

### A radioaktív felhő útja (Mozgástan és Bomlás)

A robbanás után a radioaktív részecskék a magasba emelkedtek, és a szél Svédország felé sodorta őket. Svédország kb. 1100 km-re van Csernobiltól.

**Feladat:** Segítség: 24 nap az pontosan 3 felezési idő.

- Ha a szél átlagsebessége 20 km/h volt, hány óra (és nap) alatt érte el a sugárzás Svédországot?
- A levegőben lévő Jód-131 izotóp felezési ideje kb. 8 nap. Ha Svédországba érve a levegő aktivitása egységnyi volt, mennyi maradt ebből az értékből 24 nap múlva (amikor a részecskék már leülepedtek a talajra)?

### Történelmi eseménysor (Sorrendállítás)

Állítsd időrendi sorrendbe az alábbi eseményeket a katasztrófa éjszakáján (1986. április 26.):

**A** – Az AZ-5 (vészleállító) gomb megnyomása.

**B** – A gőzturbina-teszt megkezdése a teljesítmény csökkentése után.

**C** – Az első robbanás, amely leröpítette a reaktortetőt.

**D** – A reaktor teljesítményének váratlan és drasztikus visszaesése (majdnem leállás).

**E** – A hidrogénrobbanás, amely tüzet okozott a tetőn.

### A „hallgatás fala” – Forráselemzés

1986. április 28-án, két nappal a robbanás után a svédországi Forsmark atomerőműben mértek először megemelkedett sugárzást. A Szovjetunió csak ezután adott ki egy rövid közleményt.

**Feladat:**

- Olvasd el a korabeli magyar tájékoztatást (részlet a híradóból): *„Az Ukrán Szovjet Szövetségi Szocialista Köztársaságban, a csernobili atomerőműben baleset történt. [...] A károk felszámolása folyamatban van, az érintettek segítséget kapnak.”*
- Miért volt veszélyes a lakosságra nézve a tájékoztatás késlekedése és szűkössége (pl. május 1-jei felvonulások megtartása)?
  - Hogyan hatott ez az esemény Mihail Gorbacsov „Glasznoszty” (nyíltság) politikájára? Ez erősítette vagy gyengítette a rendszerbe vetett bizalmat?

### Az emberi oldal (Szvetlana Alekszijejics: Csernobili ima)

„A tűzoltók nem tudták, mi történt. Csak annyit mondtak nekik: tűz van a tetőn, menjenek oltani. Nem vettek fel ólomköpenyt, csak a vászon egyenruhában voltak. Mezítláb tapostak a grafiton... Aztán a kórházban a férjem bőre elkezdett leválni, a belső szervei felmondták a szolgálatot. Mindenki hallgatott, senki nem mondta meg nekünk, hogy ez sugárzás.”

**Feladat:**

- A szöveg alapján mi volt a legnagyobb mulasztás a tűzoltók bevetésekor?
- Értelmezd a „mezítláb tapostak a grafiton” kifejezést! Miért volt a grafit jelenléte a tetőn egyértelmű bizonyíték a reaktormag felrobbanására?
- Milyen pszichológiai hatása volt a titkolózásnak a hozzátartozókra?

### Titkosított jelentés (A KGB jelentése a reaktor építéséről, 1979 – részlet)

„Szigorúan titkos! A csernobili atomerőmű építése során több helyen eltértek a tervektől. A betonfalak minősége nem megfelelő, a szigetelés hiányos. A technológiai fegyelem lazulása miatt a jövőben üzemzavarok várhatóak. A jelentést archiválni kell, intézkedés nem szükséges.”

#### **Feladat:**

- Ez a szöveg 7 évvel a baleset előtt íródott. Megelőzhető lett volna a katasztrófa a jelentés alapján? Miért nem történt semmi?
- Hogyan világít rá ez a forrás a szovjet tervgazdálkodás és a politikai rendszer hibáira?
- Felelőssé tehetőek-e kizárólag a baleset éjszakáján dolgozó operátorok (Djatlov és társai), vagy a tragédia kódolva volt a rendszerben? Indokold a válaszod!

### A „Láthatatlan Ellenőrzés” – A KGB és Csernobil

#### **A „megelőző” cenzúra**

Olvasd el az alábbi részletet egy 1986. májusi, titkosított KGB-utasításból, majd válaszolj a kérdésekre!

„Szigorúan bizalmas! Feladat: Megakadályozni a pánikkeltő hírek terjedését. A postai küldemények ellenőrzését fokozni kell. Minden olyan levelet, amely a sugárzás mértékéről vagy az egészségügyi állapotok romlásáról tartalmaz adatokat, vissza kell tartani. Az erőmű területén tartózkodó külföldi újságírók mellé 'kísérőket' kell rendelni, akik felügyelik a készített felvételeket.”

#### **Kérdések:**

- Mi volt a KGB elsődleges célja ezzel az utasítással: a lakosság védelme vagy az állam hírnevének megőrzése? Indokold a választ!
- Milyen hatással volt ez a „hírzárlat” a környező országokra (például Magyarországra), ahol az emberek napokig nem tudtak a veszélyről?

### „Bűnbak vagy Rendszerhiba?” – Igazságügyi feladat

A katasztrófa utáni tárgyaláson a KGB és a pártvezetés ragaszkodott ahhoz, hogy a reaktor kezelőit (Djatlovot és társait) ítéljék el.

#### **Feladat:**

Párosítsd a tényeket a KGB által képviselt hivatalos állásponttal!

- Tény:** Az RBMK reaktor tervezési hibája miatt a vészleállító gomb megnyomása robbanást okozhatott.
  - KGB-álláspont:** „A technológia tökéletes, a kezelők szakszerűtlensége és fegyelmezetlensége vezetett a tragédiához.”
  - Tény:** A KGB már 1979-ben tudott a silány építőanyagokról.
  - KGB-álláspont:** „A baleset váratlan volt, előjelek nélkül történt.”
- a) Miért volt létfontosságú a KGB számára, hogy a hibát ne a szovjet technológiában, hanem az egyénekből találják meg?

### Kreatív nyomozás: A „Süketítő” (Duga radar)

Nézd meg a Zónában található hatalmas acélszerkezetet, a **Duga-1** radart! (A KGB és a hadsereg közös projektje volt).

#### **Feladat:**

- A népnyelv „Orosz Harkálynak” nevezte a radar által kibocsátott kattogó hang miatt, ami zavarta a világ rádióadásait.
- Miért építették a radart közvetlenül az atomerőmű mellé?
  - A) Mert ott volt a legtisztább a vétel.
  - B) Mert a radarnak hatalmas mennyiségű elektromos energiára volt szüksége, amit az erőmű közvetlenül biztosított.
  - C) Hogy a radar álcázza az erőművet a műholdak előtt.

### Igaz vagy Hamis? – A KGB titkai

- a) A KGB figyeltette Valerij Legaszov akademikust, mert attól féltek, hogy a bécsi Nemzetközi Atomenergia-ügynökség konferenciáján elárulja a reaktor tervezési hibáit.
- b) A KGB engedélyezte a Pripjatyban élő külföldi diákoknak, hogy azonnal felhívják szüleiket a robbanás után.

### A „Zóna” mint természetvédelmi terület (Ökológia)

Az ember távozásával a 30 km-es zóna Európa legnagyobb kísérleti vadrezervátumává vált. Olyan fajok tértek vissza és szaporodtak el, mint az európai bölény, a barna medve, a hiúz és a Przewalski-ló.

#### **Feladat:**

- a) **Paradoxon:** Hogyan lehetséges, hogy egy sugárszennyezett területen az élővilág gazdagabb és változatosabb lett, mint a katasztrófa előtt? Mi jelent nagyobb veszélyt az állatokra: a sugárzás vagy az emberi jelenlét (mezőgazdaság, vadászat, ipar)?
- b) **Alkalmazkodás:** Kutatók megfigyelték, hogy egyes madárfajok több antioxidánst termelnek, bizonyos békák színe pedig sötétebb (feketébb) lett a Zónában. Szerinted hogyan segíti a sötétebb pigmentáció (melanin) az élőlények túlélését a sugárzásnak kitett helyeken?

### Az „Új Biztonsági Bezárás” (Mérnöki környezetvédelem)

Az 1986-ban roham munkában épült beton szarkofág az ezredfordulóra életveszélyessé vált (repedezett, beázott). 2016-ban egy hatalmas acélkupolát (New Safe Confinement) toltak a roncs fölé.

#### **Feladat:**

Mi a célja az új kupolának? Válaszd ki a helyeseket:

- A) Megakadályozza a radioaktív por kijutását a környezetbe.
  - B) Megvédi a romokat a csapadéktól (ami gyorsítaná a korróziót).
  - C) Lehetővé teszi a reaktor távirányítású szétszerelését a jövőben.
- a) **Kutatási kérdés:** 2020-ban és 2022-ben a város környékén erdőtüzek keletkeztek. Mi történik a fákban és az avarban „tárolt” radioaktív anyagokkal égés során?

## Az „atomváros” – Pripjaty akkor és most

A képeken Pripjaty városának ikonikus óriáskereke látható.



a) Az óriáskerek a tervek szerint 1986. május 1-jén nyitott volna meg a majálisi ünnepségen. Miért vált ez a vidámpark a katasztrófa egyik legszomorúbb szimbólumává?

b) **Kutatási feladat:** A képek alapján figyeld meg a növényzet változását! Hogyan hódította vissza a természet az elhagyatott várost az elmúlt évtizedekben?

c) A képek alapján melyik állítás igaz?

A) A sugárzás miatt a városban semmilyen növény nem él meg.

B) A betonépületek lassabban pusztulnak, mint ahogy a növényzet benövi őket.

C) A fák gyökerei és a beszivárgó víz miatt az épületek szerkezete mára életveszélyessé vált.

## A Zóna különleges lakói

A robbanás után sokan azt hitték, a Zóna „halott vidék” lesz. Ezzel szemben ma ritka fajok menedéke.



**a) Przewalski-lovak:** Ezeket a vadlovakat kísérleti céllal engedték szabadon a 90-es években. Miért sikeresebb a szaporodásuk itt, mint az állatkertekben?



**Vörös-erdő:** Az első képen a híres „Vörös-erdő” látható. Miért nem vágták ki és vitték el a fák maradványait a katasztrófa után? (Gondolj a radioaktív porra és a talaj védelmére!)

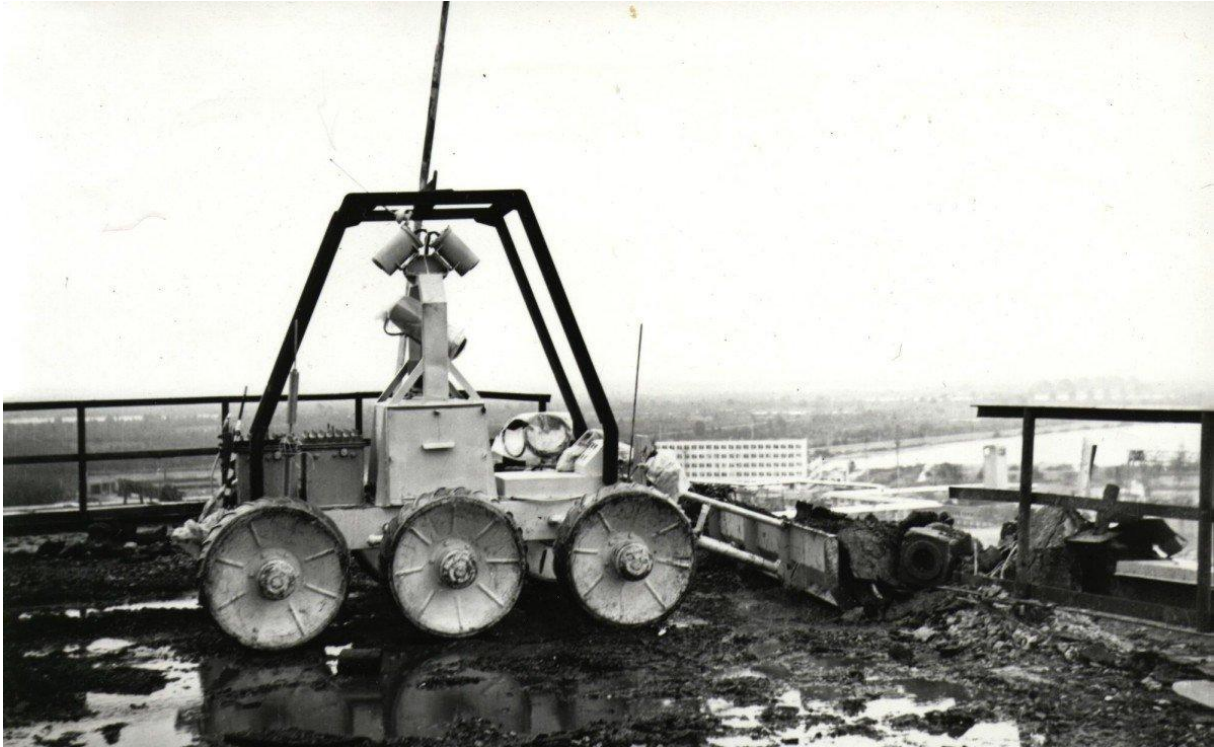
**b) Kérdés:** Az új kupolát 2016-ban tölték a helyére. Hány évre tervezték a tartósságát?

- A) 30 év
- B) 100 év
- C) 500 év

**c) Logikai feladat:** Miért volt szükség arra, hogy a kupolát a sérült reaktortól távolabb építsék fel, majd síneken tolják a helyére? (Válasz: A munkások védelme érdekében, hogy ne kelljen közvetlenül a sugárzó romok felett dolgozniuk évekig.)

## Likvidátorok és technológia

A tetőn folyó tisztítási munkálatokhoz távirányítású robotokat is bevetettek, mert a sugárzás szintje az emberi szervezet számára elviselhetetlen volt.



a) A képeken látható holdjáróra emlékeztető robot (STR-1) mellett sokszor „élő robotokat” (likvidátorokat) is be kellett vetni. Miért vallottak kudarcot a korabeli nyugati és szovjet robotok a 4-es blokk tetőjén?

- A) Elfogyott az üzemanyaguk.
- B) A hatalmas sugárzás tönkretette az elektronikus áramköreiket.
- C) Túl nehezek voltak és beszakadt alattuk a tető.

## A sugárzás élettani hatásai

### **1. A „Láthatatlan Gyilkos” – Dozis és Hatás**

**Háttér:** A sugárzás mértékét többféle egységben mérik, de az emberi testet ért károsodást a **Sievert (Sv)** adja meg. Egy átlagos mellkasröntgen kb. 0,1mSv (millisievert).

#### **Feladat:**

Párosítsd össze a sugárdózisokat a rájuk jellemző élettani hatással!

1. **0,1 – 0,25 Sv**
2. **1 – 2 Sv**
3. **4 – 6 Sv**
4. **10+ Sv**

- A) Súlyos sugárbetegség: hányinger, hajhullás, de a túlélés orvosi segítséggel valószínű.
- B) Nincs azonnali tünet, de hosszú távon kismértékben nő a rákkockázat.
- C) Halálos dózis: a bélrendszer és a központi idegrendszer visszafordíthatatlan károsodása, halál napokon belül.
- D) Súlyos dózis: csontvelő-károsodás, belső vérzések, kezelés nélkül 50% a halálozási esély.

## **2. Miért éppen a pajzsmirigy? (A Jód-profilaxis)**

A katasztrófa után a lakosságnak kálium-jodid tablettákat osztottak (volna).

### **Feladat:**

- Magyarázd el a „telítés” elvét! Miért védi meg a stabil (nem sugárzó) jódtabletta a szervezetet a radioaktív Jód-131 izotóptól?
- Miért a gyerekekre nézve volt a legveszélyesebb a radioaktív jód jelenléte a tejben és a levegőben?
- Igaz vagy Hamis?** „A jódtabletta a sugárzás minden fajtája (pl. cézium, stroncium) ellen teljes védelmet nyújt.” (Indokold!)

## **3. A „Vörös-erdő” rejtélye (Botanikai feladat)**

Az erőmű melletti fenyőerdő a robbanás után rozsdabarna/vörös színűvé vált és elpusztult. Ez volt a világ egyik legnagyobb dózisú környezeti sugárterhelése.

### **Feladat:**

- A fenyőfák sokkal érzékenyebbek a sugárzásra, mint a lombhullató fák vagy a fűfélék. Szerinted miért? (Gondolj a sejtosztódásra és arra, hogy a fenyők nem hullatják le a leveleiket!)
- Érdekesség:** Ma a Zónában az élővilág burjánzik, de a lebomlás (a korhadás) sokkal lassabb, mint máshol. Miért „félnek” a baktériumok és a gombák a sugárzástól, és ez hogyan befolyásolja az erdő talaját?

## **Magyarország**

### **A „hírfekete” napjai**

Olvasd el az alábbi két hírtöredéket, amelyek 1986-ban jelentek meg a magyar sajtóban:

**A szöveg:** „Az ukrajnai Csernobilban baleset érte az atomerőmű egyik reaktorát. [...] A Szovjetunióban szakértő bizottság vizsgálja a körülményeket, a környéken élők biztonságban vannak.” (Népszabadság, 1986. április 29.)

**B szöveg:** „A mérések szerint a levegő radioaktivitása hazánkban kismértékben emelkedett, de az egészségre nem káros. Javasoljuk azonban a piacokon vásárolt leveles zöldségek alapos mosását.” (Magyar Rádió, 1986. május eleje)

### **Feladat:**

- Hány nap telt el a robbanás (április 26.) és az első magyar újsághír (április 29.) között? Mi történhetett a felhővel ez alatt az idő alatt?
- Az **A szöveg** szerint a környéken élők biztonságban vannak. Tudjuk, hogy Pripjatyot ekkor már kiürítették. Miért titkolhatta ezt a magyar sajtó?
- Értékelj a **B szöveg** tanácsát az „alapos mosásról”! Ha a radioaktív jód és cézium a növény sejtjeibe is beépült, elegendő-e a sima vizes mosás a kockázatmentes fogyasztáshoz?

## Meteorológia és „Szerencse”

Magyarországot május elején érte el a felhő második, jelentősebb hulláma.

### **Feladat:**

A radioaktív por a csapadékkal (esővel) jut leghatékonyabban a talajba és a növényekre. 1986 májusában Magyarországon „foltosan” esett az eső.

- a) **Logikai kérdés:** Ha Szombathelyen esett az eső, de Sopronban nem, melyik városban mérhettek magasabb talajsugárzást másnap?
- b) Hogyan befolyásolta ez a „foltosság” a magyar tejtermelést? Miért fordulhatott elő, hogy az egyik megyében tilos volt a tejet forgalmazni, míg a szomszédban nem?

## A „Magyar Likvidátorok”: A kamionosok esete

Sok magyar kamionos (Hungarocamion) éppen a Szovjetunióban tartózkodott a baleset idején, vagy közvetlenül utána küldték őket Kijev környékére.

### **Feladat:**

A sofőrök nem kaptak sugárzásmérőt, és nem szóltak nekik, hogy ne egyenek a helyi élelmiszerekből.

Ha egy kamionos átment a lezárt zóna szélén, majd hazatért Budapestre, miért volt fontos a kamionja „lecsutakolása” (lemosása) a határon?

- A) Hogy ne vigye be a sarat a városba.
- B) Mert a kamion alvázára és kerekére tapadt radioaktív por folyamatosan sugárzott.
- C) Mert a szovjet üzemanyag károsította a festést.

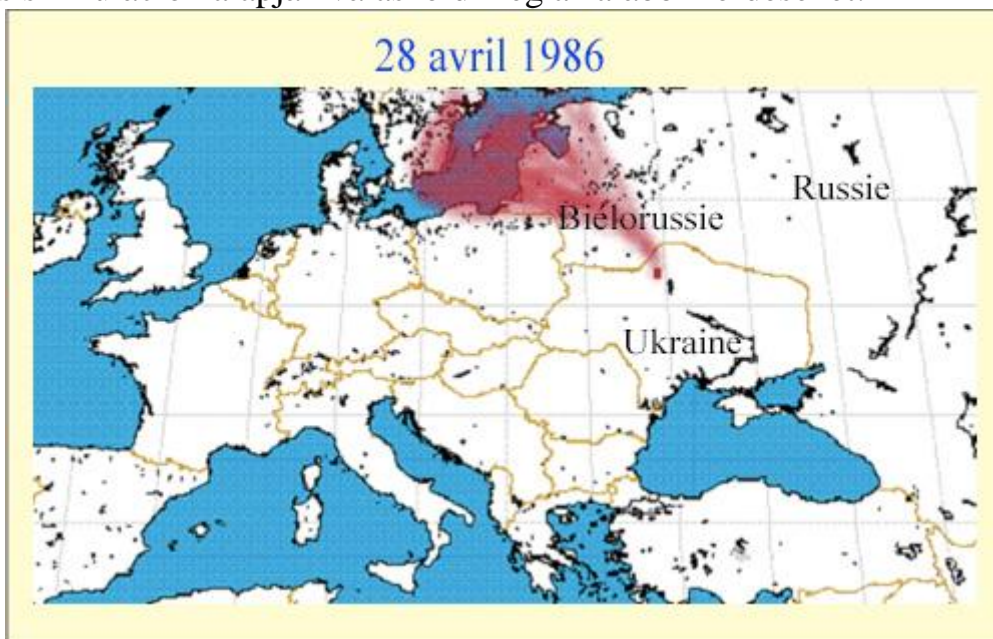
## 4. Igaz vagy Hamis? – Magyarországi mítoszok

- a) Magyarországon 1986 májusában betiltották a május 1-jei felvonulásokat a sugárveszély miatt.
- b) A Paksi Atomerőműben a katasztrófa után azonnal leállították a termelést biztonsági okokból.
- c) A magyar gyerekeknek kálium-jodid tablettát osztottak az iskolákban május elején

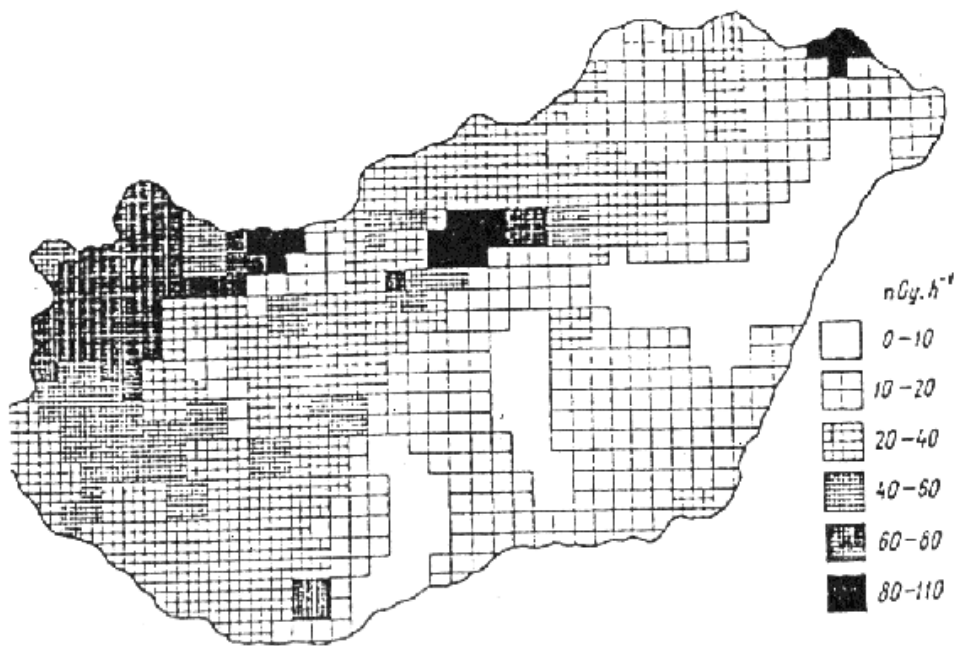
## A felhő „tánca” Európa felett

Nézd meg a felhő terjedését mutató szimulációs képeket és térképeket!

A térképek és szimulációk alapján válaszold meg az alábbi kérdéseket:

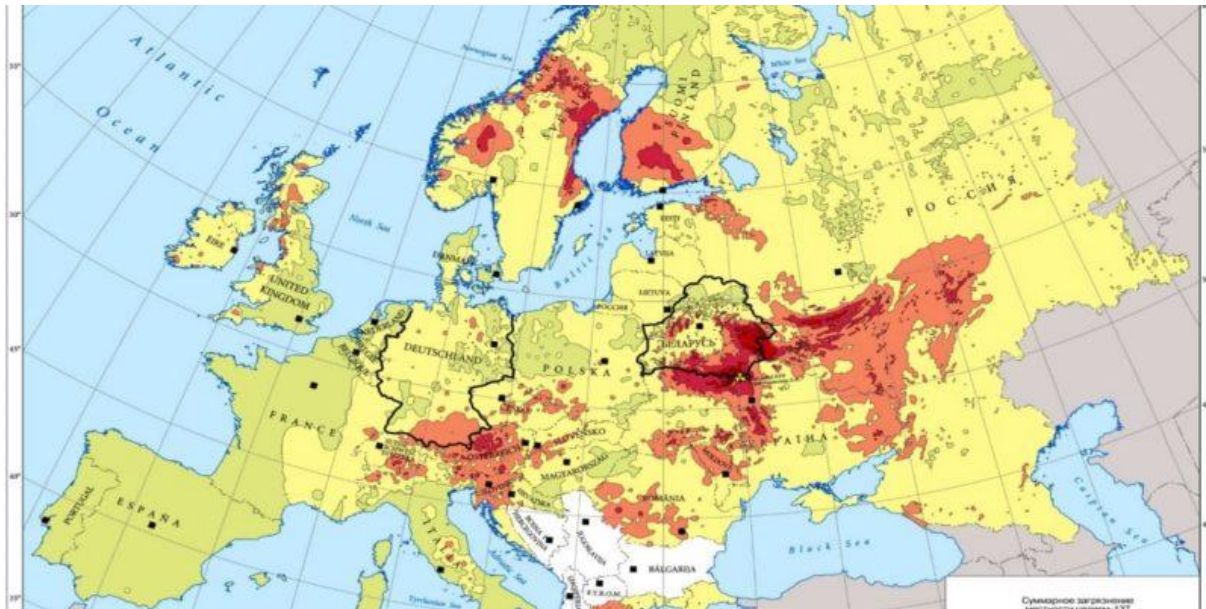


a) A szimulációk alapján a felhő az első napokban (április 28-29.) észak-északnyugat felé indult. Mely országokban mértek emiatt először kiugró sugárzást, ami lebuktatta a szovjet titkolózást?



b) Nézd meg a Magyarországot ábrázoló térképet! Figyeld meg a sötétebb (erősebben szennyezett) foltokat.

- Melyik országrészünk kapta a legnagyobb terhelést?
- Miért nem egyenletes a sugárzás az ország egész területén?



c) A 1.5.4-es Európa-térképen látszik, hogy Skandináviában és az Alpokban is vannak „vörös”, erősen szennyezett területek, pedig ezek messze vannak Csernobiltól. Mi a közös ezekben a tájegységekben, ami elősegítette a radioaktív por „kimosódását” a levegőből?

### Kitelepítés

#### [A híres hangosbemondó-szöveg \(1986. április 27. 13:10\)](#)

Ezt a szöveget sugározták Pripjaty utcáin a hangszórókból, miközben 1100 autóbusz sorakozott fel a város szélén:

„Figyelem, figyelem! Kedves elvtársak! A városi tanács értesíti Önöket, hogy a csernobili atomerőműben történt üzemi baleset következtében a városban a sugárzási szint kedvezőtlenül alakult. [...] A teljes biztonság garantálása érdekében, és mindenekelőtt a gyermekek védelmében ma, április 27-én ideiglenes evakuálást hajtunk végre. [...] Kérjük, vigyenek magukkal igazolványokat, a legszükségesebb holmikat és némi élelmiszert. A lakásaikat hagyják lezárva, a gázt és a villanyt kapcsolják ki. [...] Az ideiglenes elhelyezés után három napon belül mindenki visszatérhet otthonába.”

### **Feladat:**

- Elemzés:** Keresd meg a szövegben azt a mondatot, amely utólag a legtragikusabb hazugságnak bizonyult! Miért mondhatták ezt a hatóságok a lakosságnak?
- Pszichológia:** Milyen hatással volt az emberek csomagolási fegyelmére az „ideiglenes” jelző? Mit hagytak hátra emiatt, amit ma is láthatunk a szellemvárosban készült fotókon?
- Kritika:** A szöveg „üzemi balesetnek” hívja a katasztrófát. Hogyan próbálták a szóhasználattal tompítani a pánikot?

### A „Samosely” (Visszaköltözők) jelensége

Néhány hónappal a kitelepítés után főleg idős emberek titokban, az erdőkön át visszaszöktek a lezárt zónába, a saját házaikba. Őket nevezték *samoszel*-eknek.

#### **Feladat:**

Képzeld el egy idős ukrán parasztszony érvelését, aki azt mondja a katonáknak: „*Nem látom a sugárzást, nem érzem az illatát, akkor miért ne lakhatnék itt? Túléltem a háborút és az éhínséget, nem félek egy láthatatlan portól.*”

Írj két érvet a visszaköltözés **mellett** (érzelmi oldal) és két érvet **ellene** (egészségügyi oldal)!

### A „Gázálarcos iskola” (Pripjaty, 3. számú középiskola)

Az egyik legtöbbet fotózott helyszín a 3. számú iskola, ahol több száz gyermekméretű gázálarc borítja a padlót.



A gázálarcokat nem a robbanás utáni mentéshez osztották ki. Ezeket még a hidegháború alatt halmozták fel az iskola raktárában egy esetleges vegyi vagy nukleáris támadás esetére.

Miért hevernek ma a padlón a polcok helyett?

- A) A gyerekek dobták el őket menekülés közben.
- B) Később fosztogatók (looters) szórták szét őket, miközben a szűrőkben található értékesfémeket (pl. ezüst) keresték.
- C) A sugárzás miatt olvadtak le a polcokról.

### Az óvodai csendéletek (Kopacsi falu óvodája)

Az erőműhöz legközelebb eső Kopacsi faluban csak az óvoda és egy másik épület maradt meg, a többi házat eldózerolták és elásták a magas sugárzás miatt.

A képeken gyakran látni ágyakon ülő babákat vagy kiságyakba fektetett játékokat.



Sok ilyen jelenetet valójában katasztrófaturisták és fotósok rendeztek be utólag a hatásvadászat kedvéért (úgynevezett „dark tourism” beállítások).

a) Szerinted miért rendezik át a tárgyakat a látogatók? Hogyan változtatja meg ez a helyszín hitelességét?

### Csernobil 40: A nagy katasztrófa-kvíz

**1. Melyik napon és pontosan hány órákor történt a robbanás a 4-es blokkban?**

- A) 1986. április 26. 01:23
- B) 1986. május 1. 12:00
- C) 1986. április 25. 23:55



**2. Milyen típusú reaktor működött a csernobili erőműben?**

- A) VVER (Nyomottvizes)
- B) RBMK (Grafitmoderátoros, csatorna típusú)
- C) PWR (Könnyűvízes)



**3. Mi volt a közvetlen kiváltó oka a balesetnek aznap éjjel?**

- A) Egy erős földrengés
- B) Egy tervezett biztonsági teszt (gőzturbina kifutási teszt)
- C) Külső terrortámadás

**4. Hogyan hívják azt a közeli várost, amelyet 36 órával a robbanás után teljesen kiürítettek?**

- A) Csernobil
- B) Kijev
- C) Pripjaty



**5. Milyen anyagból készültek a szabályozórudak végei, amelyek a vészleállításkor (AZ-5) váratlanul megdobták a teljesítményt?**

- A) Bór
- B) Ólom
- C) Grafit

**6. Melyik európai országban mérték először a megemelkedett sugárzást, ami kényszerítette a Szovjetuniót a beismerésre?**

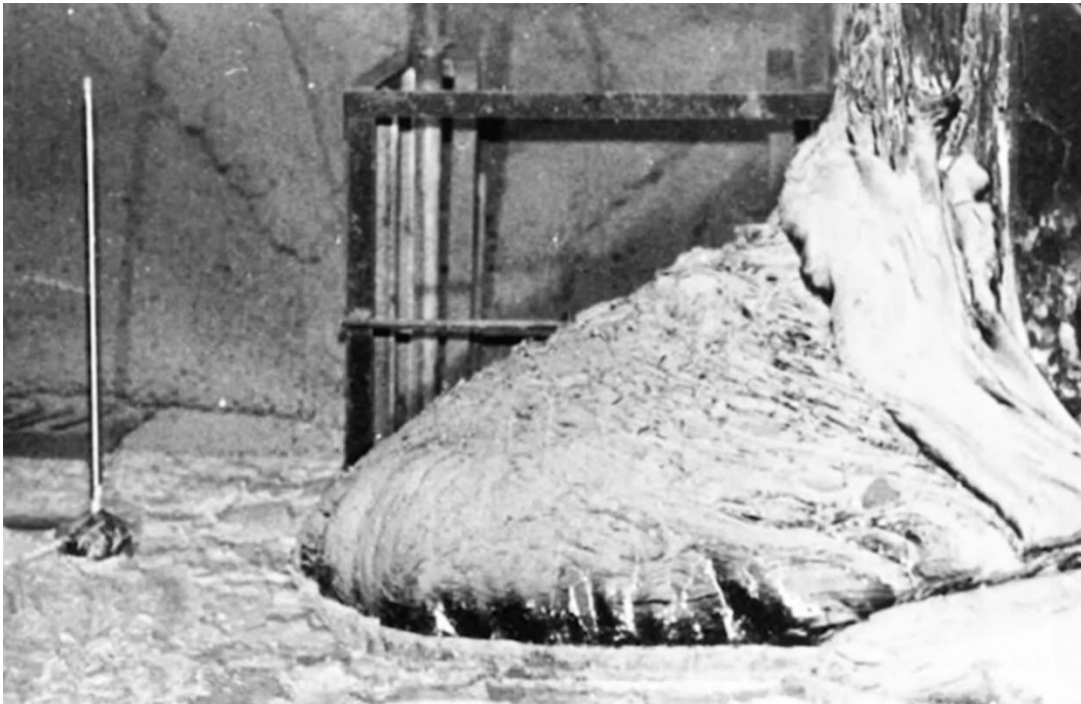
- A) Magyarország
- B) Svédország
- C) Németország

**7. Kik voltak a „bio-robotok”?**

- A) Távirányítású szovjet lánctalpasok
- B) A tetőn lapáttal dolgozó likvidátorok (katonák)
- C) Genetikailag módosított állatok

**8. Mi a neve annak a radioaktív anyagnak, amely ma is a reaktor alatti pincékben található, és „Elefántlábnak” hívják?**

- A) Grafit-tömb
- B) Korium (megolvadt üzemanyag és beton keveréke)
- C) Tiszta urán-dioxid



**9. Magyarországon melyik élelmiszer fogyasztása volt a legkockázatosabb 1986 májusában a jód-131 izotóp miatt?**

- A) Sertéshús
- B) Tej és leveles zöldségek
- C) Kenyér és péksütemények



**10. Mi borítja ma a 4-es reaktor romjait, amit 2016-ban toltak a helyére?**

- A) Az eredeti beton szarkofág
- B) Az Új Biztonsági Bezárás (hatalmas acélkupola)
- C) Egy vastag ólomréteg

