

FENNTARTHATÓSÁGI TÉMAHÉT 2025.

Az óravázlatot készítő pedagógus:	Dr. habil. Domokos Endre – Szűcs Attila
Az óravázlat címe:	Mitől zöld az energia?
Az óravázlat összefoglalója (2-5 mondat):	Mitől zöld az energia? Miért csak a használati során keletkező levegőszennyezést vizsgáljuk példánkban? Az energiatermelés folyamata önmagában nem határozza meg a termelt energia környezetszennyezésének mértékét, és nem tudjuk egyszerűen kijelenteni, melyik termelési mód jelent alacsonyabb környezet-szennyezést. Ezen a tanórán a közlekedéssel kapcsolatos kibocsátásunkat ragadjuk meg, mert viszonylag kevés adattal, egyszerű számításokkal kézzelfogható, jól értelmezhető eredményeket kapunk. Lehetőségünk nyílik továbbá a közösségi gondolkodásra és cselekvésre is saját osztálykirándulásunk megszervezésével kapcsolatban.
Ajánlott korosztály:	15-19. év (9-13. évfolyam)
Időigény:	2x45 perc (2 tanóra)

Mitől zöld az energia?

Tevékenység	Időtartam	Munkaformák, módszerek	Eszközök, mellékletek
1. TANÓRA			
<i>Tanterem előkészítése 4 csapatra: 4 +1 tanári laptop + projektor. Google Drive, Microsoft Excel felület nyitása (1. melléklet). Minden tanulónál legyen telefon, stabil internetkapcsolat. A tanóra offline, papírceruza alapon is működik, ehhez az online adatokat előre be kell gyűjteni, pl. házi feladatként.</i>			
I. ELŐKÉSZÍTÉS, RÁHANGOLÓDÁS – Gyors statisztika			
1. Becsüljük meg, naponta hány km-t közlekedünk az iskolába! 2. Milyen a használt közlekedési eszközök hozzávetőleges aránya? 3. Jegyezzük fel a kapott értékeket a füzetbe Fontos cél lesz a becsült és mért értékek összehasonlítása.	5 perc	előzetes ismeretek összegyűjtése, frontális beszélgetés, ráhangolódás	internet elérés (telefon/tablet/számítógép/stb.)
II. MITŐL ZÖLD AZ ENERGIA?			
1. Tanári vagy diák előadás a prezentáció 2. dia szövege alapján 2. A 2. dia AI képének értelmezése	5 perc	frontális munka beszélgetés, ráhangolódás	prezentáció 2. dia vagy 4. számú melléklet

FENNTARTHATÓSÁGI TÉMAHÉT 2025.

			érdeklődőknek: 3. számú melléklet – széntüzelésű hőerőmű használati kibocsátása
III. FAJLAGOS ÜZEMI KIBOCSÁTÁS			
1. A csoportok értelmezzék az egyes közlekedési módok üzemi környezetterhelését (tehát nem a teljes életciklust vizsgáljuk). 2. Ellenőrzés során van tendencia a hibázásban? Mi lehet az oka? 3. Ha kinyomtatjuk, szétvágható, sorba rakható feladatként.	5 perc	csoportmunka frontális ellenőrzés	1. melléklet: közlekedési módok CO ₂ e (vagy 4. dia) 2. melléklet: Egy termék életciklusa
IV. UTAM AZ ISKOLÁBA – BECSLÉS			
1. Minden tanuló írja le milyen útvonalon, és milyen távolságról jut el reggel az iskolába és vissza! 2. Használjon telefonos alkalmazást! Pl.: lakástól autóval a buszmegállóba (500 m), busz a városba az iskola melletti buszmegállóhoz (3,5 km), elsétálok az iskolába (400 méter).	10 perc	egyéni munka csoporton belüli ellenőrzés, majd frontális ellenőrzés és értékelés	önálló melléklet: tanulói Excel vagy Drive Excel (ha lehetséges, használjanak telefonos alkalmazást pl. Google Maps , OpenStreetMaps).
V. MI IS AZ a CO₂e?			
Mennyi környezeti terheléssel juthat el egy négy fős család közösen egy kedvelt kirándulási helyszínre, ha autóval utazik? Tanári prezentáció a táblánál a diasor megjegyzés rovatában lévő szöveg és az 1-3. diák alapján.	10 perc	frontális munka tanári prezentáció	prezentáció, projektor, laptop
VI. SZÁMÍTÁSI PÉLDA			
Számítás menete: 1. Útvonalkeresővel kiszámítjuk, hogy hány km az út a célig (pl. 23 km). 2. Kikeressük a gépjármű üzemanyagához illő kibocsátási értéket (pl. benzin üzemű jármű esetén 192 gCO ₂ e/km). (Műszaki érdeklődésűek a gépjárműre vonatkozó pontos értéket az interneten keressék ki.)	5 perc	frontális munka tanári prezentáció	prezentáció, projektor, laptop, útvonaltervező program (ennek bemutatása felsőbb évfolyamon is javasolt, hogy mindenki ugyanazt tekintse alapnak)

FENNTARTHATÓSÁGI TÉMAHÉT 2025.

3. Szorozzuk össze a távolságot a környezetszennyezéssel. Példánkban: $23 \text{ km} \times 192 \text{ gCO}_2\text{e/km} = 4416 \text{ gCO}_2\text{e}$. 4. Ez az érték akkor igaz, ha csak egyedül utazik a gépjárműben. Ha többen utaznak, el kell osztani az utasok számával, így a végső érték $4416 \text{ gCO}_2\text{e}/4 \text{ fő} = 1104 \text{ gCO}_2\text{e/fő}$. 5. Tanári prezentáció a táblánál a diasor megjegyzés rovatában lévő szöveg és a 4-5. diák alapján.			
VII. UTAM AZ ISKOLÁBA – ELSŐ SZÁMOLÁS			
1. Minden tanuló számolja ki, a diasorban feltüntetett számok és a fenti példa alapján, hogy mire eljut az iskolába, mennyi CO₂e szennyezést okoz! 2. Értékeljék, hogy oda, hogy a gépjárművek esetén járművenként, a tömegközlekedés és a repülőgép esetén személyenként értendő a szennyezés. Amennyiben a 2. tanóra nem közvetlenül az 1. után jön, ügyeljünk a részösszefoglalásra.	5 perc	önálló munka csoporton belüli ellenőrzés, majd frontális ellenőrzés és értékelés	
2. TANÓRA			
I. LEHET KEVESEBB? – szénlábnyom-csökkentés			
1. Mindenki gondolja át, hogyan tudna kevesebb CO₂e kibocsátással eljutni az iskolába! 2. A kevesebb szennyezés járna-e kényelmetlenséggel? Milyen mértékűvel?	5 perc	önálló munka, csoportmunka, frontális munka csoporton belüli, majd frontális megbeszélés	pl. Google Drive, Microsoft Excel felületen történhet az összesítés
II. OSZTÁLYKIRÁNDULÁS – zöldabb úton lehetséges?			
1. Keressetek alternatív utazási megoldásokat a tanári példában kijelölt helyszín megközelítésére! (Ez lehet a következő osztálykirándulás helyszíne.) 2. Megoldható kevesebb szennyezéssel?	5 perc	csoportmunka megbeszélés	térkép, menetrend (pl. Google Térkép útvonaltervező, menetrendek.hu),

FENNTARTHATÓSÁGI TÉMAHÉT 2025.

III. ÖSSZEFOGLALÁS			
1. Foglalmazzuk meg és jegyezzük fel tapasztalatainkat! 2. Milyen javaslatok vannak a közlekedésünk zöldítésére? 3. Javaslatok leírása, összesítése online felületen. A cél lehetőség szerint legyen Specifikus: S – Specific Mérhető: M – Measurable Elérhető: A – Achievable Releváns: R – Relevant Időhöz kötött: T – Time-bound. Lehetőség szerint SMART keretben meghatározható, konkrét célokig jussunk el. Inkább kisebb, rövidebb távú célt keressünk, melyek valóban teljesíthetők és értékelhetők.	10 perc	önálló munka csoporton belüli megbeszélés, majd frontális ellenőrzés és értékelés, irányított beszélgetés és közösségi döntés	1. számú melléklet tanulói Microsoft Excel vagy Google Drive
IV. EREDMÉNYKOMMUNIKÁCIÓ			
1. csapat: az adatok feldolgozása, megjelenítése grafikonon. 2. csapat: az adatok szöveges feldolgozása pl. honlapra. 3. csapat: rövid videó készítése egy-egy eredmény kiemelésével. 4. csapat: grafika, plakát, mém alkotása. Az egyes feladatok az iskola lehetőségei szerint formálhatók.	20 perc	csoportmunka, frontális munka (kommunikáció lehetőségeinek megbeszélése)	laptopok, internet
V. ÉRTÉKELÉS			
1. Csoportok önértékelése, a legjobban elvégzett feladat kiemelésével. 2. Tanári értékelés: együttműködés a csoportokban és osztályszinten, kreativitás, kommunikáció, elért eredmények.	5 perc	szóbeli és/vagy formatív értékelés (az osztály hagyományai szerint)	

FENNTARTHATÓSÁGI TÉMAHÉT 2025.

Mitől zöld az energia?

1. számú melléklet

Mekkora a szénlábnyoma?

Közlekedési mód	CO _{2e} -kibocsátás (gramm/utas-km)	Megjegyzések
Repülőgép	255	Rövid távú járatok esetén magasabb kibocsátás, mint hosszú távon.
Vasút	28	Jelentősen alacsonyabb kibocsátás, mint a repülés.
Metró	84	Átlagos utasszám mellett.
Dízelautó	171	Gépkocsinként (el kell osztani az értéket a benne ülők számával).
Benzines autó	192	Gépkocsinként (el kell osztani az értéket a benne ülők számával).
Elektromos autó (napelemről töltve)	42	Gépkocsinként (el kell osztani az értéket a benne ülők számával).
Elektromos autó (hálózatról töltve)	127	Gépkocsinként (el kell osztani az értéket a benne ülők számával).
Busz (tömegközlekedés)	105	Átlagos utasszám mellett.
Busz (különjárat)	46	Feltételezve, hogy teli van a jármű.
Motorkerékpár	73	Motoronként (el kell osztani az értéket a rajta ülők számával).
Elektromos roller	54	Városi, kölcsönözhető típus. (Saját roller, napelemről töltve: 29.)
Gyaloglás vagy kerékpár	7	Az ember mozgás okozta többletenergia-felhasználása.

FENNTARTHATÓSÁGI TÉMAHÉT 2025.

Mitől zöld az energia?

2. számú melléklet

Életciklus-elemzés 1.

Az életciklus-elemzés (LCA), hogy egy termék vagy szolgáltatás teljes életciklusán keresztül vizsgálja annak környezeti hatásait, és segítsen fenntarthatóbb döntéseket hozni.

Egy termék életciklusa:

1 Nyersanyag-kitermelés

A termék előállításához szükséges nyersanyagok (pl. fémérccek, fa, kőolaj, víz) kitermelése és begyűjtése. Ez a fázis gyakran jelentős környezeti hatásokkal jár, például talajpusztulás, erdőirtás vagy szennyezés formájában.

2 Alapanyag-feldolgozás

A nyersanyagok előkészítése és átalakítása használható alapanyaggá. Például az ércekből fémeket nyernek ki, a kőolajból műanyag készül, vagy a fából papírt állítanak elő.

3 Gyártás és összeszerelés

Az alapanyagokból késztermékek előállítása. Ide tartozik az ipari megmunkálás, a gépek és emberi munkaerő bevonásával történő összeszerelés, valamint a végső termék csomagolása.

4 Szállítás és forgalmazás

A termék eljuttatása a fogyasztókhoz. Ez magába foglalja a nagykereskedelmi és kiskereskedelmi logisztikát, a raktározást és a különböző közlekedési módokat (pl. kamion, vonat, hajó, repülő).

5 Felhasználás és élettartam

A termék használata során bekövetkező energiafelhasználás, elhasználódás és esetleges karbantartás. Egyes termékek hosszú élettartamúak (pl. hűtőszekrény), míg mások gyorsan eldobásra kerülnek (pl. műanyag csomagolás).

6 Hulladékkezelés és újrahasznosítás

A termék életciklusa végén történő kezelése. Ez lehet újrahasznosítás (pl. műanyag újrafeldolgozása), komposztálás, hulladéklerakás vagy energetikai hasznosítás (pl. égetés).

Forrás: ChatGPT. (2025, február 7.). Nyomtatható szókérték – Életciklus-elemzés (LCA). OpenAI.

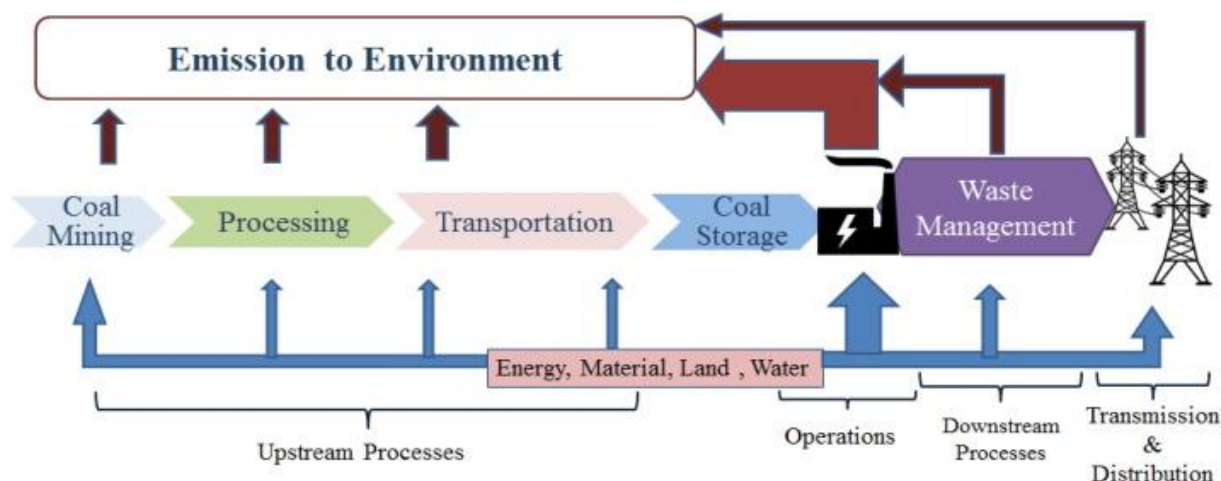
FENNTARTHATÓSÁGI TÉMAHÉT 2025.

Mitől zöld az energia?

3. számú melléklet

Életciklus-elemzés 2.

Egy széntüzelésű hőerőmű egyszerűsített életciklusa a szénbányászattól az elektromos áram szállításáig. Minden egyes lépés rengeteg energiafelhasználással és CO₂e kibocsátással jár.



Emission to environment	-	kibocsátási (szennyezési) környezet
Coal mining	-	szénbányászat
Processing	-	feldolgozás
Transportation	-	szállítás
Coal storage	-	széntároló
Waste Management	-	hulladékkezelés
Upstream processes	-	az energiatermelési folyamat előtti szakaszok, amelyek a nyersanyag biztosításához kapcsolódnak
Downstream processes	-	azokat a folyamatokat jelenti, amelyek a villamosenergia előállítás után következnek
Operations	-	energiatermelés (működés)
Transmission & Distribution	-	átvitel-szállítás és elosztás

Forrás:

Malode, S., Mohanta, J. C., & Prakash, R. (2022). A review on life cycle assessment approach on thermal power generation. Materials Today: Proceedings, 56, 791-798.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322008914?via%3Dihub>

FENNTARTHATÓSÁGI TÉMAHÉT 2025.

Mitől zöld az energia?

4. számú melléklet

Életciklus-elemzés 3.

A prezentáció 1. diájához tartozó szöveg és kép

Mitől zöld az energia? Miért csak a használati során keletkező levegőszennyezést vizsgáljuk példánkban?

A kérdésre nem könnyű válaszolni, több okból. Nézzünk erre egy példát!

1. Az **energiatermelés teljes szennyezőanyag kibocsátása** az energia előállítására szolgáló berendezés (pl. hőerőmű) alapanyagainak kitermelésével kezdődik, és az erőmű leállása után, ártalmatlanítás végén ér véget. Ez számunkra kezelhetetlen adatmennyiséget és számítást igényelne, ráadásul közvetlenül nem is tudunk hatni a csökkentésére. Amennyiben ez a tudomány érdekel, keress rá az **életciklus-elemzés** (Life-Cycle Assessment - LCA), más néven életciklus-bebecslés, életciklus-értékelés, vagy életciklus-vizsgálat témakörre, mely egy termék, folyamat vagy szolgáltatás teljes életútja során vizsgálja annak környezetre gyakorolt hatásait.

2. Az **energiatermelés folyamata tehát önmagában nem határozza meg a termelt energia környezetszennyezésének mértékét**, és nem tudjuk egyszerűen kijelenteni, melyik termelési mód jelent alacsonyabb környezetszennyezést. Viszont mindennapjainkban csökkenteni kell saját kibocsátásunk, azaz szénlábnyomunk (ld. később).

3. **Mire tudunk hatni?** Elsősorban a **saját kibocsátásunkra** (pl. étkezés, közlekedés, lakhatás, ruházat, kutyahasználat). Ezen a tanórán a **közlekedéssel** kapcsolatos kibocsátásunkat ragadjuk meg, mert viszonylag kevés adattal, egyszerű számításokkal kézzelfogható, jól értelmezhető eredményeket kapunk. Lehetőségünk nyílik továbbá a közösségi gondolkodásra és cselekvésre saját osztálykirándulásunk megszervezésével kapcsolatban.



A kép Bing képszerkesztővel készült. A kép szerkesztéséhez felhasznált szöveg: Egy képet készítek a CO2 szennyezés és az energiatermelés összefüggéseire. Konkrétan: egy hőerőmű és hűtőtornyai látszódnak a háttérben, a kéményekből gomolygó füstöt és a hűtőtornyok gőzét hátulról világítja meg a naplemente. Az előtérben sok egymás utáni autó egy útestesten halad. Az út mellett egy elektromosautó-töltőállomáson is áll az autósor. A töltőállomás és az erőmű nincs összekötve vezetékkel. A kép minősége National Geographic grafika jellegű.

https://www.bing.com/images/create/569286510/2-67ac7c975b414206a0d1851330e0fdd6?id=r4Mr5PkA0t14tRLWYs3oZA%3D%3D&view=detail2&idpp=genimg&genimgaad=1&thid=OIGBCE2.q_BpJmVvGNYh4760xDWS&skey=KVNVR9UwNpph-z2QARUq_RleTJ86g-vPpS0-irgEco8&form=GCRIDP&ajaxhist=0&ajaxserp=0