

## Környezetvédelmi és kármentesítési eljárások (BMEVEKFM107)

### Témakörök – 2025-től

1. A környezetvédelem történetének fő állomásai: Római Klub, ENSZ konferenciák. Fenntartható fejlődés: fogalom, dimenziók, szintek. Körforgásos gazdaság: fogalom, erők. Kék gazdaság.
2. Hulladékkezelési hierarchia. Hulladék definíciói, csoportosításai. Hulladékos problémák, problémákat kiváltó okok. Ipari/termelési hulladékok keletkezésének okai. Integrált hulladékgazdálkodás. Megelőzés lehetséges módjai. Módszerek a technológiák hulladékban szegényebbé tételére. Hulladék lerakás kockázatai és csökkentésük.
3. Hulladékkezelési folyamatok csoportosítása hőfok alapján. Hulladékégetés kockázatai és csökkentésük. Hulladékégetés és hőbontás összehasonlítása. (Tökéletes) égés szükségletei hulladékégetésnél. Égetendő hulladék jellemzői. Az égetés technológiai lépései (folyamatábra). Égető berendezések csoportosítása. Rostélytüzelésű berendezés bemutatása. Forgódobos kemence bemutatása. Szilárd égetési maradékok.
4. Elektronikai hulladékok jellemző összetétele. Aprító berendezések (Shredder, Granulátor, Kalapácsos malom, Láncozott törő). Vasötvözetek kiválasztása (Szalag feletti kiválasztó, Dobmágnes, Mágneses hajtódob). Nemvasfémek kiválasztása (Örvényáramú szeparátor). Szigetelő anyagok leválasztása (Elektrosztatikus szeparátor). Fémek azonosítási módjai. Ólomakkumulátor újrahaznosításának folyamata. Gőzös fertőtlenítő eljárások bemutatása: Lajtós és Tuttnauer berendezés.
5. Életciklus elemzés (LCA) fogalma, szakaszai, szintjei, indikátorai. PESTLE elemzés bemutatása. Environmental Technology Verification (ETV) (EU Környezettechnológia hitelesítési program) bemutatásai, területei.
6. Főbb (vegyi)ipari és egyéb katasztrófák rövid bemutatása: Halifax (1917), BASF (1921), Tianjin (2015), Etilén robbanás az SZNK-ban (1962), Oulo (1963), Aylmer (1965), Lac-Mégantic (2013), Nypro (1974), Seveso (1976), Bhopal (1984). Kockázat definíciói. Kockázat mátrix részei. Kockázatelemzés lépései (PB gáz tartály példáján keresztül). Seveso irányelvek célkitűzései. Független védelmi rétegek. Vegyipari balesetek okai. Vegyipari balesetek megelőzését szolgáló tevékenységek. REACH bemutatása, célja, hatálya.
7. Vegyipari műveletek/környezeti eljárások csoportosítása. Ülepítés alkalmazásai. Ülepítés során a gravitációs erőterben a testre ható erők.  $C_D - Re$  ülepítési diagram, tartományok. Ülepítési sebesség meghatározása. Stokes-egyenlet. Ülepítő típusok: Dorr, Rittinger, Rheo. Centrifugálás képletei: fordulatszám, jelzőszám,  $PI$ , ülepítési sebesség. Centrifugálás alkalmazásai. Dekanter centrifuga, ciklon, hidrociklon.
8. Szűrés elvi sémája. Szűrés alkalmazásai. Darcy-egyenlet. Carman-egyenlet. Szűrési konstansok meghatározása. Optimális szűrési idő meghatározása. Keretes szűrőprés. Vákuum dobszűrő.
9. Kavarás-Keverés definíciója. Keverés feladatai, céljai. Keverő teljesítményfelvételét befolyásoló paraméterek. Keverési Euler-szám, Keverési Reynolds-szám, Keverési Froude-szám, tölcserképződés.  $Eu_m - Re_m$  keverési diagram, tartományok. Fő keverőtípusok.
10. Fluidum fogalma. Fluidizáció jelenségének bemutatása.  $\Delta p/L_0 - v_0$  fluidizációs diagram, tartományok. Rácsnyomás számítások. Fluidizáció alkalmazásai.

11. Bepárlás-lepárlás fogalma. Desztilláció alkalmazásai. VOC jelentése. Antoine-egyenlet. Cox-diagram. Dalton-törvény. Raoult-törvény. Raoult-Dalton-törvény. Forráspont-Harmatpont diagramok és egyensúlyi diagramok ideális és azeotróp elegyek esetén. Egyszerű szakaszos desztilláció bemutatása, anyag- és komponensmérleg egyenlete. Rayleigh-egyenlet. Folyamatos egyensúlyi desztilláció bemutatása, anyag- és komponensmérleg egyenlete, szemléltető diagramja. Vízgőz desztilláció bemutatása.

12. Folyamatos rektifikálás bemutatása, anyag- és komponensmérleg egyenlete. Refluxarány, munkavonal, egyensúlyi görbe definíciója. Visszaforraló, deflegmátor, termoszifon, teljes kondenzáció. Állandó moláris túlfolyás tétele. Alsó- és felső munkavonal egyenletei. Betáplálás hőállapota, esetei. McCabe-Thiele-féle lépcsőszerkesztés menete.

13. Minimális tányérszám, minimális refluxarány, optimális refluxarány. Terhelési tényező, oszlopátmérő számítása. Optimális betáplálás helye. Oszlopmagasság számítása. HETP, Hatékonysági szám. Tányérok, Rendezett és rendezetlen töltetek. Kétnyomásos desztilláció. Azeotróp desztilláció. Extraktív desztilláció. Extraktív heteroazeotróp desztilláció.

14. Membrán műveletek előnyei, hátrányai. Membrános eljárások alkalmazásai. Membrántípusok. Retenció, Visszatartási görbe, Vágási érték, Fluxus, Limitáló fluxus. Szelektivitási faktor. Membrán műveletek és hajtóerők. Dead-end, Cross-flow, Co-flow, Counter-flow. Koncentráció polarizáció. Membránmodulok. Ozmózis és fordított ozmózis jelensége.

15. Nyomáskülönbségen alapuló membránok bemutatása, alkalmazásuk: mikroszűrés, ultraszűrés, nanoszűrés, fordított ozmózis. Membrán bioreaktor. Pervaporáció bemutatása, fajtái, alkalmazásai. Pervaporáción alapuló hibrid eljárások bemutatása.

16. Országos Környezeti Kármentesítési Program bemutatása, célja, általános feladatok, országos feladatok. Háttér koncentráció, Bizonyított háttér koncentráció, Szennyezettségi határérték, Intézkedési szennyezettségi határérték, Kármentesítési szennyezettségi határérték. Környezetvédelmi kármentesítés részei, alapelvei. Tényfeltárás, Műszaki beavatkozás, Kármentesítési monitoring bemutatása.

17. Talaj fő alkotókomponensei, összetétele. Talaj fő szennyezőkomponensei: Nem halogénezett VOC, Halogénezett VOC, Nem halogénezett SVOC, Halogénezett SVOC, Szervetlen szennyezőanyagok, Radioaktív izotópok. Kárelhárítási technológia kiválasztása az elérendő célok és információk alapján. Kárelhárítási technológiák csoportosítása. Teljes ártalmatlanítást célzó kezelések. Bioremediáció feltételei, In situ biodegradáció feltételei.

18. Talajba beszivárgott olaj viselkedése: átfogó bemutatás. Lehetséges szennyezőanyag források az olajat illetően. In situ, Ex situ on site, Es situ off site. Olajszennyezések esetén számításba vehető kármentesítési technológiák talaj és felszín alatti víz esetén. Bioventilláció, Bioágyas remediáció, Kétfázisú kitermelés bemutatása. Olajszennyezések ökológiai hatásai. Olaj vízbe kerülésekor lejátszódó folyamatok: Terjedés, Párolgás, Diszperzió, Emulzifikáció, Oldódás, Oxidáció, Ülededés, Biodegradáció. Olaj okozta vízszennyezés remediációs lehetőségei.

19. Léggör összetétele, Üvegházhatású gázok, Globális felmelegedés, Ózonréteg vékonyodása, Léggörbe kerülő komponensek forrásai, Szmog és típusai, Levegő tisztítási módszereinek csoportosítása, Szilárd anyagok leválasztási módszerei: ülepítő kamra, ciklon, zsákos porszűrő, elektrosztatikus leválasztó, permetező mosó, Venturi-mosó, Porleválasztó berendezések összehasonlítása.

20. Gáz halmazállapotú szennyezők leválasztási módszerei: abszorpció, adszorpció. Kén-dioxid emisszió csökkentési lehetőségek, Nedves nem regenerálható eljárás, Nedves regenerálható eljárás, Félszáraz nem regenerálható eljárás, Száraz regenerálható eljárás. Nitrogén-oxid emisszió csökkentési lehetőségek, Szelektív nem-katalitikus redukció, Szelektív katalitikus redukció.

#### Ajánlott irodalom

Fonyó Zsolt, Fábry György: Vegyipari műveletani alapismeretek, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2008

Simándi Béla (szerk.): Vegyipari műveletek II., Typotex kiadó, 2011

Pátzay György: Kémiai technológia, Typotex kiadó, 2011

Moser-Pálmai: A környezetvédelem alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2006

Kármentesítési kézikönyvek:

<https://fava.hu/kvvm/www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/index.htm>

Környezetmérnöki Tudástár: <https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/>