

# Fenntarthatóság

A VEGYIPARBAN



# FENNTARTHATÓSÁG

A VEGYIPARBAN

---



---

2023

---

Jelen tananyag megjelenését a Kulturális és Innovációs Minisztérium, valamint a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Hivatal támogatta.

---

Szerző: Kovács Annamária

Szakmai lektor: Szabó Csaba

Módszertani szakértő: Burkáné Szolnoki Ágnes

Alkotószerkesztő: Papp Ágnes

Grafika: Szűcs Édua

Fedélterv, tipográfia, tördelés: Berecz András

Olvasószerkesztő: Megyeri-Szedlák Anna

Fotó: Shutterstock

---

A Zöld Föld pedagógiai program vezető szakértői:

Projektvezető: Matolcsy Miklós

Szakmai vezetők: Czippán Katalin és Ütőné Visi Judit

Pedagógiai vezetők: Demeter József és Papp Ágnes



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



NEMZETI  
SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI  
HIVATAL



**Alapértékek**  
Nonprofit Kft.





# JUT ESZEMBE!

*Amit a fenntarthatóságról okvetlenül tudni kell*



Az emberi beavatkozás a természet rendjébe beláthatatlan következményekkel jár, és csak az utóbbi évtizedekben szembesültünk azzal, ha nem változtatunk, annak ránk és az utódainkra nézve komoly következményei lesznek.



**Újra hasznosan**



## A természet, a társadalmi és gazdasági környezet egyensúlya

A fenntarthatóság nem képzelhető el a környezeti, a társadalmi és a gazdasági területek működésének egyensúlya nélkül. Ez azt jelenti, hogy egyik terület fejlesztése sem nélkülözheti a másik két alrendszer szempontjait.



A világunk akkor marad fenntartható, ha a környezet eltartóképességének megőrzése, a gazdaságosság és a társadalmi igazságosság egyaránt megvalósul.

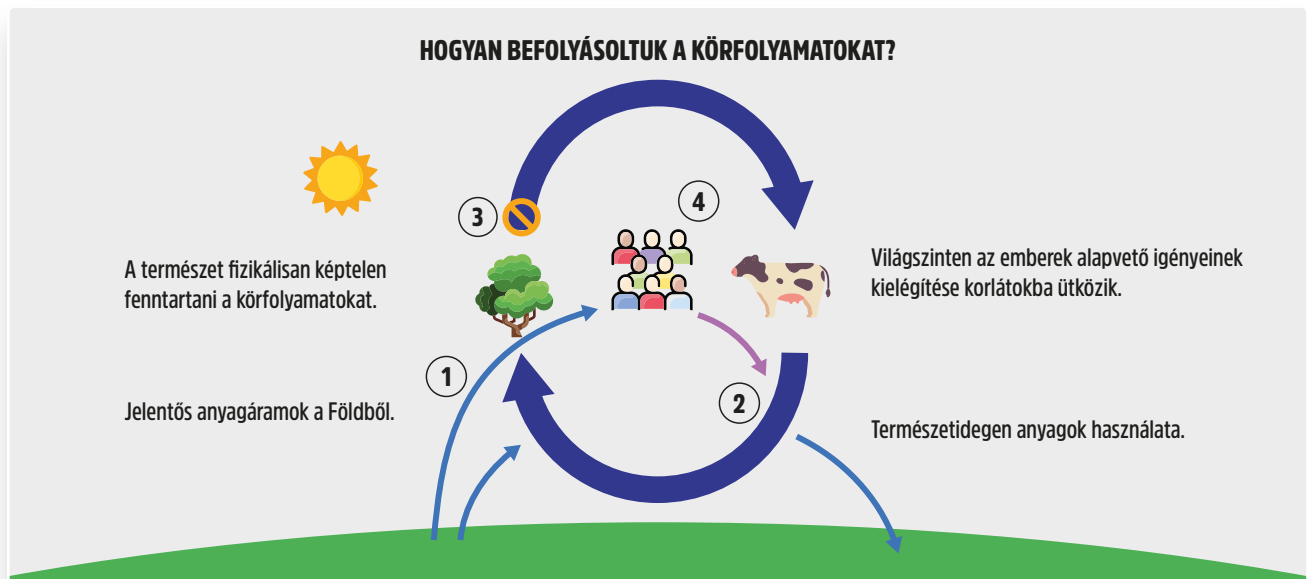


### TUJTAD?

#### Rendszergondolkodó

Az üzleti érdekek gyakran okoznak környezeti vagy szociális problémákat. A műanyag csomagolás például egy cég nyeresége szempontjából előnyös lehet, de amikor a szemétkukába vagy netán a természetbe, az élővízbe kerül, súlyos környezeti károkat okozhat, ahogyan az olcsó munkaerő is növeli a gazdasági hasznot, ugyanakkor szegénységben tartja a munkavállalókat, és sokszor rabszolga- vagy gyerekmunkához vezet.

## 👉 HOGYAN HASZNÁLJUK TÚL AZ ERŐFORRÁSOKAT?



**Több anyagot veszünk ki** a rendszerből, mint amennyit hozzáadunk – főleg a kimerülő erőforrásokból. Rövid idő alatt rengeteg olyan anyagot engedünk a bioszférába, amely évmilliárdokig hozzáférhetetlen volt. Ezek az anyagok vagy közvetlenül ártalmasak az élő rendszerre, vagy az életkörülményeket változtatják meg

**Több hulladékot termelünk**, mint amennyit a természet be tud fogadni, ártalmatlanítani tud, ezért a szennyezések felhalmozódnak a hulladéklerakókban, a talajban, a tengerekben, a levegőben és az élő szervezetekben. A szennyezések fizikailag gátolják a természet körfolyamatait, regeneráló és regenerálódó képességét.

## ➤ CÉLOK, SZEMPONTOK, JAVASLATOK A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSHEZ

A környezeti, gazdasági, társadalmi feladatok többszörösen összefüggenek egymással. A következőkben a termelés, a szolgáltatások, a gazdasági tevékenység néhány kiemelt környezeti és társadalmi vonatkozását vizsgáljuk meg.

Szakemberként mindig figyelembe kell venni, hogy a szakmai munka milyen hatással lesz a szűkebb és tágabb társadalmi-gazdasági, természeti és az ember alkotta környezetre. Igyekezni kell a lehető legkisebb kárt okozni, a lehető legjobb megoldásokat megtalálni.

### A fenntarthatóság feltétele:

1.

- a természeti erőforrások hatékony és bölcs használata,
- a hulladékképződés lehető legalacsonyabb szinten tartása.

Bölcs és hatékony, ha megújuló erőforrásokat használunk, és a felhasznált anyagokat a lehető legtovább bent tartjuk a termelés, előállítás, használat, újrahasználat, újrahasznosítás körforgásában.



### AZ ERŐFORRÁSOK CSOPORTOSÍTÁSA MEGÚJULÁS SZERINT

Erőforrások	A megújuláshoz szükséges idő	Ökológiai források	Energiahordozók
Megújuló	Vagy korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre, vagy hónapok alatt magától, esetleg ember által irányítható módon megújul.	Mezőgazdasági termékek	Napenergia, szélenergia, vízenergia, bioüzemanyagok
Korlátozottan megújuló/ kimeríthető	1-200 év között emberi beavatkozás nélkül megújul, nem megfelelő használatnál kimeríthető.	Hal- és vadállomány, erdő, gyeplő, ivóvizek, felszín alatti vizek, talaj	Geotermális és vízenergia, bioüzemanyagok
Kimerülő	Korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre, 200 évnél több idő alatt keletkezik.		Olaj, földgáz, szén, hasadó anyagok

Forrás: Szlávik János: Fenntartható gazdálkodás (2013) Complex. felhasználásával



**2. A fenntarthatóság feltétele:**  
*a szennyezés mértéke ne haladja meg a természeti rendszerek vagy az ember egészségét károsító szintet.*

- Meg kell előzni – amennyire csak lehetséges – a hulladék- és a szennyezésképződést.
- A lehető legkisebb környezetszennyezéssel előállított, és/vagy biológiailag lebomló alapanyagokat, kezelőanyagokat kell választani.
- Olyan technológiára van szükség, amely során minimalizálni lehet a keletkező hulladékot, a kiáramló anyagokat és az energiafelhasználást.
- A keletkező hulladékot megfelelően kell kezelni: a veszélyeseket a veszélyesanyag-tárolóba, az újrahasznosíthatókat a szelektív gyűjtőbe, a lebomlókat az összetétel szerint háztáji vagy ipari komposztálóba kell elhelyezni.

A gazdálkodásban olyan szemléletváltás szükséges, amely a „kevesebből hatékonyan többet” stratégiát valósítja meg. A körkörös gazdálkodás tehát úgy kíván gazdasági növekedést elérni, hogy

- a felhasznált erőforrások mértéke csökken,
- a környezetterhelés mértéke minimalizálódik,
- a hulladékképződés akár teljesen megszűnik,
- a károsanyag-kibocsátás csökken,
- az újrahasznosítás pedig a termelési lánc lehető legtöbb pontján érvényesül.

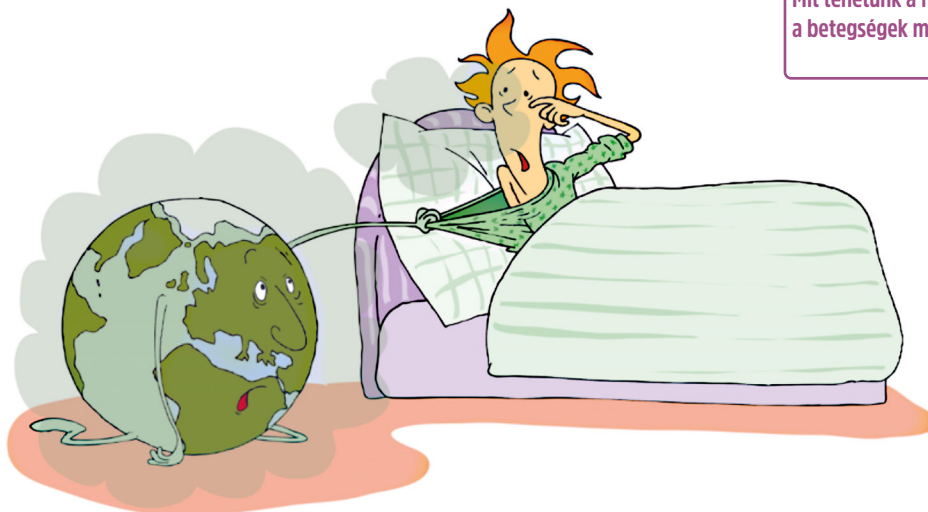
**3. A fenntarthatóság feltétele:**  
*Az emberek egészségének megőrzése érdekében az egészségügyi szolgáltatásoknak – a betegek megfelelő ellátása mellett – a megelőzésre is hangsúlyt kell helyezniük.*

- Megelőzés például:
  - a megelőző szűrővizsgálatok,
  - a tömegsportokban való részvétel,
  - a helyes táplálkozás, testi-lelki karbantartást támogató tevékenységek, életmód-programok.
- Be kell tartani a munkaegészségügyi, környezet-egészségügyi előírásokat.
- Igénybe kell venni, vállalkozóként pedig ösztönözni kell a megelőzési programokban való részvételt.

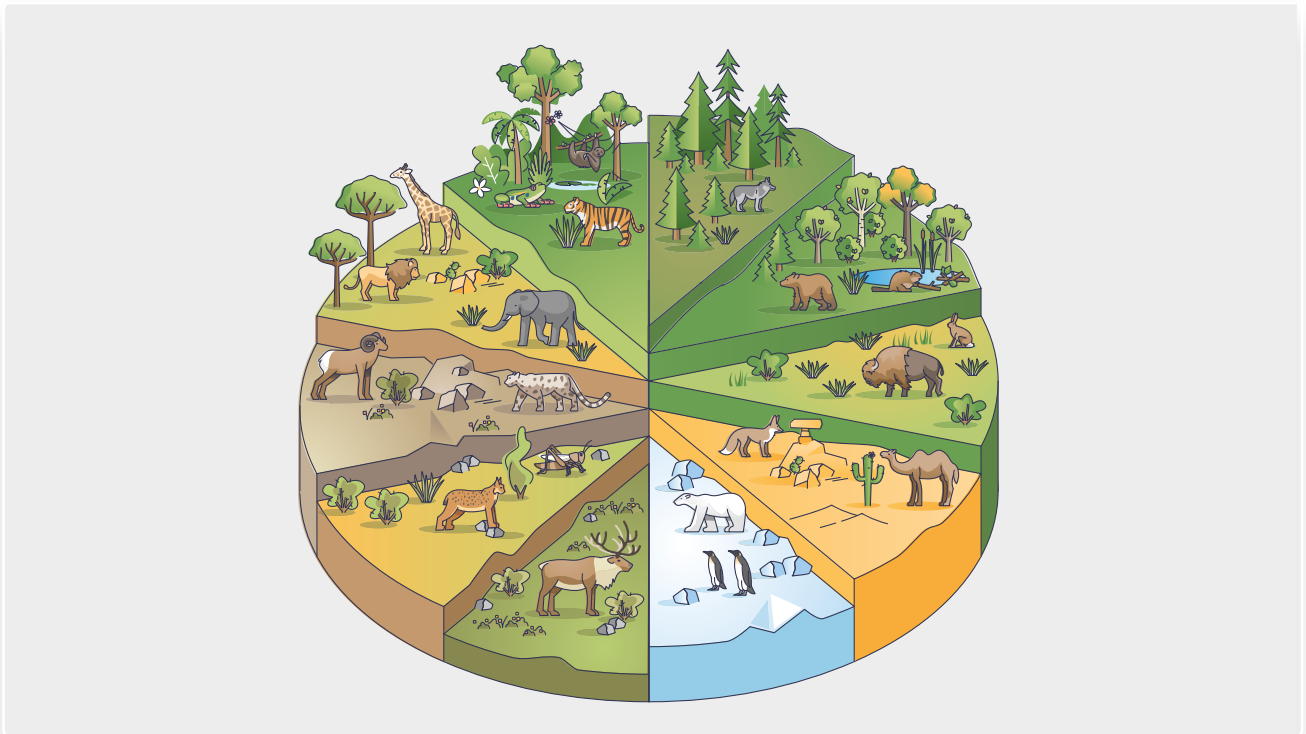


**ÖTLETELJ!**

Mit tehetünk a fentiekén kívül a betegségek megelőzése érdekében?



**4. A fenntarthatóság feltétele:**  
*az ökológiai rendszerek, a természet sokféleségének, a biodiverzitásnak a megőrzése.*



A biológiai sokféleség, más néven a biodiverzitás az élet fenntartásának feltétele. Ahol rovarok vannak, ott megjelennek a rovarvők is, tehát minden élőlénynek megvan a maga szerepe a természetes egyensúly fenntartásában. Bármilyen állatról, növényről, gombáról vagy akár baktériumról beszélünk, a fajok különböző kapcsolódásokat, alá-, fölé- és mellérendeltségi szerveződéseket hoznak létre, így épül az ökológiai rendszer, az ökoszisztéma.

**Ökoszisztéma-szolgáltatásnak azt a hasznot nevezzük, amelyet az ökológiai rendszer az emberek számára nyújt.**

Például ilyenek:

- a tiszta levegő,
- az ivóvíz,
- az ehető élelmiszerek,
- a nyersanyagok,
- a rekreáció,
- a szén-dioxid elnyelése,
- a hőmérséklet-kiegyenlítés.

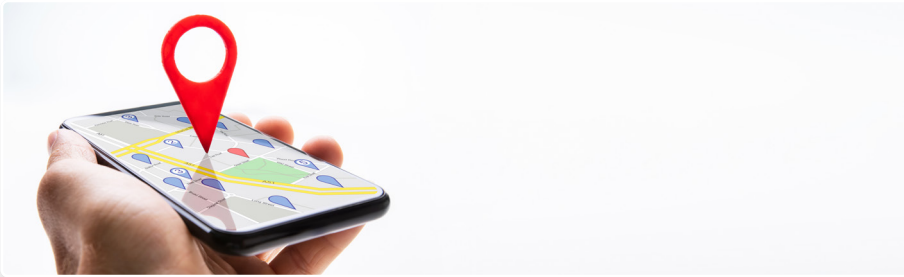
Ez a fogalom összekapcsolja a természetet a társadalommal, különösen a jólléttel és a gazdasággal. Sajnos az ökoszisztémák állapota egyre inkább romlik, ezért sok olyan szolgáltatás is veszélybe kerül vagy megszűnik, amelynek helyettesítése költséges vagy megoldhatatlan.

A méhek pusztulásával például elmarad a növények beporzása, nem lesz termés, és nem lesz a növény fennmaradását szolgáló mag sem.

A mezőgazdasági termelés, az erdőművelés közvetlen hatással van az ökológiai rendszerek nagyságára és azok biológiai sokféleségére, de a közlekedési útvonalak, a telephelyek, épületek kialakítása, a bányaművelés helyszíne és módja is hozzájárul a diverzitás növeléséhez vagy csökkentéséhez. Közvetett módon pedig az alapanyag, a technológia megválasztása, valamint a szennyezések, a hulladékelhelyezés, a vízfelhasználás mind-mind befolyásolja az ökológiai rendszerek állapotát.



**5. A fenntarthatóság feltétele:  
a közösség igényeinek – lehetőségek szerinti – helybeni kiszolgálása.**



**TUJTAD?**

**Rendszergondolkodó**

A messziről jött árunak nagy az ökológiai lábnyoma, hiszen a szállítás környezetterhelő, és nem ismerjük az előállítás körülményeit sem. A hosszú szállítás biztonsági igénye megnövelheti a csomagolás mennyiségét, az élelmiszereket sokszor vegyszeresen kell kezelni hogy fogyasztható állapotban érkezzenek meg, illetve a szállítás miatt magasabb lehet a veszteség is.

Azt is érdemes azonban megjegyezni, hogy előfordulhat, hogy egy helyben megtermelt, de hónapokig mélyhűtött terméknek nagyobb lesz az ökológiai lábnyoma, mint egy pár napos, ám kicsit távolabbról szállított frissnek. Ezért a problémákat és a megoldás következményeit mindig több szempontból érdemes megvizsgálni.

**Gondold át, ha készíteni, eladni vagy venni akarsz valamit!**

Részesítsd előnyben a közelről származó alapanyagokat, környezetkímélő technológiákkal előállított, illetve környezetbarát termékeket! A termék akkor környezetbarát, ha a teljes életútja az.

- van rajta ökocímke és/vagy
- a termelőt segítő méltányos kereskedelemből származik és/vagy
- nincs becsomagolva, illetve kevés rajta a csomagolóanyag vagy a csomagolása újrahasznosítható.

Ha vállalkozol, mérd fel a helyi kínálatot, és ismerd meg a helyi igényeket, majd vedd figyelembe őket a döntéseidnél! Ez különösen hasznos lehet a vidéki vendéglátásban, turizmusban, ahol a vendégek az ellátással együtt ízelítőt kaphatnak a helyi szokásokból, egyben hozzájárulnak a helyi termelők bevételeihez, a közösség fennmaradásához is.

Figyelj a lehető legrövidebb szállítással megközelíthető célcsoportokra, és érvelj a tudatos választás jelentősége mellett! Így nemcsak terméket adsz el, hanem a fenntarthatósághoz való hozzájárulás jó érzését is.

A szállítási, vásárlási feladatok megtervezése során is optimalizáld a szállításból eredő környezetterhelést! Ezzel energiát és pénzt is megtakaríthatsz.

Egy termék akkor lesz környezetbarát, ha teljes életútja az.



6.

**A fenntarthatóság feltétele:**

- a jó minőségű élelmiszerhez,
- a tiszta ivóvízhez, levegőhöz,
- az egészséges környezethez való igazságos hozzáférhetőség.



Ehhez a feladathoz csaknem minden szakma hozzá tud járulni:

- a mezőgazdaság, az élelmiszer-feldolgozók, a vendéglátás és a kereskedők az élelmiszer-ellátáshoz, az élelmiszer-biztonsághoz;
- az építőipar, a faipar például az épületek, a bútorok minőségével, valamint a felhasznált anyagok egészséget is figyelembe vevő megválasztásával; de
- a szépészet, a divatipar is, és még sorolhatnánk a károsanyag kibocsátásáért vagy annak csökkentéséért felelős szakmákat.

7.

**A fenntarthatóság feltétele:**

- Lakóhelytől és származástól független tanulási lehetőség és
- lehetőség a képességeknek, a tudásnak, a szükségleteknek megfelelő, tisztességes fizetésért végzett munkához.
- A közösségért tett erőfeszítések elismerése, támogatása.

Valamennyi szakma gyakorlása közben vannak újabb és újabb eljárások, innovációk, jogszabályok, jó példák. A tájékozódás, élethosszig tartó tanulás nemcsak lehetőség, hanem a környezetünk, saját magunk és a jövő generációk iránti felelősség is.

Ki tudja, mit hoz a jövő? Lehetsz munkaadó vagy munkavállaló is.

Munkaadóként törekedj arra, hogy tisztességes jövedelmet biztosíts a munkatársaknak, munkavállalóként pedig csak olyan cégnek dolgozz, ahol méltányosan bánnak az alkalmazottakkal! Az erőfeszítéseinek, képzettségének megfelelő anyagi juttatásban részesülő, egzisztenciális gondoktól mentes munkavállaló jobban teljesít, kevesebb alkolommal beteg, mint alulértékelt társai.

Az anyagi elismerés mellett nagy szükség van arra is, hogy tiszteletünket, elismerésünket is kifejezzük az arra érdemeseknek. És itt meg kell említenünk azokat, akik anyagi ellenszolgáltatás nélkül önkéntes tevékenységet végeznek, segítenek a rászorulókon. Te is kereshetsz ilyen lehetőségeket! Jó érzés tudni, hogy tettél valamit azért, hogy jobb legyen a világ.

**TUDDAD?**

Az Európai Unió Alapjogi Chartája a kötelező oktatásban való ingyenes részvétel lehetőségét rendeli el valamennyi európai polgár számára. Magyarországon a tankötelezettség 16 éves korig tart.



**A fenntarthatóság feltétele:****8.**

- *A társadalom minden tagjának joga és lehetősége közreműködni az őt érintő döntésekben.*

Ehhez persze az is kell, hogy a lehetőségekkel tudj élni! Ismerd meg a jogaidat és kötelességeidet is!

**9.****A fenntarthatóság feltétele:**

*Mindenki rendelkezzen*

- *a kultúrához való hozzájutás,*
- *a pihenés,*
- *a kikapcsolódás lehetőségeivel.*



A kultúrához való hozzáférés, a pihenés, a kikapcsolódás és a rekreáció az egészségmegőrzés fontos eszköze. A kikapcsolódás mindenkinek mást jelent, azt azonban kutatások bizonyítják, hogy a természetben eltöltött idő pozitív hatással van az ember egészségére, kreativitására, tanulási és munkateljesítményére. Magyarországon viszonylag könnyen elérhető és olcsó kikapcsolódást biztosítanak az erdei tanösvények, tornapályák, kerékpárutak. A kikapcsolódáshoz szabadidőre, a lehetőségek ismeretére, a hosszabb nyaralásokhoz anyagi forrásokra van szükség. Feltöltődés, pihenés híján az emberek kiégnek, megbetegszenek, így munkaerőként sem tudnak megfelelően helytállni. Egészséges környezetet és jövőt csak egészséges emberek tudnak építeni, ezért fontos eleme a fenntarthatóságnak az egészségmegőrzés.

10.

### A fenntarthatóság feltétele:

- *Óvjuk meg a helyi sajátosságokat és értékeket!*
- *Vigyázzunk a kulturális sokféleségre!*

Ez nem csupán a fenntarthatóságot segíti, de a hasznára lehet az adott térségben működő vállalkozásoknak is. A helyi szokások, értékek, ismerete egyben azt is elősegíti, hogy az adott lakóhelyen élők felelősnek érezzék magukat és tegyenek is a településük jövőjéért. Így lesz egy lakóhely élhető az ott lakóknak, a természetnek és a helyi gazdaságoknak egyaránt.

### Találd ki!

1. Gondold át, hogy a saját szakmádban – iskolás éveidben és a végzés után – hogyan tudnád alkalmazni, beépíteni a felsorolt javaslatokat!
2. Gyűjts további célokat, feladatokat a fenntarthatóság érdekében! Minden esetben vedd számba azok környezeti, társadalmi és gazdasági hatását, következményeit is!



Az internet teremtette információnyomás, a reklámözön felpörgeti az emberek fogyasztási igényeit, illetve tömegeket sarkall arra, hogy egy jobb élet reményében más országokban keressék a boldogulást. Bolygónk erőforrásai azonban végesek, ezért elengedhetetlen, hogy úgy tervezzük az életünket, munkánkat, szabadidőnket, hogy a lehető legkisebbre csökkentjük ökológiai lábnyomunkat. Egy erőteljesen növekvő népesség élelmiszer-, fogyasztási igényeit csak úgy tudjuk kielégíteni, ha alapvetően megváltoztatjuk a termelési, szállítási, életvitelbeli, fogyasztási szokásainkat.



**TUJTAD?**

### A népességrobbanás következményei

A népesség rohamos növekedését jól szemlélteti, hogy 130 év kellett ahhoz, hogy 1 milliárdról 2 milliárdra nőjön az emberiség létszáma, ám amikor 1999-ben elértük a 6 milliárdot, onnan mindössze 12 év telt el, míg 7 milliárdan lettünk. 2022-ben pedig átléptük a 8 milliárdos lélekszámot.

A távoli országokban történő népességrobbanást nem lehet egyénileg megoldani. Főleg nem egy olyan országban, ahol a munkaképes lakosság létszámának csökkenése komoly gazdasági, társadalmi kihívások elé állítja az ország egészét, többek között a szociális ellátások (nyugdíj, egészségügy, iskoláztatás) biztosítása terén is. Azt is könnyen beláthatjuk, hogy ha a Föld véges erőforrásain egyre több ember osztozik, akkor egy emberre egyre kevesebb jut. A szűkebb erőforrásokért való küzdelem azok túlnyomó részéhez, nyersanyag- és élelmiszerhiányhoz, az egyenlőtlen hozzáférés pedig háborúhoz, társadalmi válságokhoz vezethet.



## Hogyan csökkenthető az ökológiai lábnyom?

Az ökológiai lábnyom annak a területnek a nagyságát jelenti, amely ahhoz kell, hogy

- az összes felhasznált erőforrást előállítsa és a keletkezett hulladékot ártalmatlanítsa.
- Az ökológiai lábnyom annak az erdőterületnek a nagysága, amely a felhasznált energia szén-dioxid egyenértékét elnyeli.

Az ökológiai lábnyom számítható egyénileg, egy családra, egy rendezvény résztvevőire, és egy adott ország vagy a Föld egy lakosára átlagosan.

### Gondolkozzunk közösen, hogy mit lehet tenni!

A megoldáskereséshez segítséget nyújthat Herman Daly, korunk ismert közgazdászának hajóhasonlata:

A hajó (Föld) biztonságos közlekedéséhez két dolog szükséges:

1. hogy ne rakjanak rá a merülési vonal által megengedtnél nagyobb terhet (eltartóképesség) és
2. a terhet megfelelően osszák el a fedélzeten.



A teher súlyának – a gazdaság és a természet méreteinek – összehasonlításához elsősorban a globális viszonyokat kell figyelni, míg az erőforrások hatékony elosztásához piaci, fogyasztói, termelési mintákat kell vizsgálni és megváltoztatni.

Jelenleg a globálisan egy főre eső ökológiai lábnyomunk 30 százalékkal nagyobb, mint amit a természet hosszú távon fenn tud tartani.

Az ökológiai lábnyom csökkenthető

- a károsanyag-kibocsátó közlekedés visszaszorításával, a tömegközlekedés szerepének növelésével,
- a takarékos és hatékony energiahasználattal,
- az ökoépítészet szempontjainak szélesebb körű alkalmazásával,
- a megújuló energiaforrások alkalmazásával,
- a víztakarékossággal,
- a hulladékképződés csökkentésével,
- egészséges és környezetbarát élelmiszerek termelésével és fogyasztásával.

Ha ezek a feltételek nem állnak rendelkezésre, a hajó igazából és képletesen is felborul.



**MOST TE JÖSSZ!**

Folytasd a felsorolást, mi segíthet még az ökológiai lábnyom csökkentésében!

## Klíímaváltozás

„Bezzeg az én időmben voltak rendes évszakok! Ha láttátok volna 1987-ben azt a nagy havat, ami szinte az egész ország életét megbénította!” – hallhatjuk szüleinktől, nagyszüleinktől. A hírekben látjuk, halljuk a váratlan villámárvizeket, szárazság miatti éhínségeket, hogy éghajlatunk, az időjárás megváltozott, mert globális felmelegedés, klímaváltozás van. Mit is jelent ez?

A légkörben jelen lévő üvegházhatású gázok (vízgőz, szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid) hatására a Napból érkező, földfelszínt felmelegítő és onnan visszaverődő sugárzás nem tud visszajutni a világűrbe, így a földi légkör felmelegedését okozza. Az üvegházhatás a légkör természetes jelensége, amely nélkül nem lenne földi élet. Fokozatos felerősödése – az üvegházhatású gázok arányának növekedése miatt – azonban már veszélyezteti a légköri folyamatok egyensúlyát, és globális klímaváltozáshoz vezet.

A felerősödéshez nagymértékben hozzájárul az emberi tevékenység, a növekvő termelés és fogyasztás, a közlekedési-szállítási szokások átalakulása, valamint a tájhasználat megváltozása (a zöld felületek és beépített területek arányának romlása, a mezőgazdasági termelési módok átalakulása, az erdőborítottság és a biológiai sokféleség globális mértékű csökkenése). A következmények pedig számos területen tapasztalhatók: szélsőséges vízjárás, a természetes növénytakaró, illetve az emberek, állatok életfeltételeinek változása.

Sokat kell tennünk azért, hogy a globális felmelegedést lassítsuk, illetve megállítsuk, és alkalmazkodjunk a megváltozott körülményekhez úgy, hogy közben csökkentsük ökológiai lábnyomunkat, törekedjünk a természet és a társadalom törekeny egyensúlyának helyreállítására.





## ➔ ÁGAZATI KISOKOS

A vegyipar napjaink egyik leggyorsabban fejlődő ágazata. Termékei nélkülözhetetlenek a korszerű világgazdaságban és a mindennapi fogyasztásban.

### Mi tartozik a vegyiparhoz?

A vegyipar nagyon összetett ágazat, ide soroljuk a petrokkémiát, a gyógyszeripart, a műgumigyártást, valamint festékek, színezékek, kozmetikumok, mosószerek, papír stb. gyártását is.

A vegyipar különféle növényi, állati vagy ásványi eredetű nyersanyagokból energiabefektetéssel részben vagy egészben új anyagot hoz létre. Manapság – az elvárásoknak megfelelően – a vegyipari termékek tömegméretű előállítására a cél.

De hogyan lehet nagy mennyiségben és kiváló minőségben előállítani a termékeket úgy, hogy az energiafelhasználás és a környezeti terhelés is a lehető legkisebb legyen? Ezt célozzák a termelés szolgálatába állított kutatások és technikai fejlesztések. Hosszú távon mindig az a technológia a legjobb, amely a környezetre és az emberi egészségre a legkevésbé van károsító hatással.




**MOST TE JÖSSZ!**

Próbáld felsorolni legalább 20 olyan terméket, amelyet a vegyipar állít elő!

*A vegyipar területén is a fenntarthatóság a cél*



**MOST TE JÖSSZ!**

Beszélgétek meg, hogy milyen vegyipari termékeket használtok a mindennapokban, majd keressetek olyan alternatív termékeket a helyettesítésükre, amelyet nem a vegyipar állít elő! Gondoljatok például tisztítószerre, kozmetikumokra, csomagolószerekre stb.!

*Rozsdamentes acél reaktor a vegyiparban*

Kiemelt figyelmet igényel az ágazatban a **minőségbiztosítási, higiénés, munka-, tűz-, környezetvédelmi és biztonságtechnikai szabályok szerinti munkavégzés**. Ezek be nem tartása ugyanis maradandó testi károsodást vagy akár halált, illetve komoly anyagi kárt és környezeti katasztrófát is előidézhet. Különösen fontos, hogy az ide kapcsolódó folyamatok és adatok nyomon követhetők legyenek.



Örök anyagok

A technikai fejlődésnek köszönhetően ma már könnyebben megoldható a vállalatoknál az **adatok rögzítése**, amely történhet hagyományosan (papíralapúan) illetve digitálisan, szigorú előírásoknak megfelelően. A dokumentációt minden munkavállalónak kötelessége vezetni.



A vegyipar területén különösen figyelni kell a veszélyek kezelésére

## VÁLASZTHATÓ SZAKMÁK ÉS SZAKIRÁNYOK

A vegyipar elsajátítását számos intézmény szakmaspecifikusan segíti elméleti ismeretekkel és gyakorlati feladatokkal, amely jó alapot biztosít számotokra a későbbi munkaerőpiaci elhelyezkedéshez.

### Milyen szakmák tartoznak a vegyipari ágazatba?

#### **Abroncsgyártó**

Feladata meghatározott receptúra alapján gumikeverékek készítése, méretre vágása, majd minősítése. Munkája során el kell sajátítania a gumiipari keverő- és vulkanizáló berendezések használatát és technológiáját, valamint a félkész- és késztermékeken a roncsolás és roncsolásmentes tesztek végzését. A munkafolyamatok végzése vezetői irányítás alatt történik, részben önálló feladatokkal. A folyamatirányító berendezések működtetéséhez hozzátartozik az adatok naplózása, hiba esetén pedig a megfelelő szintű beavatkozás.



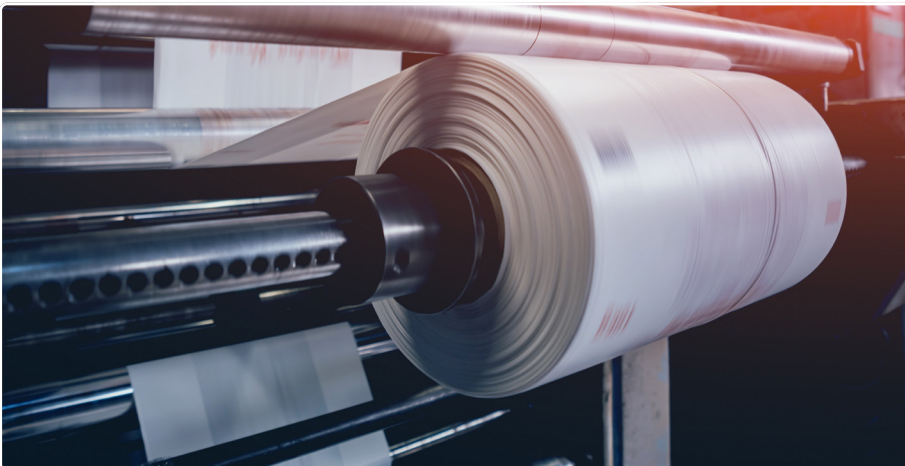
*Gumiabroncsgyártás*

#### **Gumiipari technikus**

A gumiipari feldolgozó üzemek középvezetésére alkalmas végzettség. Ismeri a gumi és a műanyag kémiai és fizikai tulajdonságát, a feldolgozás- és az alkalmazástechnikai folyamatokat, illetve a félkész- és késztermékgyártó gépek, szerszámok gyártástechnológiáját.

#### **Műanyag-feldolgozó**

Feladata felügyelni a műanyagfeldolgozó gépek működési folyamatait, ezen felül ellenőrizni a gyártott termékek minőségét és elvégzi az utóműveleteket, csomagolást. Vezetői irányítás mellett karbantartási és javítási feladatokat is ellát.



*Automatizált  
nejlonzacskógyártó gép*



### Műanyag-feldolgozó technikus

Mérnöki irányítás mellett szervezi és végrehajtja a termelési programban meghatározott termékek gyártását. Betartatja dolgozókkal a munkautasításokat, és szervezi, illetve kiadja a karbantartási feladatokat. Együttműködik a minőségbiztosításért felelős munkatársakkal, mintavételezési feladatokat lát el és méréseket végez. Részt vesz a fejlesztésben, valamint koordinálja a műszakvezető munkáját.



*Fröccsöntő gép műanyag ül-  
katrészek gyártásához*

### Gyógyszerkészítmény-gyártó

Munkája során a gyógyszerkészítményeket gyártó üzemekre és gyártási folyamatokra vonatkozó szigorú minőségbiztosítási rendszernek kell megfelelnie (GMP = Good Manufacturing Practice), ezért szigorú higiénés és tisztatéri szabályokat kell betartania a gyártási folyamat alatt. Képesnek kell lennie arra, hogy új folyamatokat és szemléletmódokat sajátítson el a fejlesztések során.

*Steril gyógyszergyártó üzem*





### Vegyipari rendszerkezelő

Kémiai és gépészeti feladatok tartoznak a munkaköréhez. Mérnök vagy művezető irányítása mellett önállóan végzi a készülékek ellenőrzését és üzemeltetését a termeléshez kapcsolódó vegyipari folyamatokban. A folyamatirányító számítógépek és technológiai leírások segítségével ellenőrzi a feladatok befejezését. Felügyeli az automatizált és előre programozott folyamatirányítási rendszerek megfelelő működését, illetve szükség esetén beavatkozik.



*Vegyipari dolgozók rendszerellenőrzés közben*

### Vegyész technikus

Laboratóriumi műveleteket – például kristályosítást, desztillálást – hajt végre, alapvető számításokat és mértékegységek közötti átváltást végez tömeggel, sűrűséggel, térfogattal stb., valamint értelmezi az alapvető műszaki ábrákat. Kutató és fejlesztő laborban megfigyeléseket végezhet, majd értelmezheti a kapott eredményeket.

A vegyész technikus képzésen belül két szakmairány választható, amelyek az általános laboráns és a termelési folyamatirányító.

Az **általános laboráns** szakmairányt választók szerves vagy szervetlen preparatív laboratóriumi vagy félüzemi munkafolyamatokat végeznek, valamint analitikai és műszeres analitikai feladatokat látnak el.

A **termelési folyamatirányító** nagyüzemi vegyi folyamatokat valósít meg önállóan vagy mérnöki segítséggel. A folyamatosan vagy szakaszosan működő vegyipari gépeknél biztosítja a megfelelő anyagáramot a specifikáció alapján, részt vesz a gépek karbantartásában, tisztításában, valamint üzemi minőségellenőrző vizsgálatokat végez.



*Üzemi minta laboratóriumi vizsgálata*

### Papírgyártó és -feldolgozó, csomagolószerszám-gyártó

Szalmából vagy fából rostos félkészterméket készít. A gyártási folyamat során alkalmazza a szükséges gyártástechnológiát, például a fólia-extrudert, a papírgyártás anyagvonalait, víz- és gőzrendszerét. Alapvető laboratóriumi műveleteket és számítási feladatokat végez.

A **papírgyártó és -feldolgozó** az előírások alapján beállítja és üzemelteti a termelő- és feldolgozógépeket; energiatermelő egységekhez, tartályokhoz kapcsolódóan munkafolyamatokat végez. Kezeli a szükséges alapanyagokat, vegyszereket és gyártási hulladékot, valamint anyagmozgatási feladatokat lát el.

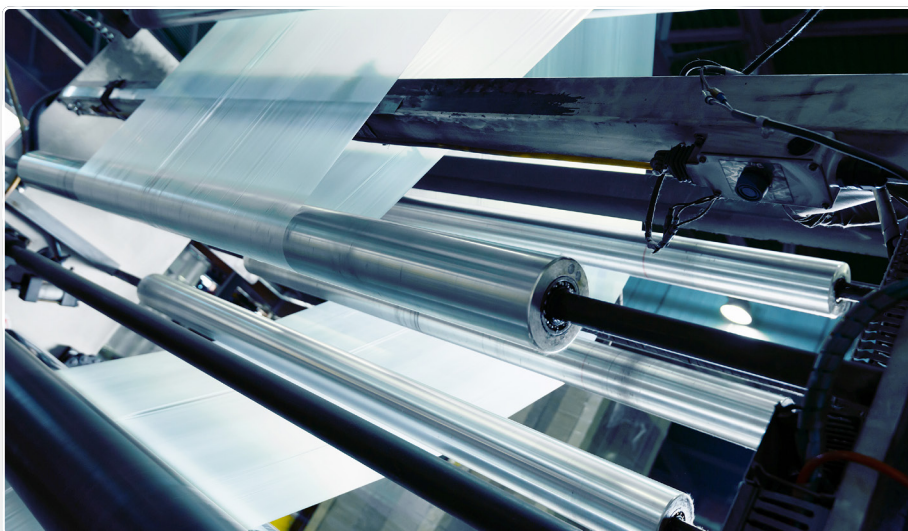


*Papírgyártási folyamat*

A **csomagolószerszám-gyártó** a csomagolóanyagok előállításának műszaki-technológiai területén dolgozik. Elvégzi a színek kikeverését, és kollégáival együttműködve üzemelteti a nyomdagépet. Alkalmazza a steril vagy csökkentet csíraszámú üzemmód szabályait, minőségellenőrzést végez, valamint a vegyszereket és a hulladékokat szakszerűen kezeli. Egy kiválasztott technológiát gépmester szinten, más technológiákat beosztott szakember szinten kezel.

### Papírgyártó és -feldolgozó, csomagolószerszám-gyártó technikus

Rendelkezik mindazzal a technikai és elméleti ismerettel, mint a papírgyártó és -feldolgozó, illetve a csomagolószerszám-gyártó. Önállóan vagy területi vezetővel végzi a munkáját. Ellenőrzi és optimalizálja a feldolgozás során használt gépeket, termelést jellemző számításokat végez, gyártási és technológiai receptúrákat határoz meg, standardizál, valamint az auditokhoz előmunkálatokat lát el.



#### **MOST TE JÖSSZ!**

Készítetek prezentációt a saját vagy egy általatok kiválasztott vegyipari szakmáról, szemléltessétek a munkafolyamatokat képekkel, és mondjátok el, hogy miért tartjátok érdekesnek az adott szakmát!

*Műanyag csomagoló fólia gyártása*

## ☞ A VEGYIPAR ALAPMŰVELETEI ÉS ALAPFOLYAMATAI

A vegyipari alapanyagokon vegyipari műveleteket és/vagy kémiai folyamatokat hajtunk végre, melyek során megváltoztatjuk a fizikai és kémiai tulajdonságait, hogy megkapjuk a készterméket.

Az alapfolyamatok optimalizálása a gyártás szempontjából fontos, hiszen itt dől el, mennyi energiát használunk fel a termék előállításánál, megfelelő hozamú lesz-e a termelés, valamint képesek vagyunk-e a gyártási folyamat optimalizálására, vagyis tudunk-e hatékonyan és energiatakarékosan gyártani, milyen terhet jelent a gyártás a környezet számára.

Az alapanyagot minden esetben egy **előkészítő műveletnek** vetik alá, amely lehet tisztítás, a megfelelő halmazállapot létrehozása vagy éppen a kívánt szemcseméret kialakítása.

### Újrahasznosított műanyag

Nézzünk egy egyszerű példát! A műanyag eszközök készítésekor az alapanyag granulátum formában érkezik a gyárakba.

A granulátum ez esetben újrahasznosított anyagból készült. A használt műanyagot előkészítésképpen durva aprításnak vetik alá, majd elengedhetetlen folyamat a szennyeződésektől való megtisztítás, és csak ezt követően kerül a granuláló sorra. A folyamat végére kialakul a granulátum mérete, ami nemcsak a szállítást teszi könnyebbé, hanem a pontos beadagolást is, ami pedig kiemelten fontos a keverékek kialakítása során.



TUDDAD?

A **kémiai alapfolyamatokhoz és a megvalósító műveletekhez** tartozik többek között a keverés és a homogenizálás, illetve a szükséges paraméterek beállítása is ebben a szakaszban történik meg az előírt gyártási receptúra alapján.

**Kémiai alapfolyamatok** során zajlanak le a szerves és szervesetlen reakciók. A reakció lezajlása után létrejön a termék, amellyel párhuzamosan keletkezhet melléktermék vagy éppen hulladék is.

A **befejező műveletek** a keletkező termék gyártásának utolsó fázisa, amely lehet formázás (szappangyártás), anyagelválasztás (lepárlás, desztillálás) vagy éppen további homogenizálás.



**AZ ALAPMŰVELETEK TÍPUSAI:**

- Mechanikai műveletek: aprítás, préselés, granulálás
- Termikus műveletek: bepárlás, desztillálás, kristályosítás
- Áramlástan műveletek: ülepités, szűrés, homogenizálás, keverés
- Anyagátadási műveletek: extrakció, adszorpció, abszorpció

**Miért lényeges ez fenntarthatósági szempontból?**

A gyártási folyamatok teljes ismeretével és optimalizálásával elérhető, hogy kevesebb CO<sub>2</sub>-ot bocsássunk a légkörbe, ha nem megújuló energiaforrás táplálja az üzem működését, akkor pedig kevesebb fosszilis energiaforrásból származó energiát használunk fel. Tehetünk a környezetünkért az épület megfelelő szigetelésével is, valamint a csővégi megoldások biztosításával mérsékelhetjük a károsanyag-kibocsátást a légkörbe.



Újrahasznosított granulátum big-bag zsákba töltése Indiában

A felmérések szerint India egyike volt azoknak az országoknak, amelyek a legnagyobb mennyiségben bocsátottak műanyag hulladékot az óceánokba, évente kb. 126,5 millió kg-ot. Ennek megakadályozására az indiai kormány lépéseket tett, például 2022-ben 19-féle egyszeres használatos műanyag eszközt tiltottak be: szívószálat, poharat, evőeszközt stb. Az újrahasznosítás ennél rendhagyóbb, egyáltalán nem megszokott módja, hogy kötelezővé tették az újrahasznosított műanyag felhasználását az autópályák építésénél az alapozáshoz. Egy egységnyi bitumenhez 6-8% műanyag hulladékot kevernek.



*Az újrahasznosítást megelőző műanyag- és papírhulladék szétválogatása*



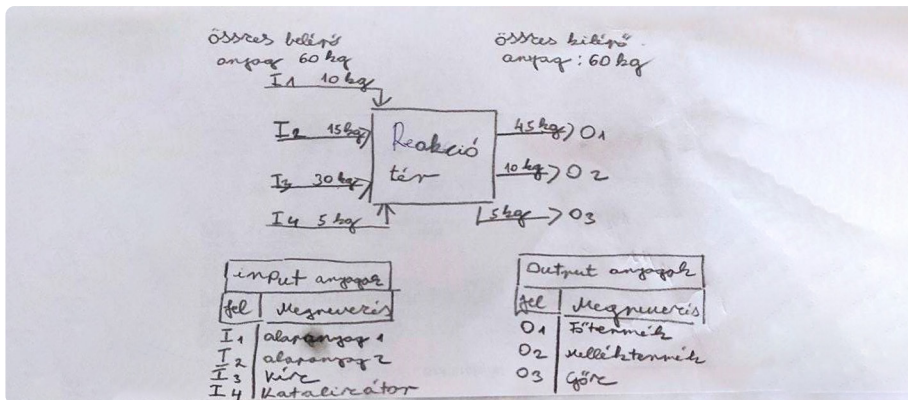
**TUJTAD?**

## ANYAGMÉRLEG

A vegyipari műveletek során az elegyek és oldatok összetételének megváltoztatása a cél azért, hogy megkapjuk a végterméket, amely egy vagy akár több termék is lehet. A folyamat lejátszódása során nemcsak céltermék keletkezhet, hanem melléktermék és hulladék is, emellett a reakcióterben maradhatnak nem elreagált anyagok. Az anyagmérleg mutatja meg számunkra a termelés hatékonyságát és a környezetbe kibocsátott káros anyag mennyiségét.

### Az anyagmérleg a készülékbe betöltött és a készülékből kiáramló anyagok tömegének az egyenlősége.

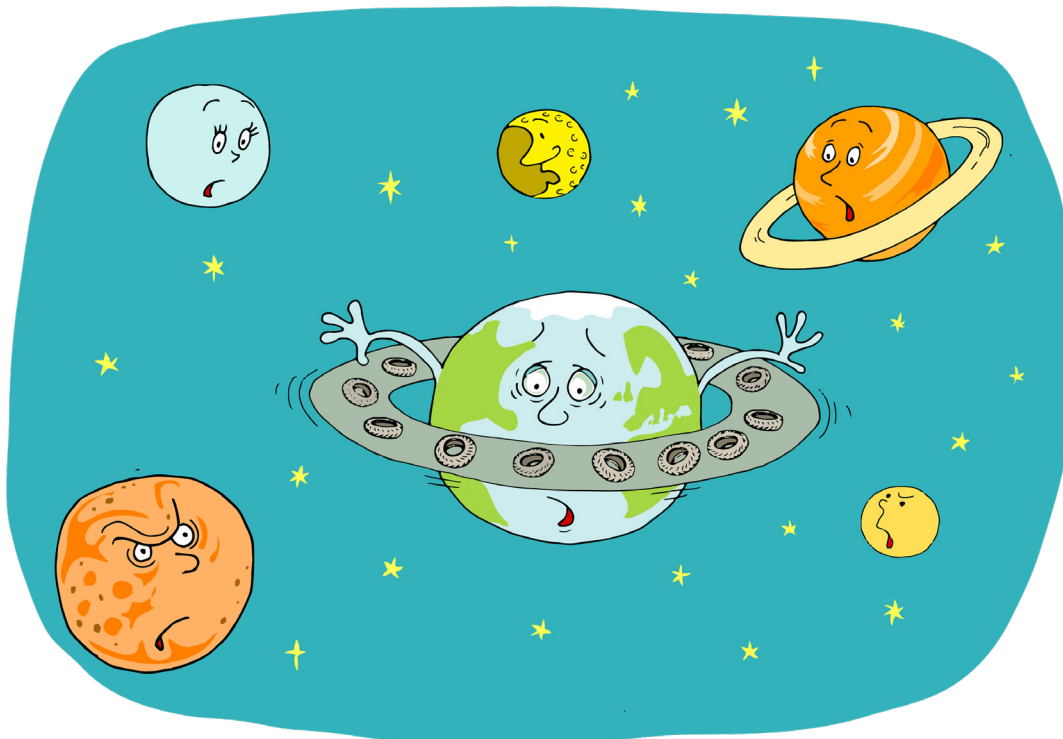
A kémiai reakciók jelentős részénél az egyensúly csak lassan következik be, ezért szükséges lehet katalizátor használata is. A gyártás során minden esetben elsődleges cél, hogy az egymással érintkező anyagok közötti anyag- és energiaátadás a lehető legrövidebb idő alatt és megfelelő hatékonysággal menjen végbe, ezáltal a termelés gazdaságos legyen.



Anyagmérleg a gyártásban

### Technológiai mérőszámok

- **Kihozatal:** Hány %-a az előállított késztermék mennyisége a bevitt nyersanyag(ok)ból elméletileg előállítható késztermék mennyiségének?
- **Amortizáció:** A gépek értékcsökkenése a használat következményeként.
- **Megtérülési idő**



Te jó ég!



## FENNTARTHATÓ NYERSANYAGBESZERZÉS

A vegyipar többnyire a természeti erőforrásokat használja nyersanyagként, tehát bányákból, olajmezőkről és faültetvényekről vásárolja a nyersanyagokat a gyártáshoz. Ezek mennyisége véges, és az elhelyezkedésük adott országokhoz köthető. Az Európai Unió nyersanyagellátása erősen importfüggő a kritikus nyersanyagokból, mint a kőolaj, a földgáz, a lítium vagy a kobalt.

Az Európai Unió szeretné elérni a bányászatból, a kereskedelemből és a hulladékfeldolgozásból keletkezett kritikus nyersanyagok újrahasznosítását, ezzel bevezetve a körforgásos gazdaság modelljét.

Az EU-ban a nyersanyagipar körülbelül 350 000, a tőle függő feldolgozóipar pedig több mint 30 millió munkahelyet biztosít. A 2030-ig megvalósuló körforgásos gazdaság bevezetése további 700 000 új munkahelyet teremthet az EU-ban.



**TUJTAD?**



*Lítiumbányászat*

Tételezzünk fel egy folyamatos, zárt rendszerű gyártástípust, amely 6000 literes tartályban történik, egy termékre szakosodik és nagy tőkebefektetést igényel. A gyártási folyamat során a terméket homogenizálják és kevertetik. Megváltozott azonban az alapanyag minősége, ezáltal a korábbi 12 óra gyártási idő megnövekedett 24 órára.

**Beszélgétek meg, mit változtatnátok a termelésen!**

- Milyen költségek és hogyan növekednek?
- Hogyan tudnátok a költségeket stabilizálni vagy éppen csökkenteni?
- Szerintetek miért növekedett meg a termelési idő?



**MOST TE JÖSSZ!**



## ☉ A VEGYIPAR TERMÉSZETI, TÁRSADALMI ÉS GAZDASÁGI HATÁSAI

Az 1950-es 2000-es évek között a vegyi anyagok globális termelése több mint 50-szeresére növekedett, és ez a növekedés napjainkban is tart.

A technikai és társadalmi igényeknek köszönhetően a versenyképességhez ma már hozzátartozik az energiatakarékosság mellett a környezetvédelem is. Az 1950-es évektől **több olyan vegyipari anyagot alkalmaztak, amelyeknek káros hatása csak jóval később és sokszor globális problémaként jelentkezett.** Ilyen volt például az ólom-tetraetil, a diklór-difenil-triklóretán (DDT), a freonok használata vagy a PFA-k (perfluor-alkil és polifluor-alkil anyagok), vagyis az örök vegyi anyagok megjelenése.

A DDT-t elterjedt rovarölőszerként használták a II. világháború alatt; ezzel irtották a különböző betegségeket terjesztő szúnyogokat, tetveket és bolhákat. A rovarokat rövid idő alatt megölte, azonban kiderült, hogy a magasabb rendű élőlények szervezetében ez az anyag felhalmozódik.

Összefüggést mutattak ki a DDT felhalmozódása és a vetélés, a születési rendellenességek kialakulása között. Rájöttek, hogy a DDT megzavarja a hormonháztartást, ezáltal terméketlenség kialakulásához is vezet, illetve rákos megbetegedéseket is okozhat. A világon először 1968-ban, Magyarországon tiltották be a használatát.



TUJTAD?



MOST TE JÖSSZ!

Nézz utána, milyen indokkal használják a DDT-t még napjainkban is!

Rovarirtás DDT alapú szerrel

### AZ ÖRÖK VEGYI ANYAGOK

**Az örök vegyi anyagok mesterségesen előállított vegyi anyagok, amelyek természetes úton nem bomlanak le.** Felhalmozódnak a környezetben, illetve az emberi és állati szervezetben. Nagy az ellenállóságuk, mivel szén-fluor kötést tartalmaznak, amely az egyik legerősebb kötés a szerves kémiában.

A nem megfelelően kezelt és felhasznált vegyi anyagok egészségkárosodást okozhatnak, például szív- és érrendszeri, légzőszervi megbetegedéseket, allergiát és rákot. Felhalmozódásuk hatással van a teljes ökoszisztémára, termőföldekre, vadon élő állatokra. Sajnos a korábban veszélytelennek hitt anyagokról is kiderülhet, hogy károsak az egészségre vagy a környezetre.

A vegyi anyagok tesztelése hosszú folyamat, és nem mindig teljeskörű; az expozíciós forgatókönyv még nem terjed ki minden vegyi anyagra, ezen kívül hiányosak a kutatások a különböző keverékek környezeti hatására vonatkozóan. További problémát jelent, hogy bizonyos szennyező anyagokra a gyerekek és a krónikus betegek érzékenyebben reagálnak.

Az **expozíciós forgatókönyv** egy olyan kémiai biztonsági dokumentum, amely leírja, hogy az adott veszélyesnek minősített anyagot hogyan gyártják és használják fel az életciklusa során. Tartalmazza, hogy az anyag gyártója, importőre vagy felhasználója milyen módszerekkel előzi meg és csökkenti az emberekre és a környezetre gyakorolt hatást.

Az exposíciós forgatókönyvnek tartalmaznia kell a megfelelő kockázatértékelési intézkedéseket és működési feltételeket, amelyeket ha megfelelően alkalmaznak, biztosítják, hogy az anyag használatából fakadó kockázatok ellenőrizhetővé váljanak.



A Balti-tengerbe ömlő iszapszennyezés



TUJTAD?

Az Európai Unió belülről a 2007. június 1-én életbe lépő **REACH**-rendelet foglalkozik a vegyi anyagok szabályozásával. A szabályozás **alapelve**, hogy nemcsak az anyagokról összegyűjtendő adatok dokumentálásáért, hanem az azok használatából, továbbadásából adódó kockázatok becsléséért is a gyártó a felelős, sőt a feladatok egy része, így a felelősség is, kiterjed az egész szállítói láncra. Minden olyan gyártó regisztrációköteles, aki évi egy tonna anyagot gyárt vagy forgalmaz a rendelet hatálya alá tartozó anyagokból. A regisztráció elmulasztása a piacról történő automatikus kizárást eredményezi.

Az egészségvédelmet helyezi előtérbe a **humán biomonitoring** kezdeményezés (**HBM4EU**), amely a szervezetben jelen lévő kémiai anyagok mennyiségét határozza meg közvetlen módszerekkel: általában vizelet- és vizevizsgálattal. A vizsgálat segít a regionális gócpontok felfedezésében, valamint különböző társadalmi rétegek veszélyeztetettségének a felismerésében.



FONTOS!

### Társadalmi felelősségvállalás a fenntarthatóságért

A multinacionális vállalatoknál az utóbbi időben egyre fontosabbá vált a CSR (Corporate Social Responsibility), melynek jelentése: vállalati társadalmi felelősségvállalás. A vállalatok érdekelték abban, hogy jó kapcsolatuk legyen a helyi közösségekkel és a munkavállalókkal, melynek része például a környezeti oktatás vagy az esélyegyenlőség megteremtése. A vállalatoknak különböző nonprofit cégek is segítséget nyújtanak a fontos célok elérése érdekében.



A vállalatok által leggyakrabban kitűzött célok: a környezetterhelés csökkentése, a helyi közösségi ügyek, közintézmények tárgyi és pénzügyi támogatása, az egészséges munkakörnyezet kialakítása, az egészségügyi szűrőprogramok felkarolása, valamint a környezet- és állatvédelem.



Mára sokat változtak a társadalmi igények: előtérbe került a környezettudatosság, a környezeti terhelés csökkentése a termékek vagy csomagolások újrahasznosításával. Egyre nagyobb az igény a biológiailag lebomló termékek és vegyi anyagok iránt is.

#### Legyél környezettudatos vegyi anyag-vásárló és fogyasztó!

- Add le a lejárt gyógyszeredet a gyógyszertárakban! Kötelesek átvenni még akkor is, ha nem helyeztek ki gyűjtődobozt.
- Használj minél kevesebb csomagolóanyagot, nejlonzacskót, hogy ne terheld a környezetet hulladékkal! Használj saját bevásárlózsákot!
- Gyűjtsd szelektíven a hulladékot!
- Részesítsd előnyben az alacsony energiafelhasználású gépeket, háztartási eszközöket!
- Részesítsd előnyben a fa alapanyagú termékeket a műanyagokkal szemben!
- Keresd a környezetbarát tisztítószereseket!
- Ne dobd ki a használt elemet vagy akkumulátort, hanem add le gyűjtőpontra!



**MOST TE JÖSSZ!**

#### Alkossatok 4-5 fős csoportokat!

1. Mutassatok be általatok kiválasztott perfluor-alkil (PFA) mesterségesen előállított vegyi anyagokat, és ismerjétek azok felhasználási módjait!
2. Nézzetek utána, hogy az általatok kiválasztott anyagoknak milyen hatása van a környezetre és az egészségre!
3. Gondoljátok át, hogyan lehetne helyettesíteni őket!
4. Nézzetek utána, milyen vegyi anyagokat használtak fel az utóbbi évtizedekben globálisan vagy regionálisan, amelyekről csak később derült ki, hogy káros hatással rendelkeznek! Milyen következménnyel járt az anyagok használata a környezetre és az egészségre?



**MOST TE JÖSSZ!**

## A ZÖLD KÉMIA SZEREPE A VEGYIPARBAN

*„A bolygónk az otthonunk, az egyetlen otthonunk. Mégis hová akarunk menni, ha ezt tönkretesszük?” Tendzin Gjaco, a tizennegyedik dalai láma*

A kémiai eljárások hatékonyságát korábban elsősorban a hozam mennyisége jellemezte, mára azonban már tudjuk, hogy olyan kémiai eljárásokra van szükség, amelyek a megfelelő hozam elérése mellett a környezetet is óvják. A fenntarthatóság megvalósítása érdekében a megelőzési stratégia vált általánossá, amely szerint el kell kerülni a károsanyag-kibocsátást, hogy csökkentsük a környezeti terhelést.

**A zöld kémia célja, hogy a termékek teljes élettartama során a lehető legkisebb legyen a környezetre gyakorolt hatásuk.** Törekszik arra, hogy a veszélyes anyagokat veszélytelenekkel helyettesítse, és környezetbarát termelési folyamatot, termékeket hozzon létre.



A kutatók vizsgálatokat végeznek a bolygó állapotának meghatározásához



**Zöld kémia:** „A kémiai termékek tervezésére, termelésére és felhasználására irányuló egységes elvek összessége, melyek eredményeként csökken vagy megszűnik a környezetre veszélyes anyagok előállítása és felhasználása. Már a kutatás és fejlesztés szakaszában figyelembe veszik a termék által kifejtett környezeti hatásokat.”

A zöld kémia 12 pontját Anastas és Warner foglalta össze 1998-ban megjelent „Green Chemistry: Theory and Practice” című könyvében. A pontok további bővítésének köszönhetően sokszor olvasható már 24 vagy akár még több pont is.



#### A ZÖLD KÉMIA 12 ALAPELVE

1. Jobb megelőzni a hulladék keletkezését, mint a keletkezése után kezelni azt.
2. A szintézisek tervezésénél törekedni kell a kiindulási anyagok maximális felhasználására.
3. Lehetőség szerint már a szintéziseknél olyan reakciókat célszerű választani, melyekben az alkalmazott és a keletkező anyagok nem mérgező hatásúak, illetve a természetes környezetre nem ártalmasak.
4. A kémiai termékek tervezésénél törekedni kell rá, hogy a termékkel szembeni elvárások teljesítése mellett mérgező hatások minél kisebb mértékű legyen.
5. A segédanyagok (oldószer, elválasztást elősegítő reagensek stb.) használatát minimalizálni kell, s ha ezek elkerülhetetlenek, akkor válasszunk zöld megoldásokat!
6. Törekedni kell az energia felhasználásának csökkentésére (atmoszférikus nyomás és szobahőmérséklet)!
7. A vegyipari alapanyagokat megújuló nyersanyagokból válasszuk!
8. A felesleges származékképzést kerülni kell!
9. Reagensek helyett szelektív katalizátorok alkalmazását kell előtérbe helyezni!
10. A kémiai termékeket úgy kell megtervezni, hogy használatuk végeztével ne maradjanak a környezetben, és bomlásuk kizárólag környezetre ártalmatlan termékek képződéséhez vezessen.
11. Új és érzékeny analitikai módszereket kell használni a vegyipari folyamatok ellenőrzésére, hogy a veszélyes anyagok képződését időben észleljük.
12. A vegyipari folyamatokban olyan anyagokat kell használni, amelyek csökkentik a vegyipari balesetek (kémiai anyagok kibocsátása, robbanás, tűz) valószínűségét.



TUJTAD?

Az Európai Unió a 2020-ban meghirdetett Green Deal (zöld megállapodás) részeként a zöld kémia alapjait felhasználva meghirdette a Safe and Sustainable by Design (A tervezéstől fogva biztonságos és fenntartható) programját. Ez a program támogatja azoknak az új vegyi anyagoknak a fejlesztését, amelyek megfelelnek a fenntarthatóság és a biztonságosság feltételeinek.

## A BESZERZÉSTŐL A HULLADÉKKEZELÉSIG

A zöld kémia a 12 alapelv együttes alkalmazását jelenti.

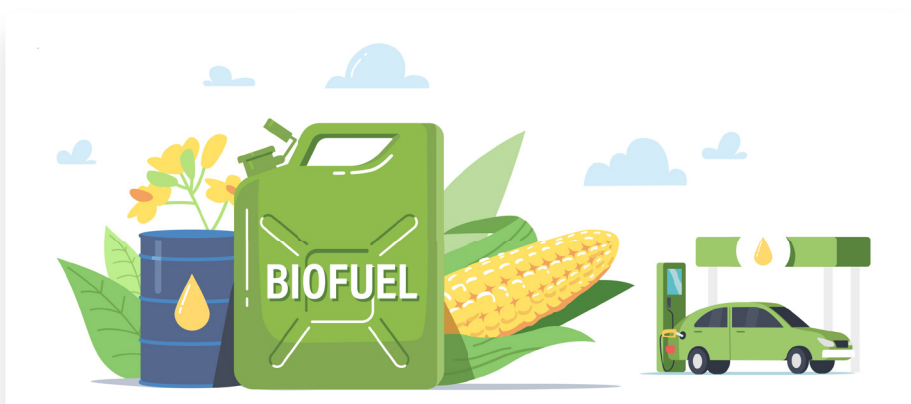
### Beszerezés



*Biogázt és etanolt erjesztő üzem*

*Az üzem elsősorban mezőgazdasági termékeket használ fel, például kukoricaszárat és zöldségeket.*

A vegyipari termékek gyártása a tervezésnél kezdődik; ekkor választják ki az alapanyagokat, és ekkor dől el, hogy a gyártás mennyire lesz veszélyes. Az alapanyag kiválasztása során a **könnyen beszerezhető és megújuló alapanyagok** használata az ideális, amennyiben van rá lehetőség. Ezek általában növényi eredetűek, mint a cellulóz, a hemicellulóz vagy a kitin.



*Bioüzemanyag alapanyagai*

### A melléktermékek felhasználása

A kémia szintézisek során nemcsak a céltermék jöhet létre, hanem valamilyen **melléktermék** is, amelynek a továbbiakban három fő felhasználása lehet.

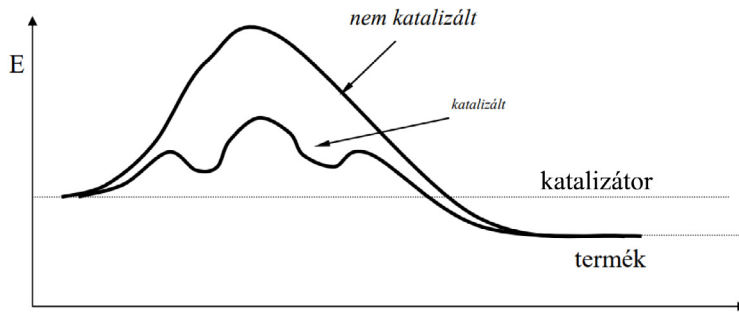
1. Az egyik lehetőség, hogy a mellékterméket a **gyártás folyamán ismét fel tudjuk használni**, például tisztítás után vissza tudjuk vezetni a rendszerbe a korábban felhasznált oldószert. Ez az eljárás mindenféleképpen energiabefektetéssel jár a gyártó részéről, azonban olcsóbb megoldás, mintha veszélyes hulladékként kell kezelnie a mellékterméket.
2. A második lehetőség a **létrejött melléktermék értékesítése**, esetleg további felhasználása más gyártási folyamathoz.
3. A harmadik lehetőség, hogy a létrejött mellékterméket a gyártó **hulladékként** kezeli, viszont ebben az esetben további költséget jelent a tárolás, a szállítás és a megsemmisítés.

Az **ideális szintézis tehát a szinte 100% hozamú, amely** ettől függetlenül még lehet veszteséges, ha nagy a gyártás energiaigénye vagy éppen túl sok melléktermék keletkezik. Viszonylag magas hozam érhető el például észterezés vagy sóképzés során.

## Energiafelhasználás

A termelés során az energia felhasználása jelentős környezeti terhelést jelent, ráadásul a megnövekedett energiaárak miatt csak az a termék versenyképes, melynek gyártása során **kevesebb energiát** használnak fel, ezáltal pedig az eladási árát kevésbé érinti a megnövekedett energiaár.

A vegyipar sok esetben használ valamilyen katalizátort vagy segédanyagot, amely gyorsítja a szintézis lezajlását, ezáltal csökkenti az energiateljesítményt.



A katalizátor csökkenti a gyártáshoz szükséges energiát

A fejlesztések során gazdasági szempontokat is figyelembe vesznek a gyártók, mint

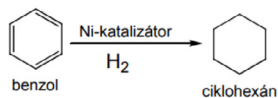
- a nyersanyag ára,
- a reakcióidő,
- az átalakulási sebesség,
- az energiabefektetés.

A fenti gazdasági szempontok mellett kell megtalálni a módot a környezetterhelés csökkentésére, és a környezetbarát termékek fejlesztésére.

Egyre inkább elvárás a **környezeti lábnyom** meghatározása is, amely azt mutatja meg, hogy a termék teljes életciklusa során (a nyersanyag kinyerésétől a gyártáson és a felhasználáson át a hulladékká válásig) mekkora hatással van a környezetre.

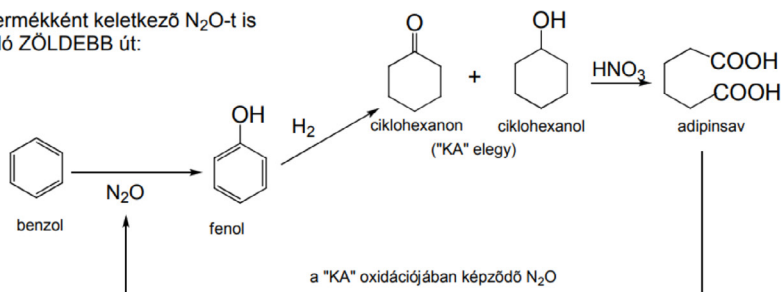
Benzol alapú adipinsav gyártásának hagyományos és zöldebb módja

Ciklohexanon keresztül vezető HAGYOMÁNYOS út:



150°C  
10 atm O<sub>2</sub>

A melléktermékként keletkező N<sub>2</sub>O-t is felhasználó ZÖLDEBB út:





**TUJTAD?**

**Környezetbarát** az termék tekintetében, melynek a teljes életciklusában nincs, vagy csak minimális környezetkárosító hatása van. Életútja végén újrafelhasználható, vagy hulladékként rövid idő alatt a környezetre ártalmatlan anyaggá bomlik le.

Benzol alapú adipinsav gyártásának hagyományos és zöldebb módja



## Oldószerek, alternatív anyagok felhasználása

Az oldószerek a kémiai reakciók elválaszthatatlan részei. Megkönnyítik az oldást és a kevertetést, ezáltal viszont nagy mennyiségben juthatnak a levegőbe, így fontos a kiiktatásuk, vagy helyettesítésük környezetkímélő anyagokkal.

Viselkedhet egyfajta „belső oldószerként a reakcióelegy egyik eleme is, ha folyékony. A gyártási folyamat során pedig a reakcióelegy állapota folyamatosan változik a reakcióterben.”

- A legkönnyebben elérhető és legnagyobb mennyiségben előforduló alternatív oldószer a **víz**. Színtelen, szagtalan, nagy mennyiségben előfordul a Földön, nem toxikus és nem illékony oldószer.
- Az **ionos folyadékok** jól alkalmazhatóak oldószerként, mert kicsi a gőznyomásuk, kémiai és fizikai tulajdonságaik könnyen szabályozhatók és nem gyúlékonyak. Laboratóriumi körülmények között elterjedtebb a használatuk, mint az iparban.
- Élelmiszeriparban, takarmányok előállításához, illetve a kozmetikai iparban is gyakran használják a **szerves karbonátokat**, mint például a dimetil- vagy dietil-karbonátot.
- Könnyen elérhető biológiailag lebomló oldószer a glicerin.
- A **fluoros oldószerek** extrém apoláris környezetet biztosítanak. Legkönnyebben két-fázisos oldatot hoznak létre, mivel szobahőmérsékleten nehezen elegyednek. Ide tartoznak a **szuperkritikus folyadékok**. Az élelmiszeripar, illetve a gyógyszer- és biotechnológiai piac gyakran használja a szuperkritikus szén-dioxidot, mivel nem szennyezi a terméket, olcsó és könnyen beszerezhető oldószer. A szuperkritikus folyadék olyan anyag, amelynél a nyomás és a hőmérséklet emelésével a folyadék és gáz állapot közötti különbség megszűnik.



## Ipari hulladékok kezelése

A gyártással együtt jár a hulladék keletkezése. Korábban, a természetes anyagok használata során nem keletkezett olyan hulladék, amely nem bomlott le a természetes körforgás során. A szintetikus alapanyagok (például a PVC) viszont nem bomlanak le természetes módon.

A hulladékok nagy része nem kerül vissza másodlagos felhasználásra a termelésbe, azonban sajnos ezek lebomlása sem történik meg a természetes körfolyamatokban.

*Termék szétválasztása az oldószertől választótölcsérben*

## Újrahasználat vagy újrahasznosítás

A nem lebomló anyagok további sorsáról is dönteni kell: újrahasználhatjuk vagy újrahasznosíthatjuk őket. A kettő közötti jelentős különbség, hogy

- az **újrahasználat** során ugyanaz a tárgy marad, ami korábban volt, csak a használója vagy a használati célja változik meg.
- Az **újrahasznosítás** során azonban ismét nyersanyaggá válik, ezért gyakran energiaigényes és költséges folyamat, mivel nagy utat tesz meg a termék az ismételt felhasználásig. A legjobban hasznosítható műanyag a PET palack. Általánosan elmondható azonban, hogy minden újrahasznosítás során romlik az anyag minősége, ezért 2-3 alkalom után már nem is hasznosítható újra.

## Szemét vagy hulladék?

A hulladékok **szelektíven gyűjtve** és anyagfajtként külön kezelve másodlagos nyersanyagként újrahasznosíthatók (például műanyag palack, sörösdoboz, papírhulladék). A szemét és a hulladék közötti különbség az, hogy a szemetet már nem tudjuk másodlagos nyersanyagként felhasználni, míg a hulladékot igen.

1. ábra: Települési hulladék mennyisége, gyűjtési és kezelési módja Magyarországon, 2021 (ezer tonna)



*Települési hulladék mennyisége, gyűjtése és kezelési módja Magyarországon, 2021 (ezer tonna)*

A termelés során, ha az egészségre és környezetre ártalmas anyagokkal dolgozik a vegyi üzem, az ott keletkezett hulladékot veszélyes hulladékként kell kezelni.

Veszélyes az a hulladék, amely maga vagy bármely bomlásterméke az emberi életre, az egészségre, illetve az élővilágra közvetlenül vagy közvetve, azonnal vagy késleltetve károsító hatást fejthet ki.



*Veszélyes hulladékot jelölő szimbólumok*



**FONTOS!**

• A veszélyes hulladék rendelkezik legalább egy veszélyességi jellemzővel a 2012. évi CLXXXV. számú, a hulladékról szóló törvény szerint. A veszélyességi jellemző HP1-HP15 kategóriáig terjed, például tűzveszélyes, oxidáló, rákkeltő vagy reprodukciót károsító hatású.

• Tilos a veszélyes hulladékot más hulladékkal vagy anyaggal összekeverni (a környezetvédelmi hatóság engedélye nélkül).



**TUDDAD?**

## A veszélyes hulladék útja a termeléstől a hulladékmegsemmisítőig

A veszélyes hulladék kezelése szigorú szabályokhoz kötött.

A veszélyes hulladékot eredményező tevékenységről a termelőnek anyagmérleget kell készítenie. A gyárakban meghatározott típusú csomagolóanyagokban kell elhelyezni a veszélyes hulladékot, amelyet az előírásnak megfelelő címkékkel és tömegmegjelöléssel kell ellátni.

A hulladékszállítás nemcsak zsákokban (majd konténerben), hanem speciális tároló edényekben is történhet. Folyékony anyagok esetén például olyan speciális tartályokban (IBC konténer) vagy tartálykocsival történik a szállítás, melyek az ADR (a francia „Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route” kifejezés rövidítése, magyarul: Veszélyes áruk nemzetközi közúti szállításáról szóló európai megállapodás) szabályzatának megfelelőek.



- Az ADR veszélyesség szerint 9 osztályt különböztet meg.
- A gépkocsivezetőnek külön ADR-vizsgát szükséges tennie a munka elvégzéséhez.
- A közúti szállítás során fel kell tüntetni a veszélyes anyagok szállítását az úgynevezett bárcával a tartálykocsin, a szükséges iratok kitöltése mellett.
- A szállítás során bekövetkezett balesetért, szennyeződésért a szállító cég felelős.
- A hulladékhierarchia szerint a hulladék csak akkor égethető el, ha ez biztosítja a legkisebb környezetterhelést. A hasznosításra kiválogatott hulladékot az átvétel időpontjától számítva 1 éven belül újból fel kell használni, és nem hígítható más hulladékkal, hogy átlépje a nem veszélyes szintet.

*A veszélyes anyagok közötti szállítást az ADR szabályozza.*

*Vegyí anyag tárolása IBC konténerben és hordóban a szükséges bárcával ellátva*

1. Olvasd el a leírást, nézd meg az ábrát, majd fogalmazd meg, hogy mit jelent a hulladékhierarchia és hulladékpiramis!
2. Mit gondolsz, mi a jelentősége ennek a csoportosításnak?



**MOST TE JÖSSZ!**

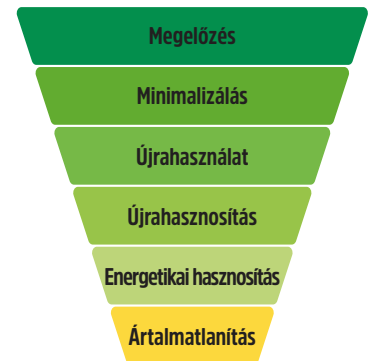


## Hulladékhierarchia

A hulladékhierarchia a feldolgozás során érvényes sorrendet mutatja be, amely a hatályos jogszabályok alapján alakult ki.

1. A hulladékkezelésnél a legfontosabb lépés a megelőzés, amelyet a termék ismételt felhasználásával, élettartamának növelésével érhetünk el.
2. A cél, hogy a keletkezett hulladék a lehető legkisebb környezetterhelést okozza.
3. Az újrahasználat során a már hulladékká vált terméket, alkatrészt előkészítik az ismételt (változatlan formában történő) használatra.
4. Újrahasznosítás során a hulladékot nyersanyagként használják fel, és alakítják át eredeti használati céljára vagy egyéb célokra. Idetartozik a biológiai eredetű szerves anyagok feldolgozása (például a komposztálás) is.
5. Az energetikai hasznosítás esetében a hulladékot energiává alakítjuk (például elégetjük), ezáltal hasznos célt szolgál, például fosszilis tüzelőanyagot helyettesít.
6. Ártalmatlanítás során a hulladékot nem hasznosítjuk, ezáltal nem csökkentjük a mennyiségét sem, így ez az eljárás a legmegterhelőbb a környezetre. Ártalmatlanítást jelent például a hulladéklerakóban való tárolás is.

## Hulladékhierarchia



1. Beszéljétek meg, milyen anyagokat lehet újrahasznosítani!
2. Milyen újrahasznosított termékekkel találkoztok a boltokban?
3. Vitassátok meg, milyen veszélye van annak, ha egy üzem nem tartja be a környezetvédelmi előírásokat, például nem használ csővégi megoldásokat a környezeti terhelés csökkentésére! Milyen hatással van ez a közvetlen környezetre?

#### 4. Lakossági fórum

Játsszátok el a jelenetet, keressetek érveket egyik vagy másik álláspontra! Vállalja valaki a moderátor szerepét!

A téma:

**A lakóhelyetek közelébe egy veszélyes anyagokat felhasználó gyár települt** (a gyár típusát ti találjátok ki). A lakosok között hatalmas vita alakul ki, mert néhányan örülnek a gyár megtelepedésének, és a fejlődési lehetőséget látják benne, míg mások figyelembe veszik a környezeti terhelést, amelyet a gyár okoz, mivel az a település közvetlen közelében helyezkedik el, a termőföldek mellett.



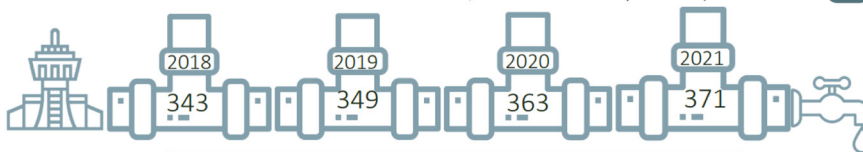
**MOST TE JÖSSZ!**

## A szennyvíz kezelése

- A szennyvíz **keletkezése szerint** lehet
  - ipari,
  - kommunális vagy
  - mezőgazdasági tevékenységből származó.
- A **szennyvízben található szennyeződés** a komponensek szerint lehet
  - oldott,
  - külön fázist alkotó,
  - szerves (pl.: olajszármazékok, mosószerek) vagy
  - szervesetlen (pl.: nehézfémek, savak) vegyület.
- A **szennyeződés során** a víz biológia folyamatai megváltoznak; a benne lévő biológiai aktivitás és a fogyaszthatósága egyaránt csökken vagy akár teljesen megszűnik. A **szennyvízkezelés** során ezt a folyamatot fordítjuk meg. A szennyvíz legnagyobb részét a háztartások, az ipar és a mezőgazdaság adja, ennek megfelelően a szerves anyagok jelenléte fordul elő legnagyobb mennyiségben.
- A **víz tisztítás célja**, hogy a természetes vizek öntisztító ereje képes legyen a kibocsátott, tisztított szennyvízben lévő további szennyeződések lebontani. A nem megfelelő vagy elmaradt tisztítás jelentős károsodást okoz az élővilágban. A magas nitrogénkibocsátás például eutrofizációt okoz, a vízbe kerülő nagy mennyiségű szerves anyag megváltoztatja az oxigénháztartást, ezáltal fertőzést idézhet elő, a kibocsátott nehézfémek pedig toxikusan hatnak az élővilágra.

HÁZTARTÁSOK RÉSZÉRE SZOLGÁLTATOTT VÍZMENNYISÉG, MAGYARORSZÁG (millió m<sup>3</sup>)

6



2021-ben az összes szolgáltatott vízmennyiség 479 millió m<sup>3</sup> volt, melyből 371 millió m<sup>3</sup> a háztartások részére történt.

Háztartások részére szolgáltatott vízmennyiség (millió m<sup>3</sup>)

## A szennyvíztisztítás folyamata

### Mechanikai tisztítás

A nagyobb méretű szerves anyagok eltávolítására alkalmas. A **rács** a szűrhető szennyeződések leválasztását végzi el (a hulladékot általában konténerben gyűjtik), a **homokfogó** célja pedig a könnyen ülepedő homok elválasztása a lebegő szerves anyagtól.

A következő fázisban választják el az olaj- és zsírszennyeződések (kihasználva a sűrűségi különbségeket), majd az üleptők használata következik, melyek segítségével szétválasztják a kisméretű részecskék szuszpenzióját.



A derített tiszta víz a felső peremen folyik át





### **Biológiai szennyvíztisztítás**

A szennyvízben oldott és kolloid állapotban is megtalálhatók a szerves anyagok, ezek lebontása aerob és anaerob körülmények között történik baktériumok segítségével. A lebontott anyagok egy része az átalakulás következtében ülepszik le, illetve gáz állapotban távozik a szennyvízből.

*Szennyvíztisztító telep*



*Eleveniszapos medence. Oxigén bevitel segítségével kiüledik a szennyvízből a biomassa*



*Biológiai szennyvíztisztítás*



### Kémiai tisztítás

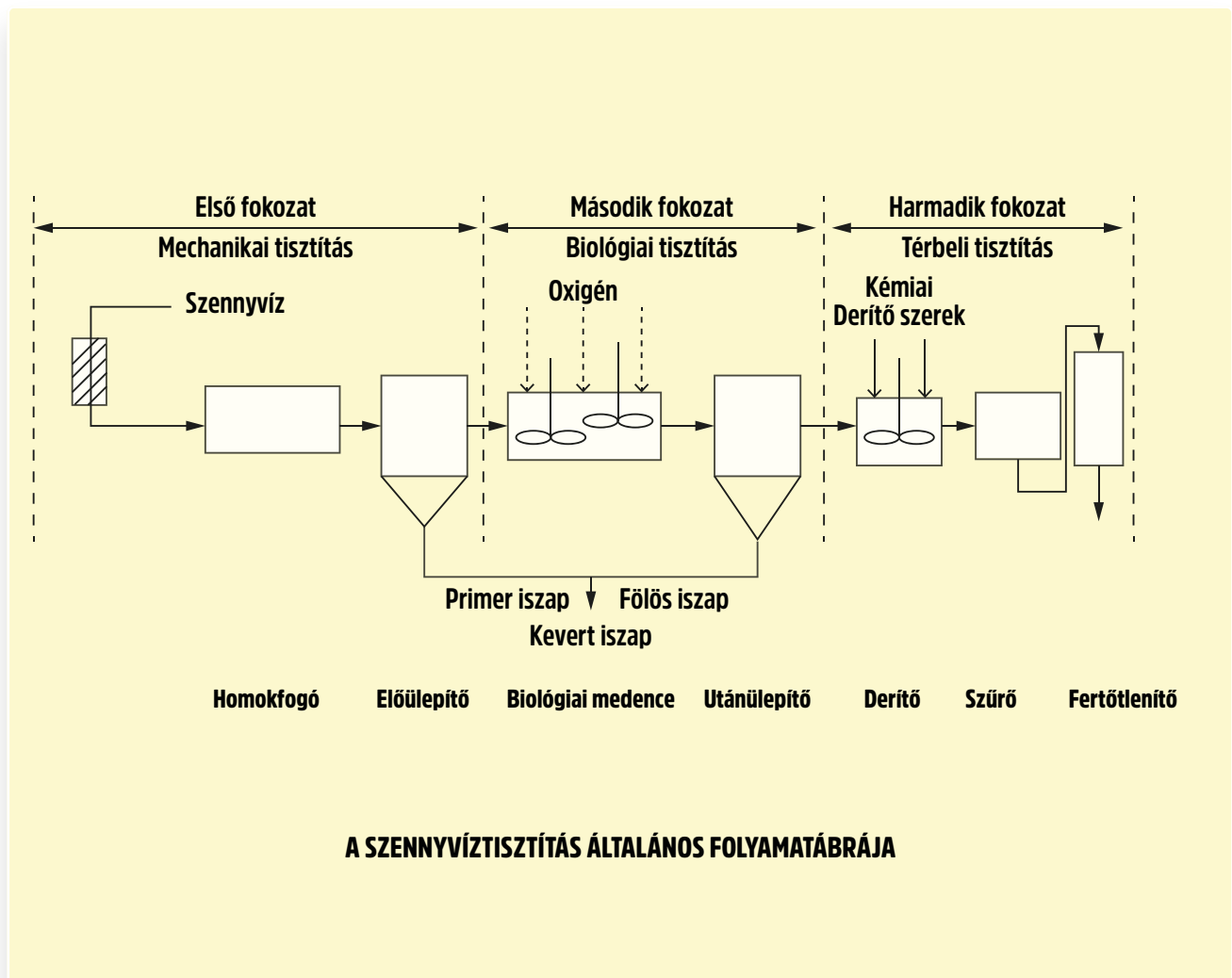
Kémiai anyagok hozzáadásával idézik elő a lebegő szennyeződések ülepedését, a tápanyagok eltávolítását (nitrogén, foszfor), az oldott szennyeződések semlegesítését, valamint a kórokozók elpusztítását. A vízben előforduló mikroszennyeződések például aktív szénrel megköthetők, a nitrát, nitrit és foszfor tartalmú vegyületek sóit pedig desztillációval, ioncseréléssel lehet eltávolítani.

A tisztított vizet csak a jogszabályban előírt paraméterek beállítása után lehet visszaengedni a természetes vizekbe. A keletkező szennyvíziszapot a mezőgazdaságban talajjavító anyagként tudják újrahasznosítani, valamint biogáz is kinyerhető belőle, amely alkalmas villamosenergia-termelésre.



**TUJTAD?**

Az ipari szennyvíz tisztítása a fentebb felsorolt eljárások mellett egyéb kiegészítő tevékenységeket is igényel attól függően, hogy milyen szerves és szervesetlen szennyeződések tartalmaz. A szennyvíz tulajdonságai és keletkezése alapján alkalmazzák a különböző kezelési technológiákat, mint a kristályosítás, oxidáció, extrakció, bepárlás vagy a szükséges anyagok kicsapása.



Készítetek kiselőadást a Magyarországon történt legjelentősebb vízszennyezésekről! Térjete ki a szennyezés okára és következményére is!



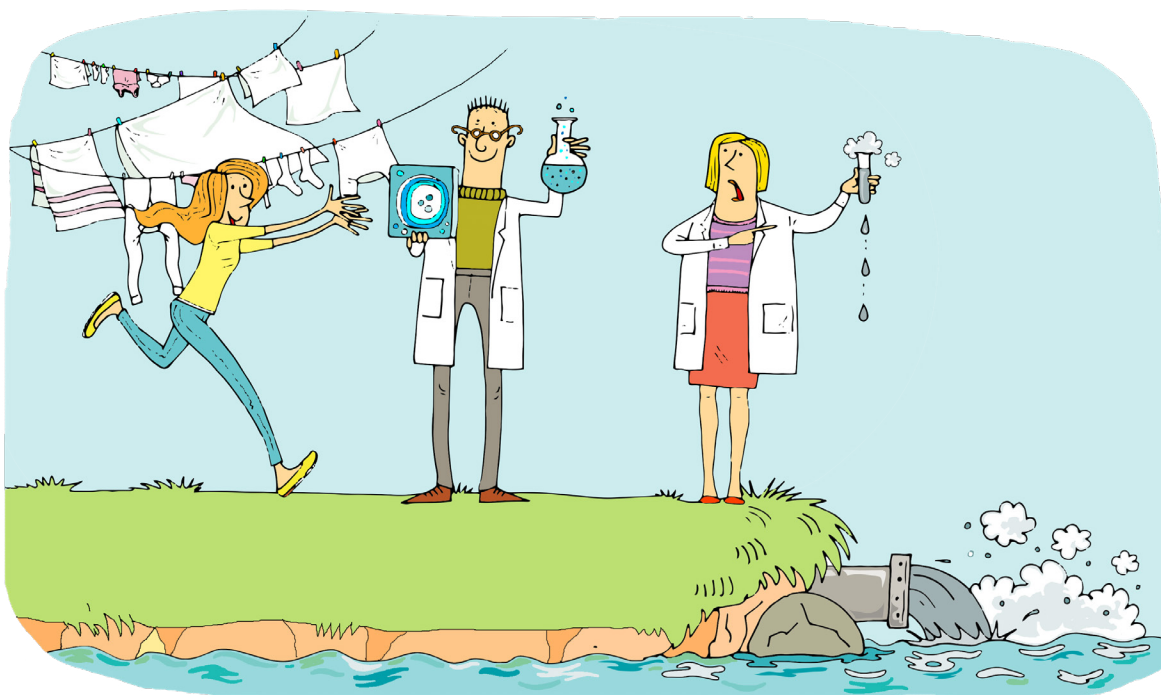
**MOST TE JÖSSZ!**

## ➤ AZ IPARI TELEPEK ENERGIAFELHASZNÁLÁSA ÉS A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK HASZNÁLATA

A népességnövekedéssel párhuzamosan növekszik az energiafelhasználás mértéke. Az energia megtermelése és felhasználása azonban nem egyenletes a Földön. Hosszú távon a fosszilis energiahordozók nem elegendők az emberiség energiaigényének a kielégítésére, ezért törekednünk kell a megújuló energiaforrások és a már meglévő energiaforrásaink hatékony és takarékos felhasználására.

**Megújulónak az az energiaforrás tekinthető,** amely a természeti folyamatok során folyamatosan rendelkezésre áll vagy újratermelődik (napenergia, szélenergia, vízenergia, geotermikus energia, biomassza, bioüzemanyagok). A megújuló energiaforrások használatával csökken az üvegházhatást okozó gázok kibocsátása, valamint a fosszilis tüzelőanyagok felhasználása.

*Fő a tisztaság!*



Az energiaszektor a felelős a szén-dioxid-kibocsátás  $\frac{3}{4}$  részéért, ami tartalmazza az ipar energiafelhasználását és a háztartások fűtését is. A megnövekedett szén-dioxid-kibocsátás hozzájárul a Föld hőháztartásának megváltozásához, melynek következménye a globális klímaváltozás.



**TUJTAD?**

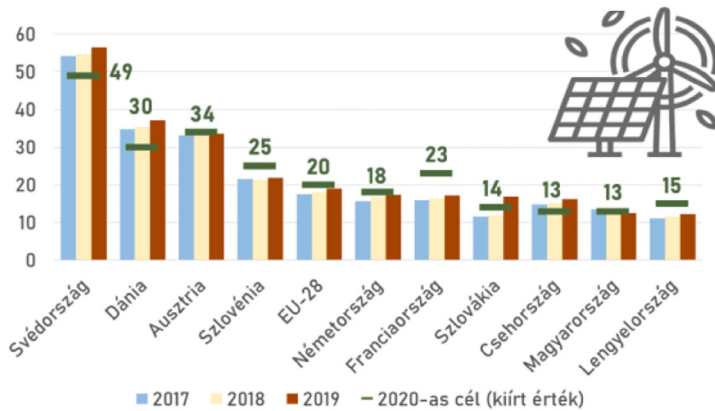
Az Európai Unió általános célkitűzése a Fit for 55 csomagban foglaltak szerint, hogy 2030-ra 55%-kal csökkentse a nettó üvegházhatásúgáz-kibocsátását az 1990-es értékhez képest. A csomag része továbbá az is, hogy az energiafogyasztás legalább 32%-át megújuló energiaforrásokból biztosítsa, valamint 14%-ra növelje a közlekedési üzemanyag megújuló forrásokból való kinyerését.

További javaslat, hogy a 32%-os célt inkább 45%-ra emeljék fel annak érdekében, hogy csökkentsék az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását, valamint hogy függetlenedjen a fosszilis energiaforrásoktól Európa. Az éghajlatvédelmi törekvések mellett jelentős szempont az új munkahelyek teremtése is.



**FONTOS!**

1. ábra: Megújuló energiaforrásokból származó energia aránya egyes országokban (százalék)



Megújuló energiaforrásokból származó energia aránya egyes országokban (százalék)

A Nap hatalmas mennyiségű energiát termel, amely azonban teljes egészében nem éri el a Földet. A napenergia kb. 30%-a az űrben visszatükröződik, az energia többi része pedig szétoszlik a földfelszín és az óceánok között. A felhőzet kb. 20%-kal csökkenti a besugárzás mértékét a földfelszínre.



TUDTAD?

### Napenergia

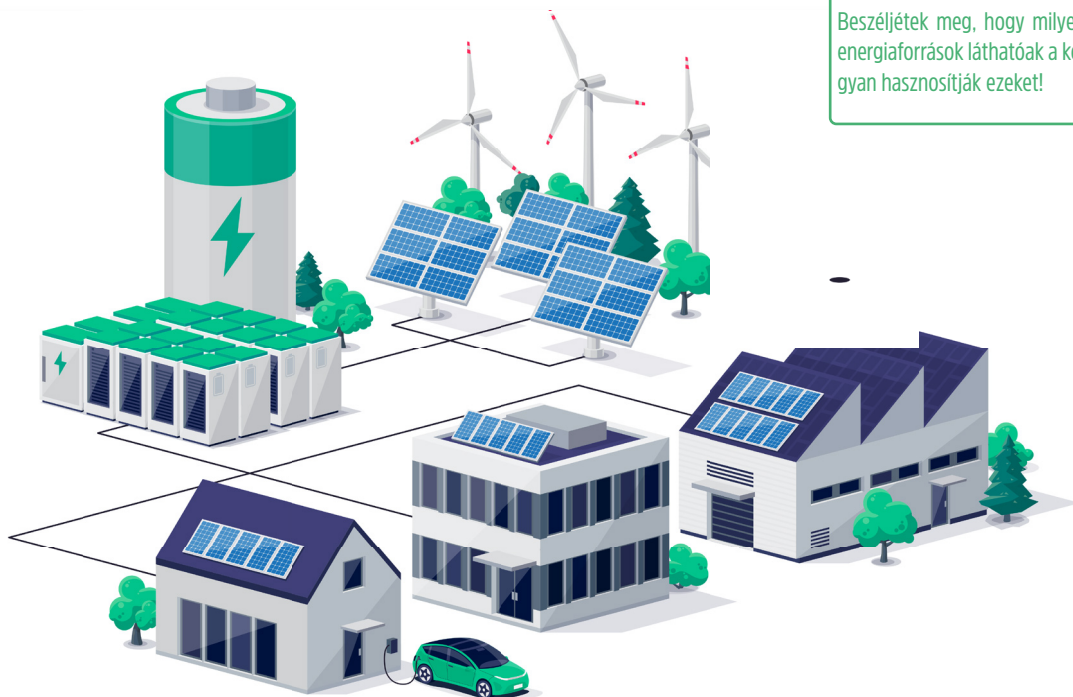
A **napenergia passzív használata** nem igényel külön berendezést. Az épületek maguk is képesek a napenergiát kihasználni, ezért fontos az épület tájolása (például délre néző ablakok), a felhasznált anyagok minősége és a szigetelés.

A **napenergia aktív használata** külön gépészeti berendezést igényel; drágább a kialakítása, viszont hatékonyabb az energiafelhasználása. Típusai a napelem, amely elektromos áramot állít elő és elterjedtebb a használata, valamint a napkollektor, amely folyadékot melegít fel, ezáltal a megtermelt energia a fűtésre vagy tisztálkodásra szolgáló melegvíz előállítására használható fel.



MOST TE JÖSSZ!

Beszélgétek meg, hogy milyen megújuló energiaforrások láthatóak a képen, és hogyan hasznosítják ezeket!



Megújuló energiaforrások



### Geotermikus energia

A geotermikus energia a Föld által termelt belső hő. Felhasználhatjuk elektromos áram termelésére, épületek hűtésére és fűtésére, valamint kiemelhetjük a termálvizet további célokra. A mezőgazdaság például üvegházak fűtésére alkalmazza, az ipar ugyancsak jellemzően fűtésre használja fel, de a lehűlt termálvizet például mosási folyamatokhoz is hasznosíthatják.



Geotermikus erőmű Új-Zélandon

Magyarország egyetlen geotermikus erőműve 2017-ben Turán épült meg; hő- és elektromos áram termelésére is alkalmas. Magyarország szerencsés helyzetben van a geotermikus energia mennyiségének terén, mivel a Kárpát-medencében az európai átlagnál nagyobb mennyiségben áll rendelkezésre.

Európa legnagyobb banánültetvénye Izlandon található. Izland az 1970-es években még importálta a fosszilis energiahordozókból származó energiát, mára azonban az áram 99,8%-át megújuló energiaforrásból állítják elő. Az épületek több mint 89%-át geotermikus energiával fűtik, így lehetséges, hogy banánt természetesen egy olyan országban ahol az éves átlaghőmérséklet 5°C alatt van.



TUJTAD?

### Vízenergia

A víz mozgási energiáját hasznosítjuk elektromos energia formájában. Mivel Magyarországon kevés a nagy esésű folyók száma, csak a Tiszán, a Rábán és a Hernádon működnek vízerőművek. Előnyük, hogy kiszámítható, tervezhető mennyiségű energiát termelnek, és a leggyorsabban kapcsolhatók hozzá az ipari hálózathoz. A víz mozgási energiájának további felhasználása a vízkerék, vízmalom, vízi turbina és az árapály erőmű.

A legelső árapály erőművet 1966-ban helyezték üzembe Franciaországban, és jelenleg a második legnagyobb a Földön. Az erőmű része egy 145,1 méter hosszú gát, amelyhez 22 km<sup>2</sup>-es medence tartozik. Az áramot 24 forgató turbina biztosítja. Évente körülbelül 130 000 háztartást lát el árammal.



A Rance folyón üzemeltetett árapály erőmű turbinái örvényeket hoznak létre



TUJTAD?

## Biomassza

Energetikai céllal hasznosított szerves anyagok, amelyek lehetnek erre a célra természetesen növények, mezőgazdasági hulladékok, állati eredetű melléktermékek stb. A biomassza energetikai szempontból semleges, ami azt jelenti, hogy annyi CO<sub>2</sub> kerül a légkörbe az elégetése során, amennyit a fotoszintézise alatt felhasznált a növény.

A biomasszát erőművekben elégetve hő- és villamos energiát kapunk. Ha anaerob környezetben erjesztjük, akkor biogázt nyerhetünk ki, amelyet szintén hő- és villamos energia termelésére tudunk felhasználni. Aerob környezetben erjesztve viszont bioüzemanyagot kapunk, például a búza és kukorica szárából bioetanol, napraforgóból és repceből pedig biodízel és biogáz állítható elő.

Előreláthatólag 2024-ben újraindul az Oroszlányi Erőmű, amely korszerűsítésnek köszönhetően biomassza-erőműként csatlakozik az áram- és távhőtermelő erőművek közé.



Biomassza erőmű

## Szélerergia

A földfelszín eltérő mértékben melegszik fel; ebből a hőmérséklet-különbségből adódik a földfelszínnel párhuzamos légmozgás, a szél.

A szél mozgási energiájával meghajtja a lapátokat, a kialakult nyomáskülönbség segítségével. A lapátok egy generátort működtetnek, amely elektromos áramot termel. A szélkerék hátránya, hogy helyhez kötött; tengerpartokon és dombvidékeken érdemes telepíteni, ahol megfelelő erősségű a széljárás. Előnye, hogy nemcsak nappal, hanem éjszaka is termel energiát, ellentétben a napenergián alapuló eszközökkel. A szélerergia háztartásokat, illetve ipari parkokat is elláthat villamos energiával.



**TUJTAD?**

*Az Európai Unióban 2011–2020 között 20-szorosára növekedett a megtermelt szélerergia mennyisége, míg Magyarországon ez az érték stagnált. A modern és fejlettebb szélenergia-erőművek szinte az ország teljes területén gazdaságosan telepíthetők lennének, kivételt ez alól csak Borsod-Abaúj-Zemplén és Nógrád vármegye északi része jelent.*



## ➔ A JÖVŐ VEGYIPARA

### BIOMŰANYAGOK

Az 1950-es évektől kezdve a műanyagok használata megkönnyítette a biztonságos élelmiszer-fogyasztást, azonban ezek az anyagok fosszilis eredetűek, vagyis kőolajból és kőolajszármazékból készülnek. A környezetbe kerülve nem képesek lebomlani, csupán aprózódnak. Az így keletkezett **mikroműanyagok** mára mindenhol jelen vannak; a vizekben, az állatok húsában, sőt még az emberi vérben is. Az ENSZ és az EU folyamatosan szigorítja a műanyagok használatát azért, hogy csökkenjen a környezetbe és az élő szervezetekbe kerülő mikroműanyagok mennyisége.

A hagyományos műanyagok egy része szelektíven gyűjthető és újrahasznosítható. Az újrahasznosítás után a visszanyert alapanyag minősége megközelíti a kiindulási anyag tulajdonságait.

#### A hagyományos műanyagok típusai és felhasználása

- PVC poli(vinil-klorid): elektromos kábelek bevonórétege, locsolótömlő, víz- és szennyvízcsővek, padlóburkolat
- PET poli(etilén-tereftalát): italos palack, fólia, tányér, textil, tisztítószeres flakon
- HDPE (nagy sűrűségű polietilén): vízvezeték, italos palack, tisztítószeres flakon
- PS (polisztirol): szigetelőanyag (például épületek, hűtőgépek)

Az 1950-es évek óta körülbelül 9 milliárd tonna petrokémiai műanyagot állított elő az emberiség, amelyek mindössze a 9%-át hasznosították újra. A műanyag többi része hulladéklerakókban, a természetben szétszórva, illetve elégetve végezte.



PET újrahasznosító üzem



TUJTAD?

A műanyagok kiváltására kerültek előtérbe a természetes alapanyagokból gyártott **bioműanyagok**, amelyeknek óriási előnye, hogy képesek lebomlani a környezetben. Jelenleg a legyártott műanyagoknak csupán 1%-át teszik ki, azonban a környezetvédelmi szabályozás szigorodásával ez az arány várhatóan rohamosan növekedni fog.

**Bioműanyag:** olyan műanyag, amely bioalapú vagy biológiailag lebomló, esetleg mindkét tulajdonság egyszerre jellemző rá. (European Bioplastics meghatározása)



A biopolimerekből többféle típus létezik, amelyek eltérő kémiai szerkezettel rendelkeznek. Nincsenek negatív hatással a környezetre, azonban nem mindegyik típus bomlik le a természetben.

A következő bioműanyagok biomassza-alapúak, képesek lebomlani a környezetben és komposztálhatóak is:

- **Keményítőalapú bioműanyag:** Szénhidrátgazdag növények adják az alapját, például burgonya, kukorica vagy búza. Gyakran keverik őket biológiai lebomló poliszterekkel.
- **Cellulózalapú bioműanyag:** Cellulóztartalmú élelmiszernövények hulladékát használják fel alapanyagként. Elsősorban hőre lágyuló műanyagokat és fröccsöntött termékeket gyártanak belőle, amelyeknek azonban sajnos magas a karbonlábnyoma, mivel kőolajszármazékot használnak fel a gyártás során.
- **Proteinalapú műanyag:** Olyan fehérjeforrású alapanyagokat használnak fel az elkészítéséhez, mint a búzaglutén, kazein és a tej. Az élelmiszer-csomagolás vezető alternatívái.

A bioműanyagok másik típusát azok jelentik, amelyek **biológiailag lebonthatóak ugyan, de speciális körülmények kellene a lebontási folyamathoz**, mivel pusztán a szemétkerületbe kerülve nem vagy csak nehezen bomlanak le. A folyamat előfeltétele tehát a szelektív hulladékgyűjtés. A lebontáshoz szükség van lebontó szervezetek, mikroorganizmusok, gombák jelenlétére, továbbá magas hőmérséklet (kb. 60°C) és bizonyos esetekben UV-fény is szükséges. Az ipari komposztálás során kb. 12 hét a lebomlási idő a PLA (politejsav) esetében.

A bioműanyagok utolsó típusának alapanyaga kőolajszármazék helyett **biomassza** ugyan, viszont a hagyományos kőolajszármazékból készült műanyagokkal hasonló módon hasznosítható újra, azaz nem bomlik le a természetben. Ilyen anyag például a Bio-PE (Bio-polietilén) és a Bio-PP (Bio-polipropilén). A legelterjedtebb a bioalapú polietilén ebből a műanyag csoportból. A hagyományos gyártás során etilénből (kőolajszármazék) nagy nyomáson és katalizátor segítségével valósul meg a termelési folyamat.

A polimerizáció olyan kémiai reakció, amely során telítetlen molekulák azonos molekulákkal – melléktermék keletkezése nélkül – óriásmolekulákká egyesülnek. A keletkezett óriásmolekulát nevezzük polimernek.



Újrahasznosított műanyag polimer



TUJTAD?

## CO<sub>2</sub> KIVONÁSA A LEVEGŐBŐL

Az emberi tevékenység következménye a levegőben lévő, üvegházhatást okozó gázok arányának folyamatos emelkedése. Elsősorban a szén-dioxid és a metán felelősek az üvegházhatásért, amely közvetlen előidézője a klímaváltozásnak. A klímaváltozás felélés az extrém időjárási viszonyok megjelenéséért; például a hőmérséklet emelkedéséért, a gyakori aszályokért, az özönvízszerű esőzésekért vagy éppen az erősebb hurrikánokért. Ugyancsak emiatt csökken a sarkvidékeken a jégtakaró vastagsága, amely pedig a tengerszint emelkedéséhez és állatfajok kihalásához vezet, valamint a tengeráramlások változását idézi elő.

Gazdasági szektorokra bontva a szén-dioxid-kibocsátás 25%-át az villamosenergia-termelés, 24%-át a mezőgazdaság, 21%-át az ipar adja. A fennmaradó részt a szállítás, a közlekedés és az egyéb energetikai folyamatok okozzák. Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentése érdekében globálisan is cselekednünk kell, ezért az Európai Unió egységes szabályozást dolgozott ki.

Az Európai Parlament elfogadta a Fit for 55 intézkedéscsomagot, amely az üvegházhatást okozó gázok nettó kibocsátásának csökkentési célját a jelenlegi 40%-ról 55%-ra emeli 2030-ra az 1990-es évhez mérten.

A CO<sub>2</sub> kibocsátása esetén is a legjobb módszer a kibocsátás megelőzése, azonban a jelenlegi gazdasági folyamatok mellett nem valósul meg a kellő mértékű csökkenés, ezért a kutatók új eljárásokat kezdtek kikísérletezni a CO<sub>2</sub> kivonására.



*Az Európai Unió célja 2050-re elérni a karbonsemlegességet*



TUJTAD?

2021-ben Izlandon indították be az első nagyobb üzemet – az Orca-t – amely képes a CO<sub>2</sub> eltávolítására. Évi 4 ezer tonna CO<sub>2</sub>-ot tudnak kivonni a légkörből, amely azonban a kibocsátáshoz képest csepp a tengerben, ugyanis 2021-ben 36 milliárd tonna CO<sub>2</sub>-ot bocsátott a légkörbe az emberiség. Ezért is fontos, hogy a megelőzés mellett a már kibocsátott CO<sub>2</sub>-ot is egyre nagyobb mértékben ki tudjuk vonni a légkörből.

Az Izlandon tervezett üzem a CO<sub>2</sub>-ot ventilátorok és szűrők segítségével vonják ki a légkörből, és egy speciális eljárással vízben oldják fel, majd a földbe fecskendezik, így két év alatt karbonát ásványokká alakul át. Az üzem rendkívüli energiaigényét geotermikus energiából biztosítják.

További fejlesztések keretében újabb üzemet hoznak létre – a Mammoth-ot –, amely 80 konténerből fog állni az Orca 8 konténerével szemben, és a tervek szerint évi 36 ezer tonna CO<sub>2</sub> megkötésére lesz alkalmas.

Az USA-ban hasonló technológia alapján kezdenek egy újabb üzem megépítéséhez, amely 2030-ra éri el a teljes kapacitását. A tervezők szerint a kivont mennyiség elérheti az évi 5 millió tonna CO<sub>2</sub>-ot. A CarbonCapture üzletileg is fenntartható vállalkozást szeretne létrehozni, ugyanis a kivont CO<sub>2</sub> mennyiségét kreditek formájában értékesítenék olyan cégeknek, amelyek csökkenteni szeretnék a karbonlábnyomukat.



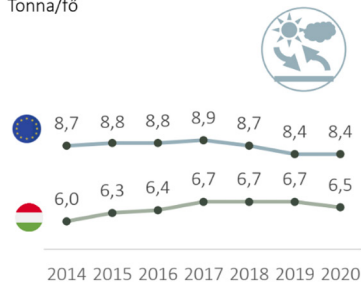
ÉRDEKES!

A legegyszerűbb lehetőség a CO<sub>2</sub> ki-vonására továbbra is a növényzet te-lepítése lenne, a jelenlegi tendenciák azonban sajnos nem ezt jelzik előre. A korábbi erdőterületeken sok helyen jelenleg mezőgazdasági, ipari vagy ép-pen városi területek vannak, így nincs esély rá, hogy ezeket a területeket visszakapja a természet.

### Üvegházhatásúgáz-kibocsátás

#### ÜVEGHÁZHATÁSÚGÁZ-KIBOCSÁTÁS

Tonna/fő



A légköri szén-dioxid koncentráció globális átlagértéke

**414,72 ppm**

volt 2021-ben, amely mintegy 2,22 ppm növekedést jelent 2020 óta. (ppm: a légköri szén-dioxid koncentráció mértékegysége; parts per million, milliommód rész)

Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) kimutatásai szerint 1990 és 2020 között 420 millió hektár erdőt vágtek ki, amely egy Európa-nagyságú terület. A legnagyobb erdőterületeket az Amazonas-medencéből, a Kongó-medencéből, illetve Délkelet-Ázsiából vágtek ki.



TUJTAD?

Beszélgétek meg, hogy ti hogyan tudtok hozzájárulni a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentéséhez! Képzélgétek el, hogy az ENSZ klímacsúcs találkozóján vesztek részt az országotok küldöttjeinként. Tárgyaljátok meg, milyen rendeleteket vezetnétek be a klímaváltozás mérséklésére!



MOST TE JÖSSZ!

### ELEKTROMOS AUTÓK

A piacon **többfajta kémiai összetételű akkumulátor** jelen van, azonban az elektromos autókban a legelterjedtebbek a lítiumionos akkumulátorok. A teljes életciklusát tekintve a dízel- és benzinüzemű autókhoz képest az akkumulátorok kevesebb az üvegházhatást okozó gázt bocsátanak ki, még akkor is, ha figyelembe vesszük, hogy fosszilis energiahordozókból nyerik az energiát a gyártáshoz. További előnyük, hogy nagy a kapacitásuk és 8-12 év között mozog az élettartamuk. Figyelembe kell venni azonban, hogy a lítiumakkumulátorok maximális üzemi hőfoka 60°C, a töltés során pedig csupán 45°C. Az e feletti hőmérsékletnél különböző kémiai reakciók indulhatnak be, amelyek gyulladással járhatnak.

A **lítium és a kobalt** jelenleg az akkumulátorok elengedhetetlen alapanyagai, ugyanakkor **kritikus anyagok**, amelyek csak néhány országban találhatók meg nagyobb mennyiségben. Csúpan Kína, Ausztrália, az USA és Dél-Amerika országai rendelkeznek például nagyobb lítiummennyiséggel. Kobalt még ennél is kevesebb helyen található; a bányászat fő területe Kongó, ahol a vizsgálatok szerint embertelen munkakörülmények között dolgoznak a bányászok, és elterjedt a gyermekmunka is. További probléma, hogy a növényzetet és az állatvilágot is pusztítják a bányászat során.



Bányászat Afrikában, amelyet a nők és gyerekek is végeznek a megélhetés reményében



Egyre nagyobb hangsúlyt kap az **újrahasznosítás**, hiszen nemcsak az alapanyag mennyisége véges és nehezen beszerezhető, de hatalmas mennyiségű veszélyes hulladék is keletkezik, amikor ezeknek az akkumulátoroknak lejár az életciklusuk. Az elhasznált akkumulátorokat az elsődleges gyártónak kell újrahasznosítani, illetve külön cégek is szakosodtak már erre. Mivel azonban jelenleg még kevés a tönkrement akkumulátor, egyelőre nem gazdaságos az újrahasznosításuk.

Az újrahasznosítás azért is nehéz folyamat, mert a tűzveszély miatt a gyártók törekszenek rá, hogy minél tartósabbak legyenek akkumulátorok, ezért erős kötőanyagokat és hővezető ragasztókat használnak, amelyeket viszont nehéz és kockázatos szétszedni.

Az elhasznált akkumulátorokból a lítium, a mangán, a kobalt és a nikkelt kinyerése költséges és energiaigényes folyamat.

*A folyamatnak két típusát különböztetjük meg:*

1. Az egyik az úgynevezett pirometallurgiai, melynek során ledarálják és magas hőfoknak teszik ki az akkumulátorokat. Ezzel az eljárással a felhasznált fémek 60%-a nyerhető vissza, viszont a vegyes olvadékok további szétválasztási folyamatnak kell még alávetni.
2. A másik típus hidrometallurgia, melynek során az akkumulátorokat egy savas medencében oldják fel. Az így létrejött oldatból sók formájában vonják ki a szükséges anyagokat.

Az újrahasznosításnak még sokat kell fejlődnie, hogy gazdaságosan, nagyobb mennyiségben és kevésbé veszélyes módon is szét lehessen szerelni az elhasznált akkumulátorokat.

A lítiumakkumulátorokkal kapcsolatos problémák, a környezeti és egészségügyi veszélyek miatt a kutatás-fejlesztés más anyagokra alapozott akkumulátorok előállításával is foglalkozik. A legígéretesebb irány a nátrium alapú akkumulátorok gyártása lehet, de erre a kérdésre csak 5-10 év múlva kapjuk meg a választ.

Az elektromos autók elterjedése a tűzoltókat is új kihívás elé állítja. Mivel nem tudják, hogy milyen összetevői vannak az akkumulátoroknak, a balesetek során nehezebb a tűz oltása. A víz használata ráadásul megnehezíti a tűzoltás körülményeit, mert a lítium-ionos akkumulátort nem lehet vízzel oltani, ugyanis még jobban ég tőle.

Egy osztrák férfi például 2019-ben balesetet szenvedett. Az elektromos autójával fának ütközött, az autó pedig kigyulladt. A sofőrnek nem lettek komoly sérülései, azonban a tüzet csak nagyon nehezen tudták eloltani. A roncsot konténerbe tették, és 3 napig vízzel hűtötték, nehogy újból lángra kapjon. A tulajdonos nem talált olyan céget, amelyik feldolgozza és elvitte volna a roncsot.



**TUJTAD?**

Dolgozatosok párban, és készítsetek egymással interjút! A pár egyik tagja interjúalany, a másik riporter legyen, majd cseréljétek szerepet!

1. Képzeljétek magatokat egy kongói gyermek helyébe, aki mindennap a bányában dolgozik!
2. Képzeljétek magatokat egy tinédzser bőrébe, aki 18. születésnapjára egy elektromos autót kapott ajándékba!



**MOST TE JÖSSZ!**

## HIDROGÉN MINT ENERGIAHORDOZÓ

A klímaváltozás elleni küzdelemben, valamint a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentése érdekében további fejlesztések zajlanak a hidrogénmeghajtású közlekedési eszközök terén. Az Európai Unió, az USA és Kína élen jár a zöld hidrogén gyártásában, illetve a hozzá kapcsolódó infrastruktúra fejlesztésében. A hidrogén természetes formájában megtalálható a vízben, ezért nagy mennyiségben elérhető a Földön.

Az előállítás alapján beszélhetünk szürke, kék és zöld hidrogénről.

- A szürke hidrogént fosszilis energiahordozók – főként metán és földgáz – segítségével állítják elő.
- A kék hidrogént szintén fosszilis energiahordozók révén állítják elő, de a keletkezett CO<sub>2</sub>-ot felfogják.
- A zöld hidrogént megújuló energiaforrások segítségével állítják elő.

A további fejlesztések és kutatások a hidrogén előállítási költségének csökkentését célozzák meg.



TUJTAD?

A **hidrogénmeghajtású autó** hasonlóan működik, mint egy elektromos autó, viszont az áramot üzemanyagcellából és nem akkumulátorból nyeri. Az üzemanyagcella oxigént és hidrogént felhasználva, elektrolízis során állít elő elektromos áramot. Az autó működése közben káros anyagot nem bocsát ki, csak vízgőzt. További előnye az elektromos autókhoz szemben, hogy tankolási ideje a robbanómotorokéval megegyező, tehát csupán néhány percet vesz igénybe. A tankolást követően 5 kg hidrogén-üzemanyaggal 400-500 km lehet megtenni.



A hidrogén előállítás folyamata



MOST TE JÖSSZ!

Beszéljétek meg az ábra alapján a hidrogén előállítási folyamatának lépéseit!

Napjainkban még problémát jelent, hogy a hidrogént jellemzően földgáz segítségével állítják elő, amely CO<sub>2</sub>-kibocsátással jár. Megoldható a kitermelése megújuló energiaforrások segítségével is, ami viszont egyelőre még magas költségekkel jár. Európában szélenergiával állítható elő leggyazdaságosabban zöld hidrogén.

Magyarországon is kapható hidrogénmeghajtású autó, azonban töltőállomás eddig csak kísérleti jelleggel nyílt. A töltőállomás nem nyilvános, csupán a szerződött partnerek autóit látják el a szükséges hidrogénmennyiséggel Budapesten. (2023-as adat)



Hidrogénnel működő autó motortere



TUJTAD?

Ma még kevés helyen található hidrogén-töltőállomás; 2021-ben az Európai Unióban mindössze 136 volt belőle. A tervek szerint azonban 2028-ra a főutak mentén 100 kilométerenként létesítenek majd töltőállomást.

## ÖSSZEFOGLALÁS - A ZÖLD VEGYIPAR

A vegyipar nagy mennyiségben állít elő a mindennapi élethez mára már nélkülözhetetlennek tűnő eszközöket, használati cikkeket, viszont ezzel párhuzamosan a környezetre és az emberre veszélyes anyagokat is termel. A gazdasági fejlettség fokozza a vegyipari termékek iránti keresletet, de a vásárlók körében a környezettudatosság is egyre fontosabb szempont, ami pedig visszahat a vállalatok környezetpolitikájára. A környezettudatosságot az Európai Unió is támogatja jogszabályaival és meghirdetett programjaival.

A vegyipar megítélése a mindennapokban nem mindig pozitív, amit a korábban előforduló balesetek, környezetszennyezés okoz. Ugyanakkor a vegyipar az, amely az elmúlt évtizedekben talán a legtöbbet tette a károsanyag-kibocsátás csökkentése, természeti környezetünk és az emberi egészség megóvása érdekében. Vannak olyan világszerte elterjedt, a vegyipar által kezdeményezett, önkéntes alapon működő programok (például a Felelős Gondoskodás – Responsible Care program), amelyek elősegítik a kockázat és a káros hatások csökkentését a vegyi anyagok gyártása és felhasználása során.

A legtöbb anyag önmagában véve nem jó vagy rossz; a megítélése attól függ, hogyan használjuk fel. Az előírások szigorú betartásával, a veszélyek és kockázatok figyelembevételével a vegyi anyagok döntő többsége biztonságosan használható.

A mára kialakult technológiák és környezetvédelmi szabályozások lehetővé teszik a zárt rendszerek kialakítását az ipari telepeken. Számos technológiai újítás született az utóbbi évtizedekben, amelyek elősegítik a környezetterhelés minimalizálását. Nagyon sok múlik azonban a cégek hozzáállásán; hogy betartják-e a környezetvédelmi előírásokat, munkavédelmi szabályokat, vagy hogy ezen felül vállalnak-e plusz költséget a termelés „zöldebbé” tételére.

Egyre több vállalat tekinti a környezetvédelmet egyfajta versenyelőnynek, ezért környezetbarát termékek kifejlesztésére törekcszenek, ami egyrészt anyagi és időbeli ráfordítást igényel, másrészt viszont a környezettudatos vásárlásnak köszönhetően bővíülhet a termékek iránti kereslet. Kialakításra kerültek az úgynevezett ököcímkek, amelyekkel a fogyasztókat tájékoztatják, ezzel is megkönnyítve a környezetbarát termékek kiválasztását. A fejlesztésekkel pedig az Európai Unió által meghirdetett pályázatokra is jogosultak lehetnek.



Környezetbarát termékek logója

Az Európai Unióban használt környezetbarát szimbólumok

Az utóbbi évtizedben a legtöbb településen kiépült a kommunális hulladék szelektív gyűjtése, és az elektromos hulladékok visszavétele is egyre jobban elterjedt, ami egyrészt a környezetvédelmet segíti elő, másrészt pedig új munkahelyeket is teremt. Ezen a téren további gazdasági aktivitás várható, hiszen az Európai Unió célja a körforgásos gazdaság kiépítése.





A karbonsemlegességig még hosszú az út, és nagyon sok mindenre kell változtatni a gazdasági folyamatokat illetően, hogy elérjük. Az igény már kialakult, amelyet azonban a továbbiakban is ösztönöznünk kell jogszabályokkal és különböző programokkal annak érdekében, hogy csökkenjen a károsanyag-kibocsátás, és a bolygó élhető maradjon az eljövendő generációk számára is.

*„Gyakran beszélünk arról, hogy meg kell menteni a bolygónkat, de a helyzet az, hogy mindezt a magunk megmentése érdekében kell véghez vinnünk. A természet - velünk vagy nélkülünk - megújult erővel él majd tovább.” David Attenborough*

