

**2022**

**Civil Engineering**

सिविल इंजीनियरिंग

Time: 3 hours

Maximum Marks: 200

समय: 3 घंटे

अधिकतम अंक: 200

**Question paper specific instructions**

प्रश्न पत्र के लिए विशिष्ट अनुदेश

- i. This paper is divided into two Sections, Section-A and Section-B.  
ये प्रश्नपत्र दो खंडों में विभाजित है, खंड-A और खंड-B
- ii. Each Section contains four (4) questions.  
प्रत्येक खंड में चार प्रश्न हैं।
- iii. Candidate has to attempt five questions in all.  
परीक्षार्थी को पांच प्रश्नों का उत्तर लिखना है।
- iv. Question Nos. 1 and 5 are compulsory and out of the remaining, **THREE** questions are to be attempted choosing at least **ONE** question from each Section.  
प्रश्न संख्या 1 और 5 अनिवार्य हैं और शेष प्रश्नों में से किन्हीं तीन का उत्तर लिखना है, प्रत्येक खंड से एक प्रश्न को हल करना है।
- v. Word limit in questions, where specified, should be adhered to.  
प्रश्नों में शब्द सीमा, जहाँ विनिर्दिष्ट है, का अनुसरण किया जाना चाहिए।
- vi. The number of marks carried by a question/part is indicated against it.  
प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।
- vii. Questions are printed in English & Hindi languages. In case of any ambiguity in translation of any question, English version shall be treated as final.  
प्रत्येक प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में छपा है। प्रश्नों के अनुवाद में किसी अस्पष्टता की स्थिति में, अंग्रेजी संस्करण को ही अन्तिम माना जाएगा।

Section-A (खंड-A)

**Q 1:** Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 1(a)** What are the different forces acting in a moving fluid? Also discuss different similarity model laws used to study the dynamic similarity of a prototype. **(8)**  
गतिमान द्रव में कौन से विभिन्न बल कार्य कर रहे हैं? प्रोटोटाइप की गतिशील समानता का अध्ययन करने के लिए उपयोग किए जाने वाले विभिन्न समानता मॉडल कानूनों पर भी चर्चा करें।
- 1(b)** How are the various types of loads estimated for the design of roof truss? **(8)**  
छत के पुलिंदा के डिजाइन के लिए विभिन्न प्रकार के भारों का अनुमान कैसे लगाया जाता है?
- 1(c)** When does cavitation occur in a pump and what are its harmful effects? How is the available net positive suction head defined and used in the analysis of cavitation? **(8)**  
पम्प में गुहि कायन कब होता है और इस के हानिकारक प्रभाव क्या हैं? कैविटी के विश्लेषण में उपलब्ध नेट पॉजिटिव सक्शनहेड को कैसे परिभाषित और उपयोग किया जाता है?
- 1(d)** Liquid limit (LL) and plastic limit (PL) tests were carried out on a soil sample as per Indian Standard method. The values were 60% and 36% respectively for LL and PL. What is the type of soil based on the above test data as per Indian Standard Classification System? Justify your answer. **(8)**  
भारतीय मानक पद्धति के अनुसार मिट्टी के नमूने पर तरल सीमा (एलएल) और प्लास्टिक सीमा (पीएल) परीक्षण किए गए। एलएल और पीएल के लिए मूल्य क्रमशः 60% और 36% थे। भारतीय मानक वर्गीकरण प्रणाली के अनुसार उपरोक्त परीक्षण डेटा के आधार पर मिट्टी का प्रकार क्या है? आपने जवाब का औचित्य साबित करें।
- 1(e)** How the average permeability of a soil deposit consisting of a number of layers is determined? **(8)**  
कई परतों वाली मिट्टी के जमाव की औसत पारगम्यता कैसे निर्धारित की जाती है?

**Q 2 :** Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 2(a)** A rectangular bar of 30 mm x 60 mm cross-section and 200 mm length is restrained from expansion along its 30 mm x 200 mm sides by surrounding material. Find the change in dimensions and volume when a compressive force of 180 kN acts in axial direction.  $E = 2 \times 10^5$  MPa;  $\nu = 0.3$  (10)

30 मिमी x 60 मिमी क्रॉस-सेक्शन और 200 मिमी लंबाई का एक आयताकार बार आसपास की सामग्री द्वारा 30 मिमी x 200 मिमी पक्षों के साथ विस्तार से रोक दिया गया है। जब 180 kN का संपीडक बल अक्षीय दिशा में कार्य करता है तो आयाम और आयतन में परिवर्तन ज्ञात कीजिए।  $E = 2 \times 10^5$  MPa;  $\nu = 0.3$

- 2(b)** A continuous beam ABC consists of two spans AB and BC of length 15-50 m and 11-50 m respectively. The span AB carries a UDL of 28 kN/m and span BC carries a point load of 100 kN at 8 m from support B. EI is constant for both the span. The end supports A and C are fixed, while support B is simply supported. Determine the support moments and reactions. And also draw the shear force and bending moment diagrams. (15)

एक सतत बीम एबीसी में क्रमशः 15-50 मीटर और 11-50 मीटर लंबाई के दो स्पैन एबी और बीसी होते हैं। स्पैन AB में 28 kN/m का UDL होता है और स्पैन BC में समर्थन B से 8 मीटर पर 100 kN का पॉइंट लोड होता है। EI दोनों स्पैन के लिए स्थिर है। एंडसपोर्ट ए और सी फिक्स्ड हैं, जबकि सपोर्ट बी केवल सपोर्टेड है। समर्थन क्षणों और प्रतिक्रियाओं का निर्धारण करें। और अपरूपण बल और बंकन आघूर्ण आरेख भी बनाएं।

- 2(c) A propped cantilever beam is shown in Figure 1. Analyze it using the stiffness matrix method and find the reactions in the spring. Neglect axial deformation in the beam. 15

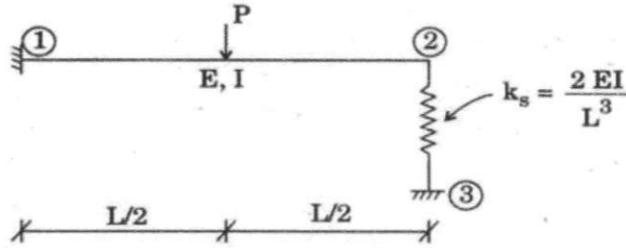
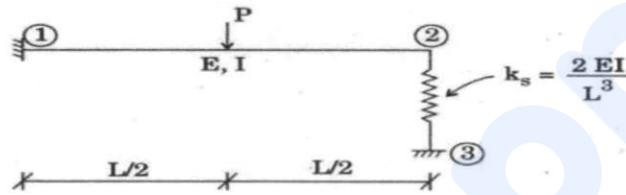


Figure 1

चित्र 1 में एक फैला हुआ ब्रैकेट बीम दिखाया गया है। कठोरता मैट्रिक्स विधि का उपयोग करके इस का विश्लेषण करें और वसंत में प्रतिक्रियाओं का पता लगाएं। बीम में अक्षीय विरूपण की उपेक्षा करें।



- Q 3: Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 3(a) Soft saturated clay has a thickness of 6m. After one year, when the clay, consolidated by 50%, the observed settlement was to the tune of 10 cm. For an identical clay and loading condition, what will be the magnitude of settlement at the end of one year and five years if the thickness of the clay layer was 25 m ? (10)

नरम संतृप्त मिट्टी की मोटाई 6 मी है। एक वर्ष के बाद, जब मिट्टी, 50% द्वारा समेकित, मनाया निपटान 10 सेमी की धुन पर था। एक समान मिट्टी और लदान की स्थिति के लिए, एक वर्ष और पांच वर्ष के अंत में बंदोबस्त का परिमाण क्या होगा यदि मिट्टी की परत की मोटाई 25 मीटर थी

- 3(b) A prestressed concrete beam,  $300 \times 800$  mm, is simply supported over an effective span of 12 m. It is prestressed with a cable whose eccentricity varies linearly from 50 mm at the supports to 250 mm at (3) span points from either support. Effective prestress in the cable is 900 kN. Determine, Net deflection due to prestress and self-weight Central concentrated load required to cause a maximum downward deflection of (Span /400) Use M40 grade concrete. Derive only the expressions for deflections due to prestress.  $E=5000$  Density of concrete =  $25 \text{ kN/m}^3$ . (15)

एक प्रीस्ट्रेसड कंक्रीट बीम,  $300 \times 800$  मिमी, केवल 12 मीटर की प्रभावी अवधि में समर्थित है। यह एक केबल के साथ प्रीस्ट्रेसड होता है जिसकी उत्केन्द्रता समर्थन पर 50 मिमी सेरैखिक रूप से भिन्न होती है और किसी भी समर्थन से (3) स्पैन बिंदुओं पर 250 मिमी तक होती है। केबल में प्रभावी प्रीस्ट्रेस 900 kN है। ठानना, दबाव और आत्म-वजन के कारण शुद्ध विक्षेपण अधिकतम नीचे की ओर विक्षेपण पैदा करने के लिए आवश्यक केंद्रीय केंद्रित भार का (अवधि /400) M40 ग्रेड कंक्रीट का प्रयोग करें। प्रीस्ट्रेस के कारण विक्षेपण के लिए केवल व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।  $E=5000$  कंक्रीट का घनत्व =  $25 \text{ kN/m}^3$ ।

- 3(c) A concrete pile 450 mm in diameter and 20 m long is driven through a system of layered cohesive soil. The top layer is 8 m thick and comprises of soft clay with cohesion of  $30 \text{ kN/m}^2$  and adhesion factor of 0-90. The middle layer which is medium stiff clay has a thickness of 6 m and undrained cohesion of  $50 \text{ kN/m}^2$  with adhesion factor of 0-75. The bottom-most layer which is stiff strata extends to a great depth with undrained cohesion of  $105 \text{ kN/m}^2$  and adhesion of 0-50. Compute the ultimate and allowable capacity of pile if the factor of safety assumed is 3-0. The water table is observed to be at ground level. (15)

एक ठोस ढेर 450 मिमी व्यास और 20 मीटर लंबास्तरित एकजुट मिट्टी की एक प्रणाली के माध्यम से चलाया जाता है। शीर्ष परत 8 मीटर मोटी है और इसमें  $30 \text{ kN/m}^2$  के संसंजन और 0-90 के आसंजन कारक के साथ नरममिट्टी शामिल है। मध्य परत जो मध्यम कठोर मिट्टी है, उसकी मोटाई 6 मीटर है और 0-75 के आसंजन कारक के साथ  $50 \text{ kN/m}^2$  का अनड्रेनेड सामंजस्य है। सबसे नीचे की परत जो कड़ी है,  $105 \text{ kN/m}^2$  के अनड्रेनेड सामंजस्य और 0-50 के आसंजन के साथ एक बड़ी गहराई तक फैली हुई है। यदि सुरक्षा का कारक 3-0 माना जाता है तोपाइल की अंतिम और स्वीकार्य क्षमता की गणना करें। भूजल स्तर जमीनी स्तर पर देखा गया है।

**Q 4:** Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 4(a)** A hydraulic jump occurs in a horizontal rectangular channel, which is 1 m wide. (10)  
The pre-jump depth is 5 cm and the post-jump depth is 20 cm. Assuming the channel to be frictionless, estimate the discharge of water. If the friction is not neglected, and the friction force is estimated to be 20 N over the jump-length,

एक क्षैतिज आयताकार चैनल में एक हाइड्रोलिक छलांग होती है, जो 1 मीटर चौड़ी होती है। कूदने से पहले की गहराई 5 सेंटीमीटर और कूदने के बाद की गहराई 20 सेंटीमीटर होती है। चैनल को घर्षण रहित मानते हुए, पानी के निर्वहन का अनुमान लगाएं। यदि घर्षण की उपेक्षा नहीं की जाती है, और घर्षण बल 20 एन छलांग-लंबाई पर होने का अनुमान है,

- 4(b)** A Pelton wheel turbine bucket deflects the water jet by an angle  $\theta$ . Show that if (15)  
friction losses are ignored, the maximum power will be developed when the bucket speed is half of the jet speed. If friction on the bucket surface reduces the relative velocity of the jet by 10% at the exit, find the ratio of the bucket speed and jet speed for maximum power.

एक पेल्टन व्हील टर्बाइन बकेट पानी के जेट को  $\theta$  कोण से विक्षेपित करती है। दिखाएँ कि यदि घर्षण हानियों की उपेक्षा की जाती है, तो अधिकतम शक्ति तब विकसित होगी जब बकेट की गति जेट की गति की आधी होगी। यदि बाल्टी की सतह पर घर्षण बाहर निकलने पर जेट के सापेक्ष वेग को 10% कम कर देता है, तो अधिकतम शक्ति के लिए बाल्टी की गति और जेट की गति का अनुपात ज्ञात कीजिए।

- 4(c)** A 6 m long built-up column carries an axial compressive force and consists of 4 (15)  
nos. ISMC 350 sections as shown in Figure 8. A lacing is provided in each of the four planes. Explain the principle of design of lacing with the help of a neat sketch.

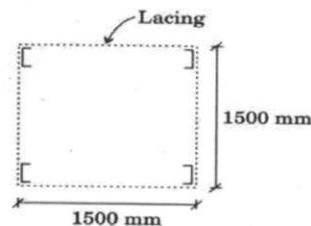


Figure 2

एक 6 मीटर लंबे बिल्ट-अपकॉलम में एक अक्षीय संपीडित बल होता है और इसमें 4 नग होते हैं। ISMC 350 खंडजैसाकिचित्र 8 में दिखाया गया है। चार विमानों में से प्रत्येक में एक लेसिंग प्रदान की जाती है। स्वच्छ चित्र की सहायता से ले सके डिजाइन के सिद्धांत को समझाइए।

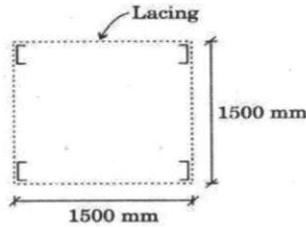


Figure 2

### Section-B (खंड-B)

**Q 5 :** Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 5(a) What are the impurities in lime and how do they affect the cementing properties. (8)  
चूने में क्या अशुद्धियाँ हैं और वेसी मेंटिंग गुणों को कैसे प्रभावित करते हैं।
- 5(b) What are the purposes of making frog in bricks during moulding? Explain with the help of neat sketches. (8)  
मोल्डिंग के दौरान ईंटों में मेंढक बनाने के क्या उद्देश्य हैं? स्वच्छ रेखाचित्रों की सहायता से समझाइए।
- 5(c) How are aggregate classified based on particle size? What is bulking of sand? (8)  
कण आकार के आधार पर समुच्चय को कैसे वर्गीकृत किया जाता है? बालू का ढेर लगाना क्या है?
- 5(d) Explain the product of hydration of C3S and C2S. giving the relevant equation involving the reaction. (8)  
C3S तथा C2S के जलयोजन के गुणनफल की व्याख्या कीजिए। प्रतिक्रिया से संबंधित प्रासंगिक समीकरण देना
- 5(e) Briefly explain the purpose and procedure for attrition test on stone. (8)  
स्टोन पर एट्रिशन टेस्ट के उद्देश्य और प्रक्रिया को संक्षेप में समझाइए।

**Q 6:** Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

**6(a)** A wastewater treatment plant discharges  $10 \text{ m}^3/\text{sec}$  of effluent having an ultimate **(10)**

BOD of  $45.0 \text{ mg/L}$  into a river flowing at  $10.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Just upstream from the discharge point, the river water has an ultimate BOD of  $4.0 \text{ mg/L}$ . The deoxygenation constant ( $k_a$ ) is  $0.22/\text{day}$ . Answer the following:

(1) Assuming complete and instantaneous mixing, what would be the ultimate BOD of the mixture of waste and river just downstream from the outfall?

(2) Assuming a constant cross-sectional area for the river equal to  $60 \text{ m}$ , what ultimate BOD would you expect to find at a point  $10.0 \text{ km}$  downstream

एक अपशिष्ट जल उपचार संयंत्र  $1.0 \text{ m}^3/\text{सीपर}$  बहने वाली नदी में  $45.0 \text{ mg/L}$  के अंतिम BOD वाले  $10 \text{ m}^3/\text{sec}$  प्रवाह का निर्वहन करता है। डिस्चार्ज बिंदु से ठीक ऊपर की ओर, नदी के पानी में  $4.0 \text{ mg/L}$  का अंतिम BOD होता है। ऑक्सीजन स्थिरांक ( $k_a$ )  $0.22/\text{दिन}$  है निम्नलिखित का उत्तर दें

(1) पूर्ण और तात्कालिक मिश्रण को मानते हुए, अपशिष्ट और नदी के मिश्रण का अंतिम बीओडी क्या होगा जो बहिर्गमन से ठीक नीचे की ओर होगा?

(2)  $60$  मीटर के बराबर नदी के लिए एक निरंतर पार-अनुभागीय क्षेत्र मानते हुए, आप  $10.0$  किमी नीचे की ओर एक बिंदु पर क्या परमबीओडी खोजने की उम्मीद करेंगे

**6(b)** A community of  $50,000$  people uses a  $12\text{-ha}$  landfill site that can be filled to an **(15)**

average depth of  $20 \text{ m}$ . If the municipal solid waste is generated at the rate of  $25 \text{ N}$  per person per day, and its compacted unit weight in the fill is  $8 \text{ kN/m}^3$  and the municipal solid waste to cover ratio is  $4:1$ , what is the anticipated useful life of the landfill site?

$50,000$  लोगों का एक समुदाय  $12\text{-हेलैंडफिलसाइट}$  का उपयोग करता है जिसे  $20$  मीटर की औसत गहराई तक भरा जा सकता है। यदि नगर पालिका ठोस अपशिष्ट  $25 \text{ N}$  प्रति व्यक्ति प्रतिदिन की दर से उत्पन्न होता है, और भराव में इसका संकुचित इकाई वजन  $8 \text{ kN/m}^3$  है और नगरपालिका ठोस अपशिष्ट अनुपात  $4:1$  है, अनुमानित उपयोगी जीवन क्या है लैंडफिल साइट का?

- 6(c) What do you mean by Environmental Lapse Rate (ELR) and Adiabatic Lapse Rate (ALR)? How and in what manner do the environmental lapse rate and adiabatic lapse rate affect the dispersion of an air pollutant into the atmosphere? Explain clearly. (15)

पर्यावरणीय हासदर (ईएलआर) और रुद्धोष्म हासदर (एएलआर) से आप क्या समझते हैं? पर्यावरणीय हासदर और रुद्धोष्म हासदर वायु प्रदूषकों के वायुमंडल में फैलाव को कैसे और किस प्रकार प्रभावित करती है? स्पष्ट रूप से समझाएं।

Q 7: Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 7(a) The design speed of a highway is 80 km/h. There is a horizontal curve of radius 200 m in a certain locality. What should be the superelevation required to maintain this design speed? If the maximum superelevation of 0.07 is not to be exceeded, what should be the maximum allowable speed on this curve? Also determine the extra widening required and length of transition curve using the following data: (10)

Length of wheel base of the largest vehicle = 6.1 m

Pavement width = 7.2 m

Number of lanes = 2

Rate of introduction of superelevation = 1 in 200

Type of terrain = Plain

Safe limit of coefficient of friction = 0.15

एक राजमार्ग की डिजाइन गति 80 किमी/घंटा है। एक निश्चित इलाके में 2 00 मीटर त्रिज्या का एक क्षैतिज वक्र है। इस डिजाइन की गति को बनाए रखने के लिए आवश्यक सुपर लेवेशन क्या होना चाहिए? यदि 0.07 के अधिकतम अति उन्नयन को पार नहीं करना है, तो इस वक्र पर अधिकतम स्वीकार्य गति क्या होनी चाहिए? निम्नलिखित आँकड़ों का उपयोग करते हुए आवश्यक अतिरिक्त चौड़ाकरण और संक्रमण वक्र की लंबाई भी निर्धारित करें:

सबसे बड़े वाहन के पहिए के आधार की लंबाई = 6.1 मी

फुटपाथ की चौड़ाई = 7.2 मीटर

गलियों की संख्या = 2

सुपर लेवेशन की शुरुआत की दर = 200 में 1

भू भाग का प्रकार = मैदान

घर्षण के गुणांक की सुरक्षित सीमा = 0.15

- 7(b) Calculate lead and radius of a turnout on a Broad-Gauge railway track with the following data: (15)

Heel divergence = 130mm

Straight length between theoretical nose of crossing and tangent point of crossing = 1.3m

Angle of =  $4^{\circ}45'49''$

Angle of switch =  $1^{\circ}08'00''$

Broad Gauge Width = 1.676 m

Show the values on a neat sketch of turnout.

निम्नलिखित डेटा के साथ ब्रॉड-गेज रेलवे ट्रैक पर टर्न आउट के लीड और त्रिज्या की गणना करें:

हील विचलन = 130 मिमी

क्रॉसिंग के सैद्धांतिक नाक और क्रॉसिंग के स्पर्श बिंदु के बीच की सीधी लंबाई = 1.3 मी

का कोण =  $4^{\circ}45'49''$

स्विच का कोण =  $1^{\circ}08'00''$

ब्रॉड गेज चौड़ाई = 1.676 मीटर

मतदान के स्वच्छ रेखाचित्र पर मान दिखाएँ।

- 7(c) A 400 m radius curve is introduced between straight portions of a Broad Gauge (BG) railway line intersecting to form a deflection angle of 50 degrees. The speed for determining the equilibrium cant is fixed at 100 kmph and the maximum sectional speed is 120 kmph. Determine the equilibrium cant, the maximum permissible speed (considering the cant deficiency, cant excess) and desirable length of transition curve. The maximum permissible cant and cant deficiency be 165 mm and 100 mm respectively. Cant excess is restricted to 75 mm. The lowest speed of any train can be taken as 50 kmph. (15)

एक ब्रॉड गेज (बीजी) रेलवे लाइन के सीधे हिस्सों के बीच 50 डिग्री के विक्षेपण कोण बनाने के लिए एक 400 मीटर त्रिज्या वक्र पेश किया जाता है। संतुलन निर्धारित करने के लिए गति 100 किमी प्रति घंटा निर्धारित नहीं की जा सकती है और अधिकतम अनुभागीय गति 120 किमी प्रति घंटा है। निर्धारित नहीं कर सकते संतुलन, अधिकतम अनुमेय गति (कैंट की कमी को ध्यान में रखते हुए, अधिक नहीं हो सकता) और संक्रमण वक्र की वांछनीय लंबाई। अधिकतम अनुमत कैंट और कैंट की कमी क्रमशः 165 मिमी और 100 मिमी हो सकती है। अधिकता 75 मिमी तक सीमित नहीं है। किसी भी ट्रेन की न्यूनतम गति 50 किमी प्रति घंटे के रूप में ली जा सकती है।

**Q 8:** Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 8(a) What is  $\Phi$  index? How is it estimated? What are the factors that affect  $\Phi$  index? (10)

$\Phi$  सूचकांक क्या है? इसका अनुमान कैसे लगाया जाता है? वे कौन से कारक हैं जो  $\Phi$  सूचकांक को प्रभावित करते हैं?

- 8(b) During a recuperation test, the water in an open well was depressed by 2.5 m by pumping and it recuperated 1.8 m in 80 minutes. Find yield from a well of 4 m diameter under a depression head of 3 m. (15)

एक रिकवरी परीक्षण के दौरान, एक खुले कुएं में पंपिंग द्वारा पानी को 2.5 मीटर कम किया गया और यह 80 मिनट में 1.8 मीटर तक ठीक हो गया। 3 मीटर के डिप्रेशन हेड के नीचे 4 मीटर व्यास के कुएं से उपज का पता लगाएं

- 8(c) After how many days will you supply water to soil (clay loam) in order to ensure efficient irrigation of the given crop, if: (15)

Field capacity of soil = 27%

Permanent wilting point = 14%

Density of soil = 1.5g /cm<sup>3</sup>

Effective depth of root zone = 75cm

Daily consumptive use of water for the given crop = 11 mm

दी गई फसल की कुशल सिंचाई सुनिश्चित करने के लिए आप मिट्टी (दोमटमिट्टी) में कितने दिनों के बाद पानी की आपूर्ति करेंगे, यदि:

मिट्टी की क्षेत्र क्षमता = 27%

स्थायी म्लानि बिंदु = 14%

मिट्टी का घनत्व = 1.5g /cm<sup>3</sup>

रूट ज़ोन की प्रभावी गहराई = 75cm

दी गई फसल के लिए पानी की दैनिक खपत = 11 मिमी