



HIDRODINAMIKAI MODELLEZÉS

Környezetmérnöki BSc alapszak

2021/22 I. félév

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

Miskolci Egyetem
Műszaki Földtudományi Kar
Környezetgazdálkodási Intézet

Tartalomjegyzék

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték
2. Tantárgytematika (óraóra lebontva)
3. Házifeladat-sor
4. Önálló megoldandó feladat

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték

<p>Tantárgy neve: Hidrodinamikai modellezés Tárgyjegyző: Dr. Kovács Balázs</p>	<p>Tantárgy kódja: MFKHT235 Tárgyfelelős tanszék/intézet: Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék/Környezetgazdálkodási Intézet Tantárgyelem: K</p>
<p>Javasolt félév: 7.</p>	<p>Előfeltételek:</p>
<p>Óraszám/hét (ea+gyak): 1+2</p>	<p>Számonkérés módja (a/gy/v): vizsga</p>
<p>Kreditpont: 3</p>	<p>Tagozat: nappali</p>
<p>Tantárgy feladata és célja: A tárgy segítségével a hallgatók megismerkednek önálló feladatok megoldásán keresztül a numerikus módszerekkel, megértik a hidraulika alapjait.</p> <p>Fejlesztendő kompetenciák: tudás: T4 – Átfogóan ismeri a környezeti elemek és rendszerek alapvető jellemzőit, összefüggéseit és az azokra ható környezetkárosító anyagokat. T5 – Ismeri a közgazdaság- és környezet-gazdaságtan, projekt- és környezetmenedzsment fogalmát, eszközeit a környezetvédelem területén. T6 – Ismeri a főbb környezetvédelmi célú technológiákat, a technológiához kapcsolható berendezéseket, műtárgyakat és azok működését, üzemeltetését. T7 – Ismeri a környezeti elemek és rendszerek mennyiségi és minőségi jellemzőinek vizsgálatára alkalmas főbb módszereket, ezek jellemző mérőberendezéseit és azok korlátait, valamint a mért adatok értékelésének módszereit. T10 – Ismeri a környezetvédelem területéhez kapcsolódó munka- és tűzvédelmi, biztonságtechnikai és kárelhárítási előírásokat és módszereket. T12 - képesség: K1 – Képes a környezeti elemek és rendszerek korszerű mérőeszközökkel történő mennyiségi és minőségi jellemzőinek alapfokú vizsgálatára, mérési tervek összeállítására, azok kivitelezésére és az adatok értékelésére. K2 – Képes víz-, talaj-, levegő-, sugár- és zajvédelmi, valamint hulladékkezelési és -feldolgozási feladatok javaslat szintű megoldására, döntés előkészítésben való részvételre, hatósági ellenőrzésre és e technológiák üzemeltetésében részt venni. K3 – Képes környezeti hatásvizsgálatok végzésére és hatástanulmányok összeállításában történő részvételre. K4 – Képes környezetvédelmi kárelhárítási módszerek alkalmazására, kárelhárítás előkészítésére és a kárelhárításban való részvételre. K5 – Képes a gyakorlatban is alkalmazni a szakterületéhez kapcsolódó munka- és tűzvédelmi, biztonságtechnikai területek előírásait, követelményeit. K13 - Multidiszciplináris ismeretei révén alkalmas a mérnöki munkában való alkotó részvételre, képes alkalmazkodni a folyamatosan változó követelményekhez. attitűd: A1 – Vállalja és hitelesen képviseli a környezetvédelem társadalmi szerepét, alapvető viszonyát a világhoz. autonómia és felelősség: F2 - Váratlan döntési helyzetekben is önállóan végzi környezetvédelmi feladatait, irányítja a környezetvédelmi szakmai munkát.</p>	
<p>Tantárgy tematikus leírása: modellek típusai, a modellalkotás folyamata. A modellezésről általában. A hidrodinamikai modellezés feladatai, célja, sajátosságai. A modellezés szakaszai és lépései. A víz porózus közegbeli mozgásának törvényszerűségei. A hidrodinamikai modellezés elméleti alapjai, a szivárgás alapegyenlete. Telített és telítetlen közegbeli permanens és nem permanens szivárgás. A szivárgás alapegyenletének megoldási módjai. Analitikus és numerikus megoldások. A modellszámítások adatrendszere. A hidrodinamikai modellek adatigénye. Az adatok megbízhatósága, az alapadat-rendszer értékelésének szempontjai. A modell-adatrendszer hibái: okok és jellegzetességek. Az alapadat-rendszer ellenőrzése. A hidrodinamikai modellek kalibrációja. Hidrodinamikai modellezés Processing MODFLOW for Windows (PMWIN) környezetben. Példák és esettanulmányok bemutatása. Önálló modellezési feladatok megoldása.</p>	

Félévközi számonkérés módja:

A félév során az egyes anyagrészeket követően 2-3 nagyobb méretű önálló tervezési feladat elkészítése kötelező. Ezzel biztosítjuk a folyamatos előrehaladást. **Értékelése:**

> 85%: jeles;

75 – 84%: jó;

63 – 74%: közepes;

50 – 62%: elégséges;

< 50%: elégtelen.

Kötelező és javasolt irodalom jegyzéke:

Chiang, W-Hs. – Kinzelbach, W.: 3D Groundwater Modeling with PMWIN, A Simulation System for Modeling Groundwater Flow and Pollution, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, ISBN 3-540-67744-5, SPIN 10774334, 2001

Filep Gy. – Kovács B. – Lakatos J. – Madarász T. – Szabó I.: Szennyezett területek kármentesítése, Szerkesztette Szabó I., egyetemi tankönyv, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2002

Juhász József: Hidrogeológia, Akadémiai Kiadó, Bp., 1976, 1987 és 2003.

Kovács Balázs: Hidrodinamikai és transzportmodellezés I-II, Szegedi Tudományegyetem – Miskolci Egyetem – GÁMA-GEO, Szeged-Miskolc, 2004-2005.

Marton Lajos: Alkalmazott Hidrogeológia, ELTE Eötvös Kiadó, 2009

2. TANTÁRGYTEMATIKA

Hidrodinamikai modellezés
Tantárgytematika (ÜTEMTERV)
Aktuális tanév tavaszi félév
Környezetmérnöki alapszak BSc, 7. félév, törzsanyag tárgy

Hét	Dátum	Előadás
1.	09.10.	Bevezetés. Mi a modell? A modellezés célja. Az alkalmazott numerikus módszerek alapjai
2.	09.17.	Permanens állapot szimulációja
3.	09.24.	A legismertebb Modflow csomagok 1. (Recharge, Horizontal flow barrier, Well, River, Drain, General Head Boundary)
4.	10.01.	Peremfeltételek típusai, mikor melyiket válasszuk
5.	10.08.	Térbeli változások követése (zónák és folytonos átmenetek), interpolációs algoritmusok alkalmazása
6.	10.15.	Permanens modellezés összefoglalása
7.	10.22.	Nemzeti ünnep
8.	10.29.	Kapcsolat külső szoftverekhez (Excel, Surfer, Grapher, stb)
9.	11.05.	Nem permanens modellezés – és időben változó tulajdonságokat leíró csomagok, Timevariant specified head).
10.	11.12.	Speciális modellezési feladatok (2D vertikális síkmodell) Tóth féle egységmedence szimulációja (K , Γ , rétegzettség hatása. Víztermelés hatása) Szivárgás gát alatt
11.	11.19.	Nem permanens modellezés összefoglalása
12.	11.26.	Transzportmodellezés lehetőségei
13.	12.03.	Transzportmodellezési feladat megoldása
14.	12.10.	„Önálló feladat megoldása saját gépen

3) Házifeladatok

Hidrodinamikai modellezés

2017/2018. II. félév

Egy szennyezett területen kutas kármentesítést terveznek. A szennyezett terület határvonalát bln és dxf állományok tartalmazzák, melyek közül tetszés szerint az egyik kiválasztandó.

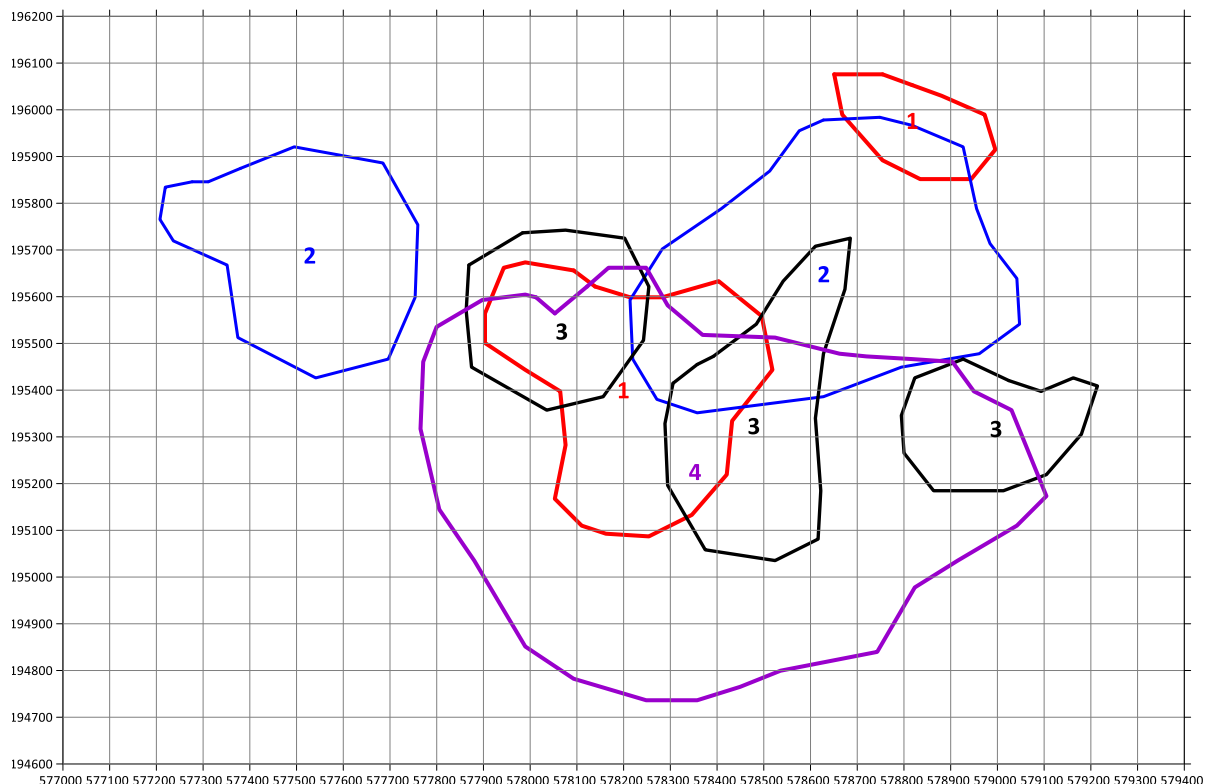
A területen a szennyezett talajvízadó iszapos homok anyagú (hidraulikai paramétereit szabadon választhatóak), vastagsága a felszíntől 13 m.

A talajvízszint kb. 2 m mélységben van a szennyezett terület középső részén és a hallgató által választott irányba 30 cm/km eséssel szivárog.

A feladat szennyezett terület lefedése kutakkal, oly módon, hogy a kutak 3 hónapos elérési ideje által meghatározott térrész lefedje a vonallal határolt területrészt. A kutak hozamát úgy kell megválasztani, hogy maximálisan 7 m depresszió alakuljon ki, mert annál nagyobb depresszió a szivattyú szárazra futását eredményezheti.

Leadandó:

- A modell rövid leírása az alkalmazott bemeneti adatokkal
- A kutak helye és hozama táblázatosan
- A kialakított depresszióster izovonalas térképe
- A kutakhoz futó 3 hónapos áramvonalak
- A kutak adatrendszere digitális adathordozón (CD/DVD) a félév végén



Hidrodinamikai modellezés 2017/2018. II. félév

2. feladat Nem-permanens hidrodinamikai modell építése

2/a. feladat:

A vizsgált terület közepén egy kút helyezkedik el, mely egy a felszín alatt 15 m-re található feküszinttel rendelkező réteget csapol meg. A vízáadó egy homokréteg, aminek horizontális szivárgási tényezője 3 m/d, vertikális szivárgási tényezője 0,3 m/d, szabad hézagterfoga 0,13, fajlagos vízleadása 0,12, fajlagos tárolási tényezője 0,00005 1/m. A terep és a fekü is egy tetszőlegesen kiválasztott égtáj felé 0,5%-os lejtéssel rendelkezik. A talajvízszint 2 m-rel a felszín alatt található (szintén 0,5% eséssel!). A kút 15 napig $(100+2X)$ m³ /d, ezt követően 20 napig $(100+4X)$ m³ /d, végül 10 napig $(100+6X)$ m³ /d hozammal termel, majd 1 hétig figyeljük a visszatöltődést. A kúttól kb. 2, 20, 50 és 100 m-re tetszőleges irányban megfigyelőkutak vannak.

Készítse el a rendszer hidrodinamikai modelljét!

Rajzolja meg és mentse el potencial2a-d és depi2a-d néven a potenciál és depressziós térképeket az egyes hidraulikai állapotok (periódusok) végén!

Készítse el a depresszióstér változásának animációját egy külön könyvtárba!

Rajzolja ki a vízszintek időbeli változását a megfigyelőkutakban és mentse le egy grafikus állományba!

Rajzolja meg és mentse el aramvonal2 néven a kutakhoz, az időben változó depressziós térben futó 52 napos elérési időkhöz tartozó áramvonalakat!

2/b feladat:

Telepítsen a kúttól maximálisan 30 m távolságra egy 200 m hosszú résfalat, mely a özepénél derékszögben megtörik.

Rajzolja meg és mentse el potencial2resfal_a-d és depi2resfal_a-d néven a potenciál és depressziós térképeket az egyes hidraulikai állapotok (periódusok) végén!

Készítse el a depresszióstér változásának animációját egy külön könyvtárba!

Rajzolja ki a vízszintek időbeli változását a megfigyelőkutakban és mentse le egy grafikus állományba!

Házifeladatok megoldása

4) ÖNÁLLÓ FELDATOK

A. Modellezési gyakorlatok – Önálló feladat

Név:.....

Neptun

kód:.....

A vizsgált 800x1000 m-es terület közepén, az $EOV_y=666666$; $EOV_x=333333$ koordinátájú helyen egy kút helyezkedik el. A területen a vízzáró fekvő felett három réteg található, két homok réteg és egy köztes iszapos homok réteg. A homok rétegek vastagsága 10m, az iszapos homoké 3 m. A kút az alsó homokrétégre van szűrőzve.

A homokrétégek horizontális szivárgási tényezője 3 m/d, vertikális szivárgási tényezője 0,3 m/d, szabad hézagterfogata 0,13, fajlagos vízleadása 0,12, fajlagos tárolási tényezője 0,00005 1/m.

Az iszapos homokrétég horizontális szivárgási tényezője 0,05 m/d, vertikális szivárgási tényezője 0,02 m/d, szabad hézagterfogata 0,07, fajlagos vízleadása 0,045, fajlagos tárolási tényezője 0,00008 1/m.

Valamennyi réteghatár észak felé 0,3%-os (3 cm/m) lejtéssel rendelkezik. A talajvízszint 2 m-rel a felszín alatt található (szintén 0,3% eséssel!).

A kút nyáron (90 napig) $450 \text{ m}^3/\text{d}$, ezt követően 270 napig $250 \text{ m}^3/\text{d}$ hozammal termel. A kúttól kb. 5, 50 és 150 m-re tetszőleges irányban, mindkét rétegre külön-külön szűrőzött megfigyelőkutak létesültek (összesen 6 db kút).

A területen az $EOV_y=666700$ vonal mentén a felső két rétegbe merülő résfal készült 250 m hosszban, aminek a vastagsága 30 cm, anyagának szivárgási tényezője 0,0001 m/d.

1. Készítse el a rendszer 5 éves üzemelésének hidrodinamikai modelljét!
2. Rajzolja meg és mentse el a merevlemezre a téli és nyári időszak végén kialakuló depressziós térképeket!
3. Rajzolja ki a vízszintek időbeli változását a megfigyelőkutakban és mentse el egy állományba!
4. Rajzolja meg és mentse el aramvonal.bmp néven a kúthoz, az időben változó depressziós térben futó 730 napos elérési időhöz tartozó áramvonalakat!

Feladat részek:

- EOY koordináták
- Peremfeltételek
- Lejtős réteghatárok
- Lejtős talajvízdomborzat
- Talajok hidraulikai paraméterei
- Időlépcsők/periódusok
- Hozam adatok
- Megfigyelőkutak
- Résfal
- Futó modell
- Téli depresszió
- Nyári depresszió
- Vízszintek időbeli változása
- Áramvonalak

Megfelelő: min. 12x . Megoldási idő: 60 perc

A2. Modellezési gyakorlatok – Önálló feladat

Név:.....

Neptun

kód:.....

A vizsgált 800x1000 m-es terület közepén, az EOY=666666; EOX=333333 koordinátájú helyen egy kút helyezkedik el. A területen a vízzáró feké felett három réteg található, két homok réteg és egy köztes iszapos homok réteg. A homok rétegek vastagsága 10m, az iszapos homoké 3 m. A kút az alsó homokrétegre van szűrőzve.

A homokrétegek horizontális szivárgási tényezője keletről nyugatra fokozatosan és folyamatosan 2 és 10 m/d között változik, szivárgási tényező anizotrópiája $K_h/K_v=10$, szabad hézagterfogata 0,15, fajlagos vízleadása 0,14, fajlagos tárolási tényezője 0,00005 1/m.

Az iszapos homokréteg horizontális szivárgási tényezője 0,05 m/d, vertikális szivárgási tényezője 0,02 m/d, szabad hézagterfogata 0,07, fajlagos vízleadása 0,045, fajlagos tárolási tényezője 0,00008 1/m.

Valamennyi réteghatár észak felé 0,8%-os (8 cm/m) lejtéssel rendelkezik. A talajvízszint 2 m-rel a felszín alatt található (szintén 0,8% eséssel!).

A kút nyáron (90 napig) 450 m³/d, ezt követően 270 napig 250 m³/d hozammal termel. A kúttól kb. 5, 50 és 150 m-re tetszőleges irányban, mindkét rétegre külön-külön szűrőzött megfigyelőkutak létesültek (összesen 6 db kút).

A területen az EOY=666700 vonal mentén a felső két rétegbe merülő résfal készült 250 m hosszban, aminek a vastagsága 30 cm, anyagának szivárgási tényezője 0,0001 m/d.

1. Készítse el a rendszer 5 éves üzemelésének hidrodinamikai modelljét!
2. Rajzolja meg és mentse el a merevlemezre a téli és nyári időszak végén kialakuló depressziós térképeket!
3. Rajzolja ki a vízszintek időbeli változását a megfigyelőkutakban és mentse el egy állományba!
4. Rajzolja meg és mentse el a `aramvonal.bmp` néven a kúthoz, az időben változó depressziós térben futó 730 napos elérési időhöz tartozó áramvonalakat!

Feladat részek:

- EOY koordináták
- Peremfeltételek
- Lejtős réteghatárok
- Lejtős talajvízdomborzat
- Változó horizontális szivárgási tényezők
- Vertikális szivárgási tényezők
- Talajok nem permanens hidraulikai paraméterei
- Időlépcsők/periódusok
- Hozam adatok
- Megfigyelőkutak
- Résfal
- Futó modell
- Téli depresszió
- Nyári depresszió
- Vízszintek időbeli változása
- Áramvonalak

Megfelelő: min. 12x . Megoldási idő: 60 perc

B. Modellezési gyakorlatok – Önálló feladat

Név:.....

Neptun

kód:.....

A vizsgált 800x1000 m-es terület közepén, az $EOV_y=555555$; $EOV_x=222222$ koordinátájú helyen egy kút helyezkedik el. A területen a vízzáró feké felett három réteg található, két homok réteg és egy köztes iszapos homok réteg. A homok rétegek vastagsága 12m, az iszapos homoké 2 m. A kút az alsó homokrétegre van szűrőzve.

A homokrétegek horizontális szivárgási tényezője 5 m/d, vertikális szivárgási tényezője 0,5 m/d, szabad hézagterfogata 0,15, fajlagos vízleadása 0,14, fajlagos tárolási tényezője 0,00005 1/m.

Az iszapos homokréteg horizontális szivárgási tényezője 0.05 m/d, vertikális szivárgási tényezője 0,02 m/d, szabad hézagterfogata 0,07, fajlagos vízleadása 0,045, fajlagos tárolási tényezője 0,00008 1/m.

Valamennyi réteghatár kelet felé 0,3%-os (3 cm/m) lejtéssel rendelkezik. A talajvízszint 2 m-rel a felszín alatt található (szintén 0,3% eséssel!).

A kút nyáron (90 napig) $550 \text{ m}^3/\text{d}$, ezt követően 270 napig $350 \text{ m}^3/\text{d}$ hozammal termel. A kúttól kb. 5, 50 és 150 m-re tetszőleges irányban, mindkét rétegre külön-külön szűrőzött megfigyelőkutak létesültek (összesen 6 db kút).

A területen az $EOV_y=555600$ vonal mentén a felső két rétegbe merülő résfal készült 250 m hosszban, aminek a vastagsága 30 cm, anyagának szivárgási tényezője 0,0001 m/d.

1. Készítse el a rendszer 5 éves üzemelésének hidrodinamikai modelljét!
2. Rajzolja meg és mentse el a merevlemezre a téli és nyári időszak végén kialakuló depressziós térképeket!
3. Rajzolja ki a vízszintek időbeli változását a megfigyelőkutakban és mentse el egy állományba!
4. Rajzolja meg és mentse el aramvonal.bmp néven a kúthoz, az időben változó depressziós térben futó 730 napos elérési időhöz tartozó áramvonalakat!

Feladat részek:

- EOv koordináták
- Peremfeltételek
- Lejtős réteghatárok
- Lejtős talajvízdomborzat
- Talajok hidraulikai paraméterei
- Időlépcsők/periódusok
- Hozam adatok
- Megfigyelőkutak
- Résfal
- Futó modell
- Téli depresszió
- Nyári depresszió
- Vízszintek időbeli változása
- Áramvonalak

Megfelelő: min. 12x . Megoldási idő: 60 perc

B2. Modellezési gyakorlatok – Önálló feladat

Név:.....

Neptun

kód:.....

A vizsgált 800x1000 m-es terület közepén, az $EOV_y=555555$; $EOV_x=222222$ koordinátájú helyen egy kút helyezkedik el. A területen a vízzáró fekü felett három réteg található, két homok réteg és egy köztes iszapos homok réteg. A homok rétegek vastagsága 12m, az iszapos homoké 2 m. A kút az alsó homokrétegre van szűrőzve.

A homokrétegek horizontális szivárgási tényezője keletről nyugatra fokozatosan és folyamatosan 1 és 5 m/d között változik, szivárgási tényező anizotrópiája $K_h/K_v=10$, szabad hézagterfogata 0,15, fajlagos vízleadása 0,14, fajlagos tárolási tényezője 0,00005 1/m.

Az iszapos homokréteg horizontális szivárgási tényezője 0.05 m/d, vertikális szivárgási tényezője 0,02 m/d, szabad hézagterfogata 0,07, fajlagos vízleadása 0,045, fajlagos tárolási tényezője 0,00008 1/m.

Valamennyi réteghatár kelet felé 0,5%-os (5 cm/m) lejtéssel rendelkezik. A talajvízszint 2 m-rel a felszín alatt található (szintén 0,5% eséssel!).

A kút nyáron (90 napig) $550 \text{ m}^3/\text{d}$, ezt követően 270 napig $350 \text{ m}^3/\text{d}$ hozammal termel. A kúttól kb. 5, 50 és 150 m-re tetszőleges irányban, mindkét rétegre külön-külön szűrőzött megfigyelőkutak létesültek (összesen 6 db kút).

A területen az $EOV_y=555600$ vonal mentén a felső két rétegbe merülő résfal készült 250 m hosszban, aminek a vastagsága 30 cm, anyagának szivárgási tényezője 0,0001 m/d.

1. Készítse el a rendszer 5 éves üzemelésének hidrodinamikai modelljét!
2. Rajzolja meg és mentse el a merevlemezre a téli és nyári időszak végén kialakuló depressziós térképeket!
3. Rajzolja ki a vízszintek időbeli változását a megfigyelőkutakban és mentse el egy állományba!
4. Rajzolja meg és mentse el `aramvonal.bmp` néven a kúthoz, az időben változó depressziós térben futó 730 napos elérési időhöz tartozó áramvonalakat!

Feladat részek:

- EOv koordináták
- Peremfeltételek
- Lejtős réteghatárok
- Változó horizontális szivárgási tényezők
- Vertikális szivárgási tényezők
- Lejtős talajvízdomborzat
- Talajok nem permanens hidraulikai paraméterei
- Időlépcsők/periódusok
- Hozam adatok
- Megfigyelőkutak
- Résfal
- Futó modell
- Téli depresszió
- Nyári depresszió
- Vízszintek időbeli változása
- Áramvonalak

Megfelelő: min. 12x . Megoldási idő: 60 perc

5. EGYÉB KÖVETELMÉNYEK

Az önálló munka során a mobiltelefon és internetes hálózat használata tilos!