इन्हें अधिक विशिष्ट गति को ध्यान में रखकर तैयार किया जाता है। धारें एक ओर रनर के प्लेन पर और इसकी ओर निकासों पर पड़ती है (चित्र 3)। कुछ छोटे तीव्र रनरों के साथ टुर्गो टर्बाइनों को सीधे जेनेरेटर में बदलना संभव होता है।

**चित्र 4.5: टुर्गो टर्बाइन**



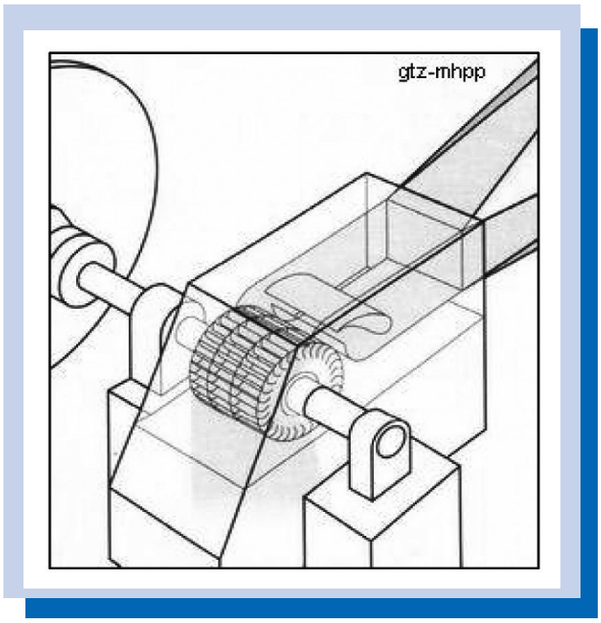

### 3. क्रॉस फ्लो टर्बाइन

इसका रनर ड्रम के आकार का होता है जिसमें बहुत से मुड़े हुए ब्लेडों द्वारा रिमों के निकट एक दूसरे से जुड़े दो समानांतर डिस्क होते हैं।

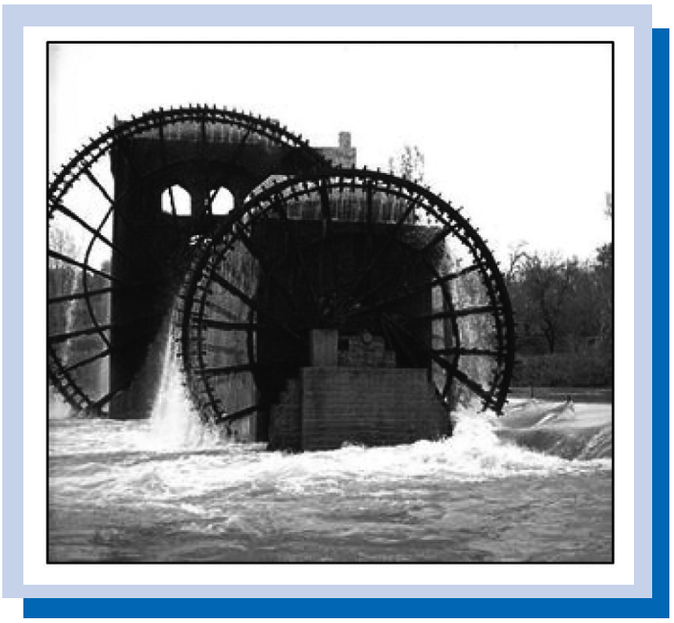
**4. वाटर ह्वील (चेन टर्बाइन)**
ये बहते और गिरते पानी की उपयोगी ऊर्जा को यांत्रिक शक्ति में बदलने के पारंपरिक साधन हैं (चित्र 5)।

**4.1.2 प्रतिक्रिया टर्बाइनें** (निम्न शीर्ष, उच्च प्रवाह)

**चित्र 4.6: क्रॉस फ्लो टर्बाइन**




**चित्र 4.7: जल चक्र**



जैसा कि नाम से स्पष्ट है, प्रतिक्रिया टर्बाइन, प्रतिक्रियाकारी शक्ति से चलती है, न कि तीव्र दबाव या आवेग से। प्रतिक्रिया टर्बाइनों में टोंटियां नहीं होतीं, इसके बदले रनर की परिधि से त्रिज्यीय (रेडियली) रूप से उभरे ब्लेडों को लगाया जाता है। ताकि ब्लेडों के बीच के स्थानों में टोंटियों के आकार के रूप में इनक्रास सेक्शन (अनुप्रथ काट) वाले क्षेत्र हों।

आप टोंटी के ब्लेडों से उत्पन्न प्रक्रिया शक्ति को दर्शाने के लिए एक गुब्बारे का उपयोग कर सकते हैं। एक गुब्बारा फुलाइये और फिर उसे हवा में छोड़ दीजिए। हवा गुब्बारे के छेद से तेजी से बाहर आयेगी और गुब्बारा विपरीत दिशा में छिटक जाएगा।

जब गुब्बारे मे हवा भरी जाती है तो उसके भीतर वायु का दाबव बढ़ता है जिसमें संभावित ऊर्जा होती है। जब आप हवा को निकलने देते हैं तो वह छोटे से छेद से होकर बाहर निकलती है। यह संभावित ऊर्जा से गतिज ऊर्जा में बदलाव को दर्शाता है। गुब्बारे को गति को तेज करने के लिए हवा पर लगाई गई शक्ति विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया के प्रभाव का परिणाम है। प्रतिक्रियाकारी शक्ति गुब्बारे को हवा के माध्यम से आगे धकेलती है।

आप सोचते होंगे कि गुब्बारे को आगे को ले जाने वाली शक्ति कमरे में मौजूद हवा के विरुद्ध हवा से छोटे छेद से तेजी से बाहर निकलने के कारण उत्पन्न होती है। पर ऐसा नहीं है। यह गुब्बारे के छेद से बाहर निकलती हवा की शक्ति की प्रतिक्रिया है जो गुब्बारे को आगे धकेलती है।

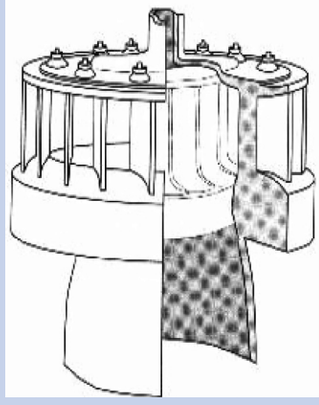
प्रतिक्रिया टर्बाइन के भी वे सभी फायदे हैं जो इंपल्स प्रकार की टर्बाइन के फायदे होते हैं। पर साथ ही इसकी गति धीमी होती है, और कार्यक्षमता अधिक होती है। किंतु प्रतिक्रिया टर्बाइन के लिए इंपल्स टर्बाइन से कहीं अधिक उच्चतर प्रवाह दर की जरूरत होती है।

एक प्रतिक्रिया टर्बाइन रनर जिसके साथ बाहरी गाइड वैन्स हैं जो पानी के प्रवाह को रनर के ब्लेडों में प्रवाहित करती हैं–चित्र 4.7

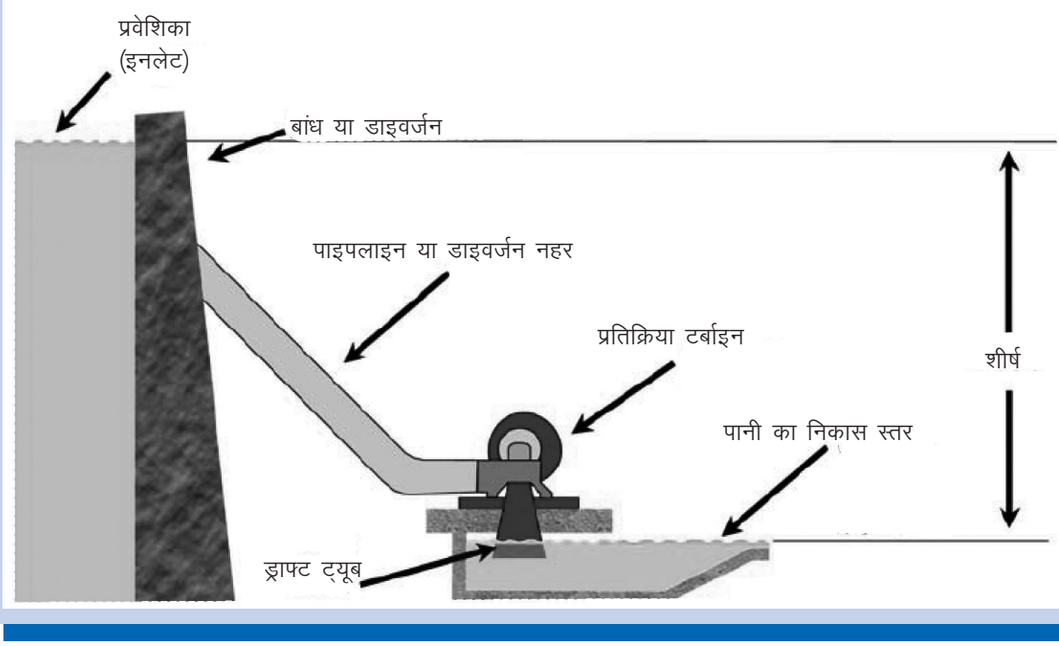
एक कंबिनेशन डाइवर्जन प्रणाली के साथ प्रतिक्रिया टर्बाइन प्रणाली के घटकों को दर्शाने वाला डायग्राम–चित्र 4.8

प्रतिक्रिया टर्बाइनें चार प्रकार की होती हैं:

**चित्र 4.8: प्रतिक्रिया टर्बाइन रनर**



**चित्र 4.9: प्रतिक्रिया टर्बाइन**




### 1. फ्रैंसिस टर्बाइन

यह या तो वलित (वोल्यूट) आवरण वाली या खुली अवनालिका (फ्यूम) वाली मशीन होती है। इसमें रनर ब्लेड्स पानी को इस प्रकार से निर्देशित करते हैं कि वह रनर के केंद्र से अक्षीय रूप से (एक्सियली) बाहर निकल जाता है। इस तरह ड्राफ्ट ट्यूब को छोड़ने से पहले पानी अपनी अधिकतर दाब ऊर्जा रनर को प्रदान करता है।

### 2. प्रोपेलन टर्बाइन

इसमें जलकपाट पाइप के भीतर एक प्रोपेलर फिट किया जाता है। टर्बाइन का शॉफ्ट उस स्थान पर पानी से बाहर निकलता है जहां पाइप अपनी दिशा बदलता है। इसे फिक्स्ड ब्लेड अक्षीय प्रवाहवाली टर्बाइन भी कहते हैं क्योंकि रोटर की ढाल के कोण को बदला नहीं जा सकता।

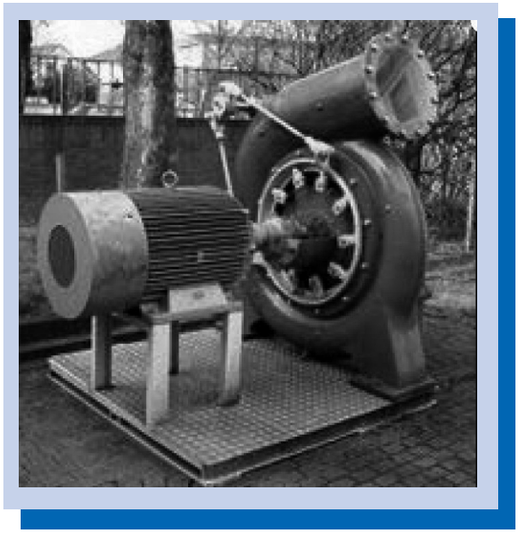
### 3. कप्लान टर्बाइन

यह प्रोपेलर के प्रकार की टर्बाइन है जिसके ब्लेडों को एडजस्ट किया जा सकता है।

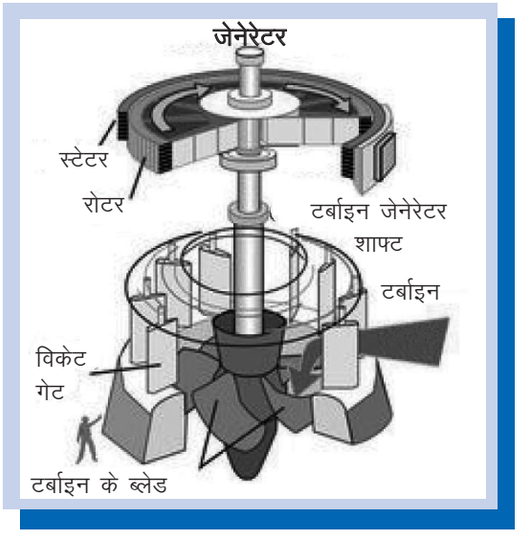
### 4. विपरीत पंप टर्बाइन

केंद्रापसारी (सेंट्रिफ्यूगल) पंपों का, उनके माध्यम से विपरीत रूप में पानी को प्रवाहित करके, टर्बाइनों के रूप में उपयोग किया जा सकता है। इस समय इन पंपों को टर्बाइनों के रूप में कार्य करने हेतु सक्षम बनाने हेतु शोध किया जा रहा है।

**चित्र 4.10: फ्रैंसिस टर्बाइन**



**चित्र 4.10: कप्लान टर्बाइन**




इंपल्स टर्बाइनें आमतौर पर प्रतिक्रिया टर्बाइनों से सस्ती होती हैं। ये एसएचपी प्रयोज्यों के लिए प्रतिक्रिया टर्बाइनों की तुलना में सामान्यतः अधिक उपयुक्त होती है क्योंकि उनमें –

- इनमें रेत और पानी के अन्य कणों को सहने की अधिक क्षमता होती है;
- इनके कार्य – हिस्सों तक अधिक बेहतर ढंग से पहुंचा जा सकता है;
- इनका निर्माण और रख–रखाव अधिक आसान होता है; और
- इनमें बेहतर अंश–प्रवाह की कार्यक्षमता होती है।

इसका लाभ यह है कि इस पर कम लागत आती है और इसके पुर्जे आसानी से उपलब्ध हो जाते हैं।

## 4.3 ड्राइव प्रणालियां

चालन प्रणाली विद्युत को टर्बाइन शाफ्ट से जेनेरेटर शाफ्ट में संचरित करती है। टर्बाइन की गति के जेनेरेटर की आवश्यक गति से भिन्न होने पर यह घूर्णनात्मक गति को एक शाफ्ट से दूसरे शाफ्ट में बदलने का कार्य भी करती है। एसएचपी चालन प्रणाली के लिए निम्न बातों पर विचार किया जा सकता है:

- प्रत्यक्ष चालन
- सपाट पट्टा और घिरनी
- वी या वेज पट्टा और घिरनियां
- श्रंखला और दांतेदार पट्टियां
- गियरबॉक्स

इंपल्स टर्बाइनों के साथ एक दिक्कत यह है कि निम्न शीर्ष वाले स्थलों के लिए वे अधिकतर अनुपयुक्त होती हैं।

## 4.4 जेनेरेटर

ये टर्बाइन द्वारा पैदा की गई यांत्रिक (चक्रीय) ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलते हैं। जेनेरेटर के कार्य का मूल सिद्धांत यह है कि जब कॉइल चुम्बकीय क्षेत्र में जाती है तो वह वोल्टेज को प्रेरित करती है। हालांकि सबसे पुरानी पनबिजली प्रणालियों में सीधे करेंट का उपयोग होता था पर आजकल सामान्य रूप से तीन फेज वाले आल्टनेटिंग करेंट जेनेरेटर का उपयोग किया जाता है।

- **समक्रमिक जेनेरेटरः** इन जेनेरेटरों में ग्रिड से जेनेरेटर को जोड़ने से पहले आउटपुट वोल्टेज को नियंत्रित करने के लिए वोल्टेज के साथ डीसी इलैक्ट्रिक या स्थायी चुंबक उत्तेजन प्रणाली (चक्रीय या स्थिर) लगी होती है। जब जेनेरेटर ग्रिड से जोड़ा जाता है तब ये पावर प्रणाली के लिए आवश्यक प्रतिक्रियाकारी ऊर्जा की आपूर्ति करते हैं। समक्रमिक जेनेरेटर ग्रिड से अलग होकर संचालित हो सकते हैं और बिजली पैदा कर सकते हैं क्योंकि उत्तेजन ग्रिड पर निर्भर नहीं होता।
- **असमक्रमिक जेनेरेटरः** ये सरल सी इंडक्शन मोटरें होती है जिनमें वोल्टेज का नियमन करने की कोई संभावना नहीं होती और इनके चलने की गति सीधे–सीधे सिस्टम की फ्रिंक्वेंसी से जुड़ी होती है। ये अपना उत्तेजन करेंट ग्रिड से प्राप्त करते हैं और स्वयं अपने चुंबकत्व से प्रतिक्रियात्मक ऊर्जा को अवशोषित करते हैं। अवशोषित प्रतिक्रियाकारी ऊर्जा की प्रतिपूर्ति कैपसिटरों को जोड़ कर की जा सकती है। जब वे ग्रिड से जुड़े नहीं होते तब वे जेनेरेट नहीं कर सकते क्योंकि वे अपना उत्तेजन करेंट प्रदान नहीं कर सकते। किंतु उनका उपयोग सस्ते समाधान के रूप में छोटे और अलग प्रयोज्यों में तब किया जा सकता है जब बिजली की आवश्यक मात्रा अधिक नहीं होती।

एक मैगावाट से कम की स्थिति में समक्रमिक जेनेरेटर असमक्रमिक जेनेरेटर से ज्यादा महंगे पड़ते हैं और ऐसी पावर प्रणालियों में उपयोग में लाये जाते हैं जहां जेनेरेटर की आउटपुट पावर प्रणाली लोड के एक बड़े अनुपात का प्रतिनिधित्व करती है। असमक्रमिक जेनेरेटर सस्ते होते हैं और स्थिर ग्रिडों में उपयोग में लाये जाते हैं जहां आउटपुट पावर प्रणाली लोड का एक छोटा–सा हिस्सा होती है। किसी भी 100 किलोवाट वाली मशीन के लिए कार्यक्षमता 95 प्रतिशत होनी चाहिए। समक्रमिक जेनेरेटरों की कार्यक्षमताएं थोड़ी अधिक होती हैं। सामान्य रूप से जब पावर कुछ एमवी अधिक हो जाती है तब समक्रमिक जेनेरेटरों का उपयोग किया जाता है।

हाल ही में, 'परिवर्ती गति स्थिर–फ्रीक्वेंसी' प्रणालियां (VSG) उपलब्ध हुई हैं जिनमें टर्बाइन की गति को कम–ज्यादा होने दिया जाता है, जबकि वोल्टेज और फ्रीक्वेंसी को स्थिर रखा जाता है। डीसी लिंक द्वारा जेनेरेटर को ग्रिड से जोड़ने वाला फ्रीक्वेंसी कनवर्टर जेनेरेटरों के घूमने से पहले ही ग्रिड से 'समक्रमिक' हो सकता है। इस पद्धति का उपयोग कार्य–प्रदर्शन से सुधार लाने और लागत को कम

करने के लिए किया जाता है। किंतु दोहरे विनियमित कापलान टर्बाइन की तुलना में ऊर्जा उत्पादन को बढ़ाना भी संभव नहीं है। किंतु कई स्थितियों में परिवर्ती गति संचालन को उपयुक्त माना जाता है; उदाहरण के लिए तब जब शीर्ष में काफी अंतर आता हो।

जेनेरेटर का आपरेटिंग वोल्टेज पावर के साथ बढ़ता जाता है। 400 वी या 690 वी के मानक जेनेरेटर वोल्टेज मानक डिस्ट्रीब्यूटर ट्रांस्फार्मरों के उपयोग को सुगम बनाते हैं। कुछ एमवीए के जेनेरेटर को आम तौर पर कुछ केवी तक के उच्चतर आपरेटिंग वोल्टेजों के लिए तैयार किया जाता है और एक कस्टमाइज्ड ट्रांस्फार्मर का उपयोग करके इन्हें ग्रिड से जोड़ा जाता है। इस स्थिति में विद्युत संयंत्र की सहायक विद्युत आपूर्ति के लिए एक अलग ट्रांस्फार्मर – एचटी/एलटी – की जरूरत होती है।

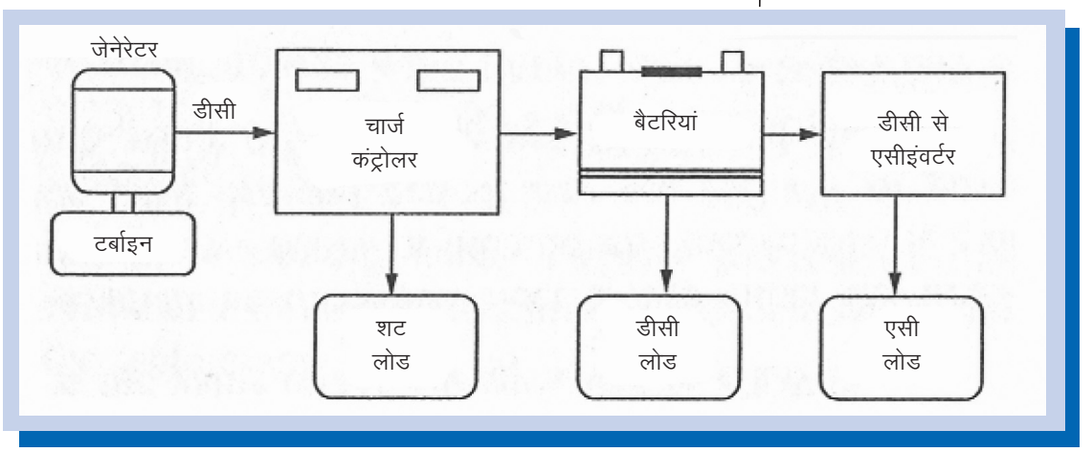
विद्युत शक्ति का उत्पादन या तो एसी या फिर डीसी (सीधा करेंट) के रूप में किया जा सकता है। एसी को सीधे–सीधे घरों में इस्तेमाल होने वाले उपकरणों से जोड़ा जा सकता है और यह घरों में विद्युत संचरित करने के लिए अधिक किफायती होता है। डीसी का उपयोग दो तरीकों से किया जा सकता है – या तो सीधे डीसी के रूप में या फिर इंवर्टर के उपयोग द्वारा इसे एसी में बदल कर। डीसी का मुख्य लाभ है – बैटरी स्टोरेज में आसानी। एसएचपी में आम तौर पर लेड–एसिड गहन चक्र बैटरियों का उपयोग किया जाता है।

## 4.5 नियंत्रक या कंट्रोलर

लेड–एसिड बैटरियों वाली एसएचपी प्रणालियों को ओवरचार्ज और ओवरडिस्चार्ज से बचाने की जरूरत होती। ओवरचार्ज कंट्रोलर बैटरियों के एक निश्चित स्तर पहुंच जाने के बाद पावर को सहायक या शंट लोड की ओर पुनर्निर्देशित कर देते हैं (चित्र 4.12)। इसमें जेनेरेटर का अत्यधिक गति या अत्यधिक वोल्टेज की समस्या से बचाव होता है। ओवरडिस्चार्ज नियंत्रण के अंतर्गत वोल्टेज के एक निश्चित स्तर से कम हो जाने पर बैटरियों से लोड को अलग कर दिया जाता है।

पिछले दो दशकों में ऐसे विद्युत लोड नियंत्रक (टीएलसीज) तैयार किये गये हैं जिन्होंने आधुनिक एसएचपी प्रणाली की सरलता और निर्भर–योग्यता को बढ़ाया है। ईएलसी एसएचपी प्रणालियों की आउटपुट पावर को विनियमित करने के लिए तैयार किया गया इलैक्ट्रानिक उपकरण है। टर्बाइन पर

**चित्र 4.12: एक बैट्री आधारित छोटी हाइड्रो एक इलेक्ट्रिकल सिस्टम के ब्लॉक आरेख**



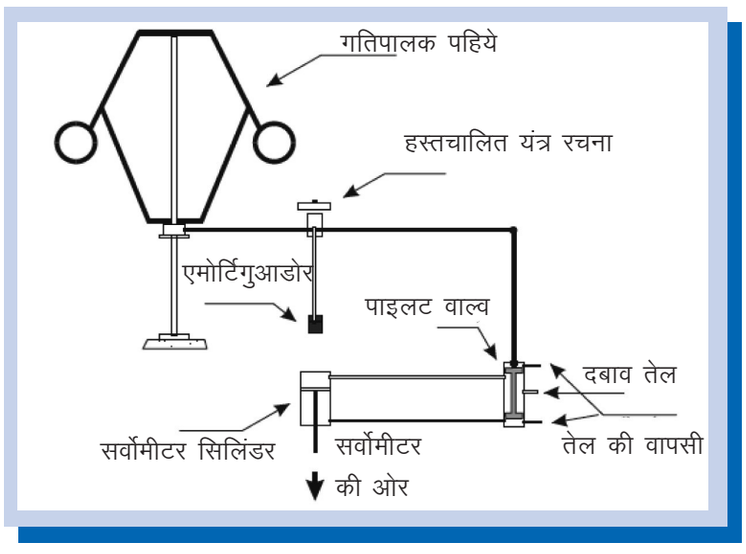
लगभग सतत लोड बनाये रखने से स्थिर वोल्टेज और फ्रीक्वेंसी प्राप्त होती है। नियंत्रक या कंट्रोलर प्रतिरोधी (रेसिस्टिव) लोड में – जिसे सामान्यतः बालास्ट या डंप लोड के रूप में जाना जाता है – अपव्यय हुई पावर की राशि को स्वचालित रूप से कम –ज्यादा करके मुख्य लोड में आये अंतर की भरपाई करता है। इसका उद्देश्य जेनेरेटर और टर्बाइन पर कुल लोड को स्थिर रखना है। बालास्ट लोड्स के रूप में वाटर हीटरों का उपयोग किया जाता है। ईएलसी लगातार पैदा हुई फ्रीक्वेंसी का पता लगाता है और उसे नियंत्रित करता है। फ्रीक्वेंसी टर्बाइन की गति से सीधे समानुपातिक होती है। ईएलसीज का मुख्य लाभ यह है कि उनके गतिशील हिस्से नहीं होते, वे निर्भर–योग्य होते हैं और उनके रख–रखाव पर लगभग कुछ भी खर्च नहीं करना पड़ता है।

## 4.6 गवर्नर या गति–नियंत्रक

गवर्नर अनेक युक्तियों और यंत्रों का मिलाजुला रूप है जो गति–विचलन का पता लगाता है और इसे नियमन मोटर (सर्वोमोटर) में बदलाव में रूपांतरित करता है। एक गति–संवेदी तत्व निर्धारित बिंदु से विचलन का पता लगाता है। इस विचलन संकेत को टर्बाइन में जल प्रवाह को नियंत्रित करने वाले जलीय या विद्युत परिचालक (एक्टुएटर) को उत्तेजित करने के लिए परिवर्तित और प्रवर्धित किया जाता है। फ्रैंसिस टर्बाइन में – जहां जल प्रवाह कम होता है – विकेट गेटों को घूर्णित करना पड़ता है। इस स्थिति में जलीय और घर्षणात्मक शक्तियों की कठिनाई को दूर करने के लिए और विकेट गेटों को आधी बंद स्थिति में रखने या पूरी तरह बंद करने के लिए एक शक्तिशाली गति–नियंत्रण या गवर्नर की जरूरत होती है।

पुरानी पद्धति के पूरी तरह यांत्रिक गवर्नरों से लेकर यांत्रिक–जलचालित और विद्युत जलचालित तथा यांत्रिक–विद्युत गर्वनर तक उपलब्ध है। पूरी तरह से यांत्रिक गवर्नर का उपयोग बहुत छोटी टर्बाइनों के लिए किया जाता है क्योंकि इनके कंट्रोल वाल्क को संचालित करना आसान होता है और किसी बड़े प्रयास की जरूरत नहीं होती। इन गवर्नरों में टर्बाइन शाफ्ट द्वारा चालित फ्लाईबाल मास कार्य–विधि का उपयोग किया जाता है। इनकी आउटपुट सीधे–सीधे टर्बाइन के प्रवेश स्थल पर स्थित वाल्व को चालित करती है।

**चित्र 4.13: स्पीड गवर्नर**



## 4.7 गति वर्धक

जब टर्बाइन और जेनेरेटर एक ही गति से काम करते हैं और उन्हें इस तरह से रखा जा सकता है कि उनके शाफ्ट लाइन में हों, तब सीधी कपलिंग करना सही समाधान है। इसमें ऊर्जा की क्षति बहुत कम होती है और रख–रखाव पर बहुत कम खर्च आता है। टर्बाइन विनिर्माता यह बता सकते हैं कि किस तरह की – कठोर या लचकीली–कपलिंग का उपयोग करना है; हालांकि सामान्यः लचकीली कपलिंग की सिफारिश की जाती है।

कई मामलों में, खास कर निम्न शीर्ष वाली योजनाओं के मामले में टर्बाइनें 400 आरपीएम से कम गति से चलती हैं और इस गति को मानक आल्टरनेटरों की 750–1000 आरपीएम की गति तक बढ़ाने के लिए गतिवर्धक यंत्र की जरूरत होती है। छोटी लघुविद्युत योजनाओं के मामले में यह समाधान अक्सर अधिकतर पारंपरिक आल्टरनेटर के उपयोग से अधिक सस्ता होता है।

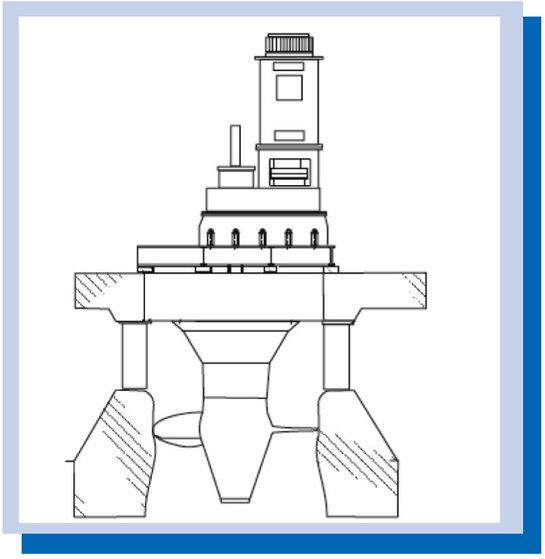
आजकल आल्टनेटर विनिर्माता निम्न गति वाली मशीनों की सिफारिश भी करते हैं जो सीधी कपलिंग को संभव बनाती हैं।

### 4.7.1 गतिवर्धक यंत्र के प्रकार

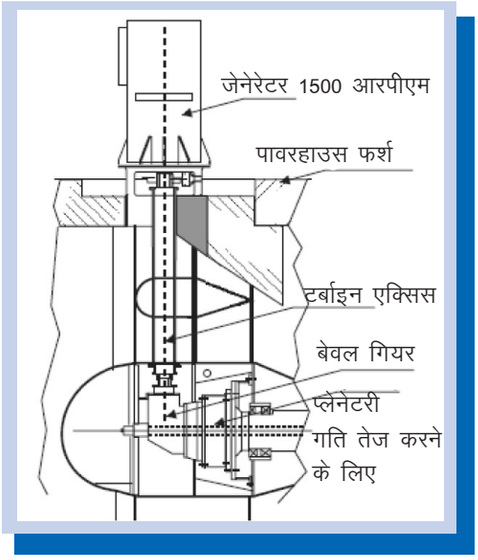
गतिवर्धक यंत्रों को उनके निर्माण में प्रयुक्त गियरों के हिसाब से निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जाता हैः

- हेलिकल गियरों के उपयोग करते हुए समानांतर – शाफ्टों को समानांतर अक्ष पर रखा जाता है और ये मध्यम पावर वाले प्रयोज्यों के लिए विशेष रूप से उपयोगी होते हैं। चित्र 4.14 में एक अनुलम्ब समाकृति (कांफिगरेशन) को अनुलम्ब कापलान टर्बाइन से जुड़ा दिखाया गया है।
- बेवल गियरों का उपयोग सामान्यतः निम्न पावर वाले प्रयोज्यों तक सीमित है।

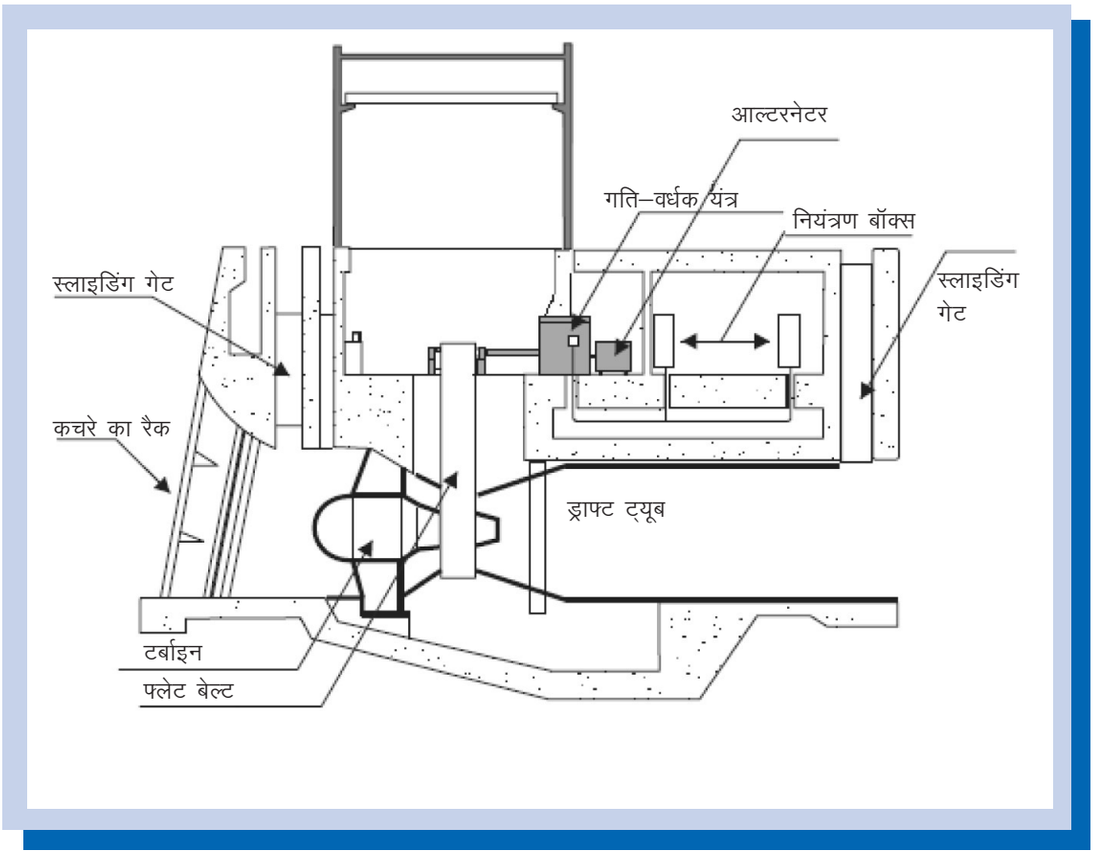
***चित्र 4.14: समानांतर शाफ्ट गतिवर्धक यंत्र**



***चित्र 4.15: बेवेल गियर गतिवर्धक यंत्र**



***चित्र 16: बेल्ट गतिवर्धक यंत्र**




*(*एक लघु पनबिजली संयंत्र को कैसे विकसित करें के लिए गाइड ईएसएचए 2004)*

- चित्र 4.15 में दो पक्षों वाले गतिवर्धक यंत्र को दर्शाया गया है। पहला एक समानांतर गियरबॉक्स है और दूसरा बेवल गियर ड्राइव है।
- बेल्ट गतिवर्धक यंत्र का उपयोग सामान्यतः लघु पावर प्रयोज्यों के लिए किया जाता है। (देखें चित्र 4.16)

आवश्यक स्तर की विश्वसनीयता सुनिश्चित करने के लिए चिकनाहट या लुब्रिकेशन आवश्यक है। तेल की गुणवत्ता, मात्रा, चिपचिपाहट और तापमान हमेशा ही निर्दिष्ट सीमाओं के भीतर रहने चाहिए। दो पंपों और दो ऑयल फिल्टरों वाली दोहरी लुब्रिकेशन प्रणाली से इस प्रणाली में योगदान होगा।

गतिवर्धकों को अंतर्राष्ट्रीय मानदंडों (एजीएमए 2001, बी 88 या डीआईएन 3990) के अनुसार तैयार किया जाता है। इनके लिए बहुत संतुलित डिजाइन मानदंडों को उपयोग किया जाता है। इन मानदंडों का टकराव लागत कम करने की जरूरत से होता है लेकिन फेटीग स्ट्रेन्स का गहन विश्लेषण किये बिना लागत में बचत करना बिल्कुल संभव नहीं है। हार्ड केसिंग या गियरों की हार्ड केसिंग या नाइट्राइडिंग के लाभों और कमियों की जानकारी सहित धातुकर्म कारक भी गतिवर्धक यंत्रों का अधिकतम लाभ प्राप्त करने के लिए आवश्यक होते हैं।

जर्नल बियरिंगों का चयन भी बहुत महत्वपूर्ण है। एक मैगावाट के नीचे रोलर बियरिंगों का उपयोग सामान्य है। आजकल विनिर्माताओं ने 5 मैगावाट तक की टर्बाइनों के लिए ऐसी प्रोद्योगिकी का उपयोग करना शुरू कर दिया है। एक दूसरी संभावना यह है कि चिकनाई वाली हाइड्रोनेमिक बियरिंगों का उपयोग किया जाए जिसने लाभ इस प्रकार हैं:

- फैटीग द्वारा रोलर बियरिंगों का जीवन सीमित होता है जबकि हाइड्रोजेमिक बियरिंगों का जीवन व्यवहारतः असीमित होता है।
- हाइड्रोजेमिक बियरिंगें कुछ सीमा तक तेल के संदूषण को झेल लेती हैं, जबकि रोलर बियरिंगें ऐसा नहीं कर पातीं।

### 4.7.2 गतिवर्धकों का रख–रखाव

कम से कम 70 प्रतिशत गतिवर्धक निम्न गुणवत्ता की वजह से सही प्रकार से काम नहीं कर पाते या फिर उनमें चिकनाई वाला तेल आवश्यक मात्रा में नहीं होता। अक्सर ही ऑइल फिल्टर बंद पड़ जाते हैं या फिर पानी लुब्रिकेशन सर्किट में घुस जाता है। गतिवर्धकों का रख–रखाव पहले से निर्धारित समय के अनुसार करते रहें या फिर समय–समय पर चिकनाई का विश्लेषण करते रहें।

गतिवर्धक पावरहाउस में शोर को काफी बढ़ा देते हैं और इनका सावधानीपूर्वक रख–रखाव करना पड़ता है क्योंकि इनकी घर्षण क्षतियां आउटलेट पावर के 2 प्रतिशत से भी अधिक हो सकती हैं। इसलिए अन्य विकल्पों की छानबीन की गई है जैसे कि निम्न गति वाले जेनेरेटर।

## 4.8 स्विचगियर उपकरण

कई देशों में विद्युत आपूर्ति नियम–कानून सुरक्षा और विद्युत आपूर्ति की गुणवत्ता को देखते हुए बिजली के उपयोग पर सीमाएं लगाते हैं।

उत्पादक या विनिर्माता को अपना संयंत्र या कारखाना इस तरह चलाना चाहिए कि विद्युत आपूर्ति का नियमों के अनुसार पालन किया जा सके। इसलिए उपकरणों की सुरक्षा और बचाव के लिए पावरहाउस में विभिन्न संबंधित उपकरणों की जरूरत होती है।

जेनेरेटर को नियंत्रित करने के लिए स्विचगियर लगाया जाना आवश्यक है। स्विचगियर से जेनेरेटर और मुख्य ट्रांसफोर्मर का तथा साथ ही स्टेशन सर्विस ट्रांस्फोर्मर का बचाव सुनिश्चित होता है। जेनेरेटर ब्रेकर का, चाहे वह ईथर चुम्बकीय रूप से या वैक्यूम द्वारा चालित हो, जेनेरेटर को पावर ग्रिड से जोड़ने या हटाने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। पीटीज और सीटीज, दोनों प्रकार के इंस्ट्रूमेंट ट्रांस्फार्मरों का उपयोग मीटरिंग के स्तरों संतुलित करने हेतु उच्च बोल्टेज पहुंचाने के लिए किया जाता है। जेनेरेटर नियंत्रण उपकरण का उपयोग जेनेरेटर वोल्टेज, पावर फैक्टर और सर्किट बाधकों को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।

## 4.9 स्वचालित नियंत्रण

छोटी पनबिजली योजनाएं बिना किसी के ध्यान दिये स्वचालित रूप से चलती हैं। यह कार्य एक स्वचालित नियंत्रण प्रणाली के माध्यम से किया जाता है। सभी विद्युत संयंत्र एक जैसे नहीं होते। इसकी

वजह से यह पता लगाना लगभग असंभव हो जाता है कि किसी विशेष प्रणाली के लिए कितनी सीमा तक स्वचालन की जरूरत है, किंतु कुछ शर्तें सभी के लिए समान हैं।

क) प्रणाली में गंभीर प्रकार की कार्य–त्रुटियों का पता लगाने और फिर प्रभावित इकाई या पूरे संयंत्र को सुरक्षित स्थिति में लाने के लिए आवश्यक उपकरण और साधन मौजूद होने चाहिए।

ख) संयंत्र के आवश्यक कार्यात्मक डाटा को एकत्र करके कार्यगत फैसले लेने हेतु उपलब्ध कराया जाना चाहिए और संयंत्र के कार्य–प्रदर्शन के बाद किये जाने वाले मूल्यांकन के लिए डाटाबेस में भण्डारित किया जाना चाहिए।

ग) अनुपस्थिति वाले वातावरण में पूर्ण संयंत्र कार्य के लिए एक बुद्धिमत्तापूर्ण नियंत्रण प्रणाली शामिल की जानी चाहिए।

घ) नियंत्रण प्रणाली तक दूर के स्थान से पहुंच बनाना और स्वचालित निर्णयों को बदलना या हटाना संभव होना चाहिए।

ङ) प्रणाली ऐसी होनी चाहिए कि कार्यगत प्रक्रियाओं को उपयुक्ततम बनाने के लिए ऊपर और नीचे की समान प्रकार की इकाइयों के साथ संप्रेषण या संपर्क कर सके।

च) गलतियों का पूर्वानुमान नियंत्रण प्रणाली का विस्तार करता है। बेसलाइन कार्यगत डाटा से युक्त एक विशेषज्ञतापूर्ण प्रणाली के उपयोग से गलतियों का पूर्वानुमान लगाना और शोधनकारी कदम उठाना संभव होता है।

प्रणाली को माड्यूल्स द्वारा निर्मित होनी चाहिए। उदाहरण के लिए, जल स्तर विकेट गेट की स्थिति, ब्लेड के कोणों, तत्काल पावर आउटपुट और तापमान आदि के मापन के लिए एक एनालॉग से डिजिटल रूपांतरण माड्यूल, हाइड्रॉलिक वाल्वों, चार्ट रिकार्डरों, आदि के लिए डिजिटिल–से–एनालॉग रूपांतरण माड्यूल; उत्पादित किलोवाट पल्सों, रेन गेज पल्सों, चार्ट रिकार्डरों आदि को गिनने के लिए एक काउंटर माड्यूल और डायल अप टेलिफोन लाइनों द्वारा ऑफसाइट संप्रेषणों, रेडियो संपर्क और अन्य संप्रेषण प्रौद्योगिकियों के लिए एक 'स्मार्ट' टेलिमीटरी माड्यूंल। यह माड्यूल प्रणाली वाली पद्धति पनबिजली नियंत्रण की विभिन्न प्रकार की जरूरतों के लिए उपयुक्त है। मानक प्रणाली के उपयोग द्वारा लागत में कमी लाई जा सकती है और माड्यूल सोफ्टवेयर से रख–रखाव आसानी से होता है।

स्वचालित नियंत्रण प्रणालियां रख–रखाव में कमी लाकर और विश्वसनीयता को बढ़ा कर ऊर्जा उत्पादन की लागत को काफी कम कर सकती हैं और साथ ही टर्बाइनों को अधिक कार्यक्षम ढंग से चलाने और उपलब्ध पानी से अधिक ऊर्जा पैदा करने में सहायक होती हैं।

## 4.10 सहायक विद्युत उपकरण

### 4.10.1 संयंत्र सेवा ट्रांस्फार्मर

प्रकाश व्यवस्था और स्टेशन यांत्रिक सहायक यंत्रों सहित बिजली के उपयोग के लिए संयंत्र क्षमता के 1 से 3 प्रतिशत तक की जरूरत होती है। उच्च प्रतिशत पनबिजली पर (500 किलोवाट से कम) लागू होता है। सर्विस ट्रांसफार्मर इस तरह से तैयार किया जाना चाहिए कि इन आवर्ती भारों को ध्यान में रख सके। अगर संभव हो तो अनुपस्थिति वाले संयंत्र में सेवा सुनिश्चित करने के लिए स्वचालित चेंजओवर के साथ दो वैकल्पिक आपूर्तियों का उपयोग किया जाना चाहिए।

### 4.10.2 डीसी नियंत्रण पावर आपूर्ति

सामान्यतः यह सिफारिश की जाती है कि दूर से नियंत्रित किये जाने वाले संयंत्रों में बैटरी द्वारा प्रदान की जाने वाली आपात्कालीन 24 वोल्ट डीसी बैकअप पावर आपूर्ति होनी चाहिए ताकि ग्रिड के खराब हो जाने के बाद संयंत्र को बंद करने के लिए संयंत्र पर नियंत्रण रखा जा सके। एम्पियर–घंटा क्षमता ऐसी होनी चाहिए कि चार्जिंग करेंट की क्षति होने पर शोधनकारी कार्य के लिए आवश्यक समय तक पूर्ण नियंत्रण सुनिश्चित किया जा सके।

## 4.11 शीर्ष जल (हैडवाटर) और पुच्छ जल (टेलवाटर) रिकार्डर

किसी भी जल संयंत्र में हैडवाटर और टेलवाटर दोनों को रिकार्ड करने की व्यवस्था होनी चाहिए। इसका एक सरल सा तरीका यह है कि धारा पर मीटर और सेंटीमीटर वाला एक मापन बोर्ड लगा किया जाय। किंतु इसके लिए किसी को देख कर मापनों को दर्ज करने की जरूरत होती है। जिन पावर आउसों में स्वचालित नियंत्रण की व्यवस्था होती है वहां सर्वोत्तम समाधान है – डाटा प्राप्ति उपकरण के माध्यम से कंप्यूटर से जुड़े ट्रांसड्यूसरों का उपयोग करना।

आजकल मापन अंतर को रिकार्ड करने और प्रोसेसिंग इकाई तक संचरित करने वाले संकेत में बदलने के लिए एक मापन इकाई – सेंसर – का उपयोग किया जाता है। मापन सेंसर को उस मापन स्थल पर ही लगाना चाहिए जहां स्तर का मापन करना है, जबकि प्रोसेसिंग इकाई आम तौर पर अलग होती है और उसे एक ऐसे भली भांति सुरक्षित स्थान पर रखा जाता है जहां वह कार्य और सेवा के लिए उपलब्ध हो सके।

## 4.12 संचरण/वितरण नेटवर्क

विद्युतचालक केबलों का आकार और प्रकार संचरित की जाने वाली विद्युत ऊर्जा और पावर लाइन की लंबाई पर निर्भर करता है। अधिकतर एसएचपी प्रणालियों के लिए पावर लाइनें एक फेज की होती है, पर कभी–कभी तीन फेज वाली पावर लाइनों का उपयोग भी किया जाता है।

# अध्याय 5.
# शीर्ष और प्रवाह का मापन

**समयः** 2 घंटे

**पद्धतिः** व्याख्यान, अभ्यास कार्य

## 5.1 शीर्ष दाब (हैड प्रैशर) बनाना

हम पहले ही शीर्ष को उस अनुलंब दूरी के रूप में परिभाषित कर चुके हैं जितनी दूरी से पानी गिरता है। अपने जल स्थल से आप कितनी ऊर्जा पैदा कर सकते हैं यह इसे निर्धारित करने वाला एक सर्वाधिक महत्वूपर्ण कारक है। इसलिए यहां हम इस पर थोड़ा और विचार करेंगे कि शीर्ष का मापन कैसे किया जाता है और इसे कैसे तैयार किया जाता है।

### उपलब्ध शीर्ष और प्रवाह का निर्धारण

*शीर्ष का मापनः बंद डाइवर्जन प्रणालियां*

#### जल स्रोत स्थल का चयन

जल स्रोत यदि नदी और जलधारा हो तो कई संभावित जल स्रोत बिंदु हो सकते हैं। जलीय टर्बाइन से हरेक की ऊंचाई और अनुरेखीय दूरी अलग–अलग होती है। सर्वोत्तम स्थल का चुनाव करने के लिए विभिन्न कारकों पर विचार करने की जरूरत है। वे इस प्रकार हो सकते हैं – पानी की उपलब्धता, स्थल तक पहुंच, स्थल का स्थलाकृति विज्ञान, ऊंचाई (संभावित स्थिर शीर्ष), टर्बाइन से अनुरेखीय दूरी, टर्बाइन के लिए आवश्यक शीर्ष दाब, और टर्बाइन के लिए आवश्यक पानी की मात्रा। सर्वोत्तम स्थल आम तौर पर वह होता है जिसका लागत–लाभ अनुपात सर्वोत्तम हो (उत्पादित विद्युत की प्रति किलोवाट न्यूनतम लागत)। हमेशा ही यह जरूरी नहीं कि सबसे अधिक ऊंचाई वाला स्थल सर्वोत्तम हो क्योंकि ऐसा भी हो सकता है कि उस स्थल में जल को टर्बाइन तक घुमा कर ले जाने की लागत अधिक आये।

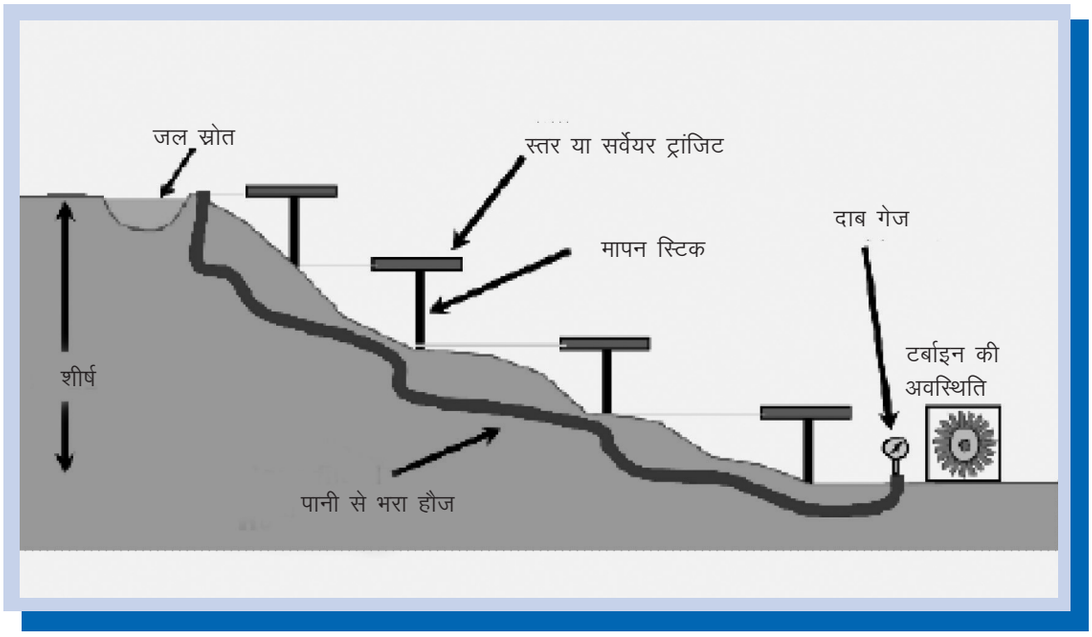
#### उपलब्ध शीर्ष का मापन

शीर्ष एक अनुलंब दूरी है। इसका प्रारंभ बिंदु वह है जहां पानी जल टर्बाइन पर दबाव डालना शुरू करता है और इसका अंतिम बिंदु वह है जहां पानी अपना दबाव डालना बंद करता है। बंद डाइवर्जन प्रणालियों में शीर्ष इनलेट पर जल सतह से बंद डाइवर्जन प्रणाली तक और टर्बाइन की टोंटी पर ऊंचाई में परिवर्तन है। आपका स्थल इंपल्स प्रकार की टर्बाइन के लिए उपयुक्त है या नहीं – यह निर्धारित करने में शीर्ष सर्वाधिक महत्वपूर्ण कारक होता है। बंद डाइवर्जन प्रणाली में शीर्ष के मापन के लिए सामान्यतः इस्तेमाल की जाने वाली विधियां इस प्रकार हैं:

1. ढलान के क्रमिक स्थलों में ऊर्ध्वाधर ऊंचाई को मापने के लिए एक ट्रांजिट या पैमाने और ज्ञात लंबाई की मापन बेंत का उपयोग करें। अनुलंब मापनों का कुल योग शीर्ष का माप होगा।
2. एक अस्थायी पाइपिंग प्रणाली को जोड़ें (इसके लिए बगीचे में पानी देने वाले आपस में जुड़े होज़ सबसे अच्छे रहेंगे), और जल दाब गेज के साथ पानी से भरे होज़ के साथ होज़ प्रणाली के निम्नतम बिंदु पर स्थिर दाब को मापें (पाउंड प्रति वर्ग इंच अथवा पीसीआई)।

0.43 पीएसआई = 1.0 फुट शीर्ष फार्मूले का उपयोग करके स्थिर दाब को शीर्ष के अनुलंब फुटों में बदलें। इस पद्धति का उपयोग लंबी दूरी तक कुल शीर्ष के मापन के लिए क्रमिक रूप से भी किया जा सकता है।

**चित्र 5.1: बंद डाइवर्जन प्रणाली के लिए शीर्ष का निर्धारण**




यह पद्धति बहुत सटीक है।

टिप्पणी: जीपीएस उच्चता रीडिंग पर 50 फीट कम ज्यादा की अपेक्षित गलती की रेंज हो तो जीपीएस शीर्ष के निर्धारण के लिए सटीक पद्धति नहीं होता।

उपलब्ध शीर्ष के मापन की अनेक पद्धतियां मौजूद हैं। कुछ पद्धतियां निम्न शीर्ष स्थलों के लिए उपयुक्त है, किंतु उच्च शीर्षों के मामले में वे काफी कठिन होती हैं और सटीक भी नहीं होतीं। यदि संभव हो तो हर स्थल पर शीर्ष के अलग–अलग मापन करना अधिक उपयुक्त रहेगा। सर्वेक्षण के परिणामों की स्थल पर तुलना के लिए आपके पास पर्याप्त समय होना चाहिए। परिणामों का विश्लेषण किये बिना स्थल को न छोड़े क्योंकि स्थल पर किसी भी संभावित गलती की जांच की जा सकती है।

जानने योग्य एक अन्य अत्यंत महत्वपूर्ण कारक यहां है कि सकल शीर्ष स्थिर नहीं होता, बल्कि नदी के प्रवाह के साथ–साथ बदलता रहता है। जैसे–जैसे नदी भरती जाती है, वैसे–वैसे अक्सर पानी का

पुच्छ–स्तर (टेल वाटर लेबल) पानी के शीर्ष–स्तर से अधिक तेजी से बढ़ता है और इस तरह कुल उपलब्ध शीर्ष को कम कर देता है। हालांकि शीर्ष बदलाव प्रवाह के बदलाव से काफी कम होता है, पर यह उपलब्ध विद्युत को – विषेशकर निम्न शीर्ष वाली योजनाओं में – महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित कर सकता है। उपलब्ध सकल शीर्ष का सटीक रूप में आकलन करने के लिए पूरे नदी प्रवाहों के लिए शीर्ष जल स्तर और पुच्छ जल स्तर को मापना आवश्यक है।

### डंपी लेवल और थियोडोलाइट

डंपी स्तर (या निर्माता का स्तर) शीर्ष के मापन की एक परंपरागत पद्धति है और यदि इसके लिए समय और पैसा हो तो इसका उपयोग किया जाना चाहिए। इस तरह के उपकरण का उपयोग उन आपरेटरों द्वारा किया जाना चाहिए जो इस यंत्र के अंशांकन (कैलिब्रेशन) की जांच करने में सक्षम हैं।

डंपी लेवल का उपयोग शीर्ष के मापन के लिए अनेक चरणों में किया जाता है। इसके लिए जरूरी है कि दृश्य स्पष्ट दिखाई दें। जंगली स्थलों में इस पद्धति से कार्य कठिन होगा।

डंपी लेवल केवल क्षैतिज या सिघाई में देख कर मापन करता है जबकि थियोडोलाइट पद्धति से अनुलंब और क्षैतिज कोणों का मापन किया जा सकता है और यह तेजी से कार्य भी करती है।

### साइटिंग मीटर

हाथ में पकड़े जाने वाले साइटिंग मीटर किसी ढलान के झुकाव के कोण को मापते हैं (उन्हें अक्सर इनक्लाइनोमीटर या एबनी लेवल्स कहा जाता है)। किसी अनुभवी व्यक्ति द्वारा इस्तेमाल किये जाने पर वे काफी सटीक हो सकते हैं, किंतु आसानी से गलती हो सकती है, इसलिए दोहरी जांच कराना आवश्यक होता है। वे छोटे और ठोस होते हैं तथा कभी–कभी उनमें रेंज फाइंडर भी लगे होते हैं जिससे रेखीय दूरी को नापने की समस्या से बचा जा सकता है। गलतियां आम तौर पर 2 से 10 प्रतिशत तक होती हैं और यह उपयोग करने वाले व्यक्ति के कौशल पर निर्भर है।

### पानी से भरी ट्यूब और दबाव गेज

ये संभवतः इस समय उपलब्ध सर्वोत्तम और सरल विधियां हैं, पर इनकी अपनी कमियां है। गलती के दो स्रोत हैं – केलिब्रेशन गेजिज और होज में उठने वाले पानी के बुलबुले। पहली गलती को दूर करने के लिए आपको हर प्रमुख स्थल सर्वेक्षण के पहले और बाद में गेज को रिकैलिब्रेट करना होगा। दूसरी गलती से बचने के लिए पारदर्शी प्लास्टिक ट्यूब का उपयोग किया जाना चाहिए ताकि आप पानी के बुलबुलों को देख सकें।

इस पद्धति को उच्च शीर्ष और निम्न शीर्ष दोनों के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है, पर दाब गेज का चयन उस शीर्ष पर निर्भर होता है जिसे नापा जाना है।

### पानी से भरी ट्यूब और रॉड

इस पद्धति की सिफारिश निम्न शीर्ष वाले जल–स्थलों के लिए की जाती है। यह पद्धति सस्ती और सटीक है तथा इसमें गलतियां कम होती है। इस मामले में यदि ट्यूब के एक उभरते भाग में दूसरे भाग में अधिक बुलबुले हैं तो दोनों भागों के बुलबुलों के बीच की अनुलंब ऊंचाई मापित किये जाने वाले शीर्ष में समान अंतर लायेगी, हालांकि यह अंतर बहुत थोड़ा होता है। अंतिम परिणामों की सटीकता सुनिश्चित करने के लिए दो। अलग–अलग प्रयास किये जाने चाहिए। साथ ही किसी अन्य पद्धति

से – उदाहरण के लिए जलभरे होज और दाब गेज वाली पद्धति से – परिणामों की दोहरी जांच भी की जा सकती है।

### स्पिरिट लेवन और तख्ता

यह पद्धति सिद्धांततः जल से भरी ट्यूब और रॉड वाली पद्धति की तरह है। अंतर यह है कि यहां जल के स्तर द्वारा नहीं, लकड़ी के सीधे तख्ते पर स्पिरिट लेवल को रख कर क्षैतिज दृश्य–दर्शन स्थापित किया जाता है। सरल ढलानों पर यह पद्धति बहुत सीमित रूप से कार्य करती है, पर तीखी ढलानों पर उपयोगी होती है। गलतियों को दूर करने के लिए तख्ते के एक छोर पर चिन्ह लगायें और हर रीडिंग के बाद उसे उलटें। गलती की दर 2 प्रतिशत है।

### मानचित्र

सन्निकट शीर्ष वैल्यूज के लिए बड़े पैमाने के मानचित्र बहुत उपयोगी होते हैं, पर ये हमेशा उपलब्ध नहीं होते और इन पर पूरी तरह निर्भर नहीं किया जा सकता। उच्च शीर्ष स्थलों (>100 मीटर) के लिए 1:50,000 वाले मानचित्र उपयोगी होते हैं और लगभग हमेशा उपलब्ध होते हैं।

### आल्टीमीटर्स (तुंगतामापी यंत्र)

ये उच्च शीर्ष के पूर्व–व्यहार्यता अध्ययनों के लिए उपयोगी हो सकते हैं। पर ये सर्वेक्षण वाले तुंगतामापी यंत्र अनुभवी हाथों में हों तो गलती की गुंजाइश 100 मीटर पर मात्र 3 प्रतिशत होती है। किंतु सामान्य तौर पर, सन्निकट रीडिंगों को छोड़ कर, अन्य मामलों में इस पद्धति की सिफारिश नहीं की जाती।

## 5.2 शीर्ष का मापनः खुली डाइवर्जन प्रणालियां

### जल स्रोत स्थल का चयन

जल स्रोत स्थल के चयन और खुली डाइवर्जन प्रणालियों के शीर्ष के आकलन के लिए एक अलग पद्धति की जरूरत होती है। प्रतिक्रिया टर्बाइनों और खुली डाइवर्जन प्रणालियों के लिए न्यूनतम शीर्ष जरूरतें इंपल्स टर्बाइनों और बंद डाइवर्जन प्रणालियों की जरूरतों से काफी कम होती हैं; और इन जरूरतों को पूरा करना भी आसान होता है।

बंद डाइवर्जन प्रणालियों के जल स्रोत स्थल चयन मानदंड खुली डाइवर्जन प्रणालियों पर भी लागू होते हैं। किंतु खुली डाइवर्जन प्रणालियों के लागत–लाभ विश्लेषण में लाभ के रूप में जल दबाव की बजाय  जल की मात्रा पर ध्यान केंद्रित किया जाता है।

### उपलब्ध शीर्ष का मापन

खुली डावर्जन प्रणालियों के मामले में आपका परोकार उच्च शीर्ष (उच्च दबाव) से उतना नहीं जितना कि पानी की अधिक मात्रा से होता है। टर्बाइन (आम तौर पर प्रतिक्रिया टर्बाइन) खुली डावर्जन प्रणाली के छोर पर पानी में डूबी होती है।

इंपल्स टर्बाइनों में पानी बंद डावर्जन प्रणाली को छोड़ देता है, इसलिए हम टर्बाइन, या दबाव शीर्ष से पहले शीर्ष को लेकर काम करते हैं। प्रतिक्रिया या रियेक्शन टर्बाइनों के साथ टर्बाइन से पानी छोड़ने के लिए एक बंद प्रणाली भी हो सकती है।

खुली डाइवर्जन प्रणालियों के लिए दबाव शीर्ष टर्बाइन के ऊपर की जल सतह और टर्बाइन इंपेलरों के बीच की अनुलंब (वर्टिकल) दूरी होती है। यह दूरी आम तौर पर 10 फुट से कम होती है और इसे आसानी से नापा जा सकता है। अगर ड्राफ्ट ट्यूब का उपयोग किया जास तो इन टर्बाइनों के लिए सक्शन (चूषण) शीर्ष भी होता है। सक्शन शीर्ष को भी नापा जाना चाहिए। कुल शीर्ष दबाव शीर्ष (टर्बाइन से पहले) और सक्शन शीर्ष (टर्बाइन के बाद) का योग होता है।

**प्रवाह का मापन**

टिप्पणीः यहां प्रवाह या फ्लो शब्द सूक्ष्म हाइड्रो के संदर्भ में गति के लिए नहीं, मात्रा के लिए उपयोग किया गया है। यह घन फुट प्रति सेकंड या गैलन प्रति मिनट (जीपीएम) के रूप में पानी की वह मात्रा है जो निर्दिष्ट समय में निर्दिष्ट बिन्दु से होकर बहती है।

**पद्धति 1:**

प्रवाह को निम्न चार प्रक्रियाओं द्वारा नापा जा सकता हैः

1) जल की गति का मापन (प्रति फुट प्रति सेकेंड) करें।
2) जल स्रोत की अनुप्रस्थ काट वाले (क्रास सेक्शनल) क्षेत्र का (वर्गफुटों में) पानी की औसत गहराई को जल की चौड़ाई (फुटों में) से गुणा करके, निर्धारण करें।
3) जल गति को अनुप्रस्थ काट वाले क्षेत्र से गुणा करके प्रवाह का (घन फुट प्रति सेकंड में) आकलन करें।
4) घन फुट प्रति सेकंड को गैलन के प्रवाह के गुणा करें – $\text{ft}^{3/5} \times 450$

**पानी की गति**

पानी की गति को निर्धारित करना आसान है। अपेक्षित जल डाइवर्जन बिंदु के निकट की नदी या जलधारा के एक प्रतिनिधित्वपूर्ण भाग का चयन करें। इस भाग या सेगमेंट की ऊपरी या निचली सीमाओं को चिन्हित करते हुए 50 फुट की दूरी पर दो खूंटे या स्टेक्स रखें। टेबल टेनिस की बॉल को ऊपरी स्टेक की ऊपरी धारा में डालें। अब इस टेबल टेनिस की बॉल को 50 फुट का सफर तय करने में कितना समय लगता है, यह पता लगाएं।

यह मापन कई बार करें और औसत समय निकालें (औसत समय का मतलब यह है कि सभी समयों को जोड़ें और उनके जोड़ को मापनों की संख्या से विभाजित कर दें)। यह सतह पर उस स्थान पर पानी के बहने की गति है। पानी की कुल औसत गति के आकलन के लिए सतह गति को .80 से गुणा करें।

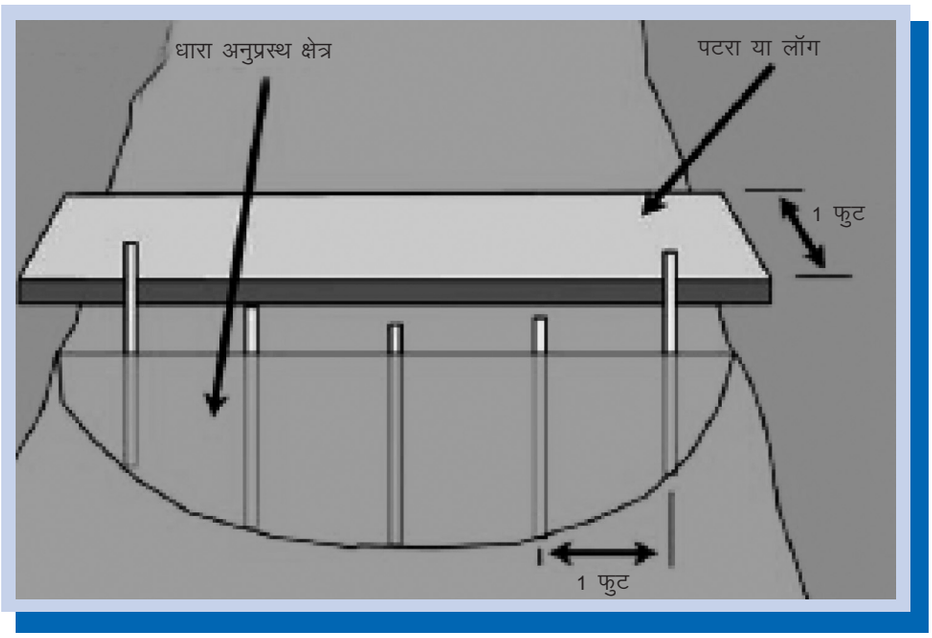
**अनुप्रस्थ काट वाला क्षेत्र (क्रास सेक्शनल एरिया)**

अब हम पानी के 'स्लाइस' के अनुप्रस्थ काट वाले क्षेत्र का मापन और आकलन कर सकते हैं। पानी की गति का निर्धारण करने के लिए ऊपर उपयोग में लाये गये भाग में एक ऐसा स्थान चुनें जो 50 फुट के भाग के लिए जल की प्रतिनिधित्वपूर्ण गहराई और चौथाई प्रदान करे।

इस स्थान पर नदी या धारा के अनुप्रस्थ भाग के साथ–साथ एक फुट की वृद्धियों पर जल की गहराई का मापन कर उसे दर्ज करें।

इसके साथ ही आप पैदल (या नाव से) धारा को पार भी कर सकते हैं, पर ध्यान रखें कि आपको जल की वास्तविक गहराई को नापना है, न कि पानी में अपनी उपस्थिति से प्रभावित हुए जल की

चित्र 5.2 पार अनुभाग क्षेत्रफल विधि द्वारा गति का अनुमान लगाना।




गहराई को। पानी की औसत गहराई का आकलन करें (जैसे कि जल की गति पर चर्चा के दौरान स्पष्ट किया गया है)।

नदी या धारा की चौड़ाई का मापन कर उसे दर्ज करें (पानी के एक किनारे से दूसरे किनारे तक फुट में)। औसत गहराई को चौड़ाई से गुणा करें। इससे आपको नदी या धारा के 'स्लाइस' का अनुप्रस्थ काट वाला क्षेत्र या क्रास सेक्शनल एरिया प्राप्त होगा।

**प्रवाह का आकलन**

अब आप प्रवाह के आकलन के लिए निम्नलिखित समीकरण का उपयोग कर सकते हैं:

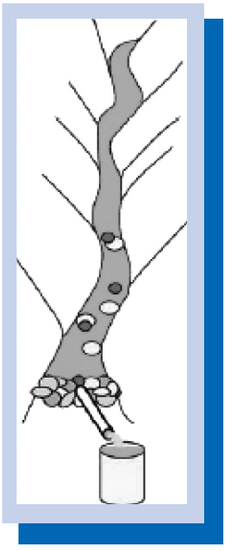
जल की गति (फुट/सेकंड) X अनुपस्थ काट वाला क्षेत्र (वर्ग फुट) = प्रवाह (घन फुट प्रति सेकंड)
प्रवाह (घन फुट प्रति सेकंड) X 450 = प्रवाह (गैलन प्रति मिनट)।

औसत गति (फुट प्रति सेकंड) को अनुप्रस्थ काट वाले क्षेत्र (वर्ग फुट) से गुणा करके घन फुट/प्रति सेकंड में प्रवाह का आकलन करें। इसके बाद घन फुट प्रति सेकंड को 450 से गुणा करके प्रवाह को घन फुट प्रति सेकंड से गैलन प्रति मिनट (जीपीएस) में बदलें।

**पद्धति 2:**

कभी–कभी छोटी, आवर्तक (इंटरमिटेंट) या ढाल से गिरती धाराओं के मामले में जल की औसत गहराई और चौड़ाई का मापन करना कठिन हो जाता है। इंपल्स टर्बाइनों के जल स्रोतों के मामले में यह बात काफी आम होती है क्योंकि वे पानी की कम मात्रा का उपयोग करती हैं। ऐसी स्थितियों में एक अस्थायी बांध बनाने के लिए रेत के बोरों, चट्टानों और लकड़ी का उपयोग करके पानी को अस्थायी तौर पर एकत्र करना संभव होता है।

चित्र 5.3 गति मापने की दूसरी विधि



बांध के बीच में एक छोटी लंबाई वाला पाइप डालें। बेहतर हो कि यह पाइप उसी व्यास का आप बाद में अपनी डाइवर्जन प्रणाली के लिए उपयोग करेंगे। इस पाइप की इनलेट (प्रवेशिका) अस्थायी बांध के पीछे के पानी में पूरी तरह से डूबी होनी चाहिए।

किसी ज्ञात मात्रा (गैलन में) वाले बर्तन में पाइप में मौजूद पानी को भरें और देखें कि वह कितने समय में (सेकंड में) भरता है। इस कार्य को कई बार करें और फिर औसत निकालें। 60 सेकंड = 1 मिनट के संबंध के आधार पर यह हिसाब लगायें कि एक मिनट में गैलन में कितने गैलन होंगे। इससे आपको गैलन प्रति मिनट (जीपीएम) प्राप्त होगा।

**उदाहरण:**

*बर्तन में 5.5 गैलन आते हैं।*

*बर्तन को भरने का औसत समय 15 सेकंड है।*

$$5.5 \text{ गैलन } x \frac{60 \text{ सेकंड}}{15 \text{ सेकंड}} = 20 \text{ गैलन / प्रति मिनट (जीपीएम)}$$

## 5.3 जल की उपलब्धता में मौसमी परिवर्तन

बंद और खुली डाइवर्जन प्रणालियों के लिए प्रवाह मापन करते समय, स्रोत जल स्तर में मौसमी उतार–चढ़ावों का मूल्यांकन करें जैसे कि गर्मी के दिनों में पानी का कम होना, अत्यधिक पानी या बाढ़ आना। संभावित प्रवाह, डाइवर्जन प्रणाली के आकार और हाइड्रो टर्बाइन के आउटपुट को निर्धारित करते समय इन बातों को ध्यान में रखें।

यह भी याद रखें कि पाइप को पूरी तरह से भरा रखना या डाइवर्जन नहर में टर्बाइन को सप्लाई करने हेतु पर्याप्त पानी रखना जरूरी है। जल स्रोत में टर्बाइन की जरूरत से अधिक प्रवाह क्षमता गर्मी के दिनों या कम पानी होने के दौरान भी अनावश्यक होती है।

# अध्याय 6.
# विद्युत जनन

**समयः** 2.5 घंटे

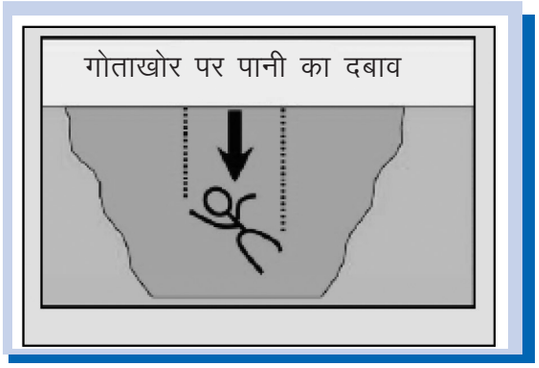
**पद्धतिः** व्याख्यान, प्रस्तुतीकरण

## 6.1 शीर्ष दाब तैयार करना

हमें हाइड्रो स्थल पर शीर्ष के मापन के अनेक तरीकों के बारे में मालूम है। इनमें से दो सर्वाधिक सामान्य तरीकों की हमने ऊपर चर्चा की है। आप हाइड्रो स्थल पर प्रवाह की उपलब्ध मात्रा के निर्धारण की पद्धतियों के बारे में भी जान चुके हैं।

अगले भाग में हम इस बात पर चर्चा करेंगे कि हाइड्रो स्थल पर शीर्ष को किस तरह तैयार किया जाता है और उसे किस तरह विद्युत या ऊर्जा में बदला जाता है।

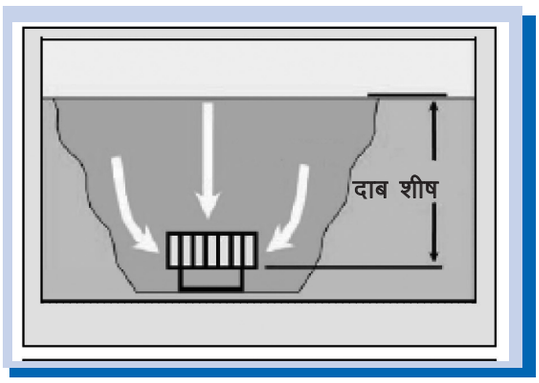
**चित्र 6.1 जल दबाव द्वारा गोताखोर के लगाया जाने वाला बल**




क्या आप किसी गहरे स्विमिंग पूल में नीचे तक तैरे हैं और क्या आपने अपने कानों में फट–फट की आवाज महसूस की है? यह आवाज पानी के दबाव के कारण आती है। यह आपके ऊपर के पानी के भार की वजह से पैदा होती है। हम जल दाब को पाउंड्स प्रति वर्ग इंट (पीएसआई) से नापते हैं। यह एक वर्ग इंच क्षेत्र पर पानी का (पाउंडों में) वजन होता है।

प्रतिक्रिया टर्बाइन बिजली पैदा करने के लिए इसी तरह "दाब शीर्ष" का उपयोग करती है। अगर आप इस तस्वीर में दिखाये गये डाइवर या गोता लगाने वाले की जगह पर होते तो आप यह कल्पना कर सकते हैं कि किस तरह उस सारे पानी का दबाव टर्बाइन के ब्लेडों के माध्यम से ब्लेडों को घुमाता है और बिजली पैदा करता है। यह "दाब शीर्ष" प्रतिक्रिया टर्बाइन के पावर आउटपुट के अधिकांश योगदान करती है।

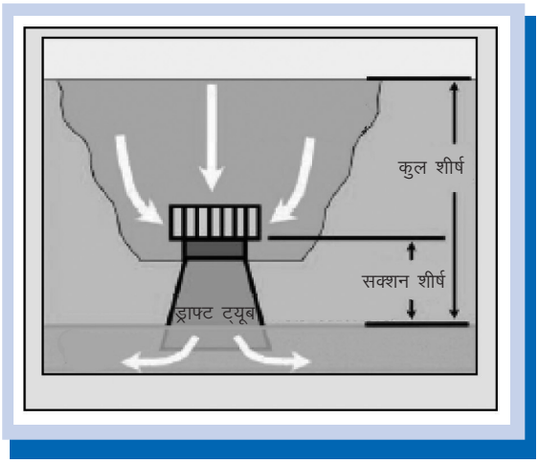
**चित्र 6.2 प्रतिक्रिया टर्बाइन के लिए दाब शीर्ष**




इसके अलावा, कई प्रतिक्रिया टर्बाइनों में पानी के छोड़ने वाली ट्यूबें होती हैं जिन्हें "ड्राफ्ट ट्यूब" कहा जाता है। ये टर्बाइन रनर ब्लेडों और मौजूद पानी के स्तर के बीच वैक्यूम पैदा करके शीर्ष को बढ़ा सकती हैं।

इसे "सक्शन शीर्ष" कहते हैं और यह टर्बाइन की आउटपुट को 20 प्रतिशत तक बढ़ा सकती है, बशर्ते कि इसे सही ढंग से लगाया या सेट किया जाय। पर यह जरूरी है कि यह पुच्छ जल या निचले पानी

**चित्र 6.3 प्रतिक्रिया टर्बाइन के लिए सक्शन शीर्ष**




(टेल वाटर) में पूरी तरह से डूबी रहे। इस प्रणाली के मामले में कुल शीर्ष दाब शीर्ष और सक्शन शीर्ष का मिलाजुला रूप होता है।

पानी की एक महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि यह मूल रूप से असम्पीड्य (नॉन कांप्रेसेबल) तरल होता है। इसका अर्थ यह है कि यह दाब या दबाव को एक सीमित या बंद क्षेत्र में, क्षैतिज रूप से स्थानांतरित कर सकता है। उन हाइड्रो प्रणालियों में यह बहुत महत्वपूर्ण होती है जिनमें पाइपलाइन का उपयोग किया जाता है। इंपल्स टर्बाइनों के मामले में हमेशा ऐसा होता है। और साथ ही प्रतिक्रिया टर्बाइनों में भी इसका उपयोग किया जाता है। इसे सबसे अच्छी तरह से दर्शाने का तरीका एक तस्वीर है।

जब तक पानी पाइपलाइन से नहीं बहता तब तक पाइप के निचले कोने पर पानी का दाब ठीक उतना रहता है जितना इनलेट के नीचे के समान स्तर पर। इससे कोई अंतर नहीं पड़ता कि पाइप कितना लंबा है क्योंकि पानी को संपीड़ित नहीं किया जा सकता या उसे दबाया नहीं जा सकता इसलिए इससे दाब क्षैतिज रूप में पानी के, यानी सीधे–सीधे पाइप के माध्यम से हस्तांतरित किया जाता है।

इसे पानी का "स्टेटिक दाब" (या स्टेटिक शीर्ष) कहते हैं। अगर यह प्रणाली घर्षण रहित हो तो पानी के बहते समय भी दाब या दबाव समान रहेगा। किंतु जल और पाइपलाइन की भीतरी सतह के बीच घर्षण होता है। इसकी वजह से पानी के बहने के साथ ही दबाव कम हो जाता है। (इसे "घर्षण क्षति" कहते हैं)। टर्बाइन में पहुंचने पर पानी की उपयोगी शक्ति को "डायेनेमिक प्रैशर" अथवा गतिशील दबाव कहते हैं। इसका आकलन पाइपलाइन की क्षति को स्टेटिक शीर्ष (स्थिर शीर्ष) से घटाकर किया जाता है।

आपकी प्रणाली के नियोजन के लिए पाइप की पूरी लंबाई और व्यास महत्वपूर्ण है क्योंकि आप घर्षण क्षति को कम करना चाहेंगे। इंपल्स टर्बाइनें पानी में डूबी नहीं होती। इसलिए सक्शन शीर्ष नहीं होता। इंपल्स टर्बाइन में कुल शीर्ष (हैड) दबाव शीर्ष के बराबर होता है।

अब हम यह देख सकते हैं कि जलीय प्रणाली में केवल यह बात ही महत्वपूर्ण नहीं है कि सैद्धांतिक रूप से आपको कितना शीर्ष और कितना प्रवाह प्राप्त हुआ है, बल्कि यह भी सचमुच महत्वपूर्ण है कि आप थोड़ी सी क्षति के साथ टर्बाइन में उस पानी को कैसे प्राप्त कर सकते हैं।

इसका एक समान उदाहरण कार चलाना हो सकता है। आपकी कार में ऊर्जा पैदा करने की कुछ शक्ति है। पर आपके द्वारा उपयोग की गई ऊर्जा का संबंध बहुत कुछ सड़क पर की गई यात्रा से है।

उतार–चढ़ाव वाली, घूमती सड़कें आपको कार तेजी से नहीं चलाने देतीं। कीचड़भरी सड़कों या रास्तों में आप अपनी कार उतनी तरह तेजी से नहीं चला सकते जितनी तेजी से सही तरह से बनाई गई सड़कों पर। उसी तरह से यह केवल ऊर्जा की मात्रा (शीर्ष से) नहीं है जो आप सैद्धांतिक रूप

से अपने जल स्रोत से प्राप्त करते हैं, इसका संबंध उस 'सड़क' से भी है जो आप पानी को टर्बाइन तक ले जाने के लिए बनाते हैं। हम इस सड़क को डाइवर्जन प्रणाली कहते हैं। इसीलिए जिस तरह सड़क के मामले में होता है, उसी तरह पानी को भी ऐसी सीधी डाइवर्जन प्रणालियों को जरूरत होती हैं जिनमें अचानक आने वाले घुमाव न हों।

## 6.2 इंपल्स टर्बाइन प्रणाली के लिए "दाब शीर्ष"

जल ऊर्जा ऊंचाई से बहते पानी की संभावित और गति ऊर्जा से प्राप्त होती है। पानी में मौजूद ऊर्जा को जेनेरेटर से जुड़ी टर्बाइन का उपयोग करके विद्युत में बदला जाता है। जल–स्थल की पनबिजली क्षमता पानी के उत्सर्जन (डिस्चार्ज) और शीर्ष पर निर्भर करती है। इसका निम्नलिखित समीकरण द्वारा आकलन किया जाता है।

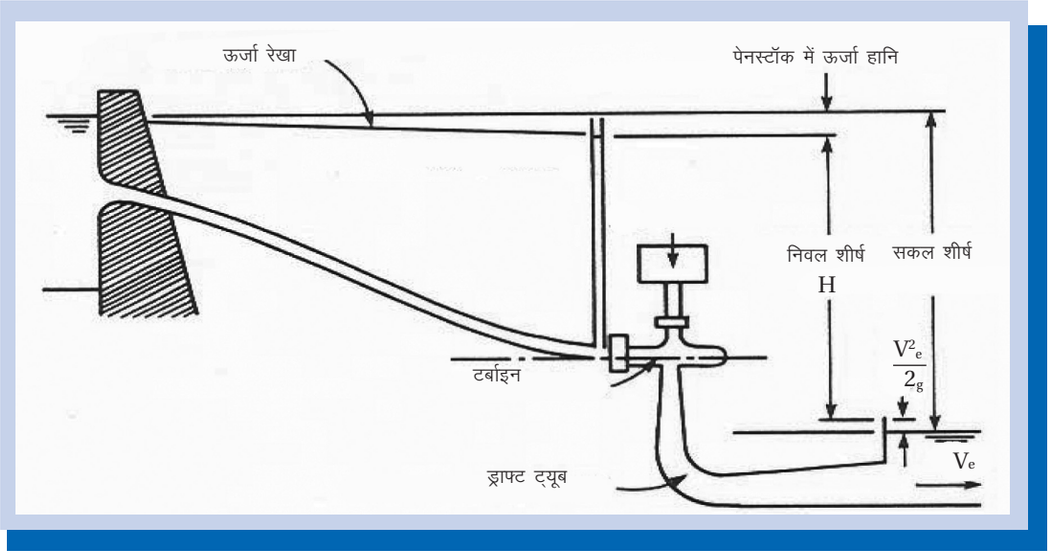
$P$ *(ऊर्जा किलोवाट में)* $= Q \times H \times 9.81 \times \eta$ *, जहां*

$Q$ *= निष्काशन (प्रवाह की दर)* $m3/s$*; में*

$H$ *= शीर्ष (ऊंचाई) मीटर में; और*

$\eta$ *= कुल बिजली उत्पादन प्रणाली*

**चित्र 6.4 एसएचपी के मुख्य भाग**




जल विद्युत संसाधन को प्रति इकाई समय उपलब्ध ऊर्जा की मात्रा के अनुसार नापा जा सकता है। किसी निर्दिष्ट स्थिति की ऊर्जा शीर्ष और प्रवाह दर का कार्य होती है (चित्र 6.2)

एसएचपी की ऊर्जा पावर हाउस के ऊपर अपनी ऊंचाई के द्वारा संभावित ऊर्जा के रूप में प्रारंभ होती है। पेनस्टॉक में दाब के अंतर्गत पानी छोड़े या उत्सर्जित किये जाने पर कार्य कर सकता है। इस तरह दाब के साथ भी ऊर्जा जुड़ी है। ऊर्जा का रूपांतरण संभावित से दाब ऊर्जा और उससे गतिज ऊर्जा के रूप में होता है। बहती नहीं में कुल ऊर्जा संभावित, दाब और गतिज ऊर्जा का योग होती है।

ऊर्जा शीर्ष प्रति इकाई द्रव्यमान सामूहिक = $z+\frac{P}{\gamma}+\frac{v^2}{2g}$

यहां 2 – संदर्भ ऊंचाई (m) की उठान

$P$ = दाब ($Nm^{-2}$)

$Y$ = विशिष्ट भार ($Nm^{-3}$) (पानी की सघनता $Y$ 9.81)

$v$ = औसत वेग ($ms^{-1}$)

$g$ = गुरुत्वाकर्षण तीव्रता (981 $ms^{-2}$)

किसी स्थल से सैद्धांतिक रूप से प्राप्त पावर सिद्धांतिक रूप से स्रोत और टर्बाइन के बीच उठान के अंतर के समानुपातिक होती है।

पावर = $\frac{\text{बल}}{\text{समय}} = \frac{\text{भार}}{\text{आयतन}} \times \frac{\text{आयतन}}{\text{समय}} \times \frac{\text{बल}}{\text{भार}} = \gamma Q H$

पेनस्टॉक के अंत में नॉजल द्वारा प्रदान की गई पावर $P = y.Q.H_N$, होती है जिसमें $H_N$ निवल शीर्ष होता है (सकल शीर्ष – शीर्ष क्षति = $H_G - \Delta H$).

नोक से किलोवाट में शक्ति है $P_i (KW) = y.Q.H_N/1000 = 9.81.Q.H_N$

(2) से यह देखा जा सकता है कि पनबिजली प्रणाली में पावर निवल शीर्ष और पानी की प्रवाह दर पर ठोस रूप से निर्भर है। एसएचपी स्थलों को उच्च शीर्ष और निम्न शीर्ष वाले स्थलों के रूप में जाना जाता है। शीर्ष जितना ही ऊंचा होगा उतना ही यह बेहतर होगा क्योंकि ऊर्जा या शक्ति की निर्दिष्ट राशि पैदा करने के लिए कम पानी की जरूरत पड़ेगी (अर्थात निम्न प्रवाह दर)। इसका अर्थ यह है कि छोटी और कम खर्चीली सामग्री का उपयोग किया जा सकेगा। 0.6 मीटर से कम की अनुलंब झुकान या गिरावट से छोटी पनबिजली प्रणाली सही प्रकार से कार्य न कर सकेगी (13)। इसका अर्थ यह है कि 0.6 मीटर से कम का शीर्ष कम ऊर्जा पैदा करेगा और खर्चीला होगा।

निवल या विशुद्ध शीर्ष कुल शीर्ष घटा शीर्ष क्षति होता है। यह क्षति तब होती है जब पानी नहर और जलकपाट (पेनस्टॉक) से गुजर कर इनटेक से टर्बाइन में बहता है। पानी पाइप से बहने पर ऊर्जा खो देता है। (शीर्ष क्षति)।यह निम्नलिखित कारणों से होता है:

**(i) दीवार से घर्षण:**

पाइप की दीवारों से घर्षण दीवार की सामग्री के खुरदरेपन पर और दीवार के निकट के वेग ग्रेडिएंट पर निर्भर करता है। पाइप की दीवारों में घर्षण को पाइप के व्यास या मोटाई को बढ़ा कर हल किया जा सकता है। पर व्यास को बढ़ाने से लागत भी बढ़ती है। इसलिए लागत और व्यास के बीच सामंजस्य बिठाना जरूरी होता है।

**(ii) फ्लो टर्बुलेंसः**

जब पानी पाइप के घुमावों, संकुचन और विस्तार, वाल्वों और अन्य पुर्जों से होकर गुजरता है तो घर्षण क्षति के अलावा भीतरी वेग की क्षति होती है। यह क्षति वेग पर निर्भर करती है और उसे इस प्रकार से अभिव्यक्त किया जा सकता है। K गुणा गतिज ऊर्जा $\frac{v^2}{2g}$

पाइप के घुमाव से जल प्रवाह में, बाहरी दीवार के साथ–साथ, दाब में वृद्धि होती है। यह दाब असंतुलन द्वितीयक करेंट का कारण बनता है। ये दोनों कार्य साथ–साथ (अनुदैर्ध्य प्रवाह और द्वितीयक करेंट) एक सर्पित या कुंडलित प्रवाह को जन्म देते हैं। इससे हुई शीर्ष की क्षति घुमाव के अर्ध–व्यास और पाइप के व्यास पर निर्भर करती है।

खुले वाल्व से प्रवाहित जल द्वारा उत्पन्न शीर्ष क्षति वाल्व के प्रकार और विनिर्माण पर निर्भर करती है।

## 6.3 उदाहरण

मान लीजिये कि 0.1 मीटर व्यास का एक पेनस्टॉक 30 मीटर के उठान परिवर्तन द्वारा 0.009465 मी$^3$/से. पानी प्रदान करता है। पावरहाउस में पहुंचने पर पानी का दाब 186 केपीए है। पाइप में शीर्ष के कितने हिस्से की क्षति हुई। टर्बाइन के लिए क्या ऊर्जा उपलबध है?

**हलः**

समीकरण (1) से दाब शीर्ष $= \frac{P}{\gamma} = \frac{186000}{1000 kgm^{-3} \times 9.81} = 18.96m$

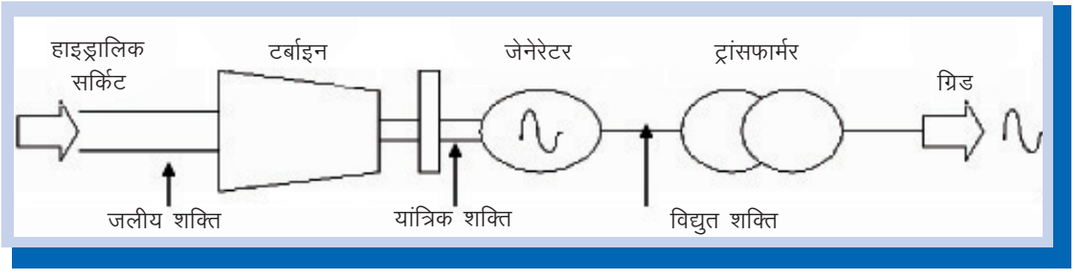
वेग शीर्ष (वेलोसिटी हैड) का पता लगाने के लिए पानी का वेग ज्ञात करना होगा। वेग के आकलन के लिए Q = A.v का उपयोग करें जिसमें A पाइप का अनुप्रस्थ काट वाला क्षेत्र है।

$\therefore v = \frac{Q}{A} = \frac{0.009465 m^3/s}{\pi(0.05m)^2} = 1.21 m/s$

इस प्रकार समीकरण (2) से वेग शीर्ष $= \frac{v^2}{2g} = \frac{(1.21 m/s)^2}{2 \times 9.81 m/s^2} = 0.074m$

पेनस्टॉक के तल पर बचा हुआ कुल शीर्ष दाब और वेग शीर्ष का योग है – 18.96 मी + 0.074 मी. = 19.03 मी. क्योंकि क्षति 30 मी. – 19.3 मी = 10.97 मी. या 36.5 प्रतिशत है।

**चित्र 10: जल रूपांतरण योजना (15)**



टर्बाइन में उपलब्ध ऊर्जा होगीः

$P = 9.81QH_N = 9.81\ x\ 0.0009465m^3/sx19.03 = 1.77kW.$

## 6.4 एसएचपी की कार्यक्षमता

चित्र 10 पावर रूपांतरण योजना को दर्शाता है।

एसएचपी से ऊजा ($P_f$) आउटपुट उपलब्ध जलीय ऊर्जा ($P_i$)

$P_f = \eta P_i$

अर्थात् $P_f\ (kW)=(9.81).\eta.Q.H$.....(3)

जब $\eta$ कुल कार्यक्षमता हो

यह आंशिक कार्यक्षमताओं के गुणन का परिणाम है।

$\eta = \eta_{turbine} \cdot \eta_{generator} \cdot \eta_{transformer}$

$\eta_{turbine} \Rightarrow 60 - 95\%$ यह उपयोग में लाई गई टर्बाइन के प्रकार पर निर्भर है।

$\eta_{turbine} \Rightarrow 75 - 90\%$ यह जेनेरेटर के आकार पर निर्भर है।

$\eta_{turbine} \Rightarrow 80 - 95\%$ यह ट्रांस्फार्मर के आकार पर निर्भर हैं

## 6.5 अधिकतम पावर के लिए आदर्श प्रवाह दर

यदि प्रवाह अत्यधिक उच्च है तो घर्षण से काफी अधिक ऊर्जा या पावर को क्षति होती है और पावर आउटपुट कम हो जाती है। प्रवाह दर को कम करके घर्षण से होने क्षतियां कम की जाती हैं।

# अध्याय 7.
# एसएचपी के उपयोग का आर्थिक पक्ष

**समयः** 1 घंटा

**पद्धतिः** विचार–विमर्श, प्रस्तुतीकरण

## 7.1 एसएचपी के लाभ

एसएचपी के मुख्य लाभ इस प्रकार हैं:

- $CO^2$ उत्सर्जन में कमी के माध्यम से पर्यावरण की रक्षा। $CO^2$ उत्सर्जन इसलिए कम होता है क्योंकि एसएचपी से विद्युत उत्पादन प्रक्रिया के दौरान $CO^2$ उन्मुक्त नहीं होती।
- परखी हुई और निर्भर–योग्य प्रौद्योगिकी
- ऊर्जा आपूर्तियों की विविधता में सुधार होता है – यह विद्युत उत्पादन के अनेक विकल्पों में से एक है।
- ग्रिड में स्थिरता आती है।
- भूमि की जरूरत कम पड़ती है जबकि वायु ऊर्जा के मामले में वायु टर्बाइन लगाने के लिए काफी अधिक भूमि की जरूरत होती है।
- स्थानीय और क्षेत्रीय विकास होता है। समुदाय की जीवाश्म–ईंधन पर निर्भरता से मुक्त हो जाता है।
- नदी थाले के रख–रखाव में मदद मिलती है।
- यह प्रौद्योगिकी विकासशील देशों में ग्रामीण विद्युतीयकरण के लिए उपयुक्त है।
- उच्च–ऊर्जा प्राप्ति अनुपात

## 7.2 एसएचपी की कमियां

एसएचपी की कुछ कमियां इस प्रकार हैं:

- एसएचपी एक–स्थल–विशिष्ट प्रौद्योगिकी है और सामान्यतः नदी स्थल उस स्थल से काफी दूर होता है जहां बिजली की जरूरत होती है।
- इन संयंत्रों की आउटपुट पावर में महत्वपूर्ण घटत–गढ़त होती रहती है।

## 7.3 एसएचपी का पर्यावरण पर प्रभाव

पहले ता यह कि एसएचपी द्वारा उत्पादित आईजीडब्ल्यूएन विद्युत से:

- किसी भी विकसित देश में एक वर्ष में 250 परिवारों को बिजली की आपूर्ति की जा सकती है।

- 220 टन पेट्रोल की बचत होती है।
- 335 टन कोयले की बचत होती है।
- 480 टन कार्बन डाइऑक्साइज के उत्सर्जन से बचा जा सकता है।
- एक विकासशील देश में एक वर्ष में 450 परिवारों को बिजली की आपूर्ति की जा सकती है।

क्योंकि एसएचपी का उत्पादन बहती नदी से होता है, इसलिए यह जल–जीवन में कोई विघ्न नहीं डालता। सामान्य नियम यह है कि टर्बाइन के जरिये नदी के जल प्रवाह के 20 प्रतिशत से अधिक को न मोड़ा जाये और टर्बाइन के ठीक नीचे की नदी पर में पानी को वापस न मोड़ा जाए।

## 7.4 एसएचपी का आर्थिक पक्ष और लागतें

छोटे हाइड्रो संयंत्रों के लिए आवश्यक पूंजी कितनी हो, यह प्रभावकारी शीर्ष, प्रवाह दर, भौगोलिक और भूवैज्ञानिक विशेषताओं, उपकरणों (टर्बाइन, जेनेरेटर और अन्य) तथा सिविल इंजीनियरी कार्य और जल प्रवाह की सततता पर निर्भर करता है।

निम्न शीर्ष और उच्च प्रवाह वाले स्थलों के लिए अधिक पूंजी की जरूरत होती है क्योंकि पानी के अधिक प्रवाह के लिए अधिक बड़ी टर्बाइन की जरूरत होती है।

किंतु, यदि प्रणाली का दोहरा उद्देश्य हो तो – जैसे कि बिजली उत्पादन और बाढ़ पर नियंत्रण, बिजली उत्पादन और सिंचाई, बिजली उत्पादन और पेय जल की व्यवस्था – लागत की वसूली की अवधि को कम किया जा सकता है।

मरम्मत और बीमा सहित संचालन और रख–रखाव की लागत निवेश लागत के 5 प्रतिशत से 5 प्रतिशत के बीच होती है।

# अध्याय 8.
# पनचक्कियों

**समयः** 1 घंटा

**पद्धतिः** प्रस्तुतीकरण, विचार–विमर्श

## 8.1 पनचक्कियां क्या है?

जल की ऊर्जा और उसे यांत्रिक ऊर्जा में बदलने का विचार मानवजाति को दीर्घकाल से ज्ञात है। प्राचीन काल में यांत्रिक ऊर्जा पहियों या चक्रों में पानी को प्रवाहित करके विकसित की जाती है। इस तरह के जल चक्रों का उपयोग चीन, भारत, मिस्र और फिर यूरोप में भी हुआ। गेंहू और दूसरे अन्न पीसने वाली पनचक्कियों को अक्सर "घराट" कहा जाता है। इन घराटों में औसतन 1.0 किलोवाट यांत्रिक आउटपुट्स पैदा करने के लिए 2 से 5 मीटर तक के शीर्ष का उपयोग होता है।

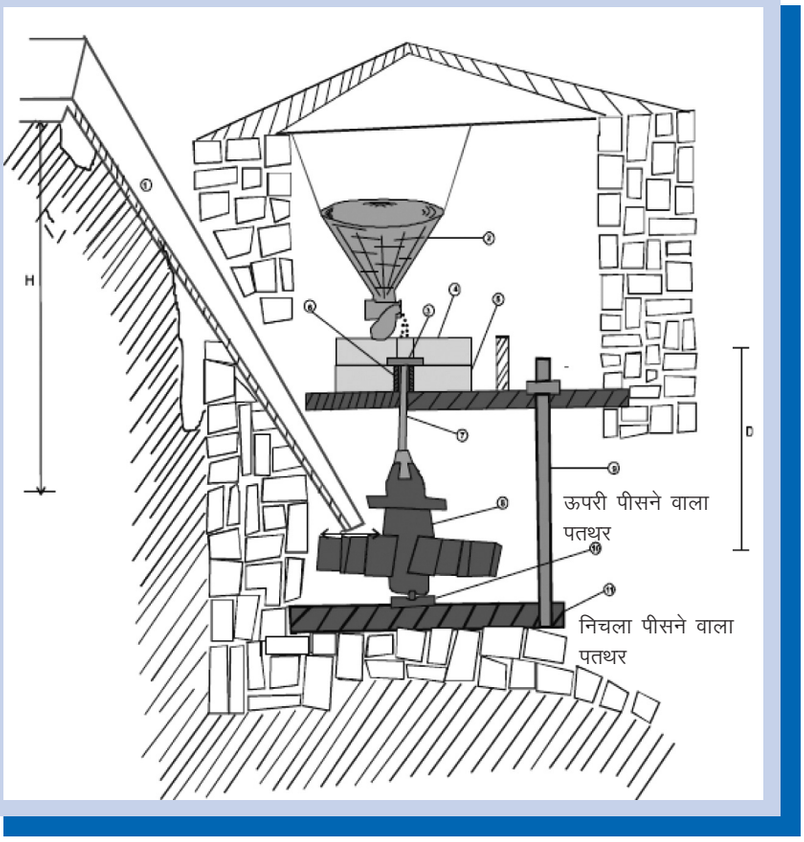
घराट जल धाराओं से यांत्रिक ऊर्जा का पिसाई के उद्देश्य से उपयोग करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। पारंपरिक घराट की डिजाइन काफी पुरानी है और इसमें इतने वर्षों के दौरान बहुत ही थोड़ा परिवर्तन किया गया है। हिमालयी क्षेत्र में पारंपरिक चक्कियों का पीसने के लिए व्यापक रूप से उपयोग होता आया है और यहां लगभग ढाई लाख लकड़ी और पत्थर की पनचक्कियां अभी भी उपयोग में लाई जा रही हैं। कश्मीर से लेकर अरुणाचल प्रदेश तक पनचक्कियों का उपयोग अन्न पीसने के लिए किया जाता है। तकनीकी रूप से सुधार करके पनचक्कियों की क्षमता को तीनगुना बढ़ाया जा सकता है। आल्टरनेट हाइड्रो इनर्जी सेंटर (AHEC) और भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रुड़की (IITR) पनचक्कियों को विकसित करने के कार्य में काफी समय से संलग्न रहे हैं।

पनचक्की स्थल पर, जहां पर्याप्त शीर्ष और जल–प्रवाह उपलब्ध होता है, 3 किलोवाट से 10 किलोवाट तक की पावर विकसित करने के लिए बहु–उद्देश्यीय पावर यूनिट (MPPU) को उपयुक्त समझा जाता है। टर्बाइन प्रौद्योगिकी के आधार पर एएचईसी ने नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा संसाधन मंत्रालय (MNRES), भारत सरकार की यूएनडीपी–जीईएफ पर्वतीय जल परियोजनाओं के अंतर्गत निम्न लागत वाली निर्माण प्रौद्योगिकी की मदद के एक नई डिजाइन तैयार की है। यह विकसित प्रणाली सीधे कृषि–प्रसंस्करण मशीनों के चालन और आल्टरनेटर से जोड़े जाने पर विद्युत जनन के लिए 10 किलोवाट तक की यांत्रिक ऊर्जा उत्पन्न करने में सक्षम है। यह प्रणाली क्षैतिज शाफ्ट 'खुली आड़ी (क्रास) प्रवाह टर्बाइन' है।

## 8.2 पारंपरिक पनचक्कियां

पारंपरिक पनचक्कियों में लकड़ी के सीधे ब्लेडों वाली लकड़ी की टर्बाइन का उपयोग किया जाता है। ढालू प्रणाल या शूट बनाने के लिए लकड़ी के फट्टों का उपयोग किया जाता है या फिर इसे पेड़ के एक बड़े तने तराश कर बनाया जाता है। यह ढालू प्रणाल ऐसा होता है कि निचले कोने पर संकरा हो जाता है जिससे नॉजल या मुहाना बनता है। टर्बाइन के लकड़ी का शाफ्ट स्टील की पिन द्वारा पत्थर की

चित्र 8.1: पारंपरिक पनचक्की




धुरी पर टिका होता है और ऊपर स्लाइडिंग बियरिंग से थमा होता है। स्लाइडिंग बियरिंग लकड़ी का बुश है जो नीचे के स्थिर रहने वाले पाट (पीसने वाले पत्थर) से जुड़ा होता है। ऊपर का पीसने वाला चक्र निचले पत्थर पर टिका होता है और सीधी स्लॉट कपलिंग के माध्यम से टर्बाइन शाफ्ट द्वारा चक्रित किया या घुमाया जाता है। पत्थरों के बीच के अंतर को ऊपरी पत्थर को लिफ्ट कार्यविधि की मदद से उठा कर समायोजित किया जाता है।

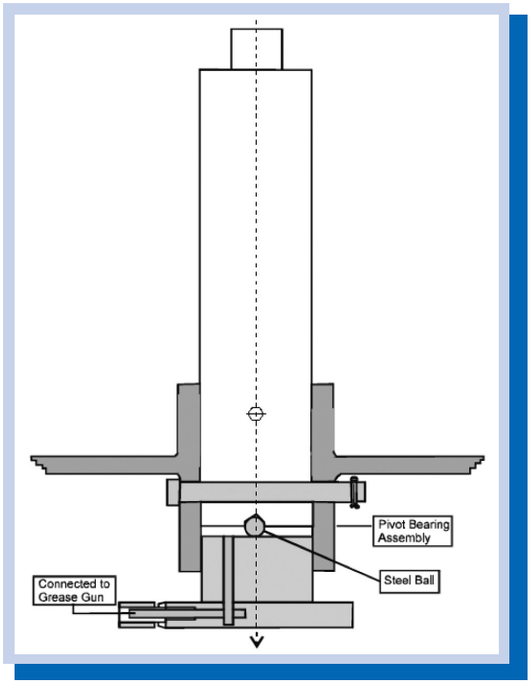
विभिन्न भागों के साथ पारंपरिक पनचक्की की डिजाइन

1. फ्लूम (अवनालिका)
2. हॉपर
3. रॉएंड/कैम
4. पिसाई का ऊपरी पत्थर (ऊपरी पाट)
5. पिसाई का निचला पत्थर (निचला पाट)
6. ऊपरी बियरिंग/बुश
7. शाफ्ट
8. हब के साथ रनर
9. उठाने वाले यंत्र का लीवर
10. नीचे की बियरिंग
11. उठाने वाले यंत्र का लीवर
12. शूट की लंबाई
13. शीर्ष

## उन्नत पनचक्की

डीएसटी–टीआईएफएसी, भारत सरकार द्वारा प्रायोजित परियोजना के अंतर्गत एएचईसी ने 3 किलोवाट यांत्रिक आउटपुट वाली अनुलंब शाफ्ट पनचक्की तैयार की है। यह विकसित प्रणाली न्यूनतम लागत पर अधिक तेजी से पिसाई करने के लिए एक उपयोगी कार्यक्षम और लंबे समय तक काम आने वाली मशीन है। इसका उन्नत रनर कार्य क्षमता को पारंपरिक पनचक्की से 3–5 गुना बढ़ा देता। इस रनर को लगाना बहुत आसान है और उसके साथ पारंपरिक पनचक्की के वे अन्य हिस्से जोड़े जा सकते हैं जो अच्छी स्थिति में हों।

चित्र 8.2: विकसित पनचक्की



इन मशीनों के हिस्सों को स्थानीय लोग बड़ी सरलता से समझ सकते हैं। इस नई पनचक्की घटक या हिस्से निम्नलिखित हैं:

**रनर**

रनर का व्यास 750 मिमी. है और इसमें 16 ब्लेड हैं। पूरा रनर अविभाजित होता है और इसका वजन 50 किग्रा. है।

**ड्राइव शाफ्ट**

ड्राइव शाफ्ट के रूप में 50 मिमी व्यास के स्टील शाफ्ट का उपयोग किया जाता है। शाफ्ट के ऊपरी छोर को आयताकार रूप में काटा जाता है ताकि वह रॉएंड या कैम पर फिट हो जाए।

**नीचे की बियरिंग**

एक बहुत ही सरल नीचे की बियरिंग जिसमें बाल हो जो कठोर स्टील के टुकड़े पर टिके शाफ्ट के निचले छोर पर फिट किया जाता है।

**लकड़ी का अस्तर या बुश**

एक सरल सा तेल में डूबे कठोर लकड़ी से बुश का उपयोग शाफ्ट को सीधा पकड़ने के लिए ऊपर के पत्थर के लिए इस्तेमाल किया जाता है।

**रॉएंड का कैम**

कैम का उपयोग चालक–शाफ्ट से युक्त निचले पत्थर के पाट पर ऊपरी पत्थर के पाट को घुमाने के लिए किया जाता है।

**ऊपरी पत्थर की उठान यंत्ररचना**

उठान यंत्ररचना स्टील का बार है जिसमें ऊपरी छोर पर घूमने वाला पहिया लगा होता है और निचले छोर पर पिन लगी होती है। निचला छोर पिन द्वारा क्रास बार में जुड़ा होता है।

**पीसने वाले पत्थर या पाट**

नई पनचक्की में वर्तमान पाटों का, अगर वे अच्छी स्थिति में हों तो, उपयोग किया जा सकता है।

**फ्लूम (अवनालिका)**

वर्तमान फ्लूम या अवनालिका को जीआई की लाइनिंग लगा कर फिर से उपयोग मे लाया जा सकता है।

**चित्र 8.3: उत्तराखंड में एक स्थान पर लगा उन्नत रनर**

**फीडिंग यंत्र रचना**

वर्तमान कार्य–स्थलों पर फीडिंग यंत्र रचना में वाइब्रेटर के साथ एक हॉपर लगा होता है। इसका पुनः उपयोग किया जा सकता है।

## 8.3 नयी उन्नत प्रणाली के संस्थापन की प्रक्रिया

**पहला कदमः उपकरण सुनिश्चित करना**

किसी भी उन्नत प्रणाी के संस्थापन के लिए काम में आने लायक अच्छी गुणवत्ता वाले उपकरण आवश्यक होते हैं। इसलिए पहले से ही आपके पास हथौड़ा, शीट काटने का यंत्र, रेती, ग्रीस गन, लोहा–आरी, साहुल (फ्लम्ब), पेचकस, कर्षणदंड (ड्रा बार), स्प्रिट लेवल, स्पैनर, आरी, छेनी जैसे यंत्र उपलब्ध होने चाहिए।

**दूसरा कदमः पारंपरिक पनचक्की के पुर्जों को अलग–अलग करना**

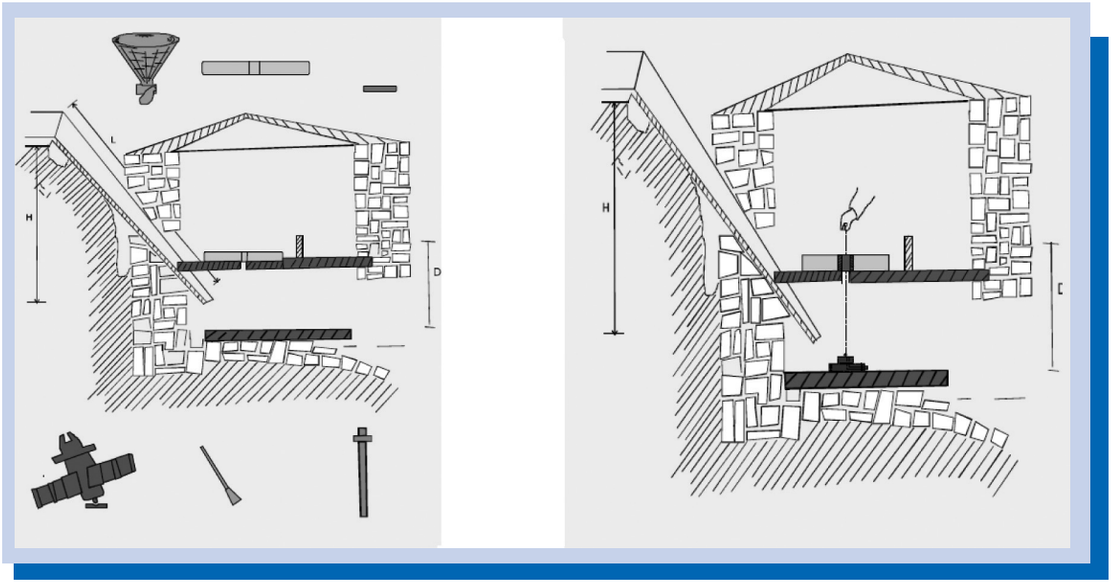
उन्नत हिस्सों को फिट करने के लिए पहले पारंपरिक चक्की के पुर्जों या हिस्सों को खोलकर अलग करना जरूरी होता है।

**तीसरा कदमः नीचे की बियरिंग को फिट करना**

निचले कोने पर फूट बियरिंग और ऊपरी कोने पर ऊपरी पाट पर क्रास बार के साथ उचित अनुलंब स्थिति में शाफ्ट की सीधाई सुनिश्चित करने के लिए क्रास बार पर एक केंद्र चिन्ह लगाया जाना चाहिए। इस चिन्ह को निचली बियरिंग की धुरी मानते हुए क्रास बार के साथ कीलें लगा कर बियरिंग की प्लेट को फिक्स किया जाता है।

**चित्र 8.4: पुराने घटक हटाते हुए**

**चित्र 8.1: नये घटकों का अधिष्ठापन**



**चौथा कदमः रनर के साथ शाफ्ट फिक्स करना**
निचली धारा की ओर से निचली बियरिंग पर रनर को रखने के बाद ऊपरी धारा की ओर से निचले पाट के छेद में शाफ्ट को डालें। रनर के साथ शाफ्ट की सीध बनाने के बाद रनर हब और शाफ्ट के छेदों में पिन लगायें ताकि शाफ्ट को रनर से जोड़ा जा सके। अब लकड़ी की बुश को निचले पाट के छेद में डालें।

**पांचवां कदमः बाकी हिस्सों को फिट करना**
शॉफ्ट के साथ रनर को फिट करने के बाद राएंड को शाफ्ट के ऊपरी कोने में चलायें और ऊपरी पाट को निचले पाट पर रख दें। बाकी सभी हिस्से फिक्स कर दें।

**छठा कदमः पानी के जेट का मिलान करना**
ढालू प्रणाल या शूट का मिलान करना पनचक्की लगाने की एक आवश्यक शर्त है। नया रनर हो तो पानी के जेट को रनर के भीतर के तीन ब्लेडों पर लगाना होगा। रनर के बहिर्मुखी प्रवाह का होने से पानी भीतर से बाहर की ओर बहता है।

## 8.4 चालन

प्रणाली को सही प्रकार से चलाना कई अर्थों में लाभदायक है। प्रबंधकों और आपरेटरों को उपकरण, उसके कार्यों और उसके संचालन की कार्य–विधियों से पूरी तरह से अवगत होना चाहिए। तकनीकी विनिर्देश (स्पेसिफिकेशंस) भी ज्ञात होने चाहिए और उन्हें संस्थापक या इंस्टालर द्वारा दिये गये संचालन एवं रख–रखाव मैनुअल में दर्ज किया जाना चाहिए।

प्रणाली को शुरू करने, रोकने और चलाने के दौरान निम्नलिखित जांचें की जानी चाहिए।

किसी चरण में अगर कोई समस्या आती है (उदाहरण के लिए अस्वाभाविक आवाज) तो प्रणाली को बंद कर उसे दूर किया जाना चाहिए और उसके बाद ही प्रणाली को चलाया जाना चाहिए।

क) सफाई की निर्दिष्ट कार्य–प्रक्रियाओं का पालन करें।
ख) सभी हिस्सों की देखकर जांच करें (उदाहरण के लिए नीचे की बियरिंग, रनर, शाफ्ट, पिन, बुश, पाट के पत्थर, हॉपर, लिफ्ट कार्यतंत्र और बाइब्रेटर आदि)
ग) यह सुनिश्चित करें कि पानी की धार सीधे रनर्स पर पड़े।
घ) शुरू में ऊपरी पत्थर को आसानी से घुमाने के लिए पत्थरों के बीच पर्याप्त अंतर रखें।
ङ) निरसन या डिस्चार्ज धीरे–धीरे करके बढ़ायें ताकि चक्र के साथ–साथ पत्थर गति पकड़े।
च) लिफ्ट कार्यतंत्र को संचालित करते समय जिस प्रकार का आटा चाहिए उसे ध्यान में रखते हुए दूरी को बनायें।

## 8.5 रख–रखाव

**अवनालिका की प्रवेशिका (शूट इनलेट) का रख–रखाव**
पावर चैनल से अवनालिका तक प्रवाह को सुगम बनाने के लिए जोड़ का उपयुक्त रूप से रख–रखाव करना चाहिए।

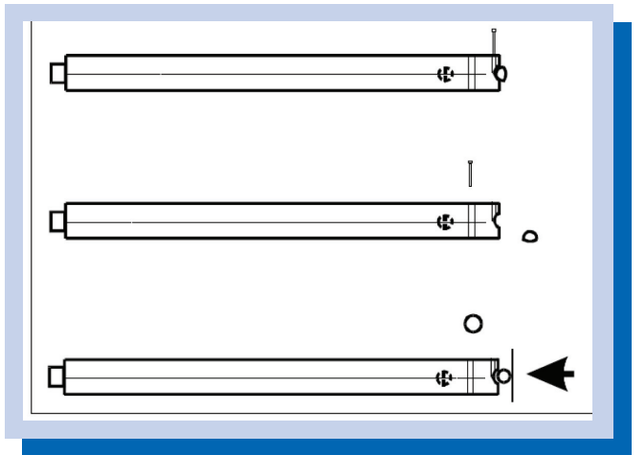
### पानी की अवनालिका का रख–रखाव

उपयोग के साथ–साथ पानी की अवनालिका की सतह घिस जाती है, पानी के संपर्क में आने वाली सतह कठोर हो जाती है और घर्षण की वजह से शीर्ष की क्षति होती है। सही प्रकार से रख–रखाव करके सतह को चिकना बनाये रखें।

### नीचे की बियरिंग बॉल

कभी–कभी अवनालिका से निकली पानी की धार के वेग की वजह से शाफ्ट की सीध खराब हो जाती है। इसके कारण रनर डगमगाने लगते हैं। इससे रनर की फूट बियरिंग और हब को क्षति पहुंच सकती है। पनचक्की के मालिक या आपरेटर को यह सुझाव दिया जाता है कि वह शाफ्ट की सीध की नियमित रूप से जांच करता रहे और सीधा में गड़बड़ी होने पर तत्काल उसके कारण का पता लगा कर उसे ठीक करे।

चित्र 8.6: शॉफ्ट का एलाइनमेंट



### शाफ्ट की सीध

नीचे की बियरिंग बॉल फूट बियरिंग की धुरी या तकली पर घूमती है। कुछ समय के बाद यह बॉल घिस जाती है और नई बॉल की जरूरत पड़ती है। किंतु उचित चिकनाई द्वारा इस बॉल की आयु का बढ़ाया जा सकता है। मालिक/आपरेटर को पनचक्की चलाने से पहले पर्याप्त चिकनाई सनिश्चित करनी चाहिए।

### पत्थर को पिसाई के लिए तैयार रखना

पत्थर को पिसाई के लिए तैयार रखना पनचक्की के उत्पादन को बढ़ाने के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। पत्थर पर वैज्ञानिक तरीके से खांचे बनाने की जरूरत होती है और समय–समय पर इन खांचों को उचित प्रकार से उपयुक्त स्थिति में रखना भी आवश्यक है।

पनचक्की के रख–रखाव के लिए निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखा जाना चाहिए।

### चलाने से पहले

क) मुंह या इनटेक पर कचरे के रैक्स को साफ करें, बेसिन और फोरबे से गाद निकालें।

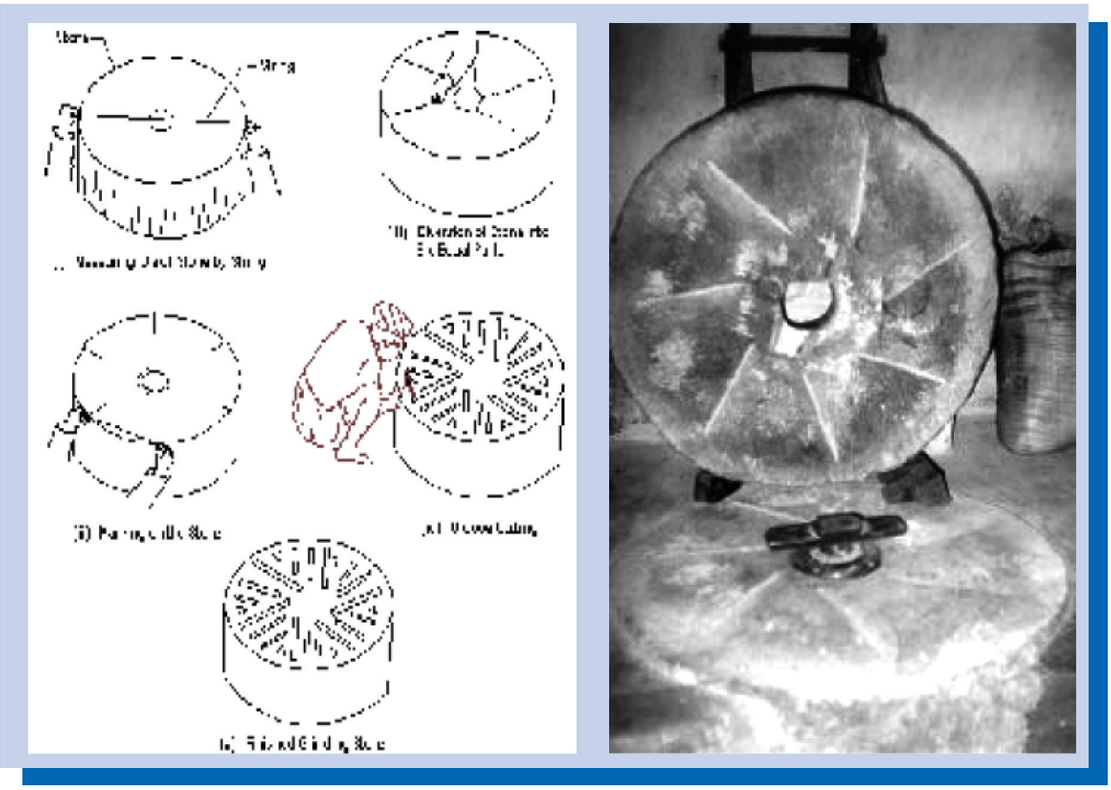
ख) यह जांच करें कि हेडरेस से पर्याप्त पानी बह रहा है या नहीं।

ग) यदि नहीं तो संयंत्र के लोड को तदनुसार ही कम करना चाहिए या फिर उसे चलाना ही नहीं चाहिए।

घ) बरसात के दौरान फोरबे को फ्लश करें और बेसिन से गाद निकालें (यदि कचरा कम है तो हर दूसरे दिन)।

### चालने के दौरान

चित्र 8.10:



क) टर्बाइन और जेनेरेटरों की बियरिंग के केसों के तापमान और स्पंदन की जांच करें।
ख) यह जांच करें कि वाल्बों, टर्बाइन हाउसिंग और फ्रेम से रिसाव तो नहीं हो रहा।
ग) यदि किसी जगह से रिसाव बहुत ज्यादा है तो स्थिति के अनुसार तत्काल मरम्मत करायें।

अच्छे और समय पर किये गये रोकथामकारी रख–रखाव से हमेशा ही टूट–फूट को कम करने और उपकरणों के जीवन और उत्पादकता को बढ़ाने में मदद मिलती है।

नियमित रखरखाव के लिए निम्न प्रकार की जांच–सूची बनाई जानी चाहिए।

| उपकरण | दैनिक | साप्ताहिक | मासिक | टिप्पणी / उठाया गया कदम |
|---|---|---|---|---|
| पावर कैनाल | | | | |
| चैनल में बाहरी तत्व | | ✓ | | |
| चैनल का सही प्रवाह | ✓ | | | |
| चैनल से रिसाव | | | ✓ | |
| फ्लूम | | | | |
| फ्लूम से रिवाव | ✓ | | | |
| सर से नॉजल की सीधाई | ✓ | | | |
| ऊपरी पाट | | | | |

| उपकरण | दैनिक | साप्ताहिक | मासिक | टिप्पणी / उठाया गया कदम |
|---|---|---|---|---|
| खांचों की स्थिति | | ✓ | | |
| निचला पाट | | | | |
| खांचों की स्थिति | | ✓ | | |
| राएंड | | | | |
| ऊपरी पत्थर से फिटिंग | ✓ | | | |
| गियरबॉक्स की कपलिंग से फिटिंग | ✓ | | | |
| बुश | | | | |
| शॉफ्ट पर क्लियरेंस | | | ✓ | |
| गियरबॉक्स की कपलिंग से फिटिंग | | | ✓ | |
| शॉफ्ट | | | | |
| पत्थर से सीधाई | | | ✓ | |
| रनर से सिधाई | | | ✓ | |
| निचली बियरिंग से सीधाई | | | ✓ | |
| रनर | | | | |
| ब्लेडों की स्थिति | | | ✓ | |
| पिन द्वारा शॉफ्ट के साथ हब की फिटिंग | | | ✓ | |
| निचली बियरिंग | | | | |
| ग्रीसिंग/ऑइलिंग | | ✓ | | |
| बॉल की सतह | | | ✓ | |
| धुरी की सतह | | | ✓ | |
| **हॉपर** | | | | |
| हॉपर चढ़ाना | | | ✓ | |
| हॉपर की दीवारों की सतह | | | ✓ | |
| **वाइब्रेटर** | | | | |
| हॉपर के साथ कसना | | | ✓ | |
| ऊपरी पाट से संपर्क | | ✓ | | |

## 8.6 पनचक्की में सुधार के प्रभाव

### 8.6.1 पनचक्की मालिकों के समुदाय पर

**आय और स्थिति में सुधार**

उन्नत पनचक्कियों की बढ़ी हुई क्षमता से पनचक्की मालिकों को दूर–दूर के गांवों से अधिक ग्राहकों को आकर्षित करने में मदद मिलती है जिससे उनकी आय में वृद्धि होती है। अच्छी पिसाई के लिए ग्राहक अधिक पैसा देने के लिए तैयार रहते हैं। इससे भी आय बढ़ती है। पनचक्की के

उन्नतश्रेणीकरण पर अतिरिक्त निदेश के लिए भुगतान वापसी की अवधि लगभग 4 वर्ष की होती है। गांव में बेहतर पनचक्की के मालिक को सम्माननीय दर्जा मिलता है और उसे प्रतिष्ठित व्यवसायी समझा जाता है। उसकी सामाजिक हैसियत भी बढ़ती है। पनचक्की मालिक के परिवार को अधिक आटा प्राप्त होता क्योंकि पिसाई के भुगतान के रूप में लोग आटा देता है। कुछ मामलों में तो चक्की का मालिक अतिरिक्त आटे को बाजार में बेच कर लाभ भी कमाता है।

**अनेक अंत–उपयोग संभावनाएं**

हालांकि सुधारी गई या उन्नत पनचक्की में अंत–उपयोग प्रयोज्यों की संभावना होती है, पर इस समय इसका मुख्य कार्य पिसाई और कुटाई तक सीमित है। तेल निकालने, मसाला पीसने, रस निकालने, रुई धुनने और वेल्डिंग जैसे कार्यों के लिए इसके अंत–उपयोग प्रयोज्यों का विस्तार करने का प्रयास किया जा रहा है।

**आसान रख–रखाव**

चक्की के मालिक को पहले हर दो साल में लकड़ी के रनर को बदलना पड़ता था, पर उन्नत चक्की के रनर का उपयोग 10 साल से भी अधिक समय तक किया जा सकता है। पहले चक्की के मालिक को हर 2–3 दिन में रनर के ब्लेडों को कसना होता था, पर उन्नत चक्कियों में हर दो महीने में पिन बियरिंग की मरम्मत की जरूरत होती है।

**पिसाई का समय**

उन्नत या सुधारी गयी पनचक्की की बढ़ी हुई प्रसंस्करण क्षमता के कारण अब गांव में ग्राहकों को गेहूं आदि पिसाने के लिए कम समय इंतजार करना पड़ता है। इस तरह से बचाये गये समय का उपयोग लोग चारा/ईंधन एकत्र करने, घर की साफ–सफाई और बच्चों की देखरेख के लिए कर सकते हैं।

**पीसे गये अन्न की गुणवत्ता**

उन्नत पनचक्कियों में पिसा आटा पारंपरिक चक्की में पिसे आटे से ज्यादा बारीक होता है। डीजल की चक्की से पिसे आटे की तुलना में इस चक्की से पिसे आटे की गुणवत्ता भी बेहतर होती है क्योंकि डीजल की चक्की की चक्रण गति उन्नत पनचक्की से अधिक होती है जिसके चलते पैदा हुई गरमी से आटे के स्वाद और गुणवत्ता में कमी आती है।

**पर्यावरण**

उन्नत पनचक्की की वजह से डीजल की पनचक्कियों की संख्या में कमी आयी है, जिसकी वजह से डीजल का उपयोग कम होता है और स्थानीय समुदाय को पैसा कम खर्च करना पड़ता है। डीजल की चक्की और किसी भी अन्य सूक्ष्म–आइड्रो स्कीम की तुलना में उन्नत चक्की लगाने से पर्यावरण पर बहुत ही कम प्रभाव पड़ता है।

**सामाजिक–आर्थिक विकास**

उन्नत या सुधारी गई पनचक्की से चालित ग्राम सूचना केंद्र स्थानीय समुदाय को इंटरनेट कनेक्टिविटी सहित बुनियादी कंप्यूटर सुविधाएं प्रदान कर सकता है। लोगों को शिक्षा, स्वास्थ्य, रोजगार, आर्थिक मामलों के बारे में सोफ्टवेयर, इंफोकिट, सीडीज और इंटरनेट के माध्यम से व्यापक जानकारी प्राप्त होगी। इस सूचना केंद्र के फलस्वरूप इंटरनेट से विकास संबंधी मुद्दों पर प्राप्त जानकारी का स्थानीय

समुदाय के बीच प्रचार–प्रसार करना संभव होगा। जब पनचक्की द्वारा पिसाई का काम नहीं किया जा रहा होगा, तब उसका उपयोग पूरे समुदाय के विकास कार्यकलापों के लिए किया जाएगा और इससे कंप्यूटर साक्षरता एवं रोजगार जनन की दृष्टि से युवाओं और बेरोजगारों के क्षमता–निर्माण में मदद मिलेगी।

**रोजगार और आय जनन**

स्थानीय लुहार, बढ़ई और टेक्नीनिशयनों को रोजगार के अधिक अवसर मिलेंगे क्योंकि उनकी तकनीकी क्षमताएं विकसित होंगी और पनचक्कियों को उन्नत करने के लिए बाजार विकसित होगा।

## 8.7 भविष्य की संभावनाएं

इस संबंध में जिन भावी दिशाओं पर कार्य किया जा रहा है वे इस प्रकार हैं:

- पनचक्की में सुधार हेतु वित्तपोषण के कार्य में ग्रामीण बैंकिंग और वित्तीय संस्थाओं को शामिल करना ताकि पनचक्की सुधार की सुविधाएं समाज के आर्थिक रूप से कमजोर तबकों को प्राप्त हो सकें;
- टिकाऊ स्थानीय प्रशिक्षण क्षमता के विकास के लिए क्षमता–निर्माण कार्यक्रमों में स्थानीय तकनीकी प्रशिक्षण संस्थाओं और स्थानीय पोलीटेक्नीकों को शामिल करना।
- उन्नत चक्कियों के रख–रखाव और प्रतिस्थापन सेवा प्रदान करने के कार्य में स्थानीय धातुकर्मी और लुहार समुदाय को शामिल करना;
- प्रौद्योगिकी को व्यापक रूप से स्वीकार्य बनाने हेतु इसे अधिक उपयुक्त और बहुमुखी बनाने के लिए सतत रूप से अपनाने योग्य शोध कार्य की जरूरत है। ग्रामीण विद्युतीकरण, सिंचाई के लिए पानी को ऊपर खींचने और अन्य कार्यों की दृष्टि से इसके व्यापक अंत–उपयोग की संभावना है।
- पनचक्की मालिकों के अधिकाधिक जिला स्तरीय संगठनों को प्रोत्साहित कर पनचक्की आंदोलन को भारतीय हिमालय क्षेत्र के पूर्व–पश्चिमी और पूर्वोत्तरी भागों में फैलाने की जरूरत है।

## 8.8 निष्कर्ष

पारंपरिक पनचक्कियों के उन्नतीकरण से निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं:

- भारत के हिमालयी और उप–हिमालयी क्षेत्रों में पारंपरिक जलशक्ति प्रणालियों के उन्नतीकरण द्वारा पनचक्की कार्यकलापों को पुनर्जीवित करने और अफगानिस्तान से लेकर म्यानमार तक अनेक देशों को परिधि में लेने वाले हिमालयी क्षेत्र में आय–जनन की संभावना है।
- तकनीकी समाधानों को स्थानीय स्तर पर व्यावसायिक कौशलों से जोड़ने और प्रयासों को टिकाये रखने एवं निर्मित करने के लिए स्थानीय भागीदारी और क्षमता–निर्माण की जरूरत है।

# परिशिष्ट 1.
# अपना जल परियोजना क्षेत्र विकसित करना

यह सूची एक बुनियादी ढांचा प्रदान करती है; और इनमें से कई कदम एक दूसरे का स्थान ले सकते हैं।

1. अपने जल स्थल पर उपलब्ध शीर्ष और प्रवाह को निर्धारित करें।
2. बिजली की पारिवारिक जरूरतें निर्धारित करें।
3. यह निर्धारित करें कि क्या अपना अकेली जल–प्रणाली का उपयोग करना चाहते हैं या फिर हाइब्रिड प्रणाली का।
4. अपनी विद्युत प्रणाली में आप जो अन्य तत्व जोड़ना चाहते हैं, उन पर विचार करें।
5. यह निर्धारित करें कि आपको उपलब्ध शीर्ष, प्रवाह और आपकी ऊर्जा जरूरतों के लिए किस प्रकार की टर्बाइन उपयुक्त रहेगी।
6. आपकी डाइवर्जन प्रणाली कैसी होगी – खुली या बंद।

# परिशिष्ट 2.
# डाइवर्जन प्रणालियां (खुली या बंद)

## उठी हुई डाइवर्जन कैनाल का उदाहरण

खुली डाइवर्जन प्रणाली के मुख्य तत्वः

इस मामले में उपयोग किया जाने वाला शीर्ष नदी के पानी के स्तर और टर्बाइन के स्थान पर खुली डाइवर्जन प्रणाली के पानी के स्तर के बीच की ऊंचाई का अंतर होता है।

'डाइवर्जन प्रणाली' का अर्थ है पानी को उसके स्रोत से मोड़ कर टर्बाइन की ओर ले जाना। पानी को मोड़ने और उसके परिवहन की विभिन्न पद्धतियां हैं, पर डाइवर्जन प्रणालियों को मुख्यतः इन दो प्रकार की प्रणालियों में शामिल किया जाता हैः 'खुली' और 'बंद' प्रणालियां।

किसी विशेष शैली की सूक्ष्म–जल टर्बाइन के अनुरूप सही प्रकार की डाइवर्जन प्रणाली को अपनाना टर्बाइन के उपयुक्ततम कार्य–प्रदर्शन के लिए महत्वपूर्ण होता है। सामान्य रूप से बंद डाइवर्जन प्रणाली के लिए इंपल्स टर्बाइनों (जो मुख्यतः शीर्षबाव से ऊर्जा उत्पन्न करती हैं) का उपयोग किया जाता है। प्रतिक्रिया टर्बाइनें (जो मुख्यतः पानी की मात्रा से ऊर्जा पैदा करती है) सामान्यतः खुली डाइवर्जन प्रणालियों के लिए सर्वोत्तम मानी जाती है।

डाइवर्जन प्रणाली को 'खुली' प्रणाली कहा जाए या 'बंद' प्रणाली – यह डाइवर्जन प्रणाली के उस बिंदु पर निर्भर करता है जहां गुरुत्वाकर्षण शक्ति सीधे–सीधे पानी पर प्रभाव डालती है।

'बंद' डाइवर्जन प्रणाली (जैसे कि पाइप) में प्रणाली को बंद कर दिया जाता है और पाइप में जब पानी रहता है तब वह सीधी गुख्रत्वाकर्षण शक्तियों से अलग हो जाता है। पाइप के मुंह पर पानी की सतह वह बिंदु है जहां गुरुत्वाकर्षण पानी को सीधे–सीधे प्रभावित करता है और इसलिए प्रणाली शीर्ष के लिए आरंभिक ऊंचाई होता है। क्योंकि टर्बाइन पर पानी बंद डाइवर्जन प्रणाली से निकलता है, इसलिए टर्बाइन की ऊंचाई प्रणाली दाब शीर्ष के आकलन के लिए अंतिम ऊंचाई बन जाती है। बंद डाइवर्जन प्रणालियां अपेक्षाकृत कम जल प्रवाह मात्रा के साथ उच्च दाब शीर्ष विकसित करने के लिए उपयुक्त होती हैं।

'खुली' डाइवर्जन प्रणाली में (जैसे कि नहर), पानी पूरी तरह से सीधे गुरुत्वाकर्षण के संपर्क में रहता है। 'खुली' डाइवर्जन प्रणाली में वह अंतिम बिंदु, जहां पानी को गुरुत्वाकर्षण सीधे–सीधे प्रभावित करता है, टर्बाइन की इनलेट के सीधे ऊपर पानी की सतह है। इसलिए दाब शीर्ष की आरंभिक ऊंचाई अक्सर टर्बाइन के सीधे ऊपर की जल सतह होती है। दाब शीर्ष का अंतिम बिदु इंपेलर होता है। खुली डाइवर्जन प्रणालियां निम्न घर्षण क्षति के साथ टर्बाइन को अधिक मात्रा में पानी की आपूर्ति करने की दृष्टि से उपयुक्त होती हैं। खुली डाइवर्जन प्रणालियों की कुछ कमियां इस प्रकार हैंः उन्हें स्थापित

करने के लिए आरंभ में अधिक कार्य करना होता है, और ठंडी जलवायु में धीमी गति से बहता पानी जम सकता है।

बंद डाइवर्जन प्रणालियों के मुख्य तत्वों का डायग्रामः

कुछ प्रतिक्रिया टर्बाइनें (जैसे कि नॉटिलस) खुली और बंद प्रणालियों को मिला कर उपयोग में लाती है। इनमें खुली प्रणाली बंद प्रणाली (जैसे कि पाइप) की दिशा में ले जाती है। खुला हिस्सा पानी को बड़ी मात्रा में टर्बाइन स्थल के पास ले जाता है, जबकि बंद हिस्सा टर्बाइन के लिए आवश्यक दाब शीर्ष बनाता है। इन मिलीजुली प्रणालियों में दाब शीर्ष की आरंभिक ऊंचाई उस बिंदु पर जल की सतह है जहां पानी बंद प्रणाली में प्रविष्ट होता है।

आइए अब स्थैतिक और गतिशील दाबों पर चर्चा करें। दोनों ही स्थितियों में हम पानी के कालम के तल पर दाब की बात करते हैं। स्थैतिक दाब का अर्थ है उस समय का दाब जब पानी कॉलम में स्थिर होता है, बह नहीं रहा होता। गतिशील दाब का अर्थ है उस समय का दाब जब पानी बह रहा होता है। क्योंकि जलीय टर्बाइनें बहते पानी से ऊर्जा प्राप्त करती हैं, इसलिए गतिशील दाब महत्वपूर्ण दाब होता है।

बंद डाइवर्जन प्रणालियों में पाइप की भीतरी दीवारों पर घर्षण, पाइप और वाल्वों आदि के मोड़ों आदि की वजह से दाब की काफी क्षति होती है। इसलिए बंद प्रणालियों में स्थैतिक और गतिशील दाब में काफी अंतर हो सकता है। बंद डाइवर्जन प्रणाली का डिजाइन इस तरह का होना चाहिए कि गतिशील दाब को अधिकतम किया जा सके।

खुली डाइवर्जन प्रणालियों में अधिक बड़ी प्रणाली क्षमता और पानी की धीमी गति से प्रणाली–घर्षण या अव्यवस्था संबंधी क्षतियां कम होती है। प्रणाली का घर्षण और अव्यवस्था संबंधी क्षतियां महत्वपूर्ण हैं पर खुली डाइवर्जन प्रणालियों के मामले में कम महत्वपूर्ण हैं क्योंकि उसमें स्थौतिक और गतिशील दाब के बीच कम अंतर होता है।

स्थैतिक और गतिशील दाबों को अधिकतम करने के लिए लागत–लाभ विश्लेषण की जरूरत है। मूल आधार है न्यूनतम टर्बाइन दाब और प्रवाह जरूरतों की पूर्ति करना। इस न्यूनतम के आगे स्थल और डाइवर्जन प्रणाली का चयन सर्वोत्तम ऊर्जा–लागत अनुपात हासिल करने पर निर्भर होता है।

# परिशिष्ट 3.
# सही टर्बाइन का चयन

हमारे उत्पाद क्षेत्र में हाइड्रो टर्बाइनों की ऊर्जा आउटपुट का ग्राफिक प्रस्तुतीकरण आगे दिया गया है। स्थल के शीर्ष, प्रवाह और घर की ऊर्जा संबंधी जरूरतों को निर्धारित करने के बाद आप अपनी स्थिति के उपयुक्त टर्बाइन के निर्धारण में मदद के लिए ग्राफ का उपयोग कर सकते हैं। यह समझना जरूरी है कि यह लघुगणकीय (लोगरिथमिक) ग्राफ है और पैमाना अनुरेखीय नहीं है। आप प्रवाह और शीर्ष अक्ष से 45 अंश पर तीसरे अक्ष पर ऊर्जा आउटपुट देख सकते हैं। किसी भी जलीय टर्बाइन से उत्पादित ऊर्जा उपलब्ध शीर्ष और प्रवाह की मात्रा का परिणाम होती है।

# परिशिष्ट 4.
# पाइप का चुनाव

इसके लिए उपयोग में आने वाली सर्वाधिक सामान्य सामग्री है – हल्की शीट, यूपीवीसी और एचडीपीई। निम्न तालिका में विभिन्न सामग्रियों की उनकी श्रेष्ठता के आधार पर तुलना की गई है।

| सामग्री | घर्षण | भार | संक्षारण | लागत | जोड़ | दाब |
|---|---|---|---|---|---|---|
| तन्य लौह | **** | * | **** | ** | **** | **** |
| एस्बेस्टॉस सीमेंट | *** | **** | **** | *** | *** | * |
| कंक्रीट | * | * | ***** | *** | *** | * |
| लकड़ी का पटरा | *** | *** | **** | ** | **** | *** |
| जीआरसी | ***** | ***** | *** | * | **** | ***** |
| यूपीवीसी | ***** | ***** | **** | **** | **** | ***** |
| हल्का स्टील | *** | *** | *** | **** | **** | ***** |
| एचडीपीई | ***** | ***** | ***** | ** | ** | ***** |

*निम्न; ***** = सर्वोत्तम

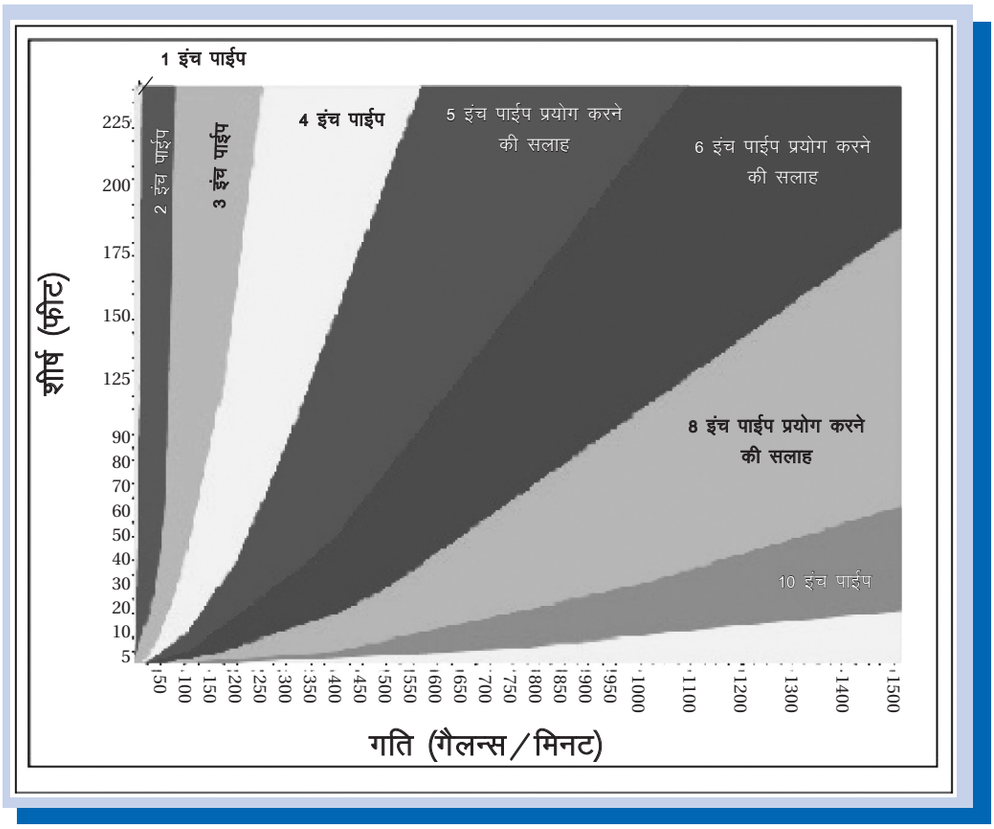
*स्रोतः क्लुने, डब्ल्यू, 2002*

## बंद डाइवर्जन प्रणाली में पाइप का चुनाव

पानी के स्रोत की इनलेट का निर्धारण करने ओर जल स्रोत इनलेट से टर्बाइन तक स्थैतिक शीर्ष (ऊंचाई में अनुलंब परिवर्तन) का मापन करने के बाद उस अनुरेखीय दूरी का मापन करें जिस दूरी के डाइवर्जन प्रणाली में पाइप को ले जाना है। इसके बाद अपनी डाइवर्जन प्रणाली के व्यास का निर्धारण करें। पाइप का व्यास जितना ही बड़ा होगा, घर्षण से हाने वाली क्षति उतनी ही कम होगी। पर बड़े व्यास वाले पाइपों पर खर्च अधिक आता है। अब आपको जलीय टर्बाइन के गतिशील दाब और प्रवाह मात्रा की जरूरतों को पूरा करना है। नीचे के ग्राफ में हमने स्थैतिक शीर्ष और प्रवाह जानकारी के आधार पर यह निर्धारित करने का तरीका बताया है कि किस व्यास के पाइप का उपयोग किया जाना है।

यह ग्राफ इस मान्यता पर आधारित है कि आपकी पाइपलाइन में घुमाव नहीं होंगे या 22 डिग्री से अधिक के त्रिज्या वाली फिटिंग्स नहीं होंगी, और कुल लंबाई 500 फुट से कम होगी। अगर इन तत्वों से अतिरिक्त घर्षण क्षति होती है तो आपके पाइप का आकार सुझाये गये पाइप से बड़ा होना चाहिए। यह बात ध्यान में रखें कि आपका प्रवाह निम्न जल स्तर पर भी पाइपलाइन को भरा रखने के लिए पर्याप्त होना चाहिए ताकि बंद प्रणाली को बनाये रखा जा सके ओर प्रणाली के भीतर खिंच कर आई हवा से अस्तव्यस्तता पैदा नहीं होनी चाहिए।

**5 इंच पाईप प्रयोग करने की सलाह**




*स्रोतः अलास्कन इंक*

# परिशिष्ट 5.
# अन्य पाइप लाइन घर्षण क्षतियां

शीर्ष की क्षति के प्रमुख कारणों का स्रोत आपके द्वारा इस्तेमाल की गई फिटिंग्स हो सकती हैं। अपनी पाइपलाइन की योजना बनाते समय नुकीले कोनों से बचें, क्योंकि नुकीले कोने अस्तव्यस्तता पैदा कर घर्षण को बढ़ा सकते हैं। निम्न तालिका में विभिन्न सामान्य प्लम्बिंग फिटिंग्स से संबंधित घर्षण क्षतियों की सूची दी गई है। इनमें यह दर्शाया गया है कि घर्षण–क्षति की दृष्टि से फिटिंग कितने फुट की पाइपलाइन–दूरी के समकक्ष है। उदाहरण के लिएः एक चार इंच की पाइपलाइन में एक 'टी' 22 फुट की शीर्ष क्षति का प्रतिनिधित्व करती है! यह तो बहुत ज्यादा है! अपनी पाइप लाइन की योजना बनाते समय आपका लक्ष्य उसे जितना संभव हो सीधा रखना होना चाहिए। मोड़ और घुमाव 22 डिग्री से कम के होने चाहिए। इसे करने का सर्वोत्तम तरीका है जहां जरूरी हो वहां क्रमिक रूप से घुमाव बनाते हुए लचकीले होज सेक्शनों का उपयोग करना या अपनी जरूरत के हिसाब से सीधे पाइप को गरम करके सावधानीपूर्वक मोड़ना।

| पाइप का व्यास | टी–रन | टी–शारक | 90 अंश ईएलएल | 45 अंश ईएलएल |
|---|---|---|---|---|
| ½ | 1.0 फुट | 4.0 फुट | 1.5 फुट | 0.8 फुट |
| ¾ | 1.4 फुट | 5.0 फुट | 2.0 फुट | 1.0 फुट |
| 1 | 1.7 फुट | 6.0 फुट | 2.3 फुट | 1.4 फुट |
| 1¼ | 2.3 फुट | 7.0 फुट | 4.0 फुट | 1.8 फुट |
| 1½ | 2.7 फुट | 8.0 फुट | 4.0 फुट | 2.0 फुट |
| 2 | 4.3 फुट | 12.0 फुट | 6.0 फुट | 2.5 फुट |
| 2½ | 5.1 फुट | 15.0 फुट | 8.0 फुट | 3.0 फुट |
| 3 | 6.3 फुट | 16.0 फुट | 8.0 फुट | 4.0 फुट |
| 3½ | 7.3 फुट | 19.0 फुट | 10.0 फुट | 4.5 फुट |
| 4 | 8.3 फुट | 220 फुट | 120 फुट | 5.0 फुट |

**संभावित शीर्ष क्षति के कुछ अन्य स्रोतः**

- ट्रेश–रैक/जाली में रुकावट हो या अच्छी तरह तैयार न की गई हो।
- पाइप इनलेट बंद हो या इनलेट उपयुक्त प्रकार से पानी में डूबा न हो।
- वाल्वः जलीय प्रणालियों में केवल गेट, बटर फ्लाई या बॉल वाल्वों का उपयोग करें क्योंकि ये खुलने पर अबाधित प्रवाह को सुगम बनाते हैं।
- पाइप के व्यास के आकार में परिवर्तन होना –– उसका बढ़ना या कम होना।
- जोड़ों को अच्छी तरह सील न करने से हवा पाइपलाइन के भीतर खिंच आती है।

# परिशिष्ट 6.
# खुली डाइवर्जन नहर की योजना बनाना

डाइवर्जन नहर के नियोजन में अनेक कारकों पर विचार करना पड़ता है। इनके विस्तार में जाना इस अनुलग्नक का विषय नहीं है। इसके स्थान पर हम डाइवर्जन नहर के मार्ग और घटकों के नियोजन संबंधी महत्वपूर्ण पहलुओं और तत्वों पर विचार करेंगे।

## महत्वपूर्ण कारक

- नदी में बहते पानी में हमेशा कचरा और रेत के कण होते हैं जिससे टर्बाइन घिसती है या उसका अपघर्षण होता है। हालांकि इन तत्वों को पूरी तरह से हटाना तो सांव नहीं है पर आपके डिजाइन में अगर गाद को बिठाने वाला बेसिन हो तो इनमें कमी लाई जा सकती है। इससे आपके टर्बाइन रनर की आयु बढेगी।
- यह याद रखना जरूरी है कि जहां जल यंत्र को लगातार पानी के प्रवाह से निबटने के लिए तैयार किया जाता है, वहां नदियों की जल प्रवाह दर पूरे वर्ष के दौरान घटती–बढ़ती रहती है। इसलिए निम्न जल पर प्रणाल प्रवाह को बनाये रखने के लिए एक घुमाव बंधारा (वीयर) बनाना जरूरी होता है।
- इनटेक ढांचा इतना ऊंचा होना चाहिए कि अतिरिक्त पानी को प्रणाल में न घुसने दे और अतिरिक्त पानी को प्रणाल से बाहर निकालने के लिए निकासी का रास्ता भी होना चाहिए।
- प्रणाल (चैनल) को हमेशा बाढ़ों को ध्यान में रख कर तैयार किया जाना चाहिए। बाढ़ का पानी गलत तरीके से बने घुमाव प्रणल को काफी नुकसान पहुंचा सकता है। यह अच्छा रहेगा कि निर्माण कार्य करने से पहले उस स्थान के बाढ़ संबंधी रिकार्डों की जानकारी प्राप्त की जाए।
- ध्यान देने योग्य एक अन्य कारक है – प्रणाल के माध्यम से पानी के प्रवाह में अस्तव्यस्तता के संभावित रूप से विनाशकारी प्रभाव। यह क्षयकारी हो सकता है और इससे गाद जमा हो सकती है। साथ यह इसकी वजह से कण पानी में फैले रहते हैं।
- याद रखें कि टर्बाइन द्वारा प्रदान की जाने वाली ऊर्जा टर्बाइन के प्रवेश बिंदु पर पानी के शीर्ष द्वारा प्रभावित होती है, इसलिए प्रणाल की लंबाई जरूरत से अधिक नहीं होनी चाहिए। प्रणाल या नाली का स्तर जितना अधिक होगा, पानी की गति उतनी ही धीमी होगी। टर्बाइन में पानी की सही गति प्रति सेकंड 1/2 फुट से कम होती है।

# परिशिष्ट 7.
## रूपांतरण कारक

1 अमरीकी गैलन = .8327 इंपीरियल गैलन; 231.0 घन इंच; 1337 घन फुट; 3.785 लीटर 8.34 एलबीएस; .00378 घन मीटर

1 घन फुट = 7.48 अमरीकी गैलन;

1 फुट 3/5 = 448.83 अमरीकी गैलन; 646,317 अमरीकी गैलन प्रति 24 घंटे

1 इंच = 25.4 मिलीमीटर; 2.54 सेंटीमीटर

1 फुट = 0.3048 मीटर

1 मील = 1.609 मिलोमीटर

1 सेंटीमीटर = .3937 इंच

1 मीटर = 39.37 इंच

1 किलामीटर = 3281 फुट

1 फुट शीर्ष = 0.43 दाब का पीएसआई

# परिशिष्ट 8.
# फार्मूले और रूपांतरण कारक

### विद्युतीय फार्मूले

ओहम का नियमः R=V/1

प्रतिरोध (ओहम) = बोल्टेज (वोल्ट्स) / करेंट (एंपेयर)

विद्युत ऊर्जा (वाट) = वोल्ट × एंपेयर्स

1 अश्वशक्ति = 7476 वाट

1 किलोवाट = 1000 वाट

1 किलोवाट = 1.341 अश्व शक्ति

### ज्यामितिक समीकरण स्थिरांक

$\pi$ = 3.1416

वृत्त की परिधि = $\pi$ × वृत्त का व्यास
क्षेत्र = $\pi$ × (अर्धव्यास)$^2$

गोले का आयतन = 0.5235 × (व्यास)$^3$

सिलंडर का आयतन = आधार का क्षेत्र × ऊंचाई

### पाइप

पाइप के व्यास को दुगुना करने से आयतन या वाल्यूम 4 गुना बढ़ जाता है।

पूरे पाइप में पानी का
आयतन = $\pi$ × (पाइप के व्यास के भीतर) 2 × लंबाई

### जलीय और भौतिक समीकरण

न्यूटन का तीसरा नियमः हर कार्य की एक समान ओर विरोधी प्रतिक्रिया होती है।

जलीय टर्बाइन के लिएः

विशुद्ध शीर्ष × प्रवाह / 10 = आउटपुट ऊर्जा

प्रवाह = गति × अनुप्रस्थ काट का क्षेत्र

जलधारा की औसत गति = सतह की गति का 80 प्रतिशत

# परिशिष्ट 9.
# आधारभूत जल विद्युत शब्दावली

**बकेट्स (बाल्टियां)** – इंपल्स टर्बाइन में बाल्टियों को टर्बाइन रनर के साथ जोड़ा जाता है और पानी 'पकड़ने' के लिए इस्तेमाल में लाया जाता है। बाल्टियों पर प्रहार करने वाले जल की शक्ति टर्बाइन रनर को घुमाती हैं और ऊर्जा उत्पादित करती है।

केविटेशन – यानी बंद जलीय प्रणाली में पानी के वे बुलबुले जो उसकी कार्यक्षमता को काफी कम कर देते हैं।

**घन फुट प्रति सेकंड (CFS):** प्रवाह के लिए मापन की इकाई। प्रवाह किसी निर्दिष्ट समय (प्रति सेकंड) में किसी क्षेत्र से बहते पानी की मात्रा (घन फुट) के बराबर होता है। एक सीएफएस 7.48 गैलन प्रति सेकंड के बराबर होता है।

**मोड़ (डाइवर्जन):** पानी को उसके स्वाभाविक मार्ग से दूसरी ओर मोड़ना। दो प्रकार की डाइवर्जन प्रणालियां होती हैं – खुली प्रणालियां जैसे कि नहर, और बंद प्रणालियां जैसे कि पाइपलाइन।

**डाइवर्जन भार:** एक विद्युतीय भार जिसकी ओर जलीय टर्बाइन की अतिरिक्त ऊर्जा को मोड़ा जा सकता है। यह जलीय प्रणाली का एक आवश्यक घटक है और इसके लिए उष्मीकरण वाले एलीमेंट जैसे स्थिर लोड या भार की जरूरत होती है।

**कर्षण (ड्राउट) ट्यूब:** प्रतिक्रिया टर्बाइनों में इस्तेमाल की जाने वाली कर्षण ट्यूब टर्बाइन के रनर के नीचे लगी शंक्वाकार ट्यूब होती है जो रनर और पुच्छ जल के बीच बंद प्रणाली को अनुरक्षित रखती है। यह ट्यूब ''चूषण शीर्ष'' (सक्शन हैड) के रूप में रनर से बाहर निकल रहे पानी की अतिरिक्त गतिज ऊर्जा को पुनः प्राप्त करती है।

**गतिशील दाब:** जब पानी बहता है तब पाइप लाइन में मौजूद दाब को गतिशील दाब कहते हैं। इसे स्थैतिक दाब में से पाइपलाइन में घर्षण, उथल–पुथल, आदि के वजह से होने वाली दाब क्षतियों को घटा कर प्राप्त किया जाता है।

**प्रवाह:** किसी निर्दिष्ट समय पर एक क्षेत्र से गुजरते पानी की मात्रा – इसे गैलन प्रति मिनट (जीपीएम) या घन फुट प्रति सेकंड (सीएफएस) के रूप में मापा जाता है।

**अवनालिका (फ्लूम):** यह टर्बाइन में पानी ले जाती है।

**फोरबे:** यह बंद टैंक है जो गाद जमा करने वाले बेसिन का काम करता है और जनकपाट (पेनस्टॉक) में पानी पहुंचाता है।

**फ्रेंसिस टर्बाइन:** यह एक प्रकार की प्रतिक्रिया टर्बाइन है जिसमें नौ या उससे अधिक जुड़े वैन्स के साथ एक रनर होता है। पानी शॉफ्ट के साथ त्रिज्यीय दिशा में टर्बाइन में घुसता है और इस तरह

अक्षीय दिशा में (90 अंश परिवर्तन) में निस्सारित होता है। फ्रेंसिस टर्बाइन 4 से 2000 फुट तक के शीर्ष से चालित होती है और इसकी क्षमता 800 मैगावाट तक हो सकती है।

**मार्गदर्शी वेन्स:** इनका उपयोग प्रतिक्रिया टर्बाइनों में पानी की दिशा को 90 अंश तक बदलने के लिए किया जाता है जिससे पानी घूमता है, साथ–साथ टर्बाइन रनर की सभी बाल्टियों में घुसता है। इससे टर्बाइन की कार्यक्षमता बढ़ती है।

**शीर्ष:** वह कुल अनुलंब दूरी जो टर्बाइन पर पानी के दबाव को प्रभावित करती है। जलीय प्रणाली में संभावित रूप से उपलब्ध ऊर्जा की मात्रा शीर्ष के अनुपात में होती है।

**शीर्ष की क्षतियां:** प्रभावकारी शीर्ष को कम करने वाले कारक जो पानी के तैयार प्रवाह को अवरोधित करने वाले किसी भी कारण से पैदा होते हैं। इसके उदाहरण हैं – पाइपलान की भीतरी दीवार का खुरदरा होना और पानी के प्रवाह की दिशा को बदलने वाली या पाइपलाइन के व्यास को बढ़ाने वाली फिटिंग्स।

**जलविज्ञान:** वह विज्ञान जो पृथ्वी के जलों, उनके वितरण, सतह पर और भूमिगत रूप में उनकी गतिविधि और वाष्पीकरण तथा वर्षा से संबंधित है।

**इंपल्स टर्बाइन:** इंपल्स टर्बाइन द्वारा पैदा की गई ऊर्जा पूर्णतः पानी द्वारा टर्बाइन रनर पर प्रहार के वेग से जन्म लेती है। इंपल्स टर्बाइनें आम तौर पर उच्च शीर्ष वाली सूक्ष्म–जलीय प्रणालियों (20 फुट के ऊपर) के लिए अधिक कार्यक्षम होती हैं। सामान्य इंपल्स टर्बाइनों में पेल्टन और टुर्गो टर्बाइन शामिल हैं।

**इनटेक (अंतर्ग्रहण द्वार):** यह वह बिंदु है जहां पानी बंद पाइपलाइन या खुली नहर द्वारा जाता है। कचरे या अतिरिक्त गाद को टर्बाइन में पहुंचने से रोकने के लिए अंतर्ग्रहण द्वार के ठीक सामने गाद बटोरने वाला टैंक या कचरे की स्क्रीन लगाई जाती है।

**गतिज ऊर्जा:** गति से उत्पन्न ऊर्जा। बहते पानी में गतिज ऊर्जा होती है जिसे जलविद्युत प्रणाली द्वारा विद्युत ऊर्जा में बदला जाता है।

**सूक्ष्म हाइड्रो:** 100 किलोवाट से कम की विद्युत आउटपुट वाले जल विद्युत संस्थापन।

**संभावित ऊर्जा:** भण्डारित ऊर्जा बैटरियों में विद्युत की संभावित ऊर्जा भण्डारित होती है। बांध के पीछे के पानी में भी संभावित ऊर्जा होती है क्योंकि पानी को भविष्य में विद्युत उत्पादन के लिए भण्डारित किया जाता है।

**पेल्टन टर्बाइन:** पेल्टन टर्बाइन इंपल्स टर्बाइन का ही एक प्रकार है जिसमें पानी की एक या उससे अधिक धारें रनर की बाल्टियों पर प्रहार करती हैं। यह रनर काफी कुछ छोटी पनचक्की की तरह लगता है। इन टर्बाइनों का उपयोग उच्च शीर्ष वाले (20 से 600 फुट) स्थलों के लिए किया जाता है और ये 200 मैगावाट क्षमता तक की हो सकती हैं। यह एक कार्यक्षम टर्बाइन है जिसका उपयोग अक्सर उच्च शीर्ष वाले हाइड्रो प्रयोजनों के लिए किया जाता है।

**जलकपाट या पेनस्टॉकः** यह बंद पाइपलाइन है जिससे बहकर पानी टर्बाइन में जाता है।

**प्रोपेलर टर्बाइनः** यह प्रतिक्रिया टर्बाइन का एक प्रकार है जिसमें तीन से छह ब्लेडों वाला एक रनर होता है। पानी रनर से होकर गुजरता है और ब्लेडों को घुमाता है। प्रोपेलर टर्बाइन 2 से 300 फुट तक के शीर्ष के लिए उपयोग की जा सकती हैं और 10 मैगावाट क्षमता तक की होती है।

**प्रतिक्रिया टर्बाइनः** यह टर्बाइन जैसा कि इसके नाम से स्पष्ट है प्रतिक्रियाकारी शक्ति से घूमती है, न कि सीधे धक्के या संवेग से। गिरते पानी के दबाव को लेकर ''प्रतिक्रिया'' करते हुए टर्बाइन के ब्लेड घूमते हैं। यह 2 फुट तक जैसे निम्न शीर्ष पर भी संचालित हो सकती है, पर इसके लिए इंपल्स टर्बाइन से कहीं अधिक प्रवाह दरों की जरूरत होती है।

**'रन–ऑफ–रिवर'ः** वह जलीय प्रणाली जो पानी के प्रवाह को नहीं रोकती, बल्कि उसके एक हिस्से को पाइपलाइन या नहर द्वारा टर्बाइन में ले जाती है।

**रनरः** इंपल्स टर्बाइन में लगा एक पहिया जिससे बाल्टियां जुड़ी होती हैं। यह एक छोटी पनचक्की की तरह लगता है।

**स्क्राल केसः** यह प्रतिक्रिया टर्बाइन में लगा होता है और पानी को पेनस्टॉक से टर्बाइन के वेन्स के चारों ओर ले जाता है। यह 90 अंश के कोण पर पानी को रनर के भीतर प्रविष्ट कर कार्यक्षमता को बढ़ाता है।

**स्थैतिक दाबः** यह पानी के स्थिर कालम द्वारा पैदा किया गया दाब है। यह दाब पानी के कालम की अनुलंब ऊंचाई की वजह से पैदा होता है। इसलिए जिस पाइपलाइन में अंतर्ग्रहण द्वार आउटलेट से 10 फुट ऊपर हो, उस पाइपलाइन में आउटलेट पर भी वही स्थैतिक दाब होता है चाहे पाइप 10 फुट लंबा हो या 1000 फुट लंबा।

**सक्शन हैड (चूषण शीर्ष):** पानी के टर्बाइन के ब्लेडों को छोड़ने के बाद प्रतिक्रिया टर्बाइन की कर्षण (ड्राउट) ट्यूब में अतिरिक्त ऊर्जा प्रात होती है। यह सोचा जा सकता है कि इनलेट दाब पानी को टर्बाइन में ''ठेल'' रहा है और चूषण शीर्ष पानी को टर्बाइन से खींच रहा है। सामान्यतः 80 प्रतिशत उत्पादित ऊर्जा या विद्युत दाब शीर्ष से और 20 प्रतिशत चूषण शीर्ष से प्राप्त होती है।

**टेल रेसः** किसी भी जलीय प्रणाली में टर्बाइन आउटलेट से जलधारा ले जाने वाली नाली या पाइप।

**कचरे की जालीः** अंतर्ग्रहण द्वार पर लगी एक जाली जो लकड़ी, कचरे आदि को टर्बाइन में घुसने और उसे क्षतिग्रस्त हो, से रोकती है।

**टुर्गो टर्बाइनः** यह पेल्टन टर्बाइन का ही एक दूसरा रूप है; बस इसमें बाल्टियां कुछ अलग आकार की होती हैं और यह इस तरह से मुड़ी होती हैं कि रनर पर पड़ने के बाद पानी बाहर चला जाए। इसलिए बड़े व्यास वाले पानी ने जेट्स का उपयोग किया जा सकता है और ज्यादा ऊर्जा का उत्पादन हो सकता है। टुर्गो रनर का निर्माण कठिन होता है और इसलिए यह पेल्टन रनर से महंगा होता है।

**पनढ़ाल (वाटरशेड):** वह क्षेत्र जिसका पानी बह कर या नदी, नदी प्रणाली जलाशय में आता है; वह कुल भूक्षेत्र –– चाहे उसका आकार जो भी है –– जो जल मार्ग पर एक निर्दिष्ट बिंदु से ऊपर है; वह सारी भूमि जो विशेष धारा या नदी के लिए निकासी का काम करती है।

**बंधारा (वीयर):** एक कम ऊंचाई वाला बांध जिसमें नदी बहकर जाती है। जब पानी की कमी होती है तब इस बांध के पानी को टर्बाइन या पनचक्की तक पहुंचाया जा सकता है।