

ÜZEMLÁTOGATÁS A FŐVÁROSI HULLADÉKHASZNOSÍTÓ MŰBEN

(tapasztalati megismerés terepbejárás és interjú alapján)

Összeállította: dr. Angyal Zsuzsanna

A helyszín bemutatása

Helyszínleírás

A program Budapest XV. kerületében, a Rákospalotán található Fővárosi Hulladékhasznosító Mű területén zajlik (14.1. ábra). A **Hulladékhasznosító Mű** (14.2. ábra) jelentős szerepet vállal a fővárosban keletkező hulladék hasznosításában, amelynek kb. 60%-a kerül az üzembe, ahol energetikai céllal távhőt és villamos energiát állítanak elő. Egy év alatt mintegy 400 ezer tonna hulladékot égetnek el, amelyből több mint 1 millió GJ energiát értékesítenek. A létesítmény a korszerű technológia alkalmazása, a környezetvédelmi szempontok szem előtt tartása mellett szerepet vállal a társadalom szakszerű tájékoztatásában is. Az üzemlátogatás során a hulladék-gazdálkodással kapcsolatos elméleti ismeretek megszerzése mellett gyakorlati tapasztalatgyűjtésre is lehetőséget kapnak a látogatók. Az üzemben történő séta során betekintést nyerhetünk a szilárd települési hulladék termikus hasznosítása és a korszerű füstgáztisztítási technológia témaköreibe is.



14.1. ábra. A Fővárosi Hulladékhasznosító Mű és környezete műholdfelvételen (Google Earth)

A helyszín megközelíthetősége

Közösségi közlekedéssel: a Bosnyák térről induló 125-ös buszjáráttal összesen 28 megálló, a menetidő 27 perc. A Hulladékhasznosító Mű megállónál kell leszállni.

Autóval: Az M3 autópályáról a Szilas pihenőhely lehajtójánál (12. km) kell letérni (Budapestről érkeve az autópálya eddig nem fizetős), majd észak felé haladva a Felsőkert utcán végig a Hulladékhasznosító Műig.

Cím: Fővárosi Hulladékhasznosító Mű, 1151 Budapest, Mélyfúró u. 10-12.



14.2. ábra. A Fővárosi Hulladékhasznosító Mű (forrás: e-gepesz.hu)

Tartalmi cél

A gyakorlat célja, hogy a tanárszakos résztvevők a Hulladékhasznosító Műről kapott elméleti információk és az üzemben történő terepbejárás során elmélyítsék tudásukat a hulladékhierarchia témakörében, megismerkedjenek a hazai hulladékgazdálkodás helyzetével, kihívásaival, koncepcióival. Az üzem bejárása során megismerkedjenek egy hulladékégető működéssel, a szilárd települési hulladék termikus hasznosításával és az alkalmazott környezetvédelmi, elsősorban füstgáztisztítási technológiákkal. A gyakorlat fontos célja az is, hogy a tanárszakos résztvevőknek formálódjon a fenntarthatóság témaköréhez kapcsolódó attitűdje, érzékenyebbé váljanak a hulladékgazdálkodással kapcsolatos természeti-környezeti és társadalmi-gazdasági problémák iránt.

Tartalmi fogalmak: hulladékhierarchia, hulladékpiramis, kommunális hulladék, települési szilárd hulladék, megelőzés, újrahasználat, újrahasznosítás, hulladékok energetikai hasznosítása, hulladéklerakás, hulladéklerakó, deponálás, biológiai eredetű hulladék, biomassa, üvegházhatás, üvegházgáz, klímasemleges, füstgáztisztító, salak, pernye, dioxinok, furánok, távfűtés

Alkalmazott módszerek:

- *információszerző módszerek*: szakmai előadás meghallgatása, üzembejárás, interjúkészítés;
- *információfeldolgozó módszerek*: online folyamatábra-készítés;
- *ellenőrző módszerek*: online tesztfeladatok megoldása.

Készség-, kompetenciafejlesztési cél

A gyakorlat célja, hogy a tanárszakos hallgatók gyakorlatban elsajátítsák az üzemlátogatásokhoz kapcsolódó ismeretszerzés módszereit, valamint a digitális, részben online feldolgozó eszközök használatát, továbbá megismerjék az ipari üzemekben végzett gyakorlatok szervezésének szabályait.

Főként az alábbi kompetenciáik, képességterületeik fejlődjenek:

- tájékozódókészség méretnagyságrendekben (térfogat, teljesítmény);
- információgyűjtés (hallott szöveg értelmezése, írott szöveg-értelmezés, ábraértelmezés, látott folyamatok modellezése);
- analíziskészség (információgyűjtés, azonosítás és megkülönböztetés, folyamatelemzés, csoportosítás, fogalompárosítás);
- rendszerben és összefüggésekben való gondolkodás (folyamatábra készítése);
- technikai jellegű kompetenciaterületek (okoseszköz használata információfeldolgozására, online applikációk használata);
- kommunikációs készség (kérdésmegfogalmazás, interjúkészítés a szaknyelv használatával);
- kreativitás és alkotókészség (folyamatábra készítése);
- személyes és társas kapcsolati kompetenciák a társakkal együttműködést igénylő csoportmunkában (közös feladatvégzés, egyéni és csoportszintű felelősségvállalás);
- attitűd (helyes magatartás ipari üzemben, intézményben, interjúalannyal).

Kapcsolódás a köznevelési tananyagrendszerhez

- *Természettudomány (5–6. évfolyam)*: természettudományos tudásszerzés cselekvő tapasztalatszerzés során; természetes és mesterséges anyagok tulajdonságai (halmazállapot, éghetőség, mágnesezhetőség), megfigyelése és rendszerezése; ipari folyamatok modellezése.
- *Földrajz (7–8. évfolyam)*: információgyűjtés ipari környezetben, hagyományos forrásokból; rendszerbeli viszonyok megállapítása (csoportosítás, párosítás); következtetések levonása technikai tartalmú adatok alapján; ipari üzem működésének bemutatása; a rendszerben és összefüggésekben való gondolkodás fejlesztése egy technológiai folyamat elemzése során; folyamatábra készítése.
- *Földrajz 9–10. évfolyam*: aktív tanuláson alapuló tudásépítés; hallott szöveges anyag feldolgozása aktív digitális tanulási módszerekkel; következtetések levonása, tendenciák felismerése természetföldrajzi tartalmú információk alapján; folyamatábrák készítése üzembejárás és interjúkészítés alapján; a digitális világ nyújtotta lehetőségek kritikus

felhasználása; információ- és adatgyűjtés, tényfeltárás és információfeldolgozás digitális eszközökkel, szabadon használható szoftverekkel és módszerekkel.

- *Természettudomány (11. évfolyam):* gyakorlati ismeretszerzés, megfigyelési információk elemzése; egy ipari üzem jellemző környezeti hatásainak megfigyelése, esetleges következményeinek értékelése; a hulladékelhelyezés környezeti problémáinak ismerete, az ebből származó hosszú távú kockázatokat környezeti hatással bíró tevékenységek kritikus értékelése.

A program leírása

A program három részből tevődik össze. A program első felében a hallgatók részt vesznek egy **előadáson**, ahol a hulladékgazdálkodás helyzetéről, a Hulladékhasznosító Műnek ebben betöltött szerepéről, működéséről, környezetvédelmi hatásairól kapnak átfogó képet az üzem kommunikációért felelős munkatársától. Az előadáson elhangzott információk alapján online kvízkérdéseket oldanak meg a hulladékgazdálkodás témakörében. A program második felében a **Hulladékégető Mű bejárására** kerül sor, ahol a hallgatók megismerkednek az üzem technológiai rendszerével, működési fázisaival. A látogatás zárásaként a hallgatók három csoportban **interjút készítenek az üzem munkatársaival** a terepbejárás során megismert három technológiai fázisról (hulladékégetés, füstgáztisztítás, energetika), majd az interjút digitalizálják. A bejárás során szerzett tapasztalatokat és az interjúk információit felhasználva minden csoport egy online folyamatábra-készítő alkalmazás segítségével folyamatábrát készít a tanulmányozott technológiai fázisról, amit fényképekkel, rövid szövegekkel egészít ki.

Munkaforma: csoportmunka

Szervezési mód:

- a csoportok az online kvízfeladatok megoldásán keresztül dolgozzák fel az előadásban elhangzott, hulladékfajtákkal, kezelésükkel és keletkezésük megelőzésével kapcsolatos információkat; a munkacsoportok párhuzamosan, időre végzik ugyanazokat a feladatokat; a megoldott feladatok tartalmi ellenőrzését az online kvízprogram végzi; a feladatsort leggyorsabban megoldó csapat a Hulladékhasznosító Mű apró ajándékát kapja;
- a program második részében az összes csoport egyszerre járja be a Hulladékhasznosító Művet egy vezetett túra során, ami közben fotókat és jegyzeteket készítenek; a bejárás során szerzett információk felhasználásával az egyes technológiai fázisokhoz kapcsolódó interjúkérdéseket állítanak össze;
- a program harmadik részében a csoportok egy rejtvény által meghatározott technológiai fázisra (hulladékégetés, füstgáztisztítás és környezetvédelem, energetikai hasznosítás) kapcsolódó szakértővel készítenek interjút, majd az interjú alapján elkészítik az adott technológiai fázis ismertetőjét;
- a megszerzett információk összegzéseként a csoportok egy folyamatábra-készítő alkalmazás segítségével elkészítik a kiválasztott technológiai fázis folyamatábráját, azt az üzem bejárása

és az interjú során készített fotókkal, feliratokkal egészítik ki; az elkészült ábrákat feltöltik az oktató által megjelölt felületre (pl. Teams, Canvas, Google Drive).

A program ütemezése:

- Szervezés:
 - elméleti előadás meghallgatása – időtartam: 60 perc;
 - az előadás után csoportalakítás online csoportgenerátor (pl. [randomlist](#)) segítségével – időtartam: 5 perc;
 - az előadáshoz kapcsolódó kvízfeladatok megoldása (a csoportok eltérő sorrendben kapják meg az egyes feladatok linkjét, ezáltal eltérő sorrendben oldják meg a feladatokat, hogy ne egymástól szerezzenek információkat) – időtartam: 20 perc;
 - vezetett üzembejárás – időtartam: 45 perc;
 - az üzembejáráshoz kapcsolódó, a csoportok kialakítását szolgáló, az interjú témákat és a folyamatábra technológiai fázisát meghatározó feladat megoldása (minden hallgató kap egy képet az üzemből látott valamely technológiai fázis egy eleméről, és a képet párosítani kell a megfelelő technológiai fázissal; az ugyanazzal a fázissal kapcsolatos képet kapott hallgatók kerülnek egy csoportba és együtt folytatják a munkát) – időtartam: 15 perc
 - interjúkérdések összeállítása és az interjú elkészítése, ismertető megírása interjú alapján – időtartam: 90 perc
 - folyamatábra elkészítése és bemutatása – időtartam: 30 perc
- **A. modul** – Kvízfeladat megoldása – időtartam: kb. 20 perc;
- **B. modul** – Üzemlátogatás és a hozzá kapcsolódó feladat megoldása – időtartam: kb. 15 perc;
- **C. modul** – Interjúkérdések megfogalmazása és interjú készítése, ismertető megírása – időtartam: kb. 90 perc;
- **D. modul** – Folyamatábra készítése – kb. 30 perc.

A. modul

Az elméleti előadáshoz kapcsolódó kvízfeladatok

Helyszín: a Hulladékhasznosító Mű előadóterme

Szükséges eszközök: okostelefon vagy tablet, Wordwall alkalmazás

A.1. feladat – Mi nem gyűjthető szelektíven?

Utasítás: Helyezzék el a felsorolt hulladékfajtákat a megfelelő halmazba!

Link: <https://wordwall.net/hu/resource/70040981>

Halmazok:

- Ne kerüljön a szerves hulladék-gyűjtő konténerbe!
- Ne kerüljön a papírgyűjtő konténerbe!
- Ne kerüljön a műanyag- és fémgyűjtő konténerbe!
- Ne kerüljön az (öblös)üveggyűjtő konténerbe!

Csoportosítandó hulladékfajták:

- | | |
|---|---|
| - állati ürülék | - ételmaradékos konzervdoboz |
| - emberi bélsár | - műanyag játékok és fogkefe |
| - kisállat teteme | - CD, DVD, PVC, magnó- és videokazetta |
| - indigózott papír | - elem és akkumulátor |
| - élelmiszerrel szennyezett papír | - vegyszeres flakon |
| - olajjal, zsírral, oldószerrel szennyezett papír | - fémbélésű fóliák |
| - használt papírzsebkendő, szalvéta, szájmasc | - elektromos izzó és neoncső |
| - hőpapír, közlekedési jegyek, faxpapír | - síküveg és szemüveg |
| - pelenka, tampon, intim betét | - orvosságot és veszélyes anyagot tartalmazó üveg |
| - előblítetlen PET-palack | - porcelán és kerámia |
| - ét- és motorolajos palack | - TV-képcső és monitor |
| - gyógyszeres levél és hungarocell | - hőálló üvegtál és járműüveg |

Megoldás: 14.3. ábra

Saját válaszok ✓ 24

Ne kerüljön a
szerves hulladék-gyűjtő konténerbe!

állati ürülék ✓	emberi bélsár ✓	háziállat teteme ✓
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ne kerüljön a
papírgyűjtő konténerbe!

indigózott papír ✓	élelmiszerekkel szennyezett papír ✓	olajjal, zsírral, oldószerrel szennyezett papír ✓
használt zsebkendő, szalvéta, szájhigiénia ✓	hőpapír, közlekedési jegyek, faxpapír ✓	pelenka, tampon, betét ✓
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ne kerüljön a műanyag-
és fémgyűjtő konténerbe!

előlított PET-palack ✓	ét- és motorolajos palack ✓	gyógyszeres lekvél és hungarocell ✓
ételmaradékos konzervdoboz ✓	műanyagjátékok és fogkefe ✓	CD, DVD, PVC, magnó- és videokazetta ✓
elem és akkumulátor ✓	vegyszeres flakon ✓	fémbelesű fóliák ✓

Ne kerüljön az (öblös)
üvegyűjtő konténerbe!

villanykörte és neoncső ✓	orvosi és veszélyes anyagokat tartalmazó üveg ✓	hőálló üvegtál és járműüveg ✓
síküveg és szemüveg ✓	porcelán és kerámia ✓	TV-képcső és monitor ✓
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Mi nem gyűjthető szelektíven? Megosztás

szerző: Dranzsu
 Címkek felvétele
 Tartalom szerkesztése | Nyomtatás... | Bejegyzés | Hozzárendelés beállítása | Egyebek

14.3. ábra. A „Mi nem gyűjthető szelektíven?” feladat megoldása (Wordwall képernyőkép)

A.2. feladat – Mit mire cserélhetünk?

Utasítás: Keressék meg a gyakran használt használati tárgyak környezetbarát alternatíváit!

Link: <https://wordwall.net/hu/resource/70039753>

Cserélendő tárgyak:

- papírtörő
- intimbetét, tampon
- mosópor
- háztartási tisztítószer
- műanyag fogkefe
- műanyag szivacs
- műanyag zacskó
- PET-palack

Környezetbarát tárgyak:

- mosható törölkendő
- intimkehely, mosható betét
- mosószóda, mosódió
- szódabikarbóna
- fa fogkefe
- luffaszivacs
- vászontáska
- fémkulacs

Megoldás: 14.4. ábra

Válaszok áttekintése	
1 mosható törölkendő papírtörő ✓	5 fa fogkefe műanyag fogkefe ✓
2 intimkehely, mosható betét intimbetét, tampon ✓	6 luffaszivacs műanyag szivacs ✓
3 mosószóda, mosódió mosópor ✓	7 vászontáska műanyag zacskó ✓
4 szódabikarbóna háztartási tisztítószer ✓	8 fémkulacs PET-palack ✓

14.4. ábra. A „Mit mire cserélhetünk?” feladat megoldása (Wordwall képernyőkép)

A.3. feladat – Veszélyes hulladékok

Utasítás: Döntsék el a felsorolt hulladékfajtákról, hogy veszélyesek vagy sem!

Link: <https://wordwall.net/hu/resource/70039602>

Halmazok:

Veszélyes hulladékok

Nem veszélyes hulladékok

Besorolandó hulladékok:

- elromlott ólomakkumulátor
- lejárt szavatosságú gyógyszer
- maradék hajfesték
- vörösiszap
- vasgyártásban lecsapolt salak
- használt elem
- elkopott gumiabroncs
- permetezőszer csomagolása
- festékes doboz
- kiégett izzó
- borospalack
- energiatalos doboz
- törött visszapillantó tükör
- tojáshéj
- dinnyehéj
- egyszer használatos pohár
- konzervdoboz
- kartondoboz
- reklámújság
- üdítőitalos palack
- fűnyírás közben összeszedett fű

Megoldás: 14.5. ábra

Saját válaszok ✓ 21

Veszélyes hulladékok

elromlott ólomakkumulátor ✓	lejárt szavatosságú gyógyszer ✓	maradék hajfesték ✓	vörösiszap ✓	vasgyártásban lecsapolt salak ✓	használt elem ✓
elkopott gumiabroncs ✓	permetezőszer csomagolása ✓	festékes doboz ✓	kiégett izzó ✓		

Nem veszélyes hulladékok

borospalack ✓	energiatalos doboz ✓	törött visszapillantó tükör ✓	tojáshéj ✓	dinnyehéj ✓	egyszer használatos pohár ✓
konzervdoboz ✓	kartondoboz ✓	reklámújság ✓	üdítőitalos palack ✓	fűnyírás közben összeszedett fű ✓	

Helyes válaszok Vissza 🔊 🔊

14.5. ábra. A "Veszélyes hulladékok" feladat megoldása (Wordwall képernyőkép)

A.4. feladat – Zerowaste

Utasítás: Párosítsák a hulladék megelőzésről szóló fogalmakat a rájuk vonatkozó leírásokkal!

Link: <https://wordwall.net/hu/resource/70041305>

Hulladékmegelőzésről szóló fogalmak:

- REPAIR (Javítsd meg!)
- REFUSE (Utasítsd vissza!)
- REUSE (Használd újra!)
- Reduce (Csökkentsd a fogyasztásod!)
- ROT (Komposztálj!)
- RECYCLE (Hasznosítsd újra!)

Hulladékmegőrzéssel kapcsolatos leírások

1. Elromlott műszaki cikkek, kiszakadt nadrágok, leszakadt gombok és elnyűtt bútorok. A legtöbben ezektől azonnal megszabadulnak, majd lecserélik egy újra. Pedig van más út is, ami nem más, mint a javítás. A zero waste életmód jegyében próbáld meg az elromlott dolgaidat első körben megjavítani, mielőtt lecseréled!
2. Utasíts vissza minden olyan terméket, amire nincsen szükséged, például az ingyenes szóró ajándékokat, termékmintákat és szórólapokat! Ebbe a kategóriába tartoznak az élelmiszerek csomagolásai, de a nejlonzacskók is.
3. A meglévő, de már nem használt tárgyaidnak találd új funkciót! Például a fagyis dobozt ahelyett, hogy kidobnád, inkább vidd magaddal legközelebb, mikor cseresznyét vagy például magvakat vásárolsz kimérve! Csak akkor válts újakra, ha már tényleg az összes dobozod elhasználódott, és a már meglévő műanyag zacskóidat is végleg elnyűtted! Ez esetben mindenképp válaszd a többször használatos opciót!
4. Szelektálj a dolgaid között otthon! Figyeld meg, mit használsz napi, heti, havi rendszerességgel, és mi az, amit már évek óta nem vettél elő a szekrényből vagy a garázból! Amire már nincs szükséged, odaadhatod a családnak vagy a barátoknak, hátha nekik éppen kapóra jönnek a dolgaid. Vásárolj tudatosan! Lehetőleg mindig tervezd meg előre, mire van szükséged, írd bevásárlólistát és kerüld az impulzusvásárlásokat!
5. Neked is feltűnt már, mennyi organikus hulladékot termelünk nap mint nap? Például a zöldségek és gyümölcsök héja vagy növények elszáradt levelei mind ebbe a kategóriába tartoznak. Ha ezek nem kerülnének a szemetesbe, máris drasztikus mértékben csökkenne a hulladéktermelés. A jó hír az, hogy erre is van megoldás: az organikus hulladék nagy része komposztálható.
6. Idáig – a legjobb esetben – nem is kell eljutnod. Ha mégis muszáj kidobnod valamit, cselekedj környezettudatosan! Szabadulj meg a szemetedtől szelektíven!

Megoldás: 14.6. ábra

<p>1</p> <p>Elromlott műszaki cikkek, kiszakadt nadrágok, leszakadt gombok és elnyűtt bútorok. A legtöbben ezektől azonnal megszabadulnak, majd lecserélik egy újra. Pedig van más út is, ami nem más, mint a javítás. A zero waste életmód jegyében próbáld meg az elromlott dolgaidat első körben megjavítani/szervizeltetni, mielőtt lecseréled!</p> <p>+1 REPAIR (Javítsd meg!)</p>	<p>4</p> <p>Szelektálj a dolgaid között otthon! Figyeld meg, mit használsz napi/heti/havi rendszerességgel, és mi az, amit már évek óta nem vettél elő a szekrényből vagy a garázból! Amire már nincs szükséged, odaadhatod a családnak vagy a barátoknak, hátha nekik éppen kapóra jönnek a dolgaid. Vásárolj tudatosan! Lehetőleg mindig tervezd meg előre, mire van szükséged, írd bevásárlólistát és kerüld az impulzusvásárlásokat!</p> <p>REDUCE (Csökkentsd a fogyasztásod!)</p>
<p>2</p> <p>Utasíts vissza minden olyan terméket, amire nincsen szükséged. Például az ingyen szóróajándékokat, reklámajándékokat, termékmintákat és szórólapokat. Ebbe a kategóriába tartoznak az élelmiszerek csomagolásai, de a nejlonzacskók is.</p> <p>REFUSE (Utasítsd vissza!)</p>	<p>5</p> <p>Neked is feltűnt már, mennyi organikus hulladékot termelünk nap mint nap? Például a zöldségek és gyümölcsök héja vagy növények elszáradt levelei mind ebbe a kategóriába tartoznak. Ha ezek nem kerülnének a szemetesbe, máris drasztikus mértékben csökkenne a hulladéktermelésünk. A jó hír az, hogy erre is van megoldás: az organikus hulladék nagy része komposztálható.</p> <p>ROT (Komposztálj!)</p>
<p>3</p> <p>A meglévő, de már nem használatos tárgyaidnak találd új funkciót! Például a fagyisdobozt ahelyett, hogy kidobnád, inkább vidd magaddal legközelebb, mikor cseresznyét, vagy például magvakat vásárolsz kimérve. Ha már tényleg az összes dobozod elhasználódott, és a már meglévő műanyag zacskóidat is végleg elnyűtted, csak akkor válts újakra! Ez esetben mindenképp válaszd a többször használatos opciót!</p> <p>REUSE (Használd fel újra!)</p>	<p>6</p> <p>Idáig legjobb esetben nem is kell eljutnod. Ha mégis muszáj kidobnod valamit, cselekedj környezettudatosan! Szabadulj meg a szemetedtől szelektíven!</p> <p>RECYCLE (Hasznosítsd újra!)</p>

14.6. ábra. A "Zero waste" feladat megoldása (Wordwall képernyőkép)

A.5. feladat – Degradáció

Utasítás: Az alábbi szöveg a ma forgalomban lévő, lebomló műanyagok fő típusairól szól. Válasszák ki az alábbi kérdésekre adható egyetlen helyes választ a szöveg alapján!

Link: <https://wordwall.net/hu/resource/70042116>

A lebomló műanyagok típusai

A **PLA** egy keményítőből készült bioműanyag, genetikailag módosított kukoricakeményítőből gyártják. A PLA nem bomlik vagy biodegradálódik a hulladéklerakóban, csak hő hatására (60 °C-on, öt nap után) kezd el bomlani. Ilyen környezet csak kereskedelmi komposztálótelepeken fordul elő, a kerti háztartási komposztálóban nem. A PLA komposztálása során visszamaradó anyag a szén-dioxid.

A lebomló műanyagok másik típusa az **oxidatív biológiai úton degradálódó műanyagok**. A technológia egy olyan adalékanyagot használ, ami csak akkor kezdi meg a műanyaglánc lebontását, amikor az oxigén hő és nedvesség hatásának van kitéve. Ezt követően egy második fázis kezdődik, amelyben mikrobák tudják befejezni a bomlás folyamatát biodegradáció útján. A visszamaradó anyagok között lehetnek nehézfémek, könnyűfémek, sók és szén-dioxid.

A harmadik típus a **mikrobiológiai úton lebomló műanyagok**. A megsemmisítési technológia egy adalékanyag segítségével valósul meg, amit létező polimerekhez adnak hozzá. Az adalékok segítik a polimerláncok felbontását és a mikrobák megtelepedését a műanyagon. A folyamat levegő, fény és hő jelenlétében vagy anélkül is aktiválódik és attól függetlenül lezajlik, hogy milyen mélyen van eltemetve a műanyag. A maradék anyagok pedig szén-dioxid, metán és inert humusz. *(Forrás: humusz.hu alapján)*

A szöveghez tartozó kvízkérdések

1. Hányféle típusát különböztetjük meg a lebomló műanyagoknak?
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
2. Melyik műanyagtípus lebomlásához kell a legspeciálisabb környezet?
 - a. oxidatív biológiai úton lebomló műanyagok
 - b. PLA
 - c. mikrobiológiai úton lebomló műanyagok
3. Melyik gáz keletkezik mindegyik műanyag lebomlása után?
 - a. szén-dioxid
 - b. oxigén
 - c. metán
4. Melyik műanyagot tennéd a házi komposztba?
 - a. oxidatív biológiai úton lebomló műanyagot
 - b. PLA-t
 - c. mikrobiológiai úton lebomló műanyagot
5. Melyik műanyagtípus szennyezheti a talajt a lebomlásakor keletkező anyagokkal?

- a. oxidatív biológiai úton lebomló
 - b. PLA
 - c. mikrobiológiai úton lebomló
6. Melyik a legkevésbé környezettudatos vásárlói magatartás?
- a. tartós, újrahasznosítható, környezetbarát csomagolóanyag választása
 - b. lebomló műanyagból készült csomagolás választása
 - c. csomagolóanyag kerülése

Megoldás: 14.7. ábra



14.7. ábra. A "Degradáció" feladat megoldása (Wordwall képernyőkép)

A.6. feladat – Tengeri szemétsziget

Utasítás: Csoportosítsák a világtengeren úszó szemétszigetek anyagait származásuk szerint!

Link: <https://wordwall.net/hu/resource/70039211>

Halmazok:

- halászati és hajózási eszközök
- csomagoló- és szigetelőanyagok
- egyszer használatos eszközök
- könnyűipari eredetű háztartási cikkek

Besorolandó tárgyak, anyagok:

- | | | |
|------------------|--------------------|------------------------|
| - halászhálók | - fóliazacskók | - műanyag |
| - bóják | - műanyag palackok | evőeszközök |
| - damilok | és kupakjaik | - műanyag szívószálak |
| - kötelek | - műszálas ponyvák | - habdobozok |
| - műanyag hordók | - gyógyszeres | - nejlonzacskók |
| - hajóalkatrész | dobozok és levelek | - szintetikus textilek |
| - hajóbevonat- | - hungarocell | - ruházati termékek |
| darabkák | - műanyag poharak | - lábbelik |

Megoldás: 14.8. ábra

Halászati és hajózási eszközök

halászhálók ✓	bóják ✓	damilok ✓
kötelek ✓	műanyag hordók ✓	hajóalkatrész ✓
	hajóbevonat darabkák ✓	

Csomagoló- és szigetelőanyagok

fóliazacskók ✓	műanyag palackok és kukapajk ✓	műszálas ponyvák ✓
gyógyszeres dobozok és levelek ✓	hungarocell ✓	

Egyszer használatos eszközök

műanyag poharak ✓	műanyag evőeszköz ✓	habdobozok ✓
műanyag szívószálak ✓	nejlonzacskó ✓	

Könnyűipari eredetű háztartási cikkek

szintetikus textilek ✓	ruházati termékek ✓	lábbelik ✓

14.8. ábra. A "Tengeri szemétsziget" feladat megoldása (Wordwall képernyőkép)

B. modul

Üzemlátogatás és a hozzá kapcsolódó feladat

Szükséges eszközök: feliratok, képkártyák (a berendezések nyomtatott képei, 14.9–14.17. ábra)

Feladat

A feladat a csoportkialakítást segíti. Döntsék el a kapott képről az üzembejáráson hallott és látott információk alapján, hogy melyik technológiai fázishoz tartozik! Álljanak a megfelelő technológiai fázis feliratához!

Technológiai fázis feliratai:

1. Hulladékégetés
2. Füstgáztisztítás
3. Energetikai fázis

Kiosztandó képek:



14.9. ábra. Aktívkoksz befűjő (forrás: fkf.hu)



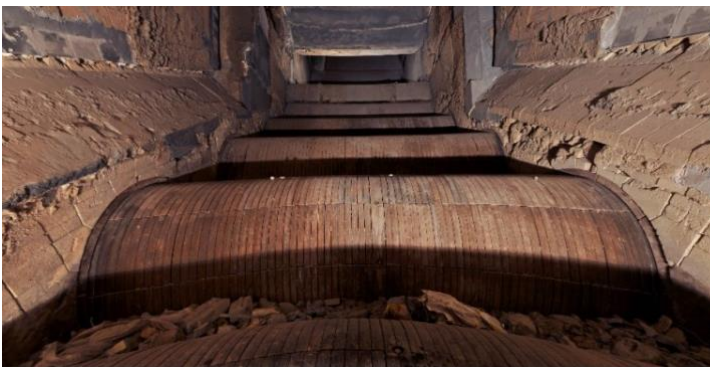
14.10. ábra. Ciklon (forrás: fkf.hu)



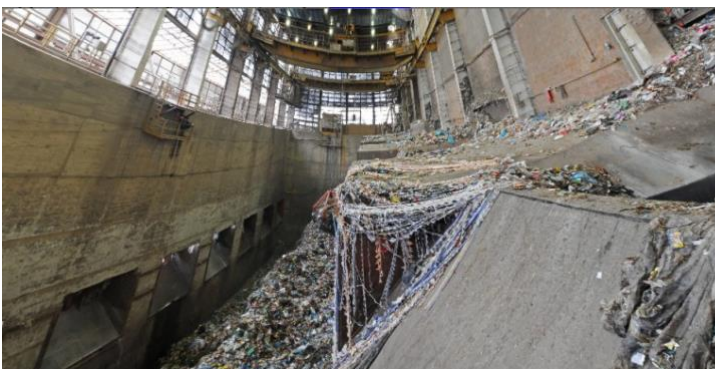
14.11. ábra. Elgőzölögtető (forrás: fkf.hu)



14.12. ábra. Fűtési hőcserélő (forrás: fkf.hu)



14.13. ábra. Hengerrostély (forrás: fkf.hu)



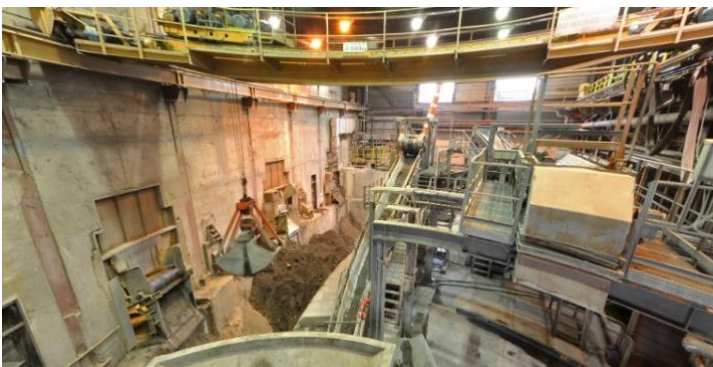
14.14. ábra. Hulladékadagoló terem (forrás: fkf.hu)



14.15. ábra. Kazán (forrás: fkf.hu)



14.16. ábra. Levegőelosztó kamra (forrás: fkf.hu)



14.17. ábra. Pernye- és maradékanyag siló (forrás: fkf.hu)

Megoldás:

1. Hulladékégetéshez tartozó képek: hengerrostély, hulladékadagoló terem, levegőelosztó kamra
2. Füstgáztisztításhoz tartozó képek: aktívkorsz-befújó, ciklon, pernye- és maradékanyag siló
3. Energetikai fázishoz tartozó képek: elgőzöltető, fűtési hőcserélő, kazán

C. modul

Interjúkérdések megfogalmazása és interjúkészítés

Milyen munkafázisok zajlanak a Hulladékhasznosító Műben?

Hulladékégetés

Az üzem elsődleges feladata a hulladékszállító járművek által beszállított hulladék termikus kezelése, égetése. Az égetés során a felszabaduló energia mellett salak és pernye is keletkezik, amit megfelelő módon kezelve ártalmatlanítanak.

Füstgáztisztítás, környezetvédelem

A hulladékégetés során a Hulladékhasznosító Műnek szigorú kibocsátási határiértékeket kell betartania a kibocsátott füstgáz szempontjából. A füstgáztisztításnak több fázisa van, amelyek végén szennyvíz nem távozik a rendszerből, míg a leválasztott szilárd szennyezők már csak kevesebb mint 3%-át teszik ki az elégetett hulladék mennyiségének.

Energetikai hasznosítás

Az égetés során a kazánokban túlhevített gőz keletkezik, ami turbinára vezetve energiatermelésre használnak. Az így megtermelt energiából biztosítják a telephely teljes energiaigényét, illetve jelentős mennyiségű villamosenergiát és hőenergiát is értékesítenek.

Ebben a modulban **interjút** kell készíteniük egy-egy munkafázissal kapcsolatban a témakör üzemi szakértőjével.

Az interjú választható témakörei:

- a. Hulladékégetés
- b. Füstgáztisztítás, környezetvédelem
- c. Energetikai hasznosítás

C.1. feladat – Interjúkérdések összeállítása

Szükséges eszközök: jegyzetfüzet, íróeszköz vagy okoseszköz

Feladat

Fogalmazzanak meg 3-4 interjúkérdést a választott témakörben!

Lehetséges megoldások

1. A **hulladékégetés** témához kapcsolódó lehetséges kérdések:
 - Mióta működik a Hulladékhasznosító Mű?
 - Milyen kapacitásbővítést érintő fejlesztéseken esett át?
 - Mekkora mennyiségű hulladékot égetnek el jelenleg évente? Hogyan változik az év egyes időszakában az elégetett hulladék mennyisége?
 - Mely területekről érkezik hulladék a Hulladékhasznosító Műbe?

- Hogyan nyerik ki az esetleg még hasznosítható anyagokat (pl. fémeket) a bekerülő hulladékból?

2. A **füstgáztisztítás és környezetvédelem** témához kapcsolódó lehetséges kérdések:

- Mely környezetvédelmi előírásoknak kell megfelelnie az üzemnek?
- Mikor építették ki a jelenlegi füstgáztisztító technológiát? Mennyire számít ez ma modernnek?
- Hova kerül a Hulladékhasznosító Műben keletkezett salak és pernye? Mekkora részét teszik ki ezek az anyagok az összes elégetett hulladékmennyiségnek? Tudják-e esetleg ezeket az anyagokat egyéb módon hasznosítani?
- Keletkezik-e szennyvíz a Hulladékhasznosító Műben? Ha igen, akkor azt hogyan kezelik?

3. Az **energetikai hasznosítás** témához kapcsolódó lehetséges kérdések:

- Milyen módon hasznosítják az üzemben megtermelt energiát?
- Mennyi energiát tudnak ebből értékesíteni évente?
- Budapest mely kerületeinek villamosenergia-szükségletét tudják ezzel fedezni?
- Kb. hány lakás távhő-ellátását tudják kiszolgálni?

C.2. feladat – Interjúkészítés

Szükséges eszközök: jegyzetfüzet, íróeszköz vagy okoseszköz

Feladat

1. Készítsék el az interjút a Hulladékhasznosító Mű szakértőjével az összeállított kérdéssor alapján!
2. Készítsenek egy szöveges ismertetőt a megismert technológiai fázisról az interjúban kapott válaszok felhasználásával! Az ismertető terjedelme maximum 1 oldal legyen.

Beadandó: az ismertető a technológiai fázisról pdf formátumban

D. modul

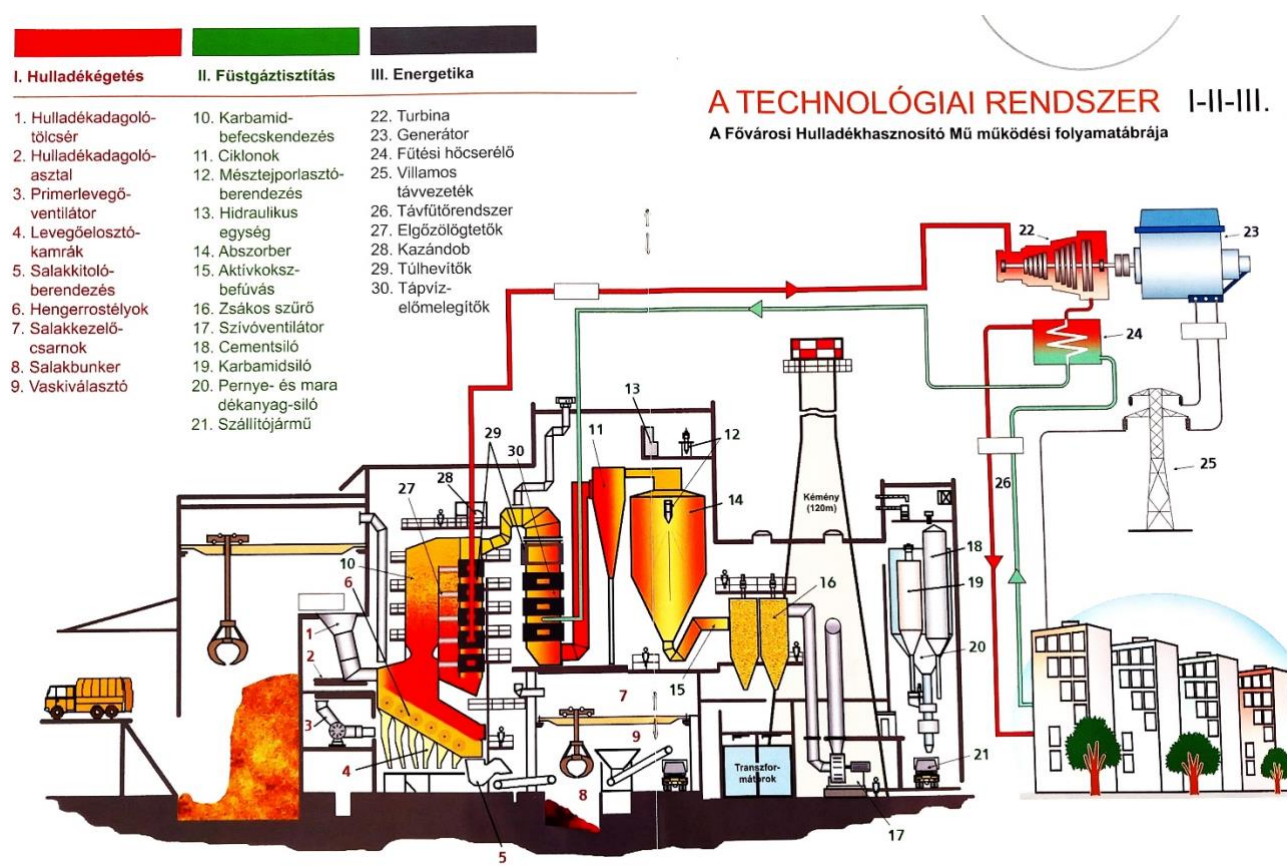
Folyamatábra-készítés

Szükséges eszközök: okoseszköz, folyamatábra-készítő applikáció

Feladat

- Készítsenek folyamatábrát valamely digitális alkalmazással (pl. [MindOnMap](#)) a választott technológiai folyamatról a program elején meghallgatott előadás, az üzembejárás és az interjú információi alapján!
- Összegzőképpen minden csoport mutassa be a folyamatábráját, amiben emelje ki a feldolgozott részfolyamatnak a másik két technológiai fázishoz történő kapcsolódásait! Amennyiben technikailag megoldható, az egyes folyamatábrák legyenek összeilleszthetők, ezzel bemutatva a Hulladékhasznosító Mű teljes technológiai folyamatát.

Megoldás: a 14.18. ábrán látható folyamatábra egyszerűsített változatát várjuk, amin szerepelnek a megjelölt objektumok és technológiai állomások, valamint a másik két technológiai fázishoz történő kapcsolódási pontok.



14.18. ábra. A hulladékhasznosítás technológiai folyamata (forrás: fkf.hu)

Beadandó: folyamatábra