



HULLADÉKLERAKÓK

Környezetmérnöki BSc alapszak

2023/24 II. félév

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

Miskolci Egyetem
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar
Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

Tartalomjegyzék

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték
2. Tantárgytematika (óraóra lebontva)
3. Minta zárthelyi
4. Minta vizsga feladatsor
5. Egyéb követelmények

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték

| | |
|--|--|
| <p>Tantárgy neve: Hulladéklerakók Tárgyfelelős: Dr. Kántor Tamás, egy. docens Prof. Dr. Szabó Imre, professzor emeritus</p> | <p>Tantárgy kódja: MFKHT6613SI Tárgyfelelős tanszék/intézet: Mérnökgeológiai és Építőmérnöki Int. Tsz./Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet Tantárgyelem: K</p> |
| <p>Javasolt félév: 6.</p> | <p>Előfeltételek: Hulladékgyártás és Geomechanika vizsga megléte</p> |
| <p>Óraszám/hét (ea+gyak): 2ea + 2gy</p> | <p>Számonkérés módja (a/gy/v): aláírás és vizsga</p> |
| <p>Kreditpont: 4</p> | <p>Tagozat: nappali</p> |
| <p>Tantárgy feladata és célja: Megismertetni a hallgatókat a hulladéklerakással, mint a hulladékártalmatlanítás egyik lehetséges módjával, a létesítés, üzemeltetés, bezárás és a rekultiváció kérdéseivel.</p> | |
| <p>Tantárgy tematikus leírása: A hulladéklerakók helykiválasztásának szempontjai, környezetföldtani követelményrendszere. A terület megkutatás elvei, területértékelés. Geotechnikai vizsgálatok. A hulladéklerakók típusai. A lerakók tervezési kérdései, a szigetelőrendszer, csurgalékvízgyűjtő rendszer kialakítása. A zárószigetelés. Alternatív megoldások, geoműanyagok alkalmazása. A hulladék lebomlása, biogáz képződés, hasznosítás. A lerakó vízháztartása. Üzemeltetési kérdések, a lerakható hulladékok köre, fogadási kritériumok. A hulladéklerakó létesítményei. A monitoring rendszer, a megfigyelések gyakorisága. Rekultiváció, utógondozás, in situ stabilizálás, a bezárt lerakók utólagos területhasznosítási lehetőségei.</p> <p>Fejlesztendő kompetenciák: tudás: T1 – Ismeri a környezetvédelmi szakterület műveléséhez szükséges általános és specifikus matematikai, természet- és társadalomtudományi elveket, szabályokat, összefüggéseket T3 – Ismeri a környezetvédelmi szakterület tanulási, ismeretszerzési, adatgyűjtési módszereit, azok etikai korlátait és problémamegoldó technikáit. T4 – Átfogóan ismeri a környezeti elemek és rendszerek alapvető jellemzőit, összefüggéseit és az azokra ható környezetkárosító anyagokat. 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. 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 a 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. attitűd: autonómia és felelősség:</p> | |
| <p>Félévközi számonkérés módja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tervezési feladatok elkészítése (GEO5 program segítségével, állékonyság és süllyedésszámítás egy idealizált lerakóra); • Az előadások anyagának gyakorlatokon való folyamatos számonkérése • Egy zárthelyi • Laborgyakorlat | |
| <p>Számonkérések: zárthelyi dolgozatok, kollokvium, jegyzőkönyv, stb</p> | |
| <p>Az év végi osztályzat kiszámításában az évközi feladatok 20%-al, a zárthelyi eredmény 30%-kal a vizsgajegy pedig 50%-kal lesz figyelembe véve.</p> | |
| <p>Értékelése: > 85%: jeles; 75 – 84%: jó; 63 – 74%: közepes; 50 – 62%: elégséges; < 50%: elégtelen.</p> | |

Kötelező és ajánlott irodalom:

Szabó I.: Hulladékelhelyezés Egyetemi tankönyv, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1999.

Hulladékgazdálkodás Internetes tananyag a környezetvédelmi BSc szak számára Miskolci Egyetem, 2011 (Szerzők: Csőke B., Bóhm J., Fajtli J., Bokányi L., Szabó I., Takács J., Madarász T.) <http://hulladekonline.hu/Hulladékgazdálkodás>

Hulladékgazdálkodás (szerk. Zimlér T.), TERTIA Kiadó Bt., Budapest, 2003.

Szabó I.-Szabó A.:Hulladéklerakók rekultivációja és utógondozása Miskolci Egyetem, 2012., ISBN 978-963-661-627-4, p. 342

2. TANTÁRGYTEMATIKA

Hulladéklerakók
Tantárgytematika (ÜTEMTERV)
Aktuális tanév tavaszi félév

| Hét | Előadás |
|-------------|--|
| 2024.02.12. | Bevezető előadás, A hulladéklerakás jogszabályi háttere |
| 2024.02.19. | A hulladéklerakással kapcsolatos vizsgálatok |
| 2024.02.26. | A hulladéklerakók típusai |
| 2024.03.04. | A hulladéklerakók helykiválasztásának követelményrendszere |
| 2024.03.11. | Lerakók műszaki kialakítása, aljzatszigetelő rendszere |
| 2024.03.18. | Az aljzatszigetelő rendszer felépítésének a szabályozása, |
| 2024.03.25. | A szigetelőréteg beépítése, kivitelezési előírások |
| 2024.04.01. | Szünet |
| 2024.04.08. | Geoszintetikus agyagszigetelők |
| 2024.04.15. | A depónia üzemeltetése, a monitoring rendszer |
| 2024.04.22. | A hulladéklerakók rekultivációja, A hulladéklerakók rekultivációjának általános kérdései |
| 2024.05.29. | Hulladéklerakók rekultivációjának, utógondozásának műszaki megoldásai |
| 2024.05.06. | Az utógondozási idő csökkentésének lehetőségei |
| 2024.05.13. | A depónia felületének utólagos hasznosítási lehetőségei |

3) MINTA ZÁRTHELYI

HULLADÉKLERAKÓK

Zárthelyi dolgozat

1. Adja meg a következő fogalmak definícióit a 2012. évi CLXXXV. törvény alapján!

Ártalmatlanítás:

Energetikai hasznosítás:

Hulladék:

Újrahasználat:

Háztartási hulladék:

2. Rajzolja fel a „Nem veszélyes hulladékok lerakójának (B3)” zárószigetelésére vonatkozó, rendeletben meghatározott rétegrendet! Adja meg az egyes rétegek főbb tulajdonságait!

3. Írja le, mit értünk rekultiváció alatt!

4. Rajzolja fel a „Veszélyes hulladékok lerakójának (C)” aljzatszigetelésére vonatkozó, rendeletben meghatározott rétegendet! Adja meg az egyes rétegek főbb tulajdonságait!

5. Egy hulladéklerakó csurgalékvíz-gyűjtő rendszerét az alábbi adatok jellemzik: szivárgási tényezője $6 \cdot 10^{-6}$ m/s, az aljzatszigetelés oldalirányú esése 2%, a dréncsövek távolsága 21 m, a képződő csurgalékvíz intenzitása átlagosan 850 mm/év. A McBean-féle számítási módszerrel határozza meg a várható maximális csurgalékvíz nyomómagasságot! Értelmezze, hogy a hatályos előírások alapján megfelelő-e a csurgalékvíz-gyűjtő réteg vastagsága!

6. Adja meg a folyási határ definícióját, valamint számítsa ki a Skempton-féle aktivitás értékét, ha a talajunkban 31% agyag van, sodrási határa 23%, folyási határa pedig 71%!

7. Adott 3 darab potenciális terület hulladéklerakó létesítésére. Számítással határozza meg az egyes területek közti sorrendet, melyik a legalkalmasabb és melyiknél vannak a legrosszabb feltételek. Írja fel a számítása alaképletét!

| Kritérium | Súlyozás |
|--------------------------------------|----------|
| Vízvezető réteg szivárgási tényezője | 8 |
| Talaj típus | 6 |
| Talaj vastagság | 4 |
| Vízszint mélysége | 10 |
| Terület dőlése | 2 |
| Átlagos évi csapadék | 8 |

| Talaj vastagság [m] | Alkalmassági minősítés (S) |
|---------------------|----------------------------|
| Nagyobb, mint 30 | 10 |
| 26 és 30 között | 9 |
| 21 és 25 között | 8 |
| 16 és 20 között | 6 |
| 11 és 15 között | 5 |
| 6 és 10 között | 3 |
| 2 és 5 között | 2 |
| Kevesebb, mint 1 | 1 |

| Terület dőlése [%] | Alkalmassági minősítés (S) |
|--------------------|----------------------------|
| 0 - 1 | 10 |
| 1 - 2 | 9 |
| 2 - 4 | 7 |
| 4 - 6 | 5 |
| 6 - 12 | 3 |
| 12 - 15 | 2 |
| Nagyobb, mint 15 | 1 |

| Vízvezető réteg szivárgási tényezője [m/s] | Alkalmassági minősítés (S) |
|--|----------------------------|
| Kisebb, mint 10^{-9} | 10 |
| $10^{-9} - 10^{-7}$ | 8 |
| $10^{-7} - 10^{-5}$ | 6 |
| $10^{-5} - 10^{-3}$ | 3 |
| Nagyobb, mint 10^{-3} | 1 |

| Talaj típus | Alkalmassági minősítés (S) |
|------------------------------|----------------------------|
| Alacsony plaszticitású agyag | 10 |
| Izszapos agyag | 9 |
| Homokos agyag | 7 |
| Izszap | 5 |
| Izszapos homok | 3 |
| Homok és kavics | 1 |

| Vízszint mélysége [m] | Alkalmassági minősítés (S) |
|-----------------------|----------------------------|
| Nagyobb, mint 30 | 10 |
| 26 és 30 között | 9 |
| 21 és 26 között | 8 |
| 16 és 21 között | 6 |
| 11 és 16 között | 5 |
| 6 és 11 között | 3 |
| 2 és 6 között | 2 |
| Kevesebb, mint 1 | 1 |

| Átlagos évi csapadék [mm] | Alkalmassági minősítés (S) |
|---------------------------|----------------------------|
| 0 - 50 | 10 |
| 51 - 100 | 8 |
| 101 - 200 | 6 |
| 201 - 400 | 4 |
| 401 - 600 | 2 |
| Nagyobb, mint 600 | 1 |

| Terület | Vízadó vezető képessége [m/s] | Talaj típus | Talaj vastagság [m] | Vízszint mélysége [m] | Terület dőlése [%] | Évi csapadék [mm] |
|---------|-------------------------------|----------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| A | $4 \cdot 10^{-5}$ | Izszapos homok | 11 | 7,3 | 5 | 201 |
| B | $3 \cdot 10^{-9}$ | Izszapos agyag | 2 | 11,7 | 2,1 | 450 |
| C | $5 \cdot 10^{-7}$ | Izszap | 8 | 2,1 | 13 | 650 |

MINTA ZÁRTHELYI MEGOLDÓKULCS

MINTA ZÁRTHELYI MEGOLDÓKULCS

HULLADÉKLERAKÓK

Zárthelyi dolgozat

1. Adja meg a következő fogalmak definícióit a 2012. évi CLXXXV. törvény alapján!

Ártalmatlanítás: minden olyan kezelési művelet, amely nem hasznosítás; a művelet abban az esetben is ártalmatlanítás, ha az másodlagos jelleggel anyag- vagy energiakinyerést eredményez

Energetikai hasznosítás: hasznosítási művelet, amelynek során a hulladék energiatartalmát kinyerik, ideértve a biológiailag lebomló hulladékból történő energia-előállítást, valamint az olyan anyaggá történő feldolgozást, amelyet üzemanyagként, illetve tüzelőanyagként használnak fel

Hulladék: bármely anyag vagy tárgy, amelytől birtokosa megválnik, megválni szándékozik vagy megválni köteles

Újrahasználat: olyan művelet, amelynek révén a hulladéknak nem minősülő terméket vagy alkatrészét újrahasználik arra a célra, amelyre eredetileg szolgált

Háztartási hulladék: a háztartásokban képződő vegyes, elkülönítetten gyűjtött, valamint lomhulladék, ideértve a lakásokban, lakóingatlanokban, a pihenés, üdülés céljára használt helyiségekben, valamint a lakóházak közös használatú helyiségeiben és területein képződő hulladékot

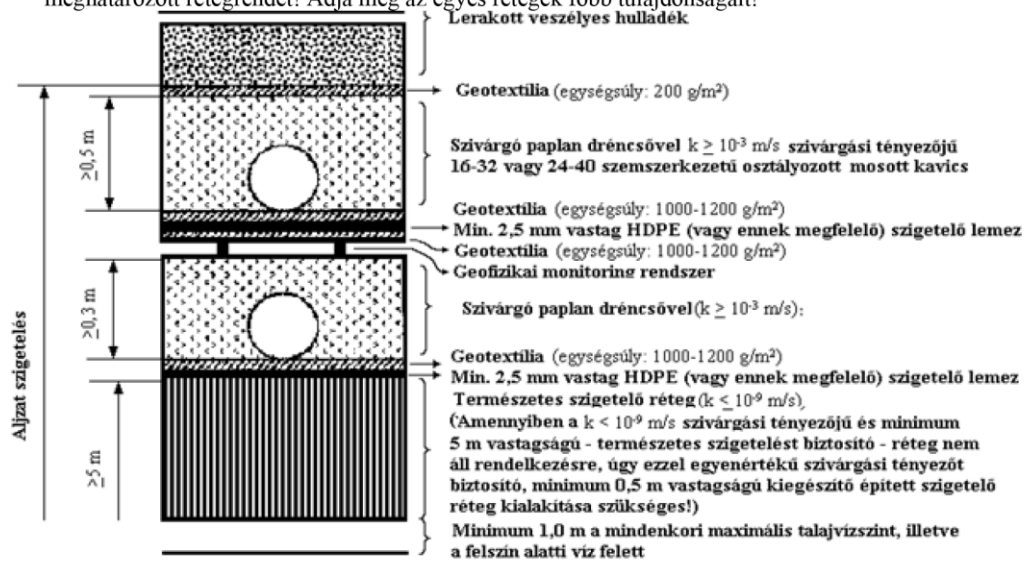
2. Rajzolja fel a „Nem veszélyes hulladékok lerakójának (B3)” zárószigetelésére vonatkozó, rendeletben meghatározott rétegendret! Adja meg az egyes rétegek főbb tulajdonságait!



3. Írja le, mit értünk rekultiváció alatt!

A bezárt hulladéklerakó vagy a hulladéklerakó egy része környezeti veszélyességének csökkentése új területhasználat előkészítése érdekében lezárással, műszaki védelem és monitoringrendszer kiépítésével vagy a hulladék felszedésével, továbbá tájba illesztéssel.

4. Rajzolja fel a „Veszélyes hulladékok lerakójának (C)” aljzatszigetelésére vonatkozó, rendeletben meghatározott rétegrendet! Adja meg az egyes rétegek főbb tulajdonságait!



5. Egy hulladéklerakó csurgalékvíz-gyűjtő rendszerét az alábbi adatok jellemzik: szivárgási tényezője $6 \cdot 10^{-6}$ m/s, az aljzatszigetelés oldalirányú esése 2%, a dréncsővek távolsága 21m, a képződő csurgalékvíz intenzitása átlagosan 850 mm/év. A McBean-féle számítási módszerrel határozza meg a várható maximális csurgalékvíz nyomómagasságot! Értelmezze, hogy a hatályos előírások alapján megfelelő-e a csurgalékvíz-gyűjtő réteg vastagsága!

$$h_{\max} = 524,42 \text{ McBean}$$

$$h_{\max} = 547,27 \text{ Moore}$$

6. Adja meg a folyási határ definícióját, valamint számítsa ki a Skempton-féle aktivitás értékét, ha a talajunkban 31% agyag van, sodrási határa 23%, folyási határa pedig 71%!

$$I_p = 71 - 23 = 48 \%$$

$$S = I_p / \text{agyag}\% = 48 / 31 = 1,55$$

7. Adott 3 darab potenciális terület hulladéklerakó létesítésére. Számítással határozza meg az egyes területek közti sorrendet, melyik a legalkalmasabb és melyiknél vannak a legrosszabb feltételek. Írja fel a számítása alapképletét!

| Kritérium | Súlyozás |
|--------------------------------------|----------|
| Vízvezető réteg szivárgási tényezője | 8 |
| Talaj típus | 6 |
| Talaj vastagság | 4 |
| Vízszint mélysége | 10 |
| Terület dőlése | 2 |
| Átlagos évi csapadék | 8 |

| Talaj vastagság [m] | Alkalmassági minősítés (S) |
|---------------------|----------------------------|
| Nagyobb, mint 30 | 10 |
| 26 és 30 között | 9 |
| 21 és 25 között | 8 |
| 16 és 20 között | 6 |
| 11 és 15 között | 5 |
| 6 és 10 között | 3 |
| 2 és 5 között | 2 |
| Kevesebb, mint 1 | 1 |

| Terület dőlése [%] | Alkalmassági minősítés (S) |
|--------------------|----------------------------|
| 0 - 1 | 10 |
| 1 - 2 | 9 |
| 2 - 4 | 7 |
| 4 - 6 | 5 |
| 6 - 12 | 3 |
| 12 - 15 | 2 |
| Nagyobb, mint 15 | 1 |

| Vízvezető réteg szivárgási tényezője [m/s] | Alkalmassági minősítés (S) |
|--|----------------------------|
| Kisebb, mint 10^{-9} | 10 |
| $10^{-9} - 10^{-7}$ | 8 |
| $10^{-7} - 10^{-5}$ | 6 |
| $10^{-5} - 10^{-3}$ | 3 |
| Nagyobb, mint 10^{-3} | 1 |

| Talaj típus | Alkalmassági minősítés (S) |
|------------------------------|----------------------------|
| Alacsony plaszticitású agyag | 10 |
| Iszapos agyag | 9 |
| Homokos agyag | 7 |
| Iszap | 5 |
| Iszapos homok | 3 |
| Homok és kavics | 1 |

| Vízszint mélysége [m] | Alkalmassági minősítés (S) |
|-----------------------|----------------------------|
| Nagyobb, mint 30 | 10 |
| 26 és 30 között | 9 |
| 21 és 26 között | 8 |
| 16 és 21 között | 6 |
| 11 és 16 között | 5 |
| 6 és 11 között | 3 |
| 2 és 6 között | 2 |
| Kevesebb, mint 1 | 1 |

| Átlagos évi csapadék [mm] | Alkalmassági minősítés (S) |
|---------------------------|----------------------------|
| 0 - 50 | 10 |
| 51 - 100 | 8 |
| 101 - 200 | 6 |
| 201 - 400 | 4 |
| 401 - 600 | 2 |
| Nagyobb, mint 600 | 1 |

| Terület | Vízadó vezető képessége [m/s] | Talaj típus | Talaj vastagság [m] | Vízszint mélysége [m] | Terület dőlése [%] | Évi csapadék [mm] |
|---------|-------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| A | $4 \cdot 10^{-5}$ | Iszapos homok | 11 | 7,3 | 5 | 201 |
| B | $3 \cdot 10^{-9}$ | Iszapos agyag | 2 | 11,7 | 2,1 | 450 |
| C | $5 \cdot 10^{-7}$ | Iszap | 8 | 2,1 | 13 | 650 |

$$B - A - C = 206 - 134 - 122$$

4) VIZSGA FELADATSOR

HULLADÉKLERAKÓK_MFKHT6613SI
2018. május 29.

Összes elérhető pont: 37 pont
min. követelmény: 50%

Név:.....

1. A geotextíliáknál melyik az a mérőszám, amit a geotextíliáknál alkalmazott szűrőszabálynál figyelembe veszünk? (rövid szöveges magyarázattal) [1+1]

pl. 200 g/m^2
 $1000 - 1200\text{ g/m}^2$ egyensúly

4/2

A nagyobb egyensúlytal rendelkező geotextíliák vastagabb, erősebb szűrőképességű. Hirtetésével használható az O_{95} (vagy A_{95} , E_{95}) amely azt a pórusméretet mutatja, amelyké a szűrő pórusainak 95%-a kisebb.

2. Az érvényes rendelet szerint hová kell ún. „geofizikai monitoring”-ot beépíteni a hulladéklerakó szigetelő rendszereinél? [2]

2/2

Az aljazatszigetelés utolsó levetésges ellenőrzési pontjakoz, a természetes/ mesterséges szigetelő réteg a felé, a geomembrán alá.

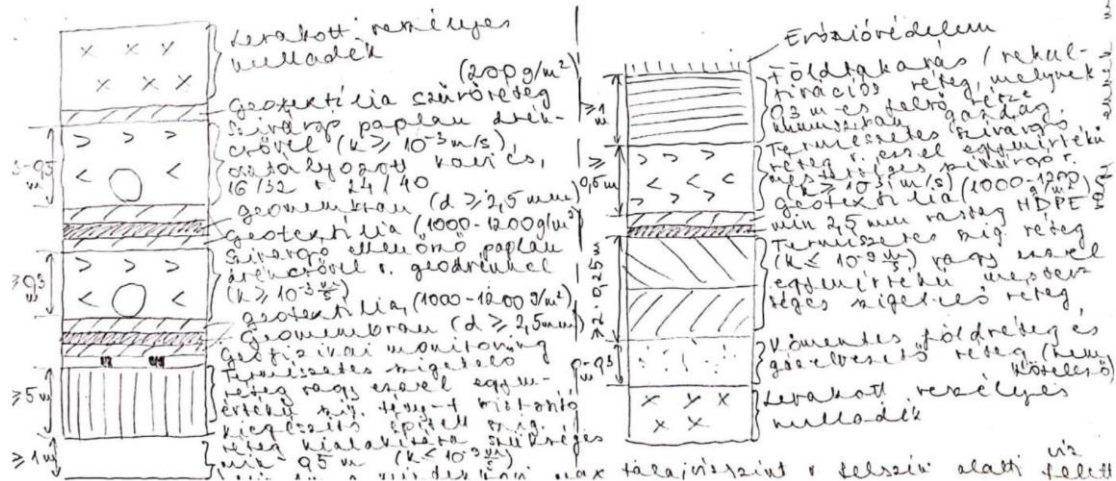
3. Rajzolja fel a C kategóriába sorolt hulladékok lerakójának aljazat- és zárószigetelő rendszerét! (méretetek, paraméterek feltüntetésével) [4+4]

4/4

4/4

Értekelendő 0 mm-es ($d \geq 2,5\text{ mm}$)

Értekelendő 20 mm-es



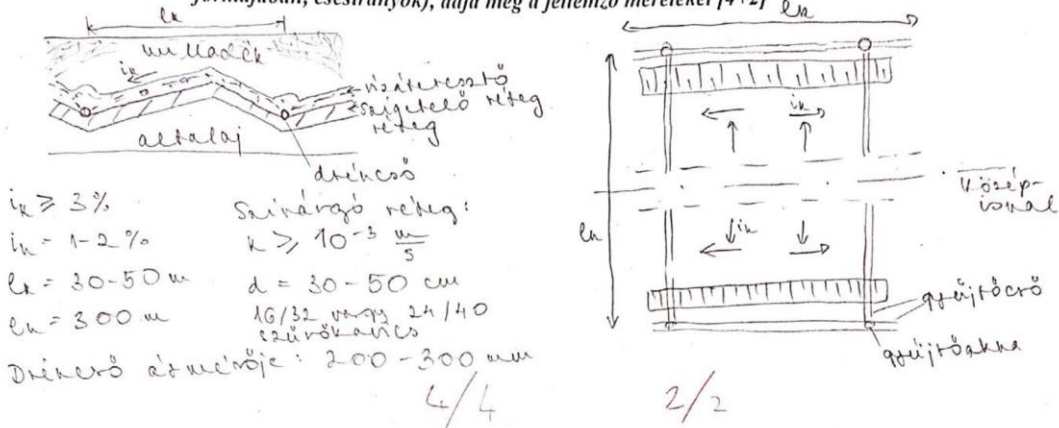
Értekelendő 20 mm-es

HULLADÉKLERAKÓK_MFKHT6613SI
2018. május 29.

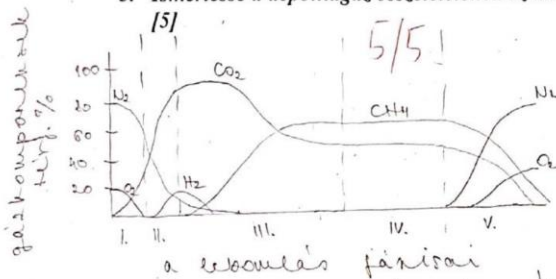
Összes elérhető pont: 37 pont
min. követelmény: 50%

Név:.....

4. Rajzolja fel a csurgalékvízgyűjtő rendszer felépítését (elrendezés alaprajz-metszet formájában, esésirányok), adja meg a jellemző méreteket [4+2]



5. Ismertesse a depóniagáz összetételének az alakulását a hulladék lebomlása során!



- I. Aerob
- II.-V. Anaerob

① Az oxigén mellett jelenlévő mikroorganizmusok végzik az aerob lebontást, viz, CO_2 és NH_3 keletkezik, kedves a 60%-os nedvesség tartalom, átlag hőmérséklet 40-60°C.

- II) szén-dioxid, szén-dioxid, CO_2 és hidrogén kikapad, az erjedő baktériumok hatására a nitrogén tartalom csökken.
- III) Metán képződés (metanogén baktériumok), a szén-dioxid, CO_2 , H_2 mennyisége csökken.
- IV) + metántartalom 50-60% körül stabilizálódik, H_2 és szén-dioxid mennyisége csökken.
- V) Csak az elmaradó metán marad a hulladékban, metán koncentráció csökken.

6. Milyen paramétereket kell vizsgálni az üzemi viszonyokkal kapcsolatban egy hulladéklerakó veszélyeztető potenciáljának meghatározásakor? [3]

- 3/3
- az üzemeltetés kezdete
 - az üzemeltetés vége
 - hulladék fajta, összetétele
 - hulladék tömörsége
 - éves lerakott hulladék mennyiség, lerakó területe
 - hulladék vastagsága
 - depónia mélysége (medence kialakítás erekek)
 - depónia mélysége magassága
 - rendszeresség
 - beépítettség, gépek

HULLADÉKLERAKÓK_MFKHT6613SI

2018. május 29.

Összes elérhető pont: 37 pont
 min. követelmény: 50%

94,6% (5) Név:.....

7. Ismertesse a hulladéklerakók módosított vízháztartási egyenletét, rajzolja fel egy lerakó vízháztartását! [5]

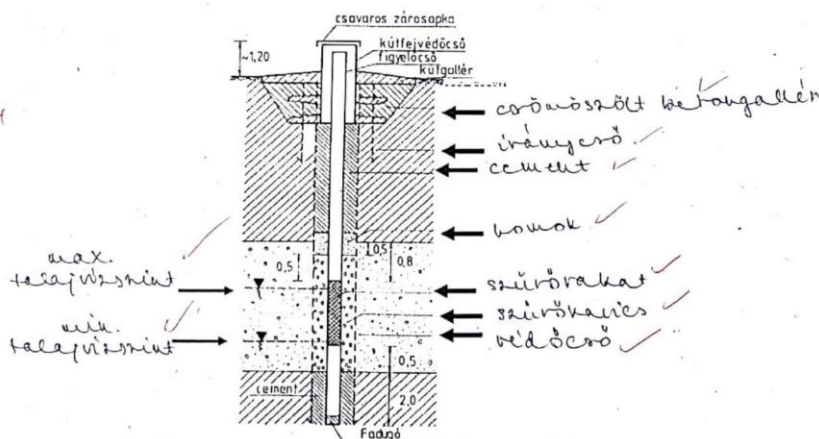
$$C_s - P - E - L - R \pm K - V_{cs} + V_b + V_k = 0$$

- C_s: csapadék
- P: párolgás
- E: evapotranspiráció
- L: felszíni lefolyás
- R: tározás (kötött vízként)
- K: késleltetés (rövid ideig a kapillárisokban tárolt víz)
- V_{cs}: csurgalékvélepfolyás az altalaj felé
- V_b: biokémiai folyamatok során képződött víz
- V_k: konzolidáció hatására keletkezett víz

5/3

8. Egészítse ki az alábbi ábrát! [4 pont]

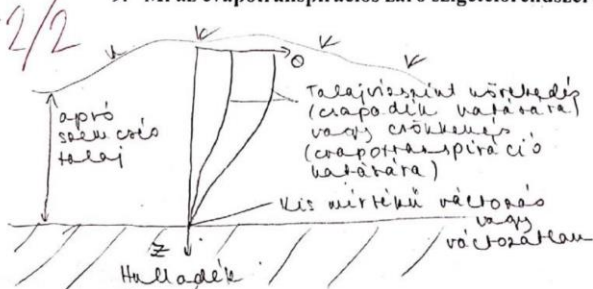
4/4



Írja be a hiányzó megnevezéseket az ábrán!

9. Mi az evapotranspirációs záró szigetelőrendszer? [2]

2/2



A növények gyökereiken keresztül elszívják a talajból a felületi csapadékot, így kevesebb (vagy semennyi) víz tárolható be a hulladékba.

A növények párolgtatásukkal kiszáradják ki.

5) EGYÉB KÖVETELMÉNYEK

A zárthelyi dolgozat írása és a vizsga közben a mobiltelefon, okos óra, meg nem engedett segédeszköz (jegyzet kicsinyített változata) használata tilos! A vizsga rendjének megsértése a zárthelyi írásának felfüggesztését és befejezését vonja maga után.