जल विज्ञान प्रयोगशाला के लिए प्रयोगशाला मैनुअल (स्नातकोत्तर) WR24 514

Laboratory Manual for Hydrology Laboratory (Post-Graduate) WR24 514

जल प्रबंधन उत्कृष्टता केंद्र

मौलाना आज़ाद राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान भोपाल

भोपाल, मध्य प्रदेश, भारत

Centre of Excellence in Water Management

Maulana Azad National Institute of Technology Bhopal

Bhopal, Madhya Pradesh, India

प्रस्तुतकर्ता/ Submitted by

विद्वान का नाम/ Name of the Scholar:

विद्वान संख्या/ Scholar Number:

प्रस्तुतकर्ता /Submitted to

संकाय का नाम/ Name of the Faculty:

पदनाम/ Designation:

हस्ताक्षर/ Signature:

प्रयोग संख्या Exp. No.	प्रयोगों की सूची List of Experiments	पृष्ठ संख्या Page No.	दिनांक Date
1.	एक अप्रतिबंधित जलभृत में एक कुआ पर अवनमन शंकु का निर्धारण करें Determine the cone of depression on single well in an unconfined aquifer	1-3	
2.	एक अप्रतिबंधित जलभृत में एकाधिक कुओं पर अवनमन शंकु का निर्धारण करें Determine the cone of depression on multiple wells in an unconfined aquifer	4-7	
3.	दो अलग-अलग क्षमताओं के बीच भूजल प्रवाह और परिणामी हाइड्रोलिक ढाल का प्रदर्शन करें। Demonstrate groundwater flow and resulting hydraulic gradient between two different potentials.	8-11	
4.	कुओं का उपयोग करके स्थानीय स्तर पर जल स्तर को कम करके उत्खनन स्थल से जल निकालने का प्रदर्शन करना Demonstrate the dewatering of an excavation site by locally lowering the water table using wells	12-15	
5.	रेडियल समरूपता के साथ एक सीमित जलभृत में एकल कुएं के प्रभाव का निर्धारण करें Determine the effect of a single well in a confined aquifer with radial symmetry	16-19	
6.	एक मानव निर्मित पोल्डर या प्राकृतिक झील के जल निकासी का अनुकरण करें और भूजल प्रवाह मॉडल प्रयोगात्मक सेटअप का उपयोग करके इसमें शामिल कारकों की जांच करें Simulate the draining of a manmade polder or natural lake and investigate the factors involved using a groundwater flow model experimental setup	20-23	
7.	वर्षा सिम्युलेटर का उपयोग करके अपवाह जलालेख, स्थलीय प्रवाह की पीढ़ी पर भूमि जल निकासी के प्रभाव का निर्धारण करें Determine the effect of land drainage on runoff hydrograph, generation of overland flow using a rainfall simulator	24-26	

8.	जलोढ़ चैनल आकृति विज्ञान में आधार स्तर परिवर्तन के प्रभाव का निर्धारण Determination of effect to base level change in alluvial channel morphology	27-30	
9.	चैनल आकृति विज्ञान पर धारा शक्ति में परिवर्तन के प्रभाव का निर्धारण करें Determine the effect of changing stream power on channel morphology	31-36	
10.	रिसाव प्रवाह तंत्र में प्रवाह रेखाओं का उपयोग करके भूजल प्रवाह पर ढेर या कट-ऑफ दीवार के प्रभाव का निर्धारण Determination of the effect of a pile or cut-off wall on groundwater flow using flow lines in a seepage flow apparatus	37-40	

प्रयोग संख्या 1/ Experiment No. 1

उद्देश्य: एक अप्रतिबंधित जलभृत में एक कुएं के लिए अवनमन शंकु का निर्धारण करना।

Aim: To determine the cone of depression for a single well in an unconfined aquifer.

उपकरण का विवरण:

1. भूजल प्रवाह इकाई
2. 0.1 m^3 धुले हुए कुएँ की ग्रेडेड मोटी रेत, 0.6 से 2.0 मिमी की सीमा।
3. स्टॉपवॉच
4. आयतन माप के लिए बाल्टी या कंटेनर

Details of Equipment:

1. Groundwater flow unit
2. 0.1 m^3 washed well-graded coarse sand, range 0.6 to 2.0 mm.
3. Stopwatch
4. Bucket or container for volumetric measurement

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:

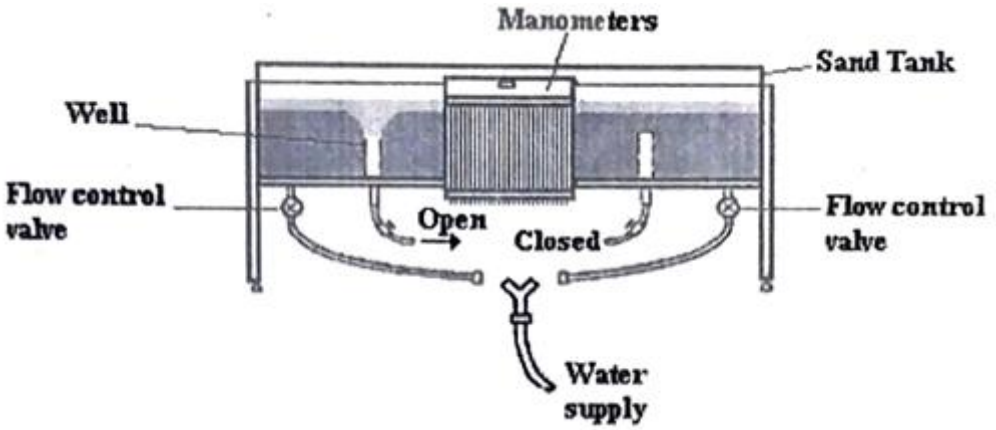
लिखित:

एक अप्रतिबंधित जलभृत में पीजोमेट्रिक सतह संतृप्त क्षेत्र की ऊपरी सीमा के साथ मेल खाती है और इसे आमतौर पर जल स्तर कहा जाता है।

कुएँ से भूजल निकालने से जल स्तर में कमी आएगी और साथ ही, पानी के प्रवाह के लिए उपलब्ध संतृप्त गहराई में कमी आएगी। निरंतर निर्वहन Q के लिए प्रवाह का समीकरण इस प्रकार दिया गया है।

Theory:

In an unconfined aquifer the piezometric surface coincides with the upper limit of the saturated zone and this is commonly termed as the water table.



Groundwater abstraction from a well will result in the lowering of the water table and at the same time, a reduction of saturated depth available for the flow of water. The equation of flow for a constant discharge Q is given as follows.

$$Q = 2\pi hK\frac{dh}{dr}$$

चर पृथक्करण विधि का उपयोग करके समीकरण को एकीकृत करने से निर्वहन, त्रिज्या और पीजोमेट्रिक ऊंचाइयों के बीच संबंध की गणना की जा सकती है।

Integrating the equation using variable separable method the relation between discharge, radius and the piezometric heights can be calculated.

$$Q = \frac{\pi K(h_1^2 - h_2^2)}{ln(r_2/r_1)}$$

K समदैशिक हाइड्रोलिक चालकता है, h पीजोमीटर में पानी की ऊंचाई है, r कुआ से पीजोमीटर की त्रिज्या है, और Q पीजोमीटर में निर्वहन है।

K is the isotropic hydraulic conductivity, h is the height of water in the piezometer, r is the radius of the piezometers from the well, and Q is the discharge in the piezometer.

प्रक्रिया:

1. पानी की आपूर्ति चालू करें
2. बाएं हाथ के कुएं के निष्कर्षण पाइप वाल्व को खोलें
3. बाएं और दाएं प्रवाह नियंत्रण वाल्व खोलें और इन वाल्वों को तब तक समायोजित करें जब तक कि मैनोमीटर ट्यूब 1 और 19 में समान रीडिंग प्राप्त न हो जाए।
4. कुएं से प्रवाह दर (Q) को मापने के लिए समयबद्ध मात्रा संग्रह करें।
5. मैनोमीटर/पीज़ोमीटर स्तरों को रिकॉर्ड करें।

Procedure:

1. Turn on the water supply
2. Open the left hand well abstraction pipe valve
3. Open the left and right flow control valves and adjust these valves until equal readings are obtained in manometer tubes 1 and 19.
4. Perform a timed volume collection to measure the flow rate (Q) out of the well.
5. Record the manometer/ piezometer levels.

परिणाम/ Results:

वॉल्यूम एकत्रित किया गया/ Volume collected = _____ m^3

इकट्ठा करने का समय/ Time to collect = _____ s

प्रवाह दर/ Flow rate Q = _____ m^3/s

मैनोमीटर/पीज़ोमीटर ट्यूब Manometer/ Piezometer tubes	कुँए से त्रिज्या (r) Radius (r) from well	ऊंचाई Height, h (mm)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		

पीजोमीटर (टैपिंग) दूरी (L) के विरुद्ध पानी की ऊँचाई (h) का ग्राफ बनाएँ। अवनमन के त्रि-आयामी शंकु को दिखाने के लिए पार्श्व नलिकाओं 11-16 को ग्राफ पर अंकित करें।

Draw a graph of water height (h) against piezometer (tapping) distance (L). Plot the lateral tubes 11-16 on the graph to show the three-dimensional cone of depression.

प्रयोग संख्या 2/ Experiment No. 2

उद्देश्य: एक अप्रतिबंधित जलभृत में एकाधिक कुओं के लिए अवनमन शंकु का निर्धारण करना।

Aim: To determine the cone of depression for multiple wells in an unconfined aquifer.

उपकरण का विवरण:

1. भूजल प्रवाह इकाई
2. 0.1 m^3 धुले हुए कुएँ की ग्रेडेड मोटी रेत, 0.6 से 2.0 मिमी की सीमा।
3. स्टॉपवॉच
4. आयतन माप के लिए बाल्टी या कंटेनर

Details of Equipment:

1. Groundwater flow unit
2. 0.1 m^3 washed well graded coarse sand, range 0.6 to 2.0 mm.
3. Stopwatch
4. Bucket or container for volumetric measurement

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:

लिखित:

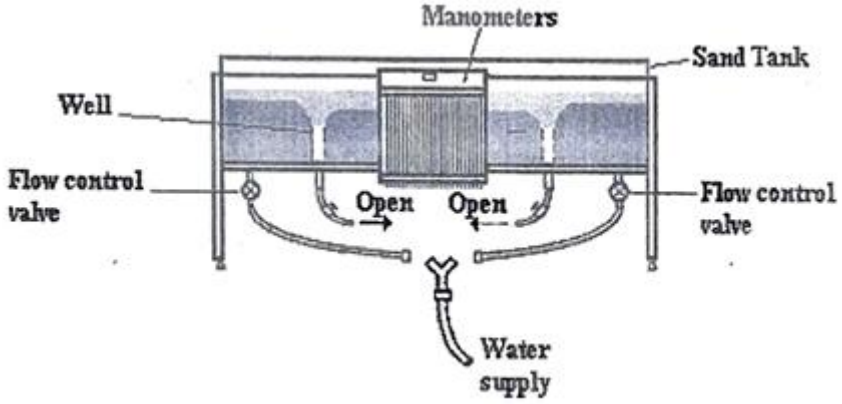
सुपरपोजिशन की विधि एक जटिल स्थिति की भविष्यवाणी करने की अनुमति देती है, यह विचार करके कि यह कई सरल तत्वों से बनी है और उनके परिणामी व्यक्तिगत प्रभावों को सुपरइम्पोज़ करती है। दो आसन्न कुओं के साथ एक अप्रतिबंधित जलभृत में भूजल प्रवाह के मामले में, सुपरपोजिशन की विधि का उपयोग केवल इसके सरल रैखिक रूप में किया जा सकता है यदि अलग-अलग ड्रॉडाउन जलभृत की संतृप्त मोटाई की तुलना में छोटे हैं। रेत की टंकी में रेत रखें और सतह को चिकना करके 150 मिमी की एक समान

गहराई दें। दोनों इनलेट पाइपों को वाल्वों के माध्यम से पानी की आपूर्ति से जोड़ें। कुएं के निष्कर्षण पाइपों को नाली की ओर निर्देशित करें। दोनों पाइपों पर आउटलेट वाल्व बंद करें। सुनिश्चित करें कि मैनोमीटर/पीज़ोमीटर ठीक से प्राइम किया गया है।

Theory:

The method of superposition allows the prediction of a complex situation by considering it to be made up for a number of simple elements and superimposing their resulting individual effects. In the case of groundwater flow in an unconfined aquifer with two adjacent wells, the method of superposition can be used only in its simple linear form if the separate drawdowns are small compared with the saturated thickness of the aquifer.

Place the sand in the sand tank and smooth the surface to give an even depth of 150 mm. Connect both the inlet pipes to water supply through valves. Direct the well abstraction pipes to drain. Close the outlet valves on both the pipes. Ensure that the manometer/ piezometer is properly primed.



प्रक्रिया:

1. पानी की आपूर्ति चालू करें
2. बाएं हाथ के कुएं के निष्कर्षण पाइप वाल्व को खोलें
3. बाएं और दाएं हाथ के नियंत्रण वाल्व को पूरी तरह से खोलें। स्थिर होने के लिए कई मिनट प्रतीक्षा करें।
4. मैनोमीटर/पीजोमीटर के स्तर को रिकॉर्ड करें।
5. दाएं हाथ के कुएं के निष्कर्षण पाइप वाल्व को खोलें। बाएं हाथ के कुएं के निष्कर्षण पाइप वाल्व को बंद करें।
6. सिस्टम को स्थिर होने के लिए कई मिनट प्रतीक्षा करें।
7. मैनोमीटर/पीजोमीटर के स्तर को रिकॉर्ड करें।
8. बाएं हाथ के कुएं के निष्कर्षण पाइप वाल्व को खोलें। दोनों कुएं के पाइप वाल्व अब खुले होने चाहिए।

9. सिस्टम को स्थिर होने के लिए कई मिनट प्रतीक्षा करें और मैनोमीटर/पीजोमीटर के स्तर को रिकॉर्ड करें।

Procedure:

1. Turn on the water supply
2. Open left hand well abstraction pipe valve
3. Fully open the left and right hand control valves. Allow several minutes to stabilize.
4. Record the manometer/ piezometer levels.
5. Open the right hand well abstraction pipe valve. Close the left hand well abstraction pipe valve.
6. Allow several minutes for the system to stabilize.
7. Record the manometer/ piezometer levels.
8. Open the left hand well abstraction pipe valve. Both well pipe valves should now be open.
9. Allow several minutes for the system to stabilize and record the manometer/ piezometer levels.

परिणाम/ Results:

वॉल्यूम एकत्रित किया गया/ Volume collected = _____ m^3

इकट्ठा करने का समय/ Time to collect = _____ s

प्रवाह दर/ Flow rate Q = _____ m^3/s

मैनोमीटर/पीज़ोमीटर ट्यूब Manometer/ Piezometer tubes	कुआं 1 से त्रिज्या (आर) (बाएं) Radius (r) from well 1 (left)	कुआं 2 से त्रिज्या (आर) (दाएं) Radius (r) from well 2 (right)	ऊंचाई Height, h (mm)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			

17.			
18.			
19.			

पीजोमीटर (टैपिंग) दूरी (L) के विरुद्ध पानी की ऊँचाई (h) का ग्राफ बनाएँ। अवनमन के त्रि-आयामी शंकु को दिखाने के लिए पार्श्व नलिकाओं 11-16 को ग्राफ पर अंकित करें।

Draw a graph of water height (h) against piezometer (tapping) distance (L). Plot the lateral tubes 11-16 on the graph to show the three-dimensional cone of depression.

प्रयोग संख्या 3/ Experiment No. 3

उद्देश्य: दो अलग-अलग क्षमताओं के बीच भूजल प्रवाह और परिणामी हाइड्रोलिक ढाल का प्रदर्शन करें।

Aim: Demonstrate groundwater flow and resulting hydraulic gradient between two different potentials.

उपकरण का विवरण:

1. भूजल प्रवाह इकाई
2. 0.1 m^3 धुले हुए कुएँ की ग्रेडेड मोटी रेत, 0.6 से 2.0 मिमी की सीमा।
3. स्टॉपवॉच
4. आयतन माप के लिए बाल्टी या कंटेनर

Details of Equipment:

1. Groundwater flow unit
2. 0.1 m^3 washed well graded coarse sand, range 0.6 to 2.0 mm.
3. Stopwatch
4. Bucket or container for volumetric measurement

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:

सिद्धांत: हेड लॉस h और प्रवाह दर Q के बीच रैखिक संबंध डार्सी के नियम द्वारा दिया गया है।

$$Q = -A_i K_{ij} \frac{\partial \emptyset}{\partial x_j}$$

जहाँ Ai दिशा 'i' में प्रवाह के क्रॉस-सेक्शन का क्षेत्र है, K_{ij} हाइड्रोलिक चालकता टेंसर है, और $\partial\emptyset/\partial x_j$ दिशा 'j' में हाइड्रोलिक ढाल है। हालाँकि, हम मानते हैं कि हाइड्रोलिक चालकता प्रकृति में आइसोट्रोपिक है (सभी दिशाओं में समान चालकता), टेंसर K_{ij} को एकल मान K में परिवर्तित करना। साथ ही, प्रवाह केवल एक दिशा में होता है, इसलिए, समीकरण को निम्न रूप में परिवर्तित किया जाता है।

$$V = \frac{Q}{A} = -K\frac{dh}{dl}$$

यहाँ, V प्रति इकाई अनुप्रस्थ काट क्षेत्र में आयतन प्रवाह दर है।

Theory:

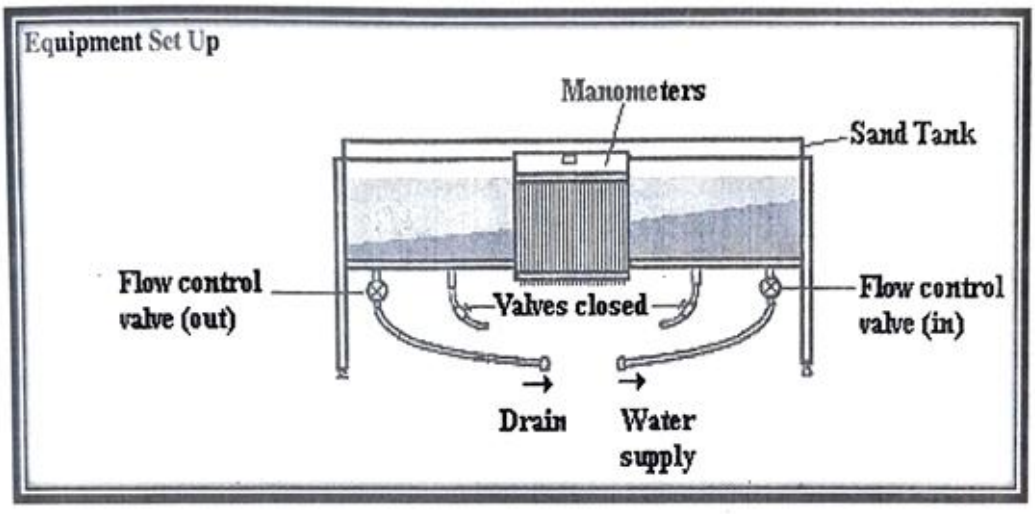
The linear relationship between head loss *h* and the flow rate *Q* is given by Darcy's law.

$$Q = -A_i K_{ij}\frac{\partial\emptyset}{\partial x_j}$$

Where A_i is the area of cross-section of flow across the direction '*i*', K_{ij} is the hydraulic conductivity tensor, and $\frac{\partial\emptyset}{\partial x_j}$ is the hydraulic gradient in the direction '*j*'. However, we assume that the hydraulic conductivity is isotropic in nature (same conductivity in all the directions), converting the tensor K_{ij} to a single value K. Also, the flow happens in only one direction, therefore, the equation is converted to the following form.

$$V = \frac{Q}{A} = -K\frac{dh}{dl}$$

Here, V is the volumetric flowrate per unit cross sectional area.



सेटअप की तैयारी:

रेत को रेत के टैंक में रखें और सतह को समतल करके 150 मिमी की गहराई दें। दाएं हाथ के प्रवाह इनलेट पाइप को उपयुक्त जल आपूर्ति से जोड़ें। बाएं हाथ के इनलेट पाइप को नाली में डालें। यह इस प्रयोग के

लिए जल निकासी ट्यूब होगी। दोनों कुएं निष्कर्षण पाइपों पर आउटलेट वाल्व को पूरी तरह से बंद करें। एहतियात के तौर पर पाइप को नाली में डालें। सुनिश्चित करें कि मैनोमीटर/पीजोमीटर पहले से प्राइम किया गया है।

Preparation of Setup:

Place the sand in the sand tank and smooth the surface to give an even depth of 150 mm. Connect the right hand flow inlet pipe to a suitable water supply. Direct the left hand inlet pipe to drain. This will be the drainage tube for this experiment. Fully close the outlet valve on both well abstraction pipes. Direct the pipes to drain as a precaution. Ensure the manometer/ piezometer is primed earlier.

प्रक्रिया:

1. पानी की आपूर्ति चालू करें
2. बाएं हाथ के नियंत्रण वाल्व को पूरी तरह से खोलें।
3. स्थिर हेड बनाए रखने तक दाएं हाथ के प्रवाह नियंत्रण वाल्व को समायोजित करें। यह मैनोमीटर ट्यूब नंबर 13 द्वारा इंगित किया जाएगा।
4. कई मिनट तक स्थितियों को स्थिर होने दें।
5. मैनोमीटर/पीज़ोमीटर के स्तर को रिकॉर्ड करें।
6. ड्रेनेज ट्यूब की प्रवाह दर (Q) को मापने के लिए समयबद्ध वॉल्यूम संग्रह करें।
7. नियंत्रण वाल्व को थोड़ा बंद करके विभिन्न प्रवाह दरों के लिए प्रक्रिया को दोहराएं।
8. टैंक के बाएं हाथ की ओर पानी थोड़ा ऊपर उठने तक बाएं हाथ की ओर आउटलेट वाल्व को आंशिक रूप से बंद करें। स्थिति को कई मिनट तक स्थिर होने दें।

Procedure:

1. Turn on the water supply
2. Open the left-hand control valve fully.
3. Adjust the right-hand flow control valve until a steady head is maintained. This will be indicated by manometer tube no. 13.
4. Allow conditions to stabilize for several minutes.
5. Record the manometer/ piezometer levels.
6. Perform a timed volume collection to measure the flow rate (Q) of the drainage tube.
7. Repeat the procedure for different flow rates by closing the control valve slightly.
8. Partly close the outlet valve on the left-hand side until the water rises slightly at the left-hand side of the tank. Allow the condition to stabilize for several minutes.

परिणाम/ Results:

वॉल्यूम एकत्रित किया गया/ Volume collected = _____ m^3

इकट्ठा करने का समय/ Time to collect = _____ s

प्रवाह दर/ Flow rate Q = _____ m^3/s

मैनोमीटर/पीज़ोमीटर ट्यूब Manometer/ Piezometer tubes	बाएँ से लम्बाई (L) Length (L) from left	ऊंचाई Height, h (mm)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		

पीजोमीटर (टैपिंग) दूरी (L) के विरुद्ध पानी की ऊंचाई (h) का ग्राफ बनाएं।

रेत के गीले अनुप्रस्थ काट क्षेत्र की गणना करें

ग्राफ से हाइड्रोलिक ग्रेडिएंट की गणना करें

डार्सी के नियम और मापी गई प्रवाह दर का उपयोग करके सैद्धांतिक हाइड्रोलिक ग्रेडिएंट की गणना करें

Draw a graph of water height (h) against piezometer (tapping) distance (L).

Calculate the wet cross-sectional area of sand

Calculate the hydraulic gradient from the graph

Calculate the theoretical hydraulic gradient using Darcy's law and measured flow rate

$$\frac{dh}{dl} = -\frac{V}{K}$$

प्रयोग संख्या 4/ Experiment No. 4

उद्देश्य: कुओं का उपयोग करके स्थानीय स्तर पर जल स्तर को कम करके उत्खनन स्थल से जल निकालने का प्रदर्शन करना

Aim: Demonstrate the dewatering of an excavation site by locally lowering the water table using wells

उपकरण का विवरण:

1. भूजल प्रवाह इकाई
2. 0.1 m^3 धुले हुए कुएँ की ग्रेडेड मोटी रेत, 0.6 से 2.0 मिमी की सीमा।
3. स्टॉपवॉच
4. आयतन माप के लिए बाल्टी या कंटेनर

Details of Equipment:

1. Groundwater flow unit
2. 0.1 m^3 washed well graded coarse sand, range 0.6 to 2.0 mm.
3. Stopwatch
4. Bucket or container for volumetric measurement

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:

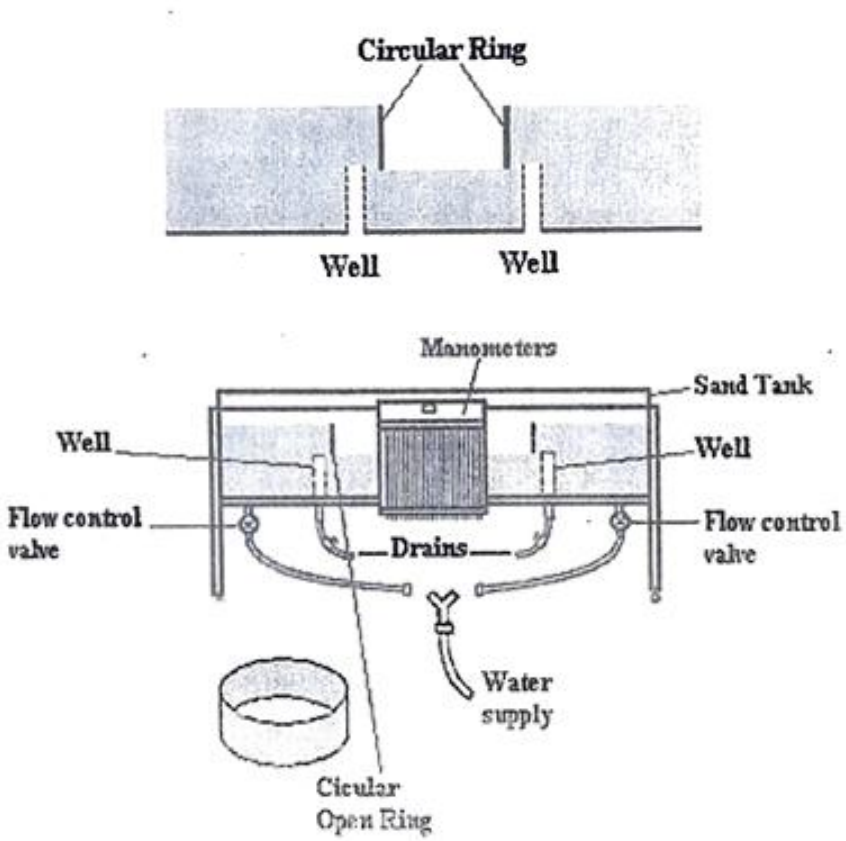
सिद्धांत:

नींव निर्माण या भूमिगत गतिविधि के उद्देश्य से की गई गहरी खुदाई, अक्सर उस क्षेत्र में जल स्तर के लिए प्राकृतिक विश्राम स्तर से नीचे प्रवेश करेगी। यदि खुदाई पारगम्य भूमि में है, तो यह एक जलभृत के रूप में बनेगी और भूजल प्रवाह के कारण खुदाई स्थानीय जल स्तर तक पानी से भर जाएगी। इस तरह की

खुदाई को सूखा रखने का एक तरीका खुदाई स्थल के बाहर चारों ओर कुओं की एक रिंग बनाना और कुआं प्रणाली को पंप करके स्थानीय रूप से जल स्तर को कम करना है। इसे कुओं के बीच रेत में खुली बेलनाकार रिंग को डुबोकर बनाया जा सकता है और फिर सिलेंडर के अंदर की रेत को हटा दिया जा सकता है, जैसा कि नीचे दिए गए आरेख में दिखाया गया है। रेत की टंकी रखें और सतह को समतल करें ताकि 150 मिमी की गहराई मिल सके। खुली बेलनाकार रिंग को रेत के माध्यम से टैंक की केंद्र रेखा के साथ दो कुओं के बीच समान दूरी पर नीचे की ओर दबाएं। रिंग को तब तक डुबोएं जब तक कि इसका ऊपरी किनारा रेत की सतह के साथ समतल न हो जाए। रिंग के अंदर की रेत को रिंग की दीवार के निचले किनारे पर हटा दें। दोनों इनलेट पाइप को पानी की आपूर्ति से जोड़ें। दोनों कुएं निष्कर्षण पाइप के आउटलेट वाल्व बंद करें। सुनिश्चित करें कि मैनोमीटर/पीज़ोमीटर प्राइम किया गया है।

Theory:

A deep excavation for the purpose of foundation construction or below ground activity, will frequently penetrate below the natural rest level for the water table in that area. If the excavation is in permeable ground, this will constitute as an aquifer and the excavation will fill with water to the local water table level due to groundwater flow. One method for keeping such excavation dry is to sink a ring of wells around the outside of the excavation site and to lower the water table locally by pumping the well system. This can be created by sinking the open cylindrical ring into the sand between the wells then removing the sand inside the cylinder, as shown in the diagram below.



Place the sand tank and smooth the surface to give an even depth of 150 mm.

Press the open cylindrical ring vertically down through the sand along the centerline of the tank equidistant between the two wells. Sink the ring until its top edge level with the surface of the sand.

Remove the sand inside the ring to the lower edge of the ring wall.

Connect both inlet pipes with the water supply. Close the outlet valves of both the well abstraction pipes. Ensure that the manometer/piezometer is primed.

प्रक्रिया:

1. पानी की आपूर्ति चालू करें।
2. दोनों इनलेट वाल्व खोलें और टैंक को संतृप्त करें। खुदाई स्थल पानी से भर जाएगा।
3. दोनों कुओं के आउटलेट वाल्व खोलें और खुदाई के सूखने तक पानी का स्तर कम करें।
4. मैनोमीटर के स्तर को रिकॉर्ड करें।

Procedure:

1. Turn on the water supply.
2. Open both the inlet valves and saturate the tank. The excavation site will be filled with water.
3. Open the outlet valve of both the wells and lower the water level until the excavation dries out.
4. Record the manometer levels.

मैनोमीटर/पीज़ोमीटर ट्यूब Manometer/ Piezometer tubes	बाएँ से लम्बाई (L) Length (L) from left	ऊंचाई Height, h (mm)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		

18.		
19.		

पीजोमीटर (टैपिंग) दूरी (L) के विरुद्ध जल की ऊंचाई (h) का ग्राफ बनाएं।

Draw a graph of water height (h) against piezometer (tapping) distance (L).

प्रयोग संख्या 5/ Experiment No. 5

उद्देश्य: रेडियल समरूपता के साथ एक सीमित जलभृत में एकल कुएं के प्रभाव का निर्धारण करें

Aim: Determine the effect of a single well in a confined aquifer with radial symmetry

उपकरण का विवरण:

1. भूजल प्रवाह इकाई
2. 0.1 m^3 धुले हुए कुएँ की ग्रेडेड मोटी रेत, 0.6 से 2.0 मिमी की सीमा।
3. स्टॉपवॉच
4. आयतन माप के लिए बाल्टी या कंटेनर

Details of Equipment:

1. Groundwater flow unit
2. 0.1 m^3 washed well graded coarse sand, range 0.6 to 2.0 mm.
3. Stopwatch
4. Bucket or container for volumetric measurement

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:

सिद्धांत:

एक सीमित जलभृत में, एक पारगम्य परत ऊपर और नीचे परतों द्वारा सीमित होती है जो पानी के लिए अभेद्य होती हैं। इसे बंद रिंग द्वारा भूजल प्रवाह में अनुकरण किया जाता है ताकि ऊपरी अभेद्य परत बनाई जा सके, जो जलभृत (रेत) को अपने और रेत टैंक बिस्तर के बीच सीमित करती है और इस प्रकार आवश्यक रेडियल प्रवाह वितरण का उत्पादन करती है।

जहाँ s0 बिंदु r_0 पर पाईज़ोमेट्रिक सतह का निचला भाग है। H जलभृत की गहराई है।

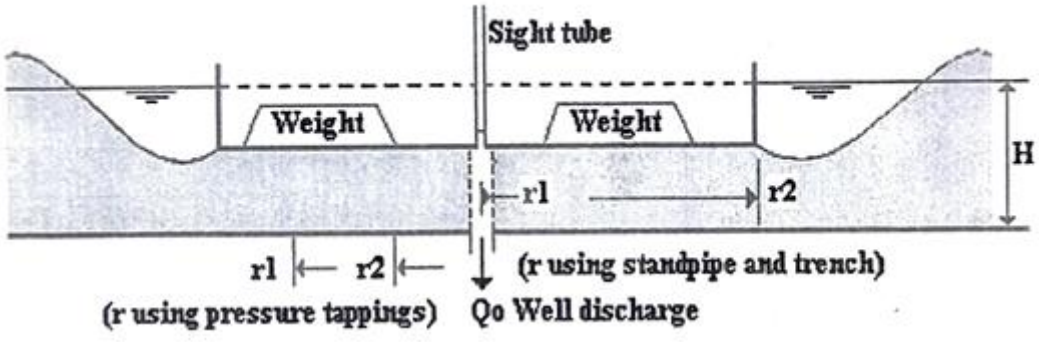
यदि मान r_1, r_2, s_1, और s_2 को मैनोमीटर दबाव टैपिंग या परिधीय खाई और स्टैंडपाइप में पानी के स्तर से प्राप्त किया जाता है, तो पारगम्यता गुणांक (K) का मान पाया जा सकता है।

Theory:

In a confined aquifer, a permeable layer is confined above and below by layers that are impermeable to water. This is simulated in the groundwater flow by closed ring to form the upper impermeable stratum, confining the aquifer (sand) between itself and the sand tank bed and so producing the required radial flow distribution.

Where s_0 is the lower of the piezometric surface at point r_0. H is the depth of the aquifer.

If the values r_1, r_2, s_1, and s_2 are obtained from either the manometer pressure tapping or the water levels in a peripheral trench and the standpipe, the value of coefficient of permeability (K) can be found.



उपकरण तयारी:

रेत को रेत के टैंक में रखें और सतह को लगभग 150 मिमी की गहराई तक चिकना करें। बाएं हाथ की कुँआ नली (पीजोमीटर टैपिंग 3 के समीप) के ऊपर रेत में एक उथला गड्ढा खोदें जब तक कि कुँआ का शीर्ष उजागर न हो जाए।

इसके चारों ओर, कुँआ नली के शीर्ष के साथ समतल रेत की एक सपाट सतह तैयार करें, जो इतनी बड़ी हो कि बंद रिंग एक्सेसरी को उस पर रखा जा सके।

पारदर्शी केंद्रीय स्टैंडपाइप को कुँआ नली के ऊपर रखते हुए तैयार सतह पर रिंग रखें।

बंद रिंग के बाहर चारों ओर एक चिकनी उथली खाई खोदें और आसपास की रेत को तब तक चिकना करें जब तक कि यह समतल और समतल न हो जाए।

प्रयोग के दौरान इसे तैरने से रोकने के लिए बंद रिंग के अंदर पर्याप्त वज़न रखें।

इनलेट पाइप को पानी की आपूर्ति से कनेक्ट करें। दोनों कुओं पर आउटलेट वाल्व बंद करें।

जाँच करें कि मैनोमीटर/पीजोमीटर प्राइम किया गया है।

Experiment Preparation:

Place the sand in the sand tank and smooth the surface to give an approximate depth of 150 mm. Scoop a shallow depression in the sand above the left hand well tube (adjacent to piezometer tapping 3) until the top of the well is exposed.

Around this, prepare a flat sand surface level with the top of the well tube, large enough so that the closed ring accessory can be placed on it.

Place the ring on to the prepared surface with the transparent central standpipe positioned over the well tube.

Scoop a smooth shallow trench around the outside of the closed ring and smooth the surrounding sand until it is flat and level.

Position weights inside the closed ring, sufficient to prevent it from floating during the experiment.

Connect the inlet pipe to the water supply. Close the outlet valve on both the wells.

Check that the manometer/piezometer is primed.

प्रक्रिया:

1. पानी की आपूर्ति चालू करें और इनलेट वाल्व खोलें। रेत को तब तक भरें जब तक कि बंद रिंग के आसपास का पानी का स्तर उसके किनारे से ठीक नीचे न हो जाए।
2. मैनोमीटर बैंक में पानी के स्तर का निरीक्षण करें, टैंक के क्रॉस सेक्शन के माध्यम से पानी के स्तर में अच्छे बदलाव के साथ स्थिर जल स्तर देने के लिए इनलेट और वेल वाल्व सेटिंग्स को समायोजित करें।
3. मैनोमीटर/पीज़ोमीटर रीडिंग रिकॉर्ड करें। प्रवाह दर निर्धारित करने के लिए वेल पाइप के माध्यम से आउटफ्लो का समयबद्ध वॉल्यूम संग्रह करें।

Procedure:

1. Switch on the water supply and open the inlet valves. Flood the sand until the water level surrounding the closed ring is just below its rim.
2. Observe the water levels in the manometer bank, adjusting the inlet and well valve settings to give steady water levels with a good variation in water level through the cross section of the tank.
3. Record the manometer/piezometer readings. Perform a timed volume collection of the outflow through the well pipe to determine the flowrate.

वॉल्यूम एकत्रित किया गया/ Volume collected = _____ m^3

इकट्ठा करने का समय/ Time to collect = _____ s

प्रवाह दर/ Flow rate Q = _____ m^3/s

मैनोमीटर/पीज़ोमीटर ट्यूब Manometer/ Piezometer tubes	बाएँ से लम्बाई (L) Length (L) from left	ऊंचाई Height, h (mm)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		

मैनोमीटर रीडिंग से, पाईज़ोमेट्रिक सतह के स्तर को खंडों में दिखाते हुए ग्राफ़ बनाएं, एक टैंक की धुरी के साथ और दूसरा इसके समकोण पर। इन ग्राफ़ से, पाईज़ोमेट्रिक सतह समोच्च रेखाएँ दिखाते हुए एक योजना तैयार करें।

From the manometer readings, plot graphs showing the level of the piezometric surface in sections, one along the axis of the tank and one at right angles to it. From these graphs, prepare a plan showing the piezometric surface contour lines.

प्रयोग संख्या 6/ Experiment No. 6

उद्देश्य: एक मानव निर्मित पोल्डर या प्राकृतिक झील के जल निकासी का अनुकरण करें और भूजल प्रवाह मॉडल प्रयोगात्मक सेटअप का उपयोग करके इसमें शामिल कारकों की जांच करें

Aim: Simulate the draining of a manmade polder or natural lake and investigate the factors involved using a groundwater flow model experimental setup

उपकरण का विवरण:

1. भूजल प्रवाह इकाई
2. 0.1 m^3 धुले हुए कुएँ की ग्रेडेड मोटी रेत, 0.6 से 2.0 मिमी की सीमा।
3. स्टॉपवॉच
4. आयतन माप के लिए बाल्टी या कंटेनर

Details of Equipment:

1. Groundwater flow unit
2. 0.1 m^3 washed well graded coarse sand, range 0.6 to 2.0 mm.
3. Stopwatch
4. Bucket or container for volumetric measurement

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:

सिद्धांत:

इस अभ्यास में, भूजल पोल्डर/झील में बहता है, दीवार के पास एक रिंग खाई में एकत्र किया जाता है और एक या अधिक बिंदुओं से पंप किया जाता है। यह स्थिति खुदाई जल निकासी समस्या से भिन्न है क्योंकि

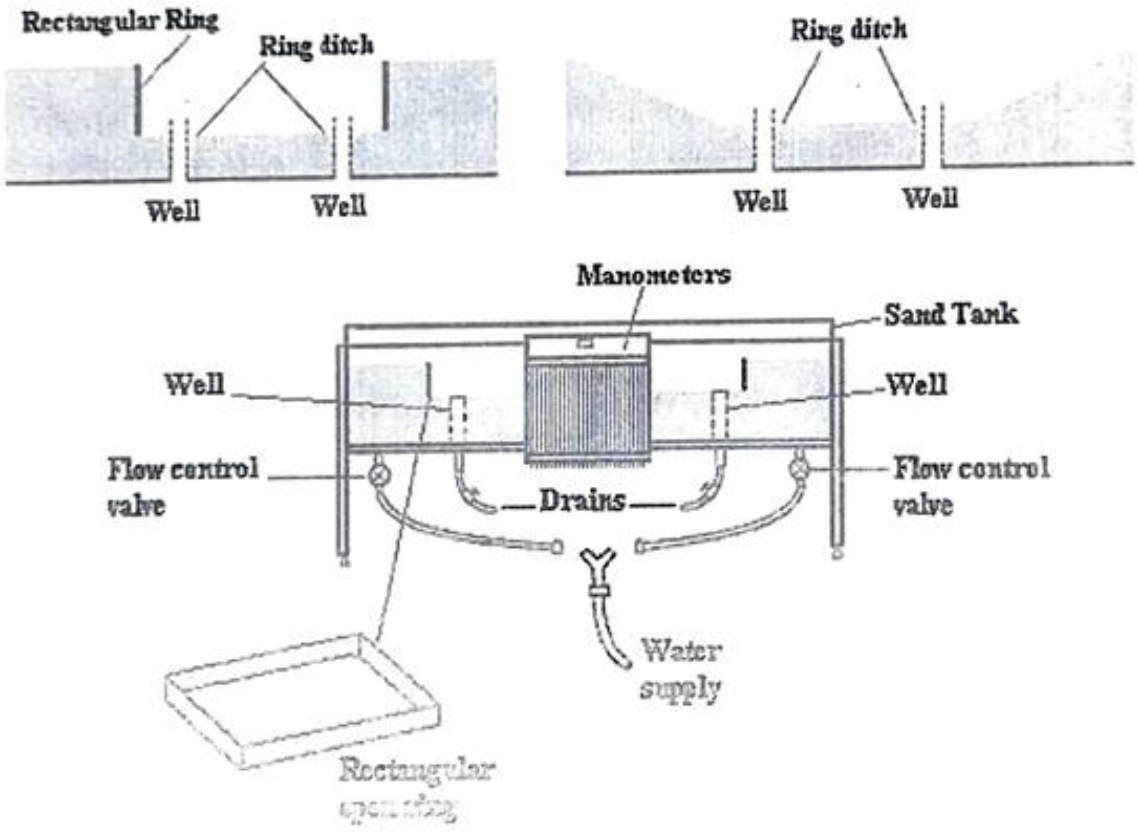
जल निकासी पोल्डर के तल से होती है। इसका मतलब है कि भूजल पोल्डर में बहता है, दीवार के पास एक रिंग खाई में एकत्र किया जाता है और एक या अधिक बिंदुओं से पंप किया जाता है।

इस अभ्यास में पोल्डर/झील के किनारे को एक बड़े आयताकार वलय द्वारा दर्शाया गया है जो दो कुओं को घेरे हुए है। रेत को पहले की तरह अंदर से हटा दिया जाता है और दोनों कुओं को जोड़ने के लिए तल में एक परिधिगत खाई (रिंग खाई) बनाई जाती है। नीचे दिए गए चित्र में दिखाए अनुसार स्थिर ढलान पर रेत के साथ एक प्राकृतिक किनारा बनाकर, रिंग का उपयोग किए बिना भी इस प्रयोग को अंजाम देना संभव है।

Theory:

In this exercise, groundwater flows into the polder/lake, is collected in a ring ditch near the wall and is pumped out from one or more points. This situation differs from the excavation dewatering problem in that drainage takes place from the floor of the polder. This means that groundwater flows in the polder, is collected in a ring ditch near the wall and pumped out from one or more points.

In this exercise the bank of the polder/lake is represented by a large rectangular ring which enclosed the two wells. The sand is removed from inside as before and a circumferential ditch (ring ditch) formed in the bottom to link both the wells. It is also possible to carry out this experiment without using the ring, by forming a natural bank with the sand at stable slope as shown in the diagram below.



प्रायोगिक तयारी:

रेत को रेत के टैंक में रखें और सतह को समतल करें, ताकि 150 मिमी की एक समान गहराई मिल सके।

दो कुओं को घेरने के लिए टैंक की केंद्र रेखा के साथ रेत के माध्यम से खुले आयताकार रिंग को लंबवत नीचे दबाएं। रिंग को तब तक डुबोएं जब तक कि उसका ऊपरी किनारा रेत की सतह के साथ समतल न हो जाए।

रिंग के अंदर की रेत को रिंग की दीवार के निचले किनारे पर हटा दें।

दो कुओं से जुड़ी रिंग की परिधि के चारों ओर एक उथली खाई बनाएं।

इनलेट पाइप को उपयुक्त जल आपूर्ति से जोड़ें।

कुएं के निष्कर्षण पाइप को नाली में निर्देशित करें। दोनों पाइपों पर आउटलेट वाल्व बंद करें।

Experiment Preparation:

Place the sand in the sand tank and smooth the surface, to give an even depth of 150 mm.

Press the open rectangular ring vertically down through the sand along the centerline of the tank to surround the two wells. Sink the ring until its top edge level with the surface of the sand.

Remove the sand inside the ring to lower edge of the ring wall.

Create a shallow ditch around the circumference of the ring connected to the two wells.

Connect the inlet pipe to a suitable water supply.

Direct the well abstraction pipes to drain. Close the outlet valves on both pipes.

प्रक्रिया:

1. पानी की आपूर्ति चालू करें।
2. दोनों प्रवाह नियंत्रण वाल्व खोलें और रेत टैंक को संतृप्त करें। झील/पोल्डर पानी से भर जाएगा।
3. दो कुओं के निष्कर्षण पाइप वाल्व खोलें और पानी के स्तर को तब तक कम करें जब तक कि झील/पोल्डर सूख न जाए।
4. मैनोमीटर के स्तर को रिकॉर्ड करें।
5. यदि समय हो तो केवल एक कुएँ का उपयोग करके प्रभाव की जाँच करें।

Procedure:

1. Turn on the water supply.
2. Open both flow control valves and saturate the sand tank. The lake/polder will fill with water.

3. Open the two well abstraction pipe valves and lower the water level until the lake/polder dries out.
4. Record the manometer levels.
5. Investigate the effect using only one well if time permits.

मैनोमीटर/पीज़ोमीटर ट्यूब Manometer/ Piezometer tubes	बाएँ से लम्बाई (L) Length (L) from left	ऊंचाई Height, h (mm)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		

कुएं से पीजोमीटर (टैपिंग) दूरी (एल) के विरुद्ध पानी की ऊंचाई (एच) का ग्राफ बनाएं।

टैंक की केंद्र रेखा के साथ एक प्रोफ़ाइल प्लॉट करें जो कुओं और रेत के क्रॉस सेक्शन (झील / पोल्डर सहित) के संबंध में जल तालिका की स्थिति को दर्शाता है।

Draw the graph of water height (h) against piezometer (tapping) distance (L) from well.

Plot a profile along the centerline of the tank showing the position of the water table in relation to the wells and the cross section of the sand (including the lake/ polder)

प्रयोग संख्या 7/ Experiment No. 7

उद्देश्य: वर्षा सिम्युलेटर का उपयोग करके अपवाह जलालेख और स्थलीय प्रवाह की पीढ़ी पर भूमि जल निकासी के प्रभाव का निर्धारण करना।

Aim: To determine the effect of land drainage on the runoff hydrograph and the generation of overland flow using a rainfall simulator.

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:

सिद्धांत:

भूमि जल निकासी सतह और उपसतह जल प्रवाह को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती है, जिससे अपवाह हाइड्रोग्राफ की विशेषताएं प्रभावित होती हैं। भूमि पर प्रवाह तब होता है जब वर्षा की तीव्रता मिट्टी की घुसपैठ क्षमता से अधिक हो जाती है, जिससे सतही अपवाह होता है। जल निकासी प्रणालियाँ सतही जल संचय को कम करने और चरम अपवाह विशेषताओं को संशोधित करने में मदद करती हैं। वर्षा सिम्युलेटर का उपयोग करके, हम देख सकते हैं और विश्लेषण कर सकते हैं कि विभिन्न जल निकासी स्थितियाँ अपवाह उत्पादन और हाइड्रोग्राफ प्रतिक्रियाओं को कैसे प्रभावित करती हैं।

Theory:

Land drainage significantly influences surface and subsurface water movement, affecting the characteristics of runoff hydrographs. Overland flow occurs when rainfall intensity exceeds the soil's infiltration capacity, leading to surface runoff. Drainage systems help in reducing surface water accumulation and modifying peak runoff characteristics. By using a rainfall simulator, we can observe and analyze how different drainage conditions impact runoff generation and hydrograph responses.

प्रायोगिक तयारी:

1. मिट्टी की ट्रे पर वर्षा सिम्युलेटर स्थापित करें।
2. दो मिट्टी ट्रे तैयार करें - एक जल निकासी आउटलेट के साथ और एक बिना।
3. स्थिरता बनाए रखने के लिए ट्रे में एक समान मिट्टी की पैकिंग सुनिश्चित करें।
4. सतह अपवाह और जल निकासी बहिर्वाह को मापने के लिए संग्रह टैंक की स्थिति निर्धारित करें।
5. वर्षा सिम्युलेटर को पूर्वनिर्धारित तीव्रता पर समायोजित करें।

Experiment Preparation:

1. Set up the rainfall simulator over the soil trays.
2. Prepare two soil trays—one with a drainage outlet and one without.
3. Ensure uniform soil packing in the trays to maintain consistency.
4. Position the collection tanks to measure surface runoff and drainage outflow.
5. Adjust the rainfall simulator to a predefined intensity.

प्रक्रिया:

1. वर्षा सिम्युलेटर शुरू करें और निरंतर वर्षा की तीव्रता बनाए रखें।
2. उस समय को रिकॉर्ड करना शुरू करें जब अपवाह सतह पर दिखाई देने लगे।
3. निश्चित अंतराल पर सतही अपवाह को इकट्ठा करें और मापें (उदाहरण के लिए, हर 2 मिनट में)।
4. साथ ही, यदि लागू हो तो उपसतह जल निकासी को इकट्ठा करें और मापें।
5. प्रयोग से पहले और बाद में मिट्टी की नमी को रिकॉर्ड करें।
6. स्थिर-अवस्था की स्थिति प्राप्त होने तक प्रयोग जारी रखें।
7. वर्षा सिम्युलेटर को रोकें और जल निकासी को अतिरिक्त समय तक जारी रहने दें।
8. हाइड्रोग्राफ विशेषताओं जैसे कि चरम अपवाह, चरम तक का समय और कुल अपवाह मात्रा का विश्लेषण करें।

Procedure:

1. Start the rainfall simulator and maintain constant rainfall intensity.
2. Begin recording time when runoff starts appearing at the surface.
3. Collect and measure surface runoff at fixed intervals (e.g., every 2 minutes).
4. Simultaneously, collect and measure subsurface drainage if applicable.
5. Record soil moisture before and after the experiment.
6. Continue the experiment until steady-state conditions are achieved.
7. Stop the rainfall simulator and allow drainage to continue for an additional time.
8. Analyze hydrograph characteristics such as peak runoff, time to peak, and total runoff volume.

Table:

समय (मिनट) **Time (min)**	**सतही अपवाह (एमएल)** **Surface Runoff (ml)**	**उपसतही जल निकासी (एमएल)** **Subsurface Drainage (ml)**

गणना:

सतही अपवाह और जल निकासी को जोड़कर कुल अपवाह मात्रा निर्धारित करें।

रिकॉर्ड किए गए डेटा से पीक डिस्चार्ज और पीक तक का समय गणना करें।

अपवाह गुणांक की गणना कुल अपवाह और कुल वर्षा के अनुपात के रूप में करें।

विभिन्न जल निकासी स्थितियों के लिए अपवाह हाइड्रोग्राफ प्लॉट करें।

Calculations:

Determine total runoff volume by summing surface runoff and drainage.

Compute peak discharge and time to peak from the recorded data.

Calculate runoff coefficient as the ratio of total runoff to total rainfall applied.

Plot runoff hydrographs for different drainage conditions.

परिणाम:

अपवाह विशेषताओं और भूमि प्रवाह उत्पादन पर भूमि जल निकासी के प्रभाव के बारे में निष्कर्षों को संक्षेप में प्रस्तुत करें। जल निकासी और जल निकासी रहित दोनों स्थितियों के लिए अधिकतम निर्वहन, अधिकतम समय और अपवाह मात्रा पर अवलोकन शामिल करें।

Results:

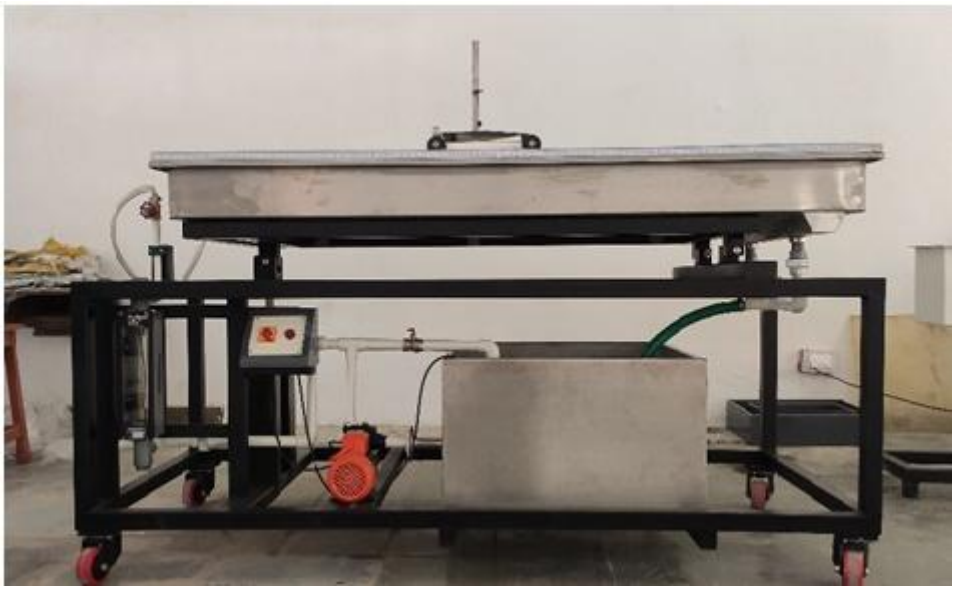
Summarize the findings regarding the impact of land drainage on runoff characteristics and overland flow generation. Include observations on peak discharge, time to peak, and runoff volume for both drained and undrained conditions.

प्रयोग संख्या 8/ Experiment No. 8

उद्देश्य जलोढ़ चैनल आकृति विज्ञान में आधार स्तर परिवर्तन के प्रभाव का निर्धारण

Aim: Determination of effect of base level change in alluvial channel morphology

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:



सिद्धांत

जलोढ़ चैनल आकृति विज्ञान में समायोजन का तीसरा आयाम लंबी प्रोफ़ाइल है। लंबी प्रोफ़ाइल बिस्तर की ऊंचाई, चैनल ढाल और समग्र प्रोफ़ाइल आकार में परिवर्तन के माध्यम से समायोजित हो सकती है। बिस्तर की ऊंचाई में परिवर्तन वृद्धि और गिरावट के माध्यम से होता है, और चैनल की तलछट को परिवहन करने की क्षमता को दर्शाता है। बेस लेवल चैनल प्रोफ़ाइल पर एक विशेष रूप से महत्वपूर्ण नियंत्रण का प्रतिनिधित्व करता है।

डाउनस्ट्रीम बेस लेवल में कमी से चैनल में गिरावट होती है, जिससे एक निक्पॉइंट के रूप में चीरा लग जाता है और ऊपर की ओर यात्रा होती है। जैसे-जैसे निक्पॉइंट ऊपर की ओर बढ़ता है, इससे उत्पन्न तलछट डाउनस्ट्रीम में वृद्धि को बढ़ावा दे सकती है। समय के साथ, द्वितीयक निक्पॉइंट प्राथमिक निक्पॉइंट और बढ़े हुए क्षेत्र के नीचे की ओर दिखाई दे सकते हैं, और इन निक्पॉइंट वाले ढलान वाले क्षेत्र को निक्ज़ोन कहा जाता है। निक्पॉइंट माइग्रेशन और स्थानीय वृद्धि के परिणामस्वरूप चैनल समायोजन के अनुक्रम को जटिल प्रतिक्रिया कहा गया है क्योंकि एक एकल बेस लेवल कम करने की घटना बिस्तर के स्तर में कई चरण परिवर्तन उत्पन्न कर सकती है। आधार स्तर में गिरावट के परिणामस्वरूप होने वाला समग्र चैनल क्षरण एक क्षेत्रीय घटना है जिसमें लंबी दूरी और समय-सीमा पर तल का क्रमिक और निरंतर शुद्ध अवक्रमण शामिल है। आधार स्तर में वृद्धि डेल्टा प्रकार के जमाव के विकास के माध्यम से एकत्रीकरण और चैनल

परिवर्तन की ओर ले जाती है। एकत्रीकरण चैनल के पास अपस्ट्रीम से आपूर्ति की गई तलछट को परिवहन करने के लिए अपर्याप्त ऊर्जा होने का परिणाम है और इसके परिणामस्वरूप चैनल संवहन क्षमता और स्थानीय बाढ़ का नुकसान होता है।

Theory

The third dimension of adjustment in alluvial channel morphology is the long-profile. The long-profile can adjust through changes in bed elevation, channel gradient, and overall profile shape. Bed elevation changes occur through aggradation and degradation, and reflect the channel's ability to transport sediment. Base level represents one particularly important control on channel profile.

A reduction in downstream base level leads to channel degradation, initiating incision as a nickpoint forms and travels upstream. As the nick point migrates upstream, the sediment generated by it may drive aggradation downstream. In time, secondary nick points may appear downstream of the primary nickpoint and aggraded area, and the steepened area containing these nickpoints is referred to as the nickzone. The sequence of channel adjustments resulting from nickpoint migration and local aggradation has been termed complex response because a single base level lowering event can generate multiple step changes in bed level. The overall channel degradation resulting from a fall in base level is a regional phenomenon that involves the progressive and sustained net lowering of the bed over long distances and timescales.

An increase in base level leads to aggradation and channel change through the development of a deltaic type of deposit. Aggradation is a result of the channel having insufficient energy to transport the sediment supplied from upstream and it characteristically results in loss of channel conveyance capacity and localized flooding.

प्रक्रिया

1. वाल्व V8 खोलें, डिस्चार्ज टैंक के सभी वाल्व बंद करें और प्रवाह सेंसर के नीचे प्रवाह नियंत्रण वाल्व से प्रवाह दर निर्धारित करें।
2. टैंक के पैर में गहरे कट-आउट में दो 50 मिमी स्टॉप लॉग में से एक को फिट करें। रेत टैंक की ढलान को लगभग 2% पर सेट करें।
3. रेत टैंक के शीर्ष के साथ रेत के स्तर को चिकना और हल्का सा दबाएं। नदी के इनलेट टैंक से गहरे कट-आउट तक तलछट बिस्तर में एक प्रारंभिक सीधा चैनल काटने के लिए दिए गए स्कूप का उपयोग करें।
4. चैनल लगभग 4 सेमी चौड़ा और 2 सेमी गहरा होना चाहिए। इनलेट प्रवाह दर को 2.5-3 लीटर/मिनट पर सेट करें। जलोढ़ चैनल वातावरण के विकास के दौरान चैनल का निरीक्षण करें।

5. हर 10 मिनट में तलछट की उपज को रिकॉर्ड करें। 30 मिनट के बाद बिस्तर की स्थलाकृति को रिकॉर्ड करें (माप के दौरान प्रवाह को कम स्तर पर बदल दिया जा सकता है, ताकि इस दौरान चैनल में बदलाव न हो), और फिर 60 मिनट के बाद।
6. बार और छतों जैसी सुविधाओं की उपस्थिति पर नोट्स बनाएं, और विशेष रूप से चैनल थालवेग की स्थिति को रिकॉर्ड करें।
7. चैनल के किनारे पर स्ट्रिंग का एक टुकड़ा बिछाकर चैनल की लंबाई को मापें। थालवेग की लंबाई को इसी तरह से मापा जा सकता है।
8. बेस लेवल में वृद्धि का अनुकरण करने के लिए, गहरे कट-आउट में एक या अधिक अतिरिक्त स्टॉप लॉग जोड़ें।
9. बेस लेवल में गिरावट का अनुकरण करने के लिए, पहले से मौजूद स्टॉप-लॉग को हटा दें। परिवर्तनों को ध्यानपूर्वक देखें, नियमित अंतराल पर तलछट उपज दर और चैनल प्लेटफ़ॉर्म को रिकॉर्ड करना जारी रखें (आकृति विज्ञान परिवर्तन की गति के आधार पर चैनल प्लेटफ़ॉर्म के लिए 15-30 मिनट का अंतराल)।
10. आधार स्तर में गिरावट के लिए तलछट की शुरुआती भीड़ होगी, और तलछट उपज को हर दो मिनट में दर्ज करना होगा जब तक कि निकपॉइंट आउटलेट से ऊपर की ओर नहीं चला जाता है।
11. आधार स्तर में वृद्धि के लिए, अवलोकनों में निकपॉइंट की स्थिति और दिखाई देने वाले किसी भी माध्यमिक निकपॉइंट का रिकॉर्ड शामिल होना चाहिए।

Procedure

1. Open the valve V8, close rest all the valves to discharge tank and set the flow rate from the flow the flow control valve below the flow sensor.
2. Fit one of the two 50 mm stop logs into the deep cut-out at the foot of the tank. Set the slope of the sand tank to approximately 2%.
3. Smooth and lightly tamp down the sand level with the top of the sand tank. Use the scoop provided to cut an initial straight channel into the sediment bed from the river inlet tank to the deep cut-out.
4. The channel should be approximately 4 cm wide and 2 cm deep. Set the inlet flow rate to 2.5-3 lit/min. Observe the channel during the development of an alluvial channel environment.
5. Record the sediment yield every 10 minutes. Record the topography of the bed after 30 minutes (the flow may be turned to a low level during measurement, so that the channel does not change during this time), and again after 60 minutes.
6. Make notes on the presence of features such as bars and terraces, and particularly record the position of the channel thalweg.
7. Measure the channel length by laying a piece of string along the edge of the channel. The length of the thalweg can be measured in a similar manner.

8. To simulate an increase in base level, add one or more additional stop logs to the deep cut-out.
9. To simulate a drop in base level, remove the stop-log already in position. Observe the changes carefully, continuing to record the sediment yield rate and channel platform at regular intervals (15-30 minute intervals for channel platform, depending on the speed of morphology change).
10. For a drop in base level there will be an initial rush of sediment, and sediment yield will have to be recorded every two minutes until the nickpoint has migrated upstream away from the outlet.
11. For a rise in base level, the observations should include a record of the position of the nickpoint, and of any secondary nickpoints that appear.

Results:

बीता समय (मिनट) **Elapsed Time (min)**	**तलछट उपज (ग्राम/मिनट)** **Sediment Yield (g/min)**

चैनल के आरेख बनाने की एक विधि में दो रूलर या मापने वाली छड़ियों की आवश्यकता होती है, जिनमें से दोनों को कठोर होना चाहिए और जिनमें से एक की लंबाई कम से कम 1 मीटर होनी चाहिए। इस लंबे रूलर को टैंक के शीर्ष पर एक तरफ से दूसरी तरफ, अंत के समानांतर रखा जाना चाहिए, और फिर 10 सेमी के चरणों में टैंक के साथ ले जाया जाना चाहिए। प्रत्येक स्थिति में, दूसरे रूलर का उपयोग टैंक की शीर्ष रेखा से रेत की सतह तक की दूरी को मापने के लिए किया जाता है, टैंक की पूरी चौड़ाई में चरणों में। चैनल के किनारों, रेत की पट्टियों, द्वितीयक चैनलों की स्थिति जैसी किसी भी उल्लेखनीय विशेषता के लिए संदर्भ बिंदु दर्ज किए जाने चाहिए।

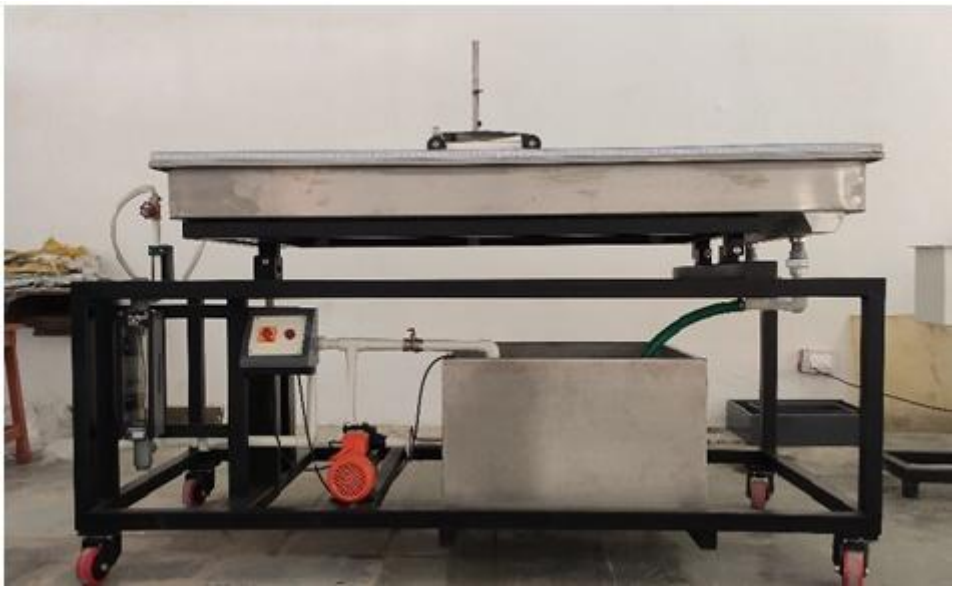
One method of making diagrams of the channel requires two rulers or measuring sticks, both of which must be rigid and one of which must be at least 1 metre in length. This long ruler should be laid across the top of the tank from one side to the other, parallel to the end, and then moved along the tank in steps of 10 cm. At each position, the second ruler is then used to measure the distance from the top line of the tank to the sand surface, in steps across the entire width of the tank. Reference points should be recorded for any notable features such as the positions of the channel sides, sand bars, secondary channels.

प्रयोग संख्या 9/ Experiment No. 9

उद्देश्य चैनल आकृति विज्ञान पर धारा शक्ति में परिवर्तन के प्रभाव का निर्धारण करें

Aim: Determine the effect of changing stream power on channel morphology

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:



सिद्धांत

चैनल प्लेटफ़ॉर्म चैनल के भीतर प्रवाह की हाइड्रोडायनामिक्स और तलछट परिवहन और ऊर्जा अपव्यय की संबंधित प्रक्रियाओं को दर्शाता है। ऐसा कोई वर्तमान सिद्धांत नहीं है जो चैनल के रूप की पूरी तरह से भविष्यवाणी कर सके, लेकिन यह प्रदर्शित किया जा सकता है कि चैनल की आकृति धारा की शक्ति, तलछट के भार और बैंक की स्थिरता के जवाब में बदलती है। तीन बुनियादी चैनल प्रकार हैं: सीधे, घुमावदार और लटके हुए, हालांकि प्रकृति में ये प्रकार प्लेटफ़ॉर्म पैटर्न की एक निरंतरता बनाते हैं। एक नदी अपनी लंबाई के साथ या किसी दिए गए स्थान पर विभिन्न निर्वहन पर इन प्रकारों के संयोजन प्रदर्शित कर सकती है। और कुछ नदियाँ किसी भी बड़ी दूरी के लिए किसी विशेष चैनल प्रकार का स्पष्ट उदाहरण प्रदर्शित करती हैं। एक सीधे चैनल में सीधी बैकलाइन होती हैं, लेकिन इसमें एक घुमावदार थालवेग हो सकता है। एक घुमावदार चैनल एक घुमावदार पाठ्यक्रम का अनुसरण करता है जिसे साइन जनरेटेड तरंग द्वारा अनुमानित किया जा सकता है।

सीधी चैनल शायद ही कभी दस चैनल चौड़ाई से अधिक लंबे खंडों में पाए जाते हैं। वे अपेक्षाकृत स्थिर विशेषताएं हैं और या तो भूगर्भीय रूप से नियंत्रित हैं या सीमा तलछट की महत्वपूर्ण मात्रा को स्थानांतरित करने के लिए अपर्याप्त ऊर्जा है। किसी भी तलछट भार का एक उच्च अनुपात निलंबित भार के रूप में ले जाने की संभावना है। सीधी चैनलों में एक घुमावदार थालवेग हो सकता है, जो समलम्बाकार चैनलों के कोनों

में उत्पन्न सुसंगत तीन-आयामी अशांति संरचनाओं के कारण विकसित होता है। घुमावदार चैनल सबसे आम नदी प्रकार हैं, हालांकि घुमावदार की डिग्री काफी भिन्न हो सकती है। घुमावदार मध्यवर्ती घाटी ढलानों (सीधी चैनलों की तुलना में अधिक खड़ी, लेकिन ब्रेडिंग की ओर ले जाने वाले लोगों की तुलना में कम), मिश्रित बिस्तर भार और निलंबित भार और कुछ हद तक कटाव प्रतिरोधी बैंकों के रूप में चलती हुई तलछट से जुड़ा हुआ है। चैनल की घुमावदारता घुमावदार का एक प्राथमिक संकेतक है। घुमावदार तरंगदैर्ध्य, आयाम और चाप की लंबाई का उपयोग चैनल की स्थितियों को दर्शाने के लिए भी किया जाता है। घुमावदार, घुमावदार, तरंगदैर्ध्य, आयाम और लंबाई की सीमा सभी चैनल प्रणाली की सापेक्ष ऊर्जा के साथ बढ़ने की प्रवृत्ति रखते हैं।

प्रवाह वक्रता और प्रवाह परिमार्जन के बीच सकारात्मक प्रतिक्रिया के कारण सीधी नहरों में घुमावदार प्रवृत्ति स्वयं सुदृढ़ होती है। यह प्रतिक्रिया चयनात्मक बैंक क्षरण और बिंदु पट्टी विकास के परिणामस्वरूप घुमावदार धाराओं की विशिष्ट वृद्धि और प्रवास की ओर भी ले जाती है। प्रतिक्रिया इसलिए होती है क्योंकि जैसे ही चैनल घुमावदार होता है, सबसे तेज़ प्रवाह चैनल के बाहर की ओर तिरछा हो जाता है। बाहरी बैंक पर क्षरण को बढ़ावा देना और आंतरिक बैंक पर जमाव जो समय के साथ मोड़ वृद्धि और प्रवास का परिणाम है। इस प्रक्रिया के परिणामस्वरूप चैनल क्रॉस सेक्शन और घुमावदार तरंगदैर्ध्य के संबंध में स्थिति के बीच घनिष्ठ संबंध भी होता है। मोड़ के शीर्ष पर, बाहरी बैंक के करीब एक गहरे थालवेग और आंतरिक बैंक पर एक उथली पट्टी के साथ क्रॉस-सेक्शन अत्यधिक असममित होता है। मोड़ों के बीच विभक्ति बिंदु पर, क्रॉस सेक्शन निचली घुमावदार गहराई के साथ अधिक सममित होता है। घुमावदार मोड़ों में बाहरी बैंक के पैर की ओर अधिकतम क्षरण को केंद्रित करने वाली मजबूत द्वितीयक प्रवाह कोशिकाओं की पहचान घुमावदार प्रक्रियाओं की समझ में एक बड़ा कदम था। ब्रेडेड चैनल पैटर्न मुख्य रूप से अपेक्षाकृत खड़ी घाटी ढाल, बड़े और परिवर्तनशील निर्वहन, और निलंबन और आसानी से क्षरण वाले गैर-संयोजी बैंकों पर बेड लोड परिवहन के प्रभुत्व के साथ उच्च ऊर्जा वाले नदी के वातावरण में विकसित होते हैं। ब्रेडेड प्लेटफ़ॉर्म की शुरुआत प्लेटफ़ॉर्म सातत्य के भीतर एक महत्वपूर्ण भू-आकृति सीमा है, क्योंकि यह उस बिंदु को चिह्नित करता है जहाँ प्रवाह एकल थ्रेड से मल्टीथ्रेड कॉन्फ़िगरेशन में बदल जाता है। ब्रेडिंग तीव्रता और कुल सिनुओसिटी का उपयोग ब्रेडेड चैनलों की आकृति विज्ञान को चिह्नित करने के लिए किया जाता है

Theory

Channel platform reflects the hydrodynamics of flow within the channel and the associated processes of sediment transportation and energy dissipation. There is no current theory that can fully predict channel form, but it can be demonstrated that the channel morphology changes in response to stream power, sediment load and bank stability. There are three basic channel types: straight. meandering, and braided although in nature these types form a continuum of platform patterns. A river may exhibit combinations of these types along its length or at different discharges at a given location. and few rivers display a clear example of a particular channel type for any great distance.

A straight channel has straight backlines, but may possess a meandering thalweg. A meandering channel follows a winding course that may be approximated by a sine generated waveform. In a braided channel, flow occurs through multiple sub-channels that thread their way through a series of bars within the broadly straight channel.

Straight channels rarely occur in stretches longer than ten channel widths. They are relatively stable features and are either geologically controlled or have insufficient energy to move significant quantities of boundary sediment. A high proportion of any sediment load is likely to be carried as suspended load. Straight channels may have a meandering thalweg, which develops due to coherent. three-dimensional turbulence structures generated in the comers of trapezoidal channels.

Meandering channels are the most common river type, although the degree of meandering can vary considerably. Meandering is associated with intermediate valley slopes (steeper than those of straight channels, but less than those leading to braiding), bed sediment moving as mixed bed load and suspended load and somewhat erosion resistant banks. Channel sinuosity is a primary indicator of meandering. Meander wavelength, amplitude and arc length are also used to represent channel conditions. The extent of meandering, sinuosity, wavelength, amplitude and are length all tend to increase with the relative energy of the channel system.

The meandering tendency in straight channels is self-strengthening because of the positive feedback between flow curvature and flow scour. This feedback also leads to the characteristic growth and migration of meanders as a result of selective bank erosion and point bar development. Feedback occurs because as the channel curves the fastest flow is skewed towards the outside of the channel. promoting erosion at the outer bank and deposition at the inner bank that through time results in bend growth and migration. This process also results in a close association between channel cross section and position with respect to the meander wavelength. At a bend apex, the cross-section is highly asymmetrical with a deep thalweg close to the outer bank and a shallow bar at the inner bank. At the inflection point between bends, the cross section is more symmetrical with the lower scour depth. The identification of strong secondary flow cells that focus maximum erosion towards the foot of the outer bank in meander bends was a major step forward in the understanding of meander processes.

Braided channel patterns predominantly develop in high energy fluvial environments with relatively steep valley gradients, large and variable discharges, and dominance of bed load transport over suspension and easily eroded non-cohesive banks. The onset of a braided platform is a significant geomorphic threshold within the platform continuum, as it marks the point where flow switches from a single thread to multithread configuration. Braiding intensity and total sinuosity are used to characterize the morphology of braided channels

प्रक्रिया:

1. वाल्व V8 खोलें, डिस्चार्ज टैंक के सभी वाल्व बंद करें और प्रवाह सेंसर के नीचे प्रवाह नियंत्रण वाल्व से प्रवाह दर निर्धारित करें। टैंक के पैर में गहरे कट-आउट में दो 50 मिमी स्टॉप लॉग में से एक को फिट करें.
2. रेत टैंक के ढलान को 0.5% तक समायोजित करें। रेत के स्तर को चिकना करें और टैंक के शीर्ष के समानांतर रखें। नदी के इनलेट टैंक से टैंक के पैर में गहरे कट-आउट तक एक प्रारंभिक सीधा चैनल काटने के लिए दिए गए स्कूप का उपयोग करें। चैनल लगभग 4 सेमी चौड़ा और 2 सेमी गहरा होना चाहिए। नदी के प्रवाह की दर को लगभग 2 मिनट पर सेट करें।
3. जलोढ़ चैनल वातावरण के विकास के दौरान चैनल का निरीक्षण करें। हर 10-15 मिनट में तलछट की उपज रिकॉर्ड करें। हर 30 मिनट में बिस्तर की स्थलाकृति रिकॉर्ड करें (माप के दौरान प्रवाह को कम स्तर पर बदल दिया जा सकता है, ताकि इस दौरान चैनल में बदलाव न हो)। बार, छतों, खुरचने वाले छिद्रों जैसी विशेषताओं की उपस्थिति और चैनल की स्थिति पर नोट्स बनाएं। चैनल के किनारे पर रस्सी का एक टुकड़ा बिछाकर चैनल की लंबाई मापें। थालवेग की लंबाई भी इसी तरह मापी जा सकती है।
4. इनलेट और कम कट-आउट के प्रवेश और निकास प्रभाव चैनल के आकार को प्रभावित करेंगे, और माप लेते समय चैनल के सबसे ऊपरी और सबसे निचले 30 सेमी से बचना उचित है। इस तरीके से चार से पांच घंटे तक माप लेना जारी रखें। ध्यान दें कि यदि इनलेट प्रवाह में कोई प्रारंभिक तलछट भार नहीं डाला जाता है, तो चैनल तलछट बिस्तर के शीर्ष में कट जाएगा, जो रन के दौरान धीरे-धीरे ढलान और धारा शक्ति को कम कर देगा। इसलिए, बिस्तर के स्तर को बनाए रखने के लिए चैनल के शीर्ष पर थोड़ी मात्रा में तलछट जोड़ने की सलाह दी जाती है।
5. फिर प्रयोग को बढ़ी हुई धारा शक्ति पर दोहराया जाना चाहिए। घाटी ढलान को बढ़ाकर या इनलेट प्रवाह दर को बढ़ाकर धारा शक्ति को बढ़ाया जा सकता है। विभिन्न प्रकार की धारा शक्तियों और चैनल प्लेटफ़ॉर्म को कवर करने वाले डेटा का एक व्यापक सेट बनाने के लिए कई रन बनाए जाने चाहिए। तलछट बिस्तर को रीसेट किए बिना हर 3-4 घंटे में स्ट्रीम पावर को बदलकर समय की आवश्यकता को कम किया जा सकता है, लेकिन सटीकता कम हो जाएगी।

Procedure:

1. Open the valve V8, close rest all the valves to discharge tank and set the flow rate from the flow the flow control valve below the flow sensor. Fit one of the two 50 mm stop logs into the deep cut-out at the foot of the tank
2. Adjust the slope of the sand tank to 0.5%. Smooth the sand level and parallel with the top of the tank. Use the scoop provided to cut an initial straight channel from the river inlet tank to the deep cut-out at the foot of the tank. The channel should be approximately 4 cm wide and 2 cm deep. Set the river inflow rate to approximately 2 min.

3. Observe the channel during the development of an alluvial channel environment. Record the sediment yield every 10-15 minutes. Record the topography of the bed every 30 minutes (the flow may be turned to a low level during measurement, so that the channel does not change during this time). Make notes on the presence of features such as bars, terraces, scour holes. and the position of the channel. Measure the channel length by laying a piece of string along the edge of the channel. The length of the thalweg can be measured in a similar manner.
4. The entrance and exit effects of the inlet and low cut-out will affect the channel shape, and it is advisable to avoid the uppermost and lowermost 30 cm of the channel when taking measurements. Continue to take measurements in this manner for four to five hours. Note that if there is no initial sediment load introduced into the inlet flow, the channel will incise into the top of the sediment bed, which will gradually reduce the slope and stream power over the course of the run. Hence, it is advisable to add a small amount of sediment at the head of the channel as necessary to maintain the bed level.
5. The experiment should then be repeated at increased stream power. Stream power may be increased by increasing the valley slope, or by increasing the inlet flow rate. Several runs should be made in order to build up a comprehensive set of data covering a variety of stream powers and channel platforms. The time requirement may be decreased by changing stream power every 3-4 hours without resetting the sediment bed, but accuracy will be reduced

Observations:

इनलेट प्रवाह दर/ Inlet Flow rate = _____ लीटर/मिनट lit/min

घाटी ढलान/ Valley slope = _____ %

बीता समय (मिनट) **Elapsed Time (min)**	**तलछट उपज (ग्राम/मिनट)** **Sediment Yield (g/min)**

चैनल के आरेख बनाने की एक विधि में दो रूलर या मापने वाली छड़ियों की आवश्यकता होती है, जिनमें से दोनों को कठोर होना चाहिए और जिनमें से एक की लंबाई कम से कम 1 मीटर होनी चाहिए। इस लंबे रूलर को टैंक के शीर्ष पर एक तरफ से दूसरी तरफ, अंत के समानांतर रखा जाना चाहिए, और फिर 10 सेमी के चरणों में टैंक के साथ ले जाया जाना चाहिए। प्रत्येक स्थिति में, दूसरे रूलर का उपयोग टैंक की शीर्ष रेखा से रेत की सतह तक की दूरी को मापने के लिए किया जाता है, टैंक की पूरी चौड़ाई में चरणों में। चैनल

के किनारों, रेत की पट्टियों, द्वितीयक चैनलों की स्थिति जैसी किसी भी उल्लेखनीय विशेषता के लिए संदर्भ बिंदु दर्ज किए जाने चाहिए।

चैनल की लंबाई को चैनल के किनारे एक तार का टुकड़ा बिछाकर मापा जा सकता है, फिर तार की लंबाई को नोट किया जा सकता है। थालवेग की लंबाई को भी इसी तरह मापा जा सकता है।

One method of making diagrams of the channel requires two rulers or measuring sticks, both of which must be rigid and one of which must be at least 1 metre in length. This long ruler should be laid across the top of the tank from one side to the other, parallel to the end, and then moved along the tank in steps of 10 cm. At each position, the second ruler is then used to measure the distance from the top line of the tank to the sand surface, in steps across the entire width of the tank. Reference points should be recorded for any notable features such as the positions of the channel sides, sand bars, secondary channels.

Channel length may be measured by laying a piece of string along the side of the channel, then noting the length of the string. Thalweg length may be measured in a similar fashion.

प्रयोग संख्या 10/ Experiment No. 10

उद्देश्य रिसाव प्रवाह तंत्र में प्रवाह रेखाओं का उपयोग करके भूजल प्रवाह पर ढेर या कट-ऑफ दीवार के प्रभाव का निर्धारण

Aim: Determination of the effect of a pile or cut-off wall on groundwater flow using flow lines in a seepage flow apparatus

प्रायोगिक सेटअप/ Experimental Setup:

उपयोग किए जाने वाले उपकरण:

1. पारदर्शी दीवारों के साथ रिसाव प्रवाह टैंक/उपकरण
2. टैंक को भरने के लिए रेत या महीन मिट्टी
3. प्रवाह दृश्य के लिए डाई (पोटेशियम परमैंगनेट या रंगीन स्याही)
4. पानी के इनलेट और आउटलेट सिस्टम
5. टैंक के पीछे रखा गया स्केल या ग्राफ पेपर
6. ढेर या कट-ऑफ दीवार मॉडल (अभेद्य शीट या ऐक्रेलिक अवरोध)
7. स्टॉपवॉच
8. रूलर या मापने वाला टेप
9. कैमरा (वैकल्पिक, दस्तावेज़ीकरण के लिए)

Equipment Used:

1. Seepage flow tank/apparatus with transparent walls

2. Sand or fine soil to fill the tank
3. Dye (potassium permanganate or colored ink) for flow visualization
4. Water inlet and outlet system
5. Scale or graph paper placed at the back of the tank
6. Pile or cut-off wall model (impervious sheet or acrylic barrier)
7. Stopwatch
8. Ruler or measuring tape
9. Camera (optional, for documentation)

सिद्धांत:

नियंत्रित स्थितियों के तहत छिद्रपूर्ण माध्यमों के माध्यम से भूजल प्रवाह को दो-आयामी के रूप में अनुमानित किया जा सकता है। रिसाव प्रवाह तंत्र उपसतह जल आंदोलन का अनुकरण करता है और प्रवाह रेखाओं (स्ट्रीमलाइन) और समविभव रेखाओं (निरंतर हाइड्रोलिक हेड की रेखाएँ) को देखने में मदद करता है। जब कट-ऑफ दीवार या ढेर को प्रवाह डोमेन में पेश किया जाता है, तो यह प्रवाह रेखाओं के मार्ग को बदल देता है, जिससे बांधों या नींव जैसी संरचनाओं के नीचे रिसाव कम हो सकता है। प्रवाह जाल (प्रतिच्छेदित प्रवाह रेखाओं और समविभव रेखाओं का एक नेटवर्क) अनुमान लगाने में मदद करता है:

- रिसाव की मात्रा
- अवरोध के कारण प्रवाह पैटर्न में परिवर्तन
- विभिन्न बिंदुओं पर हाइड्रोलिक ढाल।

प्रवाह डोमेन के माध्यम से कुल रिसाव निर्वहन निम्न द्वारा दिया जाता है

$$Q = kh\frac{N_f}{N_d}$$

जहाँ:

Q = रिसाव निर्वहन (सेमी^{3}/सेकेंड), k = पारगम्यता गुणांक (सेमी/सेकेंड), h = प्रवाह उत्पन्न करने वाला कुल शीर्ष (सेमी), Nf = प्रवाह चैनलों (प्रवाह ट्यूब) की संख्या, Nd = संभावित बूंदों की संख्या

Theory:

Groundwater flow through porous media can be approximated as two-dimensional under controlled conditions. A seepage flow apparatus simulates subsurface water movement and helps visualize flow lines (streamlines) and equipotential lines (lines of constant hydraulic head). When a cut-off wall or pile is introduced into the flow domain, it alters the path of the flow lines, potentially reducing seepage beneath structures like dams or foundations.

The flow net (a network of intersecting flow lines and equipotential lines) helps estimate:

- The seepage quantity

- The change in flow pattern due to an obstruction
- The hydraulic gradient at different points.

Total seepage discharge through the flow domain is given by:

$$Q = kh\frac{N_f}{N_d}$$

Where:

Q = seepage discharge (cm^3/s), k = coefficient of permeability (cm/s), h = total head causing flow (cm), N_f = number of flow channels (flow tubes), N_d = number of potential drops

प्रक्रिया:

1. रिसाव टैंक को वांछित ऊँचाई तक समान महीन रेत से भरें और इसे समान रूप से कॉम्पैक्ट करें।
2. कट-ऑफ दीवार या ढेर को टैंक के केंद्र के पास रेत में लंबवत रखें।
3. सतह को समतल करें और माप के लिए पीछे ग्राफ पेपर या स्केल स्थापित करें।
4. टैंक के विपरीत छोर पर पानी के इनलेट और आउटलेट को सेट करें।
5. स्थिर-अवस्था प्रवाह स्थापित होने तक सिस्टम के माध्यम से पानी को बहने दें।
6. प्रवाह रेखाओं को देखने के लिए इनलेट पर डाई लाइनें डालें।
7. प्रवाह जाल (प्रवाह रेखाएँ और समविभव रेखाएँ) का निरीक्षण करें और उसका रेखाचित्र बनाएँ।
8. प्रवाह चैनलों की संख्या Nf और संभावित बूंदों की संख्या Nd की गणना करें।
9. इनलेट और आउटलेट के बीच कुल हेड अंतर h को मापें।
10. डेटा को सारणीबद्ध प्रारूप में रिकॉर्ड करें।
11. तुलना के लिए कट-ऑफ दीवार के बिना प्रयोग को दोहराएं।

Procedure:

1. Fill the seepage tank with uniform fine sand up to a desired height and compact it uniformly.
2. Place the cut-off wall or pile vertically into the sand near the center of the tank.
3. Level the surface and install the graph paper or scale at the back for measurements.
4. Set up the water inlet and outlet at opposite ends of the tank.
5. Allow water to flow through the system until steady-state flow is established.
6. Inject dye lines at the inlet to visualize flow lines.
7. Observe and sketch the flow net (flow lines and equipotential lines).
8. Count the number of flow channels Nf and number of potential drops Nd.
9. Measure the total head difference h between inlet and outlet.
10. Record the data in a tabular format.
11. Repeat the experiment without the cut-off wall for comparison.

Observations:

क्र.सं. S.No.	कट-ऑफ दीवार की उपस्थिति Presence of Cut-off Wall	कुल हेड h (सेमी) Total Head h (cm)	प्रवाह चैनलों की संख्या Nf No. of Flow Channels N_f	संभावित बूंदों की संख्या Nd No. of Potential Drops N_d	अनुमानित रिसाव Q (सेमी^{3}/सेकेंड) Estimated Seepage Q (cm^3/s)	टिप्पणी Remarks
1.	With					
2.	Without					

परिणाम:

कट-ऑफ वॉल के साथ: रिसाव डिस्चार्ज लगभग _____ cm^3/s पाया गया।

कट-ऑफ वॉल के बिना: रिसाव डिस्चार्ज लगभग _____ cm^3/s पाया गया।

Result:

With Cut-off Wall: The seepage discharge was found to be approximately _____ cm^3/s.

Without Cut-off Wall: The seepage discharge was found to be approximately _____ cm^3/s.