

GYAKORLATKÖZELBEN

# **GLOBALIS ÉGHAJLATVÁLTOZÁS**

**oktatócsomag**

**Integrált természettudományi mintaprojektek**

OKTATÁSKUTATÓ ÉS FEJLESZTŐ INTÉZET  
Budapest, 2008

*Írták*

Barta Géza, Nahalka István, Oláhné Nádasi Zsuzsa, Radnóti Katalin,  
Somogyi Ágota, Veres Gábor, Zágoni Miklós

*Lektorálta*

Wagner Éva

Szerkesztés © Havas Péter, Veres Gábor, 2008

© Barta Géza, Nahalka István, Oláhné Nádasi Zsuzsa, Radnóti Katalin,  
Somogyi Ágota, Veres Gábor, Zágoni Miklós, 2008

© Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, 2008

*Felelős kiadó:*

Farkas Katalin főigazgató

*Felelős szerkesztő:*

Varga Attila

A könyv megjelenését a Szociális és Munkaügyi Minisztérium támogatta.

ISSN 1589-9438

ISBN-13: 978-963-682-603-1

## Tartalom

### *Kérdések és válaszok az integrált természettudományos nevelésről*

(Veres Gábor) . . . . .	7
<i>Az emberi tevékenység és a klímaváltozás</i> (Zágoni Miklós) . . . . .	22
<i>Koncepció</i> (Nahalka István) . . . . .	47

### **Modulok**

1. Globális felmelegedés – bevezetés . . . . .	64
2. Az éghajlati rendszer . . . . .	76
3. A levegő szén-dioxid- és páratartalmának hatása a földi hőmérsékletre . . . . .	90
4. Hőtágulás . . . . .	102
5. A globális klímaváltozás és a társadalmi folyamatok kapcsolata . . . . .	109
6. Éghajlati rendszerek állapotának leírása . . . . .	120
7. A természeti környezet változása az emberi tevékenység következtében . . . . .	135
8. Változások . . . . .	142
9. Az éghajlatváltozás folyamatának tudományos előrejelzése . . . . .	150
10. Az éghajlat-változási folyamatok előrejelzései – globális szint . . . . .	164
11. Az éghajlat-változási folyamat előrejelzései lokális szinten . . . . .	178
12. A Az energiaátalakítás lehetőségei Magyarországon . . . . .	190
12. B Célszerű-e hazánkban atomerőművet építeni? . . . . .	203
13. A szén-dioxid-kibocsátás csökkentés – épületek, közlekedés . . . . .	212
14. Alkalmazkodási lehetőségek . . . . .	229
15. „Fenntartható lakóhely – a MI településünk” . . . . .	244



**Veres Gábor**

## **Kérdések és válaszok az integrált természettudományos<sup>1</sup> nevelésről**

Magyarországon a természettudományos tantárgyat tanító tanárok többsége nem rendelkezik megfelelő ismeretekkel az integrált tanítási módokról. Nem a hozzáférhető információ hiányzik, hiszen kb. 20 éve jelennek meg értekezések és publikációk ebben a témában. Az 1990-es évek végén lefolytatott viták és a megvalósult kísérletek ellenére máig is csak néhány iskolában létezik integrált természettudományos tantárgy a 7–12. évfolyamokon (előtte van természetismeret). Időközben nem is a szaktárgyi vagy integrált oktatás lett az igazi kérdés, hanem hogy sikerül-e hazánkban megvalósítani valamit a korszerű természettudományos nevelés sok országban már létező gyakorlatából. Az ezredforduló környékén kibontakozó új pedagógiai paradigma ezen a területen is kifejtette a hatását, nem kis részben az újragondolt társadalmi megrendelésnek köszönhetően. Ma természettudományos műveltségről, természettudományos kompetenciáról szól a hazai szabályozás (NAT), és ezt mérik a nemzetközi kompetenciamérések is (PISA). Nem helyes az a kérdésfeltevés, hogy vajon jobb-e az integrált természettudományos pedagógiai rendszer, mint a szaktárgyi képzés. A valódi kérdés az, hogy a közoktatás keretében miként lehet hatékonyabban fejleszteni a természettudományos kompetenciákat, miként lehet a legszélesebb tanulói rétegeket a természettudományos műveltség megfelelő szintjének birtokába juttatni. Az integráció egy lehetséges eszköz vagy inkább következmény, amely a tudományosan vizsgálható problémákat mesterséges korlátok nélkül engedi a gyermeki megismerés tárgyává tenni. A kérdés nem a tudományos elit kiválasztásáról és képzéséről szól, hanem a társadalom mint egész viszonyulásáról a megismeréshez, a technológiai fejlődés előnyeire és veszélyeire. Ebben az értelemben a természettudományos nevelés lehetőséget ad a cselekvésre és felelősségvállalásra a jövőnkért, a Föld jövőéért.

### **A természettudományos nevelésről általában**

#### ***Mit jelent a természettudományos nevelés, miért időszerű a megújítása?***

A természettudományok lerakták a modern világ alapjait. A 20. században megismertük az anyag belsejét, benne az atomenergiával, a táguló világegyetemet a fekete lyukakkal, az emberi testet a sejtjeink DNS-molekuláival. Voltak

<sup>1</sup> A „természettudományos” jelző használatában a Nemzeti alaptanterv szóhasználatát követjük. A PISA-mérések értékelésében a „természettudományi” kifejezést használják.

évek és voltak országok, ahol azt hitték a vezetők – és azt hittették el a vezetettekkel –, hogy a természet legyőzése küszöbön áll. Aztán valahogy megbotlottunk a küszöbön, de az is lehet, hogy a természet védekezni kezdett a legyőzése ellen. A 20. század végére világossá váltak a fejlődés korlátai, a globális problémák egyre élesebben, fenyegetőbben rajzolódtak ki. A tudomány bizonyossága mellé a kételyek is felsorakoztak, teret nyertek a tudománytalan elképzelések, az áltudományok. A technológiai fejlődés ennek ellenére szédítő sebességgel halad előre, lassan elérjük Moore törvényének határát, de az információs szupersztráda gyorsulása még biztosan tovább folytatódik. A technológiai fejlődés ellentmondásossága nem kis részben vezetett a posztmodern kor kialakulásához. A tudományos eredmények társadalmi kezelése néha egy játszadozó gyermek felelőtlenségét idézi, néha pedig a jövő iránti teljes közömbösséget árulja el.

A természettudományok sajátosan felépített, fejlődő ismeretrendszere ma is szükséges a társadalom számára, de egyre élesebben válik szét a tudáselit mint kisebbség és a nem szakemberek alkotta többség. Az előbbieket a technológiai fejlesztés előrevivői, az utóbbiak ennek hasznélvezői vagy éppen veszélyeztetett alanyai. Világos, hogy a társadalom egészét szolgáló közoktatási rendszereknek tekintettel kell lenniük erre a kettős megrendelésre. A közoktatás társadalmi (és gazdasági) hatékonysága akkor megfelelő, ha az iskolarendszerből kilépők képesek beilleszkedni a társadalmi munkamegosztásba, alkalmazkodnak a folytonosan változó környezethez, sikerrel részt vesznek a versenyben, és ezzel biztosítják hazájuk versenyképességét is. A hatékony és önálló tanulás vagy a műszaki problémák felismerése és megoldási képessége mindenki számára hasznos tudás. A közoktatáson belül korlátozottak az időkeretek, a természettudományos tantárgyakra fordítható idő is csökkent, illetve tartalmában változva teret enged a kompetenciafejlesztés időigényes módszereinek. Mindez egyesekben felveti az ismeretek mennyiségi csökkenésének – talán valódi – veszélyét. A kompetenciák fejlesztése valóban csak ismeretekbe ágyazottan képzelhető el. A modern tanuláselmélet ugyanakkor azt is állítja, hogy a tanulás olyan tudásépítés, amelyre a személyességen túl az alapok biztos lerakása kell hogy jellemző legyen. Melyek azok a kulcsfogalmak, amelyekre a természettudományos tudásrendszer alapozható? Vannak-e közös fogalmak, törvényszerűségei a természettudományoknak? Az igenlő válasz nyilvánvaló, és ma már akár a Nemzeti alaptantervből is kiolvasható. De megoldott-e a túlzóan részletes ismeretek kellő megalapozása, rendszerbe foglalása, elkerülhető-e az ismétlődés, átfedés és ellentmondó szemlélet a mai szaktárgyi oktatásban? Álláspontunk szerint nem. Tudomásul kellene venni, hogy két rendszerről van szó, a szaktudomány közvetlenül nem vihető, nem viendő át az iskolákba. Csapó Benő szerint a természettudományos nevelés híd a tudomány és a nevelés között. Értelmezése szerint a természettudományos nevelés: *„egyrészt jelenti azt a komplex pedagógiai praxist, a tanulók tágabb értelemben vett személyiségfejlesztését, amely az értékek*

*közvetítésétől a világszemlélet formálásán, a képességek és készségek fejlesztésén keresztül az ismeretek közvetítéséig sok mindent magában foglal. Ez a gyakorlat nem egyszerűen az egyes tudományágak, ismeretkörök tanításának összessége, hanem egészen más céloknak megfelelő tevékenység. Másrészt jelenti mindennek a szakmai ismeretrendszerét, tanári kompetenciáit, szakpedagógiáját.”<sup>2</sup>*

A nemzetközi kompetenciamérések világában az országok nevelési-oktatási rendszerei is versenyeznek. A PISA-mérések kialakult gyakorlata a változó világ változó igényeihez igazodik. A magyar diákok inkább közepes, mintsem jó eredménye ebben az új szemléletmódban is gyökerezik. Az elemzések szerint (Balácsi és mtsai, 2007) erősségünk a jelenségek természettudományos magyarázata, de a jelenlegi gyakorlatban a természettudományi problémák felismerése, illetve következtetések levonása természettudományi bizonyítékok felhasználása alapján meglehetősen háttérbe szorul. A természettudományos kompetencia e két részterületének fejlesztése éppen a problémák komplexitása, szerveződési szinteket átfogó jellege miatt igényli az integrált megismerési módszerek alkalmazását. A természettudományos kompetencia fejlesztése nem véletlenül szerepel az OECD és az EU oktatási célrendszerében, mivel: „*általánosan elfogadott, hogy a természettudományi alapkompenciák elsajátítása az új technológiák bevezetése miatt fontos, míg a magas szintű kompetenciák megléte az új technológiák kidolgozása, az innovációk szempontjából nélkülözhetetlen. A technika fejlődésének élvonalában álló országok pontosan felismerték, hogy a magasan képzett munkaerő munkaerő-piaci megoszlása döntő tényező a gazdasági növekedés és a társadalmi fejlődés szempontjából, mégpedig azért, mert a magasan képzett egyén a legkülönbözőbb területeken (szervezés, marketing, tervezés) képes mindenki számára hasznos újításokat létrehozni.*”<sup>3</sup> Ha Magyarország fel kíván zárkózni a világ fejlettebb országaihoz, talán át kellene vennünk ezt a szemléletet, és tanulnunk kellene a megvalósítás már bevált módszereiből, például a külföldön sikeres és népszerű science oktatási programokból.

### ***Hogyan írható le a természettudományos műveltség?***

A PISA-mérések új szempontrendszer alkalmaznak a természettudományos nevelés eredményességének mérésére. Az ezredfordulót megelőző időszakban az oktatás hatékonyságának kutatása, a gazdasági hatékonyság, az oktatási beruházások társadalmi megtérülésének igénye vezetett a tudáskonceptió megváltozásához. Fontossá vált az életben jól alkalmazható ismeretek, készségek és attitűdök széles tömegek általi elérésének biztosítása. Ez a fajta tudás rejlik a „science

2 Csapó Benő: Tudás és iskola: A természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között. Műszaki Könyvkiadó, 2004; [http://www.otka.hu/index.php?akt\\_menu=2335](http://www.otka.hu/index.php?akt_menu=2335)

3 PISA 2006 jelentés, 20. o. Oktatási Hivatal, 2007.

literacy” kifejezés jelentésében, amit magyarul természettudományos műveltségnek nevezünk. Lényegi sajátossága, hogy nem csupán a természettudományos ismereteket tartalmazza, hanem a tudomány működésének megismerését, a tudományos gondolkodásmód elsajátítását is célul tűzi. Nem valamiféle kultúrtörténeti értelmű műveltségről van szó, nem lexikális ismeretek halmozását jelenti a fogalom, sokkal inkább „*az egyénnek az a képessége, hogy a természettudományi ismeretek és azok alkalmazása segítségével képes kérdéseket feltenni, új ismereteket elsajátítani, meg tud magyarázni természettudományi jelenségeket, és megfogalmaz természettudományi problémákkal kapcsolatos, bizonyítékokkal alátámasztott következtetéseket. Az egyén megérti az emberi tudásként és emberi felfedzőmunkaként is értelmezhető természettudományok jellemző tulajdonságait, és azt, hogy a természettudományok és a technika hogyan alakítja fizikai, szellemi és kulturális környezetünket. Megfontolt állampolgárként hajlandó magát elkötelezni természettudományi vonatkozású problémák és természettudományos elméletek mellett.*”<sup>4</sup>

A tudástípusok közül tehát a természettudományos műveltségen belül a procedurális és a deklaratív tudás egyensúlya valósul meg. A nevelési gyakorlatban ez a tudás alkalmazását igénylő, aktív tanulási helyzetek biztosítását jelenti. Rávilágít a kísérletek elvégzésének, illetve a kísérletelemzéseknek a fontosságára. Ha a vizsgálandó természettudományi vonatkozású problémák körét nézzük, akkor az egy-egy szaktudomány illetékességi körébe tartozók mellett sok olyat találunk, amelyek több szaktudomány területére is tartoznak (pl. klímaváltozás, környezeti kérdések), ezek esetében a nem szaktárgyi, hanem az integrált jellegű tanulási formák segíthetik a probléma átlátását, megoldását.

A természettudományos műveltség kereteinek és tartalmának megfogalmazásához hozzájárult a tudományos kutatás és a nevelés-oktatás világának eltérő fejlődési pályája is. Csapó Benő szerint: „*az oktatás képtelen a tudás gyarapodásának ütemével lépést tartani, másrészt az új tudás specializáltsága és komplexitása miatt az eredmények közvetlenül csak a szakértők szűkebb köre számára hozzáférhetőek, és csak sokszoros transzformáció és átértelmezés révén válhatnak tananyaggá. A tudományos fejlődés ugyanakkor egyben sok területen felszámolta a tudás hagyományos értelemben vett szükségességét is. Azokat a kifinomult ipari termékeket, amelyek létrejöttét a tudomány eredményei tették lehetővé, egyre kevesebb tudással használjuk, és segítségükkel hatékonyan oldhatunk meg olyan feladatokat, amelyeket korábban csak alapos tudományos felkészültséggel lehetünk volna képesek elvégezni. Ez a fejlődés a világ legtöbb oktatási rendszerében a természettudományok tanításának válságát idézte elő.*”<sup>5</sup>

4 PISA 2006 jelentés, 12. o. Oktatási Hivatal, 2007.

5 Csapó Benő: Tudás és iskola: A természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között. Műszaki Könyvkiadó, 2004; [http://www.otka.hu/index.php?akt\\_menu=2335](http://www.otka.hu/index.php?akt_menu=2335)



Az ellentmondás feloldását a korszerű természettudományos programok részben a kontextusba helyezés eszközével, részben a jövőre való nagyobb figyelemmel érik el. Az Angliában nemrég bevezetett, „21 Century Science”, azaz „A 21. század tudománya” program és taneszközrendszer a tanulók mindennapi életéhez közel álló, a természeti és technológiai környezetükben előforduló témákkal, problémákkal foglalkozik (mobil kommunikáció, sugárzások, géntechnológia), lehetőséget adva a több szempontú megközelítésekre, vitákra is. Ez a program jó példa a természettudományos nevelés hatékony fejlesztésére, az egyetemi tudáscentrumok, a kutatóhelyek, a kiadók és a média partnerségére is. Jó (lenne) tanulni belőle...

### ***Hogyan értelmezhető a természettudományos kompetencia?***

A kompetencia fogalma a mai pedagógiai modernizáció egyik kulcsszava. A pedagógiai köznyelvbe bekerülve azonban jelentése elmosódott, egyfajta gyűjtőfogalommá, talán valamelyest közhelyessé is vált. A pszichikus struktúrákra és működésekre alapozott, alkalmazható tudás eredeti jelentése elhomályosodott, és ma szinte minden fejleszhető és értékelhető nevelési-oktatási elem valamiféle kompetenciaként neveződik el. A NAT 2007-es felülvizsgálata átvette az EU-kulcskompetenciák rendszerét, azzal a változtatással, hogy a matematikai és a természettudományos kulcskompetenciákat kettéválasztotta. Az ebben a felosztásban definiált természettudományos kulcskompetencia legfontosabb összetevői:

- A természeti világ alapelveinek ismerete
- Alapvető tudományos fogalmak, módszerek ismerete
- A tudományos elméletek társadalmi folyamatokban játszott szerepének ismerete, megértése
- Fontosabb technológiai folyamatok ismerete
- A technológiák előnyeinek, korlátainak és társadalmi kockázatainak ismerete
- Az emberi tevékenység természetre gyakorolt hatásának ismerete
- Természettudományos és műszaki műveltség alkalmazása a problémamegoldásban
- Természettudományos és műszaki műveltséget igénylő döntések meghozatala
- Új technológiák, berendezések megismerésének és működtetésének képessége
- Áltudományos, egyoldalúan tudomány- és technikaellenes megnyilvánulások kritikája

- Szándék és képesség a fenntartható fejlődés érdekében lokálisan és globális vonatkozásban való cselekvésre
- Etikai kérdések iránti érdeklődés
- Kritikus és kíváncsi attitűd
- Biztonság és a fenntarthatóság tisztelete a tudományos és technológiai fejlődés hatásaival kapcsolatban

A fentiekből kiderül, hogy a NAT által megfogalmazott tudáskonceptió és fejlesztési követelményrendszer lefedi a természettudományos műveltség fogalmát, de ki is bővíti annak például a PISA-mérésekben vizsgált körét. A PISA természettudományi kompetencia-rendszerének elsődleges területei:<sup>6</sup>

Természettudományi problémák felismerése

- Természettudományosan vizsgálható problémák felismerése
- Természettudományos információk megkereséséhez szükséges kulcsszavak felismerése
- A természettudományi vizsgálatok főbb tulajdonságainak felismerése.
- Jelenségek természettudományi magyarázata
- Adott helyzetnek megfelelő természettudományi ismeretek alkalmazása
- A jelenségek megfelelő leírása vagy értelmezése és a változások előrejelzése
- A megfelelő leírás, értelmezés és előrejelzés felismerése
- Természettudományi bizonyítékok alkalmazása
- Természettudományi bizonyítékok értelmezése, valamint következtetések levonása és megfogalmazása
- A következtetések háttérében álló feltevések, bizonyítékok és érvek azonosítása
- Természettudományi vagy műszaki vívmányok társadalmi következményeinek megítélése

A kompetencia értelmezési körébe az ismeretek és készségek mellett az attitűdök is beletartoznak, ezek egysége szükséges az egyén cselekvési képességének kibontakoztatásához. A PISA-mérésekben a tanulók természettudományokkal és annak alkalmazásával kapcsolatos attitűdjeit is vizsgálták az alábbi területeken:<sup>7</sup>

A természettudományok iránti érdeklődés

- A természettudományok és a természettudományi problémák, törekvések iránti kíváncsiság

6 PISA 2006 jelentés, 13. o., Oktatási Hivatal, Budapest, 2007.

7 PISA 2006 jelentés, 15. o., Oktatási Hivatal, Budapest, 2007.

- Hajlandóság többletismeretek és gyakorlat szerzésére különböző források és módszerek felhasználásával
- Ismeretszerzésre irányuló törekvés; folyamatos természettudományi érdeklődés, természettudományi pálya választásának gondolata
- A természettudományi kutatás támogatása
- Alternatív nézőpontok, gondolatok és kutatások figyelembevételének elfogadása
- Valóságos információk és ésszerű magyarázatok figyelembevételének támogatása
- Logikus és körültekintő következtetés, az alkotás iránti igény kifejezése
- A természeti erőforrások és a környezet iránt érzett felelősség
- A környezetvédelemben az egyénre háruló felelősség érzékelése
- Tudatosság az egyén tevékenységének személyes, a társadalmat és a környezetet érintő következményeivel kapcsolatban
- Hajlandóság a cselekvésre a természet erőforrásainak megóvása érdekében

A NAT és a PISA természettudományoskompetencia-értelmezését összehasonlítva feltűnő, hogy a hazai szabályozás kisebb hangsúlyt helyez a tudományos elméletek és módszerek megismertetésére, hangsúlyosabban foglalkozik a tudományos eredmények technológiai alkalmazásával, annak társadalmi hatásaival, illetve a tudomány etikai kérdéseivel, társadalmi szerepével. Utóbbiaknak a tanulási folyamatban való megjelenítése nélkül nem képzelhető el a modern, társadalmilag releváns természettudományos nevelés. Ugyanakkor észre kell vennünk a PISA 2006 mérés elemzésében a természettudományos problémamegoldási képesség iskoláinkban jellemző fejlesztési gyakorlatával szemben megfogalmazott kritikát: „Egy természettudományi probléma megoldása során ... első a probléma azonosítása, ezt a jelenséghez kapcsolódó ismeret alkalmazása, majd az eredmények értelmezése, felhasználása követi. A tradicionális természettudomány-oktatás, amilyen a miénk is, a középső lépésre, a jelenségek természettudományi magyarázatára helyezi a hangsúlyt, ehhez a diákoknak a természettudomány alapismereteivel és alapelméleteivel kell tisztában lenniük. A diákok természettudományi tudása azonban csak abban az esetben teljes, ha képesek felismerni a természettudományi problémákat és a valós helyzetnek megfelelően értelmezni az azokkal kapcsolatos megállapításukat.”<sup>8</sup>

A természettudományi problémák felismerését nehezíti, ha azokat eleve a valós összetettségüktől megtisztítva, valamely szaktudomány boncasztalára előkészítve kapják a tanulók. Ebben az esetben nehéz a technológiai alkalmazá-

8 PISA 2006 jelentés, 25. o., Oktatási Hivatal, Budapest, 2007.

sok és társadalmi vonatkozások felvetése is, hiszen ezek sem részei a szűken vett szaktudományos tárgyalásmódnak. Az integrált természettudományos tantárgyi környezet nyitott lehet a valós problémák minden oldala felé, korszerű tanulásszervezési módszerekkel (kooperatív technikák, projektek, iskolán kívüli tanulás) fokozhatja a természettudományos kompetencia fejlesztésének hatékonyságát.

### ***Mit gondolunk a tanulásról, tanításról?***

Az ezredforduló környékére a pedagógia területét érintő fejlemények és fejlesztések elérték azt a kritikus tömeget, amely az elmélet és a gyakorlat gyökeres változásához, egy új pedagógiai paradigma kialakulásához vezetett. Ennek néhány eleme a következő:<sup>9</sup>

- Testre szabott oktatási berendezkedés
- Az egyéni fejlődés értékelése
- A tanár facilitátor és csapattag
- A tanulók felelősek a saját tanulási folyamatukért
- Kihívásokkal szolgáló tanulási környezet
- Széles tanulási terület és célkitűzés rendszer
- A tudás érvényessége
- Az értelmes tudás és a tudásépítés fontossága
- A kompetenciák értékelése és fejlesztése
- Élethosszig tartó tanulás
- A diákok erősségeinek támogatása
- Az oktatással kapcsolatos szemléletmódok újraértékelése

A megváltozott társadalmi környezetben a nevelési-oktatási rendszerek alkalmazkodása, a nemzetközi versenyhelyzetben való megfelelés kulcskérdés. Az új pedagógiai paradigma sok tényező változtatását igényli, ennek kivitelezése nem problémamentes. Ha a természettudományos nevelés, az integráció szempontjából nézzük a kihívásokat, láthatjuk, hogy a tanulási célok és módok, valamint a tartalmak is változásban vannak, megváltoztak. A tanulás új modellje szerint: *„a tanár a tanulás hozzáértő vezetője. A tudás olyan valami, amit a diáknak magának kell létrehoznia, míg a tanár szállítja az ehhez szükséges ismereteket, alkalmakat, eszközöket és helyzeteket. Az eszközök nemcsak a szokásos laboratóriumi berendezések, hanem sokkal inkább gondolkodásmódok és a megvalósítás gyakorlati készségei. ... Nem tételezhetjük fel, hogy a gyerekek*

<sup>9</sup> Jos Letschert alapján, CIDREE évkönyv, 2004.

előismeretek, alapfogalmak nélkül kezdik el a természettudományos képzést. Amikor elkezdünk egy új témát, a diákok nem kezdenek gondolatban új, tiszta lapot, nem állnak írásra kész tollal a kezükben, hogy ráírják a tanár által gondosan előkészített fogalmakat, szabályokat, szavakat és összefüggéseket.”<sup>10</sup>

Ez a konstruktivista tanulásfelfogás a megismerést alapvetően deduktív úton képzei el, azaz a tudásrendszereket az alapelvek, közös törvények felől lehet felépíteni. A természettudományoknak ismereteseek olyan közös fogalmai, amelyek a fizika, kémia, biológia területén is alkalmazhatók. Kétségtelen, hogy ezek fejleszthetők szaktárgyi rendszerben is, de az integrált szemlélet, a szerveződési szinteket átjáró problémakezelés ebben hatékonyabb eszköz. A tanulási folyamat személyes jellegéből és az ezt segítő értékelési módokból következik az is, hogy a tanárnak alaposabban kell ismernie tanítványai gondolkodásmódját, előzetes tudását, erre pedig csak a gyakori találkozás és a bőségesebb időkezet ad lehetőséget. A szaktárgyakra felaprózott tanulásszervezés erre kevésbé ad lehetőséget, mint az egy tanár számára viszonylag magasabb óraszámot biztosító integrált tantárgy. A tanulóra fókuszáló, a tanulást a környezettel való interakcióban elképzelő modell megkívánja a szélesebb tanulási területet, átfogva akár az élet teljességét. Ki kell tehát tágítani a szaktudományos ismereti mezőt, át kell lépni a formális megismerőrendszerek korlátait, alkalmazkodva a gyermeki érdeklődés, fantázia és alkotóképesség határtalanságához.

## **A Politechnikum integrált természettudományos programjáról**

### ***Milyen célok és feltételek alapján fejlesztjük a Politechnikum helyi természetismeret-programját?***

A Közgazdasági Politechnikumban az alapítás, azaz 1991 óta tanítunk természetismeret tantárgyat. Az iskolát alapító reformszemléletű pedagógusközösség a komplex természetismeret tanítását célként jelölte meg, együtt más tantárgyblokkok, például társadalomismeret, művészet kidolgozásával. Az első évben még különálló szaktárgyként jelent meg a fizika, a kémia, a biológia és a földrajz, de igyekeztünk közöttük valamiféle koordinációt, párhuzamosságot kialakítani. A négy tantárgy négy tanárt jelentett, ennek megfelelően kevesebb óraszámot és több tanítványt. Amíg az iskola csak néhány osztállyal működött, ez nem is jelentett problémát. Később azonban egyre fontosabbá vált a személyközpontú nevelés mint alapérték megőrzése. Ehhez az osztályokban tanító tanároknak több időt kell eltölteniük tanítványaikkal, jobban meg kell hogy ismerjék személyiségüket, együttműködési készségüket, tanulási szükségleteiket.

<sup>10</sup> Co-ordinated Science. Collins Educational, 1989.

A tantárgyak összehangolása sem volt könnyű, hiszen a heti óraszámoknak megfelelően külön haladtak előre az anyagban. 1992-től áttértünk a tantárgyi integrációra, azaz egy tanulási folyamatba, egy tanár irányítása alá szerveztük a természettudományos nevelést. A rendszer elindítását nehezítette, hogy nem állt rendelkezésünkre megfelelő tananyag. Az alapítók által Magyarországra hozott angliai Co-ordinated Science könyvcsalád felhasználásával kezdtünk saját tananyagok fejlesztésébe. Hamarosan be kellett látnunk, hogy a hazai viszonyok között a külföldi minta korszerű szemléletmódja a tartalmi követelmények eltérő szintje miatt nehezen alkalmazható. Igyekeztünk kiegészíteni, adaptálni az angliai rendszert, sajnos eközben gyakran veszítettük el a lényegét, a komplex és életközeli szemléletet, és tértünk vissza a bennünk megőrzött szaktudományos, szaktanári szemlélethez. Később a gyakorlati tapasztalatok és több elnyert pályázati támogatás (KOMA) segítségével elkészítettük a jelenleg is használatos tanterveket, tananyagokat. 2002–2003 között az Országos Közoktatási Intézettel együttműködve elkezdtük az integrált természettudományos pedagógiai rendszer fejlesztését. Ebben a munkában tananyagok készültek, amelyek kipróbálása akciókutatás keretében történt, és a tapasztalatokat három tanulmányban és a Kapcsos Könyvben foglaltuk össze.

### ***Milyen integrációs elvek mentén alakul a tartalmi szabályozás?***

Ha a természettudományok integrált tanítása szóba kerül, ellenvetésként említik a tartalmi elsőkélyesedést, a színvonal csökkenését. Okolják ezért a csökkenő óraszámokat és a szaktudományos kánontól való eltávolodást. Az időkeret csökkenése valóban veszélyt jelentene, de elsősorban nem a tartalmak csökkentése miatt, inkább a kompetenciafejlesztés módszereinek időigényessége miatt. A tudományos alapelvek, közös fogalmak középpontba állítása viszont erősíti a későbbi elmélyítés esélyét. A nem szakemberek számára is fontos, érdekes természettudományos kérdések szaktárgyi besorolása viszont nem mindig egyszerű. Marx György kérdésfeltevése és válasza erre a következő: „...melyik tantárgy tanítsa a klímaváltozást, az ózonlyukat: a földrajz, a biológia, a kémia, a fizika? Netán a történelem vagy az erkölcsstan? A megoldás: kötelező természettudomány-érettségi. Ennek anyaga ne a példatárak kedvencei (tömegpontok, merev testek, ideális folyadékok, egyenáramok, fénysugarak, kémiai elemek, vegyértékkarok, alaktan és rendszertan, országok és fővárosok pillanatnyilag épp aktuális nevei) legyenek, hanem a modern komplex természettudományos gondolkodás. Fizikából mindenkinek kell például az energia (üzemanyag, erőmű), elektromágneses hullám (parabolaantenna, mobiltelefon, infravörös kapcsoló), elektron (részecskehullám-kettősség, vezető-félvezető-szigetelő, vegyérték, fotoszintézis). Kémiából kell a poláros kötés (tűz, oxidáció, sav-bázis-só, táplálkozás), apoláros kötés

(delokalizált elektronpályák). *Biológiából a lényeg a szaporodás–öröklődés–mutáció–szelekció–illeszkedés–evolúció. Kíváncsi, hogy az egyes tanárok értsék kollégáik tananyagát, hogy együtt (vagy egy idő után egyikük) kérdezhessen a természettudományos érettség fizikát, kémiát, biológiát, földtant, informatikát, beleértve ezek ma is aktuális határterületeit.*<sup>11</sup>

Természettudományos érettségi azóta már választható (bár nem alapműveltségi jellegű, és nem is kötelező), az erre való felkészítés azonban tantárgyi keretekben történik. A természettudományos műveltség elismertetését, a kultúrában elfoglalt helyének méltó kijelölését talán jobban szolgálná, ha legalább a közoktatás bizonyos szakaszában vagy az alapképzésben integráltan jelennének meg a természettudományok. Valamiféle közös alapozásra, a jelenségek természetben és technológiában való előfordulásának, alkalmazásának megjelenítésére, a társadalmi összefüggések bemutatására mindenképpen szükség lenne. A NAT megfogalmaz ezzel kapcsolatos fejlesztési feladatokat, de az ehhez rendelhető implementációs eszközök (tananyagok, értékelési eszközök) ma még nem állnak az iskolák rendelkezésére.

Az integráció egyik eszköze a természettudományos alapfogalmak területtől független kiépítése. A Politechnikum hat évfolyamos képzésében a 7. évfolyam első félévében ezen az úton indulunk. Talán a legfontosabb integrációs elv ebben az időszakban az általános rendszerelmélet. Nem a mély filozófiai értelmezések, hanem nagyon is a gyakorlati műveletek készségének fejlesztésére törekszünk. A gyerekek mindennapi tapasztalatait felhasználó kognitív művelési rutint alakítunk ki, és egyfajta metakognitív eszközrendszert állítunk ennek szolgálatába. A részekre bontás és a közöttük lévő kapcsolatok vizsgálata, az egészlegesség értelmezése a működésen keresztül vagy például a környezeti kapcsolatok elemzése olyan szemléletmód, amely később a természeti és a technikai rendszerek mélyebb megértését szolgálhatja. A természetet eközben nem a szaktudományok skatulyáiból húzzuk elő, hanem inkább az anyag szerveződési szintjeinek lépcsőfokain haladva fedezzük fel. Foglalkozunk a rendszerek állapotaival, igyekszünk ezekről alapos leírásokat készíteni megfigyelések, mérések során. Az állapotok összevetése a változások és a folyamatok világába vezeti el a tanulókat. Ebben a világban két kulcsszereplővel ismerkedünk, az energiával és az információval, amelyek kialakítják és formálják az anyag különféle megjelenési formáit, rendszereit. Az információ fogalma a mi programunkban mélyebb, mint a köznapiság értelmezés, közelebb áll a fizikai alapfogalomként való meghatározáshoz, persze ennek a korosztálynak a számára is érthető megfogalmazását igyekszünk adni. Az információs anyagelmélet szerint: „a világ komplexitásának mai szintje kellett ahhoz, hogy felismerjük az információ fontosságát és jellemzőit. Világossá vált, hogy míg az anyag adja a »ma-

11 Marx György: Tudatos döntésre éretten a 21. században. ÚPSZ, 2001. 9. sz.



*tériát», az energia pedig a mozgást az Univerzumnak, addig az információ az a valami, amely az egésznek és a részeknek a rendezettséget biztosítja, valamiképpen a fizikában a rendezetlenség mértékének kifejezésére használt entrópia fogalmának ellentettje. ... Az információ éppen olyan főszerepet játszik a világban, mint az anyag és az energia. A világot alkotó rendszerek információs kapcsolatok (esetleg információs mezők?) révén szerveződnek egésszé. Alapvető különbség viszont, hogy az információra nem érvényesek a megmaradási törvények, megsemmisíthető és létrehozható.”<sup>12</sup>*

Az alapozást követően a 10. évfolyamig lényegében három fő vonulatban halad a témafeldolgozás, ezek: a fizikai világ alapelvei, az anyagfajták és változásai és az élő rendszerek. Felismerhető tehát a tantárgyi kapcsolódás a fizika, kémia, biológia területei felé. A szerveződési szintek egymásba épülése miatt a fizikai törvények, jelenségek beépülnek a kémiai struktúrákba és folyamatokba, illetve mindkettő jelen van a biológiai rendszerekben is. Egy-egy jelenség, rendszer vagy probléma vizsgálata során felfejthetők ezek a rétegek, átléphetők a szaktárgyi határok, persze ez a redukció csak a megoldás megtalálásáig indokolt.

A 11. évfolyam programjában egy új szempont szerint vizsgáljuk a természetet. A keletkezés és fejlődés gondolata, a világegyetem, a Föld és az élet kialakulása, evolúciója áll a középpontban. Nem csupán leíró, történetmesélő tanulás zajlik, igyekszünk lehetőséget adni a tanulóknak, hogy felderítsék és megértsék az anyagfejlődés mozgatórugóit, tisztában legyenek a múltból a jövőbe vezető folyamatokkal.

A 12. évfolyam a kimeneti szempontból fontos területekre mintegy „ráerősít”. Ekkor már túl vagyunk az alapozáson, sőt a részletes témafeldolgozás is megtörtént. A meglévő tudás alkalmazásával, bővítésével és újraszervezésével az egészség, a természeti környezet és a technikai világ problémáit, mindennapi életünkkel összefüggő aktuális problémáit elemzik, vitatják meg a tanulók. Kiadott tananyag ebben az évben nincs, de napi rendszerességgel használjuk a médiából vett aktuális híreket, eseteleírásokat, tudósításokat, ezzel is bővítve a fejleszhető tanulói kompetenciák körét.

### ***Milyen tanulásszervezési módszerek jellemzik a programot?***

Az új pedagógiai paradigma megjelenése a nyitott és rugalmas, a környezetre figyelő pedagógiai rendszerekre erős hatást gyakorolt. A változás valamennyi, a nevelésben- oktatásban érdekelt, részt vevő szereplő szemléletének módosulását feltételezi. A belső meggyőződések feladása, az új elfogadása nem könnyű, de a

<sup>12</sup> Drótos László: Informatikai jegyzetek.1993;  
<http://www.bibl.u-szeged.hu/~drotos/informatikai-jegyzetek/a.html#p5>



létező problémák megoldásában való sikeresség igazolhatja a kísérletezőket. A fenntarthatóság ebben a folyamatban is fontos kérdés, nagy a visszarendeződés veszélye, különösen akkor, ha a formálisan elsajátított új módszereket nem támasztja alá a megértés, belső meggyőződés és elfogadás. Azok a módszerek, tanulászervezési eljárások, amelyeket az integrált természettudományos programunk tanítása során alkalmazunk, talán nem forradalmiak (ebben igazodnak a hazai környezethez), de mindenképpen előremutatóak, és számunkra célravezetőnek bizonyultak.

A program szerkezete annyiban támogatja a módszertani fejlesztéseket, hogy a 7–12. évfolyamon végigvonuló integrált tanulás és az ehhez illeszkedő 11–12. évfolyamos szaktárgyi fakultáció egyfajta feladatmegosztást tesz lehetővé a mindenkinek szóló és a szakirányú továbbtanulást célzó képzések között. Ennek köszönhetően szabadabban tervezhető a tananyag, nem kell attól tartanunk, hogy tanítványaink nem tanulhatnak tovább természettudományos pályákon, de attól sem, hogy a tudományosság oltárán feláldozzuk a közérthető és közérdeklődésre számot tartó témákat. A tanulási folyamatba iktatott különféle projekteken belül arra is van mód, hogy a tanulók egyéni érdeklődésük, fejlődési szintjük és tanulási szükségletük alapján válasszanak feladatokat, munkamódszereket. Az érdeklődő, elmélyültebb tanulók önállóan kutathatnak, mások az információgyűjtésben, az eredmények bemutatásában vállalhatnak feladatokat. A tanórákon jellemzően a csoportmunka különféle formáit alkalmazzuk, részint a tanuláshoz szükséges interakciók, részint például a szociális kompetenciák fejlesztése céljából. A szabadon szerveződő csoportmunkák és a kooperatív technikák kombinációi mellett a frontális tanári magyarázatokat sem vetjük el, feltéve, ha ennek az adott tudásrendszer építésében szerepe van, illetve ha biztosítani lehet a tanulói visszajelzések (a kérdés, problémafelvetés) lehetőségét. Az iskolai tanulás mellett igyekszünk az otthoni munkát is beemelni a nevelési folyamatba. Erre nemcsak a házi feladatok, házi dolgozatok, egyéni kutatási feladatok adnak módot, hanem az új információs és kommunikációs technológiák is. A projektmunka szervezésére és segítésére gyakran alkalmazzuk a különféle web-eszközöket, pl. a Synergeia vagy a LeMill rendszert, és természetesen az iskolai hálózat és az e-mailezés is rendelkezésre áll.

### ***Milyen speciális tanári kompetenciák szükségesek az integrált program fejlesztéséhez és tanításához?***

*Önfejlesztés:* A tarterv és tananyagfejlesztés, az új pedagógiai elvek és módszerek elsajátítása a folyamatos önképzés igényét és képességét teszi szükségessé. Ez a pedagóguspálya kicsit a szokványostól eltérő felfogását jelenti, a kutatás és fejlesztés nem általánosan jellemző a tanárookra, tantestületekre. Az internet

azonban ebben is tágitotta a lehetőségeket, de nem árt, ha az ember idegen nyelven (angolul) is olvas érdeklődésének megfelelő anyagokat. Esetünkben ezzel is sikerült időt nyerni, előre látni olyan változásokat és folyamatokat, amelyek hozzánk csak később érkeztek el, de a fejlesztésekben élenjárók, például a pályázati lehetőségek kihasználásában már felkészültebben indulhattak. A fejlesztőmunka egyébként az egyik leghatékonyabb továbbképzési forma, bár kétségtelen, hogy sok idő és munka árán.

*Csoportmunka-készségek:* Az integrált természettudományos program fejlesztése során viszonylag zárt és állandó összetételű csoportban dolgoztunk. Senki sem rendelkezett elegendő tudással és képesítéssel a teljes tartalmi és módszertani terület átfogásához, de jól kiegészítettük egymást. Volt olyan évfolyam, amelyben két tanár a témák szerint egymást váltva tanította ugyanazt az osztályt. Később, amikor egy osztályban egy tanár vette át a tanítást, fontossá vált az a biztonság, amit a szaktudás birtokában lévő kollégák tudtak nyújtani. Részben a szakok eltérése, részben a személyiségvonások különbözősége miatt ez a helyzet konfliktusok forrásává is vált, amelyek feloldása nem volt mindig könnyű, de ehhez külső segítséget is kaphattunk. Az évek során fejlettebb csoportmunka-készségekre tettünk szert, és az együttműködés rutinná vált.

*Értékelési készségek:* A tanulási folyamatban alkalmazott értékelési módszerek közül fontos a diagnosztikus és a formatív eljárások alkalmazása. A tanulók előzetes tudásának ismerete meghatározó a tanulás tervezése, a differenciálás kialakítása szempontjából, ezért a tanárnak tapasztalt és képzett diagnosztának kell lennie, aki ismeri a tipikus tanulói gondolkodásmódokat, képes reagálni ezekre. A formatív vagy segítő értékelés a folyamatos visszajelzéseken alapszik, tanórai környezetben, adott feladathoz kapcsolódóan és ismert követelményekre alapozottan gyakorolható. A segítő értékelés hatékonyabb tanulást biztosít, de több odafigyelést és munkát igényel a tanárok részéről. A fejlesztőmunka része például a kompetenciák fejlődési szintjeire alapozott értékelési eszközök kidolgozása is.

*Szakmai kompetenciák:* A természettudományok integrált tanítása nem képzelhető el megfelelő ismeretük nélkül. A legfőbb ellenvetés ezzel a pedagógiai rendszerrel szemben éppen az, hogy ilyen képzés nincs Magyarországon. Ezen állítás igazával nem vitatkozva azért érdemes figyelembe venni, hogy a közoktatás még nem tudósképzés, és bármely természettudományi szak elvégzése során tanulnunk kell valamit a többiből is. Emellett a tudományos megismerési módszerek is közősek, így nem nehéz egy nyelvet beszélni a szakok szerint eltérő tudású tanároknak. Valószínű azonban – és a mi helyi gyakorlatunk is ezt támasztja alá –, hogy a természettudományt tanító, különböző szakos tanárokból szerveződő munkacsoport alkalmas arra az intézményen belüli szakmai továbbképzésre, amely évek során képessé teszi a tanárokat az integrált módon való tanításra.

## Fejlesztési eredmények, tanulmányok

### *Új Pedagógiai Szemle archívumában:*

Veres Gábor: Komplex természetismeret a Politechnikumban I–II. ÚPSZ, 2002. 5–6. sz.  
<http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=archivum&kod=>

### *Az Országos Közoktatási Intézet honlapján:*

Tudástárban, a Pedagógiai rendszerek fejlesztése cím alatt:  
<http://www.oki.hu/showKiadvanySzulo.php?kod=8>

### *Politechnikum–OKI–OM projekt anyagai:*

#### **Tanulmányok:**

T-1: Hatékony tanulási környezet

T-2: Mátrix

T-3: A tantárgy tanítása

S: Segédkönyv a 7–8. osztály részére

CD: Testvéri tantárgyak (Természettudomány, társadalom, gazdaság – STS-irányzat. Szerkesztő: Csorba F. László)

#### **Kulcsszavak:**

Konstruktivizmus, tanuláselmélet	T-2	17. oldaltól
Személyiségkép	S	5. oldaltól
Kompetenciarendszer	T-1	30. oldaltól
STS-irányzat	CD	
Tanulási környezet	T-1	21. oldaltól
Probléma alapú tanulás	T-2	28. oldaltól
Projekt alapú tanulás	T-1	57. oldaltól
Formatív (fejlesztő) értékelés	T-1	64. oldaltól
Tanulási motiváció	T-2	46. oldaltól
Kooperatív, kollaboratív tanulás	T-1	80. oldaltól
Iskolafejlesztés	T-3	71. oldaltól

## **Az emberi tevékenység és a klímaváltozás**

### **Bevezető gondolatok**

A mai ember, a Homo sapiens története körülbelül a cro-magnoni korig nyúlik vissza, azaz mintegy 25-30 ezer évre. Ha egy generációt kb. 25-30 évnek tekintünk, jó közelítéssel azt mondhatjuk, ma az ezredik generáció körül járunk. Állításom szerint éppen most áll elő az a helyzet, hogy olyan feltételek közé kerülünk, amilyenekre a megelőző nemzedékek tapasztalatai nem készítettek fel minket, így genetikailag nincs adekvát reakciónk.

Helyezzünk el egyetlen sejtet egy tápoldatban! A sejt osztódása tipikusan húsz percet vesz igénybe. Húsz perc múlva kettő, negyven perc múltán négy, egy óra elteltével nyolc sejt lesz a lombikban. A laboratóriumi tapasztalat szerint körülbelül két hét alatt telik meg a lombik, ez éppen ezerszer húsz percet jelent. Azaz a duplázódó sejtek mintegy ezer nemzedék után töltik ki a számukra adott teret.

A folyamatot dinamikailag két, egymástól élesen elütő szakasz jellemzi. Az első szakaszra végig az a feltétel érvényes, hogy több a táp és a tér, mint a sejt. Minthogy duplázódásról van szó, egy ezer lépésből álló folyamat során a sejtek még a 997. lépés során is a lombiknak csupán a tizenkét és fél százalékát töltik ki. Nyolcvanhét százalékban még táppal van teli a tér. A 998.-ban a sejtek a tér egynegyedét foglalják el, s háromnegyed részben még mindig szabad a hely. A 999. lépés eredményeképpen lesz a lombikban éppen fele-fele arányban sejt és táp. És az ezredik lépés a végzetes, amikor a sejtek teljes egészében kitöltik a teret, felszívják a tápot, és elfogy a szabad tér. Ekkor az egész tenyészet elpusztul.

Az első dinamikai etap a folyamat teljes lefutási idejének 99,9%-áig tart, míg a második (amikor több a sejt, mint a hely) csupán 0,1%-nyi ideig; a két szakasz teljességgel aszimmetrikus. Az emberiséggel is hasonló a helyzet. Az első 997 generáció azt érezte, hogy a tere végtelen, kitölthetetlen, a természet hatalmas és elfogyaszthatatlan, a források kimeríthetetlenek. A 998. lépést tart a környezet öntisztulási generációban bukkanhatott föl a végesség érzése, amikor a fogyasztása és készletek mennyisége már összemérhetővé kezdett válni, de még mindig bőven a készletek javára. Aztán a 999. nemzedék döbbsen rá, hogy az általa uralt tér immár azonos a még szabadon maradtal. Ők értették meg, hogy a következő kettőződés átdobja őket a dinamikai határ túloldalára, abba a szakaszba, amikor az ősidők óta tartó, szabad és határtalan növekedés egy hirtelen, kényszerű és teljes összeomlásba fordul át.

Hiába azonban az utolsó előtti generáció tudatos felismerése: génjeikben az előző 998 nemzedék tapasztalata rögzült. Elvárásaik, vágyaik, kódolt cselekvési reakcióik ebből az időszakból valók. Semmilyen eddigi tudás, semmilyen

magukkal hozott biológiai vagy kulturális tradíció nem mutat túl ezen. Nem hisznek a szemüknek: a fal, a telítettség még sohasem volt látható közelségben. Nem hiszik el, hogy a táp a következő fordulóban szükségszerűen el fog fogyni. S nem tudnak mit tenni: kész reflexeik nincsenek, újak kialakulására nincs idő, a tudatos cselekvés tömegméretekben pedig szinte megszervezhetetlen.

Az a néhány, aki előre lát, rádöbben a dinamikaváltozás közelségére. Egyre többen vannak ilyenek. A „jövő nemzedékek jogai”-ról kezdenek beszélni (a pesszimistábbak szerint nem is több, csupán egyetlen ilyen nemzedékről van szó). A többséget mindez nem érdekli. Nem hajlandók elfogadni, hogy ők nem a korábbi 998.-ba tartoznak, hogy rájuk más törvények érvényesek. Nem értik, miről van szó – genetikai determinációink szerint ez a tragikus realitás.

Miként lehetne mégis a fordulópontot elodáztatni? Lassítani kell a növekedést, leállítani a duplázó szaporulatot és csökkenteni a táp fogyasztását. A lombikkal szemben a valóságos Földön a tápnak van egy természetes megújulása. Ha csak abban a tempóban fogyasztjuk, ahogyan az a maga természetes forrásaiból feltöltődik, beállhat egy egyensúly. Ma ettől igen távol vagyunk: sokkal nagyobb mennyiségben habzsoljuk fel, mint amilyen mértékben újratermelődik. Ráadásul az elfogyasztott anyagokból visszabocsátunk a lombikba olyan hulladékokat, amelyek megmérgezik a még megmaradt tápot, elszennyezik a fennmaradt szabad teret is.

Lokálisan eddig is előfordult – nem is ritkán –, hogy egy adott közösség túlnőtte a számára adott kereteket, elfogyasztotta az ott rendelkezésre álló erőforrásokat. Ilyenkor vagy tovább vándoroltak (ez főképp az ázsiai nomád életforma idején volt jellemző), vagy a szomszéd városok, népek és földek ellen törtek (a legtöbb háború ezért indult az időszámításunk kezdete táján), vagy technológiai fejlesztéssel sikerült fenntartani a nagyobb létszámot (lásd a középkor végének földművelési forradalmát a 11–12. századtól kezdve). A mai helyzet növénye az, hogy a probléma globális méretben jelentkezik: körbeértük, telelaktuk a Földet. Már csak a más erőforrását vehetjük el, mert mindenütt vannak. S hasonlóképpen, a szemetet sem önthetjük a falu határán túlra, mert ott már egy másik falu kezdődik.

A lombikbeli sejtek csak akkor élnek túl az ezredik generációt, ha az nem jár létszámnövekedéssel, legalábbis nem duplázódással, hanem a szaporulat csupán a veszteség pótlására szolgál. Vonatkozik ez az általuk elfogyasztott és felhasznált nyersanyagokra és erőforrásokra, valamint a kibocsátott szennyező és mérgező anyagokra is. Ezt nevezik az adott tenyészet fenntartható populációjának. Mérete függ a rendelkezésre álló fizikai tértől és tápanyagmennyiségtől. Az állítás az emberiségre is igaz. Csak akkor él túl a következő generációját, csak akkor lesznek további nemzedékei, ha rááll egy egyensúlyi formációra, mely mérges gázokkal nem fűti túl a lombikját, és nem fojtja meg önmagát idő előtt, ha szennyezésének mértéke lépést tart a környezet öntisztulási képességével, s végül persze ha fogyasztásával nem falja ki maga alól a tápot.

A mi nemzedékünk a 1998–1999. lehet az ezres skálán. Választhat: megköveteli-e a maga számára mindazokat a fogyasztási és egyéb szabadságjogokat, amelyek – a lehetőség megléte miatt, akár „természetjogi” alapon – megillették az összes előző generációt, vagy önként és tudatosan lemond e jogok jelentős részéről annak érdekében, hogy utódai számára is jusson tér és táp.

De vehetünk még egy dinamikai példát. A sáskajárások úgy kezdődnek, hogy valamely körülmény révén (szélllel, lóháton vagy más úton) néhány példány eljut egy távoli helyre, számukra kedvező környezeti feltételek közé. Ott körkörösén elkezdik fogyasztani a táplálékot, egyúttal robbanásszerű szaporodásnak indulnak. Minthogy a lerágható új felület (a kör kerülete) lineárisan növekszik, míg a létszámuk gyarapodása exponenciális (legalábbis négyzetes, az elfoglalt kör területével arányos), az utóbbi egyszer szükségszerűen meghaladja az előbbi, s ekkor a raj pillanatszerűen összeomlik.

A fenntartható populáció az emberiség esetében 500 millió és egymilliárd között lehet. Ezeket a létszámokat 1640, illetve 1840 környékén érték el. A mai 6 és fél milliárd, illetve az 1961-es 3 milliárdról az 1997-es 6 milliárdra történő duplázó ugrás biztosan nem fenntartható. A végeredmény persze erősen függ a technikától (az élelmiszer- és orvostudományi technológiákat is ideértve), valamint az életminőségtől, vagyis hogy – egy adott kor standardjaihoz képest vagy akár abszolúte – milyen szintet nevezünk még egyáltalán emberi létnek. Hazai vizeinkről most csak annyit, hogy meglátásom szerint a mai magyar irányvonal (melyet, összes demográfiai gondjával együtt, nem a túlnépesedés problémája jellemez) sem mentálisan, sem morálisan, sem monetárisan nem fenntartható.

Nem hozok további dinamikai példákat (mezei nyulak elszaporodása Ausztrália „végtelen” mezőin stb.), inkább felteszem a kérdést: miként értelmezhetők a szabadságjogok egy űrhajóban. A válaszom első közelítésben az, hogy a szabad földi térben érvényes jogoknál mindenestre szűkebben. Minden egyes lépés összes következményét előre végig kell gondolni hosszú távon és egyeztetni az összes többi szereplővel. Minden elfogyasztott gramm reprocessálásáról és újratermeléséről gondoskodni kell. Luxusigények csak mások normál igényeinek rovására elégíthetők ki. Ha én ugrálni akarok, addig a többi űrhajós mozdulatlanul ül és kivárja. Csak egyesével kerülhetünk sorra.

A jövő nemzedékek ombudsmanjának – és tegyük hozzá: a Fenntartható Fejlődés Nemzeti Tanácsának – azokat a szabályokat, szokásokat, cselekvési mintákat kellene meghatároznia (megkeresni, bemutatni, egyeztetni, kommunikálni, megértetni, elfogadtatni, kodifikáltatni), amelyek a Föld-űrhajó zárt terében az űrhajósok minél hosszabb utazását vagy lombikjában a túlszaporodott sejtek megmaradását szolgálják.

A fenti retorika lefordítása a szakparaméterekre (vagyis az egyes állapotjelzők fenntartható tartományának megjelölésére) e tanulmány keretein belül nyilván nem lehetséges. Ezt a Fenntartható Fejlődés Nemzeti Stratégiájának vagy az új

ombudsmannak kell elvégeznie. Itt csupán egyetlen indikátor, az éghajlati feltételrendszer állapotáról és alakulásáról, valamint az erről alkotott képünkről szólnak.

Hogy a légkörszerkezet milyen mértékben befolyásolja a földi életlehetőségeket, azt egyetlen adattal jellemzem: az ún. üvegházhatású gázok légköri jelenléte nélkül a Föld felszínének átlaghőmérséklete mínusz 18 fok lenne a mai plusz 15 helyett. Az előbbi egy élettelen jégtömb, ez utóbbi gyakorlatilag az egész bolygófelszínt lakhatóvá teszi, le a mélyóceánokig. A jégkorszak idején, amikor a bolygó lakhatósága a mainak kb. a háromnegyedére szorult vissza, a hőmérséklet csupán 4-5 fokkal volt alacsonyabb. De az átlaghőmérséklet messze nem az egyetlen lényeges paraméter; az egyes helyeken a hőmérséklet- és csapadékeloszlás még fontosabb. Mindezt a bolygófelszín jellege (erdőborítottság változása, talaj állapota, növényfajták, beépítettség) is befolyásolja. Az ezekben bekövetkező bármiféle változások nemlineáris módokon vezethetnek lokális, regionális, illetve globális skálájú klímakilengésekhez vagy tartós elmozdulásokhoz.

Mindezekről a nagyközönség az utóbbi években számos információt kapott, azonban az elért rétegek szélesedésével csökkent a tartalom pontossága. Ez elég jól ismert jelátviteli probléma. A valódi gondok abból származnak, ha a döntéshozatali szinteket is fél- vagy pontatlan információk érik el. Ehhez társult egy második jellegzetesség. Az üzenetek akkor értek célba, ha egyértelműek voltak. A láncza is akkor ül, ha elég hegyes. Ez azonban túlegyszerűsítésekhez, szimplifikáláshoz, időnként katasztrófális felnagyításhoz vezetett. Részletes, bonyolult, „ha ..., akkor ...”-okkal tarkított előadásokat a politika nehezen visel el. Baj van, cselekedj! – ezt érti. De így az egész témakört belengi a zöld homály és a katasztrófahangulat a racionális elemzés helyett. (Felhív egy rádióriporter: Nagyon nagy baj van? Nincs, felelem. Akkor hagyjuk, mondja ő. Ha viszont igent mondok, még egyet ütöttem a ferdén bevert szögbe, amit inkább kihúzni és újrailleszteni kellene.) Úgy is mondhatom: a tudóst a bonyolult kérdések, a politikust az egyszerű válaszok érdeklik.

A harmadik probléma pedig, hogy – éppen az üzenet átvitele (meg a pályázatok elnyerése) érdekében – a tudománynak is többet és biztosabbat kellett állítania (hazudnia?!). Önmagáról, mint amit valóban tud. Ezt én nagy bajnak, szinte bűnnek érzem. A témakör bonyolultsága és az előre jelezhetőség korlátozottsága miatt valójában a tudományban sokkal több a kétely, mint amennyit kifelé mutat(ni kénytelen). A média mitizál („a számítógépes modellek azt mutatják ...”), és végül a „tudós” is kezdi elhinni, hogy az eszköze tényleg csodaszor, amivel a jövőbe lát. Márpedig túl fontos dologról van szó ahhoz, hogy a hamiságot ide is beengedjük. A tudománynak jobban kellene vigyáznia a maga tisztaságára és becsületére, voltaképpen „végső autoritás” szerepére. Ezt a „nem tudom” néha jobban szolgálná, mint a „biztos vagyok benne”. Az oktatásban nézetem szerint ennek kiemelt jelentőséget kell tulajdonítani.



Ami tény, a légkör szerkezet és a talajfelszín jelentős emberi átalakítása, egyúttal súlyos ráhatás a vizek rendszerére és az élővilágra. Ami bizonytalan, az a következmények hálózata. Azt kell azonban jól megérteni, amit Neumann János így fogalmazott: a tudásunk korlátozott; amikor azonban biztosat fogunk tudni, már késő lesz.

Tovább szűkítve a kört: nincs félrevezetőbb szókép, mint a „végtelen levegő-óceán”. Valójában a légkör koránt sem végtelen, sőt, nagyon is véges és sérülékeny: számunkra lényeges magassága (ahol lényegében az összes meteorológiai folyamat lezajlik) csupán tíz kilométer. Egy város – ha nincs szél – néhány nap alatt képes elszennyezni, telepízkítani saját levegőburáját. A szél is csak „továbbhordja” azonban a szennyezést, és végül az egész szféra megtelik.

A bolygólégkör szerkezetének az emberi tevékenység általi jelentős és tartós megváltoztatása (egyes mesterséges – ipari eredetű – üvegházhatású gázok tízezer éves felezési idejűek, azaz ha ezzel balzsamozták volna az egyiptomi múmiákat, a kibocsátott mennyiség nyolcvan százaléka még a levegőben lenne) nyilvánvalóan ellentmond a fenntarthatóság definíciójának (a jelen generáció igényeit oly módon kielégíteni, hogy az ne korlátozza a következő generációk jogát ugyanerre; más megfogalmazásban: a bolygót azonos vagy jobb állapotban áthagyományozni az utánunk érkezőknek, mint amilyenben mi örököltük). A fenntarthatóság eme megfogalmazása a szabadságjogok mások általi korlátozottságának természetes kiterjesztése a később megszülető jogalanyokra.

Érvényes természetesen ez az elv más környezeti feltételekre, illetve erőforrásokra is, egyes fajok végleges kipusztításától a szén és az olaj elégetéséig – ez utóbbiak például az energiatermelésnél sokkal hasznosabb felhasználású nyersanyagoknak bizonyulhatnak a jövő technológiájában. Ezért a most kodifikálás alatt álló Fenntartható Fejlődési Stratégiában, a Megújuló Erőforrás Stratégiában, valamint kiemelten a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiában (NÉS) teszünk kísérletet arra, hogy a fenti elveknek számszerűsítetten eleget tegyünk.

A NÉS megalkotására a Magyar Tudományos Akadémia klímaprogramja tett javaslatot, amit a Kormány elfogadott. A stratégia a következőket tűzi ki célul:

1. Összhangban a nemzetközi törekvésekkel, el kell érni, hogy a Föld légkörének rohamos átalakítása leálljon, és az emberi eredetű gázok mennyisége ne lépje át az ipari forradalom előtti szint kétszeresét; ekkor remény van egy pár évszázad alatti regenerációra.
2. A hazai kibocsátáscsökkentés járuljon hozzá ahhoz, hogy a globális átlaghőmérséklet ne emelkedjék 2-2,5 °C-nál jobban (ami földrajzi okoknál fogva a Kárpát-medencében 3-4 fokot jelent).
3. Az elkerülhetetlen mértékű változásokra (átlaghőmérséklet emelkedése, évszakok eltolódása, szélsőségek növekedése, csapadérend átalakulása) minden érintett területen – agrártermelés, vízellátás, egészségügy stb. – felkészülni, védekezni, alkalmazkodni szükséges. (Mind az EU, mind az



OECD elvárja, hogy futó és leendő közösségi támogatások felhasználásánál szempont legyen a „climate proofing”: a klímaérzékenységi, sérülékenységi vizsgálat.)

A klímastratégia közel húsz éves időtávra szól (2025-ig), nem feladatokat, hanem célokat jelöl meg, míg az egyes végrehajtási lépések megválasztásának lehetőségét és a hozzá rendelendő eszközöket – kétévente megalkotandó és az Országgyűlés elé terjesztendő nemzeti éghajlat-változási programok formájában – meghagyja az aktuális kormányzatoknak.

A tárcaközi vitában a NÉS-hez számos hozzászólás érkezett (például emberi jogi megközelítésben is). Az anyag 2008. februárban került a kormány elé, és várhatóan tavasszal terjesztik a Parlament elé jóváhagyásra.

## 1. Alapfogalmak

### 1.1. Idő, időjárás, éghajlat

Az *idő* (meteorológiai értelemben, mint „szép idő, csúf idő”) a légkör pillanatnyi állapota, a légköri állapotváltozók (hőmérséklet, légnyomás, szélsébség, csapadék, páratartalom, felhőzettség) meghatározott értékei.

Az *időjárás* az egymás után következő légköri állapotok sorozata.

Az *éghajlat* pedig a légköri állapotok összessége, melyet az átlagok és a szélsőértékek eloszlása, napi, havi, évszakos és éves együttese jellemez. (A magyar *éghajlat* szó a görög eredetű *klíma* pontos megfelelője; a két kifejezés ugyanazt takarja, váltott használatuk a köznyelvben nem tartalmi, csupán stílári okokból történik.)

Az egész folyamatot tekinthetjük úgy, mint egy folyót, melynek egy időpontban vett állapota, hullámainak magassága és eloszlása az adott pillanatban tapasztalt idő; az időjárás ezen állapotok egymás utáni menete, a folyó „hullámozása”; az éghajlat pedig az a meder, amelyet a folyó elfoglal, kitölt.

### 1.2. Éghajlati ingadozás, éghajlatváltozás

Az éghajlat *természetes változékonysága* úgy jellemezhető, mint amikor a folyó átmenetileg új medret keres magának (éghajlati ingadozás). Az éghajlat *változásának* pedig az, amikor a folyó egyértelműen és hosszú távra új irányt, új medret választ.

Ha az éghajlatot alakító tényezők valamelyike hosszú távon megváltozik, az az éghajlat természetes változásához vezethet. Minthogy a földi éghajlatot vezérlő legfontosabb külső tényező a Napból érkező energia, ennek kis változásai hosszú távú (esetleg periodikus) éghajlati átalakulásokat indukálhatnak.

### **1.3. Az éghajlatot vezérlő fő tényezők**

A Napból a Földre érkező sugárzási energia több okból is megváltozhat. Ilyen okok: a Nap belső energiatermelésének változása; a Nap felületének változásai (napfolt-tevékenység); a Nap és a Föld közötti kozmikus tér „tisztasága”, esetleg „pora”; a Földnek a Nap körüli keringésében előálló változások (pálya-elem-módosulások, mint a pályaellipszis változása, elfordulása, a Föld tengelye dőlésszögének „bólogatása”, billegése, illetve a tengely körbeforgása (precesszió, bűgöcsiga-effektus).

A földi légkör felső határát érő „fűtés” a felhőborítottság és a légkör tisztasága függvényében jut le a felszínre, amely a víz-, hó- és jégborítás függvényében verődik vissza, illetve nyelődik el. E kettőt együtt *planetáris albedónak* nevezzük. (Albedó: tükröző felület, sugárzás vagy fény visszaverő képessége.)

### **1.4. Paleoklimatológia, jégkorszakok**

Az őstörténet óta mindegyik paraméterben állt már be tendenciózus és periodikus változás is. Százmillió éves időtávon a Nap hőtermelése növekszik, a Föld légkörének összetétele pedig alapvetően változik. Ugyanilyen időtávon átalakul a kontinensek helyzete és egymáshoz való viszonya is, alapjaiban rendezve át a napsugárzás elnyelésének és visszatükröződésnek a viszonyait, valamint az óceáni áramlásokat. A földpályaelemek módosulása miatt százezer éves besugárzási ciklusok érvényesülnek. Ezek – áttételek révén – a planetáris albedóban, a Föld felhő- és a felszín hó- és jégborításában is változásokat okoznak. A Földön visszatérő *jégkorszakok* és jégkorszakközi időszakok (interglaciálisok) idején az óceánok és a szárazföldek felületén a tartós (nyáron is megmaradó) jég kiterjedése ciklikusan növekedett, illetve csökkent. A legutolsó jégkorszak földtörténeti értelemben nagyon közeli időpontban, mintegy tizenkétezer évvel ezelőtt ért véget. Addig Közép- és Nyugat-Európát egészen a Kárpátok északi határáig nyáron is megmaradó, tartós jég borította. Ennek visszahúzódása és a hőmérséklet tartós emelkedése, a nagy léptékű természetes klímaváltozások átmeneti elcsöndesedése után indulhatott meg az emberi civilizáció, a letelepedés, agrártermelés és városépítés, mintegy 8-10 ezer évvel ezelőtt.

### **1.5. Az emberiség lélekszáma**

Az emberiség fejlődése, számbeli gyarapodása és ipari-mezőgazdasági termelése az elmúlt évszázadban a *természetes klímavezérlő tényezőkkel összemérhető nagyságú* behatást kezdett gyakorolni a földi környezetre és a klímarendszer-

re. Ez a földtörténetben tipikus, évezredek vagy évmilliók alatt végbemenő természetes klímaváltozásokhoz képest rendkívül gyors, néhány évtized alatt érvényesülő változásokat hozhat létre.

Az emberi populáció Egyiptom és Mezopotámia előtt mintegy 5-10 millió főből állt. Honfoglalásunk idején körülbelül 300 millió, Amerika fölfedezésekor 500 millió, Petőfi korában, az ipari civilizáció gyors felfutásának kezdetén 1 milliárd ember élt a Földön. A századfordulóra ez másfél milliárdra, az 1950-es évekre pedig kétmilliárdra nőtt. 1961-ben, egészen elképesztő növekedési tempóval, már hárommilliárd, 1974-re négy-, 1987-re öt-, 1999-re pedig hatmilliárd lett a lélekszám. Mindehhez az elmúlt száz évben az energiatermelés és -fogyasztás, a vegyipar, az olajipar, az agrárium, a műanyagok, a motorizált közlekedés létrejötté és robbanásszerű emelkedése társult.

Ezek következtében az emberiség száz év alatt megváltoztatta bolygója felszínét és légkörének összetételét. A felére csökkent az erdővel borított terület kiterjedése, másfajta növények jelentek meg, rohamosan növekedtek a városok, lebetonozott és leaszfaltozott felületek sokasága jött létre, szennyeződött a talaj és a vizek, és különféle gázok kerültek a légkörbe. Ez utóbbiak mennyisége, illetve összehatása ma már a klímát befolyásoló természetes tényezőkével összevethető.

## 2. A légkör összetétele, emberi eredetű módosulása

### 2.1. A légkör összetétele

Lásd 1.1. és 1.2. táblázat

A légkör mai összetétele, 1.1. táblázat

#### *Állandó összetevők, százalékban*

Nitrogén	N <sub>2</sub>	78,08%
Oxigén	O <sub>2</sub>	20,95%

*E kettő együtt kiteszi a légkör 99%-át.*

#### *Egyéb állandó összetevők*

Argon	Ar	0,93%	9300	ppm
Neon	Ne	0,0018%	18,2	ppm
Hélium	He	0,0005%	5,24	ppm
Kripton	Kr	0,0001%	1,14	ppm
Hidrogén	H <sub>2</sub>	0,00005%	0,55	ppm
Xenon	Xe	0,000009%	0,09	ppm

**Változó mennyiségű gázok**

vízpára	H <sub>2</sub> O	0–4%	$(0,5 - 400) \times 10^2$		
széndioxid	CO <sub>2</sub>	0,0375%	375	ppm	
metán	CH <sub>4</sub>	0,00017%	1,74	ppm	
ózon	O <sub>3</sub>	0,00005%	0,5	ppm	= 500 ppb
dinitrogén-oxid	N <sub>2</sub> O	0,000031%	0,31	ppm	= 310 ppb
szénmonoxid	CO	0,000012%	0,12	ppm	= 120 ppb
ammónia	NH <sub>3</sub>		0,001	ppm	= 100 ppb
nitrogén-dioxid	NO <sub>2</sub>		1	ppb	
CFC-12			0,5	ppb	= 500 ppt
CFC-11			0,3	ppb	= 300 ppt
kén-dioxid	SO <sub>2</sub>		0,2	ppb	= 200 ppt
kénhidrogén	H <sub>2</sub> S		0,2	ppb	= 200 ppt

(ppm, ppb, ppt: parts per million, billion, trillion, a százalék tízezred, tízmilliomod, tízmilliárdod része).

**Felfedezésük történeti sorrendje szerint, 1.2. táblázat**

Vízpára:	Arisztotelész, i.e. 350 körül
Széndioxid:	Joseph Black, 1752.
Hidrogén:	Cavendish, 1766.
Nitrogén:	Daniel Rutherford, 1772.
Oxigén:	Schelle, Priestley, 1773.
Ózon:	Schönbein, 1840.
Hélium:	Lockyer, 1868.
Argon:	Lord Rayleigh, Ramsey, 1894.
Kripton:	Ramsey, 1895.
Neon:	Ramsey, 1898.
Xenon:	Ramsey, 1898.

A légkör 99%-át kiteszi két állandó összetevő: a nitrogén és az oxigén. A nitrogén-gáz 78, az oxigéngáz a levegő 21 százalékát adja. Ezenkívül kis mennyiségben található benne számos nemesgáz, legtöbb az argon, a neon és a hélium. Változó mennyiségben van jelen a légkörben a vízpára, a szén-dioxid, a metán, az ózon és a dinitrogén-oxid. Található még benne szén-monoxid, ammónia és nitrogén is. Végül a vegyipar által előállított, a természetben elő nem forduló gázok is kerültek a légkörbe az elmúlt évszázad során (telített és telítetlen freon-gázok, klórgázok, fluor- és brómvegyületek).

Ha a fenntarthatóságot eredeti értelmezése szerint vesszük: „a jelen generációk szükségleteinek olyan kielégítése, mely nem veszélyezteti a jövő generációk szükségleteinek kielégítését”, ez azt is jelenti, hogy a természeti

környezetet meg kell őrizni a maga tiszta formájában. Vonatkozik ez a levegőkörnyezetre is.

Márpedig az emberi tevékenység ennek az elvárásnak élesen ellentmond. Az elmúlt másfél évszázad során a földi légkör tartalmát, szerkezetét lényeges összetevőiben jelentősen megváltoztattuk, méghozzá oly módon, hogy ez egyrészt még igen hosszú ideig, generációk sokaságáig hatni fog, másrészt ezek a szerkezeti változtatások nem lényegtelen mellékkörülményeket, hanem következményeiben súlyos rendszerelemeket érintenek.

Ez a 150 év példátlan változásokat hozott. Vasúti közlekedés, elektromos áram, nehézipar, vas- és acélkohászat, szén- és fémbányászat, olajipar, vegyipar, műanyaggyártás, papíripar, benzin, autóipar, aszfalt- és betonutak, téglá-, beton- és toronyházak. Repülés, tengeri fűrőtornyok, olaj- és áruszállító teherhajók, tömegturizmus, nagyüzemi mezőgazdaság és állattartás, monokultúras növénytermesztés, műtrágyázás, hogy csak néhányat soroljunk fel az azelőtt sohasem létezett vagy csak sok nagyságrenddel kisebb léptékben létezett tevékenységek közül.

Mindehhez az ipari tevékenység, az energiafelhasználás, a fosszilis tüzelőanyagok (fa, szén, gáz, olaj) égetésének ugyanilyen tempójú emelkedése is társult. Ez összességében a légkör szerkezetének lényeges módosulásához vezetett: a metán mennyisége az ipari kor előtti szinthez képest megkétszereződött, a szén-dioxid mennyisége egyharmadával nőtt, és megjelentek olyan kémiai komponensek, amelyek azelőtt a természetben nem fordultak elő: ilyenek a hűtőgépekben, kozmetikai palackokban, légkondicionáló berendezésekben használatos hajtógázok.

Az említett légköri vegyületek (vízgőz, szén-dioxid, metán, nitrogén-dioxid, ózon és a freonok) közvetlenül nem károsítják a környezetet: kémiailag nem szennyező, biológiailag nem mérgező (a freonok kivételével) természetes gázokról van szó. Van azonban egy fizikai tulajdonságuk: hozzájárulnak a légkör energia-mérlegéhez. Egy 190 éves kifejezéssel: *üvegházhatású gázok*.

## 2.2. Vízgőz

Földünk légkörének állandó összetevői (nitrogén, oxigén, nemesgázok) között állandóan jelen van, de változó mennyiségben a *vízpára*. Valamennyi légköri gáz-összetevő között ennek a legnagyobb a *térbeli változékonysága*. Rendkívül száraz a levegő a hideg sarki régiók fölött, ugyanakkor az óceánok fölött vagy a nagy trópusi esőfelhőkben százszázalékos páratartalom alakulhat ki. Az éghajlatot alakító légköri összetevők között a vízgőz legfontosabb üvegházhatású gáz, jelenléte mintegy 26 fokkal járul hozzá a földfelszín átlaghőmérsékletéhez. Ennek egy része (mintegy 21 °C) közvetlen üvegház-hatásból származik, a ma-

radék a párák és felhők hő visszatartó hatásának következménye. A vízgőz, másfelől, hűti is a Földet: a felhők teteje visszaveri a Napból érkező fénysugarakat, ezzel csökkenti a melegítőhatást, illetve hó és jég formájában a felszínt védi a napsugárzás elnyelődésétől, szintén hűtőhatást eredményezve. A víz az egyetlen kémiai elem, mely mindhárom halmazállapotában (szilárd, folyékony, gáznemű) is előfordul a Földön.

### 2.3. Szén-dioxid

A szén-dioxid a légkör természetes összetevője, amelyhez az utóbbi két évszázadban jelentős mennyiségű emberi eredetű többlet járult. Antarktisi és grönlandi mély-jégminták tanúsága szerint (a jégbe zárult levegőbuborékok megőrizték keletkezési koruk légkörének összetételét) a légkör szén-dioxid-tartalma az elmúlt több mint félmillió évben 190 és 290 ppm között ingadozott (ppm: milliomod térfogatrész; 1 ppm egyenlő egy részecskével a millió részecske között az adott térfogategységben).

Így tartott ez egészen a 19. század közepéig, amikor is – már jó tízezer éve – a felső határ közelében tartózkodott. A század végén – a korabeli mérések szerint – már 0,03% (300 ppm) volt a koncentrációja. Azóta – a széntüzelés, az olaj- és gázégetés és a fák kivágása miatt – gyors emelkedésnek indult, s mára meghaladta a 380 ppm-et. A mai világméretű kibocsátási trendeket figyelembe véve, számítások szerint 2015-re eléri a 450, 2050-re az 500-560 ppm-et.

Az emberiség jelenleg mintegy 22 milliárd tonna szén-dioxidot juttat a levegőbe. Ez akár elhanyagolhatónak is tűnhet a szén természetes körforgásához képest. Az óceánok és a légkör közötti szén-dioxid- forgalom évente mintegy 100 milliárd tonna (a szén-dioxid a vízben jól oldódó gáz, így a tengerek felszíne és a fölötte tartózkodó levegő között egyensúly alakul ki a gáz cseréje révén); a növényzet is hasonló nagyságrendben vesz fel, illetve bocsát ki szén-dioxidot. Hosszabb távon a „Nagy Földi Termosztát” – az önszabályozó kölcsönhatások révén – az emelkedésre csökkenéssel, a csökkenésre emelkedéssel válaszol, így a koncentrációk lassú hullámzással, meghatározott korlátok között ingadoznak.

Ehhez az évezredes időtávon érvényesülő közelítő egyensúlyhoz képest a relatíve kicsi, de évről évre megjelenő emberi kibocsátás hozzáadódik, s a többlet a légkörben összeadódik. Igaz tehát, hogy az emberi behatás a múlt században csupán 1, ma körülbelül 2 százaléka a természetes forgalomnak, de az összegződés miatt ez tíz év alatt ma már húsz százalékra nőtt! Ennek felét a természetes nyelők képesek eltüntetni, a másik fele azonban megmarad, és fölhalmozódik. Éppen ez a ma ismeretes fölhalmozódási ráta teszi lehetővé a fenti jóslatot, mely szerint a légköri koncentráció megkétszereződik (kb. 560 ppm) a század közepére.

## **2.4. Metán**

A metán légköri koncentrációja 1850-ig 0,7 ppm körül volt, ez mára 1,7-re nőtt, jelenlegi növekedési üteme 0,015 ppm/év.

Természetes forrásai az óceánok, valamint a nedves-mocsaras ökoszisztémák oxigénhiányos bomlása (összesen kb. 150 millió tonna/év).

Fő civilizációs eredetű forrásai a fosszilis tüzelőanyagok elégetése, a földgáznak a kitermelés során történő szabad eltávozása, a kőolaj és termékeinek párolgása, a szarvasmarhák bendőjében az emésztés, a rizsföldek, a szerves hulladékok bomlása és a biomassza-égetés.

Mai legnagyobb forrása a globális felmelegedés következtében gyorsan olvadó sarkvidéki örökké fagyott rétegek felolvadása és a megfagyott növényi szerves anyagok bomlása. Mindezekből összesen kb. 370 millió tonna/év kibocsátás származik. Összesen kb. 35 millió tonnával gyarapszik légköri mennyisége évente. (E becslések hibaszázaléka magas, 30–50% között van.) A metán üvegházhatása 1 molekulára vetítve 21-szerese a szén-dioxidénak.

## **2.5. Dinitrogén-oxid**

A dinitrogén-oxid a fosszilis tüzelőanyagok és a biomassza elégetése, ipari folyamatok és a műtrágyázás során kerül a légkörbe, míg természetes forrásai a tengervíz és a talaj. Koncentrációja az iparosodás előtti korhoz képest kb. 17 százalékkal emelkedett. A globális felmelegedéshez való hozzájárulása azonban molekulánként a szén-dioxidénak 314-szerese.

(Jegyezzük meg: a dinitrogén-oxid tiszta formájában az orvosi gyakorlatban százötven éve használt műtéti altatógáz. Oxigénnel keveredve „kéjgázt” alkot, mely régóta ismert fájdalomcsillapító, nagyobb mennyiségben euforikus állapotot, „nevetőgörcsöt” okoz. Amúgy sokan naponta használják: a folyékony tejszínhabospalack hajtógáza.)

## **2.6. Halogénezett („fluorozott”) szénhidrogének**

Ezek olyan, a természetben elő nem forduló vegyületek, amelyek teljes egészében az emberiség ipari tevékenysége következtében kerülnek a levegőbe. Kosmetikai és egyéb spray-k hajtógaiként, műanyagipari habképző anyagként (polisztirol, polifoam, hungarocell), hűtőszekrények, autók és épületek klímaberendezéseinek hűtőközegeként gyártják.

Ezek mindegyike rendkívül stabil vegyület, némelyikük várható légköri tartózkodási ideje az 5000–100 000 éves időtartományba esik. A szorosan vett klí-

maváltozási problémán kívül hozzájuk fűződik az *ózonréteg lebontásának*, az *ózonlyuk kialakításának* problémája.

Az ózon háromatomos oxigén, mely a felső légkörben a Nap UV sugárzásának hatására szétbomló kétatomos oxigénmolekulából keletkezik egy oxigénatom csatlakozásával. Molekulája igen labilis és reakciókész. Az UV sugarak bontják is. Mennyisége az állandó keletkezés és lebomlás folyamatában évek százmillióin át egy egyensúlyi érték körül ingadozott.

Az ózonréteget károsító anyag kibocsátását korlátozó Bécsi Egyezményben és az azt kiegészítő Montreali Jegyzőkönyvben szabályozták a CFC-gázok termelését. Az ipar ezért elkezdett olyan, a telített (kemény) freonokat helyettesítő és kiváltó anyagokat keresni, amelyek nem reagálnak az ózonnal, s átvált a HCFC-k (hidrogénezett freonok) és perfluorokarbonok (PFC-k) gyártására. Ezek üvegházhatása azonban gyakran igen jelentős, némelyiküké eléri egy CO<sub>2</sub>-molekula relatív hatásának tíz-százezerszeresét. *Valamennyi üvegházhatású gáz közül ezek a legerősebbek (a legnagyobb melegítőhatással rendelkeznek).* Szintén rendkívül hosszú légköri tartózkodásúak. Ha Neander-völgyi eleink használták volna, annak negyede még ma is a légkörben lenne. Ha ugyanezt a cro-magnoni ember teszi, a mennyiség fele még ma is a levegőben volna.

Külön meg kell még említeni a kén-hexafluoridot, mely a félvezetők gyártásakor, valamint magnézium- és alumíniumgyártás melléktermékeként keletkezik. Elektromos szigetelőanyagként is használatos.

## 2.7. Ózon

Az ózon két, egymástól viszonylag jól elkülönülő térrészben található a légkörben: döntő többsége (mintegy 90%-a) a sztratoszférában (kb. 25 km-es magasságban), maradék 10%-a pedig a troposzférában (a légkör alsó 10-12 km-es rétegében). Az emberi beavatkozás következtében mindkét réteg sérül, és sajnos mindkettő kedvezőtlen irányban. A sztratoszferikus ózonréteg a kemény (telített) CFC-gázok hatására fogy (s így, mint az előző pontban láttuk, jobban leengedi a föld felszínére a rákkeltő UV sugárzást – „ózonlyuk”-probléma), a troposzferikus ózon mennyisége pedig növekszik, amivel hozzájárul az üvegházhatás erősödéséhez.

## 2.8. Aeroszolidok

Az aeroszolidok kicsiny légköri részecskék, melyek mérete, koncentrációja és kémiai összetétele igen különböző. Némelyek közvetlenül jutnak a légkörbe, mások a már ott lévőkből keletkeznek. Mintegy 90 százalékuk természetes úton jut



a levegőbe: vulkáni kilövellésekből, óceáni sócseppekből, a talaj eróziójából. Az emberi eredetűek főképp a tüzelőanyag- és biomassa-égetésből, különféle gyári füstökből és a közlekedésből származnak. Idetartoznak a legkülönbélebb füstök, porszemcsék, a hamu, a kén-dioxid, a kénsav, az ammónia (a savas esők fő felelősei) és hasonlóak.

Az aeroszokok árnyékolóhatást fejtenek ki, azaz visszaverik a Nap sugárzását, így az üvegházhatással ellentétes, *hűtőhatást* fejtenek ki. Az üvegházgázoktól eltérően azonban az esővel kimosódnak a légkörből, tehát viszonylag rövid a légköri tartózkodási idejük. Így a vulkánkitörésekkel és a különféle ipari kibocsátásokkal hiába növekszik meg újra és újra a koncentrációjuk, átlagosan 10 nap alatt, de a legnagyobb tömegű szennyezések esetén is legfeljebb egy év után kitisztulnak a levegőből.

Az aeroszokok emberi kibocsátása jelenleg mintegy egyötödével csökkenti az üvegházhatású gázok pozitív járulékát. Azonban – a szűrőknek és egyéb technológiai fejlesztéseknek hála – ipari eredetű forrásaik várhatóan csökkenni fognak a jövőben, míg az üvegházgázok koncentrációja rohamosan nő, ezért az éghajlatváltozást csökkentő relatív potenciáljuk egyre kisebb.

## 2.9. Tartózkodási idők

### Légköri tartózkodási idejük szerint, 1.3. táblázat

Hélium	1 milliárd év
Nitrogén, oxigén	1 millió év
CFC-k	1000–80 000 év
Szendioxid	50–150 év
Dinitrogén-oxid	8 év
Hidrogén	6 év
Metán	4 év
Ózon	2 év
Szénmonoxid	4 hónap
Víz	10 nap
Ammónia	7 nap
Nitrogén-dioxid	6 nap
Kén-dioxid	4 nap
Kénhidrogén	1 nap

A hélium 1 milliárd éves, a nitrogén és az oxigén 1 millió éves, a különféle fluor-gázok némelyike százezer éves körforgással kerül be, illetve ki a légkörből. A szén-dioxid 50-150 év alatt, a metán négy év alatt szívódik fel, míg egy vízmolekula tipikusan 10 nap alatt megfordul a légkör és a földi vízkészletek kö-

zött. Ilyen nagyságrendű a különféle lebegő porszemcsék, kémiai szennyeződések, aeroszolok légköri tartózkodási ideje is.

### 3. Az üvegházhatás

#### 3.1. Felfedezése

1827-ben vetette föl *Jean-Baptiste Fourier*, hogy a légkör oly módon viselkedik a földfelszínnel, mint egy üveglappal lefedett edény: a felülről érkező látható fényt, a napsugárzást átengedi, a lentől jövő hőt (a láthatatlan, „fekete” sugárzást) visszatartja. Ezzel 190 évvel ezelőtt megszületett az üvegházhaszonlat. Megindultak a vizsgálatok, hogy a légkört alkotó gázok melyike felelős az üvegházhatásért. Az 1860-as években *Tyndall* laboratóriumi körülmények között azt is kimutatta, hogy a szén-dioxid üvegházhatású gáz. Ugyanerre a megállapításra jutott számos más, főképp háromatomos molekulára vonatkozóan is.

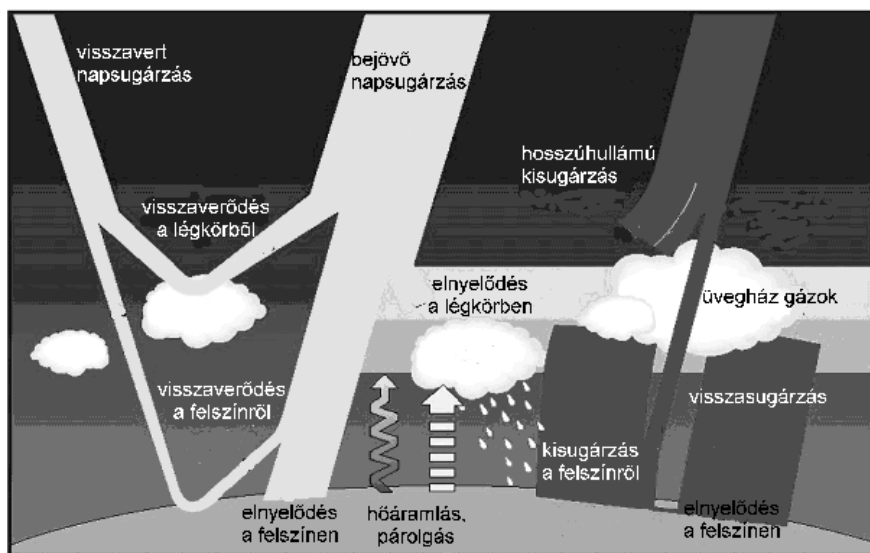
1896-ban *Svante Arrhenius* részletes számításokat végzett a szén-dioxid légköri melegítőhatására vonatkozóan. Megvizsgálta, hogy az emberiség ipari szén-dioxid-kibocsátása milyen tempóban növekszik, s ennek következtében milyen hőmérséklet-emelkedés várható a Földön. Úgy ítélte meg, hogy a légkör szén-dioxid-tartalmának megkétszereződése néhány száz évbe telik, s ennek hatására Svédország átlaghőmérséklete mintegy 6-8 °C-kal emelkedik majd.

Egy 1910-ben megjelent német ismeretterjesztő könyv (*Jégkorszak és klímaváltozás*) már beszámol az ipari szén-dioxid-kibocsátás növekedéséről. „*Szén-gáz mennyisége a légkörben 0,03 térfogatszázalék. (...) Az ipari kibocsátás 1860-ban 140, 1890-ben 510, 1894-ben 550, 1899-ben 690, 1904-ben 890 és ma (1910-ben) 1100 millió tonna...*”, majd, Arrhenius 1896-os cikkére való hivatkozás után megállapítja, hogy egy 6-8 °C-os melegedéssel járó klímaváltozás „*kókuszpálmát hozna Németországba*”.

#### 3.2. Értelmezése

A Földet érő sugárzások abszolút többsége a Napból ered (ezenkívül kozmikus háttérsugárzás, valamint a Hold visszaverődő fénye éri még el a földfelszínt). A Nap 98 százalékát kitevő hidrogénatomok termonukleáris fúzió során alakulnak át héliumatomokká. A felszabaduló energia többszörös szóródás után a Nap felszínéről elektromágneses sugárzás formájában lép ki. A sugárzás 99 százaléka a 0,17–4 mikrométer hullámhosszúságú tartományba esik. Ezen belül 7 a röntgen- és az ultraibolya-, 46 a látható fény- és 47 százalék az infravörös tartományra jut. A maximális energiát szállító hullámhossz 0,47 mikron, mely ép-

pen a látható tartomány közepére esik (nem véletlenül alakult ki erre a látórendszerünk az evolúció során).



1. ábra. A Föld-légkör rendszer sugárzási mérlege Kiehl és Trenberth [1997] nyomán

A Napból érkező rövid hullámhosszú (az ultraibolya és a látható fény tartományába eső) sugárzás gyakorlatilag akadálytalanul halad át a Földet körülvevő levegőburkon. Egy része visszaverődik a felhőkről, más része a légkörben lebegő porszemcséken, aeroszolon szóródik szét. A bejövő napsugárzás a tiszta légkörben nem nyelődik el, abban melegíthetést nem fejt ki. Nagyobbik hányada lejut a felszínre, ahol részben visszaverődik a tengerek vizéről, a talajról és a jeges-havas felületekről.

A felszínre lejutó napsugárzás elnyelődik a vízben, a növényekben és a szántóföldekben, a talajban, ezeknek a molekuláit termikus mozgásba hozza, megemeli a hőmérsékletüket, melyek hosszú hullámú (láthatatlan, infravörös) hősugárzás formájában ezt a hőtöbbletet visszasugározzák a légkörbe. E hosszú hullámhosszú sugárzás egy része akadálytalanul áthalad a légkörön, és kijut a világűrbe, más része azonban elnyelődik egyes légköri komponenseken. Közben ugyanis a tiszta légkör gázösszetevői valamennyien gyakorlatilag teljesen átlátszóak a Napból érkező UV és látható frekvenciájú fénysugarakra, ezen összetevők némelyikének a molekulái éppen a talajból kilépő hosszabb hullámhosszú sugárzásokra „érzékenyek”. Elnyelik ezeket, ezáltal rezgési, forgási gerjesztett állapotokba kerülnek, majd az alapállapotba térve az elnyelt energiát újból kisugározzák. A felszín kisugárzási spektruma a 0,4–80 mikron tartomány-

ba esik. A 3,5–4 mikron közötti sávban a  $\text{CO}_2$ -nak, 5 és 8 mikron között a vízgőznek, 13–17 mikron között ismét a  $\text{CO}_2$ -nak, 20 mikron felett megint a gőznek van elnyelési sávja. A 8 és 13 mikron közötti tartományra egyik gáznak sincs elnyelése, ez a légköri sugárzási ablak.

*A talaj által infravörös fotonok formájában kisugárzott energia nem távozik el teljes mértékben az említett okok miatt a Földről a világűrbe, mely így tovább melegíti a légkört.*

A sugárzás egy része tehát újból és újból visszatér a földfelszínre, nem távozik el a rendszerből, így megemeli annak termikus energiáját. Ez a termikusenergia- növekedés az üvegházhatás eredménye. Értéke a mai Földön 33 fok: ennyivel melegebb a Föld felszíne, mint lenne a légkör üvegházhatású gázkomponenseinek jelenléte nélkül.

Az 1. ábrán látható globális átlagértékek becslése, illetve mérése rendkívül bonyolult folyamat, a különböző szerző adatai 10–15%-kal is eltérnek egymástól. Ugyanakkor az egyes komponensek nem változtathatók tetszőlegesen, hiszen a felszínen, a légkörben, illetve a légkör tetején a sugárzási egyensúly szigorú mérlegegyenleteket feltételez. Ráadásul ezektől a rendszer lokálisan, regionálisan, időlegesen, sőt akár globálisan és hosszú távon is eltérhet a földi vegetáció, a jégborítottság, a kontinensek helyzete függvényében, s mindez erőteljesen befolyásolja a helyi és a globális klímákat is. Elég csak a nagy szénmegkötés időszakára (karbonkorszak) vagy a jégkorszakokra utalnunk.

### 3.3. Növekedése

A Napból a légkör tetejére érkező sugárzás egy merőleges felületre  $1368 \text{ W/m}^2$ . Ezt egyenletesen elosztva (átlagolva) a Földgömb egészére, azaz az árnyékos oldalra is,  $342 \text{ W/m}^2$  teljesítményű sugárzást kapunk. Mintha az egész Földet beborítva, négyzetméterenként három és fél darab 100 wattos izzó világítaná meg a légkör tetejét. Ebből rögvest visszaverődik a felhőkről, a légköri aeroszollokról és némely gázokról  $77 \text{ W/m}^2$ , így eléri a felszínt kb.  $198 \text{ W/m}^2$ . (Ez még mindig két 100 wattos égő teljesítményének felel meg négyzetméterenként.) A felszíni hó és jég, az óceánok, továbbá a különféle növényborítások és talajfajta hatására ebből visszaverődik 30, elnyelődik és termikus energiává alakul  $168 \text{ W/m}^2$ .

Ez a felszín elsődleges energiabevétele. Azonban az általa visszasugárzott infravörös hősugárzás egy részét a légkör üvegházhatású gázai elnyelik, és visszafordítják a felszín felé. Jelentős felgyülemelés történik, bizonyos értelemben a kondenzátorhoz hasonló hatás, ahol a két lemez között tartósan „rezonál”, megmarad a töltés, esetünkben az infravörös sugárzás, a „hőtöltés”. Ennek mértéke a földi üvegházgáz-koncentráció mellett eléri a  $324 \text{ W/m}^2$ -t. Ennyi a fel-

szín termikusenergia- többlete ahhoz képest, mintha nem volnának üvegházgázok a légkörben.

Az emberi tevékenység által az 1750-es évek óta a légkörbe juttatott szén-dioxid, metán és egyéb üvegházhatású gázok révén mára összesen mintegy 2,30 W-tal nőtt meg ez a fűtési teljesítmény négyzetméterenként. Noha ez a mennyiség nem tűnik soknak: a teljes felszíni sugárzási bevétel alig fél százaléká, ez a növekedési ráta példa nélküli az elmúlt 10 ezer évben, ráadásul az elmúlt évtizedekben a növekedése is felgyorsult.

### ***3.4. A globális felmelegedés***

Az üvegházhatás növekedésének eredménye kimutatható a felszíni hőmérséklet emelkedésében, a tengervizek mélységi (3000 méterig kimutatható) melegedésében, a sarki hósapkák kiterjedésének és vastagságának csökkenésében, az állandó tengeri jég határának visszahúzódásában és a jégréteg vékonyodásában, a hegyi gleccserek és a hóhatár olvadásában és feljebb húzódásában, számos, a hőmérséklet változására érzékeny ökoszisztéma megváltozásában, a nyári napok számának növekedésében, a szélsőséges hidegek számának csökkenésében, és számos hasonló jelenségben.

A 2007 februárjában kiadott ENSZ-klímajelentés (IPCC Negyedik Helyzetértékelő Jelentés) megállapítja:

„Az éghajlati rendszer melegedése egyértelmű. Az utóbbi tizenkét évből (1995–2006) tizenegy a műszeres mérések történetének legmelegebbje volt. A százéves, 1906-tól 2005-ig tartó hőmérsékleti adatsorra illesztett lineáris trend  $0,74\text{ }^{\circ}\text{C}$  melegedést mutat. Az utolsó ötven évre illesztett lineáris emelkedés közel kétszerese a százéves átlagnak. Az 1961 óta végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy az óceánok felszíne melegedett, és ez a melegedés egészen 3000 méteres mélységig kimutatható. A légkör átlagos páratartalma emelkedett, ami egybevág a melegebb levegő nagyobb párafeltevő képességével. A hegyi gleccserek, a hóborítottság és a sarki jégsapkák olvadnak mindkét féltekén. Változások mutathatók ki a sarkvidékek hőmérsékletében, élővilágában, az óceán sótartalmában, a csapadék mennyiségében, a széljárásban, a szélsőséges időjárási jelenségekben, ideértve az extrém szárazságokat, a nagy csapadékokat, a hóhullámokat és a trópusi ciklonok intenzitását. A globálisan észlelt hőmérséklet-emelkedés legnagyobb része nagy valószínűséggel az emberi tevékenység következménye.”

### **3.5. A globális felmelegedés jövője**

A szóban forgó ENSZ-jelentés – az összes elérhető történeti, statisztikai, dinamikai és számítógépes előrejelzés egybevetésével – a különféle várható kibocsátási jövőképekhez globális felmelegedési értékeket társít. A szén-dioxid-tartalom légköri megduplázódásához egyensúlyi melegedésként 2 és 4,5 °C közötti hőmérséklet-emelkedést állapít meg. A fokozatos koncentrációnövekedéssel elért duplázódás pillanatához 1 és 3 °C közötti emelkedést prognosztizálnak. Ez nagy valószínűséggel a század közepe táján realizálódik. A század végére ez a melegedés a kétszeresére nőhet: mai modelljeink legnagyobb valószínűséggel 1,8 és 4 °C közé teszik a századvégi hőmérséklet emelkedését, de felső értéként 6,4 °C emelkedés is megjelenik.

E rövid idő alatt bekövetkező, nagymértékű globális felmelegedés egyes fizikai elméletek szerint nem valószínű, sőt némelyek szerint egyenesen lehetetlen. Azt állítják, hogy ilyen mértékű felmelegedéshez nem elégséges „még egy dunyhát húzni” a Föld felszíne fölé, hanem ehhez a bejövő sugárzásnak (pl. a napsütés erősségének) kell megnövekednie, vagy ennek a felszínben és az óceánokban elnyelődő hányadának (pl. a felhőzet vagy a felszíni jégtakaró csökkenésével). Ha ezen utóbbi elméletek válnak valóra, azaz a föld-légkör-óceán rendszer megtalálja az eredményesebb önhűtés módozatait, akkor a globális átlagos felmelegedés alacsonyabb értéke következik be (pl. 1-1,5 fok), ehhez azonban a globális és a regionális éghajlati szerkezet (légkörzés, felhőborítottság, hidrológiai ciklus) jelentősebb átalakulása társulna.

### **3.6. A regionális hőmérsékletek jövője**

A globális felmelegedés nem egyenletesen oszlik el a Föld felszínén. A trópusi övben, ahol már úgyis elég meleg van, a hőmérséklet nem sokat emelkedik, a sarkok környékén azonban a melegedés jelentős. 1 fokos globális felmelegedéshez az Északi-sarkon akár 3-4 fok melegedés tartozhat. A mérsékelt öv középső részein, illetve kimondottan a Kárpát-medencében 1 fokos átlagos globális melegedés kb. 1,4 °C emelkedést okoz. Ezért a jövőképek két szélső esete lényegesen eltérő éghajlati állapothoz és lényegesen eltérő cselekvési módokhoz és kényszerekhez vezet.

Ha a globális felmelegedés 2050-ig nem haladja meg a további 1 fokot, a Magyarországon bekövetkező 1,4 °C melegedés különösebb mezőgazdasági és társadalmi problémák nélkül átvészélhető, még akkor is, ha ehhez a csapadékvisszonyok valamelyes átrendeződése társul. Azonban egy feltételezett 3 fok körüli globális melegedés bő negyven éven belül hazánkban több mint 4 °C hőmérséklet-emelkedést, azaz évtizedenként mintegy 1 fok melegedést jelentene, ami katasztrofális lenne.

A fentiek csupán a hőmérsékleti átlagokra vonatkoznak. Ahhoz, hogy megért-sük, miként függ össze a globális felmelegedés és a klímaváltozás, azaz hogy mi-ként reagálnak a földi éghajlati rendszer elemei az átlaghőmérséklet elmozdulására, először meg kell ismerkednünk ezzel a rendszerrel és összetevőivel. Így föltárul előttünk egy Nagy Földi Játsszótér minden bonyolultsága és szépsége.

## 4. Az éghajlati rendszer elemei

### 4.1. Az általános légkörzés

Az általános légkörzés a Föld kiterjedt légköri áramlási rendszereinek együtte-se. Összefüggő rendszer, amelyben globális, regionális és lokális skálájú légkö-ri mozgásformák együtt jelennek meg. Fő meghatározói:

- a) a Föld forgása és az ehhez tartozó globális fizikai feltételek,
- b) a Föld tengelyének ferdeségéből származó speciális hőmérsékleti eloszlás,
- c) a légtömegek mozgására és eloszlására vonatkozó egyéb fizikai feltételek,
- d) a légköri vízforgalom egyensúlya,
- e) a légkör alulról fűtöttségének ténye.

A trópusokon meredek szögben beeső napsugárzás hőtöbbletet okoz a polá-ris régiók alacsonyabb szögben történő besugárzásához képest. Ezt az elemi tény-t már *Arisztotelész* észrevette (i. e. 382–321), s innen – a napsugarak beesé-si hajlásszögéből (*klinein*) származik a *klíma* szavunk. Az Egyenlítő körüli tar-tomány nagyobb melege a termodinamika elemi szabályai szerint a hidegebb területek felé, a magasabb földrajzi szélességek és a pólusok felé igyekszik. A légkörön áthaladó napsugárzás, felmelegítve a talajt, a légkört *alulról fűtötté* teszi (hasonlóan a tűzhelyre feltett fazék vízhez, s szemben például a napsütés által *felülről* melegített tavakhoz és óceánokhoz).

A trópusokon a meleg talaj fölött gyorsan melegszik a levegő is, ez felszáll 10-12 kilométer magasságba, s ott északi és déli irányba terül szét. Elhagyja a Föld forgása során leggyorsabban mozgó régiót, de amíg a magasabb földrajzi szélességek felé közelít, megőrzi a felemelkedésekor szerzett horizontális irá-nyú impulzusát. Ahol leszáll, a 30. szélességi körök mentén, a felszín (jóval ki-sebb forgási sugara miatt) alacsonyabb sebességgel mozog, így a levegő a ma-gasban jelentős sebesség-különbséggel *előresiet*. Ezt észleljük az adott délkö-rök mentén az északi és a déli féltekén magaslégköri *futóáramlásként*. Ez a magasban az adott helyen mindig létező *nyugatis* irányú nagyon erős szél.

Leszállás után a felszín közelében ezen légtömegek egy része megindul vissza-felé az Egyenlítő irányába. Így mindig egyre inkább *lemarad* a felszínhez képest (mely az Egyenlítőnél a Föld forgása miatt gyorsabban mozog, mint bárhol má-sutt), ezért ott állandó *keleties* széljárást észlelnek. Ez az a meghatározó széljárás,

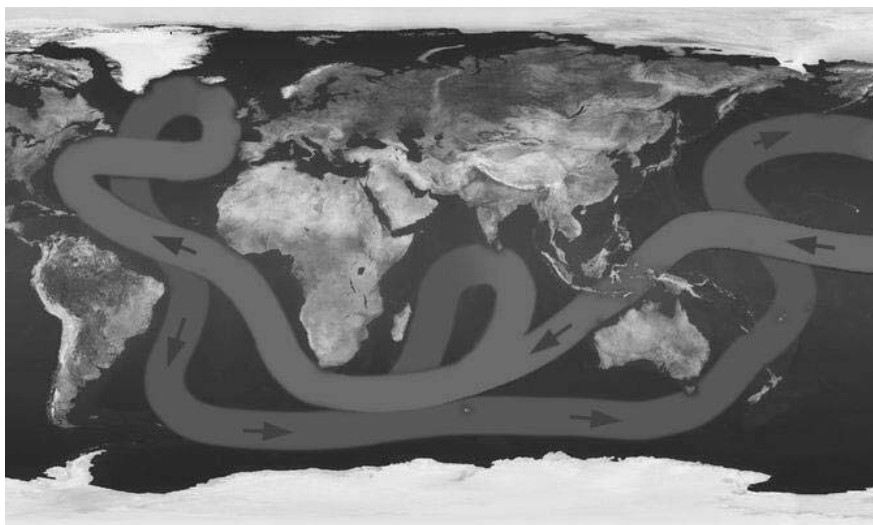


amellyel a hajósok a szubtrópusokon Európából átkelhettek az Atlanti-óceánon, innen kapta a nevét: *passzátszél*. A trópusokon a levegő aztán ismét felmelegszik, újból megindul a feláramlás, és így egy zárt légkörzési cella jön létre.

A 30. szélességi kör környékén leszálló levegő másik ága a felszín felett továbbhalad a pólusok felé. A felszálláskor az Egyenlítőnél nyert nagy impulzus momentumának jelentős részét azonban még hordozza. Nem juthat be közvetlenül a forgási sarkok fölé, ott ugyanis „áll” a felszín az Egyenlítőhöz képest, így a levegőnek elvileg végtelenül gyorsan kellene a felszínhez képest mozognia. Ez természetesen nem lehetséges, ezért a levegő ezt a globális forgási többletet több kisebb forgó rendszerré átalakulva veszti el. Így bomlik le a mozgási energia *mérsékelt övi ciklonokká*.

A magasabb szélességek alatti, mérsékelt övi ciklonálisitás tehát az általános légkörzésnek nem véletlen, mellékes velejárója, hanem a fizika megmaradási törvényéből származó nélkülözhetetlen eleme. Minthogy a ciklonok a szubtrópusok felől jövő meleg és a sarkokról a talaj fölött visszaérkező hideg levegőnek a találkozási felületei, a mérsékelt öv alatt ezek hordozzák az *időjárás frontokat*. Ha a globális felmelegedés következtében bármilyen változás áll be a ciklonpályák tipikus elhelyezkedésében, a ciklonok vonulásának menetében, kialakulásuk feltételeiben, méretükben vagy fennállásuk tartósságában, az adott földrajzi hely éghajlatát lényegesen befolyásolja.

#### 4.2. Az óceáni vízkörzés



A világoceán nem egy tó, amely nyugalomban van, és nem egy folyó, amely valahonnan valahová áramlik. Azonban, ahogyan a Földgolyót körülvevő levegő-



burokban jelen vannak, a világoceán nagy egészében is találunk rendszeres áramlatokat. Ezeket a Nap energiája és a szél hajtja. Az általános óceáni cirkuláció legfőbb jellemzője, hogy részt vesz a globális energia- és impulzusmomentum-transzportban, azaz a trópusi övezetek hőtöbbletét szállítja át a magasabb szélességi körök övezeteibe, a mérsékelt övbe és a pólusok felé. A trópusokról származó meleg víz felszíni áramlatok formájában halad a poláris övek felé, ahol lehűlve lesüllyed, majd mélyvízi hideg áramlásként visszafolyik az Egyenlítő felé, ahol azután a felszínre emelkedik. A felszínen a víz áramlását az általános légkörzés meghatározó felszíni szelei, tipikus keleti passzátszelek hajtják, míg az áramlás egészét a Föld forgása, az ebből származó eltérítő erők és kényszerfeltételek, a kontinensek elhelyezkedése, valamint a víz hőmérsékleti és sűrűségi viszonyai határozzák meg.

Az elmúlt ötven év kutatásai egyértelművé tették, hogy a kontinensek között elhelyezkedő három nagy óceáni medence belső áramlásai egységes áramlási rendszerbe illeszkednek, melynek neve Nagy Óceáni Szállítószalag. Az általa szállított hő jelentős módosító szerepet játszik a kontinensek éghajlatában, különösképpen Észak- és Nyugat-Európa, valamint Észak-Amerika keleti partjának hőmérsékleti és csapadékviszonyaiban. A Golf-áramlat által kiváltott *pozitív hőmérsékleti anomália* még hazánk éghajlatában, hőmérsékletében is meghatározó szerephez jut.

#### 4.3. Hó és jég (krioszféra)

A Föld éghajlatának lényeges tényezője, hogy – helyenként évszakosan, másutt állandóan – hó és jég borítja. A fehér felület igen hatékonyan veri vissza a fényt, így jelenléte jól őrzi a hideget. Ez fontos lokális-regionális klímaalkotó tényező, globális mennyisége ugyanakkor belezárja a planetáris albedóba s ezen keresztül a felszín sugárzási mérlegébe és az átlagos globális felszíni hőmérsékletbe is.

Az északi féltekét, benne az Atlanti-óceán poláris tartományait borító jégteg meg mennyisége egyúttal befolyásolta a meghatározó tengeráramlások intenzitását és irányát is. Az Északi-Jeges-tenger állandó jégtakarójának mérete és az Észak-atlanti-áramlás útvonala közötti összefüggés az Európa éghajlati jövőképeire irányuló kutatások (és aggodalmak) egyik sarkalatos pontja.

#### 4.4. Visszacsatolások, késleltetések

Az óceánok, a felhőzet, a páratartalom egységes rendszerében pozitív és negatív, öngerjesztő és öngyengítő, azaz gerjesztő és csillapító visszahatások lépnek működésbe.

Csökkenő hó- és jégfelület esetén kisebb a visszavert napfény mennyisége, több nyelődik el a földfelszínen és az óceánokban, ami fokozza a melegedést, és a hó- és jégfelület további csökkenéséhez vezet.

- A melegedés miatt a légkörbe jutó vízpára szintén üvegházhatású gáz, tehát tovább fokozódik a melegedés. (Vízpára-visszacsatolás)
- Azonban a légkör növekvő páratartalma nagyobb felhőképződéshez is vezet, ami növeli a Föld „napernyőszerű” védetségét, a kiinduló felmelegedés ellen hatva. (Felhőzet-visszacsatolás)
- A melegebb tengervíz kevesebb szén-dioxidot képes tárolni, a kezdeti melegedés miatt a légkörbe visszajuttatott  $\text{CO}_2$ -többség további melegedést okoz. (Óceáni visszacsatolás)
- Az óceánok vizében elnyelt és tárolt hőmennyiség pedig késleltetett hatással jelenik meg a légkörben, csillapítva, időben kitolva a kezdeti melegítő behatás következményeit. (Inercia)
- További óceáni késleltető effektus a légköri szén-dioxid-tartalom időleges (bár akár évszázadokra szóló) részleges elnyelése és a hideg mélyvízi áramlásban való tárolása. Ha most azonnal abbahagynánk az üvegházgáz-kibocsátást, a hatások akkor is még hosszú évtizedekre-évszázadokra elnyújtva érvényesülnének. (Késleltetés)

## 5. Klímaváltozás

A globális átlaghőmérséklet emelkedése, mint bemenő hatás, megváltoztatja a felszálló légáramlások helyét, erejét, az óceánok feletti légtömegek páratartalmát, a kicsapódások (csapadékok) rendszerét, a trópusi hőtöbbséget a hideg sarkvidékek felé szállító általános légkörzés és óceáni vízkörzés útvonalt, intenzitását, szerkezetét. Megváltozik számos helyen a lokális és regionális fényvisszaverő képesség, aminek eredőjeként változik a planetáris albedó, a hasznosítható napsugárzás mennyisége, tovább módosítva az éghajlati rendszert.

### 5.1. Az éghajlati övek módosulása

Az általános légkörzésnél láttuk, hogy a zárt cirkuláció az Egyenlítőtől az északi és déli szélességnek közelítőleg a 30. fokáig terjeszkedik. A trópusoknál felszálló levegő a Ráktérítő és a Baktérítő környékén leszállva erős szárazságot, sivatagi viszonyokat teremt. E cirkuláció kiterjedését és intenzitását a globális hőmérséklet, valamint annak eloszlása egyaránt befolyásolja. Történeti adatok állnak rendelkezésre arról, hogy egykor virágzó növényi kultúrák léteztek ott, ahol ma sivatagi klíma uralkodik. Eszerint a cella leszálló ága valaha – nem is

olyan régen, mintegy nyolcezer éve – másutt helyezkedett el; méghozzá az Egyenlítőhöz közelebb, azaz a jelenleginél *szűkebb* volt.

A cella változása azzal a következménnyel járhat Afrikára és Európára, hogy a szubtrópusi zóna kitágul, és részben rátelepszik a Földközi-tenger térségére (elsivatagosodás, forróság, szárazság). Ezáltal a mediterrán klímát mintegy feljebb nyomja Közép-Európa felé. Következésként a mérsékelt övi ciklonok tipikus pályája szintén északabbra tolódhat, ami által kisebb tér áll a rendelkezésükre. Ez befolyásolhatja a ciklonok méretét, számát, szokásos vonulási útvonaltát és fennállásuk tipikus időtartamát is. Minthogy a magasabb földrajzi szélességeken a mérsékelt övi ciklonok az időjárás meghatározói és az időjárási frontok hordozói, az ezek létrejöttében, fennállásában, intenzitásában, kiterjedésében, mozgásában és felszívódásában beálló legkisebb változás is módosíthatja nem csupán időjárásunk átlagértékeit és szélsőségeit, de időjárásunk *jellegét* is.

## **5.2. A csapadékeloszlás változása**

Az elmúlt ötven év rekonstrukciói arról tanúskodnak, hogy módosul a passzát-szelek és az antipasszátok rendszere, aminek jelentős szerepe van nálunk az Atlanti-óceán felől érkező hűvös, csapadékos szelek formájában. Ez a széljárás hozza el a Kárpát-medencébe a mezőgazdaságnak oly fontos csendes esőket. A tipikus ciklonpályák módosulása, északabbra tolódása azt okozhatja, hogy Európában a tipikus csapadékövek északabbra kerülnek, azaz Dél-Európa kevesebb, Észak-Európa több csapadékot kaphat. A kettő között, Közép-Európára nehéz pontos következtetésekre jutni; a jelen állás szerint télen több, nyáron kevesebb csapadékra számíthatunk, nagyjából változatlan, illetve valamelyest csökkenő éves átlag mellett.

## **5.3. A szélsőségek növekedése**

A tengerfelszínnek növekvő párolgása, valamint a melegebb levegő nagyobb párafelvevő képessége miatt több nedvesség lesz a légkörben, intenzívebbé válik a párolgás és az esőzés, erősödik a hidrológiai ciklus. Több termikus energia lesz a rendszerben, ezáltal megnő a csapadékhullás intenzitása: az adott mennyiség hirtelenebbül, trópusiabbban, özvízszerűen érkezik. Megnöhet az egy-egy csapadékos napra jutó eső mennyisége, miközben az éves mennyiség nem nő. Így időjárásunk *szélsőségesebbé* válik: hosszú aszályok váltakozhatnak nagy viharokkal érkező rövid, de hatalmas esőzésekkel. Megnöhet a jégesők száma.

A csapadékhullás szélsőségesebbé válását a hőmérséklet megváltozása kíséri. Nyilvánvaló, hogy az átlaghőmérséklet emelkedésével nő a rendkívüli mele-

gek száma is, egyúttal ritkábban fordulnak elő nagy hidegek. Nőhet a száraz, meleg és fülledt napok, a nyári, illetve a kánikulai napok száma, a tartósan meleg időszakok hossza.

Ezek a változások már most is éreztetik kedvezőtlen hatásukat, nem is olyan sokára pedig igazi krízisállapotot hozhatnak létre, melyek alapvetően veszélyeztetik civilizációnkat.

## **Ajánlott irodalom**

Czelnai Rudolf: A világóceán. Vince Kiadó, Budapest, 1999.

Magyar Tudomány, 2005. 7.: Időjárás-éghajlat-biztonság (szerk.: Láng István).

Természet Világa, 2004. II. különszám: Klímaváltozás, hazai hatások (szerk.: Mika János).

Agro-21 Füzetek (Klimaváltozás, hatások, válaszok) 2003. 31. – 2005. 47. (szerk.: Csete László).

(fontos szakmai publikációk a klímaváltozás hazai és nemzetközi szakirodalmából).

(cikkek, előadások, filmek a klímaváltozásról).

## **Részletesebb szakirodalom**

Czelnai Rudolf: Bevezetés a meteorológiába, I–II–III. Egyetemi tankönyv.

Kiehl–Trenberth: Earth's annual global mean energy budget. Bulletin of the American Meteorological Society, 78., 1997.

Miskolczi, F. M: Greenhouse effect in semi-transparent planetary atmospheres. In: Időjárás. Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. Vol. 111, No. 1. 2007.

Peixoto–Oort: Physics of Climate, Springer, 1992.

## Koncepció

Ez az oktatási program annak a problémának a tanításáról, annak a problémának a megoldásához szükséges emberi képességek, készségek, tudás és viszonyulás kialakításáról szól, amely ma talán a legégetőbb, a leginkább veszélyes az egész emberiség számára. Ez az éghajlatváltozás. A földi klíma átalakulásával kapcsolatos tudásunk, vagyis elsősorban a szakemberek által felhalmozott tudás ma már hatalmas mennyiségű, s hasonlóan az emberi ismeretrendszer más szegmenseihez, ez is már átláthatatlan az egyes ember számára, egyéni tudásszerzés keretében a döntő többség számára feldolgozhatatlan. Ha fontosnak tartjuk, hogy a felnövekvő nemzedékek e témáról meghatározó ismereteket szerezzenek, ha fontosnak tartjuk, hogy cselekedjenek is az egyre romló helyzet megváltoztatásáért, akkor valamilyen módon az iskolai oktatásban helyet kell kapnia a klímaváltozással való foglalkozásnak. A magyar iskolarendszerben, az oktatás fejlesztésében a harmadik évezred első éveiben kialakult folyamatok keretei között természetes, hogy program készüljön a témával összefüggő oktatási folyamatra vonatkozóan. Ezt az oktatási programot tartja kezében az olvasó, és amit éppen most tanulmányoz, az annak bevezető része, az oktatási program koncepciója, amely megadja az oktatási program pedagógiai keretét.

A tanítás és a tanulás folyamatai tervezésének csak az egyik fontos eleme a tartalom kijelölése, a mit tanítsunk kérdésének megválaszolása. Fontos az is, hogy körülírjuk, meghatározzuk azt a pedagógiai szemléletet, amely a programot jellemzi. Ez a koncepció-leírás elsősorban erre vállalkozik, hiszen a tartalom részletes kifejtése során, vagyis a modulok leírásában a szakmai háttér, az ökológiai, biológiai, társadalomtudományi, fizikai és ki tudja még hány diszciplínához besorolható tartalom fokozatosan megjelenik, felvázoljuk a lényegi mondanivalót, a fogalmakat, az összefüggéseket. Itt a legelején érdemes elsősorban a program fő vállalkozását jellemezni, vagyis azt, hogy milyen módon kívánja segíteni az alkalmazására vállalkozó pedagógusok nevelő- (oktató, tanuló szervező) munkáját.

Bárki megkérdeshetné, miért van erre szükség, hiszen a konkrét leírásokban, az egyes modulok szövegeiben majd úgyis minden pontosan ott lesz, minden pedagógiai lépésre, teendőre megfogalmazták a modulok szerzői, mik a javaslataik. Ez igaz ugyan, tényleg ott lesznek a konkrét teendők, azonban a pedagógusok nem a vezérlő folyamatoknak kiszolgáltatott gépek. Akkor végezhetik csak kíváncsian a feladatukat, ha értik, méghozzá mélységeiben is értik azt a szellemiséget, „filozófiát”, azt a pedagógiai paradigmát, amely a programot meghatározza és jellemzi. A pedagógus, amikor bemegy a tanórára, nem valamifajta belétáplált parancsokat hajt végre lélektelenül, hanem minden szava, minden megmozdulása

mögött ott kell hogy legyenek a miértekre adott válaszok is, a pedagógiai értelme mindannak, amit tesz. Ez a koncepció e követelmény teljesítése segítségének igényével készült. A következő főbb pontokat tartalmazza:

1. Az éghajlatváltozással kapcsolatos tanítás-tanulás elhelyezése egy tágabb rendszerben, a fenntarthatóság pedagógiája célkitűzéseinek rendszerében.
2. Magáról a tanításról, a tanulásról milyen elveket vall a program?
3. A program, mint program, vagyis hogyan alkalmazkodik a dokumentum a Magyarországon meghonosodni látszó oktatási program műfajhoz?
4. A program tanításáról, a szükséges pedagógusi kompetenciákról.

Egy oktatási program leírva csak egy dokumentum. Szép elvek, nagyszerű szövegek, képek, feladatok lehetnek benne. Talán közhely, mégis fontosnak tartjuk leírni: élni csak akkor fog e program, ha vállalkozó pedagógusok szívvel és lélekkel tanítják (és persze reménykedünk, hogy valóban lehet így tanítani), és továbbfejlesztik, kiegészítik, adaptálják, a saját tanulócsoporthoz igazítják. Erre kérjük Önöket, a vállalkozókat, az alkalmazó pedagógusokat.

## **1. A földi éghajlatváltozásról való tanítás mint a fenntarthatóság pedagógiájának része**

Helyezzük el a programot a harmadik évezred elején, a Magyarországon működő iskolák nevelési feladatainak keretei között! Az iskolai munka megújításának egyik csendes, de talán annál fontosabb folyamata volt az elmúlt 2-3 évtizedben a környezeti nevelés kifejlődése, meghonosodása a magyar oktatási intézményekben. Csendes folyamat volt, mert áldozatkész képviselői nem csaptak óriási csinnadrattát körülötte, a munkába bekapcsolódó pedagógusok inkább azt érezték feladatuknak, hogy tanuljanak, fejlesszenek, és elsősorban a tanítványaikkal foglalkozzanak úgy, ahogyan az e nevelési terület pedagógiai krédójának a leginkább megfelel.

A környezeti nevelés mindig „kilógott a sorból”. Már akkor az alkalmazható tudás formálása – ahogyan mostanában sokszor csak divatból mondjuk: a kompetenciafejlesztés – volt a célja, amikor ezek a fogalmak még szinte teljesen ismeretlenek voltak a hazai pedagógiai gyakorlatban. Már akkor a gyermeki cselekvésre, az önállóságra alapozták az ezzel bíbelődő pedagógusok a tanulási tevékenységet, amikor ez még csak az egyetemi pedagógia-tankönyvek lapjain volt olvasható, vagy még ott sem. Már akkor „dült” a csoportmunka, a kooperativitás a környezetvédelmi foglalkozásokon, a más tantárgyakba beillesztett, környezeti neveléshez köthető tanórákon, amikor ezt a pedagógiát a környezeti nevelést végző pedagógusok kollégái még megmosolyogták, és tartalmatlan, céltalan játszadozásnak tartották. A környezeti nevelés, amióta létezik (azon persze jót vitatkozhatnánk, hogy mióta, de kb. 25-30 éve), mindig előbb valósít

meg különböző pedagógiai fejlesztéseket, amelyek aztán – jó esetben – elterjednek a nevelés más területein is.

A környezeti nevelés abban is élen járt a fejlesztési folyamatokban, hogy állandóan reflektálva saját gyakorlatára, mindig újraértelmezte saját küldetését. A hazai környezeti nevelés a természetvédelmi oktatással kezdődött. A cél még viszonylag szűk, neveljük gyermekeinket arra, hogy tiszteljék, szeressék a természeti értékeket, óvják meg, ne pusztítsák. Amikor a 20. század 70-es éveiben a világ fejlettebb országaiban széles néptömegeknek kell rádöbbenniük, milyen veszélyes folyamatok okozója az ember a földi bioszférában, akkor alakul ki a környezeti nevelés. Most már nemcsak a természet védelmére szeretnénk tanítani gyermekeinket, hanem arra is, hogy vegyék észre, legyenek képesek elemezni, milyen károkat okoz az ember a természetnek, hogyan károsítja a talajt, a vizeket, hogyan szennyezi a levegőt, milyen hatásúak azok a kémiai folyamatok, amelyek a szennyezés következtében létrejönnek, milyen ökológiai változásokat generál az ember a környezetében.

Megjelenik tehát az ember, méghozzá azonnal a lehető legsötétebb ábrázattal, gonoszként, a természeti értékeket anyagaival, energiafelszabadításával, terjeszkedésével, építkezéseivel, mértéktelen fogyasztásával és a források pazarlásával, mindenbe belepiszkálásával pusztító lény. Az iskolai környezeti nevelésnek kialakulnak sajátos, máig is élő elemei: a természetben végrehajtott és a környezetpusztítás hatásait kimutató vizsgálódások, az ökológiai folyamatokról való tanulás, valamint a környezetvédelmi akciók szervezése, a mozgalmak indítása, az élősarkok létrehozása. Kialakulnak a környezeti nevelésben sokszor újra és újra előkerülő legfontosabb „modernizációs tartalmak”, az új témák: az energiakérdés, a nyersanyagok problémája, a közlekedés környezetszennyező szerepe, az ipar, a mezőgazdasági termelés hatásai, az elsivatagosodás, az őserdők pusztítása, az ózonréteg kilukadása, elvékonyodása. Még az ugyancsak nagyon új tudományos diszciplínát, a környezettudományt külön tantárgyként az iskolában leképezni kívánó, vagyis önálló környezetvédelmi tantárgyat kialakító elképzelések is teret kapnak, igaz, szerencsére – tegyük hozzá – a környezeti nevelés nagyon-nagyon kevés helyen zárta be magát egyetlen elkülönült tantárgy falai közé.

Közben – ez a 80-as és a 90-es évek ideje – zajlik a környezeti nevelés tartalmának, követelményeinek, egész pedagógiai arculatának megformálása. Nagy siker, hogy 1995-ben az első Nemzeti alaptantervben (OM 1995) a környezeti nevelés az általános fejlesztési követelmények egyik pontja lesz, kiemelt szerephez jut olyan célokkal együtt, mint a hon- és népismeret, az európaiságra nevelés vagy a tanulás tanulása. 1998-ban megjelenik elsősorban civilszervezetek szakembereinek szerkesztésében a Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia (Vásárhelyi–Victor 1998), megújítása pedig 2003-ban (Vásárhelyi–Victor 2003).

Ökoiskoláink lettek, környezeti neveléssel foglalkozó civilszervezetek nőttek ki a semmiből, a pedagógus-továbbképzések meghatározó hányada környe-



zeti neveléssel foglalkozik, a környezeti nevelés témája bevonult az óvodapedagógusok, a tanítók képzésébe, és ha kisebb lendülettel is, de megjelent a pedagógusok felkészítésében is a főiskolákon és az egyetemeken.

A 2000-es évek újabb változást hoztak. A világban, annak is fejlettebb oktatási rendszerrel rendelkező országaiban már korábban elindult a folyamat, nálunk valójában csak néhány éves múltra tekinthet vissza. A tartalom további átalakulása, megváltozása és kibővülése a lényeg: egyre erősebbé válik, sőt, uralkodóvá az emberi társadalom belső viszonyainak vizsgálata, az emberi tényező elemzése, annak a kérdésnek az állandó megfogalmazása és a válaszadási kísérletek, hogy mitől vagyunk mi emberek ilyenek, miben gyökereznek a környezetpusztítás társadalmi okai, hogyan kell átalakítanunk saját magunkat, közösségeinket, intézményeinket, hogy megállíthassuk és ellenkezőjére fordíthassuk a pusztító folyamatokat. A fizikai, kémiai, biológiai folyamatok, a környezettudományi kérdések vizsgálata itt már nem cél, hanem határozottan eszköz, megértésük az önmagunk megértéséhez vezető út valamelyik állomása. Rájövünk lassan – mi, környezeti nevelésben dolgozók –, hogy a problémák kezeléséhez mindenekelőtt a társadalmi viszonyokat kell úgy formálni, hogy a bajok okozásának feltételei szűnjenek meg. Könnyű ezt leírni, de rendkívül nehéz megtervezni és végrehajtani.

És ahogy a természetvédelemre tanítás megnevezést felváltotta a környezeti nevelés fogalma, ugyanúgy próbálta kifejezni a változást, hogy a környezeti nevelés megnevezés helyére egyre többször került a fenntarthatóság pedagógiája (Havas 2001, 2000). A környezeti nevelés sem találta magát mindig könnyű helyzetben, hiszen a szennyezésekkel, a környezetrombolással foglalkozni nem volt mindig rokonszenves foglalatosság sok ember, sok intézmény vagy akár a kisebb és nagyobb hatalmak számára. A fenntarthatóság pedagógiája, vagyis a társadalom belső bajainak középpontba állítása viszont már igazán az érdekek és érdekellentétek világába röpítette ezt a nevelési területet.

Mit is jelent a fenntarthatóság pedagógiája? Azt, ami a nevében van. A felnövekvő nemzedékeket meg kell tanítanunk arra, hogy képesek legyenek létrehozni azt a társadalmat, amely fenntartható, bár sok mindenben átalakuló környezetet biztosít az ember számára a Földön, fenntartható gazdaságot, amely nem növeli, sokkal inkább visszaszorítja a környezet terhelését. A fenntartható fejlődés gondolata azonban nem szűkül le a fogyasztás fejlődésére, sőt, a fogyasztást is racionalizálja, átalakítja a szerkezetét, visszaszorítja a túlzó és a környezetre, az egész földi világra veszélyes módosításait. Nem arra tanítjuk meg a gyerekeket, a fiatalokat, hogy milyen ez a fenntartható világ. Egyszerű az ok: mi magunk sem tudjuk. Arra tanítjuk meg őket, hogy akarják létrehozni, legyenek képesek cselekedni is ennek érdekében, folytonosan és kritikusan elemezzék a fenntarthatósággal összefüggő folyamatokat, legyenek ezen a téren (is) kreatívak, kezdeményezők, ne féljenek a változásoktól,



ne féljenek attól sem, hogy ha kell, akár radikális változtatásokat is kezdeményezzenek szűkebb és tágabb világukban.

A fenntartható fejlődésnek ismert az a definíciója, hogy *„olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen igényeit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációk esélyét arra, hogy ugyanezeket az igényeiket a jövőben ők is ki tudják elégíteni”* (ENSZ 1987). A Bruntland- jelentésből számtalanszor idézett mondatot számtalan módon kiegészítették, elemezték már, a fenntarthatóság definícióinak se szeri, se száma. Minden értelmezés fontos lehet, nekünk azonban elsősorban pedagógiai szempontból kell megvizsgálnunk a fenntarthatóság fogalmát. A fenntarthatóság egy gyermek számára biztosan könnyen elfogadható. Az, hogy mi (a felnőttek generációi) ne veszélyeztessük az ő jövő világukat, az életük forrásait, elég könnyen átlátható szempont, teljes mértékben összefér azzal a pedagógusok által jól ismert jelenséggel, hogy a gyermekek ha elvekről, állásfoglalásról van szó, ösztönösen környezetvédők. Gyermekkorban, nem ismerve még az érdekek, az érdekellentétek, a gazdaság, a megosztottság, az egyenlőtlenségek világának bonyolult voltát, tiszta szívvel lehet állást foglalni a Bruntland-jelentés mondatának tartalma mellett. Ez azonban csapda. Ha ölünkbe tesszük a kezünket, s azt mondjuk, hogy a gyerekek valójában a legjobb, a leginkább elkötelezett környezetvédők, akkor elfelejtjük, hogy azok, pontosabban mi, akik ma azt tesszük a világgal, amit teszünk, valamikor szintén lélekben környezetvédők voltunk. Ha megkérdeztek volna bennünket, hogy akarjuk-e, hogy a következő nemzedékeknek is legalább annyi lehetőségük legyen hozzájutni az alapvető forrásokhoz, mint az előzőknek, akkor egyikünk sem mondott volna nemet. Aztán mégiscsak olyanok lettünk, akik (legalábbis társadalmi méretekben, vagyis nem eltitkolva, hogy a társadalom egészében nagyon különböző attitűdöket formáltunk) éppen felélik a jövő nemzedékek forrásait.

Persze halljuk a tiltakozást: mit tehetek én, a kis pont, hiszen nem rajtam múlik, hogy az emberiség éppen feléli erőforrásait. Tudjuk persze, legalábbis a környezeti, ökológiai kérdésekben tudatosabbak tudják, hogy ez nem így van. Az egyes emberek felismerik: mi vagyunk, a társadalmainknak mi vagyunk az alkotóelemei. A viszonyok persze uralkodnak bizonyos értelemben rajtunk, azonban egyrészt soha nem teljesen összezárt a cselekvési tér, másrészt a cselekvési tér tágítható. És ez az, amit a felnövekvő nemzedékekkel meg kell értetnünk. Most még a kisgyermek – amint először megérti, mit jelent környezet, környezetvédelem, szennyezés, a környezet pusztítása – természetes módon áll szemben minden ilyesmivel. Ha ettől hagyjuk magunkat elaltatni, akkor csak töredékesen lesz képes átlátni a súlyos problémák szövedékét, a társadalmak szerkezetében és működés módjaiban rejlő okokat, az egyének és a közösségek valós cselekvési lehetőségeit. Nekünk mindezeket elé kell tárnunk, be kell mutatnunk, láttatnunk kell a problémákat, hogy rávehessük a tanulókat, foglalkozzanak ezekkel a kérdésekkel, aggodalmakkal és gondolatokkal.

A fenntarthatóság (gazdaságban, társadalomban, energetikában stb.) abban az értelemben nem egyszerű fogalom, hogy eléréséhez gyökeresen meg kell változtatni az emberi társadalmak működését. És itt a környezeti nevelés, a fenntarthatóság pedagógiája szembetalálja magát olyan nehézségekkel, amelyek kevés más nevelési területet érintenek, s amelyek meglehetősen súlyosak. Arról van szó, hogy a fenntarthatóság „állapotának” és folyamatának létrehozása a ma uralkodó emberi viszonyrendszerek gyökeres átalakítását igényli. Nem tehető fenntarthatóvá a gazdaság, a társadalom, a termelés, a fogyasztás, ha a társadalmi viszonyokat teljes mértékben uralja meghatározó módon a tökeviszony. És itt ingatag talajra lépünk, hiszen a rendszerváltás után közel húsz évvel sem lehet minden mellékzöngé nélkül ilyesmit megfogalmazni. Lehet, hogy túl közel van még hozzánk, legalábbis az idősebbekhez az az idő, amikor magunk is jelszavakba csomagolt, rendkívül egyszerű társadalomfilozófiákat skandáltunk a tőkés társadalom kizsákmányoló jellegéről, leküzdhetetlen elmentmondásairól, a szocializmus magasabbrendűségéről. Tudjuk ma már, megértettük, hol bicsaklott a logika, miket hazudtak nekünk, és miket hazudtunk magunknak. De mintha e múlt társadalmi berendezkedés kritikája mellett, azt minden különösebb gátlás nélkül gyakorolva, mintha elfelejtettük volna, hogy egy rossz alternatívája nem feltétlenül egy megkérdőjelezhetetlenül jó.

De miért kell ezzel foglalkozni? Netán politizálni akarunk az iskolában? Netán fel akarjuk eleveníteni a rossz emlékű ideologizálást? Természetesen erről szó sincs. Még csak arról sem, hogy a környezetvédelemmel foglalkozó tanítási órákon, tanórán- és iskolán kívül végzett tevékenységekben valamifajta következetes társadalomkritikát vigyünk végig. Nem a mi dolgunk, ha dolga egyáltalán valakinek is. De arra meg kellene tanítanunk a gyermekeket, hogy legyenek kritikusak a környezetük jelenségeivel kapcsolatban. Arra meg kell, hogy tanítsuk őket, keressék a társadalmi működés azon mechanizmusait, amelyek a világméretű vagy a helyi ökológiai, környezeti problémákat okozzák. És ne elégedjenek meg a leegyszerűsítően felszínes megközelítésekkel, ne dőljenek be annak, hogy a tudomány majd képes lesz önmaga megoldani a problémákat, hogy a megoldás pusztán technikai kérdés, hogy csak megfelelően szankcionálni kell a környezet ellen vétő magatartásokat, tehát hogy egyszerű jogi problémáról van szó. A környezeti válság vagy a válságok komplex jelenségek, okok és okozatok bonyolult rendszeréről van szó, amelyek nevetségessé teszik az egytényezős világmegváltási ígéretekkel. Vértessük fel a gyermekeinket tudással és cselekvési képességekkel arra, hogy tudjanak ellenállni a leegyszerűsítő, demagóg és általában csak bizonyos érdekek kiszolgálására hivatott hatásoknak, nézeteknek. Kétkedjenek, de elemezzenek. Legyenek gyanakvók, de tudjanak melléállni is törekvéseknek, ha kellő értelmezés után megfelelőnek találták.

Mindez – valljuk be – tudás kérdése. Bár az ezzel kapcsolatos alapvető pedagógiai vitakérdésre a következő fejezetben szeretnénk kitérni, itt is meg kell je-

gyezni annyit, hogy ha a viszonyait elemezni, kritizálni képes, az ámítással szemben okosan tudatosodó nemzedékeket akarunk nevelni, akkor ismerniük kell a problémákkal kapcsolatos legfontosabb összefüggéseket, értelmezéseket, netán ezeknek több alternatíváját is. Művelt, sokat tudó, de a tudásukat önmaguk és a közösség számára hasznosítani is tudó, cselekedni képes és cselekedni akaró fiatalokat kell nevelnünk.

A világméretű éghajlatváltozás az egyik, talán a legfontosabb olyan globális, ökológiai természetű, de egyben az emberiséget is mélyen érintő folyamat, amelynek iskolai bemutatása, az ezzel kapcsolatos nevelőmunka során különösen szükségünk van az itt kifejtett pedagógiai komplexitás érvényesítésére. Vagyis a klímaváltozást mint a fenntartható fejlődés, a fenntarthatóság kialakításának legfőbb gátját kell megjelenítenünk. Ez ugyan nem azt jelenti, hogy ma már a legfontosabb globális ökológiai tényező, amely az életünkre hat, de minden más folyamatnál sokkal veszélyesebb, átfogóbb, s talán a leginkább olyan, amelynek megváltoztatásához ma kevésnek érezzük az eszközeinket. Súlyos kérdések az őserdők pusztítása, pusztulása vagy az afrikai szavannák visszahúzódása, a tenger szennyezése stb., de mindegyik szinte „csak lokális” környezeti problémának tűnik, ha az éghajlatváltozás problémájával vetjük össze veszélyességében, negatív hatásaiban. Persze az is igaz, hogy a felsorolt problémák és számos más ökológiai, környezeti válságjelenség is ma már valamilyen kapcsolatban van a globális felmelegedéssel, az éghajlatváltozással. Vagyis ez a probléma egyfajta kanalizálója a Föld mint élő rendszer szinte minden ökológiai, környezeti problémájának. Ebből következik, hogy talán az éghajlatváltozással kapcsolatos tanítás során érvényesítendők a leginkább a fent megfogalmazott elvek, vagyis a fenntarthatóság fogalmának középpontba állítása, a társadalmi problémák felé fordulás, a társadalmi viszonyok kritikájának szükségessége. Programunk ehhez igyekszik hozzájárulni. Mindenekelőtt azzal, hogy arra törekszik, minél tágabban, minél inkább sokrétűen tárja fel azokat a folyamatokat, amelyek az éghajlatváltozáshoz vezettek és vezetnek.

A koncepció ezen első részében bemutattuk a fenntarthatóság pedagógiájának kialakulásához vezető folyamatot. Melyik nevelési területen zajlottak még ilyen változások? Melyik tantárgy vagy tantárgycsoport volt képes a saját „filozófiáját” és nevelési gyakorlatát ilyen rendszeresen, mélyen, alaposan újraértékelni és megváltoztatni? Úgy látjuk, hogy e tekintetben a környezeti nevelés, a fenntarthatóság pedagógiája élenjáró volt, szinte mintát mutatott más pedagógiai területeknek is.

## 2. Pedagógiai háttér, a tanítás, a tanulás folyamata

Programunk azok közé tartozik, amelyek a tanulás folyamatát nem azonosítják a lélektelen magolással, ismeretek biflázásával. Ennek ma már egészen természetesnek kellene lenni, s talán a korszerű fejlesztési folyamatokban az is. Van itt azonban egy olyan vita és ebből következően egy választási lehetőség, amellyel elvileg minden programfejlesztőnek, csoportnak foglalkoznia kellene. Ez a kompetenciafejlesztés kérdése (Demeter 2006).

A harmadik évezred elején Magyarországon is elterjedt – követve számos, elsősorban európai országot – a kompetenciafejlesztés jelszava. Kétkedéssel és rossz érzésekkel figyeljük azokat a megnyilvánulásokat, amelyekben pedagógusok, nem a nevelésben dolgozó pedagógiai szakemberek tartalmatlanul, a jelszó mögötti mélyebb tartalom birtoklásának jól látható hiányában beszélnek erről, vagy/és végzik nevelői, fejlesztői, kutatói tevékenységüket.

A kompetenciafejlesztés divatkifejezéssé vált, miközben magának a fogalomnak nincs jól értelmezhető, és különösen nincs általánosan elfogadott meghatározása. Az ismert körülírások sok ponton mondanak ellent egymásnak, gyakran semmitmondók, rendkívül általánosak (bármilyen nevelési folyamatot lehet velük legitimálni).

Az eredeti szándék a kompetenciafogalom bevezetésével összefüggésben fontos és követendő. Ez az eredeti szándék a hasznosítható tudás fogalmához kötődött. A kompetencia valamilyen területen a működőképes, a nem holt, a hasznos és eredményes cselekvésekben is megjelenő tudás. Egy ilyen meghatározás azért is megfelelőnek tűnik, mert sokféle pedagógiai, pszichológiai iskola számára meghagyja a saját tartalommal való kitöltés lehetőségét. Magának annak a tudásnak a természetéről, amely a meghatározásban szerepel, nem mondunk semmit, vagyis a különböző paradigmák úgy értelmezhetik azt, ahogy az számukra megfelel. Sajnos a „hivatalos” kompetenciameghatározások többet akarnak, és deklarálják, milyen „tudáselemekből”, illetve pszichikus rendszerekből tevődnek össze a kompetenciák. És innen már nincs megállás, a különböző alapokból kiinduló vagy az egész egyszerűen csak különböző hangsúlyokat kihelyező pedagógiai és pszichológiai elméletek hívei máris egymásnak ellentmondó kompetenciadefiníciókat hoznak létre. Valójában ez még nem lenne nagyon nagy baj, hiszen természetes jelenség, hogy különböző tudományos megközelítések az ugyanazon névvel illetett fogalomnak akár nagyon különböző értelmezéseit alakítják ki. A baj abból származik, hogy minden iskola úgy igyekszik feltüntetni a saját meghatározását, a saját kompetenciafogalmát, mint az abszolút, az egyedül érvényeset. De mivel Magyarországon nincsenek érdemi pedagógiai szakmai viták, ezért még a bennfentes szakmai közösség számára sem válnak világossá a különbségek, ezért aztán állandóan az az érzésünk, hogy tudjuk, mi az a kompetencia, valójában azonban nincsenek e téren közmegegyezések.

Nyilván ki kell fejtenünk a saját álláspontunkat. Fontosnak tartjuk azt a közös alapot, amelyet fentebb már jeleztünk: valóban jól hasznosítható, élő, cselekvésekben is megjelenő, hozzátesszük: a továbbfejleszthető, továbbépítésre is alkalmas tudást nevezzük kompetenciának. Ennek megfelelően számunkra a kompetenciák elsősorban tevékenységek elvégzésére való alkalmasságokban öltenek testet, egy kompetencia azt jelenti, hogy ha a tanuló azt birtokolja, akkor képes a feladatok egy jól meghatározott körét eredményesen elvégezni. A tantervünk (programunk) leírásában ezt az elvet igyekeztünk maximálisan érvényesíteni, ezért adjuk meg az egyes modulok esetén a fejlesztendő kompetenciákat, s ezért igyekeztünk azokat az itt leírt módon megfogalmazni.

Van azonban ennek a kérdésnek még egy rendkívül fontos vonatkozása. A kompetenciafejlesztés jelszóvá válásával az is együtt járt, hogy kimondatott (most élesen fogalmazunk): az ismeretekkel szemben a kompetenciák fejlesztésének kell elsőbbséget adni, az ismeretek mennyiségét csökkenteni kell, az ismeretek korlátlan növelése helyett egyre több időt kell felszabadítani a kompetenciafejlesztésre. Akik így fogalmazzak, gyakran ők maguk sem veszik észre, hogy olyan kompetenciafogalmat használnak, amelyben egy kompetenciának vannak ismeret jellegű elemei is (pl. Nagy 2000). Hogy egy kompetencia működéséhez, a hasznos, értelmes feladatvégzéshez tényleg szükség van bizonyos ismeretekre is. No nem interneten és segédkönyvekben megkereshető adatokra és nevekre, hanem struktúrák, komplexebb gondolatok, összefüggések, elvek, fogalmak ismeretére. Régi és megválaszolatlan kérdések vannak itt procedurális és deklaratív tudásról (a tudni hogyan és a tudni mit kérdése), a képességek természetéről, az ismeretek szerepéről. Nem akarjuk itt az egész vita teljes tematikáját leírni, nem egy koncepció a helye az ilyesminek, viszont saját álláspontunkat, vagyis a program e kérdéssel kapcsolatos alapvetését be kell mutatnunk.

Álláspontunk szerint az emberi pszichikum felépítése, elemeinek természete ma még tudományosan nem kellően feltárt. Ezért nagy jelentőségük van azoknak a modelleknek, amelyek egyelőre nem horgonyozhatók le mély pszichofiziológiai alapokra épülő pszichológiai elméletekhez, azonban felhasználják a már töredékesen jelen lévő ismeretek koherens rendszerbe szedhető elemeit. Konkrétabban: a tanulási folyamatok olyan modelljei számunkra az irányadók, amelyekben a komplexebb kognitív működések feltételei az emberi agy által konstruált tudás rendszerében jönnek létre. Az emberi agy elsősorban egy modellt konstruál a világról, e modell valójában egy tudásrendszer, amelyben fogalmak, elvek, összefüggések, elméletek, egyszerű ismeretek, algoritmusok, forgatókönyvek, és ki tudja még, hányféle többé vagy kevésbé összetett pszichikus rendszer létezik. E tudásrendszer nem pusztán elraktározott elemek együttese, amelyeket elővesznek valamifajta információ-feldolgozó gépek, amikor gondolkodunk, cselekszünk, vagy bármilyen más tevékenységben veszünk részt, hanem a tudásrendszer, a modell maga az információfeldolgozó

rendszer. Magas szintű kognitív működéseink valójában ennek a világmodellnek a működései. A képességek, tehát azon jellegzetességei e rendszernek, hogy sajátos feladatsituációba kerülve képes megoldani ezeket a feladatokat, e rendszer jó színvonalú, már tevékenység generálására való alkalmasságát jelző sajátosságai. Vagyis nem tudjuk elfogadni a képességeknek és az ismereteknek egymástól való eltávolítását, valamint két különlényegű pszichikus entitásokként való kezelését. Az ismeretek, tehát a tudásrendszer elemei (és amelyek nem azonosak a birtokolt tények, adatok, nevek halmazával) sokkal inkább alapvető szerepet játszó pszichikus rendszerek, s nem pusztán megtűrt „agylakók”. A képességek ennek a komplex, egységes (bár sokszor belső ellentmondásokat magában hordozó) rendszernek a megnyilvánulásai, megjelenései, s nem valamifajta önálló entitások. A modern pszichológia ezeket a képességeket tudásterület-függőknek mondja.

A környezeti nevelés területén egyébként – kissé paradox módon – ez a probléma még élesebben vetődött fel. A környezeti nevelés komplex fejlesztés melletti elkötelezettsége, a személyiség teljességének fejlesztése melletti pedagógiai kiállás hamar elfogadhatóvá tette a környezeti nevelőkkel, hogy nemcsak ismereteket alakítunk ki a gyerekekben, sőt, ha lehet, azt minél kevésbé tegyük, hanem elsősorban képességeket, készségeket fejlesztünk, és persze attitűdöket, szokásokat, magatartást s a környezeti nevelésben különösen fontos elemként érzelmeket. A környezeti nevelés, amikor kereste a megfelelő szakmai háttérrel a maga számára, szívesen kapaszkodott a hetvenes években megfogalmazódó „képességpedagógiába”, vagyis abba az elképzelésbe, hogy az oktatás elsődleges feladata nem az ismeretek halmazának minden határon túl történő növelése, hanem az ismeretektől teljes mértékben elkülöníthetőnek gondolt képességek, készségek fejlesztése.

A modern környezeti nevelés, tehát a fenntarthatóság pedagógiája választást előtt áll. Vagy megtartja azt a tanulásképet, amelyben az ismeretek és a képességek az előző bekezdésben leírt, a hagyományosabb felfogásra jellemző, elkülönített viszonyban vannak egymással, vagy ismerkedni kezd a másik személyiséggel, azzal, amely a tudást, a tudásrendszereket sokkal fontosabbnak tartja, s még a képességek működését is a tudásrendszerek tevékenységére, vagyis az információfeldolgozásra vezeti vissza, kontextus- és tudásterület-függővé téve ezeket a képességeket. Tudjuk persze, hogy a nevelési terület egészének nem kell egységes álláspontra jutnia e kérdésben. Nyilván lesznek ilyen és olyan programok, lesznek így és úgy gondolkodó pedagógusok, akik a gyakorlatukat is különböző módon alakítják ki ennek megfelelően.

A mi programunk tiszteli a tudást. Fontosnak tartja, hogy a tudásrendszerek építése hasznos, sikeres tevékenységet eredményezzen, de nem hisszük, hogy képességek gyakoroltásával kell a személyiséget komplex módon fejleszteni.

A tanulás folyamatának értelmezései tekintetében más válaszutak is léteznek a pedagógiában. El kell például dönteni, hogy továbbra is hiszünk-e azoknak a



megismerés-felfogásoknak, amelyek hosszú évszázadokon keresztül uralták a pedagógiai, pszichológiai, ismeretelméleti gondolkodást. Különösen a megismerési folyamatok tapasztalatokban való gyökereztetése, a tudás kialakulásának folyamata tekintetében lehet szükség ismereteink újragondolására és esetleg átalakítására (Nahalka 2002).

A hagyományos pedagógiai gondolkodás mélyen hisz a megismerés tapasztalatokból való kiindulásában. A tapasztalat ennek a gondolkodásmódnak a szent tehene, amelyhez nem nyúlhatunk, hiszen annyira egyértelműen játssza a kiindulópont és a legfőbb meghatározó szerepét. A környezeti nevelés mindig különösen érzékeny volt erre, saját identitását és sajátos pedagógiabeli helyzetét is úgy teremtette meg, hogy többek közt a tanulás tapasztalatokra való építését tekintette az egyik legfőbb tanulási alapelvnek. Éppen azzal hoz újat a környezeti nevelés a pedagógiába (és tényleg „ő” hozza), hogy alapvető jelentőséget tulajdonít a gyermekek tevékenykedtetésének, az önálló információszerzésnek, az érzékszervek közvetlen használatának, munkájának, a természettel való egybeolvadásnak. Ez a pedagógiai attitűd rendkívül érthető, ha arra gondolunk, hogy a környezeti nevelés olyan pedagógiai közegben tör magának utat, amelyben az ilyen elképzelések legalábbis furcsák, ahol a gyermekek önálló, aktív tevékenysége nem szerves része a napi pedagógiai életnek, ahol a közvetlen tapasztalatszerzésre alig nyílik mód. Amikor tehát a környezeti nevelés mintegy antitézisének jelentette a fennálló pedagógiai rendnek, hallatlanul pozitív szerepet játszott a pedagógiai gyakorlat megújításában.

Az új pedagógiai attitűd sikeresnek bizonyult. A környezeti nevelés működött, a gyerekek élvezték, a tanárok, tanítók úgy érezték, pedagógiai munkájuk teljesebb, komplexebb és sikeresebb. És ez a siker egyben nagy veszély forrása is volt. Annak a veszélynek a forrása, hogy a környezeti nevelés belemerevedik ebbe a tanulási elképzelésbe, a tapasztalatok mindenekfölöttisége, a tapasztalatok kiindulópont-szerepe túlságosan mélyen ivódik be a környezeti pedagógia gondolkodásmódjába. Ez az effektus lényegében bekövetkezett, és a környezeti nevelés ma Magyarországon egyelőre kevés jelét mutatja a megújulásnak e téren.

De mi itt az alternatíva, mi lehetne a megújulás? A korszerű tanulásszemléletek és mindenekelőtt a konstruktivista pedagógia nem az itt leírt módon látja a tapasztalatok szerepét. Fontos a tapasztalat, de nem a kiindulópontja a megismerés folyamatának. Mindaz kell, amit módszerként leírni a tapasztalatok meghatározó szerepét valló szakemberek, kell a tevékenység, kell a közvetlen kapcsolat a természettel, kell, hogy a gyerekek érzékszerveikkel befogadhassák a külvilág üzeneteit, ez mind kell, de a tapasztalatok nem pusztán bevetülnek a belső világba, nem pusztán fényképet készítünk a környezetünkről. Az ember tudása, előzetes ismeretei nem pusztán egy CD-n lévő „lézer karcolta” nyomokhoz hasonlítanak, hanem aktív megismerési szerepük van, értelmezik a tapasztalatokat, ha kell, át is alakítják azokat, összekapcsolják a meglévő tudásele-

mekkel (vagyis saját magukkal). Minden tapasztalatunk konstruált, a miénk, össze nem hasonlítható mások tapasztalatával. Az előzetes tudásnak van meghatározó szerepe a megismerésben, és a „kezdeményező” szerepet is az előzetes tudás játssza.

Kissé kényelmetlen álláspont ez persze. De érdemes átgondolni a jelentését, és természetesen érdemes megfontolni, hogy akár a környezeti nevelésben is alkalmazható-e. Meggyőződésünk, hogy igen, méghozzá nagyon jól. Néha ez igen kevésen múlik. Nem azt mondjuk, hogy az óvónő ne vigye ki az udvarra a kicsiket, ha elkezd esni a hó, s nem azt mondjuk, hogy ne szerezzenek tapasztalatot az ovisok a hóról, hogyan olvad el a kezükben, milyen, ha megnézzük közelebről, milyen hideg, és hogyan lehet összegyúrt hógolyóvá. Dehogymondjuk ezt. De azt mondjuk, hogy érdemes lenne megkérdezni őket néhány dologról, mielőtt kimennek a hóesésbe. Érdemes lenne mozgósítani az előzetes tudásukat, hogy elvégezhesse a munkáját, hogy az információkat a gyerekek valóban feldolgozzák, és talán azért is, hogy tudatosabbak legyenek a saját tanulási folyamataikkal kapcsolatban.

Igen, ez a tudatosítás már akár nagyon korán kezdődhet. És persze folytatódik (folytatódhat) tovább az iskolában, és akkor is folytatódik, amikor a tanulócsoport mondjuk a mi programunkkal tanul. Nem árt tudatosítani a gyerekekben, hogy amikor az éghajlatváltozással foglalkoznak, milyen gondolkodási, problémamegoldási, tanulási folyamatokat élnek át. Említünk néhány példát:

- Az éghajlatváltozással kapcsolatos szakmai diskurzus ellentmondásos. Ez a tanulók tudományokkal, a tudományos eredmények társadalmi alkalmazásával kapcsolatos tudásának fejlesztése szempontjából, valamint az ellentmondásos szituációk tanulás során való kezelése megtanulásában fontos tényező lehet. Itt lehetőség nyílik arra, hogy a tudományos igazság, a megbízhatóság, a tudós szerepe, a társadalom és a tudomány kapcsolata kérdéseiben szerezzenek ismereteket a tanulók, formálva ezzel az attitűdjeiket, valamint azon képességeiket, amelyek az ilyen kérdések felvetésével, megvitatásával, elemzésével, az állásfoglalások, a személyes meggyőződések kialakításával kapcsolatosak.
- Hasonló tudatosításra kerülhet sor a média sokszor ellentmondásos szerepének a bemutatásával.
- Rendkívül sokszor és erősen jelentkezik az a meggondolás, hogy vajon tekinthető-e egy észlelt jelenség egy másik jelenség okának, esetleg fordítva, vagy nincs közük egymáshoz. A fogalmilag a felmelegedéshez kapcsolható jelenségeknek a felmelegedéssel történő magyarázata azonban alaposabb elemzéseket igényel, mindig csak valamilyen határozott és alaposan bemutatott elmélet keretei között válik az ok okká és az okozat okozattá. Az együtt járás, az időbeli egymásutániség még nem bizonyíték egy induktív gondolkodási folyamatban, azonban alátámaszthat jól meggon-



dolt, alaposan kifejtett elméleteket. Vagyis az éghajlatváltozással kapcsolatos tanulmányok alkalmasak az emberi gondolkodás bizonyos alapvető összefüggéseinek bemutatására is.

Mindezek természetesen csak példák, a program számtalan pontján nyújt lehetőséget a gondolkodási, tanulási folyamatok tudatosítására.

A koncepció e részében a tanulás folyamataihoz való viszonyt igyekeztünk bemutatni. Tekintve, hogy az egész világon az elméleti pedagógiában, a fejlesztési folyamatokban és a gyakorlatban is éppen átmeneti folyamatok zajlanak, s figyelembe véve, hogy Magyarország számos tekintetben még ezek előtt áll, ma még az oktatási programjainkban az új tanuláselképzelések maradéktalan érvényesítése nem megkövetelhető. Ilyen követelmény megfogalmazásának később sem lesz semmi értelme, az új tudományos elképzeléseknek elég erőseknek kell lenniük ahhoz, hogy mindenféle szellemi erőszak alkalmazása nélkül vívják ki megfelelő helyüket a tudományos, fejlesztési és gyakorlati folyamatokban. Saját programunk sem teljesen egységes e tekintetben. Modern, konstruktivista pedagógiai megoldások és hagyományosabb pedagógiai elvek követése egyaránt előfordul a modulokban. Nem feltétlenül jó ez a helyzet, talán jobb lenne, ha következetesen egységes programok születnének, de a fejlesztés folyamatában fontosabb volt a gazdag szakmai anyag biztosítása, a sokoldalú pedagógiai módszeregyüttes elemeinek felvonultatása, a környezeti nevelési hatások egyértelművé, markánsá tétele. A tanulásfelfogás szempontjából eklektikus programunk így is minden elemében, minden moduljában – így látjuk – meghaladja a ma Magyarországon általánosan elterjedt gyakorlatot, hiszen a gyerekek önálló, kiscsoportos tevékenységeire való koncentráció, a projektszerű feladatok biztosítása, valamint az IKT-eszközök ismereteink szerint átlagosnál mindenképpen gazdagabb kihasználása a tanulási folyamatok szempontjából a korszerű értelmezésekhez közelíti a program tanulási „filozófiáját”.

### 3. A program mint program

E dokumentum oktatási program. Nagyrészt megfelel azoknak az elveknek és szerkezetnek, amely a NAT-ról szóló kormányrendelet mellékletében található.

Az oktatási programok csak egy pár éve jelentek meg nagyobb számban, illetve jelentősebb fejlesztési folyamatok termékeként hazánkban. Persze itt ismét a környezeti nevelés járt élen, hiszen már a 20. század 70-es, 80-as éveiből is tudunk mondani olyan programokat, amelyek nagyon is hasonlítanak a ma elterjedőben lévő oktatási programokhoz. Ezek a dokumentumok egy új tantervi kultúra megjelenését jelentik egyben. A tanterv egy igencsak primitív, de hasznosnak bizonyuló osztályozás szerint lehet szabályozó és nem szabályozó típusú.

sú. A szabályozó típusú tantervek megadják a pedagógusnak, mi az, ami kötelező a munkájában, általában rögzítik a célokat, a tananyagot, a követelményeket. Ezeket a tanterveket ismerjük jobban, ezek álltak hosszú évtizedeken keresztül a pedagógiai tevékenység mögött.

A nem szabályozó típusú tantervek vagy oktatási programok azonban funkciójukban, megjelenésükben, tartalmukban, használatuk mikéntjében, szinte mindenben lényegesen eltérnek a másik típus dokumentumaitól. Legfontosabb jellemzőjük, hogy nem tesznek semmit kötelezővé, ebben az értelemben nem szabályozzák az oktatás folyamatát, ezzel szemben elsősorban segítik a tanítás-tanulás megtervezését, kivitelezését és értékelését. A szabályozó tanterveket a pedagógusok nem tudják használni a napi pedagógiai munkában, például a tanórai munka vagy mondjuk az iskolán kívül végzett tevékenységek tervezésében, az oktatási program viszont éppen azért készül, hogy ebben a tevékenységben is közvetlenül és jól felhasználható legyen. Az oktatási program ezért általában sokkal részletesebb, mint egy helyi tanterv, egy kerettanterv, egyes részein kifejezetten aprólékos.

Az oktatási program másik alapvető jellemzője, hogy nem a tantervek kötött tartalmai, tehát a részcélok, a tananyag, a követelmények, az óraszámok megfogalmazása jelentik elsősorban a tartalmát (bár ilyen elemek is bőséggel fordulhatnak elő benne), hanem elsősorban a pedagógiai folyamat maga, a „hogyan csináld?” kérdésre adandó válaszok. Pedagógiai folyamatokat tartalmaz tehát elsősorban az oktatási program, ezzel is éppen a segítő funkciója jut érvényre, a közvetlen alkalmazhatóság.

Az oktatási program flexibilis, átalakítható, sokféle célra felhasználható. Mivel semmi sem kötelező benne, ezért a pedagógusok a részeit szabadon felhasználhatják a legkülönbözőbb nevelési folyamatok részeként. De bátran át is alakíthatják a modulokat, a konkrét feladatokat és tevékenységleírásokat, ha úgy látják, hogy tanulócsoportjukhoz jobban igazodó, az igényeiket és a helyi elvárásokat jobban kielégítő módját találták meg a tanulásszervezésnek. Az oktatási program alternatívákat kínál, vagy legalábbis nyitva hagyja a továbbfejlesztés lehetőségét. Egy oktatási program „helye” elsősorban az internet lehet, ahol folyamatosan lehet változtatni, bővíteni, gazdagítani.

Az oktatási program korszerű pedagógiai törekvéseket képes „koncentráltan” megjeleníteni. A fejlesztők általában az adott terület elismert pedagógusai, vagy a területhez kötődő más pedagógiai szakemberek, akik birtokolnak egy korszerű, kiértelt pedagógiai látásmódot, és képesek is a program moduljaiban, a konkrét feladatok és tevékenységek leírásaiban érvényesíteni e tudásukat.

Az oktatási program felmenti a pedagógust az alól, hogy maga találjon ki új metodikai megoldásokat, maga hozzon létre innovatív eszközöket. A pedagógus koncentrálni arra, ami az igazi feladata: a saját tanulócsoportjához igazíthatja terveit, az ő igényeiket, állapotukat veheti figyelembe a tanítás-tanulás fo-

lyamatának tervezésében, szervezésében és értékelésében. Persze senki sincs eltiltva attól, hogy innovatív módon viszonyuljon ehhez a feladathoz, és maga is fejlesztővé váljék. Sőt, erre a pedagógusok biztatást is kapnak a legkülönbözőbb fórumoktól. De ha nem szívesen foglalkozik ilyesmivel, momentán éppen nincsenek új „megváltó” ötletei, akkor az oktatási program ott áll készen a számára, követheti, használhatja az abban meglévő forrásokat.

Az oktatási program nemcsak egy nevelési folyamat leírása, hanem a tanítás és tanulás eszközrendszerének teljes dokumentációja is. Ott van minden, ami csak szükséges lehet a tanórákon (vagy azokon kívül) végzett munkához, minden fejlesztést igénylő eszköz, értékelő batters, szemléltetést lehetővé tevő anyag, kép, munkalap, sokszorosítandó szöveg stb. Ebben sem marad tehát magára a pedagógus, miközben persze a program ezen elemére is igaz, hogy a felhasználás során bármi megváltoztatható, a konkrét igényekhez igazítható.

Az itt most leírt jellegzetességekkel a mi programunk is rendelkezik. Az alkalmazó pedagógusok számára egy lehetőség, pontos útmutató, kiindulópont, saját tervek, ötletek kidolgozásának bázisa. A felhasználás szabad, a szerzők is inkább annak örülnének, ha az alkalmazó pedagógusok kreatív módon viszonyulnának hozzá, igazítva minden elemet a saját, konkrét pedagógiai feltételeikhez és feladataikhoz.

### ***A programot alkalmazó pedagógusoktól elvárt kompetenciák***

Milyen kompetenciákra van szüksége egy pedagógusnak ahhoz, hogy ezt a programot tanítsa? E kérdésben talán a legfontosabb, hogy nem kíván meg a program semmi olyasmit, ami ne lenne kialakítható a tervezés és a kezdeti alkalmazás folyamatában. Nincsenek különleges kompetenciák, amelyek megkövetelése csak egy szűkebb csoport számára tenné hozzáférhetővé a programot. De tanulni, felkészülni, sok mindent átgondolni, erre biztosan szükség lesz.

A programban egy sajátos kérdéskör feldolgozása történik, amely igényel bizonyos szakmai felkészülést a tanórákra. A klímaváltozás jelenségei, az ezzel kapcsolatos tudományos eredmények, nemzetközi politikai folyamatok szinte naponta produkálnak újdonságokat. Ebben a tekintetben nagy valószínűséggel nincs abszolút felkészültséggel rendelkező pedagógus. A tanórákra való készültség tehát szinte mindenki számára a témák szakmai áttekintését is jelenti. Igyekeztünk a programban ehhez nagyon sok segítséget adni, részben azokkal a szövegekkel, ábrákkal, elemzésekkel, amelyek a legtöbbször magát az osztálytermi munkát is szolgálják, részben pedig azoknak az internetcímeknek a megadásával, amely címeken további hasznos információkhoz juthatnak a kollégák. Hozzá kellene szoknunk (miközben persze sok pedagógus ezt már jól tudja, és érvényesíti is), hogy folyamatosan tanulunk, tájékozódunk kell.

Nem is azért elsősorban, hogy az agyunkba „gyömöszöljünk” még több szakmai ismeretet, adatot, nevet, ténnyt, hanem inkább azért, hogy az átfogó, elvi megközelítéseket, a nagy rendszerek elemzésének eredményeit (azok lényegét) megértsük, hogy az iskolában megfelelő módon tudjuk használni.

És természetesen ugyanez vonatkozik a pedagógiai háttér megismerésére is. Bár ez a program – már csak természetéből adódóan is – nem kínál nagyon részletes pedagógiai magyarázatokat a különböző, a tanítás-tanulás tervezésével, szervezésével, értékelésével kapcsolatos feladatokhoz, de a módszertani leírások, a célok, a fejlesztendő kompetenciák megadása, a feladatok megfogalmazása számos pedagógiai tájékozódást is lehetővé tevő mozzanatot hordoz magában. Biztos, hogy ez kiegészítést érdemel, biztos, hogy szükség van a hazai pedagógiai fejlesztési folyamatok figyelemmel kísérésére, különösen a fenntarthatóság pedagógiája tekintetében. Ezek a fejlesztési folyamatok az utóbbi időben „meglódultak”, egyre több nagyon konkrét tájékozódást, a pedagógiai feladatokra való felkészülést szolgáló kiadvány, illetve az interneten hozzáférhető leírás áll rendelkezésre. Így ha valakinek gondolai vannak mondjuk a csoportmunka szervezésével, a differenciálással, az értékeléssel kapcsolódó korszerű megfontolásokra épülő eljárásokkal, akkor biztosan talál megfelelő segítséget. De természetesen a hosszabb-rövidebb továbbképzéseken való részvétel is, amennyiben ennek feltételei az iskolában megteremthetők, rendkívül hasznos lehet.

Vagyis a program használatához szükséges egyik legfontosabb pedagógusi kompetencia a fejlődni tudás és fejlődni akarás, a szakma fejlődésével való együtt haladás, a rendszeres szakmai tájékozódás, szakma alatt itt természetesen nemcsak a szaktárgyat, hanem a mesterségünket, vagyis a pedagógiát is értve.

Szükség van bizonyos konkrét pedagógiai felkészültségre a programban szereplő tevékenységek konkrét formáinak megtervezéséhez és kivitelezéséhez. Úgy véljük azonban, hogy ezek a kompetenciák elsajátíthatók, megtanulhatók. Fontos szerepet kapnak a programban a kooperatív technikák. Ennek részben azok a formái, amely az e módszertan hazánkban is megjelent egyik leghíresebb könyvében, Spencer Kagan Kooperatív tanulás (Ökonet Kft., Budapest, 2001) című művében olvashatók. A modulok szerzői konkrétan is építenek a könyvben szereplő módszerekre, ezek megismerése tehát fontos feladat. Ezenkívül más, a tanulók együttműködésére építő módszerek is szerepelnek a programban.

Kérdés, hogy amikor új tanítási módszereket sajátítunk el, vajon valóban a technika megtanulása okozza-e számunkra a legnagyobb gondot. Úgy véljük, hogy nem. A technika általában könnyen elsajátítható, a csoportmunka, a pármunka szervezésében, egy projekt kialakításában, egy-egy érdekes módszer alkalmazásában soha nincs semmi rendkívül nehezen elsajátítható, ráadásul a ma pályán lévő pedagógusok többségének főiskolai vagy egyetemi képzésében ezek a módszerek már szerepeltek is. Van itt valami, ami fontosabbnak tűnik.

Az ugyanis, hogy ezeket az új(nak mondott) módszereket akarjuk használni, higgyük el, hogy ezek valóban alkalmasak a tanulásra, nem csak játszadozások, nem csak a szabadidő eltöltésére való, esetleg jutalomként használható megoldások. Vagyis a modern tanítási módszerek alkalmazásához szükséges legfőbb pedagógusi kompetencia a pedagógiai folyamat szokásostól eltérő, intenzív, gyermek- és tevékenység-központú szervezése melletti elkötelezettség, az ezt fontosnak tartó pedagógiai világlátás. Hogy ez nem kompetencia? Hát persze hogy nem. Ez is mutatja, hogy a kompetenciafogalom használatával sem vagyunk képesek minden célunkat megfogalmazni.

## Irodalom

- Demeter Katalin (szerk.) (2006): A kompetencia. Kihívások és értelmezések. Országos Közoktatási Intézet, Budapest.
- ENSZ (1987): Our Common Future. (Brundtland jelentés). ENSZ, New York.
- Havas Péter (2000): A fenntarthatóság pedagógiájáról. In: Nanszákne dr. Cs.I. (szerk.): A fenntarthatóság pedagógiája. Kölcsey Ferenc Református Tanítóképző Főiskola, Debrecen. 3–11.
- Havas Péter (2001): A fenntarthatóság pedagógiai elemei. Új Pedagógiai Szemle, LI(9), 3–15. és A fenntarthatóság pedagógiája II., LI(10), 39–50.
- Nagy József (2000): XXI. század és nevelés. Osiris, Budapest.
- Nahalka István (2002): Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben? Konstruktivizmus és pedagógia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- OM (1995). Nemzeti alaptanterv. Oktatási Minisztérium, Budapest.
- Vásárhelyi Tamás – Victor András (szerk.) (1998): Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia – alapvetés. Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest.
- Vásárhelyi Tamás – Victor András (szerk.) (2003): Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia – alapvetés. Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest.

# 1. modul

## A modul általános leírása

<b>Modulcím</b>	<b>1. Globális felmelegedés – bevezetés</b>	
<b>Fejlesztési célok</b>	<b>Kompetenciák</b>	Együttműködés, szövegértelmezés, szóbeli kifejezőképesség fejlesztése, lényegkiemelés, összefüggés-keresés
	<b>Ismeretek</b>	Az előzetes tudás előhívása, rendszerezése; a meglévő tudás kapcsolatainak, összefüggéseinek felismerése; történeti ismeretek bővítése
<b>Alapok</b>	<b>Kompetenciák</b>	Együttműködési szándék, szövegértelmezés, nyitottság
	<b>Ismeretek</b>	A globális felmelegedés kifejezés jelentésének ismerete, éghajlat, hőmérséklet
<b>Kapcsolódás</b>	Ez az alapja a többi modulnak.	
	Fizika, környezeti nevelés, biológia, földrajz	
<b>Háttér</b>	<p>A modul célja a meglévő ismeretek előhívása, rendszerezése.</p> <p>Az órán nincs lehetőség a ráhangolás során az együttműködési készség hosszabb ideig tartó fejlesztésére. Amennyiben a diákok nem szoktak kooperatív csoportokban dolgozni, akkor fontos az előző órákon a csoportalakítás és az együttműködés fejlesztése. A témakör moduljaiban a tanulásszervezés főleg kooperatív módszerekre épít. A csoporttagok között az együttműködés nagyon fontos, mert a feladatokat csak együtt tudják elvégezni.</p> <p>A diákoknak érdemes egy személyre szóló dossziében tárolni a feladatlapokat, mivel a témakör feldolgozása során az elvégzett feladatok dokumentációira szükség lesz. A 10. modulban egy levelet kell megfogalmazniuk az addig tanultak alapján, az utolsó modulban pedig egy szituációs játékban veszik hasznát a jegyzeteiknek.</p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	<p>A modul feldolgozása tanulói tevékenységekre épül. A tanár főleg irányítói szerepet tölt be, de az óra első részében ismeretátadó szerepköre is van.</p> <p>Az óra első 8 perce frontális témaismertető. Figyelní kell arra, hogy ezt az időt ne lépjük túl, mert akkor az óra többi részére nem marad elegendő idő.</p> <p>Az óra további része a kooperatív tanulás módszereit használja fel.</p> <p>Csoportalakítás: hajlított véleményvonal vagy kettős kör mozaik, kerekasztal, csoportforgó.</p> <p>Érdemes otthon előzetesen kialakítani azokat a csoportosításokat, melyeket mi gondolunk a témához, s az óra végén az értékelésnél összevetni az órán kialakult csoportosítással.</p>
	<b>Változatok</b>	<p>A csoportalakítás történhet másképp is, akár az előző órák egyikén is.</p> <p>A tanár irányított módon is alakíthat csoportot: heterogén csoportokat vagy érdeklődésnek megfelelő homogén csoportot.</p> <p>Nagyobb létszámú osztályokban a csoportok akár ötfősek is lehetnek.</p>
<b>Differenciálás</b>	Differenciálni a mozaikra kiadott szövegekkel lehet. A szövegek különböző hosszúságúak, nehézségűek. Mindegyikhez kérdéseket adtunk, melyek segítik a szövegértést. Azokban az osztályokban, ahol nagy a szövegértésbeli különbség érdemes figyelni arra, hogy kinek melyik szöveget adjuk.	

<b>Tanulási környezet</b>	Az osztálytermet célszerű négy-öt fős csoportmunkához berendezni. Szükség lehet az óra első 8 percéhez projektorra, számítógépre. Az óra további részében szükség lesz feladatlapra, A4-es papírra, A3-as papírra, csomagolópapírra, 4-5 különböző színű filctollra, táblára, táblafilcre (esetleg használható: A, B, C, D betűjelek, szerepkártyák: időfelelős, szóvivő, jegyző, eszközelelős, feladatmester, lelkesítő).	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Az óra erről szól.
	<b>Formatív</b>	A diákok egymásnak visszajeleznek, illetve az óra végén a csoportosítás is egy értékelés (összehasonlítva az általunk alkotott csoportokkal).
<b>Kiegészítések</b>	A modul alkalmazható a környezeti nevelés tantárgyban is a 9. évfolyamon.	

### A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	8	Tanári bevezető Globális felmelegedés problémája (1.1.)	<i>Tanár:</i> szóban ismerteti a globális felmelegedés problémájával foglalkozó társadalmi lépéseket. <i>Tanulók:</i> a helyükön ülve hallgatják a bevezetőt, esetleg hozzászólnak.	1.1. melléklet Esetleg: számítógép, projektor
2.	6	Csoportalakítás Hajlított véleményvonal, <i>Változatok:</i> Kettős kör, irányított heterogén csoport alakítás (1.3.)	<i>Tanár:</i> a mellékletben található öt állítást A4-es papírra kinyomtatja, felolvassa a két szélsőséges és két-három kevésbé szélsőséges állítást. Az állításokat egymás mellé leteszi a földre, s megkéri a diákokat, hogy egy vonal mentén helyezkedjenek el úgy, hogy egyeztessenek véleményét az állításokról. Mindenképpen egy sorba álljanak be a két szélsőséges állítás közé. <i>Tanulók:</i> meghallgatják az állításokat, s a hozzájuk legközelebb álló állítás mellett állnak be a sorba, miközben társaikkal egyeztetik véleményüket.	Érdemes a folyosóra kivinni a diákokat a csoportalakításhoz. Szükség lehet a négy-öt állítás leírására egy-egy A4-es lapra. Az állításokra egy változatot a 1.3. melléklet tartalmaz.
3.	3	Véleménycsere	<i>Tanár:</i> megkéri a csoportokat, hogy a témával kapcsolatban ismerjék meg egymás véleményét, álláspontját. Itt lehet beiktatni a szerepkártyák és/vagy a betűjelek szétosztását. <i>Tanulók:</i> megosztják egymással a véleményüket.	Négy-öt fős asztalok egy csoportban, szerepkártyák, betűjelek

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
4.	10	Csoportmózaik Szemelvények fel- dolgozása (1.2.)	<i>Tanár:</i> az előre kiválasztott szövegeket szétosztja a csoportok és a diákok között. Az egyéni szövegfeldolgozásra 3 perc áll rendelkezésre. A szövegekben olvasottak ismertetésére 1-2 perc áll minden tanuló rendelkezésére a csoporton belül. A szövegismertetés szóforgóban történik. <i>Tanulók:</i> elolvassák a szöveget, a kérdésekre megkeresik a választ, majd egymás után szóforgóban ismertetik az olvasottakat a csoport többi tagjával.	1.2. melléklet feldarabolva
5.	4	Kerekasztal  Globális éghajlat- változás – fogalom- és kifejezésgyűjtés	<i>Tanár:</i> megkéri a diákokat, hogy mindenki válasszon egy filctollat, s csak azt használja a munkához. A csoporton belül mindenkinek 3 perc áll a rendelkezésére, hogy mindent, ami eszébe jut a globális felmelegedésről, leírjon szó nélkül a papírra. Lehet egyszerre is dolgoztatni a diákokat a csoporton belül, de lehet egymás után is írni a gondolatokat. <i>Tanulók:</i> a saját ismeretük és a szemelvények alapján leírják gondolataikat a globális éghajlatváltozással kapcsolatban.	A3-as papír vagy csomagolópapír, különböző színű filctollak
6.	8	Csoportszóforgó  Globális éghajlat- változás – osztály fogalom- és kifeje- zés- gyűjteménye	<i>Tanár:</i> táblára vagy csomagolópapírra felírja a diákok által összegyűjtött gondolatokat. Minden csoport szóvivője mond egy gondolatot, a saját csoportgyűjteményéből. Az osztály eldönti, hogy a témakörbe illik-e az állítás, majd felkerül a táblára, ha beillik. Minden csoport más-más állítást mond. Itt nyílik lehetőség a témakörbe nem illő jelenségek megmutatására: pl. cunami. <i>Tanulók:</i> a csoport szóvivője olvassa a csoport által összegyűjtött gondolatokat. Figyelnek az elhangzottakra, s minősítik azt.	Tábla, táblafilc vagy csomagoló-papír és filcek
7.	3	Gondolattérkép vagy csoportosítás  Főbb csoportok megkeresése	<i>Tanár:</i> amennyiben lehetőség van rá, lehetne csoportokat alkotni a felírtakra. Pl. víz, ökológiai rendszerek, talaj, légkör, társadalom, település. Az osztály is kitalálhatja a csoportosítást.	Különböző színű filcek



Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
8.	1	Értékelés	<i>Tanár:</i> szóban értékeli az órai munkát, az összegyűjtött megállapításokat. A visszajelzés a diákok munkájáról folyamatosan jelen van az órán: Önértékelés, csoporttársak értékelése, tanári értékelés.	

## Mellékletek

### 1.1. A globális éghajlatváltozás problémájának megjelenése nemzetközi szinten

Forrás: A globális klímaváltozás, hazai hatások és válaszok, KvVM – MTA „VAHAVA projekt”, 2005. szeptember 15.; <http://www.mta.hu/fileadmin/2005/09/vahava0915.pdf>, internet 2008. január.

Amióta létezik a Föld, éghajlata folyamatosan változik, néha gyorsabban, más-  
kor lassabban. A mostani helyzet abban új, hogy az emberi tevékenység nem-  
csak a mikro- és makroklímát, hanem a globális klímát is befolyásolja. Nemzet-  
közi rendezvények témakörei és állásfoglalásai jelzik, hogy a globális klíma-  
változásra felfigyeltek, s a különféle állásfoglalások, ajánlások érzékeltetik a  
témakör súlyát, komolyságát, valamint széles körű összefüggéseit.

#### ***ENSZ Konferencia az Emberi Környezetről (Stockholm, 1972)***

A rendezvény dokumentumaiban a „climate change” kifejezés mindössze egy-  
szer fordult elő. A javaslatokban azonban megjelent a természeti erőforrások  
fokozódó mértékű felhasználásának meteorológiai folyamatokra gyakorolt ha-  
tásvizsgálata. Az ajánlások előirányozták a légköri szennyeződések klimatikus  
következményeinek és az ember által okozott hatásoknak a vizsgálatát.

#### ***Környezet és Fejlődés Világbizottsága (Brundtland Bizottság, 1984–1987)***

Az ENSZ közgyűlési határozata alapján létrehozott testület a jelentését az „Our  
Common Future” című könyvben publikálta. A bizottság ténykedése idejére  
esett 1985-ben az ausztriai Villachban tartott konferencia, melyet a Meteoroló-  
giai Világszervezet (WMO), az ENSZ Környezeti Programja (UNEP) és a Tu-  
dományos Uniók Nemzetközi Tanácsa (ICSU) szervezett. Ezen a rendezvényen

a tudósok először jutottak arra a következtetésre, hogy az éghajlatváltozást „elfogadható és komoly valószínűségnek” kell tekinteni.

A Brundtland Bizottság azonosult a szakemberek azon körének véleményével, akik szerint ok és okozati összefüggés létezik a légkörben lévő üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése és a klímaváltozás között. (A szakemberek egy része viszont még ma sem látja bizonyítottnak az ok és okozati összefüggést.)

A Bizottság a klímaváltozást a fenntartható fejlődés fogalmába integrálta, pontosabban szólva, a fenntartható fejlődést akadályozó, lassító tényezők közé sorolta. A CO<sub>2</sub> emisszió csökkentése nemcsak a légkör védelmét, hanem a véges mennyiségű fosszilis energiahordozók megőrzését, lassított ütemű felhasználását is szolgálta.

A Brundtland Bizottság 1987-ben a klímaváltozással kapcsolatban az alábbi négyirányú stratégia kialakítását sürgette:

- A kibontakozó jelenségek intenzitásának megfigyelése és értékelése.
- A jelenségek eredetének, működésének és hatásainak alaposabb vizsgálata.
- Az üvegházhatást előidéző gázok csökkentését szolgáló, nemzetközileg egyeztetett irányelvek kialakítása.
- Az éghajlatváltozás és az emelkedő tengerszint okozta veszélyek minimalizálását szolgáló stratégiák elfogadása.

Az „Our Common Future” jelentés publikálása után két éghajlati világkonferenciát rendeztek: Torontóban (1988) és Genfben (1990). Az itt született állásfoglalások olyan energiapolitikák kidolgozását és megvalósítását szorgalmazták, amelyek csökkentik a légkörbe jutó CO<sub>2</sub> mennyiségét. A tudományos bizonytalanságok és kételyek ellensúlyozására formálódott a döntéshozóknak címzett „elővigyázatosság elve”, amely szerint nem szabad megvárni a tudományos kételyek eloszlását, hanem kellő időben szükséges meghozni a döntéseket, mert elképzelhető, hogy amikorra minden bizonytalanság megszűnik, már késő lesz.

### ***Éghajlat-változási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 1988)***

Az ENSZ Környezeti Programja és a Meteorológiai Világszervezet 1988-ban közösen hívta életre ezt a szervezetet. Az IPCC keretében tevékenykednek – a világ minden tájáról – az éghajlatváltozással foglalkozó legkiválóbb szakemberek, több ezer kutató, valamint egyéb szakértő számos tudományterületről. A testület kormányközi jellegű, amelynek dokumentumait a kormányok felhatalmazott képviselői fogadják el konszenzussal a tudósok ajánlásainak figyelembevételével. Az IPCC legfontosabb kiadványai az öt-hat évente kiadott értékelő jelentések, amelyek széleskörűen szintetizálják a globális felmelege-

---

déssel, illetve az éghajlatváltozással kapcsolatos tudományos ismereteket. E jelentések világszerte irányadóként szolgálnak a témakörben mind tudományos, mind politikai téren. Az első ilyen jelentés 1990-ben, a második 1996-ban, a harmadik – és mindeddig utolsó – 2001-ben látott napvilágot (a harmadik jelentés rövid ismertetésére visszatérünk).

### ***ENSZ Konferencia a Környezetről és a Fejlődésről (Rio de Janeiro, 1992)***

Ezen a konferencián került aláírásra az ENSZ Éghajlat-változási Keretegyezménye, amely 1994-ben lépett érvénybe, és amelyhez valamennyi ENSZ tagállam (az Amerikai Egyesült Államok is) csatlakozott. A keretegyezmény kinyilvánította, hogy cselekedni kell az éghajlatváltozás növekvő kockázata miatt, azonban nem adott jogilag kötelező érvényű irányadó számokat és határidőket az egyes országoknak. E hiányosságok miatt sok bírálat érte a tagállamokat, köztük is az iparilag legfejlettebbeket. Ezek hatására öt évvel később, 1997-ben Kiotóban találkoztak a szakértők, ahol részleges megállapodás született.

### ***A Kiotói Jegyzőkönyv (1997)***

A jegyzőkönyv a kibocsátások szabályozását érintő kötelezettségeket rögzített, de ezek kizárólag a fejlett országokra, illetve a piacgazdaságra áttérő, ún. „átmeneti gazdaságú” közép- és kelet-európai országokra vonatkoztak. A fejlődő országok semmilyen jogilag kötelező korlátozást nem fogadtak el, a saját jólétük kialakításának veszélyeztetése miatt.

A jegyzőkönyv értelmében az iparosodott államok és az „átmeneti gazdaságú” országok – ezúttal már jogilag kötelező érvénnyel – vállalták, hogy az 1990-es szinthez képest kibocsátásukat átlagosan 5,2%-kal csökkentik a 2008–2012 közötti időszak alatt. A kelet-közép-európai országok eltérhettek a viszonyítási szinttől, így Magyarország esetében ez az 1985–1987 közötti időszak.

Az USA aláírta a jegyzőkönyvet, de az amerikai szenátus nem ratifikálta. Oroszország csak 2004 második felében döntött, hogy csatlakozik a jegyzőkönyvhöz. Ennek következtében 2005. február 16-tól lehet számítani a jogilag érvényes kötelezettségvállalást.

2005 decemberében tartották meg az éghajlatváltozással foglalkozó egyezményben részes államok 11. ülészeit Montrealban. Az eseményt óriási várakozás előzte meg, hiszen hosszú vajúdas után, 2005 februárjában hatályba lépett a Kiotói Jegyzőkönyv, és Montrealban kerülhetett sor a jegyzőkönyvben részes államok első találkozására is.

### ***A bali konferencia (2007)***

A szigetországban rendezett kormányközi konferencián a küldöttek az üvegházhatást okozó gázok hatékony korlátozásáról és a környezetbarát technológiákról tárgyaltak, valamint arról, hogy a legaktívabban szennyező, ám fejlődő országokat milyen módon lehet rábírní a kvóták betartására.

Az ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye (UN Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) által szervezett konferencia középpontjában a 2012-ben lejáráó kiotói egyezmény utóélete állt. A kiküldöttek igyekeztek felmérni, hogy milyen további lépések szükségesek a négy év múlva esedékes folytatáshoz. A bali csúcs az első, amióta az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (International Panel on Climate Change, IPCC) figyelmeztetett, hogy a globális felmelegedés jelenléte „kétségtelen” mindennapi életünkben. A UNFCCC-re jelentős nyomás nehezedik, hogy újabb globális egyezményt hozzon tető alá az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mérsékléséről.

### ***Ajánlott források:***

VAHAVA-jelentés

[http://www.mta.hu/index.php?id=634&backPid=390&tt\\_news=1589&cHash=68493eb4da](http://www.mta.hu/index.php?id=634&backPid=390&tt_news=1589&cHash=68493eb4da)

A bali konferenciáról

2008: Új időszámítás az éghajlatváltozásban; Energiaklub hírek rovata, 2008. január 21.

<http://www.energiaklub.hu/hu/hirek/?news=530>

Utolsó nap – kompromisszum született; Energiaklub hírek rovata, 2007. december 18.

<http://www.energiaklub.hu/hu/hirek/?news=524>

Cikkek a klímaváltozással kapcsolatban

<http://www.zoldtech.hu/rovatok/uveghazhatas>

---

## **1.2. Szemelvények a globális felmelegedés témakör bevezetéséhez**

### ***I. Egyre nagyobb veszélyt okoz a klímaváltozás***

HírExtra, 2007. 11. 21.

A klímaváltozás egyre több természeti katasztrófát okoz Tibetben, jelentette a kínai állami hírügynökség szerdán. A tibeti meteorológiai hivatal adatai szerint a területen a kínai átlagnál tízszer gyorsabban emelkedik az átlaghőmérséklet.

A melegedő éghajlat miatt egyre többször fordulnak elő olyan természeti katasztrófák, mint a szárazság, földcsuszamlás, hóvihar és tűzvész, és azok hatása is nagyobb – közölte a tibeti meteorológiai hivatal vezetője. Példának hozta fel azt az esetet, amikor 2000 áprilisában az olvadó hósapka hatalmas földcsuszamlást okozott Tibet délkeleti részén, és a háromszázmillió köbméternyi föld eltorlaszolt egy folyót. A terület ökoszisztémáját a visszahúzódó hóhatár, a gleccserek olvadása, a pusztuló füves területek és a sivatag terjedése veszélyezteti. A meteorológiai hivatal adatai szerint Tibetben tízévente  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -fokkal növekszik a hőmérséklet, ami tízszerese a kínai átlagnak. Az elmúlt harminc évben nagyjából 130 négyzetméternyi gleccser tűnt el évente. Ha ez így folytatódik, 2050-re harmadával csökkenhet a tibeti gleccserek területe.

### **Feladat:**

A következő szempontok alapján mutasd be a társaidnak az olvasott szöveget 1 percben!

1. Milyen természeti katasztrófák fordulnak elő egyre gyakrabban Tibetben a melegedő éghajlat miatt?
2. Milyen példákat mondott a meteorológiai hivatal vezetője?

## ***II. Banglades gyászban. Trópusi vihar: tízezer halott***

HírExtra, 2007. 11. 20.

**Bangladesi illetékesek szerint akár 10 ezer halálos áldozata is lehet a múlt heti trópusi viharnek. A Baptista Szeretetszolgálat segílyt küld a katasztrófa sújtott területre.**

A hivatalos közlemények eddig 3447 ember halálát erősítették meg, de a Vöröskereszt bangladesi vezetője szerint az áldozatok száma elérheti a 10 ezret is. Az ENSZ szerint több millió ember vesztette el otthonát, a természeti csapás következményei csaknem 400 ezer gyermeket sújtanak Bangladesben.

A forgószeél csütörtök éjjel pusztított Banglades déli részén, a Bengál-öböl partvidékén, az ott élők a világ legszegényebb emberei közé tartoznak. A forgószeél idején az összetákolt bádogtetős, bambuszból készült házak a levegőbe repültek, összedőltek. A Bengál-öböl partvidékén található a föld legnagyobb egybefüggő mangrove-mocsárerdeje, és itt él a kihalófélben lévő bengáli tigris is. A Vöröskereszt és a helyi városvezetők szerint azért is ilyen sok az áldozat, mert a lakosság nem vette komolyan a figyelmeztetéseket. Az AFP francia hírügynökség úgy tudja, az elmúlt hetekben több téves riasztás volt a térségben, ezért az emberek végül nem mentek el az óvóhelyekre. A bangladesi hadsereg folytatja az utak megtisztítását, hogy eljuttassa a katasztrófasújtott területekre

az állami és külföldi segélyszállítmányokat. Az Egyesült Államok 2,1, Szah-úd-Arábia 100 millió dollár segélyt ígért Bangladesnek. Az Európai Bizottság másfél millió eurós azonnali összeget ígért a károk enyhítésére és a mentési munkálatokra. A Fülöp-szigetektől orvoscsoportok érkeznek.

**Feladat:**

A következő szempontok alapján mutasd be a társaidnak az olvasott szöveget 1 percben!

1. Milyen természeti csapás érte Banglades déli részét?
2. Kik élnek a Bengál-öböl partvidékén?
3. Miről nevezetes ez a vidék?

**III. 2006. augusztus 20-i események kapcsán**

Vasárnapi Hírek, 2006. augusztus 27.

*– Mostanában mintha gyakrabban törnének ránk vad nyári viharok. Idén pár hét alatt csak Budapesten egymás után három is volt. Szélsőségebbnek tűnik az időjárás. De valóban az-e, s ha igen: mi okozhatja?*

Az időjárási szélsőségek nem újak, de a különös sorozatuk az – így Zágoni Miklós fizikus. – Ha csak az elmúlt néhány évet tekintem: 1999-ben az addigi nagyon hosszú időszakhoz képest túlzottan is csapadékos és a Tiszán nagy árvizeket hozó évünk volt, 2000 tavaszától három esztendőn át meleg- és szárazságrekordok egész sorozatával járó idők köszöntöttek ránk, 2003 nyarára a Balaton is addig nem látott alacsony szintet ért el a sok meleg, a kevés csapadék és a nagy párolgás miatt. Azután jött egy fordulat tavaly júniusban az emlékezetes két hidegrekorddal és még ugyanabban a hónapban melegrekorddal is, augusztusban pedig azelőtt soha nem látott méretű csapadékkal. Idén tavasszal a Dunán és a Tiszán egyszerre mérték az évezred árvizét, ilyen hazai jelenséget nem őriz az emberemlékezet sem. Azután jött az idei nyár újabb hidegrekorddal, majd hosszú és rekkenő kánikula, a Balaton 30,5 fokos vízhőmérsékleti rekordjával, közben másutt nagy viharokkal, bőséges csapadékkal és jégesőkkel tarkítva. Most meg ez a vihar. Ezek közül önmagában egyik „történészlet” sem tekinthető rendkívülinek, csak szokatlannak. Ám, ha összerakom ezeket, a szeletekből az egész kigyót, akkor az események sora már mindenképpen rendkívüli. Erre csak azt mondhatom: ilyen állat nincs is! Illetve van: ez az állat szerintem a klímaváltozás; az éghajlat abnormális viselkedése, amit a globális felmelegedés „vadított meg”. A Magyar Tudományos Akadémia elmúlt hároméves Klímaváltozás–Hatás–Válaszadás programja keretében leírtuk, többször is elmondtuk: a balatoni viharjelzés mintájára a nagyvárosokban is létre kellene

hozni a vihar-előrejelző rendszert, hiszen a meteorológusok másfél órával előbb meg tudják mondani, ha nagy vihar közeledik. Csak nyilvánosságra kell hozni ezt a tényt, és mindenki felelősséggel eldöntheti, mit tegyen saját maga vagy a kisgyermekai védelmében. Eddig süket fülekre találtunk.

**Feladat:**

A következő szempontok alapján mutasd be a társaidnak az olvasott szöveget 2 percben!

1. Jegyzeteld ki a Magyarországot érintő szélsőséges változásokat 1999–2006 között!
2. Milyen következtetést vont le Zágoni Miklós fizikus?

#### ***IV. Tigrisszúnyog-invázió***

Híradó online 2006–05–05

A rovarinvázió egyre több washingtoni lakost arra készítet, hogy nyaranta a kertből bevonuljon a négy fal közé. Ázsiából behurcolt tigrisszúnyogok keserítik meg a washingtoniak életét. A három esztendeje egyre fokozódó rovarinvázió az idén még korábban is kezdődik, a kutatók szerint ugyanis a lárvák annyira fejlettek, hogy a jellegzetes, fekete-fehér csíkos potrohú szúnyogok már május közepén, a szokásosnál két héttel korábban ellepik az amerikai fővárost. A kerteszeti boltokban és a virágárusoknál ezért nagy mennyiségben kaphatók különböző spray-k, krémek, különleges gyertyák és lámpák, amelyek vonzzák és megperzselik a szúnyogokat. A rovarinvázió egyre több washingtoni lakost arra készítet, hogy nyaranta a kertből bevonuljon a négy fal közé. Aki mégis a szabadban marad, vagy az egész testét fedő ruházatot visel, vagy vakaróddzik. Csapkodhat is, de azzal nem jut semmire, mert a tigrisszúnyogot nem lehet csak úgy összelapítani.

**Feladat:**

A következő szempontok alapján mutasd be a társaidnak az olvasott szöveget 1 percben!

1. Miért vonulnak a négy fal közé nyáron a washingtoniak?
2. Mi történik a szúnyoginvázió idején?

## **V. Rovarinvázió**

Lélegzet, 1994. május

Május elején, egy szép meleg hétvégén elszabadult a pokol. Légyszerű, de kisebb méretű rovarok milliósámmra lepték el a főváros egyes kerületeit. Az erkélyeken csüngő rajok sok emberben félelmet okoztak. Amint az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Entomológiai Laboratóriumának tájékoztatásából kiderült, a gubacsszúnyog szaporodott el a számára kedvező környezeti hatások miatt. Mivel a gubacsszúnyog nem terjeszt betegséget, a pánikra semmi ok.

### **Feladat:**

A következő szempontok alapján mutasd be a társaidnak az olvasott szöveget 1 percen!

1. Mi történt a főváros egyes kerületeiben?
2. Miért szaporodtak el a gubacsszúnyogok?

---

### **1.3. Állítások a hajlított véleményvonal kialakításához:**

1. A globális felmelegedés problémája eltúlzott, a természetben mindig változott a légkör hőmérséklete, összetétele, változtak az éghajlatok.
2. A globális felmelegedés problémája létezik, a helyzet nem annyira kritikus, mint ahogy azt a tudósok látják. Az emberi tevékenység nagyon kis mértékben járul hozzá a felmelegedéshez.
3. A globális felmelegedés problémájával foglalkozni kell, mert a helyzet egyre súlyosabbá válik, az emberi tevékenység hozzájárul a romláshoz. A kormányoknak az a dolguk, hogy rendeletekkel csökkentsék a felmelegedést befolyásoló tényezőket.
4. A globális felmelegedés problémájával foglalkozni kell, mert a helyzet egyre súlyosabbá válik, az emberi tevékenység hozzájárul a romláshoz. Az egyén is befolyásolhatja a romlást a saját életvitelének megváltoztatásával.
5. A globális felmelegedés problémája nagyon súlyos. Elsősorban az emberi tevékenység idézte elő ezt a problémát, s csak az egyes emberek tudják visszafogni a romlást.



***A modulban előforduló hivatkozások:***

- 1.1.** A globális klímaváltozás, hazai hatások és válaszok: KvVM – MTA „VAHAVA projekt” 2005. szeptember 15., <http://www.mta.hu/fileadmin/2005/09/vahava0915.pdf> ; internet, 2008. január. A bali konferenciáról: 2008: Új időszámítás az éghajlatváltozásban; Energiaklub hírek rovata, 2008. január 21.; <http://www.energiaklub.hu/hu/hirek/?news=530> Utolsó nap – kompromisszum született; Energiaklub hírek rovata, 2007. december 18. <http://www.energiaklub.hu/hu/hirek/?news=524> címen; Internet, 2008. január
- 1.2. I. cikk:** Hír Extra, 2007. 11. 21., [http://www.hirextra.hu/hirek/article.php?menu\\_id=2&cat=6&article\\_id=33623](http://www.hirextra.hu/hirek/article.php?menu_id=2&cat=6&article_id=33623) címen; internet, 2007. november.
- 1.2. II. cikk:** Hír Extra, 2007. 11. 20., [http://www.hirextra.hu/hirek/article.php?menu\\_id=2&article\\_id=33395](http://www.hirextra.hu/hirek/article.php?menu_id=2&article_id=33395) címen; internet, 2007. november.
- 1.2. III. cikk:** Vasárnapi Hírek, 2006. augusztus 27.
- IV. cikk:** Híradó online, 2006. május 5. <http://www.hirado.hu/cikk.php?id=114520> címen; internet, 2007. november.
- 1.2. V. cikk:** Lélegzet, 1994. május, <http://www.lelegzet.hu/archivum/1994/05/1400.hpp> címen; internet, 2007. november.

## 2. modul

### A modul általános leírása

<b>Modulcím</b>	<b>2. Az éghajlati rendszer</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák (NAT- kompatibilitás)</b>	<b>Készségek, attitűdök</b>	Információkezelés: adatgyűjtés, adatok közti összefüggések megkeresése Kooperáció Önellenzés Forráselemzés, értékelés Képi információk kezelése Környezettudatos gondolkodás
	<b>Ismeretek</b>	A geoszférák és kölcsönhatásaik megismerése, az áramlási modellek megismerése
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Együttműködési, tervezési, olvasási, felelősségérzet, egymásra figyelem, problémamegoldó gondolkodás
	<b>Ismeretek</b>	Feltételezzük az éghajlat, a geoszférák (légkör, vízburok, élővilág, közburok fogalmak) ismeretét
<b>Kapcsolódás</b>	A többi modulhoz: a változások, illetve a klímaváltozás társadalmi hatásaival foglalkozó modulhoz.	
<b>Háttér</b>	<p>A témakör moduljaiban – Földünk alrendszerei közti anyag- és energiaáramlásokat vizsgáljuk meg – a tanulásszervezés főleg kooperatív módszerekre épít. A csoporttagok között az együttműködés nagyon fontos, mert a feladatokat csak együtt tudják elvégezni.</p> <p>Mindezekért nagy hangsúlyt kell fektetni a ráhangoló feladatokra, a csoporton belüli együttműködés fejlesztésére.</p> <p>A modul célja a meglévő ismeretek előhívása, rendszerezése. A diákok előzetes tudását vizsgáló kérdéseket a tanulók meglévő tudásának ismeretében érdemes összeállítani. (Képek a szférákról, illetve katasztrófákról, katasztrófák kiváltó okai...)</p> <p>Az előzetes ismeretek megbeszélést követően célszerű tisztázni az éghajlat- alakító tényezőket, az éghajlat elemeit.</p> <p>Hívjuk fel a tanulók figyelmét, hogy az elkészített tablókra szükségünk lesz a következő órákon. A kiadott anyagokat rakják el a mappába.</p> <p>Háttéranyagként felhasználhatók:  <a href="http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1997/9713/diak/foci/foci.html">http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1997/9713/diak/foci/foci.html</a>  <a href="http://meteor.geo.klte.hu/meteorologia/index/hu/doc/8ea.doc">http://meteor.geo.klte.hu/meteorologia/index/hu/doc/8ea.doc</a>  <a href="http://klima.kvvm.hu/documents/14/klima_meteoroljes.pdf">http://klima.kvvm.hu/documents/14/klima_meteoroljes.pdf</a> </p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	A modul feldolgozása tanulói tevékenységekre épül. A tanár főleg irányítói, segítő szerepet tölt be. Célszerű az órát ráhangolódási feladatokkal kezdeni. Az óra további részében a gyerekek a kooperatív csoportmunkában dolgoznak. Az óra végén a tanulók a saját és a csoporttársaik munkáját is értékelik.
	<b>Változatok</b>	Lehetőség van kísérletek elvégzésére is, ezeket lehet differenciált csoportmunkában is elvégezni.
<b>Differenciálás</b>	Differenciálni a kiadott szövegekkel lehet. A szövegek különböző hosszúságúak és nehézségűek. Mindegyikhez kérdések vannak, melyek segítik a szövegértést.	
<b>Tanulási környezet</b>	Az osztálytermet célszerű négy-öt fős csoportmunkához berendezni. Az óra további részében szükség lesz feladatlapokra, A2-es lapra vagy csomagolópapírra, filctollra, zsírkrétára, táblára, táblafilcre, ragasztóra, fénymásolatokra.	

<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Előzetes tudás, tanulási szükségletek felmérése.
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	A feladathoz kapcsolódó segítő értékelés, visszajelzés, feladatsor alapján önértékelés.
<b>Kiegészítések</b>	A modul alkalmazható a környezeti nevelés tantárgyban is 9. évfolyamon.	

### A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
A csoportok elfoglalják a helyüket	1		A diákok az előző órai csoportokba rendeződnek.	
01. Ráhangolódás	3	Asszociációs feladat Kerekasztal-módszer	<i>Tanár:</i> Szóban ismerteti a feladatot az osztálynak, 2-2 csoport kap azonos fogalmat. <i>Tanulók:</i> Kerekasztal módszerével annyi asszociációt írnak, amennyit tudnak. Mindenki más szint használjon a fogalmak írásához a csoporton belül. Összeszámolják a fogalmakat, s néhány fogalmat meghallgatunk.	Lap, tollak 2.1. melléklet
2. Csoportmunka	4	Fogalommeghatározás	A <i>tanár</i> ismerteti a feladatot. A <i>tanulók</i> a fogalomkártyák közül kiválasztják, melyek jellemzők az adott fogalmakra, s felragasztják a lapra csoportosítva, majd ellenőrzik a megoldásokat.	Fogalomkártyák 2.2. melléklet
3. Csoportmunka	4	Fogalomhálókészítés	A <i>tanár</i> ismerteti a feladatot. A <i>tanulók</i> fogalomhálót készítenek az előző feladatlap hátoldalára: az éghajlat elemei és az éghajlat-alakító tényezőkből.	Papír 2.3. melléklet
4. Csoportmunka	5	Ábraelemzés: Földünk alrendszerei	A <i>tanár</i> ismerteti a feladatot, kiosztja a képeket, rajzokat, melyek az egyes szférákat (litoszféra, hidroszféra, atmoszféra, bioszféra, krioszféra) szemléltetik. A <i>diákok</i> Földünk 5 fő alrendszerének a képét felragasztják a lapra (esetleg fel is rajzolhatják), majd bejelölik az alrendszerek közti anyag- és energiaáramlást. A <i>tanulók</i> a szöveg és az ábra alapján ellenőrzik a megoldásokat. A <i>tanár</i> vezetésével megbeszélik a válaszokat.	Rendszer-ábra – fénymásolat 2.4. melléklet
5. Csoportmunka, szakértői mozaik	15	Éghajlati rendszer elemeinek vizsgálata	A <i>tanár</i> ismerteti a feladatot. A szövegeket szétosztja a csoportok és a diákok között. Lehet azonos szövegeket adni a csoportoknak, így egy-egy csoport tagjai közösen dolgoznak, de lehet különbözőket is, így szakértői mozaik formájában dolgoznak.	2.5. melléklet
6. Közös megbeszélés	10	A kérdésekre adott válaszok összegzése	A <i>tanár</i> irányítja a beszámolókat. A <i>diákok</i> ismertetik a kérdésekre adott válaszaikat	

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
7. csoport- munka	10	Ábraelemzés	A diákok az ábra felhasználásával a rendszermodellt elemzik. Amennyiben nem maradt idő, akkor házi feladatnak is feladható.	2.6. mellék- let 2.7. mellék- let
8. Önérté- kelés és csoportérté- kelés	3		A tanulók a saját munkájukat értékelik értékelőlap segítségével.	Értékelőlap 2.8. mellék- let

## Mellékletek

### 2.1. A geoszféra és kölcsönhatásai

#### Asszociációs feladat:

Mi jut eszedbe a következő fogalmak hallatán?

A4-es lapra a diákok kerekasztal módszerével annyi fogalmat írnak fel 2 perc alatt, amennyit tudnak.

IDŐ – IDŐJÁRÁS – ÉGHAJLAT

### 2.2. Fogalomkártyák

<b>Idő</b>
A légkör pillanatnyi állapotát jelenti egy bizonyos helyen.
Jelen pillanat
<b>Időjárás</b>
Egy hosszabb időszakot jelöl, azt, amely alatt lezajlik egy-egy meteorológiai jelenség.
A Kárpát-medencét kitöltő hideg levegőt hosszabb ideig nem tudják felszakítani a medencébe betörő időjárási frontok – „hidegléghárna-helyzet”.
Medárd-nap környékén kezdődő esős napok, amelyet az Atlanti-óceán felől érkező ciklonok okoznak.
Tréfásan: az, amit kapunk egy bizonyos helyen és időpontban várt helyett.
<b>Éghajlat</b>
Egy terület időjárásának hosszabb időszak alatt megfigyelhető szabályszerű, vissza-visszatérő eseményeiből kialakuló rendszere.
Tréfásan: az, amire egy bizonyos helyen és időpontban számítunk.

### 2.3. Fogalomháló

„Az időjárás és az éghajlat csak »egy adott helyre«, azaz földrajzilag jól körülhatárolt térségekre érvényes. Egyes térségek jellemzőit csak akkor tudjuk meghatározni, ha számokkal leírható adataink vannak. Ezek a számokkal jellemezhető adatok az időjárási (éghajlati) elemek. Az időjárási, illetve éghajlati elemek a környezettel és egymással bonyolult kölcsönhatásban álló rendszert alkotnak.”

Nemerkényi– Sársfalvi (2005) 101. old.

#### Feladat:

1. Gondoljátok végig, mely tényezők határozzák meg egy adott terület éghajlatát! Hogyan hatnak egymásra?
2. Készítsetek fogalmi hálót az alábbi fogalmak felhasználásával!  
NAPSUGÁRZÁS, HŐMÉRSÉKLET, SZÉL, CSAPADÉK, LÉGNYOMÁS, VÍZGŐZTARTAM, NAPSUGARAK BEESÉSI SZÖGE, SUGÁRZÁS IDŐTARTAMA, FELSZÍN ANYAGA

### 2.4. Geoszféra és kölcsönhatásai

#### Feladat:

1. Készítsetek ábrát a következő szöveg alapján a lapra!
2. Jelöljétek rajta az egyes szférákat, valamint az alrendszerek (légkör, vízburok, jégburok, bioszféra, kőzetburok) közti anyag és energiaáramlást!

**Milyen tényezők határozzák meg a Föld különböző tájainak éghajlatát, illetve ezek összességét, a globális éghajlatot?**

Ahhoz, hogy e kérdésre válaszolhassunk, ismerkedjünk meg az éghajlati rendszer fogalmával! Ez nem más, mint a légkör és a vele érintkező négy földi szféra – a szárazföld, az óceánok, a krioszféra (a Földön található fagyott állapotú víz összessége) és a bioszféra (az élővilág) – együttese.

Az éghajlati rendszert külső hatások, mindenekelőtt a Nap sugárzása vezérli. Ha rendszerezzük az éghajlati rendszer belső folyamatait, az éghajlat-alakító tényezőket két fő csoportba sorolhatjuk. Az egyiket a légkörrel érintkező földi szférák belső kölcsönhatásai alkotják, jó példa erre pl. a bioszféra szerepe a légkör összetételének fenntartásában, vagy a nagy hőtároló képességű óceánoknak a gyors légköri változásokat gyengítő hatása.

A másik csoport a légkörön belül ható tényezőket öleli fel. Ilyen például a légkör sugárzáselnyelő, illetve -visszaverő hatása.

Matyasovszky István – Weidinger Tamás (az ELTE Meteorológiai Tanszéke):

Mi is az az éghajlat?

<http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1997/9713/diak/foci/foci.html>

---

## 2.5. Az éghajlati rendszer elemeinek vizsgálata

Olvassátok el az adott szöveget, válaszoljatok a kérdésekre!

A korábban elkészített éghajlati rendszer ábra alapján készíttetek egy rövid összefoglalót, jelöljétek az óceáni áramlatokat!

**„A” tanuló:**

### **Termohalin cirkuláció**

(thermos = hő, halin = só szavak összevonásából származik, cirkuláció = áramlás)

#### *Az északi félgömbön*

Óceáni áramlatok felszíni tengervizet szállítanak a sarki területek felé, ahol az lehűl. Ez a lehűlés hőt szabadít fel, ami felmelegíti a levegőt, a víz pedig hideg-gé válik, ennek következtében megnő a sűrűsége, és lesüllyed az óceán aljára. Ez eredményezi az új mélytengeri víz kialakulását, ami az Egyenlítő felé tolja a mélyben a víztömeget. Ilyen mélytengeri víz kialakulásának főbb területei a Labrador-tenger, a Grönlandi-tenger az Észak-Atlanti-óceán északi része. Ez az észak-atlanti mélytengeri víz ezután dél felé áramlik az óceáni fenék mentén, utat engedve a meleg felszíni víznek. Erős hűlés a Csendes-óceán északi részén lévő Bering-tengerben is előfordul, de itt az óceáni fenék domborzata meggátolja a mélytengeri víz bekapcsolódását az óceáni áramlásba.

#### *A déli félgömbön*

Az Antarktisz körül is alakul ki mélytengeri víz a tengerjég képződésének köszönhetően. Ez a jég nagyon kevés sót tartalmaz, és így, ahogyan a jég képződik, a környező víz egyre sósabbá és sűrűbbé válik. Ez a nagyon sűrű víz lesüllyed az antarktisi kontinens szélén, és kialakítja az antarktisi mélytengeri vizet. Ez a víz aztán a legtöbb óceán fenekén áthalad.

A mélytengeri áramlás az óceáni fenék mentén elérkezik az óceáni hátságokhoz, melyek a fenéken „hegyvidéki” területek. E területek érdekessége erős keveredést okoz, ami a mélytengeri vizet a felszínre való emelkedésre kényszeríti. A déli óceánokban a szél is erős keveredést okoz, ami szintén a mélytengeri víz felszínre való jutásához vezet. Amennyiben a felszínre jutott a víz, akkor már a szél által hajtott felszíni áramlásokkal a felszíni víz visszatér a sarkokhoz, és ezzel záródik a kör.

### Szél által hajtott cirkuláció

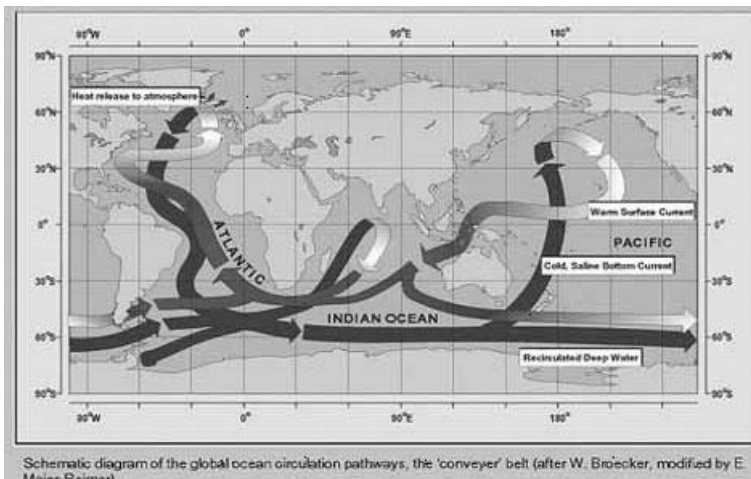
A Golf-áramlás az egyik legfontosabb szél által hajtott áramlás. Nagyon meleg trópusi vizet szállít a Karibi-tengertől és a Mexikói-öbölből az Észak-Atlanti-óceánon keresztül Észak-Európába. A víz melege felmelegíti a felette lévő levegőt, és ennek a meleg levegőnek a mozgása nagyon fontos módja az észak felé irányuló hőáramlásnak. Ezen hőszállítás eredményeként Észak-Európa sokkal melegebb, mint a hasonló szélességek. Például Észak-Európa átlaghőmérséklete 9 °C-kal magasabb a hasonló szélességek átlaghőmérsékletéhez képest.

A Golf-áramlás példa egy nyugati áramlásra, azaz amikor az áramlás az óceáni medence nyugati medencéjében folyik. Hasonló áramlás a csendes-óceáni Kuroshio-áramlás és az Indiai-óceánon az Aghulas-áramlás. Mindegyiküknek nagy a sebessége (a Golf-áramlás átlagos sebessége 3,6 km/h), mindegyik elég keskeny (100 és 200 km között), és mindegyiküknek nagyon fontos hatása van a terület éghajlatára. A keleti áramlások is előfordulnak, ezek hideg felszíni vizet szállítanak a pólusoktól az Egyenlítő felé.

### Feladatok:

Válaszoljatok következő kérdésekre az óceáni cirkulációval kapcsolatban!

1. Mi irányítja az óceáni cirkulációt?
2. Az ábra alapján válaszoljatok a kérdésekre! (Használjátok a földrajzi atlaszt is!)
  - Az antarktiszi mélytengeri víz hideg vagy meleg?
  - A Golf-áramlás vize hideg vagy meleg? Milyen éghajlati változást okoz?
  - Az észak-atlanti mélytengeri víz hideg vagy meleg?



2.5.1. ábra. A termohalin cirkuláció

### „B” tanuló:

#### Az éghajlati rendszer elemeinek vizsgálata

Forrás: ESPERE Éghajlati enciklopédia

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/8bd18bf19a27abc45187dc323116df36,0/2\\_\\_\\_raml\\_si\\_rendszerek/-\\_Glob\\_lis\\_cirkul\\_ci\\_\\_27j.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/8bd18bf19a27abc45187dc323116df36,0/2___raml_si_rendszerek/-_Glob_lis_cirkul_ci__27j.html)

#### Feladat:

1. Olvassátok el az adott szöveget, válaszoljatok a kérdésekre!
2. A korábban elkészített éghajlati rendszer ábra alapján készítsetek egy rövid összefoglalót, jelöljétek az óceáni áramlatokat!

#### *Globális légköri áramlás*

Az egyik mód, hogy a légköri hőszállítás az Egyenlítő és a sarkok között megvalósuljon, egy egyszerű cirkulációs (áramlási) cella lehetne, amelyben az Egyenlítőnél feláramlás, a magasban a sarkok felé való áramlás, a sarkoknál leáramlás, míg a felszínen az Egyenlítő felé való áramlás zárhatná a cellát. Ezt nevezzük az egycellás áramlási modellnek.

Ennél azonban a valóságban a légköri áramlás sokkal bonyolultabb. A globális áramlási modellek három cellát tartalmaznak mind az északi, mind a déli féltekén. Ez a három cella a forró övezeti vagy trópusi cella, a mérséklet övi cella és a sarki cella.

**1. Trópusi cella** – A levegő az Egyenlítő felé mozog, hogy a felemelkedő, a magasban a sarkok felé mozgó levegőt pótolja. Ez a cella a trópusokon jellemző.

**2. Mérsékelt övi cella** – A közepes szélességek (30–60 szélességi körök között) légköri áramlási cellája. Ebben a cellában a levegő a felszín közelében a (közelebbi) sarkpont felé mozog, míg magasabb szinteken az Egyenlítő felé.

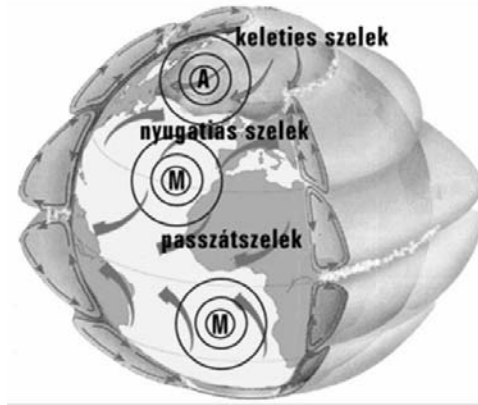
**3. Sarki cella** – A levegő felemelkedik, szétáramlik, és egy része a sarkok felé tart. A sarkpont felett lesüllyed, a felszínen a lesüllyedő levegő szétáramlik.

Ez a háromcellás modell a globális légkörzés leírásában jól használható, de még mindig egészen egyszerű.



**Feladat:**

1. Nézzétek meg a globális légköri cirkulációt bemutató ábrát! Mi jellemző a modellre?



2.5.2. ábra. Földünk légkörzése

2. A szöveg és az ábrák alapján jelöljétek a világtérképen a légköri áramlásokat!



2.5.3. ábra. A Föld vaktérképe

Forrás: Vissy Károly: Az időjárás előrejelzése: jóslás vagy tudomány?  
<http://www.mindentudas.hu/vissy/20030505vissy5.html>

**„C” tanuló:**

### **Az éghajlati rendszer elemeinek vizsgálata**

#### **Feladat:**

1. Olvassátok el az adott szöveget, válaszoljatok a kérdésekre!
2. A korábban elkészített rendszerábrán jelöljétek az óceáni áramlatokat!

#### ***Víz a légkörben***

A víz az egyetlen olyan anyag, amely a természetben három formában létezhet: folyadék (óceánok, folyók, tavak...), szilárd (jég, hó...) és gáz (vízpára). A légkörben nemcsak levegő található, hanem vízgőz is, amely láthatatlan és szagtalan. A légköri víz a Földön található vízkészlet kevesebb mint 0,001%-a, de az éghajlat fontos résztvevője. Amikor a víz a folyadékállapotból vízgőzállapotba kerül, a folyamatot párolgásnak nevezzük. Soha nem sétálhatsz a felhőn, mivel az csak víz a levegőben: a felhők vízgőzcseppekké vagy jégkristállyá való átváltozásából alakulnak ki, amelyek elég könnyűek ahhoz, hogy lebegjenek a levegőben. Amikor a vízgőzt tartalmazó levegő lehűl a harmatpontig, a vízgőz lecsapódik látható cseppek formájában, amelyeket már felhőnek nevezünk. Más szavakkal: amikor a hőmérséklet csökken, a harmatpont az a pont, amelynél a kicsapódás vagy a páráképződés megtörténik. Ahhoz, hogy felhők képződjenek, a víz mellett apró részecskékre is szükség van, amelyekre a vízgőz kicsapódhat, ezeket a részecskéket cseppképző magvaknak vagy kondenzációs magoknak nevezzük.

**Csapadéknak** nevezzük a felhőkből kihulló vizet, amely lehet eső, hó vagy jégeső...

Némely felhőben a kicsi cseppek ütközések révén egyesülnek, és nagyobb cseppet alakítanak ki. Mivel a cseppek egyre nagyobbak lesznek (térfogatuk körülbelül milliószorosra változik), túl nehezek lesznek ahhoz, hogy a levegőben maradjanak, így kihullnak, és így keletkezik az eső. Azon felhőknél, ahol a környező levegő hőmérséklete  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatt van, jégkristályok keletkeznek. Amikor a jégkristályok már túl nehezek a lebegéshez, lehullanak a földre. A kristályok hóvá válnak, vagy ha a levegő, amelyen keresztül hullanak, melegebb  $0^{\circ}\text{C}$ -nál, esőcseppek keletkeznek.

#### ***Vízkörforgás***

Képzeld el, hogy ugyanazt a vizet iszod, mint amit a dinoszauruszok ittak! Valóban, a bolygónkon a víz folyamatos körfolyamatban van. Most már tudod, hogy amikor a víz elpárolog, a keletkezett vízgőz felemelkedik, lehűl és felhővé

alakul. A felhők a felszín fölött mozognak, és csapadékot adnak. A víz kitölti a tavakat, patakokat és folyókat, és végül is visszafolyik az óceánokba, ahol a párolgás újra elkezd egy folyamatot. A víz behatol a talajba is (a víz 11%-a). A növények levelein lezajló párolgás is fontos a vízkörforgásban: a növények a talajból vizet vesznek fel, a víz a gyökerektől a törzsön keresztül a levelekig halad, ahol elpárologhat. Ezt a folyamatot párologtatásnak nevezzük.

Forrás: ESPERE Éghajlati enciklopédia

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1c63e81142a88f1b29a0533c4747151e,0/1\\_\\_Felh\\_k/\\_V\\_z\\_a\\_l\\_gkoerben\\_346.htm](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1c63e81142a88f1b29a0533c4747151e,0/1__Felh_k/_V_z_a_l_gkoerben_346.htm)

### **Feladat:**

Készítsetek egy vízrészecske mozgását bemutató ábrát, jelöljétek rajta a fogalmakat!

### **„D” tanuló:**

### **Az éghajlati rendszer elemeinek vizsgálata**

### **Feladat:**

1. Olvassátok el az adott szöveget, válaszoljatok a kérdésekre!
2. A korábban készített éghajlati rendszer ábrán jelöljétek az óceáni áramlatokat!

### ***A hó és a jég***

A szárazföldi jég kiterjedése mindig jelentősen befolyásolta a folyókba, illetve a tengerekbe, óceánokba jutó víz mennyiségét. Az olyan folyóknál, mint a Duna, Rajna, Rhone, Pó, a vízjárás jelentősen függ az Alpokban felhalmozódott hó, firn, jég olvadásának mértékétől.

### ***Édesvízkészlet***

Földünk hatalmas vízkészletének 97%-a a sós víz, és csak alig 3%-a az édesvíz, de ennek is döntő része, elsősorban a Déli-sarkvidéken található. Manapság, amikor a tiszta ivóvíz iránt egyre nagyobb az igény, azt is szem előtt kell tartanunk, hogy a Föld édesvízkészletének 75%-át a jégtakarók és jégárak zárják magukba. A Földön a gleccserek és a jégtakarók együttes területe jelenleg 14,9 millió km<sup>2</sup>. Ha ez a jégtömeg elolvadna, a világtenger szintje közel 50-60 m-t emelkedne. A jégtakarók fontos édesvízforrást jelentenek számos területen, és ezek kihasználása már elkezdődött.

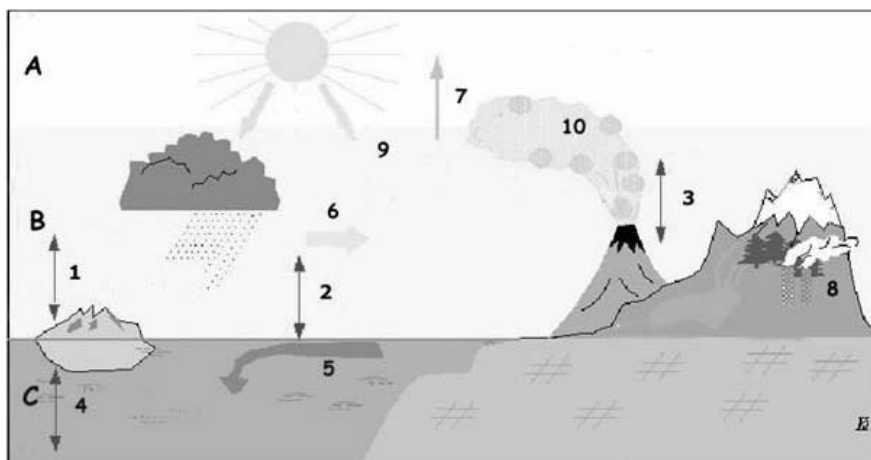
Víztározó megnevezése	1000 km <sup>3</sup>	%
Óceánok és tengerek	1 350 000	97,61
Sarki, hegyvidéki jég és hó	29 000	2,08
Felszín alatti vizek	4 000	0,29
Édesvízi tavak	125	0,009
Sósvízi tavak	104	0,008
Talajnedvesség	67	0,005
Folyóvizek	1,2	0,00009
Vízpára az atmoszférában	14	0,0009
Összesen	1 413 311	100

2.5.4. ábra. Vízkészletek megoszlása

### Válaszoljatok a kérdésekre!

1. Mi a jégtakarók szerepe?
2. Az adatok alapján készítsenek kördiagramot!
3. Miért fontos a sarki jégsapkák jelenléte?

## 2.6. Az éghajlati rendszer elemei



2.6.1. ábra. Az éghajlati rendszer elemei

### Feladat:

1. Figyeljétek meg az ábrát!
2. Az ismereteitek alapján párosítsátok a számokat a megfelelő fogalmakkal!

levegő–szárazföld kölcsönhatás  
 óceán–levegő közti kölcsönhatás  
 óceán  
 légkör  
 világűr  
 óceáni áramlások

levegő–jégfelszín közötti kölcsönhatás  
 óceán–jég közti kölcsönhatás  
 napsugárzás  
 szél  
 vulkáni gázok és hamu  
 emberi tevékenység

### Differenciálási lehetőség:

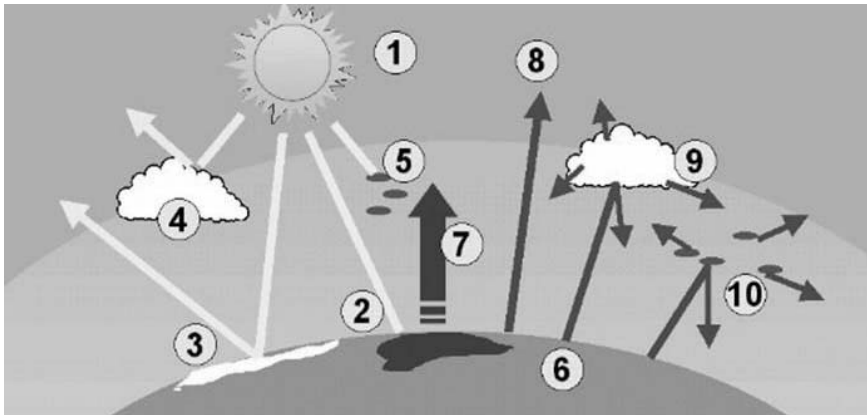
#### Gondolkozz, fejtssd ki!

1. Hogyan változik a rendszer egyensúlya, ha a rendszer bármely elemét változtatjuk!
2. Hogyan befolyásolja a többi rendszer kölcsönhatását!

## 2.7. Ellenőrző feladat

### Mutassátok be, hogy mi történik a Napból érkező sugarakkal (energiával)!

A számok – melyek jelölhetnek anyagot vagy folyamatot – segítenek a folyamat bemutatásában!



2.7.1. ábra. A naptól érkező energia útja

- A földfelszínről az energia egy része hősugarak formájában távozik.
- A víz párolgása energiaigényes folyamat.
- A talaj visszaveri a napsugárzás egy részét.
- A földfelszín elnyeli a napsugárzást.
- A légkörben található anyagok elnyelik a napsugarak egy részét.

- A Földre érkező energia a Napból származik.
- A légkörben található vízgőzről a hősugarak visszaverődnek.
- A felhőkről a beérkező napsugarak egy része visszaverődik.
- A földfelszín infravörös sugarakat (hősugarakat) bocsát ki, mely felmelegíti a légkört.
- A légkörben található CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> visszaveri a hősugarakat.

---

## 2.8. Értékelőlap

A kérdésekre adott válaszaink értékelése.	1 2 3 4 5 6 7
A rajz tervezésében aktívan részt vettem.	1 2 3 4 5 6 7
A rajz elkészítésében aktívan részt vettem.	1 2 3 4 5 6 7
A válaszok megfogalmazásában aktívan részt vettem.	1 2 3 4 5 6 7
A megbeszélések során úgy építettem fel mondandómat, hogy csoporttársaim a lehető legjobban követni tudják.	1 2 3 4 5 6 7
Figyelmesen meghallgattam a többiekét.	1 2 3 4 5 6 7
Feladatunk megoldása során ..... tette közzé a csoport munkáját.	
A rajz tervezése során ..... nagyon jó öt- letei voltak.	
A megbeszéléseken ..... nagyon jó hozzászó- lásai voltak.	
A válaszok megfogalmazásakor ..... mondta a legszellemesebb válaszokat.	
Csoportunk jól csinálta: .....	
A csoport munkájában problémát okozott: .....	
Forrás: SULINOVA HEFOP 3.1.1.	

### A modulban előforduló hivatkozások

**2.3.** Nemerkenyi–Sárfalvi (2005): Általános természetföldrajz a gimnáziumok számára  
Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 101.

**2.4.** Matyasovszky István – Weidinger Tamás (az ELTE Meteorológiai Tanszéke): Mi is  
az éghajlat? <http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1997/9713/diak/foci/foci.html>  
címen; internet, 2008. január.

**2.5.** ESPERE Éghajlati enciklopédia  
[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/88515c3719b317196c169075f0e40843,0/\\_ce\\_nok/AIap\\_3gu.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/88515c3719b317196c169075f0e40843,0/_ce_nok/AIap_3gu.html)  
címen; internet, 2008. január.

ESPERE Éghajlati enciklopédia

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/8bd18bf19a27abc45187dc323116df36,0/2\\_\\_\\_raml\\_si\\_rendszerek/-\\_Glob\\_lis\\_cirkul\\_ci\\_\\_27j.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/8bd18bf19a27abc45187dc323116df36,0/2___raml_si_rendszerek/-_Glob_lis_cirkul_ci__27j.html) címen; internet, 2008. január.

Vissy Károly: Az időjárás előrejelzése: jóslás vagy tudomány?

<http://www.mindentudas.hu/vissy/20030505vissy5.html> címen; internet, 2008. január.

ESPERE Éghajlati enciklopédia

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1c63e81142a88f1b29a0533c4747151e,0/1\\_\\_\\_Felh\\_k/-\\_V\\_z\\_a\\_l\\_gkoerben\\_346.htm](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1c63e81142a88f1b29a0533c4747151e,0/1___Felh_k/-_V_z_a_l_gkoerben_346.htm) címen; internet, 2008. január.

ESPERE Éghajlati enciklopédia

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1c63e81142a88f1b29a0533c4747151e,0/1\\_\\_\\_Felh\\_k/-\\_V\\_z\\_a\\_l\\_gkoerben\\_346.htm](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1c63e81142a88f1b29a0533c4747151e,0/1___Felh_k/-_V_z_a_l_gkoerben_346.htm) címen; internet, 2008. január.

**2.8.** HEFOP 3.1.1. Földünk és környezetünk 9. évfolyam munkafüzet SULINOVA, 2007.

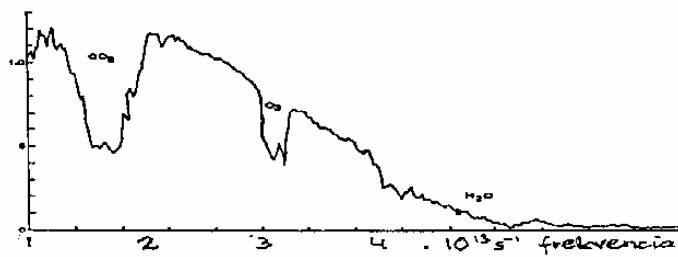
### 3. modul

#### A modul általános leírása

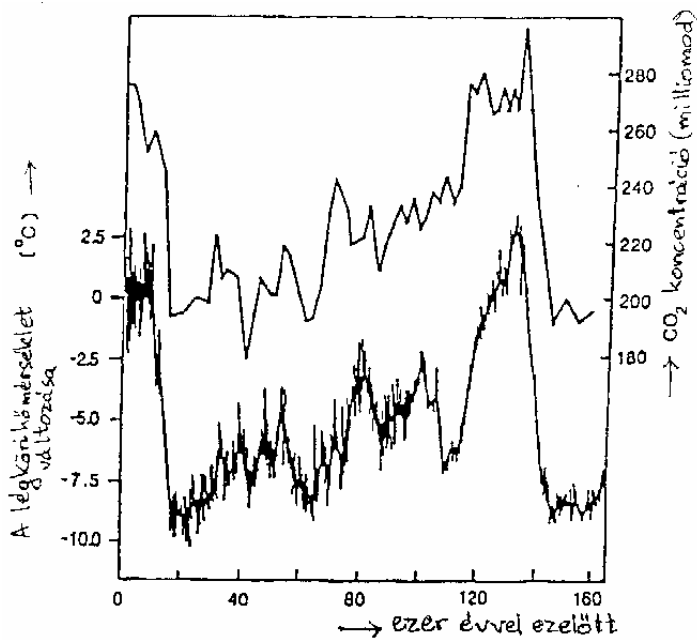
Modulcím	<b>3. A levegő szén-dioxid- és páratartalmának hatása a földi hőmérsékletre</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> <b>(NAT-kompatibilitás)</b>	<b>Készségek, attitűdök</b>	<p>Kísérleti eszközök balesetmentes használata, kísérletek elvégzése leírás alapján, táblázat használata adatok kikereséséhez, táblázat megfelelő adataival számítások elvégzése, a kapott kísérleti adatok, számított eredmények értelmezése a probléma szempontjából.</p> <p>Szövegértés fejlődése várható, hiszen a leírt szöveg alapján kell a tanulóknak a kísérletet elvégezniük, majd elemezniük. Továbbá az internetes források olvasása, az olvasottakból a lényeg kiemelése és elmondása is ezt a kompetenciát fejleszti. A digitális formában való keresések, az esetleges prezentációk készítése a digitális eszközök használatát fejleszti. Növekszik a gyerekek alkalmazásképes természettudományos műveltsége. És mivel mindez nagyon fontos társadalmi kontextusban jelenik meg, így e kompetencia részét képező, a felelősséggel kapcsolatos attitűdök is fejlődnek.</p>
	<b>Ismeretek</b>	<p>A szén-dioxid mennyiségének emelkedését a légkörben és annak várható hatását tanulmányozzák a gyerekek egy egyszerű modellkísérlet segítségével. A téma társadalmi vonatkozását a szén-dioxid légköri mennyiségének az időjárásra gyakorolt hatása adja, melynek komoly globális és helyi hatásai is lehetnek, ami erőteljesen fogja befolyásolni a jövő társadalmát is.</p> <p>A szén-dioxid-molekula szerkezetét, az üvegházhatás létrejöttének egyszerű magyarázatát kell megérteniük a gyerekeknek. Eközben megismerkednek további olyan gázokkal, melyek szintén részt vesznek az üvegházhatás alakításában.</p> <p>A modul a természettudományos ismeretek megszerzésére koncentrálna. A szén-dioxid előállítása, a szén-dioxid-molekula szerkezete, a molekula rezgése, a hősugárzás, a Naprendszer bolygói, elsősorban a Vénusz és a Mars hőmérsékleti viszonyai, üveghatást okozó gázok (vízgőz, metán, kéjgáz, ózón, freonok).</p> <p>A levegőben lévő vízgőz mennyisége is hatással van a földi időjárás és a klíma alakulására. A vízmolekulák is rendelkeznek üvegházhatással. Továbbá ha melegebb van, akkor több víz párolog el. A cél ennek bemutatása egyszerű osztálytermi kísérletekkel.</p> <p>A halmazállapot-változások, párolgás, lecsapódás, abszolút és relatív páratartalom, felhő, köd, száraz levegő, nedves levegő, harmatpont, vízgőzzel telített levegő, kondenzációs mag fogalmak jelentése.</p>
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	<p>Egyszerű kísérleti eszközök balesetmentes használata, kísérletek elvégzése leírás alapján, szövegértés, értő olvasás, internetes források keresése, egyszerű kísérleti eszközök balesetmentes használata.</p>
	<b>Ismeretek</b>	<p>Halmazállapot-változások kvalitatív leírása az anyag részecske- természetének felhasználásával.</p> <p>Az anyag részecske-természetének ismerete, továbbá a részecskék típusai, atomok, molekulák.</p> <p>Néhány kémiai reakció ismerete, elsősorban az égés. A levegő összetételének ismerete.</p> <p>Egyszerű kísérleti berendezések összeállítása.</p> <p>A Naprendszer bolygóinak megfelelő sorrendben való ismerete.</p>



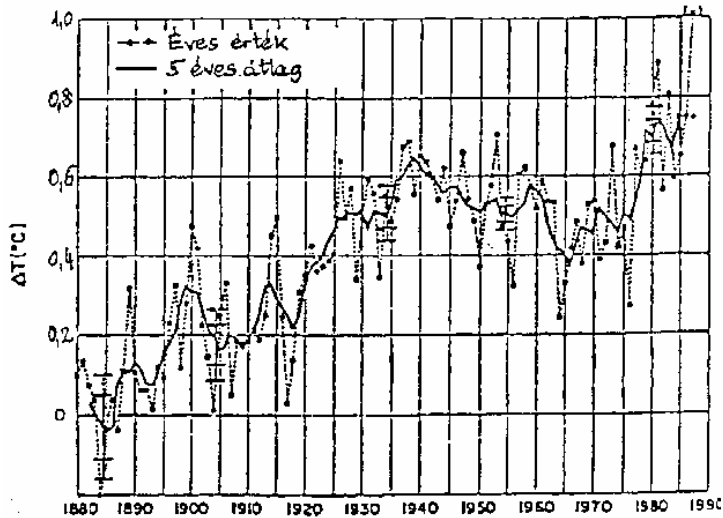
Kapcsolódás	<i>A tananyag más modul-jaival</i>	Bevezető modul, 6. modul, az üvegházhatás problémáját bemutató modulokkal: 7. és 8. modul.
	<i>Szaktárgyi területekkel</i>	Fizika: 7. évfolyam, halmazállapot-változások témakör. Fizika és kémia: 7., illetve 9. évfolyam. Fizikában a hőtani ismeretekhez, kémiában az égés témaköréhez kapcsolódik, illetve a gázok leírásához.
Háttér	<p>Egy, a Nap körül keringő, forgó bolygó felszíne addig melegedhet, amíg annak hőki-sugárzása el nem éri a napfényből elnyelt energiát. Ezt az összefüggést, tehát az egyen-súlyi állapotot jellemző paraméterek egymáshoz való viszonyát a következő egyenlet-tel írhatjuk le:</p> $(1 - \alpha)\pi R^2 I = 4\pi R^2 \sigma T_0^4,$ <p>ahol az egységnyi felületre jutó napfény átlagos intenzitása <math>I = 1,4 \text{ kW/m}^2</math> napjainkban a Föld esetében, <math>R</math> a bolygó sugara, <math>\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ watt/m}^2\text{K}</math> a Stefan–Boltz-mann-állandó, <math>\alpha</math> a felszín visszaverő képessége (albedója), mely körülbelül 30%, <math>T_0</math> az átlaghőmérséklet.</p> <p>Összefüggésünkből kiszámolva jelenleg a Föld hőmérséklete <math>18^\circ\text{C}</math>. A Vénusz eseté-ben <math>I = 2,9 \text{ kW/m}^2</math> értéket beírva <math>+22^\circ\text{C}</math>-ot kapunk eredményül. A tapasztalat pedig nem ez! Tudjuk, hogy Földünk átlaghőmérséklete körülbelül <math>+16^\circ\text{C}</math>, a Vénuszé pedig maga a „pokol”, <math>+460^\circ\text{C}</math>. Közelítésünk ellenben egészen jó a Mars esetében, melyre <math>-60^\circ\text{C}</math> érték adódik, mely elég jól egyezik a tapasztalattal.</p> <p><i>Hol hibáztunk a Vénusz és a Föld esetében? Melyik lényeges tényezőt nem vettük figye-lembe modellünk megalkotásakor?</i></p> <p><i>Valószínűleg a légkör összetétele az, ami jelentősen befolyásolja a folyamatokat.</i></p> <p>A Vénusz esetében a szén-dioxid-atmoszféra mindössze 4%-ot enged át az infravörös tartományban. Ezt beírva összefüggésünkbe, kiadódik a <math>460^\circ\text{C}</math>. A Földön nagyobb az infravörös tartományban az átbocsátás, körülbelül 60%, melynek figyelembevételével a tapasztalattal egyező eredményre jutunk. A közös komponens a két bolygó esetében a szén-dioxid. A jelenség neve üvegházhatás. Magyarázata röviden a következő:</p> <p>A molekulák nem tekinthetők merev rudaknak. Az atomokat összekötő kötések inkább hasonlíthatók kis rugókhöz, amelyek rezegve változtatják hosszukat. Ezek az úgyne-vezett rezgési átmeneteket jellemző energiák szintén kvantumosak, az elnyelt vagy ki-bocsátott fotonok energiái jellemzőek egy adott molekulára. A poláros kötésekkel ren-delkező molekulákat be tudja rezgetni, „töltésénél fogva meg tudja ragadni” az elekt-romágneses hullám. Ha az elektromágneses rezgés frekvenciája megegyezik az ato-mokat összekötő kémiai kötés sajátfrekvenciájával, akkor a rezonancia folytán az adott sávot a molekula elnyeli az elektromágneses spektrumból. A sugárzás a moleku-lákat rezgési gerjesztett állapotba viszi. Az alapállapotba való visszatéréskor egy ré-szük a felszín felé sugározza ki az infravörös fotonokat. (A közkedvelt mikrohullámú sütő is a molekulák, nevezetesen a vízmolekula rezgési átmeneteit gerjeszti működése során. A vízmolekulák ütközések során jutnak vissza alapállapotukba, miközben a környezetükben lévő többi molekula átlagos energiáját megnövelik. Ezért növekszik az étel hőmérséklete.)</p> <p>A körülbelül 300 K-es talajnak a Stefan–Boltzmann-törvény által meghatározott hő-mérsékleti kisugárzásában a legnagyobb intenzitás a <math>2,10^{13} \text{ 1/s}</math> frekvencia körül van. Ez az érték éppen megegyezik a szén-dioxid-molekula rezgési frekvenciájával. Még csekély mennyiségű szén-dioxid is elég ahhoz, hogy visszatartsa a talaj által kisugár-zott energia jelentős részét. Ezért annyira veszélyes növelni a földi légkör szén-dio-xid-koncentrációját.</p>	



3.1. ábra. A Földről kisugárzott sugárzás spektruma



3.2. ábra. A légkör CO<sub>2</sub> tartalma és hőmérséklete a múltban az antarktiszi jégminták szerint



3.3. ábra. A hőmérséklet emelkedés az ipari forradalom során

Az Antarktisz jégtakarójából, a különböző mélységekből vett minták segítségével meghatározható az elmúlt több százezer évben a hőmérséklet és a szén-dioxid-koncentráció változása. E két adat között igen szoros a korreláció. Honnan tudhatjuk mindezt?

Légkörünk hőmérsékletének alakulását a következőképp lehet nyomon követni. A légköri oxigén a gyakori  $^{16}\text{O}$  izotóp mellett 0,2%-ban tartalmaz  $^{18}\text{O}$ -as izotópokat is. A tengervízben gyorsabban mozognak a könnyűoxigént tartalmazó, kisebb tömegű vízmolekulák. Ezek nagyobb mennyiségben párolognak, mint a nehézoxigént tartalmazók. Nyáron, a magasabb hőmérsékleten kicsit megnő a nehézoxigént tartalmazó molekulák aránya. Tehát a téli csapadékban kevesebb a nehézoxigén, mint a nyáriban. A Grönlandon gyűjtött jégminták elemzése szerint a téli hónapokban 4%-kal, a nyári hónapokban 2%-kal kevesebb a nehézoxigén, mint a tengervízben. Ezt arra lehet felhasználni, hogy a grönlandi kilométer vastag jégtakarót megfúrva fel lehet ismerni és évek szerint rendezni a változó izotópkoncentrációjú téli-nyári hórétégeket. Ezzel a módszerrel mintegy 160 000 évre visszamenőleg lehet nyomon követni a csapadék izotóp-összetételét. Ez ad lehetőséget a Föld átlaghőmérsékletének visszamenőleges meghatározására. Melegebb időszak alatt több nehézoxigén párolog el és jut a csapadékba, melyből a hórétég létrejött. Hidegebb éghajlat alatt viszont kevesebb. Ezzel a módszerrel jól ki lehetett mutatni a 10-20 000 évvel ezelőtti jégkorszakot. Érzékelní lehet a száz év óta tartó fokozatos felmelegedést.

A mérések szerint a jégkorszakban a  $\text{CO}_2$  koncentrációjára kapott legjellemzőbb adat 190 ppm (1 millió részecskéből 190 darab a  $\text{CO}_2$ -molekulák száma), míg a melegebb időszakokban 280 ppm. Az ipari forradalom elején is ez az érték volt jellemző. 1958-ban viszont már 315 ppm, jelenleg pedig 370 ppm, és évente 1,5 ppm értékkel nő, ami minden bizonnyal az emberi tevékenység következménye. Ezek közül első helyen a fosszilis tüzelőanyagok égetése szerepel. Az utóbbi években ehhez még hozzájárult a trópusi erdők kivágása is.

<p>A számítógépes modellek szerint a légkör szén-dioxid-koncentrációjának megduplázódása 1 °C-os fölmelegedést okozna az Egyenlítő környékén és 10° C- os melegedést a Sarkkörön. Átlagosan 3 °C lenne a melegedés a Földön.</p> <p>Nem csak a szén-dioxid-molekulának vannak természetes rezgési átmenetei. Az üvegházhatást kiváltó, fokozó fontosabb molekulák, melyek közül nem egynek egyéb környezetkárosító hatása is van, a következők:</p> <p><b>H<sub>2</sub>O</b> (vízgőz), amely a tengerek párolgásából ered. Sajátfrekvenciája 4.10<sup>13</sup> 1/s. Szerepe még azért is érdekes, mivel részt vesz az úgynevezett visszacsatolásban is. Ugyanis ha melegszik a hőmérséklet, akkor több jut a légkörbe a tengerekből párolgás útján, ami pozitív visszacsatolást jelent, hiszen a vízgőz is üvegházgáz. De egyéb folyamatban is számolni kell a vízzel. A tengervíz és különösen a fagyott állapotban lévő víz, a jég visszaveri a napfényt. Ellenben ha a hó és a jég mennyisége csökken, akkor a visszaverő felület csökkenése is tovább melegíti bolygónkat.</p> <p><b>CO<sub>2</sub></b> (szén-dioxid) (0,4%-kal nő évente), amely többféle forrásból kerül a levegőbe. Ezek a források a következők: a földi vulkáni tevékenység, a biomassza levegőn való bomlása és – amivel az emberiség nagymértékben járul hozzá a növekedéshez – a fosszilis tüzelőanyagok (kőszén, kőolaj, földgáz) elégetése. Az üvegház-melegedés 66%-a ennek a gáznak tulajdonítható. A szén-dioxidot azonban a fotoszintetizáló szervezetek elnyelik, ami a növények fontosságára irányítja figyelmünket. Sajátfrekvenciája 2,10<sup>13</sup> 1/s.</p> <p><b>CH<sub>4</sub></b> (metán) – a biomassza levegőtől elzárt bomlásának terméke. Fő forrásai a tehén- és birkatrágya, továbbá az elárasztott rizsföldek. Az évi növekmény napjainkban 1% körül van. Az üvegház-melegedés 20%-ban írható a számlájára. A jégretegek vizsgálata szerint a metán koncentrációja is jelentősen növekedett az utóbbi időben.</p> <p><b>N<sub>2</sub>O</b> (kéjgáz) – a levegő összetevőiből keletkezik. A N<sub>2</sub>- és O<sub>2</sub>-molekulák ugyanis magas hőmérsékleten reakcióba lépnek egymással, felszakadnak a nitrogénmolekula három kötése. Ez autómotorokban és gázturbinákban következik be, továbbá természetes úton a villámlások alkalmával. A városi légszennyezettség egyik fő okozója, koncentrációja az autók számával arányosan növekszik. Jelenleg az üvegházhatás 3%-ért felelős.</p> <p><b>O<sub>3</sub></b> (ózon) – szintén a magas hőmérsékleten üzemelő motorokban keletkezik a levegő oxigénjéből. Sajátfrekvenciája 3,10<sup>13</sup> 1/s. Energia-felszabadulás közben könnyen visszaalakul kétatomos oxigénmolekulává. Az alsó légköri (troposzférikus) ózon maró hatású, légszennyező gáz, amely a tüdőt ingerli, mert az átalakulási folyamat során egyatomos, rendkívül reakcióképes oxigén keletkezik. Jelenleg az üvegházhatás 8%-át okozza, de mennyisége évenként 1%-kal emelkedik. A sztratoszférában az ózon a Nap nagy energiájú (ultraibolya) sugarainak hatására keletkezik, koncentrációja 20 km-es magasságban a legnagyobb. Az oxigén az ózon keletkezése közben és a keletkezett ózon is együttesen elnyelik azt a nagy energiájú sugárzást, amely egyébként biológiailag káros hatást fejt ki. Ez tette lehetővé az élet fennmaradását a Földön. Vagyis az az érdekes eset állt elő, hogy ugyanazon anyag az alsó légrétegekben káros szennyező, viszont a magas légrétegekben rendkívül fontos a jelenléte.</p> <p><b>CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub></b> (freon, bár más hasonló szerkezetű vegyületeket is sokszor ezzel a névvel illetnek) természetes forrása nincs, a spray-flakonokból, hűtőgépek és légkondicionálók hűtővezetékjeiből kiszabadulva kerül a légkör felső részébe. Évente 5%-kal nő a mennyisége, jelenleg az üvegházhatás 3%-át okozza.</p> <p>A levegő relatív nedvességén az adott hőmérsékleten jelen lévő, illetőleg az e hőmérsékleten telített vízgőz mennyiségének hányadosát értjük. A vízgőzzel telített térrészben nem párolog a víz. Telítetlen gőztérben annál nagyobb a párolgás sebessége, tehát az általa okozott lehűlés is, minél nagyobb a jelen lévő és az adott hőmérsékleten telítő vízgőz mennyiségének különbsége (az ún. telítéshiány).</p>
--

	<p>Száraz a levegő akkor, ha víztartalma kevés ahhoz képest, amennyi vizet a levegő azon a hőmérsékleten tartalmazhatna, mely az adott hőmérsékleten a levegőt telítetté tenné. Közismert tapasztalat, hogy a száraz levegőben a kimosott nedves ruha hamarabb megszárad. A téli fűtés időszakában a lakások levegője általában száraz, még akkor is, ha kint éppen esik a hó. Ez azért van, mivel a kinti levegő hőmérsékletén telített a levegő, de ugyanaz a vízmennyiség a felfűtött szoba hőmérsékletén már száraznak minősül, hiszen azon a hőmérsékleten jóval több vízgőz lehetne a levegőben.</p> <p>Harmatpont: az a hőmérséklet, amelyen a harmat jelentkezik, vagyis elkezdene a levegőben lévő vízmolekulák kondenzálódni, kicsapódni.</p> <p>A köd kialakulását erősen befolyásolják az úgynevezett lecsapódási vagy kondenzációs magvak jelenléte is. A vízmolekulák ezekre rakódnak rá. Ha ilyenek kerülnek a levegőbe, akkor dúsabb a ködképződés. Ezért ködös a nagyvárosok és az ipartelepek levegője, mivel a kondenzációs magvak szerepét a levegőbe kerülő számunkra láthatatlan füstszemcsék töltik be. Továbbá ezért látjuk a repülőket után a kondenzcsíkot. De a részecskefizikai kísérletekben használt ködkamráknak is ez a jelenség az alapja. Ezekben azonban általában nem vízgőzt használnak.</p> <p>A 2. számú mellékletben leírtak szerint a légkörben lévő vízgőz mennyisége befolyásolja a földi időjárást, továbbá a klíma alakulására is hatással van. Mivel a vízmolekula rezgési nivói is a föld által kibocsátott infravörös tartományban vannak, ezért üvegházhatása is jelentős. Vagyis pozitív visszacsatolás valósul meg. Ha több a vízgőz a levegőben, akkor melegebb lesz, és ez egyben növeli a párolgás sebességét, aminek eredményeképp még több vízgőz kerül a levegőbe.</p> <p>Továbbá ismert tapasztalat az, hogy ha szép csillagos az égbolt, akkor általában hidegebb van, mivel ekkor a Föld által a hőmérsékletének megfelelő hőmérsékleti sugárzás, melynek maximuma az infravörös tartományban van, majdnem teljesen eltávozik az űrbe. Ellenben ha felhős az idő, akkor ezek egy része visszaverődik, tehát melegebb van.</p> <p>Esetleg jellegzetes tanulói félreértelmezés lehet az, hogy a vízgőzt tartalmazó levegőben a vízmolekulák nem egyedileg keverednek el levegő-molekulákkal, hanem cseppeket alkotnak. Ez nincs így. Csak akkor kondenzálódnak a fent említett kondenzációs magvakra, ha telítődik a levegő.</p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ájánlás</b>	A diákok differenciált csoportmunkában dolgoznak, kísérleti és szövegfeloldozás-témákban. Minden csoport más-más kísérletet végez el, másféle szöveget olvas, grafikont elemez, majd ezek eredményeit és az ezekből levonható következtetéseket közösen megbeszéli a tanóra végén.
	<b>Változatok</b>	További kísérletek a témával kapcsolatban. A szén-dioxid melegítőhatását bemutató kísérlet frontális formában is elvégezhető, amennyiben nem áll rendelkezésre elég eszköz.
<b>Differenciálás</b>		
<b>Tanulási környezet</b>	<p>Osztálytermi elrendezés: alapvetően csoportmunkához berendezett terem. Nyomtatott anyagok: feladatok leírásai.</p> <p>Tárgyi eszközök/anyagok: csoportonként gázfejlesztő lombik, két üres lombik, két hőmérő, állvány és befogók.</p> <p>Információforrás: internet.</p>	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Elsősorban formatív, a feldolgozott taxonomikus ismeretek értő használata a tanulók magyarázataiban, a kísérlet elvégzése és az azt kiegészítő gyűjtőmunkák, majd az azokról való beszámoló alapján.
<b>Kiegészítések</b>	<p>Történelmi „nagy ködök” keresése pl. Angliában.</p> <p>További kísérletek keresése a páratartalom mérésére.</p> <p>A ködkamra működése és használata a részecskefizikában.</p>	

## A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Ráhangolódás, motiváció Beszélgetés a szén-dioxid lehet- séges hatásairól Az esti felhős és a derült ég összeha- sonlítása	<i>Beszélgetés:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mit hallottak a gyerekek a szén-dioxid lehetséges hatásairól?</li> <li>Mikor érezzük este melegebbnek a levegőt: felhős időben, vagy amikor csillagos az égbolt?</li> </ul>	Olyan ülésrend, hogy a gyerekek lássák egymást.
2.	15	Szöveg- és táblá- zatelemzés  A vízpára, a szén-dioxid mennyisége és az időjárás alakulá- sa.	<i>Tanulói tevékenységek:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>Hasonlítsák össze a Vénusz, a Mars és a Föld bolygók légkörét és felszíni hőmérsékletét!</li> <li>Gyűjtsék össze, mely gázok okoznak üvegházhatást?</li> <li>Milyen egyezmények születtek a CO<sub>2</sub>-kibocsátással kapcsolatban?</li> <li>Hogyan változott a szén-dioxid mennyisége a légkörben a Föld története során, és ez milyen hatással volt a hőmérsékletre?</li> <li>A tanulók egyik csoportja elolvasa az Origóban megjelent, mellékelt írást.</li> </ol> <p>Végül közös megbeszélés a kérdések alapján</p>	Mellékletek: 1. és 2., továbbá a tanári háttérből kivágott részek. Egyéni olvasáshoz, majd csoportmegbeszéléshez alkalmas elrendezés.
3.	15	A vízpárával és a szén-dioxiddal kapcsolatos kísérletes vizsgálatok	Csoportos tanulókísérletek: <ol style="list-style-type: none"> <li>A levegő nedvességtartalmának meghatározása.</li> <li>Harmatpont meghatározása.</li> <li>Szalmaszálás nedvességmérő készítése és használata.</li> <li>Köd a nagyvárosokban.</li> <li>A szén-dioxid hatása a levegő hőmérsékletére</li> </ol>	Mellékletek: 1., 3. és 4. Poharak, hőmérők, gombostűk, szalmaszálak, palackok, víz, jég, deszkalap, parafa dugó, nagy fazék, rongy, lombikok, szén-dioxid előállítása, lámpák, hőmérők, sósav, mészkő.
4.	10	Következtetések megfogalmazása	A csoportok bemutatják az elvégzett kísérleteket, és válaszolnak a feltett kérdésekre.	

## Mellékletek

## 3.1. Táblázat a páratartalom meghatározásához

t (°C)	$\rho$ (g/m <sup>3</sup> )	(t-t') °C-ban										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		a relatív páratartalom %-ban										
0	4,847	81	63	46	28	12	—	—	—	—	—	—
1	5,189	83	65	49	32	16	—	—	—	—	—	—
2	5,555	84	68	52	36	21	—	—	—	—	—	—
3	5,945	84	69	54	39	25	10	—	—	—	—	—
4	6,357	85	70	56	42	28	15	—	—	—	—	—
5	6,793	86	72	58	45	32	19	6	—	—	—	—
6	7,256	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—	—
7	7,746	87	74	61	49	37	26	14	—	—	—	—
8	8,265	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—	—
9	8,815	88	76	64	53	42	31	21	11	—	—	—
10	9,398	88	76	65	54	44	34	24	14	4	—	—
11	10,01	88	77	66	56	46	36	26	17	8	—	—
12	10,66	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—	—
13	11,34	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	—
14	12,06	90	79	70	60	51	42	32	25	17	9	—
15	12,82	90	80	70	61	52	44	36	27	19	12	4
16	13,63	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15	8
17	14,47	90	81	72	63	55	47	39	32	24	17	10
18	15,36	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20	13
19	16,30	91	82	74	65	57	50	42	35	28	22	15
20	17,29	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18
21	18,33	91	83	75	67	60	52	46	39	32	25	20
22	19,42	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22
23	20,57	92	84	76	69	61	55	48	42	35	29	24
24	21,77	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	25
25	23,04	92	85	78	71	64	58	50	45	40	34	29
26	24,37	92	85	78	71	64	58	50	45	40	34	30
27	25,76	92	85	78	71	65	58	52	46	41	35	30
28	27,22	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32
29	18,75	93	89	86	72	66	60	54	49	43	38	33
30	30,36	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34

### 3.2. A vízpára, a széndioxid mennyisége és az időjárás alakulása

Forrás: Origo

Megnőtt a légkör alsó rétegeinek vízpáratartalma az elmúlt évtizedekben. Két klímakutató csoport modellszámításai alapján a változást az emberi tevékenység számlájára írja.

A légkör felső rétegeinek vízpáratartalma jelentős szerepet játszik az üvegházhatásban. Az alsó rétegekben feldúsuló párának nincs ilyen hatása, nem befolyásolja a Föld egészének felmelegedését. Alapvetően megváltoztathatja viszont a csapadékeloszlást, a nagy viharok, tájfunok megjelenését, gyakoriságát.

A melegebb levegő több vízpárát képes magában tárolni. 1 fokos hőmérséklet-emelkedés már 6–7%-kal növeli a légkör vízpáramegtartó képességét. A brit meteorológiai hivatal kutatói, Katherine M. Willett, Nathan P. Gillett és munkatársaik földi állomások, hajók, bójak, tengeri platformok mérési adatait gyűjtötték össze az 1973-tól 2002-ig tartó időszakra vonatkozóan. Nagy gondot fordítottak az adatok összehasonlíthatóságára, összeilleszthetőségére. A Nature-ben publikált tanulmányuk szerint azt kapták eredményül, hogy az atmoszféra alsó rétegeiben évtizedenként átlagosan 0,07 grammal nőtt meg 1 kg levegő vízpáratartalma.

B. D. Santer és kutatócsoportja (Lawrence Livermore Nemzeti Laboratórium, USA) az amerikai tudományos akadémia folyóiratában, a *Proceedings of the National Academy of Sciences* hasábjain közölte hasonló vizsgálatának következtetéseit. Ez a csoport az óceánok feletti vízpáratartalom változását határozta meg egy műholdnak a mikrohullámú tartományban készített felvételeiből. Ez az adatsor is egyértelműen jelezte a vízpáratartalom megnövekedését a légkör alsó tartományaiban. A változás szignifikáns (azaz statisztikailag kimutatható), meghaladja a klímáparaméterek ingadozását.

A kutatók ezután arra keresték a választ, mi váltotta ki ezt a növekedést. Az amerikai csoport korábbi vélekedéseket megcáfolva kimutatta, hogy a napsugárzás erősségének változása a vizsgált időszakban túl kicsi volt ahhoz, hogy előidézhesse a mért páratartalom-változást. Mások a Pinatubo vulkán 1991-es kitörésében keresték a magyarázatot; a vulkán által a légkörbe juttatott anyag kiülepedése után több napfény jutott a légkörbe, de az amerikai csoport elemzése szerint ez a folyamat sem elégséges a tapasztalt változás magyarázatához.

A természetes okok kizárása után sokféle modellszámítás alapján mindkét csoport arra a következtetésre jutott, hogy a vízpáratartalom megnövekedése egyetlen okkal magyarázható: az emberi tevékenység eredményeképpen a légkörbe került üvegházhatású gázok okozta felmelegedéssel.

Az eredményeket kommentálva Peter Scott brit klimatológus kiemelte, hogy jól működnek a klímamodellek. A világ felmelegedését kísérő jelenségek a mo-



dellek előrejelzései szerint alakulnak. Ezek az elemzések is mutatják, hogy az emberiség hatással van a bonyolult klímaváltozásokra, és a változások nem merülnek ki a hőmérséklet emelkedésében.

### Kérdések, feladatok:

1. „A melegebb levegő több vízpárát képes magában tárolni. 1 fokos hőmérséklet-emelkedés már 6–7%-kal növeli a légkör vízpáramegtartó képességét” – állítják a cikk szerzői. Alátámasztják ezt az állítást a táblázat adatai? Mutassátok be konkrét példa segítségével!
2. Mivel magyarázható a vízpáratartalom megnövekedése a cikk szerint?
3. Van-e köze a klímaváltozáshoz a megnövekedett páratartalomnak?
4. A téli fűtés időszakában a lakásban kitergetett ruha sokkal hamarabb megszárad, mint egyébként. Mi lehet ennek az oka?

## 3.3. Csoportfeladatok – Vízpára

### 1. csoport: *A levegő nedvességtartalmának meghatározása*

Telítetlen levegőben a vízzel benedvesített hőmérő alacsonyabb hőmérsékletet mutat, mint a száraz hőmérő. A két hőmérséklet különbségéből következtetni lehet a levegő nedvességére.

1. Határozzátok meg két hőmérő segítségével egy terem levegőjének relatív nedvességét a mellékelt táblázat adatainak a felhasználásával!
2. Mennyi víz van a mérés szerint az adott helyiségben g/m<sup>3</sup>-ben?
3. Értelmezzétek a táblázat adatait!

### Kérdés:

Miért és hogyan keletkeznek a nyári zivatarok?

### 2. csoport: *Harmatpont meghatározása*

1. Egy fényes falú konzervdobozt vagy vizes poharat töltsetek meg félig vízzel, és dobjatok bele kisebb jégdarabokat! Helyeztetek hőmérőt a vízbe! A folyamat közben keverjétek a vizet! A jég olvadása során a víz hűlni kezd, így a pohár vagy a doboz fala is. Figyeljétek az edény fényesedő *külső* oldalát, néha húzzátok végig az ujjatokkal, hogy észrevegyétek azt, hogy mikor kezd el homályosodni, harmatosodni az edény oldala. Ekkor olvassátok le a hőmérőt! Az ekkor leolvasott hőmérsékletérték a harmatpont.
2. Miért a külső oldalt kell figyelni?
3. Határozzátok meg a terem levegőjének relatív nedvességét a mellékelt táblázat adatainak a felhasználásával!

4. Mennyi víz van a mérés szerint az adott helységben  $\text{g/m}^3$ -ben?
5. Értelmezzétek a táblázat adatait!

### **Kérdések, feladatok:**

1. Mikor elviselhetőbb a kánikula, párás vagy száraz levegőben?
2. Miért keletkeznek felhők? Mi a köd?

### **3. csoport: *Szalmaszálas nedvességmérő készítése és használata***

Egy szalmaszálat vágjatok hosszában ketté! Az egyik félből vágjatok le kb. 1 mm széles és 8-10 cm hosszú csíkot! Egy deszkalapra ragasszatok parafa dugót! A dugót messétek be, és ebbe dugjátok be a félbevágott szalmaszálat!

A szalmacsík egyik oldala fényes, a másik pedig a nedvszívó tulajdonságú belső rész. Ezért a levegő nedvességének a függvényében a szalmacsík szabad vége többé-kevésbé elhajlik. Ez lehetőséget ad arra, hogy beosztást készítsenek hozzá. A beosztás egyik végéhez egy valamilyen módszerrel már meghatározott aktuális levegőnedvesség értékét kell írni. (Pl. a másik csoport harmatpont-módszerével.) De ismerni kell még a beosztás egy másik pontját is. Egy lehetőség erre: az eszközt leborítjátok egy nagy fazékkal, mely alá tegyetek egy nagyobb darab vizes rongyot, mely az edény alatti levegőt telítette teszi. Kb. 15 perc múlva felemelitek az edényt, és a mutató aktuális végéhez odairjátok a 100%-ot. A két érték közti távolságot egyenletesen osztátok be!

Az eszköz elkészülte után érdemes például az iskolai konyhában meghatározni a nedvességet.

### **4. csoport: *Köd a nagyvárosokban***

Két átlátszó, szintelen literes üvegbe öntsetek néhány ujjnyi vizet, és rázzátok szét, hogy az oldala is nedves legyen. Így vízpárával telített levegő lesz a palackban. Gyűjtsatok meg egy gyufaszálat, és amikor már jól ég, akkor dobjátok bele az egyik palackba! Ezáltal kevés füstöt, koromszemcséket juttatok az üvegbe, melyek kondenzációs magként szolgálnak. Várjatok, míg a füst teljesen eltűnik az üvegben, majd szívjátok meg erőteljesen! Gomolygó köd keletkezik. Tegyétek ezt meg a másik üveggel is, és figyeljétek meg, hogy melyik esetben marad fenn tovább az így keltett köd!

### **Kérdés:**

Miért van a nagyvárosok felett gyakrabban köd?

### 3.4. Csoportfeladatok – szén-dioxid

Végezzétek el a következő kísérletet!

Vegyetek két nagyméretű lombikot, amelyeknek a belsejébe hőmérőt helyeztek! Világítsátok meg a lombikokat egy lámpával! Az egyik lombikba vezessetek szén-dioxid-gázt! Szerintetek mi fog történni? Figyeljétek a hőmérséklet alakulását a két lombikban! (Az a hőmérő fog magasabb hőmérsékletet mutatni, mely a szén-dioxidot tartalmazó lombikban lett elhelyezve.)

1. Hasonlítsátok össze a Vénusz, a Mars és a Föld bolygók légkörét és felszíni hőmérsékletét!
2. Gyűjtsétek össze, mely gázok okoznak üvegházhatást?

#### **Kérdés:**

Van-e okunk félni a szén-dioxid légkörbeli felszaporodásától?

#### **Ajánlott weblapok:**

<http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kifd/0/6891/gfelmelegedes.htm>

<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0502/ujfal0502.html>

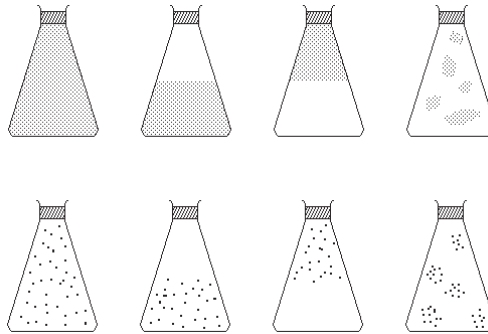
[http://hu.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1lis\\_felmeleged%C3%A9s](http://hu.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1lis_felmeleged%C3%A9s)

## 4. modul

### A modul általános leírása

Modulcím	<b>4. Hőtágulás</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák (NAT- kompatibilitás)</b>	<b>Készségek, attitűdök</b>	A szövegértés fejlődése várható, hiszen a leírás alapján kell a tanulóknak a vizsgálatokat elvégezniük, majd azokat értelmezniük. Mivel csoportokban dolgoznak, a szociális kompetencia is fejlődik. Az állampolgári kompetencia is fejlődik, mert globális problémával foglalkoznak a diákok. Az értelmes tanulással kapcsolatos kompetenciák is fejlődnek, mivel feladat a Függvénytáblázat adatainak értelmezése és annak alapján jelenségek magyarázata. A kísérleti eszközök balesetmentes használatával a természettudományos megismerési módszert, tanulást is gyakorolják a diákok.
	<b>Ismeretek</b>	Gázok, szilárd testek és folyadékok hőtágulása, a hőtágulási együtthatók egymáshoz való viszonya, a hőtágulás jelenségének magyarázata a részecskekép alkalmazásával, a hőtágulással járó jelenségek értelmezése, a 9. évfolyamon egyszerű számítási feladatok megoldása a témával kapcsolatban. A tengervíznek két nagyságrenddel nagyobb a hőtágulása, mint a szárazföldnek, ezért várható a tengerszint megemelkedése.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	<i>A modul tanításához szükséges, meglévő tanulói készségek, képességek, kompetenciák</i> Szövegértés, csoportos kísérletezés, táblázathasználat, egyszerű kísérleti eszközök használata
	<b>Ismeretek</b>	<i>A modul tanításához szükséges, meglévő tanulói ismeretek (fogalmak, összefüggések)</i> Az anyag részecskeképe és az anyag három halmazállapotának értelmezése a részecskeképpel A diákok előzetes tapasztalatai feltehetően a következők lehetnek: higanyos lázmérő, bármilyen folyadékos hőmérő, különböző kannákat nem szabad teljesen teletölteni, sínek közti hézagok szerepe stb.
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tananyag más moduljaival</b>	11. modul, a klímaváltozás hatásai
	<b>Szaktárgyi területekkel</b>	Fizika – 7. évfolyam, a hőtágulás feldolgozása
<b>Háttér</b>	<p>Néhány diagnosztikus kérdést írunk le annak vizsgálatára, hogy a gyerekek milyen szinten birtokolják az anyag részecskék halmazából álló elképzelését:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Írd le, hogyan képzeld el azt a jelenséget, hogy             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) a jég megolvad,</li> <li>b) a cukor feloldódik a teában,</li> <li>c) a melegebb teában gyorsabban feloldódik a cukor,</li> <li>d) ha valaki narancsot eszik az osztályban, arról hamarosan mindenki tudomást szerez!</li> </ol> </li> </ul>	

- A következő kérdésben a gyerekeknek el kell képzelniük, hogy egy lombikból a benne lévő levegő felét kiszivattyúztuk. Meg kell mondaniuk, hogyan helyezkedik el a lombikban a megmaradt gáz. Azt is el kell képzelniük, hogy a gázt mintegy „láthatóvá tesszük”, vagyis rajzban jól szemléltethető a gáz elhelyezkedése. A feladatot érdemes megoldatni úgy is, hogy a gyerekeket kérjük rajzolásra, s úgy is, hogy bemutatunk számukra nyolc rajtot, melyek közül négy a folytonos anyaggéphez, négy pedig a részecskeszemlélethez kapcsolódik, majd megkérdezzük tőlük, hogy szerintük melyik ábra jelzi a leginkább hűen az anyag elhelyezkedését egy lombikban.



- Sok mindent feltár a sajátos gyermeki elképzelések hatásaiból az a feladat, amelyben arra kérik a gyerekeket, hogy mondják meg, mi van a részecskék közötti térben. A vizsgálatok szerint még a 15 éves gyerekek is szép számmal azt képzelik, hogy a részecskék közt levegő van. Nem elhanyagolható arányúak az olyan válaszok, amelyek szerint mikrobák, szennyeződések, más részecskék s hasonlóké helyezkednek el a részecskék között. Arra kell gondolnunk, hogy a részecskék nagyon sok gyerek számára egyáltalán nem azt jelentik, mint egy fizikus vagy egy vegyész számára. A gyerekek sajátos „tárgyaknak” gondolják a részecskéket, olyanoknak, mint amilyenek a székek, a házak, a ceruzák, csak valamivel (esetleg tudják, hogy sokkal) kisebbek. Köztük mindenféle még kisebb „dolgok” lehetnek, amelyek a hétköznapi tárgyaink, anyagaink között is szerepelnek, elsősorban a gyaníthatóan folytonosnak gondolt levegő. E félreértések tisztázásához segítségül közöljük az alábbi táblázatot:

Két pont legkisebb távolsága, amelyet még meg tudunk szemünkkel különböztetni	0,1 mm
Egy nagyobb sejt	$10^{-5} - 10^{-4}$ m, ami 0,000 01 – 0,000 1 m
Baktérium	$10^{-7} - 10^{-5}$ m, ami 0,000 000 01 – 0,000 01 m
Vírus	$10^{-7}$ m, ami 0,000 000 01 m
Közepes molekula	$10^{-9} - 10^{-8}$ m, ami 0,000 000 001 – 0,000 000 01 m
Atomok	$10^{-12} - 10^{-11}$ m, ami 0,000 000 000 001 – 0,000 000 000 01 m

Körülbelül hány atomot tartalmaz egy

átlagos vírus	$10^9$ db, ami 1000 000 000
közepes baktérium	$10^{12}$ db, ami 1000 000 000 000
közepes méretű sejt	$10^{15}$ db, ami 1000 000 000 000 000
közepes méretű ember	$10^{28}$ db, ami 1000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

	<p>A gyerekek „szótárában” tehát a részecskék, atomok, molekulák hamar megjelennek, azonban a kép „tisztulása” még hosszú folyamat. Kutatók gyakran tapasztalták, hogy a gyerekek a részecskéket <i>kis anyagdaraboknak</i> gondolták, a folyadékok esetében pl. cseppeknek, amelyek ugyanolyan tulajdonságokkal rendelkeznek, mint bármilyen más anyagdarab, s nincs köztük kölcsönhatás. Nyilván ez egy „mentő kísérlet” a folytonos anyagkép fenntartása érdekében, hiszen csak annyit kell elképzelni, hogy ezek a kis „részecskék” együttesen építik fel a vizsgált anyagdarabot, s tulajdonképpen az egész folytonosnak tekinthető. Ebből a képből vezethető le a gyermeki elképzeléseknek az a szintén nagy arányban előforduló jellegzetessége, hogy az olyan anyagi tulajdonságokat, mint a keménység, a hidegség, a melegség, a szín, az összenyomhatóság stb., a részecskéknek, gyakran az atomoknak tulajdonítják.</p> <p>A részecskekép fejlődését jelzi, hogy míg kisebb gyerekek esetében a szilárd anyagok részecskéinek elképzelése során gyakran fordul elő, hogy <i>véletlenszerűen elhelyezkedőnek</i> gondolják az építőköveket, addig az idősebbek egyre inkább elfogadják a rendezett struktúra létét. Míg korábban nem gondolják a részecskéket egyformának egy adott (homogén) anyagdarabban, addig az idősebbek (16-18 évesek) nagy többsége már birtokolja ezt a tudást.</p>	
Tanulásszervezés	<b>Ajánlás</b>	Csoportos kísérletezés, majd frontális összegzés, válasz a feltett kérdésre
	<b>Változatok</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A hőtágulás bemutatására vannak különböző demonstrációs eszközök, továbbá demonstrációs mérések elvégzésére szolgáló eszközök. Amennyiben ezek rendelkezésre állnak, akkor természetesen célszerű ezeket vagy ezeket is használni a mérések során.</li> <li>Amennyiben több csoportot lehet kialakítani, akkor 2 vagy 3 csoport is kaphatja ugyanazt a feladatot.</li> <li>Ha még csak most ismerkednek a csoportos feladatmegoldási lehetőségekkel a gyerekek, vagy lassúak, akkor nem szükséges mindegyik részfeladatot elvégeztetni.</li> </ul>
<b>Differenciálás</b>	Vegyes csoportok	
<b>Tanulási környezet</b>	Piknométer, üveglád vízfürdőhöz, hőmérők, melegítési lehetőség, 500 cm <sup>3</sup> térfogatú lombik, lufik, szívószál, papírtörölő, mérleg (lehetőleg digitális, század grammot is mutató), hurkapálca, varró tű, fémhuzal, üveglapok, denaturált szesz, csomagolópapír, tollak, illetve számítógép, digitális tábla a számítógépen készült bemutatókhoz.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Részecskekép megléte
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Osztálytermi környezetben, feladathoz kapcsolódó, segítő értékelés, visszajelzés
<b>Kiegészítések</b>	9. évfolyam, további mérőkísérletek, illetve számításos, kvantitatív feladatok	

### A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Ráhangolódás Probléma felvetése (4.1.)	Tanár felteszi a következő kérdéseket: 1. Veszélyben vannak-e szerinte- tek a tengerparti települések? 2. Igen/nem szavazás. 3. Mely városok lehetnek a legin- kább veszélyben? 4. Mit gondoltok, a világtenger szintje miért fog feltehetően megemelkedni a hőmérséklet emelkedése következtében?	4.1. melléklet
2.	25	Csoportos kísérlete- zés (4.2.)	A víz, egy szilárd anyag és a levegő hőtágulásának kísérleti vizsgálata	4.2. melléklet Piknométer, üveggád vízfürdőhöz, hőmérők, melegítési lehetőség, 500 cm <sup>3</sup> térfogatú lom- bik, lufik, szívószál, pa- pírtörő, mérleg (lehetőleg digitális, szá- zad grammot is muta- tó), hurkapálca, varróút, fémhuzal, üveglapok, denaturált szesz, cso- magolópapír, tollak, il- letve számítógép
3.	15	Összegzés	1. A csoportok bemutatják kísérle- teiket, válaszolnak a feltett kér- désekre. 2. Válaszolnak az óra elején feltett kérdésre. Kiknek változott a vé- leménye az óra elején adotthoz képest és miért?	Digitális tábla a prezen- tációkhoz, térképek

## Mellékletek

### 4.1. Néhány város tengerszint feletti magassága

Ország	Város	Átlagos tengerszint feletti magasság (m)
Hollandia	Amszterdam	1,5
Belgium	Antwerpen	5,0
Nagy Britannia	London	45,0
Dánia	Koppenhága	5,0
Spanyolország	Barcelona	12,0

Ország	Város	Átlagos tengerszint feletti magasság (m)
Portugália	Lisszabon	95,0
Franciaország	Marseille	162,0
Olaszország	Nápoly	10,0
Görögország	Theszaloníki	61,0
Norvégia	Oslo	96,0
Vietnam	Ho Shi Minh-város	10,0
Szingapúr	Szingapúr	10,0
Fülöp-szigetek	Manila	15,0
Indonézia	Dzsakarta	8,0
Ausztrália	Darwin	30,0
Új-Zéland	Christchurch	10,0
Törökország	Isztambul	39,0
Írország	Dublin	15,5
Észak-Írország	Belfast	20,0
Svédország	Stockholm	44,0
Németország	Hamburg	6,0

## 4.2. Csoportfeladatok

### *Folyadékok hőtágulási együtthatójának meghatározása piknométerrel*

A piknométer olyan lombik, mely vékony kapilláris csőben végződik, amelyen be van jelölve a térfogata. Mérjétek meg a piknométer tömegét, majd kb. a jelig töltsétek meg vízzel! Állítsátok kb. 20 °C-os vízfürdőbe a piknométert! Amikor felvette a fürdő hőmérsékletét, akkor szűrőpapírcsikkel szívassátok fel a piknométer kapilláris csővéen látható jel feletti vizet. A folyadék akkor vette fel a vízfürdő hőmérsékletét, amikor a kapillárisban már megállt a folyadékszint emelkedése. A vízfürdőből kiemelt, szárazra törölt, vízzel teli piknométer tömegét mérjétek meg, s ebből számítsátok ki a benne lévő víz tömegét!

Ezután magasabb hőmérsékletű (pl. 50 °C) vízfürdőbe, helyezve a vízzel telt piknométert, ismételjétek meg a mérést! A hőmérséklet-emelkedés hatására növekedni fog a vízszint, melyet szűrőpapírcsikkel szívassátok fel a jelig! Majd ismét emeljétek ki a vízfürdőből, töröljétek szárazra, és mérjétek meg a tömegét, melyből számítsátok ki a bennmaradt víz tömegét!

A térfogat- és tömegadatokból számoljátok ki mindkét esetben a sűrűséget!

A sűrűség a következőképpen függ a hőmérséklettől szilárd anyagok és folyadékok esetében:  $\rho_t = \frac{\rho_0}{1 + \beta t}$ . Innen a hőtágulási együttható már számolható.



1. Ismételjétek meg a mérést alkohollal (denaturált szesszel) is!
2. A Függvénytáblázatból keressétek ki még néhány folyadék hőtágulási együtthatóját!
3. Milyen gyakorlati következményei vannak felfedezéseeteknek? Szabad-e színültig tölni a különböző folyadéktároló edényeket?

### ***Szilárd testek vonalas hőtágulása***

Fektessétek egy kb. 0,5 m hosszú fémrúd (huzal) végeit egy-egy állványra! A rúd egyik végét rögzítsétek, pl. egy 2 kg tömegű mérő súly ráhelyezésével. A rúd másik végét tartó állvány és a rúd közé tegyetek egy kb. 5x5 cm-es üveglapot! Erősítsetek varrótű végére egy szívószálat vagy hurkapálcát, és csúsztassátok a tűt a rúd hosszára merőlegesen a rúd és az üveglap közé! Mi történik szerintetek, ha rudat elkezdtétek melegíteni? Mi fog történni a tűvel, és az mit jelent?

*Hasonlítsátok össze a Függvénytáblázat adatainak a felhasználásával a vas, a réz és az alumínium vonalas hőtágulását!*

*Milyen gyakorlati vonatkozásai vannak felfedezéseeteknek? Keressetek példákat!*

### ***Gázok hőtágulása***

#### **1. Kísérlet lufival**

Húzzatok lufit egy  $100\text{ cm}^3$  térfogatú lombik vagy kisebb üveg szájára, majd melegítsétek a lombikot például a kezetekkel, vagy helyezzétek vízfürdőbe!

Mit vártok, mi fog történni?

Hűtsétek le a lombikot! Mit vártok, mi fog történni?

#### **2. Kísérlet lombikkal**

Merítsétek festett vizet tartalmazó tálba egy  $500\text{ cm}^3$  térfogatú lombik száját! Melegítsétek a lombikot a kezetekkel vagy borszeszégővel!

Mit vártok, mi látható a lombik szája körül?

Egy idő után hagyjátok abba a melegítést, és engedjétek lehűlni a lombikot! Ismét figyeljétek a lombik nyakát!

Az történt, amit vártatok?

#### **3. Szökőkút készítése**

Töltsetek meg egy palackot félig vízzel! A palack tetejét lukasszátok ki, és helyezzétek a lukba egy szívószálat, melyet így csavarjatok vissza a palackra!

Tömjétek be gyurmával a réseket mindenhol! Tegyétek a palackot forró vizet tartalmazó edénybe, mely a bent lévő levegőt is melegítse!

Mit vártok, mi fog történni?

Ha ügyesek vagytok, hamarosan a szívószálon keresztül kispriccel egy kevés víz. Miért?

4. Milyen gyakorlati következményei vannak felfedezéseeteknek? Keressetek példákat a mindennapi életből!
5. Keressétek meg a gázok hőtágulási együtthatóját!

**A modulban előforduló hivatkozások:**

**Háttér:** Nahalka István (2002): A gyermektudomány elemei a fizikában. In: *A fizikatanítás pedagógiája*. Szerk.: Radnóti Katalin – Nahalka István. Nemzeti Tankönyvkiadó, 177. oldal.

**4.1. Környezeti kapcsolatok.** 1998. OKI-kiadvány. Globális felmelegedés 31–55. oldalak (53. oldal).

## 5. modul

### A modul általános leírása

<b>Modulcím</b>	5. A globális klímaváltozás és a társadalmi folyamatok kapcsolata	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> (NAT- kompatibilitás)	<b>Készségek, attitűdök</b>	Társadalmi érzékenység kereszttantervi kompetencia fejlesztése. Anyanyelvi kulcskompetencia, a szövegértés, szövegalkotás. Információkeresés és -felhasználás. Képi információ kezelése (képértelmezés, rajzos kifejezősmód). Lényegkiemelés, történeti szemlélet, az alkotóképesség és kreativitás kognitív kompetenciák fejlesztése.
	<b>Ismeretek</b>	Az ipari termelés és a tudományos-technikai forradalomhoz vezető út. Társadalmi folyamatok és természettudományos tények összevetése. Társadalmi folyamatok természettudományos és társadalmi következményei.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Olvasás, információkeresési képesség adott szinten. Diagramok, grafikonok elemzése, értelmezése.
	<b>Ismeretek</b>	Az ipari és mezőgazdasági tevékenység alapszintű ismerete. Az őskori és modern kori ember termelőtevékenységének alapszintű ismerete.
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tananyag más moduljai-val</b>	Előzmény: a klímaváltozást okozó természeti tényezők. Kimenet: alkalmazkodás a klímaváltozás következményeihez, lokális és globális lehetőségek a klímaváltozást okozó gázok csökkentése érdekében.
	<b>Szaktárgyi területekkel</b>	Történelem/társadalomismeret: neolitikus forradalom, ipari forradalom, tudományos-technikai forradalom. Földrajz: a légkör összetétele, élelmiszer-termelés, gazdasági szektorok, környezetszennyezés, globális környezeti problémák. Biológia: az emberi természet, humánétológia, globális környezeti problémák. Kémia: üvegházhatást okozó gázok kémiai tulajdonságai.
<b>Háttér</b>	Lényeges, hogy ne alakuljon ki az a képzet, hogy a jelenlegi társadalmi berendezkedés annyira rossz, hogy „nincs mit tenni”. Az Izmael által közvetített probléma, ne legyen megoldhatatlannak tűnő feladat. Fontos felfedeztetni mindennapi életünkben a „meghagyó” attitűdöket is.	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	Az ajánlott óraterv egyéni és csoportmunkára épül, részben kooperatív, részben hagyományos keretek között.
	<b>Változatok</b>	Az 5.1. melléklet rövidebb változata azoknak az osztályoknak ajánlott, amelyeknek egy hosszabb szöveg elemzése nehezebben megy, vagy általában lassabban haladnak az újabb ismeretek és készségek elsajátításával.
<b>Differenciálás</b>	A modul feladatai közül választható egyszerűbb, szövegértés-fejlesztő vagy összetettebb, mélyebb ismereteket is érintő feladat. Az 5.1. melléklet alkalmazása lehetőséget ad a csoportok közötti differenciálásra is. A feladatválasztás igazodhat a csoport képességszintjéhez, illetve a fejlesztési szükségleteihez. Vannak rajzos feladatok is, ezekben a szaktárgyi ismeretekben gyengébb tanulók is sikeresek lehetnek.	
<b>Tanulási környezet</b>	Csoportmunkára (4-5 fő) berendezett terem, rajzeszközök, egy nagyobb méretű lap, minden csoportnál, amelyre majd az időszalag rajza kerül.	

<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	A bevezető részben a tanár az előzetes tudás felszínre hozását segítő kérdéseket tehet fel. Némileg hosszabb időben rövid diagnosztikus teszt is íratható. A kettő kombinációja a tanár kérdéseire való írásbeli válaszadás, amely válaszok közül néhányat a tanulók felolvasnak, érzékelteve a különféle elképzeléseket, tudáselemeket.
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Osztálytermi környezetben, feladathoz kapcsolódó, segítő értékelés, visszajelzés. Csoportmunka során a tanár rövid ideig megfigyeli és szükség esetén segíti az előrehaladást. A csoportok között verseny alakítható ki, amire legalkalmasabb az elkészült időszalagok összehasonlítása.
<b>Kiegészítések</b>	A modul általános és szakiskolai felhasználásra is alkalmas. Utóbbi iskolatípusban inkább a gyakorlati munka (rajzolás) és az egyszerűbb/egyszerűsített szövegértési feladatok alkalmazhatók.	

### A modul forgatókönyve

<b>Lépés</b> (szakasz)	<b>Idő</b> (perc)	<b>Feladat</b> (megnevezés)	<b>Tevékenység</b> (tanuló/tanár)	<b>Szükséglet</b> (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Csoportalakítás Ráhangolás, feladatismertetés	<i>Tanár:</i> kialakítja a korábban már létrejött csoportokat. Kiosztja az 5.1. mellékleteket, és szóban röviden kiegészíti, az első (I.) feladathoz tartozó információkat. <i>Tanulók:</i> megalakítják a korábban már létrejött csoportjaikat. Végighallgatják tanárukat.	Asztalok a csoportoknak, íróeszköz, munkalap 5.1. melléklet (Izmael) I. feladat
2.	10	Izmael I. feladat (5.1.)	<i>Tanár:</i> segíti a csoportokat, ha vannak felmerülő problémák, illetve segít a csoportoknak összegyűjteni a kérdésekre adandó válaszokat. <i>Tanulók:</i> csöndben dolgoznak, a szövegben (ha szükséges) kiemeléseket hajtanak végre. A csoportok válaszolnak a feltett kérdésekre, majd összegyűjtik a különféle válaszokat.	Íróeszköz, munkalap
3.	15	Izmael II. feladat	<i>Tanár:</i> elmondja a következő (II.) feladatot, felhívja a nehézségekre a figyelmet. A feladatok megoldása közben segít a csoportoknak elemezni a szöveget és a grafikonokat. <i>Tanulók:</i> végighallgatják tanárukat, majd csöndes munka keretében elemzik a szövegeket (pl. szóforgó vagy szakértői mozaik segítségével), és végül a csoportok közösen megrajzolják az időszalagot.	íróeszköz, munkalap, rajzeszközök, nagyobb méretű papír 5.1. melléklet (Izmael) II. feladat

4.	10	Gazdasági tevékenység és üveg-házhatású gázok (5.2.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a következő feladatlapot, és röviden ismerteti a feladatot. Ha a diákok már dolgoznak, segíti a csoportokat munkájukban. <i>Tanulók:</i> végighallgatják tanárukat, először csöndben dolgoznak, majd megbeszélik a felmerülő problémákat, és közösen megoldják a feladatlapot.	Íróeszköz, munkalap  5.2. melléklet első, második és harmadik feladata
5.	5	Lezárás	<i>Tanár:</i> lezárja és röviden összefoglalja az órát. <i>Tanulók:</i> végighallgatják tanárukat.	

## Mellékletek

### 5.1. Izmael – egy gorilla gondolataitól a tudományos-technikai forradalomig

#### I. feladat:

Izmael egy híres könyv címe és az abban szereplő, gondolkodó gorilla neve. Próbáljuk meg egy teljesen kívülálló lény szemével nézni az emberiséget! Lehet az akár egy barátságos gorilla is! A könyv e kedves behemót segítségével próbál rávilágítani arra, hogy az emberiség története során, hogyan jutott el oda, hogy környezetét jelentős mértékben pusztítsa, és akár az egész Föld élővilágát veszélyeztesse.

Izmael szerint azokat a fejlett ipari társadalmakat, amiket „civilizáltak”-nak szoktunk nevezni, valójában helyesebb „Elvevők”-nek hívni. Idesorolhatók azok a gazdaságilag kevésbé fejlett országok is, akik ezt a célt szeretnék elérni, tehát a Föld lakosságának legnagyobb része az Elvevők közé tartozik. Izmael szerint azokat, akik még hagyományos körülmények között élnek, például az esőerdők mélyén lakó indiánok vagy az afrikai nomád állattartók, akiket „primitív” népeknek tekintünk (és gyakran lenézünk), helyesebb „Meghagyók”-nak nevezni.

#### *Mi jellemző az Elvevőkre?*

Az **Elvevők** nem tartanak be olyan természeti törvényeket, amelyek minden más fajra érvényesek:

1. Az Elvevőkön kívül egyetlen faj sem irtja ki a vetélytársait. Az állatok ölnek ugyan állatot, de vagy azért, hogy megegyék, vagy önvédelemből, ill. félelemből. Az állatvilágban is létezik a saját terület védelme, de nem fordul elő más csoportok ellen irányuló tömeges erőszak vagy hajtóvadászat.

2. Az Elvevőkön kívül egyetlen faj sem semmisíti meg a vetélytársak táplálékát, hogy helyet csináljon a sajátjának. A természetben az a norma, hogy vedd el, amire szükséged van, a többit hagyd békén.
3. Az Elvevőkön kívül egyetlen faj sem tagadja meg a vetélytársaitól, hogy táplálékhoz jusson. Az állat védelmezi ugyan a zsákmányát, de nem tekint sajátjának az egész csoportot, amelyből zsákmányolt.

A **Meghagyók** betartják ezeket a törvényeket, ezért évezredek óta békében és nyugalomban élnek azzal a természeti környezettel, amely körülveszi őket. Ez persze nem jelenti azt, hogy ne lennének mindennapi nehézségeik.

Hogyan alakulhatott ez ki? Talán van valami bajuk az Elvevőknek? Izmael, a gorilla erre azt válaszolja, hogy: „Az embereknek alapvetően semmi bajuk sincs. Ha egy olyan történet adott, mely összhangot teremt köztük és a világ között, akkor összhangban fognak élni a világgal. De ha olyan történet adott, mely a világgal szembeállítja őket, mint ahogy a tettek teszi, akkor a világgal szemben állva fognak élni. Ha egy olyan, melyben ők a világ urai, a világ uraiként fognak *szerepelni*. Ha pedig olyan történet adott, melyben a világ meghódítandó ellenség, úgy fogják meghódítani azt, mint ellenséget, s egy napon, elkerülhetetlen módon, ellenségük halálos sebekből vérezve fekszik majd a lábaiknál – ahogy ma a világ.”

### **Kérdések:**

1. Milyen különbségek fedezhetők fel az elvevők és a meghagyók között?
2. Milyen típusú társadalmak terjedtek el a Földön? Az „Elvevők” vagy a „Meghagyók”?
3. Mi jellemző arra a szemléletmódra, amelynek megváltoztatását Izmael sürgeti?

Ezek szerint, ha megpróbáljuk megváltoztatni a világhoz, a természethez és a Földhöz fűződő szemléletünket, akkor sok minden megváltozhat...

Izmael szerint a Meghagyóknak van még egy pozitív tulajdonságuk: nem gondolják, hogy övék az egyetlen helyes út, nem hiszik azt, hogy rá kell erőltetni az akaratukat környezetükre.

Szerencsére ma már egyre gyakrabban találkozhatunk a „Meghagyó” szemlélettel is.

### **Otthoni feladat:**

1. Figyeljétek magatokat egy napon vagy akár egy héten keresztül! Jegyezzétek fel, mikor, melyik cselekedet volt „Elvevő”, és melyik „Meghagyó” típusú!
2. Készítsetek erről rövid naplót!

## II. feladat:

Izmael szerint az emberiség életében fontos állomás volt az élelmiszer-termelési forradalom, amely a kőkorszakban, Kr. e. 8000 körül volt. Ekkor az emberiség nagyobbik része letelepedett, áttért a földművelésre, és azt gondolta, hogy a mezőgazdaság minél hatékonyabbá tétele a fejlődés egyetlen lehetséges útja.

Az élelmiszer-termelési vagy más néven, neolitikus forradalom után egyéb fontos változások következtek, melyek elvezetnek jelenkori társadalmunkhoz.

### Feladat:

Készítsetek időszalagot, amelyen bejelölitek az emberiség jelentősebb társadalmi-gazdasági változásait az alábbi információk alapján!

Ezután válaszoljatok a kérdésekre!

### 1. Neolitikus forradalom (Kr. e. 7000–8000)

Az esemény valahol Délnyugat-Ázsiában kezdődött – körül, és az emberiség egyik legfontosabb változásának tekinthető. A helyben élés a személyes tulajdon elkerítésének és némi birtok hozzácsatolásának lehetőségét nagyban megkönnyítette. A történelem előtti emberek ebben a helyzetben már készleteket tudtak felhalmozni, és a felesleget el tudták cserélni egymással. Amint a és a megbízható élelemellátás kiépült, a népesség növekedésnek indult. Ez idő alatt kezdett a fontosabbá válni az emberek számára.

### 2. Ipari forradalom (1780–1850)

Ipari forradalom a neve annak az átfogó társadalmi, és változásnak, amely nagyjából és között először, majd és egyes régiókban zajlott le. Az átalakulás az eleinte szénfűtésű gőzgép feltalálásával és először a textilüzemekben elindult gépesítéssel kezdődött. Az ipari forradalom technológiai és gazdasági folyamatainak a gőzhajtású hajók, csónakok és a gőzvasút bevezetése adott újabb lendületet. Az ipari forradalom komplex gazdasági-társadalmi átalakulás. Három lényeges folyamata volt: új anyagok feltűnése, új energia- és erőforrások születése, a gépesítés és a munkaszervezés új formái.

### 3. Második ipari forradalom (1870–1914)

A második ipari forradalom 1871 és 1914 között új találmányokat hozott a , az , az és az . Az árucikkek szintén fejlődésnek indult, az étel, az ital, a ruházat, a közlekedés, a korai rádiók és előállításának gépesítése a lakosság szükségleteit szolgálta, egyúttal egyre több munkahelyet teremtett. A „második ipari forradalom” a világgazdaság átrendeződésével járt együtt: a Föld új és növekvő súlyú vezető hatalmai és az lettek.

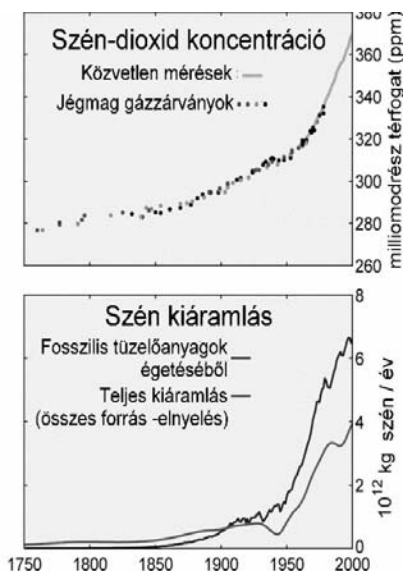
Az ipari forradalmak magját az energiahordozók és az energia felhasználása képezi: az első ipari forradalom esetében szén- és faalapú gőz, a második ipari forradalomban a belső égésű és elektromos motoros generátorok.

#### 4. Tudományos-technikai forradalom (1945-től napjainkig)

Korunk ipari fejlődését gyakran nevezik „tudományos-technikai forradalom”-nak. Ezen azt értjük, hogy az ipar a tudományos eredmények segítségével termel újat. Nem mindig volt így. Bőrt cserzeni, acélt gyártani és sok mászt az emberiség jóval azelőtt tudott, hogy fogalma lett volna a folyamat mibenlétéről. Az ipar a gyakorlat tapasztalatai alapján fejlődött, és csak utána következett a tudományos elmélet kidolgozása. Jellemző példa erre: a 18. században találták fel és vették használatba a gőzgépet. Működésének tanulmányozása révén azonban csak jó száz évvel később született meg a fizika egyik ága, a termodinamika tudománya.

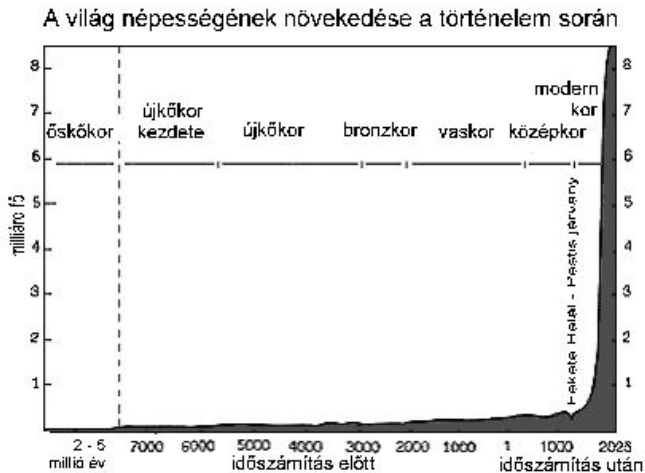
#### Feladat:

1. Válasszatok ki mind a négy forradalmi változásból olyan következményeket, amelyek elősegítették a jelenleg zajló klímaváltozás kialakulását! Írjátok ezeket az időszak mellé!
2. Tanulmányozzatok az alábbi grafikonokat, és vessétek össze az elkészített időszakokkal! Milyen összefüggések figyelhetők meg a grafikonok és az átlalatok készített időszak között?



5.1.1. ábra. A szén-dioxid-koncentráció alakulása





5.1.2. ábra. A világ népességének növekedése a történelem során

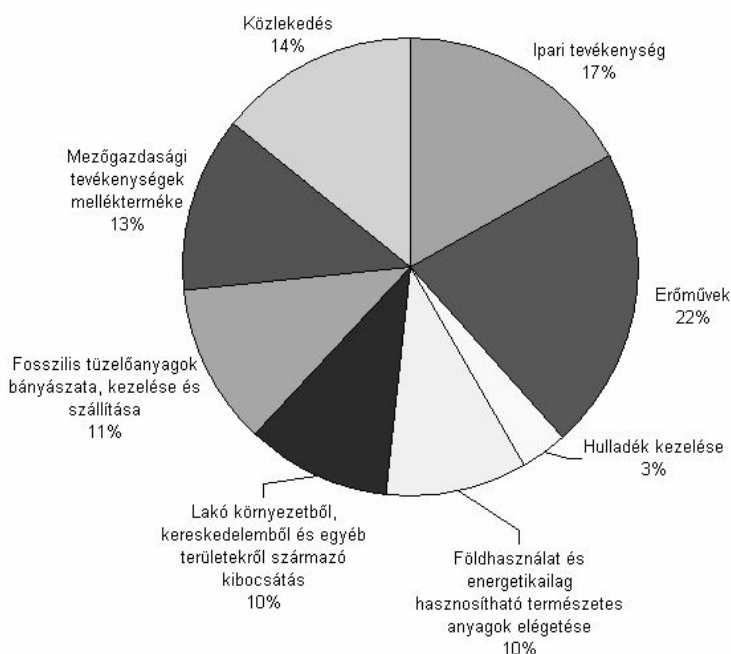
## 5.2. Gazdasági tevékenység és üvegházhatású gázok

A gazdasági tevékenység különféle ágazatai eltérő módon befolyásolják a globális klímaváltozást. Ha megmérjük, hogy az egyes szektorok milyen mértékben részesülnek az üvegházgázok kibocsátásából, akkor egyértelműbbé válik, hogy hol a legaggasztóbb a helyzet. Az alábbi diagram ezt ábrázolja.

### Elemezzétek a kördiagramot és válaszoljatok a kérdésekre!

1. Mely tevékenységek állnak az élen az üvegházgáz-kibocsátás szempontjából? Írjátok le sorrendben az első hármat!
2. Melyek azok a területek (körcikkelyek), ahol ti is tudnátok tenni a kibocsátás csökkentése érdekében?
3. Melyek azok a területek, ahol inkább csak a kormányok és állami vezetők tudnának tenni a kibocsátás csökkentése érdekében?

## Az üvegházgázok kibocsátása a Földön szektoronként



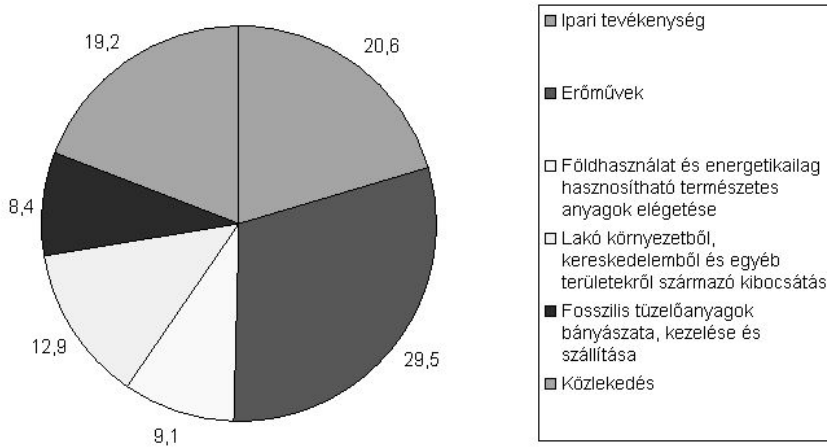
5.2.1. ábra. Az üvegházgázok kibocsátása a Földön szektoronként

Az egyik legfontosabb üvegházhatást fokozó gáz a szén-dioxid.

**Elemezd a következő diagramot és válaszolj a kérdésre!**

1. Mely tevékenységek állnak az élen a szén-dioxid-kibocsátás szempontjából? Írjátok le sorrendben az első hármat!
2. Keressetek példákat arra, hogy milyen konkrét tevékenység okoz jelentős szén-dioxid- kibocsátást, és az melyik ágazathoz (szektorhoz) tartozik!

**Szén-dioxid kibocsátás a Földön szektoronként (%)**  
(Az összes kibocsátott üvegházgáz 72%-a)



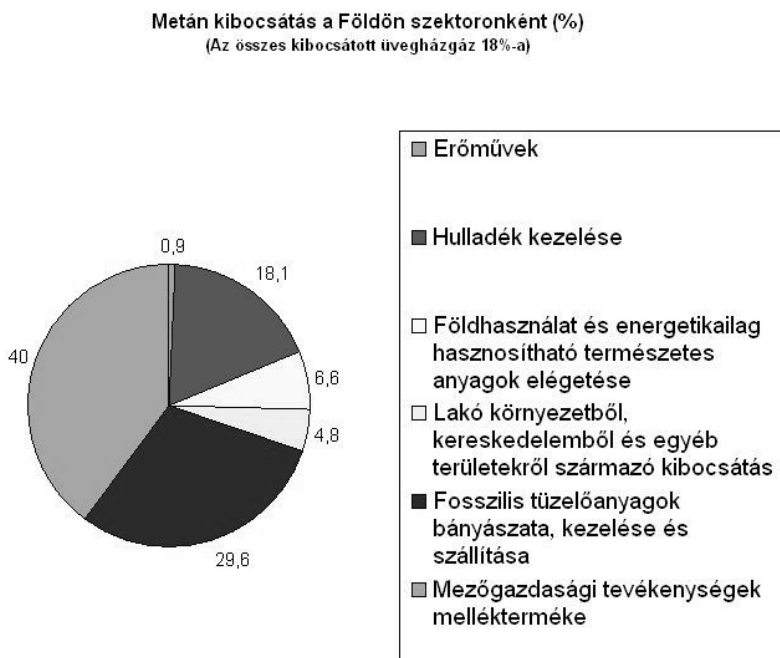
**5.2.2. ábra. Szén-dioxid-kibocsátás a Földön szektoronként**  
(Az összes kibocsátott üvegházgáz 72%-a)

Jelentős üvegházhatást fokozó gáznak számít a metán is.

**Elemezd a következő diagramot és válaszolj a kérdésekre!**

1. Mely ágazatok állnak az élen a metánkibocsátás szempontjából? Írjátok le sorrendben az első hármat!

2. Keressetek példákat arra, hogy milyen konkrét tevékenység okozhat jelentős metán- kibocsátást, és az melyik ágazathoz (szektorhoz) tartozik!



**5.2.3. ábra. Metánkibocsátás a Földön szektoronként**  
(Az összes kibocsátott üvegházgáz 18%-a)

#### A modulban előforduló hivatkozások:

##### 5.1.

**I. feladat:** Daniel Quinn: Izmael. Föld Napja Alapítvány, 1993;

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Izmael\\_%28k%C3%B6nyv%29](http://hu.wikipedia.org/wiki/Izmael_%28k%C3%B6nyv%29)

Izmael. Könyvajánló olvasható a Tudatos Vásárlók honlapján:

Izmael c. könyv szövege: <http://izmael.freeblog.hu/>

**II. feladat:** Wikipedia, neolitikus forradalom szócikk :

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Neolitikus\\_forradalom](http://hu.wikipedia.org/wiki/Neolitikus_forradalom)

Wikipedia, ipari forradalom szócikk: [http://hu.wikipedia.org/wiki/Ipari\\_forradalom](http://hu.wikipedia.org/wiki/Ipari_forradalom)

Wikipedia, második ipari forradalom szócikk:

[http://hu.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1sodik\\_ipari\\_forradalom](http://hu.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1sodik_ipari_forradalom)

Kempelen Farkas Digitális Tankönyvtár – A kémia eredete és tárgya:

<http://www.hik.hu/tankonyvtar/site/books/b46/ch01.html>

A szén-dioxid-koncentráció alakulása (5.1.1. ábra):

[http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Carbon\\_History\\_and\\_Flux-2.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Carbon_History_and_Flux-2.png)

A világ népességének növekedése a történelem során (5.1.2. ábra):

## 5.2.

Az üvegházgázok kibocsátása a Földön szektoronként (5.2.1. ábra):

[http://www.globalwarmingart.com/wiki/Image:Greenhouse\\_Gas\\_by\\_Sector\\_png](http://www.globalwarmingart.com/wiki/Image:Greenhouse_Gas_by_Sector_png)

Szén-dioxid-kibocsátás a Földön szektoronként (5.2.2. ábra):

[http://www.globalwarmingart.com/wiki/Image:Greenhouse\\_Gas\\_by\\_Sector\\_png](http://www.globalwarmingart.com/wiki/Image:Greenhouse_Gas_by_Sector_png)

Metánkibocsátás a Földön szektoronként (5.2.3. ábra):

[http://www.globalwarmingart.com/wiki/Image:Greenhouse\\_Gas\\_by\\_Sector\\_png](http://www.globalwarmingart.com/wiki/Image:Greenhouse_Gas_by_Sector_png)

## 6. modul

### A modul általános leírása

Modulcím	<b>6. Éghajlati rendszerek állapotának leírása</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> (NAT- kompatibilitás)	<b>Készségek, attitűdök</b>	A természettudományos és műszaki kulcskompetencia, a tudomány működéséről, szerepéről alkotott kép. A tényeken (megfigyelések, mérési adatok) alapuló következtetések jelentőségének belátása, a tudományos tevékenység iránti bizalom. A mérésekkel kapcsolatos általános készségek (eszközismeret, használat, adatkezelés), konkrétan a hőmérsékletmérés területén. Anyanyelvi kulcskompetencia, szövegértés, szövegalkotás. Információkeresés, felhasználás. Képi információ kezelése (képértelmezés, rajzos kifejezőmód).
	<b>Ismeretek</b>	Mérés fogalma, szerepe a tudományban. Távérés, globális mérőhálózat. Hőmérséklet fogalma, hőmérsékletmérés elve, hőmérők típusai, hőmérsékleti skálák. Sugárzás energiája, szinkép. Folyadékkristály-állapot.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Olvasás, információkeresési képesség adott szinten. Biztonságos laboratóriumi munkavégzés. Önálló munkavégzés utasítássor alapján.
	<b>Ismeretek</b>	Anyagszerkezet: részecskeszemlélet, halmazszerkezet-típusok. Energiafogalom adott szinten.
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tananyag más moduljaival</b>	Előzmény: éghajlati rendszerek. Kimenet: éghajlati modellek.
	<b>Szaktárgyi területekkel</b>	Fizika: energia fogalma, hőtani alapismeretek, halmazállapot-változások, fénytan (infravörös fény, spektrum), rádióhullámok. Kémia: halmazszerkezet, elemek, keverékek összetétele (koncentráció).
<p>A projekten belül ez a modul a rendszerállapot leírásával foglalkozik. A természettudományos műveltség részeként a tudomány működéséről igyekszik képet adni. Célja, hogy a tanulók lássák, a tudomány a tényekre alapozza állításait, az elméletek és előrejelzések kiindulópontja, illetve próbája a megfigyelések és mérések adatainak felhasználása.</p> <p>A modul bevezető részében (a tanóra elején) világítsunk rá arra, hogy a problémák tudományos vizsgálatának alapját az adott rendszerről gyűjtött tények képezik. Ezek az adott rendszer különféle állapotainak leírását, állapotjelzőire vonatkozó adatait jelentik. A tények elemzésével, összevetésével kutatható a változások és folyamatok lefolyása, oksági viszonyaik megértése. A mérési eredmények lesznek az éghajlati modellek bemenő adatai, ezekre alapulnak az éghajlati forgatókönyvek előrejelzései.</p> <p>Szintén a tudomány működését jellemzi a kutatómunka nemzetköziségének bemutatása. Az éghajlatkutatásban nélkülözhetetlen a tudományterületek és a nemzetek összefogása, amit a nemzetközi szervezetek (ENSZ, EU) koordinálnak.</p>		

<b>Háttér</b>	A tudomány működésével kapcsolatos másik kérdéskör a társadalmi támogatás (beágyazottság) problémája. Ez jelenti a társadalom igényeit kielégítő megrendeléseket, a tudományos eredmények visszahatását a társadalomra és nem utolsósorban a tudomány anyagi finanszírozását. A költséges kutatások (pl. műholdas mérések) megfelelő anyagi háttérrel igényelnek, ezért elsősorban a fejlett országok támogatását kell megnyerni. A kutatási tevékenység előkészítheti a politikai döntéseket, de nincs közöttük egyenes összefüggés, pl. azért, mert ilyen összetett probléma esetén többféle következtetés is levonható, illetve a (vélt vagy valós) gazdasági érdekek felülírják a tudósok által szükségszerűnek ítélt döntéseket. A fenti szempontok megjelennek az egyes feladatokban, de szükség szerint a tanár is hangsúlyozhatja ezeket a csoportmunka során.	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	Az ajánlott óraterv csoportmunkára épül, részben kooperatív, részben szabad munkamegosztásban.
	<b>Változatok</b>	A 4/B változat mérési gyakorlatot tartalmaz, ajánlható a szakiskoláknak vagy a labormunkában járatosabb csoportok számára.
<b>Differenciálás</b>	A feladatokban jelzett lehetőségek alapján. A modul feladatai közül választható egyszerűbb, szövegértés-fejlesztő vagy összetettebb, mélyebb ismereteket is érintő feladat. A feladatválasztás igazodhat a csoport képességszintjéhez, illetve a fejlesztési szükségleteihez. Vannak rajzos, illetve kísérleti feladatok, ezekben a szaktárgyi ismeretekben gyengébb tanulók is sikeresek lehetnek.	
<b>Tanulási környezet</b>	Csoportmunkára (4-5 fő) berendezett terem, rajzeszközök, lapok, nyomtatott feladatlapok (részben színes), kísérleti munkára alkalmas terem, feladatban jelzett eszközök.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	A bevezető részben a tanár az előzetes tudás felszínre hozását segítő kérdéseket tehet fel. Némileg hosszabb időben rövid diagnosztikus teszt is íratható. A kettő kombinációja a tanár kérdéseire való írásbeli válaszadás, a válaszokat néhány tanuló felolvassa, érzékeltetve a különféle elképzeléseket, tudás- elemeket.
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Osztálytermi környezetben, feladathoz kapcsolódó, segítő értékelés, visszajelzés. Csoportmunka során a tanár rövid ideig megfigyeli és szükség esetén segíti az előrehaladást. A beadott feladatlapokból összeállítható a projekt portfóliója, ezt írásban lehet értékelni, ami a kompetenciafejlesztés hosszabb távú feladatában segíthet.
<b>Kiegészítések</b>	A modul általános és szakiskolai felhasználásra is alkalmas. Utóbbi iskolatípusban inkább a gyakorlati munka (kísérlet, rajzolás) és az egyszerűbb/egyszerűsített szövegértési feladatok alkalmazhatók.	

## A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Bevezető	<i>Tanár:</i> elmondja a modul rövid felvezető részét. <i>Tanulók:</i> figyelnek, jegyzetelnek.	
2.	10	Légkör-megfigyelések, mérések Magyarországon 1., 2., 3. feladat (6.8.)  Üvegházgázok légköri koncentrációjának mérése Magyarországon (6.7.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a feladatlapokat, elmondja, hogy melyik csapat melyik feladatot dolgozza ki. Ismerteti a feladat időkeretét. <i>Tanulók:</i> a feladatokból egyet-egyet dolgoznak ki a csoportok. Feladattípusonként egy-egy csapat szóvivője mutatja be röviden a feladatot és a megoldást. A rajzokat mindegyik csapat kifüggesztheti a falra.	Feladatlapok teljes osztálétszámra, rajzlapok, Blue-tech
3.	12	Hőmérsékletmérés, hőmérők 1., 2. feladat (6.6.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a feladatlapokat, időt szab, beszámoltatja a szóvivőket. <i>Tanulók:</i> a csoportok ugyanazzal a feladattal foglalkoznak. Mindenki egyénileg olvassa a feladatlapot, majd közösen megbeszélik, és válaszolnak a kérdésekre. A csoport szóvivője elmondja a megoldásokat.	Feladatlapok, különféle hőmérők bemutatásra
4/A változat	13	Mérési eszközök: a) Hőmérsékletmérés – folyadék-kristályokkal (6.5.) b) Hőmérsékletmérés – elektromos hőmérők (6.3.) c) Hogyan működik a légköri infravörös érzékelő (6.2.) d) A meteorológiai radarok működése (6.1.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, kiosztja a feladatlapot, időt szab. <i>Tanulók:</i> szakértői mozaik módszerrel dolgoznak. A szöveget saját csoportban olvassák, a szakértői csoportban válaszolnak a kérdésekre, saját csoportba visszatérve az alapszöveget ismertetik, lényegkiemeléssel.	Az eredeti csoportbeosztástól függetlenül négy sarokban munkahely a szakértői csoportoknak.
4/B változat	12	Hőmérséklet-mérési gyakorlat (6.4.)	<i>Tanár:</i> előkészíti a gyakorlati munkát, kiosztja a munkalapokat, szükség szerint ismerteti a feladatot. <i>Tanulók:</i> a kiadott munkalap alapján elvégzik a méréseket, feljegyzik a mérési eredményeket.	Munkalapon szereplő anyagok és eszközök
5.	6	Összegzés, zárás	<i>Tanár:</i> frontális kérdés-felelet módszerrel összegzi az óra anyagát. <i>Tanulók:</i> válaszolnak a tanár kérdéseire, illetve saját kérdéseket fogalmaznak meg.	Összegző kérdések



## Mellékletek

### 6.1. A meteorológiai radarok működése

- A) Az időjárás-megfigyelés egyik igen fontos eleme a radarral történő mérés is. A radar elve egészen egyszerű: Az adó által előállított rádiójelek a parabola-antennáról irányítottan kisugárzódnak, ezt követően az útjukba kerülő elektromos vezetők felületéről visszaverődnek. Ezt az antennához kapcsolt vevőegység érzékeli. Ha megmérjük a visszavert jel beérkezéséig eltelt időt, ebből megállapíthatjuk, hogy a visszaverő felület milyen távol van tőlünk. Ha tehát egy ilyen sugárnyalábbal végigpásztázzuk a terepet, képet kapunk az itt található tárgyak elhelyezkedéséről.
- B) A radar rádiójelet (elektromágneses hullámot) bocsát ki, a kibocsátás időtartama mikroszekundum (a másodperc milliommód része) nagyságrendű. A meteorológiában használt radaroknál ez a sugárnyaláb 1 fokban van szűkítve. Az 1 fok a felhők, felhő- és csapadékelemek pontos érzékeléséhez megfelelő érték. Kibocsátás után a radar vár 1 ezredmásodpercet (és-ot), míg megjön a visszaérkező jel. Ez a visszhang jöhet vízcseppekről, jégkristályokról, hópelehekről, ha a csapadékképződés megindult, ezek látszanak.
- C) A radar „szeme” igen messzire lát, hatótávolsága 250-300 km. A radarhullámok egy része szóródik a felhőkben, ezért az energiának csak kis része érkezik vissza. A kisugárzott és a vett energia között 17 nagyságrend a különbség. A radarnak tehát kis és nagy energiát kell kezelnie, emellett igen jó erősítő kell a visszhang felerősítéséhez. A radar által kibocsátott energia 250 kilowatt ( $\text{kW} = 1000 \text{ watt}$ ) jelenként, nagyobb időátlagban viszont a hálózattól felvett átlagteljesítmény mindössze néhány 100 watt.
- D) Egy radarberendezés telepítésére, működtetésére szigorú szabályok, szabványok vonatkoznak, a Sugárbiológiai Intézet minden magyarországi radar sugárzását ellenőrzi, hogy a megengedett egészségügyi határérték alatt van-e. Emellett külön rádióengedély, frekvenciasáv-használati engedély beszerzése szükséges.
- E) A Föld gömbhöz közeli alakja hatással van a radar által végzett mérésekre is, hiszen a Föld görbülete 250 km-es távolság esetén már kb. 3,5 km-t jelent, aminek következtében például a távolban lévő alacsony szintű felhők már nem vagy csak alig láthatók. Jelentős hatással van a domborzat is a radar által belátott területre, gondoljunk csak egy hegyekkel, hegységekkel tarkított országra, ahol sem a völgyekben, sem a hegyek ormain nem ajánlatos radart telepíteni.
- F) A meteorológiai radarberendezéseket az ún. radarszélmérésre is használják. Erre a célra az ún. „Doppler-radar” szolgál, amely nemcsak a visszaverődést okozó csapadékelemek helyzetét érzékeli, hanem azok közeledő-távolodó

mozgását is. A Doppler-radar működése a kibocsátott és visszaérkező jelek összehasonlító mérésén alapul. A beérkező és a kibocsátott hullámok egymáshoz képest térben eltolódnak, ez a rádióhullámok jellemzőinek mérésével jól követhető. Ha a visszaverődést okozó tárgy (pl. zivatarfelhő) közeledik vagy távolodik, akkor a hullámok eltolódása is változik, amiből a sebesség kiszámítható. Doppler-radar esetén gyakran derült időben is van visszhang. Mivel ekkor nincsenek vízcseppek a levegőben, ebben az esetben apró légörvények (*mikroturbulenciák*) okozzák a visszhangot, melyek méretei a cm-től a m-esig terjednek. Ilyenkor ingadozások vannak a szélesebségben és a szélirányban is, ezért időlegesen megnőhet a levegő sűrűsége. A levegő törésmutatója a hőmérséklettől és a nedvességtől függ, ha a sűrűség nem egyenletes, a törésmutató is változik, itt a hullámok szóródnak. A változó sűrűségű levegőről visszaverődő jeleket szintén fel lehet használni szél-mérésre, ezen alapszik az ún. *windprofiler* vagy szélprofil-meghatározás is.

#### **Válaszolatok az egyes szövegrészekre vonatkozó kérdésekre!**

- A) 1. Mi alapján történik a távolság mérése?
  - 2. Milyen szakaszokra osztható a radar működésének folyamata?
- B) 1. Milyen időmértékegységek szerepelnek a szövegben?
  - 2. Mekkora szélességű az időjárási radarok által kisugárzott jel?
- C) 1. Hány nagyságrend a különbség a kisugárzott és a vett jelek energiája között?
  - 2. Hányszor nagyobb a jelek csúcsergiája, mint a radar átlagos energiafelvétele?
- D) 1. Mit jelent a radarokra vonatkozó „egészségügyi határérték”?
  - 2. Milyen ellenőrzés és engedélyezés szükséges a radarok működtetéséhez?
- E) 1. Miért nem lehet korlátlan a radar hatótávolsága?
  - 2. Mennyivel lát a földfelszín fölé egy radar, ha 250 km távolságban mér?
- F) 1. Hogyan működik a Doppler-radar?
  - 2. Mit érzékel a Doppler-radar?

---

## **6.2. Hogyan működik a légköri infravörös érzékelő (AIRS)?**

### **Olvassátok el az alábbi szöveget!**

A műszert az éghajlatkutatásban az üvegházgázok, főként a szén-dioxid légköri koncentrációjának mérésére használják. A műhold 700 km magasságban kering, és a rajta elhelyezett műszer a légkör 8 km-es magasságban vett rétegének összetételét méri. A műszert a NASA és a Lockheed–Martin cég együttműködve fejlesztette ki.

*A mérés elve:* A légkörben lévő molekulák elnyelik az infravörös fény energiájának egy részét. Ennek hatására a molekula atomjainak rezgési és forgási energiája megváltozik. Az elnyelés sajátosságai jellemzőek a gázok részecskéire. A kapott információ alapján meghatározható a légkör vizsgált részének összetétele. Ezzel az eljárással folyamatosan és a Föld nagy részére kiterjedően mérhető (a légkör nagyobb magasságában is) az üvegházgázok koncentrációja.

*A mérőműszer két fő egységből áll:*

- érzékelő és adatkiolvasó egység (3,7–15,4 mikron hullámhosszra),
- rezgésmentes és hosszú élettartamú hűtőegység ( $-215^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten tartja az érzékelőt, így csökkenti a közvetlen környezet zavaró hatását).

A műszer lelke a hűtött színeképelemző egység, amely a teljes mérési tartományban nagy érzékenységet biztosít. Innen egy nagy érzékenységű Hg-Cd-Te érzékelőre kerülnek az infravörös jelek. A szerkezet egyszerre 2378 színeképmintát képes elemezni. Ez a teljesítmény elengedhetetlen a felhős időben történő hőmérsékletméréshez.

A berendezés forgatható antennája 49,5 fokos szögben fogja át a vizsgált légköri területet. A legkisebb mérhető terület 13,5 km nagyságú. A mérések 8/3 másodpercenként ismétlődnek, minden alkalommal 90 minta készül a területről. Egy mérés időtartama 22,4 ezredmásodperc (*ms*). Mindegyik mérés tartalmazza a 2378 színeképmintát.

A hordozó műhold fedélzetén vannak látható- (*VIS*) és közeli infravörös (*NIR*) hullámhossz- tartományban működő érzékelők is. Ezek felbontóképessége 2,3 km. Ez a (*VIS/NIR*) rendszer jó képet ad az alacsony szintű felhőzetről.

### **A szöveg alapján válaszoljatok a kérdésekre!**

1. Milyen előnyei lehetnek a Föld körül keringő műholdakról végzett méréseknek?
2. Milyen adatokat kapnak a kutatók az infravörös érzékelő segítségével?
3. Ismertessétek röviden a mérés elvét!

---

## **6.3. Hőmérsékletmérés – elektromos hőmérők**

**Olvassátok el az alábbi szövegeket!**

*A folyadékos hőmérők mellett – és egyre inkább helyettük – többféle elektromos hőmérő is alkalmazható. Ezek kijelzővel vannak ellátva, melyről könnyen leolvasható a mért hőmérséklet. Ezeket a típusokat digitális hőmérőknek is nevezik.*

## **Termoelem**

A termoelemek két különböző anyagú, egyik végükön összeforrasztott drótból állnak. Ez a pont a termoelem ún. „érzékelőpontja”. Ha a szabadon maradt két huzalvéget mérőműszerhez csatlakoztatjuk, majd az érzékelőpontot megmelegítjük, a műszer feszültséget jelez. A jelzett *termofeszültség* hőmérsékletfüggő.

A leggyakrabban alkalmazott termoelemek vas- és konstantán-, illetve réz- és konstantándrótból készülnek. (A konstantán 55% Cu és 45% Ni ötvözete.) A vas-konstantán termoelemek  $-200\text{ }^{\circ}\text{C} - +1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet-tartományban használhatók. A forrasztási pont hőmérsékletét  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal növelve,  $0,00005\text{ V}$  termofeszültség-növekedés adódik. A réz-konstantán termoelem  $-200$  és  $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet-határ között alkalmazható,  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet-változásra  $0,00004\text{ V}$  feszültség változást ad. Tudományos vizsgálatoknál  $+1700\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig platina-platinaródium, illetve a nikkel-krómnikkel ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól  $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig) termoelemeket használnak. A kereskedelemben kapható termoelemek vékony vezetőit egymástól elszigetelve, fémtokba zárják. A fémtokot megbontani nem szabad, a termoelem a cső végén lévő kivezetések segítségével csatlakoztatható a mérőműszer áramkörébe.

## **Ellenállás-hőmérő**

Működésük alapja, hogy a fémek elektromos ellenállása a hőmérséklettel változik. Ha a huzal ellenállását mérni tudjuk, meghatározhatjuk a huzal hőmérsékletét. Olyan anyagból készült huzalokat alkalmaznak, amelyek a hőmérséklet hatására jelentősen változtatják az ellenállásukat.

## **Termisztor**

A termisztor elnevezés csak az ún. félvezető-ellenállásokra használatos. A termisztorok hő okozta ellenállás-változása kb. egymilliószor nagyobb, mint a fémeké. Kis méretűnek és nagy hőérzékenységüknek köszönhetően alkalmasak kis kiterjedésű testek, kis légterek hőmérsékletének mérésére és gyors hőváltozások követésére.

## **A szöveg alapján válaszoljatok a kérdésekre!**

1. Miből áll a termoelem és hogyan mérhető vele a hőmérséklet?
2. Milyen fémek (*elemek és ötvözetek*) használhatók termoelem készítésre?
3. A fémek mely elektromos tulajdonsága (*hőmérsékletfüggő változása*) alapján készíthető még hőmérő?

## 6.4. Hőmérsékletmérési gyakorlat

### Végezzétek el az alábbi méréseket!

*Anyagok:* Ioncserélt víz<sup>13</sup> és ebből készített jégkockák.

*Eszközök:* elektromos melegítőlap vagy Bunsen-égő, laboratóriumi higanyos hőmérők, digitális hőmérők, Bunsen-állvány, lombikfogó, üvegbot.

*A mérés menete:*

#### a) Olvadó jég (víz olvadáspontjának) hőmérsékletének mérése

200 ml-es főzőpohárba helyezünk néhány db, ioncserélt vízből készült jégkockát, és öntsünk rá előhűtött ioncserélt vizet! Helyezzünk el a lombikban állványba rögzített higanyos hőmérőt, és mérjük a hőmérsékletet 10 másodpercenként! (A változás sebességének megfelelően választhatunk más mérési időtávokat is.) Jegyezzük fel az adatokat, és készítsünk táblázatot (esetleg grafikont)!

*Végezzük el a mérést digitális hőmérő alkalmazásával is!*

*(Ha mindkét típusú hőmérővel egyszerre mérünk, két tanuló végezze a leolvasásokat.)*

#### b) Forrásban lévő víz (víz forráspontjának) hőmérsékletének mérése

200 ml-es lombikba öntsünk kb. 50 ml ioncserélt vizet! Helyezzük elektromos vagy Bunsen-égővel fűtött melegítőlapra és melegítsük forrásig! Állványba rögzített hőmérővel mérjük a hőmérsékletet a forrás megindulása előtt kezdve és azt követően néhányszor 10 másodpercig. Jegyezzük fel az adatokat és készítsünk táblázatot (esetleg grafikont)!

*Végezzük el a mérést digitális hőmérő alkalmazásával is!*

*(Ha mindkét típusú hőmérővel egyszerre mérünk, két tanuló végezze a leolvasásokat.)*

### Kérdés:

Miért állandósul a hőmérséklet az olvadás és a forrás alatt?

<sup>13</sup> Nem ioncserélt víz esetén az oldott anyagok forráspont-emelkedést és fagyáspontcsökkenést okozhatnak

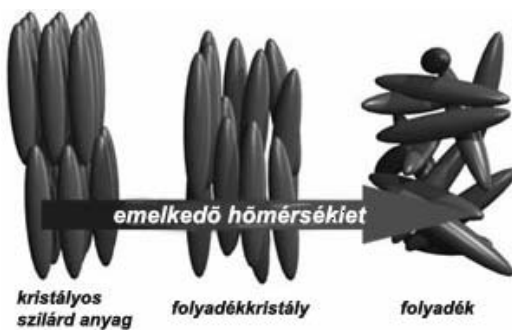
## 6.5. Hőmérsékletmérés folyadékkristályokkal

### Olvassátok el az alábbi szöveget!

A folyadékkristályok átmenetet képeznek a szilárd kristályok és folyadékok között. Ezek az anyagok hosszú, vékony, molekulákból állnak, amelyek rétegeket alkotva egymás mellé rendeződnek. Hasonlóan ahogy a ceruzák és tollak teszik egy dobozban. Ha egy ilyen dobozban az egyik ceruzát eredeti helyzetéből elmozdítjuk, egy bizonyos pontig a többi ceruza és toll is mozog, és még mindig csak egyetlen réteg lesz. Ha viszont egy ceruzát nagyon elmozdítunk, az rácsúszhat a többi tetejére.

### Miért változik meg egy folyadékkristály színe a hőmérséklet változásával?

A folyadékkristály rétegeiről a beérkező fehér fény színes fényként verődik vissza. Talán sokan megfigyeltek már hasonló jelenséget egy víztócsa tetején vékony réteget alkotó csepp olaj révén. Az ilyenkor látható színek attól függenek, hogy az olajréteg felszíne és az alatta lévő vízréteg teteje között mekkora a távolság.



A folyadékkristályok részecskéinek rétegei közötti távolság függ a hőmérséklettől. Nagyobb hőmérsékleten a folyadékkristály molekulái gyorsabban rezegnek, ami megnöveli a rétegek közötti távolságot. Ez a távolság szabja meg, hogy milyen színű fény nyelődik el vagy erősödik fel, ezért a folyadékkristályok színe a hőmérséklet változásával változik.

Vannak olyan folyadékkristályok, amelyek 2-3 °C hőmérséklet-változásra a teljes színiskálán keresztül változtatják a színüket, másoknál ehhez 10-20 °C hőmérséklet-változás kell. A folyadékkristályokat általában néhány °C hőmérséklet-tartományban tizedfoknyi pontosságú hőmérsékletmérésre használják. A kereskedelembe kaphatók folyadékkristály-bevonatos műanyag fóliák, pl. lázmérők, akvárium hőmérők.

### A szöveg alapján válaszoljatok a kérdésekre!

1. Milyen alakúak a folyadékkristályok molekulái?
2. Mitől függ a folyadékkristályok színe?
3. Hogyan tudja befolyásolni a színt a hőmérséklet?

## 6.6. Hőmérsékletmérés, hőmérők

### 1. feladat:

**Olvassátok el az alábbi szövegeket!**

#### *Mi a hőmérséklet?*

A hőmérséklet az anyagot felépítő részecskék rendezetlen mozgásával (annak átlagos energiájával) kapcsolatos mennyiség. Két test hőmérséklete nem adódik össze, hanem kiegyenlítődik. Ez a folyamat végbemehet hőáramlás, hővezetés és hősugárzás során.

#### *Hogyan mérhető a hőmérséklet?*

A mérés többféle fizikai jelenségen alapulhat:

- testek térfogatának megváltozása,
- fémek elektromos ellenállásának megváltozása,
- a termoelektromosság függése a hőmérséklettől,
- az egymással érintkező testek hőmérsékletének kiegyenlítése,
- azonos hőmérsékleten végbe menő folyamatok (pl. halmazállapot-változások).

Milyen hőmérsékleti skálákat használhatunk?

#### CELSIUS-SKÁLA:

A *mindennapi életben* leggyakrabban alkalmazott skála. Bevezetője *Anders Celsius*.

A skálának két alappontja van:

- a légköri nyomáson olvadó jég hőmérséklete ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
- a forrásban levő víz hőmérséklete ( $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

A két alappont közötti hőmérsékletet Celsius 100 részre osztotta.

Mértékegység:  $^{\circ}\text{C}$ .

#### KELVIN-SKÁLA:

Ez az *abszolút hőmérsékleti skála*, bevezetője *William Thomson Kelvin*.

A hőmérsékletnek létezik minimumértéke, ahol a részecskék átlagos mozgási energiája minimális. Ezt nevezzük abszolút nullafoknak, ez a Kelvin-skála nullapontja (*Celsius-skálán*:  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Egységének ugyanakkorát választottak, mint a Celsius-skála egy foka. Ez a skála „abszolút”, mert értéke egyenesen arányos a részecskemozgás energiájával (ezért ellentétben a Celsius-skálával, nincs negatív értéke).

Mértékegység: K (kelvin).

A hőmérséklet jele mindkét skála esetén: T.

A Celsius-skála és a Kelvin-skála közötti átszámítás:

$$T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273 \text{ vagy } T(^{\circ}\text{C}) = T(K) - 273.$$

### Kérdések:

1. Milyen folyamatok során mehet végbe két test hőmérséklet-kiegyenlítése?
2. Milyen változások adták az alappontját a Celsius-skálának?
3. Miért éppen ezeket választotta Celsius?
4. Miért nevezhető *abszolútnak* Kelvin hőmérsékleti skálája?

### 2. feladat:

**Olvassátok el az alábbi szövegeket!**

#### *Milyen hőmérőtípusok vannak?*

##### 1. Folyadék hőmérők

Ezek a leggyakrabban használt hőmérők. A megfelelő folyadék a hőtágulási jellemző, a fagyás- és forráspont alapján választható ki. Legtöbbször higanyt vagy valamilyen szerves folyadékot (metilalkohol, borszesz) alkalmaznak.

###### a) Higany hőmérők

- Egy henger vagy gömb alakú tartály hajszálcsőben folytatódik, ezt töltik meg higannyal. A hőtágulás miatt a higanyoszlop vége a kapillárisban a hőmérsékletnek megfelelően emelkedik vagy süllyed.
- A higanyoszlop feletti hajszálcsövet légritkítótta teszik, megakadályozva a Hg oxidálódását.
- Mérési tartomány:  $-39^{\circ}\text{C} - +155^{\circ}\text{C}$ .

###### b) Szerves folyadékkal töltött hőmérők

Az alkalmazott folyadékok (*metilalkohol, borszesz, petroléter stb.*) fagyáspontja alacsonyabb a Hg-énál (*így a méréshatár nagyobb a negatív tartományban*).

##### 2. Fém hőmérők

Ezek működése a fémek különböző mértékű hőtágulásán alapszik. Egy nagy és egy kis hőtágulású fémszalagot összehegesztve kapjuk az ún. *bimetall* szalagot. Az ilyen kettős fémszalag a hőmérséklet változásakor meggörbül. A görbület iránya és mértéke a hőmérséklet-változástól függ, így alkalmas annak mérésére.

##### 3. Elektromos hőmérők

A hőmérséklet elektromos meghatározására három lehetőség áll rendelkezésre:

- termoelektromos jelenség,



- fémek hő okozta ellenállás-változása,
- félvezetők (*termisztorok*) hő okozta ellenállás-változása.

**Kérdések:**

1. Milyen körülmények között célszerűbb szerves folyadékkal töltött hőmérőt alkalmazni a higanyos helyett?
2. Milyen elven működnek a bimetallos hőmérők?
3. A fémek mely elektromos jellemzője változik meg a hőmérséklet-változás hatására?

---

## 6.7. Üvegházgázok légköri koncentrációjának mérése Magyarországon

**Olvassátok el az alábbi szöveget!**

Ez a mérési program az USA és Magyarország tudományos együttműködése keretében indult. Célja a szén-dioxid légköri koncentrációjának és változásának hosszú távú mérése, erre alkalmas magyarországi mérőállomás kialakítása volt.

A nyugat-magyarországi Hegyhátsál település melletti sík területen, 248 méter magasságon található tv- és rádiótorony alkalmas helyszín volt az állomás számára. A torony környezetében mezőgazdasági területek vannak, főként szántóföldek kisebb erdőfoltokkal tarkítva.

1994 szeptemberében megkezdődtek a CO<sub>2</sub>-átlagkoncentráció-, valamint a hőmérséklet-, páratartalom- és szélprofilvizsgálatok. A szén-dioxid-koncentráció rövid távú változásainak mérése (CO<sub>2</sub>-fluxus) 1997 áprilisában indult meg. A torony a NOAA ESRL (*National Oceanic and Atmospheric Administration – Earth System Research Laboratory, az USA Nemzeti Óceán és Légkör Hivatalának Földi Rendszerek Kutatólaboratóriuma*) nemzetközi légkörkutató mérőhálózat tagja is. Az állomás műszerei 2 métertől 115 méterig összesen 5 szinten kerültek elhelyezésre.

A levegőből hetente egy alkalommal vesznek mintát üvegpalackba, amit a NOAA ESRL Globális Monitoring Osztálya elemez a CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>-, CO-, H<sub>2</sub>-, N<sub>2</sub>O- és SF<sub>6</sub>-tartalomra. A mintát a Coloradói Egyetem Sarkvidék és Alpok Kutatóintézete is vizsgálja a szén és az oxigén izotópjaira (<sup>13</sup>C és <sup>18</sup>O). 1998-ban az állomás egy japán tulajdonú CO<sub>2</sub>-mérővel bővült. A függőleges irányú, magassággal változó gázkoncentráció-mérések kiterjesztése érdekében egy kis repülőgéppel is végeznek mintavételt a torony körzetében. A légköri mintákat 2006-tól egy korszerű gázelemző műszerrel a vétel helyén is vizsgálhatják. Legújabban egy gázkromatográf kezdte meg működését, amely a CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O és SF<sub>6</sub> koncentrációját méri.

A torony a kialakuló európai mérőhálózathoz is kapcsolódik. Ezeknek a mérőtoronyoknak a feladata a kiotói szerződésben szabályozott üvegházgázok mérése, nagypontosságú adatszolgáltatás az éghajlatkutatók számára.

**A szöveg alapján válaszoljatok a kérdésekre!**

1. Milyen méréseket végeznek a torony műszereivel?
2. Miért fontos a mérőhely környezetének megfelelő kiválasztása?
3. Milyen nemzetközi kapcsolatok segítik a kutatásokat?

---

## 6.8. Légműfigyelések, mérések Magyarországon

### 1. feladat:

**Olvassátok el az alábbi szöveget!**

***A Légműfigyelési Osztály tevékenysége:***

- Az OMSZ megfigyelőállomásainak és eszközeinek fenntartása és működtetése.
- Rendszeres felszíni és légműfigyelési mérések végzése a Meteorológiai Világszervezet (*World Meteorological Organisation – WMO*) Globális Megfigyelési Rendszere (*Global Observation System – GOS*) keretében.
- Magaslégműfigyelési rádiószondás mérések végzése a GOS keretében.
- Időjárás-radarok működtetése, mérések és adatfeldolgozás. Műholdvevők üzemeltetése, műholdas adatok vétele.
- Mérőműszerek fenntartása és ellenőrzése, érzékelők hitelesítése.
- Mérőműszerek és eljárások fejlesztése.
- Módszertani fejlesztések bevezetése.
- Mérési adatok szolgáltatása a központi adatbázisból hazai és külföldi felhasználók részére.

**A szöveg alapján válaszoljatok a kérdésekre!**

1. Végez-e a bemutatott Megfigyelési Osztály nemzetközi hálózatban folyó méréseket?
2. Soroljátok fel azokat a konkrét tevékenységeket, amelyek valamilyen nemzetközi együttműködéssel járnak!
3. Milyen mérési, megfigyelési eljárásokkal szereznek adatokat az állomástól távolabbi térségek légműfigyelési állapotáról?
4. Fogalmazzatok meg néhány mondatban az éghajlatkutatás nemzetközi munkamegosztásának jelentőségét!

**2. feladat:****Olvassátok el az alábbi szövegeket!*****Az Országos Meteorológiai Szolgálat éghajlat-kutatási tevékenysége****A) Adatrögzítés, ellenőrzés*

A csapadékkal kapcsolatban az 1901–1950 közötti időszakra 15 állomás napi csapadék adatai kerültek a rendszerbe. Emellett az 1967–1997 közötti évekre több állomás csapadékintenzitás adatait rögzítették kollégáink. A szél- és napenergia témájú NKFP keretében folyik a szélszalgok digitalizálása. Az operatív munkák (pl. csapadéklapok ellenőrzése, rögzítése, klímaállomások, automaták adatainak ellenőrzése) az előírásoknak megfelelően zajlott. A Központi Statisztikai Hivatal, illetve a Meteorológiai Világszervezet (WMO) számára rendszeresen elkészítettük a napi és a havi jelentéseket.

*B) Állami és üzleti célú éghajlati elemzések*

2004 első felében a Balaton alacsony vízállása miatt, 2005-ben pedig a szokatlan nyári időjárás kapcsán több feldolgozás, cikk és előadás készült. A szélsőséges időjárási helyzetek vizsgálatai a katasztrófavédelem és a klímaváltozás témaköréhez illeszkedtek. A korábbi évek gyakorlatának megfelelően havi, évszakos, illetve éves elemzéseket jelentettünk meg rendszeresen a Szolgálat honlapján és a Légkörben. 2004-ben és 2005-ben is megjelent a globális éghajlathoz szóló WMO-értékelések magyar fordítása.

*C) Éghajlati adatszolgáltatás*

A különböző nemzetgazdasági ágazatokat képviselő cégek, bíróságok, ügyvédségek és rendőri szervezetek számára operatív módon szerződéses keretben vagy egyedi megkeresésekre adatszolgáltató és adatértékelő tevékenységet folytatunk, amelyek száma az elmúlt két évben tovább nőtt.

**A szöveg alapján válaszoljatok a kérdésekre!**

- A) 1. Milyen időjárási jellemzőkről rögzítettek adatokat a kutatók?
2. Milyen szervezeteknek és milyen rendszerességgel szolgáltattak adatokat?
- B) 1. Milyen rendkívüli időjárási helyzetek jelentettek többlet feladatokat?
2. Hogyan segítették a kutatók a globális éghajlati helyzet széleskörű megismertetését?
- C) 1. Mondjatok példákat olyan cégekre, gazdasági tevékenységekre, amelyek számára fontosak lehetnek a kutatók által feldolgozott éghajlati adatok!
2. Milyen okokból kérhet éghajlati adatokat a mentőszolgálat vagy a katasztrófavédelem?

**A modulban előforduló hivatkozások:**

- 6.1.** MetNet, cikk: Néhány szó a meteorológiában használt radarok működéséről; <http://www.metnet.hu/?q=art&a=radarok> címen; internet, 2008. január.
- 6.2.** NASA Jet Propulsion Laboratory, cikk: Technology – How AIRS Works; <http://www-airs.jpl.nasa.gov/Technology/HowAIRSworks/> címen; internet, 2008. január.
- 6.3.** Eötvös Loránd Tudományegyetem honlapja, Fizikai kísérletek gyűjteménye; <http://metal.elte.hu/~phexp/doc/hot/j2s8.htm> címen; internet, 2008. január.
- Hobbycnc honlap, cikk: Érzékelők; <http://www.hobbycnc.hu/Old/Sensor/Sensor.htm> címen; internet, 2008. január.
- 6.5.** Debreceni Egyetem honlapja, cikk: Stresszjelző és biofeedback kártyák; <http://www.klte.hu/~wwwinorg/essays/essay022.html> címen; internet, 2008. január.
- Kép: <http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidc/0/26993/index.htm> címen; internet, 2008. január.
- 6.6.** Debreceni Egyetem Meteorológia Tanszék honlapja: A hőmérséklet mérése, Power Point előadás; <http://meteor.geo.klte.hu/hu/doc/05homerseklet.pdf> címen; internet, 2008. január.
- 6.7.** Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék honlapja, cikk: Hungarian Tall Tower and Aircraft measurements at Hegyhátsál; <http://nimbus.elte.hu/hhs/> címen; internet, 2008. január.
- 6.8.** OMSZ honlapja, Az Országos Meteorológiai Szolgálat Tevékenysége 2004–2005, 14., 26. oldal; [http://www.met.hu/doc/OMSZ\\_tevekenyseg\\_2004–2005.pdf](http://www.met.hu/doc/OMSZ_tevekenyseg_2004-2005.pdf) címen; internet; 2008. január.

## 7. modul

### A modul általános leírása

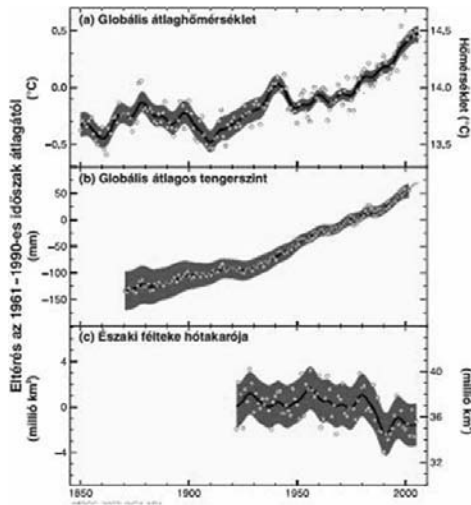
<b>Modulcím</b>	<b>7. A természeti környezet változása az emberi tevékenység következtében</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák (NAT-kompatibilitás)</b>	<b>Készségek, attitűdök</b>	Grafikonértelmezés, összefüggés-keresés, gondolkodás- fejlesztés, problémafelvetés.
	<b>Ismeretek</b>	Üvegházhatású gázok kibocsátási területei, globális hőmérséklet-változás, élelmiszer-kilométer.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Grafikonok ismerete, rendszerszemlélet.
	<b>Ismeretek</b>	Természeti környezet, globális változás, antropogén hatás, a természeti rendszer ismerete.
<b>Kapcsolódás</b>	2., 3., 5., 6., 8.modul.	
	Földrajz, kémia, fizika.	
<b>Háttér</b>	<p>A „mi van most a világban” modul igen széles anyagot ölel át. Az óravázlat elkészítésénél figyelembe vett szempontok: a rendszer felépítésének tudatosítása, a természeti környezet eddigi globális változásának értelmezése, egy példa alapján az emberi tevékenység hatásának bemutatása.</p> <p>A 45 perc kevés arra, hogy teljes, átfogó képet kapjon a tanuló. Érdemes az érdeklődésnek megfelelő házi feladattal kiegészíteni az órai munkát. A megadott feladatok közül is lehet válogatni.</p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	<p>A modul tanórai feldolgozása frontális és egyéni munkára épül főleg. A csoporton belül pármunkára is sor kerül könnyebb grafikonok értelmezésénél.</p> <p>A rendszer változásainak tanulmányozása nehéz feladat. Az összefüggések kereséséhez szükség van tanári segítségre, ezért ajánljuk a tanulásszervezésnek ezt a módszerét.</p> <p>Érdemes az időkre nagyon figyelni, mivel mindegyik feladat teret enged a hosszabb beszélgetéseknek.</p>
	<b>Változatok</b>	<p>A pedagógiai leírásában az 1. szakasz egy ismétlő feladatlap (ábra) kitöltését is jelentheti.</p> <p>A pedagógiai leírásban a modul feldolgozása során a 2–3–4. szakasz szakértői mozaikkal is történhet gyakorlott csoportok esetén.</p> <p>A grafikonelemzés kérdéseire adott válaszokat érdemes közösen is megbeszélni, mert nehéz a feladat.</p> <p>A 7.2. melléklet feladataihoz a tanárnak érdemes előre kiválasztani egy-két élelmiszert, s elkészíteni előre a szállítási útvonalát.</p>
<b>Differenciálás</b>	A differenciálás lehetősége főleg az egyéni munkánál adott. A 2. melléklet feladatai differenciáltan is kiadhatók.	
<b>Tanulási környezet</b>	<p>Az osztályterem elrendezésénél megtartható a 4-5 fős csoport elrendezés, de a pármunka nem igényli ezt. Fontos, hogy a diákok csoporton belül rendeződjenek párokba. Szükség lehet PC-re, kivetítőre. Nyomtatott feladatlapok: 1. és 2. melléklet. Segédanyag: az IPCC-jelentés 22–23. oldala.</p>	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Az 1. szakaszban kiadott kérdések, feladatok.
	<b>Formatív</b>	A feladatok kapcsán visszajelezhetnek a diákok a feladatok nehézségéről, érdekességéről.

### A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	8	Előzmények rövid összefoglalása A rendszerről készített plakát alapján rövid helyzetelemzés	<i>Tanár:</i> a diákok által készített plakátok segítségével átismétli a Rendszer és környezete ábrát. <i>Tanulók:</i> kérdésekre válaszolnak, megállapításokat mondanak.	Plakátok, esetleg projektor, számítógép. (A plakátok az Éghajlati rendszerek... modulnál készülhetnek el.)
2.	10	Pármunka  Globális hőmérsékletváltozás, világ-szintű eltérések (7.1.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot. <i>Tanulók:</i> az egyik diák az egyik feladatot mondja el a társának, a másik diák pedig a másik feladatot. A grafikonok alapján válaszolnak a kérdésekre.	7.1. melléklet
3.	6	Közös megbeszélés	<i>Tanár:</i> kiválaszt egy csoportot, és egyeztet a megoldást a diákokkal. <i>Tanulók:</i> kiegészítik az észrevételeket.	
4.	10	Egy példa arra, hogy miért növekedett antropogén hatásra a szén-dioxid a légkörben: élelmiszer- kilométer Egyéni munka, majd csoporton belüli megbeszélés A megmaradt feladat házi feladat lehet (7.2.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a feladatlapokat. Ismerteti a feladatokat. <i>Tanulók:</i> önállóan dolgoznak a feladatokon, majd egyeztetik csoporton belül a megoldásokat.	7.2. melléklet vonalzó, földrajzatlász
5.	10	Összegzés: az egyéni feladat és a többi feladat kapcsolata	<i>Tanár:</i> az élelmiszer-kilométer feladatai alapján visszatér a szén-dioxid-kibocsátás magyarázatára. <i>Tanulók:</i> figyelnek, kiegészítenek.	

## Mellékletek

### 7.1. Globális hőmérsékletváltozás, világszintű eltérések



7.1.1. ábra. Világszintű eltérések az 1961–1990-es időszak átlagához képest

A három grafikon a mért adatok alapján mutatja az eltéréseket.

A globális átlagos tengerszint esetében az árapálymércek a műholdas adatokat dolgozták fel.

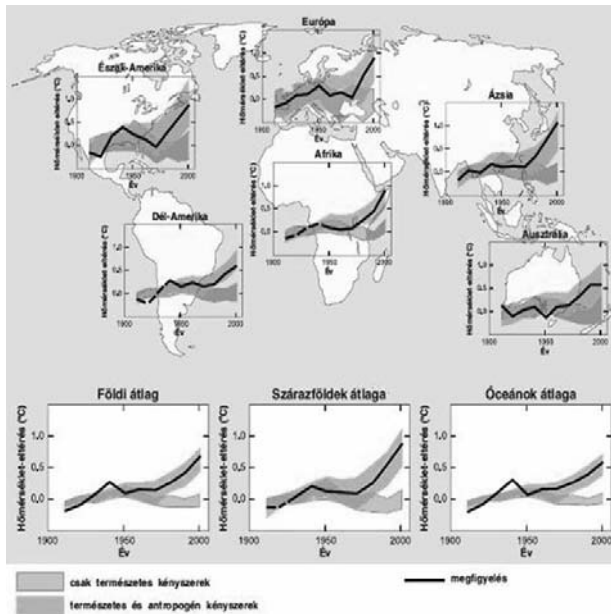
Az északi félteke takarója a március–áprilisi időszakot mutatja.

A fekete vonal az átlagolt értékeket, míg a körök az adott év átlagértékeit mutatja.

Az árnyékolt sáv a bizonytalansági tényezők figyelembevételével készült.

#### Kérdések:

1. Mikorra tehető az elmúlt legmelegebb 12 év?
2. Mennyit melegedett a földfelszín 1950 óta?
3. Mekkora most a földfelszín átlaghőmérséklete?
4. Mennyit változott a tengerszint 1950 óta?
5. Mi történt az utóbbi évtizedben az északi félteke hótakarójával?



**7.1.2. ábra.** A Föld átlaghőmérsékletének eltérése az 1901–1950-ben mért átlaghoz képest

A grafikonokon a fekete vonal az 1906 és 2005 közötti időszak évtizedes átlagainak eltérést ábrázolja az évtizedek közepeitől kezdve. A viszonyítási alap az 1901–1950-es évek átlaga.

A sötétszürkével lefedett sáv 5 olyan éghajlati modell átlagát mutatja, amelyekben csak a naptevékenység és vulkánkitörések mint természetesi kényszerek hatását vették figyelembe.

A fekete vonal mentén szürkével árnyalt sáv 14 olyan éghajlati modell átlagát mutatja, melyekben a természetesi és antropogén (emberi tevékenységből származó) kényszereket is figyelembe vették.

### Kérdések, feladatok:

1. Vizsgáljátok meg a szárazföldi átlag eltéréseit időben is és térben is!
2. Mit jelent a csak természetes kényszerek okozta változás?
3. Milyen más hatások okoztak még eltérést?
4. Nézzetek utána, hogy mit jelent az antropogén kényszer!



## 7.2. Élelmiszer-kilométerek

Egyre nyilvánvalóbb, hogy a közlekedés és a szállítás révén igen jelentős mennyiségű üvegházhatás jut a légkörbe. Tudjátok-e, hogy az asztalra került ételek, mennyit utaztak, mielőtt odakerültek? Vajon mennyi szén-dioxid-kibocsátással járt mindez? Az élelmiszerek szállítása természetesen növeli az üvegházgázok kibocsátását, mert a szállítóeszközök (kisteherautó, hajó, vonat, repülőgép) működésük során ezeket a gázokat a légkörbe engedik. Ezt – egyszerűsítve – az „**élelmiszer-kilométer**” nevű fogalommal szokták körülírni. (Angolul „food-miles”, mert az angolszász országokban a kilométer helyett mérföldet használnak.)









### Feladatok:

1. Keressünk élelmiszer-kilométereket!

Honnan kerül a paradicsom az asztalra? Magyarországon szerencsére igen jók az adottságok ahhoz, hogy kiváló minőségű paradicsomot lehessen termeszteni. Ez azonban az év egy bizonyos időszakára korlátozódik. Nézzük meg mi a helyzet akkor, amikor magyar paradicsom nem kerülhet az asztalra, legfeljebb üvegházból.

### *A paradicsom útja a termelőtől a fogyasztóig*

Tegyé! X-et oda, ahol az első oszlopban felsorolt anyagok vagy jelenségek előfordulnak!

							
	Termesztés üvegházban	Szállítás a csomagolást végző üzembe	Szortírozás és csomagolás	Szállítás az áruházba	Áruház (szuper-market, hipermarket)	Hazaszállítás	Paradicsom az otthoni asztalon
Kőolaj, földgáz vagy benzin felhasználása							
Szén-dioxid keletkezése							
Szemét termelése							

2. Keress egyéb élelmiszereket, amelyeknek tudod az útját a termeléstől (vagy tenyésztéstől) a fogyasztóig! Készíts táblázatot úgy, ahogy fent láttod! A képek helyett készíts rajzokat!
3. Az alábbi képeken különféle szállítási formákat látsz. Tedd sorrendbe őket az alapján, hogy mennyi szén-dioxid termelésével jár alkalmazásuk!



7.2.9. ábra



7.2.10. ábra



7.2.11. ábra

4. Honnan érkeznek az alábbi élelmiszerek?  
Mennyi szén-dioxidot termel a szállításuk?  
a) kivi, b) banán, c) narancs, d) tea, e) lazac, f) kávé
5. Mérjétek le Magyarország és az adott ország távolságát (használjátok a Google Earth nevű programot), majd számoljátok a szén-dioxid-kalkulátor segítségével! Az egyszerűség kedvéért az adott ország fővárosa és Budapest közötti távolságot használjátok!

Az alábbi szén-dioxid-kalkulátor nem pontos, mert több tényezőt nem vesz figyelembe, de hozzávetőlegesen megmutatja, mennyi szén-dioxid termelődik, ha autóval, repülővel vagy vonaton történik a szállítás!

- a) Ha **autóval** történik a szállítás, 4,47 km megtétele alatt termelődik 1 kg szén-dioxid, azaz 1 km megtétele 0,22 kg szén-dioxid kibocsátását eredményezi.
  - b) Ha **repülővel** történik a szállítás, 5,5 km megtétele alatt termelődik 1 kg szén-dioxid, azaz 1 km megtétele 0,18 kg szén-dioxid kibocsátását eredményezi.
  - c) Ha **vonattal** történik a szállítás, 16,03 km megtétele alatt termelődik 1 kg szén-dioxid, azaz 1 km megtétele 0,062 kg szén-dioxid kibocsátását eredményezi.
6. Bizonyos élelmiszerek esetében (pl. tea, banán) nincs választási lehetőségünk, mert Magyarországon nem lehet őket megtermelni, más esetekben azonban van! Soroljátok fel olyan élelmiszereket, amelyeket Magyarországon is elő lehet állítani, de külföldről is behozzák!

**A modulban előforduló hivatkozások:**

**7.1.** Éghajlatváltozás 2007 (IPCC negyedik értékelő jelentése) ,  
[http://www.kvvm.hu/cimg/documents/Eghajlatvaltozas\\_2007.pdf](http://www.kvvm.hu/cimg/documents/Eghajlatvaltozas_2007.pdf) címen; internet, 2008.  
január.

**7.2.** Climate Choices – Children’s Voices: <http://www.climatechoices.org.uk/index.htm>  
címen; internet, 2008. január.

Food miles calculator: <http://www.organiclinker.com/food-miles.cfm> címen; internet,  
2008. január.

Mérföld-kilométer átváltása: <http://www.derbyshireguide.co.uk/miles-into-kilometres.htm>  
címen; internet, 2008. január.

## 8. modul

### A modul általános leírása

Modulcím	<b>8. Változások</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> (NAT-kompatibilitás)	<b>Készségek, attitűdök</b>	Információkezelés: adatgyűjtés, adatok közti összefüggések megke- resése. Kooperáció. Önellenzés Elemzés, értékelés. Képi információk kezelése. Környezettudatos gondolkodás.
	<b>Ismeretek</b>	A biodiverzitás-változás okainak feltárása, a következmények tudatosí- tása. A globális éghajlatváltozás természeti és emberi környezetre gyakorolt hatásainak megismerése.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Együttműködési, tervezési, olvasási készség, felelősségérzet, egymásra figyelés.
	<b>Ismeretek</b>	Éghajlat, az éghajlatváltozás fogalma, ábrák, diagramok értelmezése, elemzése, következtetések levonása.
<b>Kapcsolódás</b>	Geoszféra kölcsönhatásai. Változások.	
<b>Háttér</b>	Itt a környezet állapotával kapcsolatos tévhitekről kellene szólni, mert ezek átalakítása, formálása a cél. Ezzel kapcsolatban érdemes szót ejteni arról, hogy a gyerekeknek álta- lában gondot jelent az, hogy ők maguk mit tehetnek a környezet állapotának megörz- sért, esetleg javításáért, sokan úgy hiszik, hogy egyénileg semmit sem. Másfelől érde- mes említést tenni az energiával és az anyaggal kapcsolatos gyermeki értelmezésekről. Nagyon nehezen kezdenek a gyerekek környezeti felelősség szempontjából kiemelke- dően fontos módon, vagyis rendszerben gondolkodni. (Bővebben lásd Nahalka–Rad- nóti: A fizikatanítás pedagógiája. Nemzeti Tankönyvkiadó.) Ez befolyásolja a környe- zettel kapcsolatos gondolkodás alakulását.	
<b>Tanulásszer- vezés</b>	<b>Ajánlás</b>	A modul feldolgozása tanulói tevékenységekre épül. A tanár főleg irá- nyítói, segítő szerepet tölt be. Az óra elejét ráhangolódási feladattal kezdjük. Az óra további része a kooperatív tanulás módszereit használja fel.
	<b>Változatok</b>	Lehetőség van az órának gépteremben történő megtartására is.
<b>Differenciá- lás</b>	Differenciálni a kiadott szövegekkel lehet. A szövegek különböző hosszúságúak és ne- hézségűek. Mindegyikhez kérdések tartoznak, melyek segítik a szövegértést. A felada- tok végén a közös munkára is van lehetőség.	
<b>Tanulási kör- nyezet</b>	Az osztálytermet célszerű négy-öt fős csoportmunkához berendezni. Szükség van az óra végén projektorra, számítógépre. Az óra további részében szükség lesz feladatla- pokra, A4-es papírra, A3-as papírra, filctollra, táblára, táblafilcre.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Előzetes tudás, tanulási szükségletek felmérése.
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Osztálytermi környezetben, feladathoz kapcsolódó, segítő értékelés, visszajelzés.

### A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Ráhangolódás, csoportmunka Ábrák, képek csoportosítása (8.1.)	<i>Tanár:</i> Ismerteti a feladatot, kiosztja kártyákat a csoportoknak, irányítja a megbeszélést. <i>Tanulók:</i> rendszerezik a kártyákat, és elmondják álláspontjukat.	Ábrák, képek, ragasztó 8.1. melléklet
2.	15	Csoportmunka Időjárási szélsőségek Tematikus térképek elemzése, szöveg értelmezése (8.2.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, szükség esetén segítséget ad. <i>Tanulók:</i> elvégzik a feladatokat, készítenek egy felvázolt éghajlati jövőképet.	8.2. melléklet
3.	12	Csoportmunka: szakértői mozaik Szövegértelmezés A klímaváltozás regionális hatásai (8.3.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a szövegeket. <i>Tanulók:</i> a szöveg alapján válaszolnak a kérdésekre, megbeszélnek a válaszokat, készítenek egy asszociációs térképet a globális felmelegedés következményeiről.	8.3. melléklet
4.	11	Frontális munka: az animáció megtekintése, kérdések megbeszélése csoport szinten, Flash animáció a biodiverzitásról	A Biológiai Sokféleség Egyezmény részére készített, biodiverzitásról szóló animáció megtekintése kérdések alapján, megbeszélés	
5.	2	Csoportértékelés szóban	Néhány befejezetlen mondatot adunk a gyerekeknek a témával kapcsolatban, és arra kérjük őket, hogy fejezzék be ezeket. Pl. A legtöbbet segített nekem... A legötletesebb megoldásokat találta... Ha a csoportok minden tagja más-más kérdést kap, akkor még az is lehetséges, hogy ezeket egymásnak megmutatják.	Befejezetlen mondatok

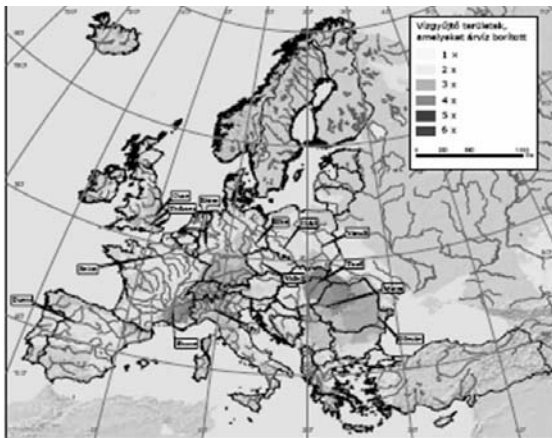
### Mellékletek

**8.1.** A képek, kártyák egy-egy tárgyat vagy tevékenységet szemléltetnek: síelés, korcsolyázás, napozás, fürdőzés, szánkózás, esernyő, gumicsizma strandozás, ...

Rendezzék a kártyákat aszerint, hogy mely tárgyakat használjátok a közeljövőben ritkábban vagy gyakrabban! Indokoljátok az elrendezést!

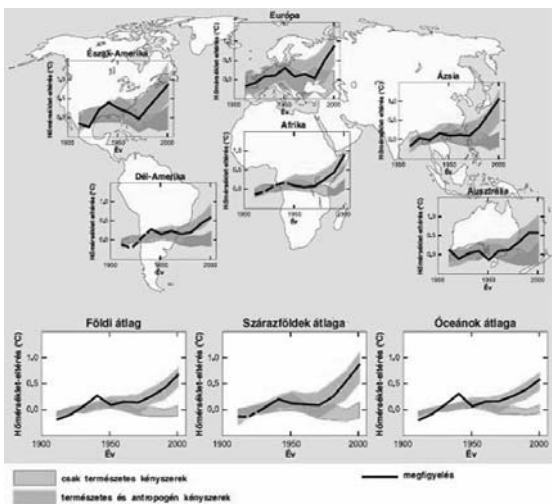
## 8.2. Időjárási szélsőségek

... a Golf-áramlat megjósolt gyengüléséből származó regionális hűlés, amely részben kompenzálhatja a meleget, de komolyabb mértékben csak a század második felében. Mindaddig azonban csupán a hőmérsékletéről beszéltünk. Márpedig a valós éghajlati folyamatoknak a hőmérséklet nem a végeredménye, hanem csak az egyik vezérlője. Ha a Föld – pontosabban a légkör – melegszik, az megváltoztatja az egész klímarendszert: az általános légkörcsökkentést, a szelek és csapadékok járását, illetve az óceáni hőszállító mechanizmusokat is. Amennyiben a Golf-áramlat által északra vitt hő kevesebb lesz, akkor több hő halmozódik fel a trópusokon. Ez a hőtöbblet a termodinamika törvényei szerint utat keres magának a hidegebb helyek felé. Ha a szállítás feladatát nem végzi el az óceán, elvégzik helyette a szelek. Csak hogy ez a ma ismertnél sokkal súlyosabb viharokkal, a széljárás tartós megváltozásával, a csapadékrend teljes átalakulásával jár, aminek regionális következményei ma még kiszámíthatatlanok. Erősödik a ciklonosság, megváltoznak a ciklonpályák, átrendeződik a légköri energia újraelosztási rendszere. Az éghajlatváltozás valódi veszélyei erre felé keresendők, nem önmagában a globális felmelegedésben.



Forrás: ETC/TE, GISCO, JRC-IES, 2003.

8.2.1. ábra. Árvizek ismétlődése Európában, 1998–2002



8.2.2. ábra. Európa átlaghőmérsékletének eltérése az 1901–1950-ben mért átlaghoz képest

**Feladatok:**

1. Hogyan változik az átlaghőmérséklet Európában?
2. Melyek voltak a leginkább árvizekkel sújtott területek? Melyek a legkevésbé veszélyeztetettek? Mi lehetett ennek az oka?
3. A cikk alapján Európa hidegebb vagy melegebb lesz? Mely tényezők játszanak szerepet az éghajlat alakulásában?
4. Váoljatok fel egy jövőképet Európa éghajlatáról?
5. Jól döntöttek-e a **8.1.** feladat tárgyháznál?

---

**8.3. A klímaváltozás regionális hatásai****„A” tanuló: Az éghajlatváltozás hatása az édesvízkészletre**

Az elmúlt három évtized során az éghajlatváltozás világszerte szembetűnő hatást gyakorolt számos fizikai és biológiai rendszerre.

*Víz:* az éghajlatváltozás tovább csökkenti a biztonságos ivóvízhez való hozzájutás lehetőségét. A gleccserek olvadékvize jelenleg több mint egymilliárd ember vízellátását fedezi; ha ez eltűnik, a lakosság a kényszer hatására valószínűleg a világ más régióiba vándorol, ami helyi vagy akár globális konfliktusokat és bizonytalanságot idézhet elő. Az aszály sújtotta területek száma valószínűleg emelkedni fog.

*Ökoszisztémák és biológiai sokféleség:* az eddigi felmérések szerint a növény- és állatfajok mintegy 20–30%-át veszélyezteti a kihalás fokozott veszélye, amennyiben a globális átlaghőmérséklet növekedése meghaladja az 1,5-2,5 °C-ot.

**Feladatok:**

1. Milyen hatása lesz a klímaváltozásnak az édesvízkészletre?
2. Milyen társadalmi folyamatokat indít el az éghajlatváltozás?
3. Hallottál-e hogyan érinti a melegedés a vízkészleteket Európában?
4. Melyek a leginkább veszélyeztetett területek? Jelöld a térképvázlaton!



8.3.1. ábra. Európa vaktérképe

### **„B” tanuló: Regionális különbségek az éghajlatváltozás következtében**

„Döbbenetes változásokat tapasztalunk a növények vegetációs időszakában – mondta Jacqueline McGlade, az Európai Környezetvédelmi Ügynökség ügyvezető igazgatója. – Sok faj már most is úton van, észak felé költözik a hőmérséklet emelkedése nyomán.”

Európa legsérülékenyebb természetes ökoszisztémái a hegyvidékeken, a tengerparti övezetekben, az Északi-sarkvidéken és a Földközi-tenger különböző részein találhatók. Az e területeken élő állatok és növények várhatóan különösen nehezen tudnak majd alkalmazkodni az éghajlat megváltozásához.

A védelmi programok fontosak, mivel a biológiai sokféleség csökkenése felerősíti az éghajlatváltozás hatásait. Minél inkább károsulnak az ökoszisztémák, a bolygó természetes védekezőrendszerei annál kevésbé tudnak megbirkózni a hőmérséklet emelkedésének és a szélsőségesebb időjárásnak a következményeivel.

Az éghajlatváltozás következtében

- Nyugat-Európa (Dél-Németország, Csehország) több,
- Közép- és Délkelet-Európa kevesebb csapadékot kaphat.
- A szubtropikus, sivatagias hatás ráterjeszkedhet a mai mediterráneumra (nyári forróságot és szárazságot okozva), míg
- a mediterrán hatás felnyomulhat Dél- és Közép-Magyarországra.
- Jobban változnak a minimum- és maximum-hőmérsékletek, mint az átlag- (közép-) hőmérséklet



- Észak-Európában a csapadék éves mennyisége növekszik (főképpen télen), és Dél-Európában csökken (főképpen nyáron).
- A napi csapadékszélőségek mindenfelé növekszenek, még ott is, ahol egyébként az éves összcsapadék mennyisége csökken.

### **Feladatok:**

1. Melyek a leginkább veszélyeztetett területek Európában? Jelöld a térképen!
2. Milyen kapcsolat van a biológiai sokféleség és az éghajlatváltozás hatásai között?

### **„C” tanuló: A biológiai sokféleség csökkenése**

Sokan belátják a természetes rendszerek megóvásának fontosságát, így a világ kormányainak többsége aláírta az ENSZ biológiai sokféleségről szóló 2002. évi egyezményét, amely arra kötelezi a kormányokat, hogy 2010-re jelentős mértékben fékezzék meg a biológiai sokféleség csökkenését. Az Európai Unió tagállamai ennél tovább is mentek, és 2001-ben megegyeztek, hogy szintén 2010-ig teljesen megállítják ezt a folyamatot. Azonban több ágazat – pl. a mezőgazdaság, a területfejlesztés, az energiaipar, a közlekedés és a kereskedelem – minden szintjén további erőfeszítésekre lesz szükség ahhoz, hogy ezeket a célkitűzéseket el is érjük.

Az Európai Unióban a biológiai sokféleség védelmére irányuló legfőbb intézkedés a Natura 2000 hálózat létrehozása volt, amely a természetvédelmi területek összefüggő hálózata.

### ***Tények a biológiai sokféleséggel kapcsolatban Európában***

*Veszélyeztetett fajok:* Európa őshonos emlősfajainak 42%-át, madarainak 43%-át, lepkéinek 45%-át, kételtűinek 30%-át, hüllőinek 45%-át és édesvízi halainak 52%-át a kihalás fenyegeti. Mintegy 800 európai növényfaj szintén veszélyben forog.

*A tájminőség romlása:* az 1950-es évek óta Európa elvesztette vizes élőhelyeinek több mint a felét és jelentős természeti értéket képviselő mezőgazdasági területeinek a zömét.

*Kevesebb érintetlen táj:* a nyugat-európai erdőknek csak 1–3%-a minősíthető „háborítatlannak”.

*Termékletlen tengerek:* a főbb halállományok többsége a biztonságos biológiai határérték alatt van.

**Feladatok:**

1. Milyen megállapodást fogadott el az EU a biodiverzitás megőrzése érdekében?
2. Melyek a legveszélyeztetettebb fajok, miért?

**„D” tanuló: A sarki jégtablák gyorsan olvadnak**

A tudósok szerint a hirtelen és rendkívül gyors olvadás cáfolhatatlan bizonyítéka az ember által előidéztet globális felmelegedésnek.

Több mint 25 éve az északi sarki jégtömegek telente lassanként fogyatkoztak, tömegük nagyjából másfél százalékát veszítik el évtizedenként. Az elmúlt két évben azonban az olvadás tempója helyenként 10–15-szörösére gyorsult. 2004 és 2005 között a jégtömeg mennyisége 2,3 százalékkal csökkent, az elmúlt év során pedig további 1,9 százalék olvadt el.

A téli jégolvadás rossz hír az óceáni élővilágra nézve. Ez a fajta jég a nyári olvadáskor kiváló szaporodási teret jelent az óceáni tápláléklánc legalján álló planktonok számára. „Ha a téli jégolvadás folytatódik, annak negatív hatása rendkívül nagy lehet az élővilágra, különösen a tengeri emlősökre” – fogalmazott Comiso.

A befagyott területek csökkenésével a jegesmedvék is egyre inkább a kanadai és alaszakai szárazföldekre szorulnak, életterük rohamosan csökken. Egyes populációk létszáma már több mint 20 százalékkal csökkent az elmúlt időszakban.

Míg világviszonylatban a gleccserek visszahúzódása figyelhető meg, kutatók nemrégiben kimutatták, hogy Pakisztánban, az Indus felső szakaszánál lévő gleccserek nőnek. A kutatók szerint ez a jelenég is az éghajlatváltozásnak tulajdonítható. A szárazföldi jégnyelvek változásából jól kiolvasható a jégfogyás globális trendje, de a jelenség rámutat a klímaváltozás hatásának regionális különbségeire is.

**Feladat:**

1. Milyen regionális különbségek figyelhetők meg a Földünkön?
2. Hogyan hat a klíma melegedése a fajok életterére?

---

## **8.4. Biodiverzitás – animáció**

**Feladatok:**

A [http://www.unep.org/newscentre/animations/cbd-web\\_hungarian.swf](http://www.unep.org/newscentre/animations/cbd-web_hungarian.swf) honlap alapján válaszoljatok a kérdésekre:

1. Mely tényezők játszottak szerepet a biodiverzitás kialakulásában?
2. Mit jelent a Biológiai Sokféleség Egyezmény?

3. Miért fontos a 2010-es dátum?
4. Mit jelent a 2010 évi biodiverzitás célkitűzés?

**A modulban előforduló hivatkozások**

**8.2.** Éghajlatváltozás. Zágoni Miklós honlapja, <http://www.eghajlatvaltozas.hu/> címen; internet, 2008. január.

**8.2.** 2. ábra: Éghajlatváltozás 2007 (IPCC negyedik értékelő jelentése), [http://www.kvvm.hu/cimig/documents/Eghajlatvaltozas\\_2007.pdf](http://www.kvvm.hu/cimig/documents/Eghajlatvaltozas_2007.pdf) címen; internet, 2008. január.

**8.3.** Zágoni Miklós: Az európai éghajlat változásának fő irányai. „A mediterrán térség éghajlata a 2010-es években” c. előadás szerkesztett változata. MTA Társadalomkutató Központ „Délkelet-európai éghajlatváltozások hatásai” c. konferenciája, 2006. március 21.; Nemzeti Biodiverzitás Platform honlapja, <http://www.biodiverzitas.hu/>

**8.4.** A biodiverzitás (animáció). ENSZ Környezetvédelmi Programja Kommunikációs és Tájékoztatási részleg; [http://www.unep.org/newscentre/animations/cbd-web\\_hungarian.swf](http://www.unep.org/newscentre/animations/cbd-web_hungarian.swf) címen; internet, 2008. január.

## 9. modul

### A modul általános leírása

Modulcím	<b>9. Az éghajlatváltozás folyamatának tudományos elő-rejelzése</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> (NAT- kompatibilitás)	<b>Készségek, attitűdök</b>	<p>A természettudományos és műszaki kulcskompetencia, a tudomány működéséről, szerepéről alkotott kép.</p> <p>A tényeken alapuló következtetések jelentőségének belátása, a tudományos tevékenység iránti bizalom.</p> <p>Anyanyelvi kulcskompetencia, a szövegértés, szövegalkotás.</p> <p>Információkeresés, -felhasználás.</p> <p>Megfigyelés, mérés, adatkezelés.</p> <p>Folyamatszemplélet, elemzési képesség.</p> <p>Képi kifejezőmód, vázlatrajzkészítés.</p> <p>Bizonytalanság kezelése.</p> <p>Többszörös lehetőségek látásmódja.</p> <p>Jövőorientáltság, távlatos gondolkodás.</p> <p>Felelősségérzet a fenntartható fejlődésért.</p>
	<b>Ismeretek</b>	<p>Tudományos rendszermodell.</p> <p>Közéghőmérséklet, átlaghőmérséklet, hőmérsékleti anomália.</p> <p>Szimuláció a modellben, előrejelzések.</p>
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	<p>Olvasás, információkeresési képesség adott szinten.</p> <p>Egyszerűbb grafikonok értelmezése.</p> <p>Megfigyelés, mérés önállóan.</p>
	<b>Ismeretek</b>	<p>Az időjárás és éghajlat fogalmak ismerete, megkülönböztetése.</p> <p>Modellek szerepe a tudományos megismerésben (pl. atommodell, nap-rendszermodell).</p> <p>Időjárási alapjelenségek és jellemzők azonosítása.</p>
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tan- anyag más moduljai- val</b>	<p>Előzmény: az éghajlatkutatásban alkalmazott mérések, megfigyelések bemutatása (6. modul).</p> <p>Kimenet: a szimulációk futtatásával kapott jövőképek, forgatókönyvek (<i>éghajlati szcenáriók</i>) (10–11. modul).</p>
	<b>Szaktárgyi területek- kel</b>	<p>Földrajz: időjárási előrejelzések, levegő-hőmérséklet.</p> <p>Csapadékosság.</p> <p>Fizika: a víz halmazállapot-változásai, hőtani vonatkozások.</p>
<b>Háttér</b>	<p>A globális éghajlatváltozás számlájára már eddig is számos változás írható. A Föld éghajlati rendszereiben, valamint a bioszférában és következményesen a gazdaságban és a társadalmakban zajló folyamat hatással van a jövőnkre is. A fenntarthatóság elvével ütközik, ha a jelen generációk szükségleteinek kielégítése aláássa a jövő generációk életfeltételeit. A 21. századra kialakult társadalmi-gazdasági eltérések miatt az emberiség kisebb hányada felelős a többieknek is okozott környezeti károkkért. A jelen cselekvéseinek megtervezéséhez ismernünk kellene a folyamat jövőbeli alakulását, az éghajlatváltozás következményeit. Azonban nem ismerjük a folyamat minden részletét, és nem tudjuk saját jövőbeni döntéseink alakulását sem. A jelenlegi ismeretek szintjén csak többszörös bizonytalansággal tudjuk előre jelezni a jövőbeli éghajlatot és annak következményeit. Ezek a bizonytalanságok jelen vannak magukban az éghajlati modellekben és azok bemenő adataiban is. A lehetőségek számát azonban szűkíteni kell, hogy használható számú eredményt kapjunk. A számítógépes modellek nagy teljesítményű számítógépeken, a nemzetközi kutatóközösség együttműködésével tervezve futnak. A különböző bemenő adatok alapján ezek a modellek közel 19 forgatókönyvet dolgoznak fel a szimulációk során.</p>	

	<p>Az éghajlati modellek tudományos megalapozottsága is sokat fejlődött az utóbbi évtizedekben. Míg néhány évtizeddel ezelőtt inkább csak a légköri folyamatokat vették számításba, addig ma számos egyéb rendszerelemet, pl. a jégtakarót, a szulfát aeroszolt vagy a növényzetet is beépítik a modellekbe.</p> <p>A modellek megbízhatóságát is ellenőrzik, többek között a múlt és a jelen éghajlati helyzeteinek számítógépes megjelenítésével. Ezek a szimulációk jól egyeznek a mai mérésekkel és a mérhető paleoklimatikus adatokkal. A tudomány által készített jövőképeket a társadalmaknak kell értelmezniük, levonva ezek tanulságait. Az állampolgárok nagyrészt csak a média által leegyszerűsített értelmezéseket kapják, amelyek akár túlzóak, akár bagatellizálók is lehetnek. A döntéshozók számára készített tudományos elemzések (pl. az IPCC-jelentések) összefoglalják és strukturálják a problémákör legfontosabb elemeit. Az állampolgárok a saját életvitelükkel és a döntéshozók megválasztásával érvényesíthetik az éghajlatváltozás kapcsán hozott egyéni döntéseiket, szándékaikat. Ezért is személyes érdekünk, hogy megismerjük a modellek által kidolgozott jövőképeket és véleményt formáljunk megbízhatóságukról.</p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	A modul feladatait logikai sorba kell rendezni. Először az éghajlati modellek fogalmát és szerkesztési elveit ismerjük meg a tanulók, ezután a kapjanak képet a különféle foratókönyvek szükségességének okairól. Ebben a szakaszban ismerkedhetnek meg a modellek fejlődésével is (választható feladat). Az óra 3. szakaszában hasonlítsák össze a foratókönyvek alaptípusait. Ezt követően a 4. szakaszban tények és érvek alapján alkossanak véleményt a modellek megbízhatóságáról.
	<b>Változatok</b>	A 2/A feladat az éghajlati modellek, modellszimulációk fő elveit és elemeit mutatja be. A 2/B feladat a modellek fejlődésével foglalkozik. A feldolgozás lehet alternatív, vagy (mivel mindkét szempont fontos) a csoportok, vagy a csoportok tagjai párokban megosztva elvégezhetik mindkettőt. Ebben az esetben időt kell tervezni a kölcsönös bemutatásra, pl. a 3. szakasz feladatának rövidítésével. Az óra 4. részében kétféle változat alkalmazható. Az A feladat egyszerűbb, a B gyorsabban dolgozó, jobb képességű csoportoknak ajánlható.
<b>Differenciálás</b>	Az ajánlásban szereplő feladatokon kívül – vagy azok helyett – a modul eszközkészletében nehezebb szöveget tartalmazó feladat is van. Ezek témája a hazai kutatásokat és az időjárási előrejelzés módszerét mutatja be. Mindkét feladat adható otthoni munkára a téma iránt érdeklődő tanulóknak.	
<b>Tanulási környezet</b>	Csoportmunkára alkalmas tanterem, amelyben időlegesen 4 szakértői csoportot is ki lehet alakítani.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	A feladatok előtt szóbeli kérdésekkel frontálisan, a munka kezdetén a csoportokban és a munka megfigyelése során szerzett információk alapján. Érdemes összegyűjteni, feljegyezni a korábbi modulok tanítása során felszínre került tanulói gondolkodásokat, vélekedéseket, ezek irányát mutathatnak a téma továbbvitele során követendő tudásépítési stratégiára.
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Csoportmunka során a tanár megfigyeli és szükség esetén segíti az előrehaladást (osztály-, csoport- és egyéni szintű visszajelzések lehetnek). A beadott feladatlapokat portfólióként, írásban lehet értékelni.
<b>Kiegészítések</b>	A modul az ajánlott 3/A változatban szakiskolában, a modul kiegészítő feladataival 8–9. osztályban is alkalmazható.	

## A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Bevezetés	<i>Tanár:</i> felvezeti a modellek témáját. Diagnosztizáló kérdésekkel felméri a tanulók előzetes elképzeléseit, aktivizálja a tanulókat a témáról való gondolkodásra. <i>Tanulók:</i> elképzeléseket fogalmaznak, válaszolnak a tanári kérdésekre.	(Kivétítő lehet)
2./A	10	Éghajlati modellek (9.2.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a feladatlapokat, rajzlapokat, rajzeszközöket. Ismerteti a feladatot, időt szab. <i>Tanulók:</i> egyénileg elolvassák a feladatlapra lévő szöveget. A csoport értelmezi a feladatot. Ötletroham-módszerrel értelmezik, közösen megbeszélik a feladatot, és megtervezik a végrehajtást (pl. rajzoló, időfelelős, szervező, szövegolvassó szerepek). Elkészítik a rajzot, kifüggesztik a csoport táblájára.	Feladatlapok minden tanulónak, nagyobb rajzlap (A/3-as), filctollak
2./B	10	Az éghajlati modellek fejlődés (9.9.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a lapokat, ismerteti a feladatot, időt szab. <i>Tanulók:</i> egyénileg tanulmányozzák az ábrát, megvitatják és közösen megfogalmazzák a választ.	Feladatlapok minden tanulónak
3.	15	Éghajlati forgatókönyvek, 1. és 2. feladat (9.1.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a lapokat, ismerteti a feladatot, időt szab. <i>Tanulók:</i> 1. A feladat elején a tanulók felosztják egymás között a forgatókönyv-alaptípusokat. Mindenki önállóan elolvassa a szöveget és szóforgó- megbeszélés után együtt válaszolnak a kérdésekre. 2. Az egyes forgatókönyvek szakértői külön csoportokba rendeződnek. 3. a) A tanár különféle állításokat olvas fel, amelyek valamelyik forgatókönyvre igazak. Az érintett csoport jelentkezik a „mondatáért”. b) A csoportok maguk küldenek egy-két mondatot egymásnak. A feladat ua., mint a) esetben.	Feladatlapok minden tanulónak, 4 fős csoportra és 4 szakértői csoportra kialakítható munkahe-lyek
4./A	10	Megbízhatók-e az éghajlati modellek? (9.4.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, kiosztja a feladatlapokat, időt szab. Vezeti a bizalmi index osztályszintű számítását. <i>Tanulók:</i> egyénileg elolvassák a feladatot, csoportban megbeszélik, és közösen válaszolnak a kérdésekre. Kitéltik a bizalmiindexet-lapot.	Feladatlapok minden tanulónak

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
4./B	10	Mérés és modell 1. Hőmérsékleti anomáliák a 20. században (9.5.) 2. Éves átlagos csapadék (9.6.) 3. A sarkvidékek jégtakarójának nagysága (9.7.) 4. Felszíni- és felszín közeli hőmérséklet (9.8.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, kiosztja a feladatlapokat, időt szab. <i>Tanulók:</i> a négy feladatlapot elosztják egymás között, egyénileg tanulmányozzák, és mozaikmódszerrel érvelve bemutatják egymásnak.  Ezt követően töltik ki a bizalmiindex-lapot.	Feladatlapok (csoportonként és fajtánként 1-1 színes másolat)
5.	5	Időjárási előrejelzések bevétele vizsgálat (9.3.) Otthoni feladat	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladat célját és tartalmát, felhívja a figyelmet a választható lehetőségekre (információforrásokra). <i>Tanulók:</i> magukkal viszik az írásban megkapott feladatlapot.	Feladatlapok minden tanulónak

## Mellékletek

### 9.1. Az éghajlati forgatókönyvek

#### 1. feladat:

Olvassátok el az alábbi szöveget!

*Miért beszélünk éghajlati forgatókönyvekről előrejelzések helyett?*

Ahhoz, hogy a modellek számításához megadhassuk 50-100 évre előre az üvegházgázok kibocsátásának, illetve koncentrációjának értékeit, ismernünk kellene a gazdasági és társadalmi folyamatok jövőbeni alakulását. (Például a népesség változása, a globalizációs folyamat térhódítása és sebessége, a megújuló energiahordozók, illetve a környezetkímélő technológiák elterjedése, a globális és regionális gazdaságpolitika iránya, a nemzetgazdaságok regionális fejlődési tendenciái, területi és elemenkénti kibocsátásértékek). Ám ilyen nagy időtávra előre ezeket a folyamatokat nem ismerhetjük. Ezért csak éghajlati forgatókönyvekben (*szcenáriókban*) gondolkodhatunk, azaz „ha... , akkor...” jellegű folyamatokban.

A világ nyolc nagy éghajlatkutató központjában közel húsz, hatalmas számítógépes kapacitást igénylő globális modell képes becsléni a jövőbeni klíma alakulását. Négy alap- forgatókönyvön belül 19 változat áll rendelkezésre, melyek a gaz-

daság leendő állapotát, a szennyezőanyag-kibocsátás globális mértékét és összetételét írják le. Ezek a globális éghajlati modellek általában 2050-ig, illetve 2100-ig becsülik meg az éghajlati paraméterek globálisan várható alakulását. Tesztfuttatások igazolják, hogy ha az alapadatokat kellő pontossággal meg tudnánk adni, akkor a modellek képesek lennének a jövő klímáját többé-kevésbé jól leírni.

### A szöveg alapján válaszoljatok a kérdésekre:

1. Miért nem tudjuk pontosan előre jelezni a jövőbeli éghajlatot?
2. Hogyan készülnek az éghajlati forgatókönyvek?
3. Hányféle forgatókönyvet állítottak fel a kutatók?

### 2. feladat:

#### Milyenek az alapforgatókönyvek?

Az alábbi táblázat négy alapforgatókönyvet mutat be. Az A1, B1 és A2, B2 párok a globalizációs folyamatok felgyorsulása, illetve a világrészek (régiók) fejlődési jellemzői alapján írják le a jövőt. Az A1, A2 forgatókönyvek gyors gazdasági fejlődést, míg a B1, B2 esetek környezettudatos technológiai fejlesztéseket vesznek figyelembe. Az üvegházgázok kibocsátása, így a klímaváltozás mértéke szempontjából az A1 a legoptimistább és a B2 a legpesszimistább forgatókönyv.

<b>A1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nagyon gyors gazdasági növekedés</b></li> <li>• a népesség növekedése a 21. sz. közepéig, utána csökkenés</li> <li>• új és <b>hatékony technológiák</b> gyors megjelenése, elterjedése</li> <li>• az egyes régiók közötti <b>kiegyenlítődés</b></li> <li>• fokozott kulturális és társadalmi impulzusok</li> <li>• a regionális jövedelemkülönbségek csökkenése</li> </ul>	<b>A2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>heterogén</b> fejlődési séma</li> <li>• a helyi önkormányzatok, önszerveződések hangsúlyosabb működése</li> <li>• <b>folyamatosan növekvő népesség</b></li> <li>• különféle regionális gazdasági fejlődés</li> <li>• <b>lassú</b> és területileg nem egyenletes <b>technológiai fejlődés</b></li> </ul>
<b>B1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>kiegyenlítő</b> gazdasági fejlődés</li> <li>• az A1-hez hasonló népességváltozások</li> <li>• a gazdasági szerkezet <b>gyors</b> eltolódása a szolgáltatási és információs ágazatok felé</li> <li>• <b>környezetbarát és energiahatékony technológiák</b> bevezetése</li> <li>• a gazdasági, társadalmi és környezeti problémákra <b>globális megoldások</b> kidolgozása</li> </ul>	<b>B2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a gazdasági, társadalmi és környezeti problémák <b>lokális szintű kezelése</b></li> <li>• <b>folyamatosan növekvő globális népességváltozás</b></li> <li>• közepes mértékű gazdasági fejlődés</li> <li>• az A1-hez és a B1-hez képest lassabb és sokoldalúbb fejlődés</li> </ul>



## 9.2. Éghajlati modellek

**Olvassátok el az alábbi szövegeket!**

### *Az éghajlati modellek a tudomány jövőbe látó eszközei*

Az éghajlati modelleket az éghajlati rendszer folyamatainak, kölcsönhatásainak leírása céljából dolgozták ki. Ezek jelentik az egyedüli eszközt, mellyel a jövő éghajlatára vonatkozó becsléseket készíthetünk.

Az éghajlati rendszer elemei a légkör, az óceán, a talajfelszín, a krioszféra (*a tengeri és a szárazföldi jég és hó összessége*), valamint a bioszféra. A modellek a földi éghajlati rendszert matematikai egyenletekkel írják le. Kiszámítják a légkör és az óceánok mozgásait, becslést adnak a hőmérséklet, sűrűség, légnyomás várható alakulására. Leírják a vízrajzi ciklus elemeit, a sarki jégsapkák, gleccserek terjeszkedését, olvadását. Figyelembe veszik a felhő- és csapadék-képződési folyamatokat.

A számítógépes modellek bemenő adatai a mérési hálózatokból kapott hőmérséklet-, csapadék-, áramlási és egyéb jellemzők. Ezeket dolgozzák fel a modellelemek, pl. a globális légkörzést, a szén körforgását leíró matematikai egyenletek. A kutatók igyekeznek többféle forgatókönyvet is számításba venni, így pl. eltérő lehet az emberi tevékenység hatása, ha a jelenlegi szint alá csökken a szén-dioxid-kibocsátás. A modellezés eredménye tehát több éghajlati elemre kiterjedő és több lehetséges forgatókönyvet leíró előrejelzés.

A modellek megjelenítik a természetes folyamatok és az emberi tevékenység miatt bekövetkező globális hőmérséklet-változást. A becslések nem kielégítő pontosságúak abban az esetben, ha **csak a természetes** okokat (a Nap sugárzásának változása, vulkáni tevékenység) vagy **csak az emberi eredetű** okokat (pl. üvegházhatású gázok kibocsátása) vesszük figyelembe. Lényegesen jobb eredményt ad a két tényező együttes hatását leíró modellezés. Ez igazolja azt a feltevést, hogy a természetes és emberi eredetű hatások egyike sem elhanyagolható a jövőt előrejelző éghajlati modellekben.

### *Regionális modellek*

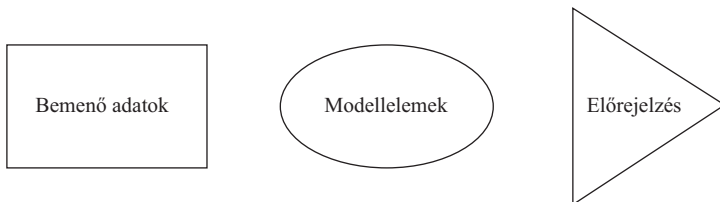
A Föld teljes éghajlati rendszerére kidolgozott globális modellek 250 kilométernél nagyobb területekre vonatkoznak. Ezek eredményeit nem tudjuk közvetlenül Magyarország területére értelmezni, mivel az egész országra csak 2-3 mérési pont esik. A globális modellek eredményeit felhasználó *regionális modellek* kisebb, 20-40 km-es területek pontos leírását is lehetővé teszik.

**Feladat:**

**A szöveg alapján készítsétek el egy éghajlati modell vázlatát!**

**Használjátok fel a cikkben szereplő adatokat, információkat!**

Dolgozzatok az alábbi vázlatrajz alapján:



---

### 9.3. Időjárási előrejelzések beválásának vizsgálata

**Otthoni feladat**

1. A következő napokban kövessétek figyelemmel az időjárási előrejelzéseket!
2. Választhatjátok valamelyik rádió, tévécsatorna vagy újság időjárás-jelentését, de az interneten is található előrejelzés pl. az Országos Meteorológiai Szolgálat – [www.met.hu](http://www.met.hu) – oldalán.
3. Írjátok fel a másnapra és a további 2-3 napra várható időjárás fontosabb jellemzőit (hőmérséklet, felhőzet, szél, csapadék)!
4. A következő napokon végezzetek időjárási megfigyeléseket, méréseket (pl. maximum- hőmérséklet)!
5. Hasonlítsátok össze a méréseitek, megfigyeléseitek és az előrejelzések adatait!
6. Készítsetek összehasonlító táblázatot!

**Kérdések:**

1. Milyen mérések alapján készülnek az időjárási előrejelzések? Nézzetek utána a oldalon, az Ismeret-tárban (Met-suli)!
2. Milyen akadályok nehezítik az időjárási előrejelzések készítését?
3. Az általatok vizsgált napokon milyen mértékben váltak be az előrejelzések?
4. Milyen különbség volt a rövid és a hosszabb távú előrejelzések beválásában?
5. Milyen hasonlóságok és különbségek lehetnek az időjárás és az éghajlat változásainak előrejelzésében?

## 9.4. Megbízhatóak-e az éghajlati modellek?

**Olvassátok el az alábbi szövegeket!**

### *I. Korlátok, bizonytalanságok*

Ma közel húsz globális éghajlati modell létezik. Ezek különböző jövőbeli kibocsátási forgatókönyvekből indulnak ki. A modellek természetesen csak feltételezett éghajlatokat jelezhetnek előre. Éghajlati kísérleti laboratóriumok nem léteznek, így az eredmények ellenőrzésére sincs lehetőség. További probléma, hogy a modellekben rejlő bizonytalanságok nehezen számszerűsíthetők.

*Néhány tényező, melyek növelik az éghajlati modellek pontatlanságát:*

1. Minden modell egyszerűsítés, csak a valóság egy részét írja le.
2. A modellek kisebb területekre nem adnak előrejelzéseket.
3. A domborzati adatok nem adják meg a felszínt elég pontosan.
4. A mérési adataink térben nem adnak elég sűrű lefedettséget.
5. Sem a modell működési feltételei, sem a bemenő adatok nem adhatók meg pontosan.
6. Részletesebb megfigyelések hiánya például a felhőzet alakulásáról és a felhőképződési folyamatokról.

### *II. A modellek megbízhatóságát az alábbi érvek támasztják alá:*

1. A modellek természeti törvényeken alapulnak (a tömeg-, az energia-, a mozgásmennyiség megmaradása). A modellek mérések és megfigyelések tényeit, adatait használják fel az előrejelzés érdekében.
2. A modellek képesek az éghajlat jelenlegi alakulását is jelezni. A előrejelzéseket rendszeresen összehasonlítják a légkör, az óceánok, a szárazföldek és a jégtakaró állapotának adataival. A modellek növekvő mértékben képesek jelezni az éghajlat főbb jellemzőit, a hőmérséklet, a csapadékeloszlás, a széljárás, az óceáni áramlások vagy a jégtakaró nagy léptékű változását. Segítségükkel jelezhető a monszunok, viharzónák, csapadéksávok mozgása. Egyes éghajlati modellek alkalmasak hosszabb távú időjárási vagy évszázkos előrejelzésekre is. Az éghajlati modelleknek ugyanakkor nem feladata a napi időjárás előrejelzése (arra másféle modellek szolgálnak).
3. A modellek képesek az éghajlat múltbéli alakulását is megjeleníteni. Jól mutatják a 6000 évvel ezelőtti felmelegedést vagy az utolsó jégkorszak 21 000 évvel ezelőtti lehűlését, beleértve az óceánok vizének hőmérséklet változását is. A 20. század átlaghőmérsékletének modellezése is jól egyezik a mérési eredményekkel. Olyan részleteket is jeleznek, mint az éjszakai hőmérsékletek

(nappalinál) gyorsabb emelkedése, a Déli-sark erősebb melegedése vagy a vulkánkitörések rövid távú hőmérséklet-csökkentő hatása.

### III. Összegzés

A bizonytalanságok ellenére az éghajlati modellek egybehangzóan jelzik a globális hőmérséklet növekedését. Ez a folyamat a modellek szerint az üvegházhatású gázok koncentrációjának emelkedésével függ össze.

#### A szöveg alapján válaszoljatok az alábbi kérdésekre!

1. Miért van olyan sokféle éghajlati modell?
2. Miért nehéz pontos előrejelzéseket készíteni?
3. Milyen alapokra építve dolgozták ki a modelleket?
4. Soroljatok fel érveket, bizonyítékokat az éghajlati modellek megbízhatósága mellett!

#### Bizalmiindex-számítás

##### Feladat:

Az elolvasott szövegek és egyéb ismeretek alapján foglaljatok állást az éghajlati modellek megbízhatóságával kapcsolatban!

Véleményeteket (pl. az alábbi) ötfokú skálán jelezzétek X jellel:

Állítás	Elfogadom	Pont
Az éghajlati modellek előrejelzései pontosak, azokban megbízok		5
Az éghajlati modellek előrejelzései inkább pontosak, mint pontatlanok		4
Az éghajlati modellek előrejelzései változó pontosságúak		3
Az éghajlati modellek előrejelzései inkább nem pontosak, mint pontosak		2
Az éghajlati modellek előrejelzései pontatlanok, azokban nem bízik meg		1

**Állapítsátok meg az osztály éghajlati modellekkel kapcsolatos bizalmi indexét!**

Összesítsétek az osztályban a pontszámokat, számoljátok ki ennek átlagát!

### 9.5. Mérés és modell – 1. Hőmérsékleti anomáliák a 20. században

*Fekete vonal:* a globális felszín-közeli középhőmérséklet alakulása a 20. században a mérések alapján.

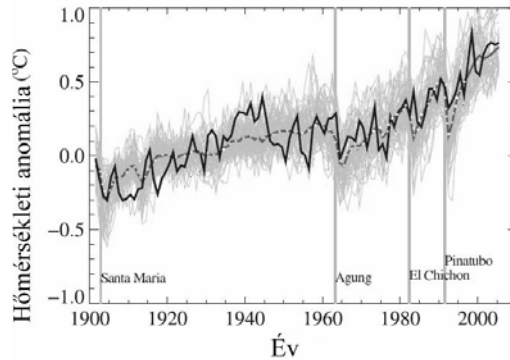
*Szürke vonalak:* 14 különböző éghajlati modell alapján elvégzett 58 szimulá-

ció eredménye. A szimulációk figyelembe vették az éghajlatot befolyásoló természeti és emberi eredetű hatásokat.

*Pontozott vonal:* A szimulációk eredményeinek középértéke.

*Szürke függőleges vonalak:* a nagyobb vulkánkitöréseket jelzik.

*Magyarázat:* Az ábra az eltéréseket az 1901–1950 közötti időszak átlaghőmérsékletéhez viszonyítva (0,0 szint) mutatja be.



**9.5.1. ábra. Hőmérsékleti anomáliák a 20. században**

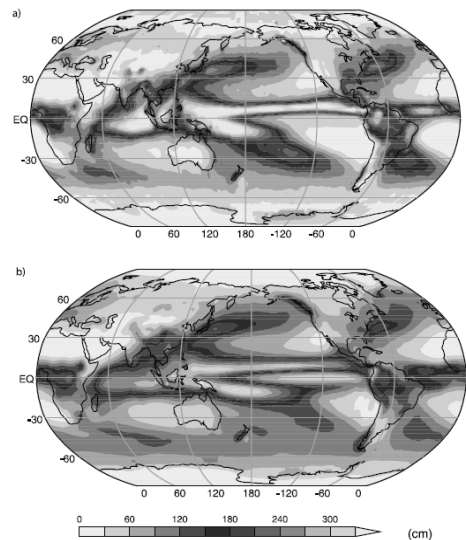
### Kérdések, szempontok:

1. A grafikon melyik vonala mutat be tényadatokat?
2. Hogyan jelzi a grafikon az eltérő előrejelzéseket?
3. Mi indokolja a piros vonallal jelzett értékek feltüntetését?
4. Mennyire egyeznek a tények és az előrejelzések?

## 9.6. Mérés és modell – 2. Éves átlagos csapadék

Éves átlagos csapadék (cm)

- a) mérések alapján (1980–1999),
- b) modell számítások alapján (hasonló időszakra).



**9.6.1. ábra. Éves átlagos (globális) csapadék**

### Kérdések, szempontok:

1. Melyik ábra mutat be tényeket és melyik előrejelzéseket?
2. Milyen színárnyalatok jeleznek több, illetve kevesebb csapadékot?
3. Soroljatok fel a térkép alapján erősen, illetve gyengén csapadékos területeket, világtájakat!
4. Milyennek ítélték a valóság és a modell előrejelzésének egyezését?

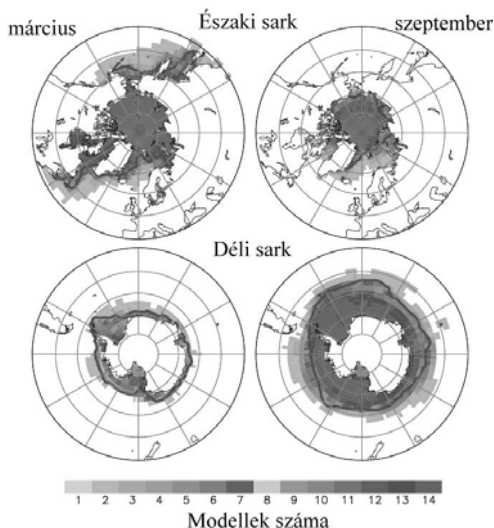
## 9.7. Mérés és modell – 3. A sarkvidékek jégtakarójának nagysága

*Vastag fekete vonal:* legalább 15%-ban jéggel borított terület nagysága a mérések alapján (1980–1999 időszak).

*Szürke területek:* 14 különböző éghajlati modell használatával számított, legalább 15%-ban jéggel borított terület nagysága (azonos időszakban). A szürke árnyalás azt jelzi, hogy az adott területre hány modell jelez jégtakarót (alsó skála alapján)

### Kérdések, szempontok:

1. Milyen mértékű jégborítást jeleznek a térképek?
2. Hogyan jelzik a térképek a tényleges állapotot?
3. Milyen színezés mutat nagyobb valószínűséggel jégtakarót?
4. Miből lehet következtetni a jégtakaró nagyobb valószínűségére?
5. Mennyire egyenek a tények és a modellek előrejelzései?

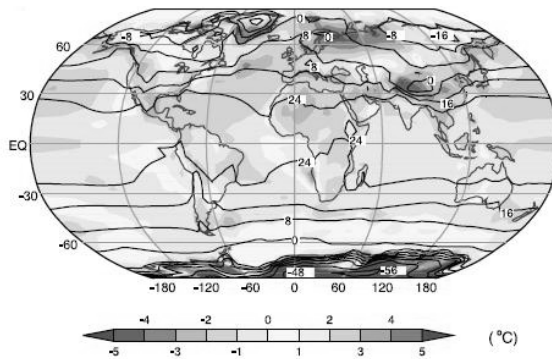


9.7.1. ábra. A sarkvidékek jégtakarójának nagysága

## 9.8. Mérés és modell – 4. Felszíni- és felszín közeli hőmérséklet

*Fekete vonalak:* mért éves felszín közeli hőmérsékletek, illetve a szárazföldek felszíni hőmérséklete.

*Szürke területek:* több modell által számított értékek átlagos hibája (számított – mért hőmérséklet, az alsó skála alapján)



9.8.1. ábra. Felszíni és felszín közeli hőmérséklet (mért és előre jelzett)

### Kérdések, szempontok:

1. Hogyan jelzi a térkép a hőmérséklet tényleges (mért) értékeit?
2. Hogyan tudható meg a térképről egy terület előre jelzett hőmérséklete?
3. Maximálisan milyen nagyságú eltéréseket jelez a térkép a modell és a mért tények között?
4. Milyen nagyságú eltérések fordulnak elő a legnagyobb területen (milyen színek a leggyakoribbak az ábrán)?
5. Milyennek ítéled a tények és az előrejelzések egyezését?

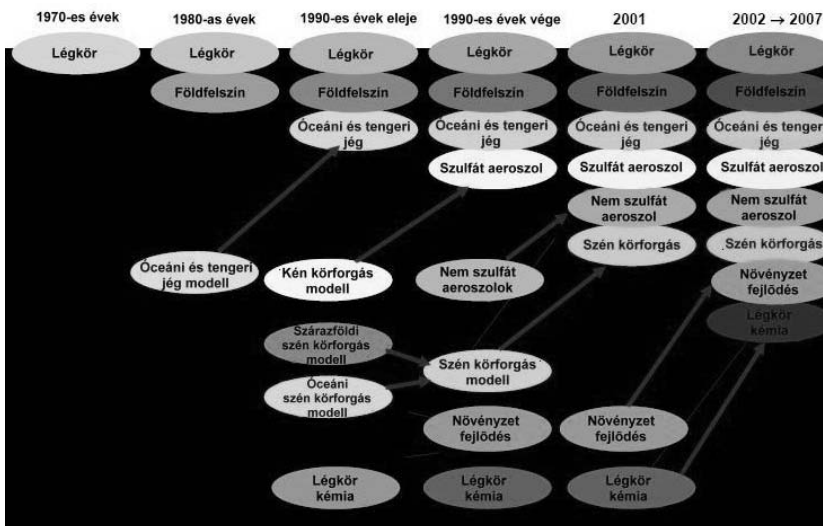
## 9.9. Éghajlati modellek fejlődése

Az éghajlatváltozás előrejelzésének tudományos eszközei a számítógépes modellek. Az éghajlati rendszer állapotát leíró adatok feldolgozását végzik, bonyolult matematikai egyenletek segítségével. A modell annál pontosabb, minél több rendszerelemet és összefüggést képes számításba venni. Az éghajlatváltozás problémájának megjelenése óta foglalkoznak a kutatók a modellek fejlesztésével. Világszerte több kutatóintézetben működik nagy pontosságú éghajlati előrejelzésre alkalmas globális éghajlati modell. Az alábbi ábra a modellek fejlődését mutatja be az 1970-es évektől napjainkig.

(Az évszámok alatti „gombócoszlopok” az adott időszak modell elemeit jelzik.)

### Feladat:

1. Figyeljétek meg, hogy az időben előre haladva hogyan épül be egyre több rendszer- elem a modellekbe!
2. Fogalmazzátok meg: hogyan változtak az idők során az éghajlati modellek!



9.9.1. ábra. Éghajlati modellek fejlődése

### Kérdések:

1. Milyen összefüggés van a modellelemek száma és az előrejelzések pontosságuk között?
2. A szulfát aeroszol a légkörben lebegő, kénvegyületekből álló mikroszkopikus port jelent. Kéntartalmú tüzelőanyagok elégetéséből származik.
  - a) Mikor jelent meg ez az elem a modellekben?
  - b) Hogyan befolyásolhatja ez a finom (általában városok felett) lebegő por az éghajlatot?
3. Írjátok le vázlatosan a szénkörforgás folyamatát, mutassátok be élő- és élettelen tényezőit (*növények, állatok, lebontók, levegő, talaj stb.*)!

### Forrás a feladathoz:

- 9.1. <http://www.mindentudas.hu/doc/bartholy>  
 9.2. [http://www.mindentudas.hu/doc/bartholy\\_nyomtathato.rtf](http://www.mindentudas.hu/doc/bartholy_nyomtathato.rtf) alapján.  
 9.4. (I) <http://www.mindentudas.hu/doc/bartholy;;>  
 (II) IPCC Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 601. o.



<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**9.5.** IPCC, Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 600. o.

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**9.6.** IPCC Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 612. o.

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**9.7.** IPCC Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 617. o.

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**9.8.** IPCC Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 609. o.

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**9.9.** Sir John Lawton előadása: Why the Public Needs to be Scientifically Literate; National Science Learning Centre, York, Great Britain, 2007.

**9.9.** A szén körforgása ábra:

[http://kolos.sulinet.hu/gimi/bi\\_j\\_dolgozat%20elotti%20osszefoglalas\\_elemei/ima ge005.jpg](http://kolos.sulinet.hu/gimi/bi_j_dolgozat%20elotti%20osszefoglalas_elemei/ima ge005.jpg) címen; internet, 2008. április.

## 10. modul

### A modul általános leírása

<b>Modulcím</b>	<b>10. Az éghajlat-változási folyamatok előrejelzései – globális szint</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák (NAT- kompatibilitás)</b>	<b>Készségek, attitűdök</b>	Társadalmi érzékenység, modellalkotás, lényegkiemelés, logikai összefüggés felismerése, következtetések levonása, problémafelvetés, együttműködés.
	<b>Ismeretek</b>	Csapadékintenzitás, metán-klatrát, monszun, környezeti nyomás, környezeti menekült, környezeti stressz, ökológiai tűrőképesség.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Szövegértelmezés, grafikonelemzés, térképhasználat, tájékozódás a vaktérképen, összefüggés-értelmezés, lényegkiemelés.
	<b>Ismeretek</b>	Modell fogalma, forgatókönyvek, a Föld vaktérképe, tengeráramlatok, metán, szén-dioxid, üvegházhatás.
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tananyag más moduljaival</b>	Az eddigi összes modullal kapcsolatban van ez a modul. Előkészíti a további modulokat is.
	<b>Szaktárgyi területekkel</b>	Földünk és környezetünk.
<b>Háttér</b>	<p>Ez a modul foglalja össze az eddigi tapasztalatokat, az előrejelzések az előző kutatásokra épülnek. Az összegzés: csoportok megfogalmaznak egy levelet, melyben összegyűjtik a problémákat, és javaslattal küldik a képviselőjüket egy nemzetközi konferenciára.</p> <p>A javaslatot órán kívül, házi feladatként készítik el.</p> <p>Az órai munka több oldalról közelíti meg a globális előrejelzéseket: először természeti oldalról vizsgálják meg a diákok a klímaváltozás előrejelzéseit, majd megismerkednek a társadalmi vonzataival is.</p> <p>A ráhangolás előzetes tudásra is épül. Menet közben visszatérnek a diákok erre a feladatra, s ellenőrzik a saját ismereteiket.</p> <p>Érdeemes a szakértői mozaik minden lépését betartani, mert így a diákok nem maradnak magukra a saját szövegükkel, tudnak egymásnak segíteni a feladat megoldásában.</p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	Érdeemes a pedagógiai leírás szerint szervezni az órát, de ha van rá lehetőség, akkor kétszer 45 percben is fel lehet dolgozni a feladatokat. Egyrészt a környezeti nyomással kapcsolatos feladatot és a házi feladatot át lehet tenni a következő órára is és közösen megoldani a feladatot. Másrészt érdemes megrajzoltatni a diákokkal, hogy szerintük melyik forgatókönyv szerint zajlik majd az éghajlatváltozás a Földön, és mit képzelnek a jövőről.
	<b>Változatok</b>	<p>A második lépés szakértői mozaikjának feladatai három különböző szintre készültek, ezek az OFI honlapján megtalálhatók:</p> <p>1. melléklet – I. változat a közepes képességű 7. osztály számára készült.</p> <p>1. melléklet – II. változat a jó képességű 7. osztály és a közepes képességű 9. osztály számára készült.</p> <p>1. melléklet – III. változat a nagyon gyakorlott, jó képességű 7. osztály és a jó képességű 9. osztály számára készült.</p> <p>Ide, a könyvváltozatba a II. változat került.</p>

<b>Differenciálás</b>	1. melléklet: A szakértői mozaik során a feladatlapok különböző képességeket fejlesztenek. Az „A” tanuló könnyebb grafikont kap, kevesebb szöveget. A „B” tanuló közepes nehézségű feladatot kap, a „C” és a „D” tanuló a szövegértésben jó.	
<b>Tanulási környezet</b>	Az óra nem igényel különösebb eszközöket. Osztályteremben, csoportokban dolgoznak a diákok, feladatlapok, földrajzatlász, papír, toll kell a munkához.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	A ráhangoló feladat egy előzetes tudás felmérés is egyben.
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Az óra végén kiadott feladat megoldása egyben értékeli is azt a szemléltetést, amely a modulok feldolgozása során történt. A ráhangoló feladat átnézése, kijavítása jelzi az órai munka hatékonyságát. A tanár értékeli a beszédett munkákat.
<b>Kiegészítések</b>	A modul nagyon jól alkalmazható a nyelvi előkészítő év környezeti nevelés tananyagában is.	

### A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Ráhangolódás Nem fogok tudni síelni! (10.2.)	<i>Tanár:</i> a csoport együtt oldja meg a feladatot, kiosztja a 2. mellékletet, felhívja a figyelmet arra, hogy az óra második felében a csoport együtt ellenőrizheti a megoldást. <i>Tanulók:</i> közösen megbeszélik a feladat lehetséges megoldásait.	10.2. melléklet
2.	22	Szakértői mozaik Globális éghajlati előrejelzések (10.1.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a diákoknak a saját feladatlapjukat, majd elmondja a feldolgozás menetét: • egyéni munka, • szakértők együtt dolgoznak, • szakértők beszámolnak a csoportjuknak. <i>Tanulók:</i> saját feladataikon dolgoznak, vázlatot készítenek, beszámolnak a csoporttársaiknak.	10.1. melléklet, Földrajzatlász, papír, toll
3.	12	Csoportmozaik Az éghajlatváltozás várható társadalmi hatásai (10.3.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a feladatlapokat, elmondja a lépéseket, beszedi a megoldásokat. <i>Tanulók:</i> saját feladataikon dolgoznak, majd a csoport együtt dolgozik tovább.	10.3. melléklet
4.	6	Osztálymunka Javaslat készítése a kormányok közötti konferenciára – előkészítése a beadandó munkának (10.4.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, kiosztja a szempontokat. <i>Tanulók:</i> figyelnek, kérdeznek.	10.4. melléklet

## Mellékletek

### 10.1. Globális éghajlati előrejelzések

Forrás: IPCC-jelentés, National Geographic.

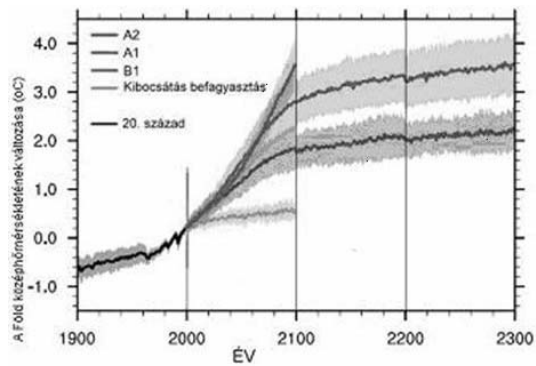
#### „A” tanuló

##### *A Föld hőmérsékletének változása*

- Az üvegházhatású gázok kibocsátásának jelenlegi vagy azt meghaladó mértéke további felmelegedéshez és éghajlati rendszerünk jelentős megváltozásához vezet a 21. század során, amelyek hatásai valószínűleg meghaladják majd a 20. században megfigyeltét.
- A felmelegedés szintje a kibocsátás szintjétől függ. A jelentés szerint amennyiben az üvegházhatású gázkibocsátás szintje megállna a 2000. év szintjén, a felmelegedés üteme akkor is legalább 0,1 °C lenne évtizedenként.
- Az előrejelzések olyan tényezőktől függnak, mint a gazdasági növekedés, a népesség, az új technológiák használata, de sok más tényező is közrejátszhat kialakításukban. Ezeket veszik figyelembe a különböző forgatókönyvekben.

A forgatókönyvek főbb szempontjai:

<p>A1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nagyon gyors gazdasági növekedés</b></li> <li>• a népesség növekedése a 21. sz. közepéig, utána csökkenés</li> <li>• új és <b>hatékony technológiák</b> gyors megjelenése, elterjedése</li> <li>• az egyes régiók közötti <b>kiegyenlítődés</b></li> <li>• fokozott kulturális és társadalmi impulzusok</li> <li>• a regionális jövedelemkülönbségek csökkenése</li> </ul>	<p>A2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>heterogén</b> fejlődési séma</li> <li>• a helyi önkormányzatok, önszerveződések hangsúlyosabb működése</li> <li>• <b>folyamatosan növekvő népesség</b></li> <li>• <b>különböző regionális gazdasági fejlődés</b></li> <li>• <b>lassú</b> és területileg nem egyenletes <b>technológiai fejlődés</b></li> </ul>
<p>B1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>kiegyenlítő</b> gazdasági fejlődés</li> <li>• az A1-hez hasonló népességváltozások</li> <li>• a gazdasági szerkezet <b>gyors</b> eltolódása a szolgáltatási és információs ágazatok felé</li> <li>• <b>környezetbarát és energiahatékony technológiák</b> bevezetése</li> <li>• a gazdasági, társadalmi és környezeti problémákra <b>globális megoldások</b> kidolgozása</li> </ul>	<p>B2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a gazdasági, társadalmi és környezeti problémák <b>lokális szintű kezelése</b></li> <li>• <b>folyamatosan növekvő globális népességváltozás</b></li> <li>• közepes mértékű gazdasági fejlődés</li> <li>• az A1-hez és a B1-hez képest lassabb és sokoldalúbb fejlődés</li> </ul>



10.1.1. ábra. A Föld középhőmérsékletének változása

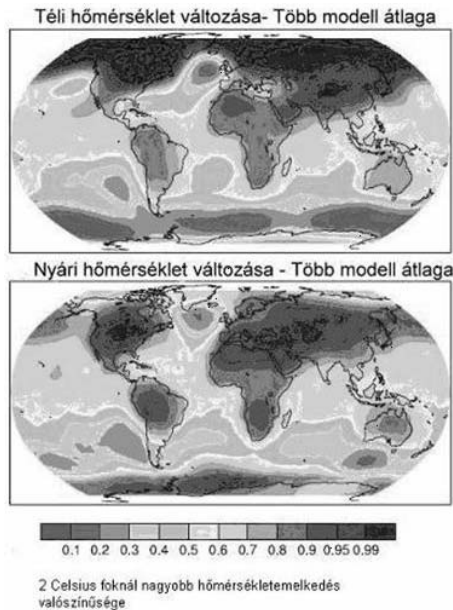
#### Feladat:

1. A szöveg és az 1. ábra segítségével mondd meg, melyik modell okozza a legnagyobb felmelegedést 2100-ig!
2. Mi ennek a modellnek a jellemzője?
3. Melyik modell okozza a legnagyobb hőmérsékletváltozást?
4. Mi ennek a modellnek a jellemzője?
5. Mikor változna a hőmérséklet a legkevésbé?

#### „B” tanuló

#### A Föld hőmérsékletének várható változása

- Az elkövetkező két évtizedben a felmelegedést tízévenként 0,2 °C-osra becsülik azok a forgatókönyvek, amelyek nem számolnak a kibocsátás számottevő visszafogásával. A jövőre vonatkozó prognózisok szerint Földünk átlaghőmérséklete 1,0 és 6,3 °C közötti mértékben melegedhet attól függően, hogy a gazdasági és társadalmi fejlődésből milyen határok közötti üvegházgáz-kibocsátás következik be.
- Az előrejelzések olyan tényezőktől függenek, mint a gazdasági növekedés, a népesség, az új technológiák használata, de sok más tényező is közrejátszhat kialakításukban.



10.1.2. ábra Téli és nyári középhőmérséklet várható változása

### **Metán-klatrátok**

A szibériai fagyos altalaj mélyén, valamint a jeges északi tengerek fenekén található üledékekben hatalmas mennyiségű gáztartalmú jég, ún. metán-klatrát raktározódik. Az alacsony szibériai hőmérséklet, valamint a jeges óceánok súlya alatt a klatrátok stabil állapotúak. A melegedéssel azonban a jégkristályok darabokra töredeznek, a bennük lévő gázok pedig a légkörbe és az óceánba kerülnek. Az Amerikai Geológiai Társaság mérései szerint az óceán mélyén fekvő klatrátok körülbelül a Föld ismert földgáztartalékának húszszorosát teszik ki. A nagy mennyiségű metán légkörbe kerülése, lévén szintén üvegházhatású gáz, tovább gyorsítja a globális felmelegedést. A kibocsátott metán mérgezi az óceánokat is, és kioldja a vizek által elnyelt szén-dioxidot is.

### **Tibet**

Mivel a tibeti régiót állandóan jég és hó borítja, így az úgy viselkedik, mint egy tükör, a napsugárzás jelentős részét visszaveri a légkör irányába. Ezzel tulajdonképpen akadályozza a Föld felmelegedését, amennyiben a hó és a jégtakaró elolvad, a tükröző hatás is megszűnik, így a Föld felszíne tovább melegszik.

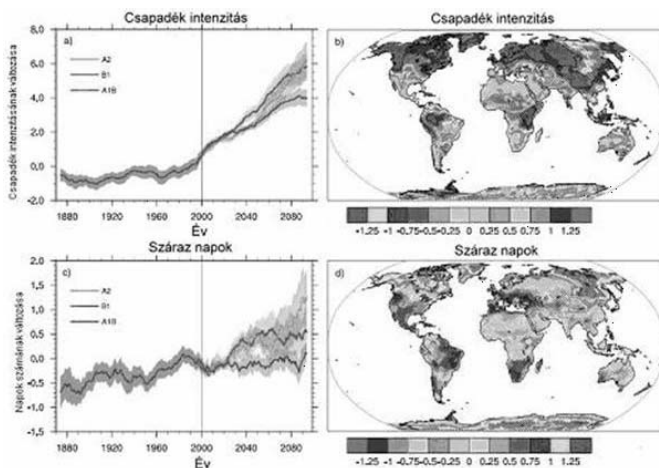
**Feladat:**

*A feladatok megoldásához használd a Földrajzatlaszt!*

1. A szöveg és a 2. ábra segítségével mondd meg, a Föld melyik területén történne a legnagyobb hőmérsékletváltozás!
2. Mely területeken lenne a legkisebb hőmérséklet-változás?
3. Mely területeken lenne nyáron a legnagyobb a hőmérséklet-változás?
4. Hol érné el a hőmérséklet-változás biztosan a 2 °C-ot?
5. Mely területeken lenne télen a legnagyobb a hőmérséklet-változás?
6. Miért veszélyes Szibéria felmelegedése?
7. Miért okoz problémát a tibeti hó elolvadása?

**„C” tanuló*****A Föld csapadékoságának változása***

- Több csapadék a magasabb földrajzi szélességeken: igen valószínű várható következmény, hogy a csapadék mennyisége északabbra megnő, míg a legtöbb trópusi és szubtrópusi régióban lecsökken.
- Gyakoribbá válnak a szélsőséges időjárási viszonyok: nagy erejű viharok, hirtelen lezúduló csapadék, hóhullám várható.
- Az éves csapadékösszeg általánosan nő a Földön a 21. században. A növekedés a magasabb földrajzi szélességeken a legintenzívebb. A mérsékelt övi zónában régióként kisebb csökkenést találunk. Az egész Földön a legnagyobb mértékű csapadécsökkenés a Földközi-tenger körzetében várható, mely területhez még a Kárpát-medence is hozzátartozik.
- Az alábbi ábra a lehulló csapadék mennyiségének megváltozását mutatja. A változás arányát színekkel jellemzik. Az ábrán a száraz napok számának növekedése jelzi azokat a területeket, ahol csökken a csapadék mennyisége. A száraz napok számának csökkenése utal a csapadék mennyiségének növekedésére.



10.1.3. ábra. A csapadékoság várható változása

## A Szahara

A globális felmelegedés furcsa módon a Szahara peremterületein élőket inkább pozitívan érintené, mint negatívan. A felmelegedés hatásaként ugyanis a sivatag elkezd zsugorodni, ami annyit jelent, hogy a sivatag helyén gazdag flórával rendelkező terület alakulhat ki. A terület növekvő csapadékmennyisége ezenkívül azt is eredményezi, hogy az eddig művelésre alkalmatlan talaj termékennyé válik.

A sivatag felett kialakuló szélviharok igen sok port szállítanak az Atlanti-óceán fölé, ahol a tápláléklánc fenntartásában igen komoly szerepe van a messziről érkezett szaharai homoknak. A porszemek között ugyanis igen sok tápanyag található a tengerek táplálkozási láncának legalsó tagjaként ismert planktonok számára. Ha a planktonok nem jutnak megfelelő tápanyaghoz, az egész táplálkozási lánc felborul.

A sivatag „eloáziasodása” a planktonok révén közvetlenül a légkörre is kihat. A planktonok ugyanis szén-dioxidot kötnek meg, melyből közismert módon egyre több van a légkörben. Ezzel a tevékenységükkel gátolják a további felmelegedést, azaz ha nem lennének planktonok, a felmelegedés üteme még gyorsabb volna. Továbbá a Szahara felől érkező homokviharok a hurrikánok kialakulását is akadályozzák valamelyest, így amennyiben valóban beteljesül a tudósok által felvázolt pesszimista forgatókönyv, akkor még komolyabb hurrikánok kialakulásával kell számolni a közép-amerikai térségben.



### ***Az Amazonas-medence***

A globális felmelegedés a hatalmas trópusi esőiről ismert Amazonas őserdeiben éppen ellenkező folyamatot indítana el – írja a brit napilap. Itt ugyanis egyre kevesebb eső esik majd, ami az erdők kiszáradásával jár. A közvetlen élővilág pusztulása mellett itt is számítani kell eddig figyelmen kívül hagyott mellékhatásokkal. A fák és növények kihalásával egy időben ugyanis a rothadásukból felszabaduló szén-dioxid-gázok szintén az üvegházhatást fokozzák. A legrosszabb elképzelések szerint ez a rothadási folyamat akár olyan mennyiségű szén-dioxidot is termelhet rövid időn belül, mint amennyit a fosszilis üzemanyagok termeltek az egész 20. században.

### ***Monszun***

Március–áprilisban az indiai szubkontinens melegedni kezd, májusban eléri az éves hőmérsékleti csúcspot, és megérkezik a várva várt monszun. Ha a globális felmelegedés következtében tovább melegszik nyáron a kontinens, az esőzések, áradások is egyre erősebbek lesznek, még nagyobb károkat okozva a mezőgazdaságban.

### **Feladat:**

*A feladatok megoldásához használd a Földrajzatlaszt!*

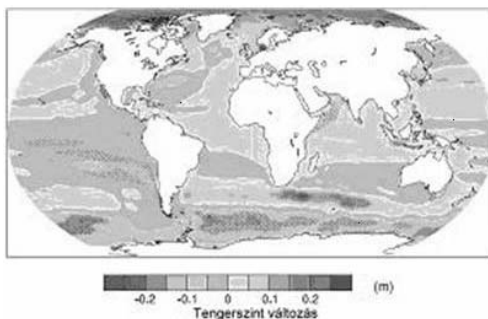
1. A szöveg és a 3. ábra segítségével mondd meg, mely területeken változna a csapadék intenzitása a legkevésbé (hol hullana egyszerre ugyanannyi csapadék, mint eddig)!
2. A szöveg és a 3. ábra segítségével mondd meg, mely területeken változna a csapadék intenzitása a legjobban (hol hullana egyszerre sokkal több csapadék, mint eddig)!
3. A szöveg és a 3. ábra segítségével mondd meg, hogy mely területeken növekedne a csapadék mennyisége! Erre abból következtethetsz, ha megnézed, hogy mely területeken csökkenne a száraz napok száma.
4. A szöveg és a 3. ábra segítségével mondd meg, mely területeken csökkenne a csapadék mennyisége! Erre abból következtethetsz, ha megnézed, hogy mely területeken növekedne a száraz napok száma.
5. Húzd alá a szövegben, hogy milyen következményekkel járhat a sivatag csapadékosabbá válása!
6. Húzd alá a szövegben, hogy milyen következménnyel járhat az egyenlítői kevesebb csapadék!

## „D” tanuló

### *A tengerek szintjének változása*

- A modellezett előrejelzések szerint a tenger szintjének emelkedése az óceánok vízfelületének kiterjedése és a gleccserolvadások következtében a század végére (összehasonlítva az 1989–1999-es szintekkel) megközelítette a korábbi becslések szerinti 18–58 centimétert. Ennek ellenére a magasabb értékeket sem lehet kizárni, amennyiben a nemrégén észlelt jéglemezmozgás a folytatódó felmelegedéssel együtt gyakoribbá válik.
- A jelentés szerint 2090-es évekre – a jelenlegi trendet figyelembe véve – a 20. század végi értékhez képest 0,18–0,6 méterrel emelkedhet a világtenger szintje. A felső értékhatár ugyan kisebb, mint a korábbi jelentésben közölt érték, de nem szabad elfelejteni, hogy a vízszintemelkedés még évszázadokkal a légköri hőmérséklet remélt valamikori stabilizálódása után is folytatódni fog.
- A grönlandi jégtakaró összehúzódása előreláthatóan még a 22. századba átnyúlóan is hozzájárul a tengerszint emelkedéséhez, sőt, ha az 1,9–4–6 °C-os átlaghőmérséklet-emelkedés az ezredfordulóig folytatódik, teljesen el is tűnhet. Ennek bekövetkezte esetén a tengerszint akár 7 méterrel is megemelkedhet. A szárazföldi, valamint a tengeri jégborítás tovább csökken.

#### **10.1.4. ábra. A tengerszint várható változása**



### **Grönland**

Grönland szigetén mintegy 2,6 millió köbméter víz található – fagyott állapotban. Amennyiben a globális felmelegedés 3 °C fölött lesz, úgy lassan elkezdhet olvadni ez az iszonyatos mennyiségű jég. Amennyiben a felmelegedés eléri a 8 °C-ot, Grönland szigete teljes egészében eltűnik, az óceánok vízszintje akár hét méterrel is emelkedhet. Könnyen el lehet képzelni, hogy a tengerparti városok számára ez mit jelenthet.

### **Nyugat-antarktiszi jégömbök**

A hatalmas Antarktiszi-félsziget jégtakarója nem valószínű, hogy rövid időn belül elolvad, felszínét néhol több kilométer vastag jég borítja. Aggasztó viszont a hatalmas jégömbök leválása. Két évvel ezelőtt a Larsen-B jégömb leválásakor, majd jéghegyekre való szétesésekor 35 napon belül 3250 négyzetkilométer jégfelület tűnt el, a tömb ma már csak eredeti méretének 40 százalékát teszi ki. A felmelegedés következtében a jéghegyek olvadása világszerte akár hat-hét méterrel is megemelheti a tengerek vízszintjét.

#### **Feladat:**

*A feladatok megoldásához használd a Földrajzatlaszt!*

1. A szöveg és a 4. ábra segítségével mondd meg, mely területeken változna a tengerszint a legkevésbé!
2. A szöveg és a 4. ábra segítségével mondd meg, mely területeken változna a tengerszint a legjobban!
3. Mely országokat érintené legjobban a tengerszint-emelkedés?

---

## **10.2. Nem fogok tudni síelni**

Az alábbi felkiáltások a Föld különböző pontjain hangoznak el, azok után, hogy az adott ország diákjai szembesültek a globális klímaváltozás lehetséges következményeivel, és végig gondolták, mit jelent ez majd rájuk nézve.

1. Próbáld meg kitalálni, hogy a Föld melyik területén élnek ezek a diákok! Gazdag vagy szegény ország lakója lehet? Trópusi, mérsékelt vagy hideg éghajlatú területen él az adott diák? (Mindegyik felkiáltás a Föld más-más pontján hangzik el!)
  2. Fogalmazd meg, miért juthattak erre a következtetésre ezek a diákok azok után, hogy sokat hallottak a globális klímaváltozás várható következményeiről!
  3. Húzd alá azokat a mondatokat, vagy mondatrészeket, amelyeknek nagy valószínűséggel további szén-dioxid-kibocsátás, azaz további felmelegedés lesz a következménye!
- Lehet, hogy nem fogok már síelni menni Franciaországba! De kár! Mindegy, akkor majd elutazunk repülővel egy trópusi ország meleg tengerpartjára!
  - Csökkenni fog a köles mennyisége, nem lesz mit ennünk! Az állataink csak a száraz fűvet rágják majd a legelőkön? Még az is lehet, hogy beköltözünk a városba, nem lehet így tovább élni!
  - Kevesebb lesz a fóka és a hal! Élelmiszert kell majd ide szállítani!

- El kell majd költöznünk egy másik országba, itt kell hagynom az otthonomat, mert a szigeten nem lesz elég hely!
- Fel kell költöznünk a dombtetőre, mert a folyópart veszélyes: állandóan megárad, és elviszi a házunkat!
- Jövőre biztosan kell vennünk egy légkondicionáló berendezést, az nem állapot, hogy minden nyáron megsülünk a hőségben!

---

### 10.3. Az éghajlatváltozás várható társadalmi hatásai

#### Feladat:

1. A kapott szöveget elolvasva és alkalmazva próbálj meg *konkrét* példákat hozni a szövegek után következő fogalmakra! Mondd el az olvasott szöveg mellé ezeket a példákat csoporttársaidnak is!
2. Az óra elején kapott mondatok közül próbálj meg hozzárendelni a szöveghez egyet!

#### „A” tanuló

1. Az India szomszédságában fekvő Banglades a Föld egyik legszegényebb országa. Annak ellenére, hogy a világ legcsapadékosabb területei közé tartozik, gyakori a vízhiány. A csapadék ugyanis az esős évszak (nyári monszun) ideje alatt zúdul az országra, a száraz évszak viszont elég hosszú, 9–10 hónapig is eltarthat. Az utóbbi években az esőzések erőssége és a viharok gyakorisága megnövekedett. Még gyakoribbá váltak a pusztító erejű áradások, melyek falvakat söpörtek el, városokat tettek lakhatatlanná. Nagyon sok ember a fővárosban, Dakkában keresett menedéket. Az amúgy is túlszűfolt nagyváros, így még zsúfoltabbá és még elviselhetetlenebbé vált. Az országban igen magas a népsűrűség, ezért nincsenek már újabb művelés alá bevonható a földterületek. Dakka nyomornegyedei pedig egyre csak növekednek. Sajnos, ahol ilyen súlyos a helyzet az agresszív utcai zavargások sem ritkák. A környezet hatása, erőteljes, „nyomása” kihat a közösségek viselkedésére is. Ahol a környezeti nyomás jelentős, és az emberek nem vagy csak alig tudnak védekezni ellene, ott az erőszakos jelenségek gyakoribbá válhatnak. A globális klímaváltozás sajnos a társadalmi konfliktusokat is növelheti.

#### „B” tanuló

2. A Marshall-szigetek a Csendes-óceán északi medencéjében fekszik. 1200 gyönyörűes trópusi sziget és korallzátony alkotja. A szigetország kormányát és lakóit egyre gyakrabban foglalkoztatja globális klímaváltozás. Aggódba

szemlélik a nem túl távoli jövőt. Mivel a szigetek átlagmagassága csak 2 m, fél- vagy egyméteres tengerszint-emelkedés is veszélyessé vagy lehetetlenné tenné a mindennapi életet. Manapság már egyre gyakoribbak a pusztító erejű vihardagályok és áradások. Az ország kormánya már azokon a terveken dolgozik, amikor a szigetlakóknak el kell hagyniuk otthonaikat, és egy másik országba kell költözniük.

### „C” tanuló

3. Az Északi-sarkvidéken élő gyűrűs foka egyik legkedveltebb tápláléka a víz felszín közelében élő apró élőlények, leginkább rákok. Ők viszont a jég alján élő algával táplálkoznak leginkább. Ha a jég egy része elolvad, nem lesz tápláléka a rákoknak, de a fókának sem. Fókával pedig a jegesmedvén kívül az ember is táplálkozik. Nem lesz tehát élelme sem az embernek sem a jegesmedvének. Ezen a területen – Kanadában és Grönlandon – élnek az inuitok (vagy helytelenül: az eszkimók). Ma már az inuitok nem jégkunyókban élnek, és nem csak vadászatból. Ha helyben nem tudják megszerezni az élelmet, hajóval vagy repülőn odaszállítják. Így viszont drágább lesz az élet, és a változó környezet is arra kényszerítheti az ott élő embereket, hogy hagyják el szülőföldjüket.

### „D” tanuló

4. A Szahara a Föld leghatalmasabb sivataga. A sivatagtól délre húzódó füves pusztákon nomád körülmények között élő állattartó népek élnek. Az éghajlati változások következményeként egyre gyakrabban jelentkeztek az aszályos időszakok és egyre hosszabb ideig tartottak. Ezzel egy időben történt meg a népesség növekedése és az állatállomány felszaporodása. Az állatok egyre többet legeltek, így a füves terület már nem tudott évről évre megújulni. Mindez azt okozta, hogy a sivatag egyre délebbre terjeszkedett, az emberek egyre kevesebbet tudtak enni, legyengültek, és a betegségek is könnyedén végeztek velük. Gyakorivá vált az éhínség. Azok, akik tehették, elmenekültek, azok, akik maradtak, megpróbálták túlélni a nehéz éveket.

A nemzetközi szervezetek ma már sokat segítenek, de az éhezés és az elvándorlás ma is jellemző erre a területre.

### Fogalmak:

- *ökológiai tűrőképesség:*

Többnyire természetes körülmények között együtt élő növények és állatok tűrőképessége a környezeti beavatkozásokkal szemben. Az alacsony tűrőképességű közösségek már egy kis változást sem képesek elviselni, és elpusztulnak, mások pedig sokkal tovább bírják.

- *környezeti menekült:*  
Olyan ember vagy emberek csoportja, aki vagy amely azért hagyta el otthonát, mert a természeti környezet változása lehetetlenné tette a továbbmaradást.
- *környezeti nyomás:*  
A természeti környezet változásai miatt kialakult kényszerhelyzetek összessége. A természeti környezet változásai általában cselekvésre kényszerítik az embereket, akik nem önszántukból, hanem „nyomás” hatására cselekednek.
- *környezeti stressz:*  
A természeti környezet változásai miatt kialakult rendellenes állapot, vészhelyzet. A környezeti nyomás miatt állandósult kellemetlen állapot.

#### **10.4. A globális éghajlatváltozás problémájának kezelése – Javaslatok egy nemzetközi konferencia asztalára**

##### **Feladat:**

Készítetek egy javaslatot a nemzetközi konferencián részt vevő képviselőnek a globális problémákról az előrejelzések tükrében, s gyűjtsétek össze a teendőket, hogy az előrejelzéseket változtatni lehessen.

##### *Szemponatok:*

1. Miért alakult ki a globális éghajlatváltozás problémája?
2. Milyen emberi tevékenységek befolyásolják az üvegházhatású gázok mennyiségét a légkörben?
3. Milyen következményekkel járt eddig az üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése természetben és a társadalomban?
4. Milyen előrejelzések vannak a kibocsátás függvényében?
5. Mit lehetne tenni társadalmi szinten?

##### **A modulban előforduló hivatkozások:**

**10.1.1.** ábra: Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 762. o.  
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**10.1.2.** ábra: Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 767. o.  
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**10.1.3.** ábra: Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 785. o.

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**10.1.4. ábra:** Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group I Report „The Physical Science Basis“, 813. o.

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf> címen; internet, 2008. január.

**10.3.** Az éghajlatváltozás 12 forró pontja a Földön. National Geographic, 2004. október 15.

<http://www.nationalgeographic.hu/index.php?act=napi&id=3430> címen; internet, 2008. január.

## 11. modul

### A modul általános leírása

<b>Modulcím</b>	<b>11. Az éghajlatváltozási folyamat előrejelzései lokális szinten</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák (NAT-kompatibilitás)</b>	<b>Készségek, attitűdök</b>	Információkezelés: adatgyűjtés, adatok közti összefüggések megkeresése. Kooperáció. Önellenőrzés. Jelenségek elemzése, értékelés. Képi információk kezelése. Környezettudatos gondolkodás.
	<b>Ismeretek</b>	A globális éghajlatváltozás természeti és emberi környezetre gyakorolt hatásainak megismerése.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Együttműködési, tervezési, olvasási, felelősségérzet, egymásra figyelés.
	<b>Ismeretek</b>	Klímaváltozás, társadalmi, gazdasági hatások.
<b>Kapcsolódás</b>	Változások	
<b>Háttér</b>	Az éghajlatváltozás jelentősen befolyásolja közvetlen környezetünket. Ezért minél nagyobb hangsúlyt kell fektetni arra, hogy felhívjuk a gyerekek figyelmét, saját felelősségükre, arra, hogy mit tudnak tenni saját maguk a környezetükért.	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	A modul feldolgozása tanulói tevékenységekre épül. A tanár főleg irányítói, segítő szerepet tölt be. Az óra első 6 percében az alapvető ismereteket nézzük át. Az óra további része a kooperatív tanulás módszereit használja fel.
	<b>Változatok</b>	
<b>Differenciálás</b>	Differenciálni a kiadott szövegekkel lehet. A szövegek különböző hosszúságúak és nehézségűek. Mindegyikhez kérdések tartoznak, melyek segítik a szövegértést. A feladatok végén a közös munkánál is van lehetőség.	
<b>Tanulási környezet</b>	Az osztálytermet célszerű négy-öt fős csoportmunkához berendezni. Az órán szükség lesz feladatlapokra, filctollra, táblafilcre, prezentációhoz nagy kartonra.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Előzetes tudás, tanulási szükségletek felmérése
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Osztálytermi környezetben, feladathoz kapcsolódó, segítő értékelés, visszajelzés



## A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Csoportmunka: szöveg értelmezése Bevezetés a klímapolitikába (11.1.)	<i>Tanár:</i> feladat ismertetése. <i>Tanulók:</i> a klímapolitika fogalmával ismerkednek meg.	11.1. melléklet
2.	6	Csoportmunka: szöveg értelmezése	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, szükség esetén segítséget ad. <i>Tanulók:</i> a feladatokat elvégzik, megismerkednek a VAHAVA-projekttel.	11.2. melléklet
3.	6	Csoportmunka: szakértői mozaik Szövegértelmezés, ábraelemzés (11.3.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a szövegeket. <i>Tanulók:</i> a szöveg alapján válaszolnak a kérdésekre, megbeszélik a válaszokat,	11.3. melléklet, 11.3.1. kép (vaktérkép)
4.	5	Csoportmunka Várni vagy felkészülni? Az ábrák alapján a tanulók átgondolják, milyen intézkedések szükségesek hazánk klímapolitikájában (11.4.)	<i>Tanár:</i> segítő feladatokat végez. <i>Tanulók:</i> az ábrák alapján átgondolják a lehetőségeket.	11.4. melléklet
5.	20	Csoportmunka: fordított szakértői mozaik Településfejlesztés és éghajlatváltozás (11.5.)	<i>Tanár:</i> a szövegeket átadja. <i>Tanulók:</i> A szöveg alapján a tanulók megvizsgálják, hogy az adott gazdasági ágazatban a településük betartja-e a VAHAVA ajánlásait, van-e még lehetőség a fejlesztésre. Előkészítik a településfejlesztési terveiket.	11.5. melléklet
6	2	Önértékelés az értékelőlap alapján	<i>Tanulók:</i> értékelik az órai munkájukat, illetve a csoporttársak munkáját előre elkészített értékelőlap alapján.	
7.	1	Házi feladat: Legyél riporter!	Az egyik környezetvédő szervezet riportere vagy, interjút készítesz egy szakemberrel a kutatásairól. Írd fel, miről kérdeznéd! Rendezd a témákat olyan sorrendbe, amilyenben feltennéd a kérdéseket! Fogalmazz meg kérdéseket mindegyik témával kapcsolatban! Lehetőséges, hogy egy témában több kérdés is elhangzik.	

## Mellékletek

---

### 11.1. Bevezetés a klímapolitikába

Új fogalom vonult be a nemzetközi szakirodalomba és a döntéshozók nyelvhasználatába: a klímapolitika (climate policy), amelyet Magyarországon is meg kell honosítani.

**A klímapolitika két pilléren nyugszik:**

- az üvegházhatást kiváltó gázok kibocsátásának csökkentésén (mitigation);
- a szélsőséges meteorológiai és környezeti eseményekhez és a klímaváltozás folyamatához való aktív alkalmazkodáson (adaptation).

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, valamint a Magyar Tudományos Akadémia 2003 júniusában hároméves kutatási projekt indítását határozta el.

A projekt neve: „A globális klímaváltozás hazai hatásai és az arra adandó válaszok”, illetve a három kulcsszó (VÁltozás–**H**Atás–VÁlaszadás) első szótagjaiból képezve: a „**VAHAVA-projekt**”.

**A projekt elsődleges célja** a globális klímaváltozás negatív és esetleges pozitív hazai hatásaira való felkészülés, különféle károk megelőzése, mérséklése és a helyreállítás előmozdítása.

Egyrészt időben fel kell készülni a globális klímaváltozás lehetséges hatásaira és a feltételezhető káros következményekre, másrészt szélsőséges meteorológiai és környezeti jelenségek és folyamatok (árvizek, belvizek, aszályok, szélviharok, hőség hullámok, korai és késői fagyok, jégesők, síkos úttestek és özvíz szerű zivatarok stb.) biztosan előfordulnak a jövőben is, és jelentős környezeti, valamint gazdasági károkat, illetve egészségügyi és szociális problémákat okoznak, amelyeket megelőzni, mérsékelni szükséges.

Forrás: VAHAVA-projekt Tudományos Tanácsa. Budapest, 2006. február 15.

#### **Feladatok:**

1. Melyek azok a fő irányelvek, melyeket egy ország klímapolitikájának okvetlenül figyelembe kell venni?
2. Gondolkozzatok! A napi híradásokban milyen természeti katasztrófákról hallottatok hazánkban a klímaváltozással kapcsolatban?
3. Milyen környezeti jelenségekre és folyamatokra kell felkészülnie Magyarországnak?
4. Ha ti lennétek az ország klímapolitikáját irányító csapat, mire fordítanátok nagyobb figyelmet? Miért?

## 11.2. Éghajlatváltozás és VAHAVA

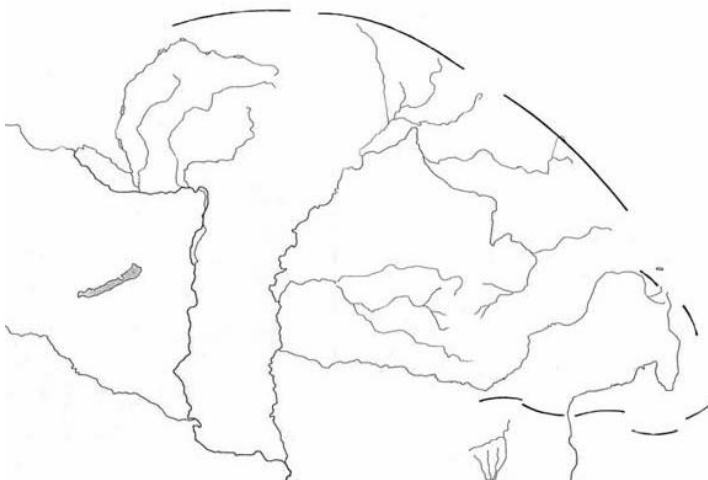
- A VAHAVA-projekt aktuális, mert a Föld megnövekedett népessége és fogyasztása következtében növekszik a légkör szén-dioxid-tartalma, ami erősíti az üvegházhatást és ezáltal a földi éghajlat megváltozásának kockázatát. Az elmúlt 400 ezer évben nem volt példa olyan magas  $\text{CO}_2$  koncentrációja, mint ami jelenleg tapasztalható.
- További növekedés is várható, és mindez a fenntarthatatlan fejlődés jele. Emelkedik a Föld felszínének átlaghőmérséklete, gyakoribbak a szélsőséges időjárási események, amelyek eltérő módon hatnak valamennyi környezeti elemre, növekszenek az okozott gazdasági károk és a társadalmi veszélyek.
- **A várható változásokhoz szükséges igazítani:** a katasztrófavédelmet, az árvízvédelmet, az aszály elleni védekezést, az energiagazdálkodást, az egészségügyi felkészülést, a települési, ipari, közlekedési kárelhárítást és a biztosítási rendszert.

VAHAVA-projekt Tudományos Tanácsa. Budapest, 2006. február 15.

### Feladatok:

1. Mi a VAHAVA-projekt célja?
2. Mely tényezők teszik a projektet aktuálissá?

## 11.3. Vaktérkép



11.3.1. ábra. Magyarország vaktérképe

**Feladat:**

A térképvázlaton hazánk földrajzi elhelyezkedését látod.

A szöveg elolvasása után válaszolj a kérdésekre!

**1. szöveg:**

**(„A” és „C” tanuló feladata)**

***Magyarország éghajlata***

A Kárpát-medence távoli légnyomási központok „szeszélyének” van kitéve. Időjárásunk attól függ, hogy éppen melyik az erősebb, hogy fölé tud-e kerekedni a másik hatásának.

Magyarország éghajlatát az óceáni, a mediterrán és a kontinentális klímahatások együttesen alakítják. Ezek a Kárpát-medence domborzati hatásaival együtt változékonyságot eredményeznek. A többféle hatás ellenére lényeges eltérések nincsenek a Kárpát-medencén belül. Viszont annál lényegesebb, hogy az időjárás nagyon szélsőséges, gyorsan változik. Ez az alacsony és magas nyomású légköri képződmények folytonos harcának köszönhető. Ugyanis az eltérő tulajdonságú légtömegek itt ütköznek egymással.

A hőmérséklet-változás Magyarországon jól követi a globális módosulásokat, sőt annál valamivel nagyobb melegedési értéket jelez. Az elmúlt 30 évben a melegedés felgyorsult hazánkban. A minimum- és maximum-hőmérsékletek növekedtek. Az éves csapadékmennyiség a 20. században jelentősen csökkent. A fokozatosan növekedő nyári hőmérséklet következtében súlyos károkkal járó száraz időszakok jelentek meg.

További probléma, hogy – éves szinten – a kevesebb csapadék intenzívebben érkezik. Ez egyrészt a vízháztartást rontja, mert kevesebb víz szivárog be a talajba, növeli a lefolyást, ami az árvíz- és belvízveszély fokozódását jelenti, s a lezúduló csapadék különféle helyi károkat (sárlavina, földcsuszamlások, lakóépületek elöntése stb.) okoznak.

Ha a csapadék hevesen hull le (nyári zivatarok) és kis vízgyűjtőt érint, akkor a felszínborítottság és a domborzat függvényében hirtelen árhullámok alakulhatnak ki, amelyek nagy anyagi károkat okoznak, és emberi életet is veszélyeztetnek.

**Feladatok:**

1. Mely éghajlati események határozzák meg hazánk éghajlatát?
2. Honnan érkeznek a csapadékot szállító légtömegek? Jelöld a térképvázlaton!
3. Hogyan változik hazánk éghajlata a globális klímaváltozás hatására?

## 2. szöveg: („B” és „D” tanuló feladata)

A legeggyöntetűbb változások a hőmérséklet tendenciájában tapasztalhatók. Az országos átlag jól követi a globális változásokat, annál valamivel nagyobb melegedési értéket (pontbecslés alapján  $0,77\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) jelez. Ennek évszakos felbontása már nagyobb eltéréseket mutat. Amíg a telek és a tavaszok döntően az éves átlagnak megfelelően melegszenek, addig a nyarak jobban (mintegy  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), az őszyk kevésbé ( $0,4\text{--}0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) követik ezt a melegedést. Az elmúlt 30 évben gyorsult a melegedés. A melegedés elsősorban a keleti és az északnyugati területeken erőteljesebb. Növekszik a különböző hőmérsékleti küszöbértéket meghaladó napok (nyári, hőség és forró) száma, ami jelentősen hat az élőlényekre, például az emberi egészségre.

A minimum-hőmérsékletek növekedésével emelkedik a meleg éjszakák száma. A pihenéshez hűvösebb levegőre van szükség, s ha ez nem adott, akkor az ember éjszaka nem tudja a nappali munka fáradalmait kipihenni.

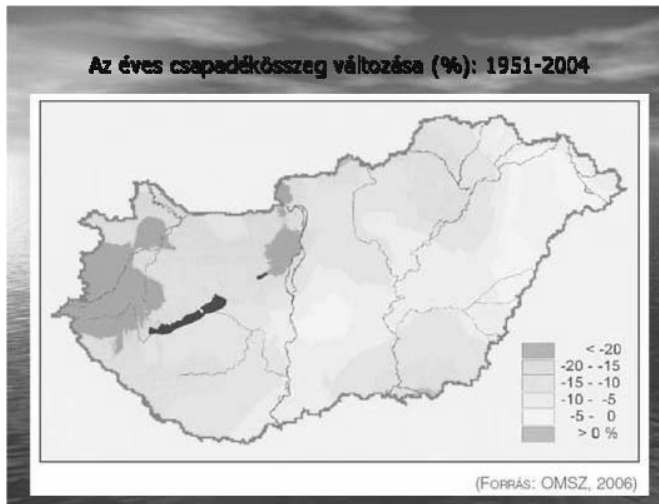
A hőmérsékleti határ a földrajzi szélességtől (azaz az emberek biológiai beállítódásától) függ, hazánkban  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a küszöb. A  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  feletti minimum-hőmérsékletű napok száma növekszik.

Az éves csapadékmennyiség a 20. században jelentősen csökkent. Elsősorban tavasszal, amikor az évszakos csapadékösszeg a század eleinek mintegy 75%-a. A nyári csapadékmennyiség összege lényegében nem változott az elmúlt száz évben. Az őszi és a téli csapadékcsökkenés 12-14%-os. A téli csapadék nem hat komolyan az éves csapadékösszegre, hiszen a téli hónapok átlagos csapadékmennyisége a legkisebb a többi évszakhoz viszonyítva. Fontos kiemelni, hogy a csapadékcsökkenés hazánk északnyugati területein a legnagyobb. Ez azért nem keltette fel eddig a figyelmet, mert ott a csapadék éves mennyisége jelentős volt, ellentétben az Alfölddel, annak is elsősorban a délkeleti területeivel, ahol a kevesebb csökkenés a kevesebb éves csapadékösszegeből következett be. További problémát okozhat, hogy a kevesebb csapadék intenzívebben érkezik. Ez egyrészt a csapadék hasznosulását, vagyis a vízháztartást rontja, mert kevesebb víz szívárog be a talajba, másrészt növeli a lefolyást, ami az árvízveszély fokozódását jelenti. Ha az egész csapadékjelenség hevesen zajlik le (nyári zivatarok) és kis vízgyűjtőn következik be, akkor a felszínborítotttság és a domborzat függvényében hirtelen árhullámok alakulhatnak ki, amelyek nemcsak nagy anyagi kárt okozhatnak, hanem váratlanságuknál, hirtelen megjelenésüknél fogva akár emberéleteket is követelhetnek.

Az eddigi ismeretek alapján feltételezhető Magyarországon – hosszú távon – a fokozatos felmelegedés, a csapadék mennyiségének csökkenése és a szélsőséges időjárási események gyakoriságának, valamint intenzitásának növekedése.

### VAHAVA-projekt. Összefoglalás.

[http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas\\_2003\\_2006.pdf](http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas_2003_2006.pdf)



**11.3.2. ábra. Az éves csapadékösszeg változása**

**Feladatok:**

1. Hazánk mely területeit veszélyezteti a globális felmelegedés? Jelöld a térképvázlaton!
2. Hogyan változnak az évszakok?
3. Milyen hatással van a klímaváltozás az emberi szervezetre?

---

## **11.4. Várni vagy felkészülni?**

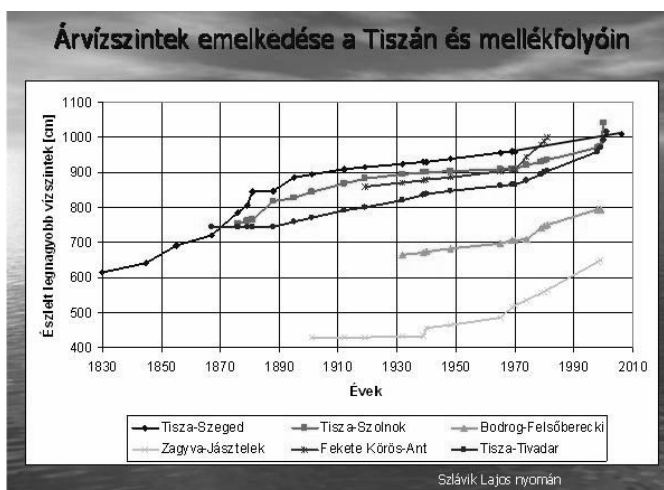
Mindenki ismeri a békáról szóló történetet. Ha a békát egy forró vízzel teli edénybe tesszük, akkor nagyon gyorsan kiugrik, s megmenekül. Ha kellemesen langyos vízbe rakjuk, s az edényt melegíteni kezdjük, akkor a béka nyugton marad, és megfő.

**Feladatok:**

1. Van-e időnk nekünk is várni, mint a békának az edényben, vagy hasonló sors vár ránk is? Használd a diagramokat!
2. Milyen intézkedések szükségesek, hogy elkerüljük a béka sorsát?
3. Hazánk klímapolitikája mely területeket tekinti fontosnak?
4. Melyek a legnagyobb problémák hazánkban? Mely területeket érinti?



11.4.1. ábra. Árvízkárok



11.4.2. ábra. Árvízszintek emelkedése

## 11.5. Településfejlesztés és éghajlatváltozás

**A szövegek alapján vizsgáljátok meg a gazdasági, társadalmi élet egy területét, hogyan hatott rá a klímaváltozás!**

Szemponatok:

1. Mely területeket érinti a klímaváltozás?
2. A VAHAVA-projekt cselekvési programja alapján gondoljátok át a lakóhelyeteken be tartják-e a program ajánlásait!
3. Hogyan hat a klímaváltozás a településekre?
4. Vannak-e még lehetőségek a változtatásokra?

**Feladat:**

A szövegek alapján fogalmazzatok meg a saját települések fejlesztését szolgáló elképzeléseket, terveket! Vegyétek figyelembe az éghajlatváltozás mérséklésének, illetve az alkalmazkodásnak a szempontjait!

**1. szöveg:**  
**„A” tanuló**

### *Klímaváltozás és az egészségügy*

A klímaváltozás hatásai érzékenyen érintik az emberi szervezetet, nemcsak a krónikus betegeket, időseket, hanem az egészségeseket is a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoriságának fokozódása következtében, mert a szélsőségek – különösen a hőség – érzékeny, majd sérülékeny állapotot idéznek elő.

Az esetenkénti magas hőmérséklet fokozottan veszélyezteti a városok népességét, ahol a hőmérséklet több fokkal magasabb, gyengébb a természetes szellőzés, és a délutáni enyhülés kezdetét az épületek kisugárzása órákkal későbbre tolja.

A hőmérséklet növekedésével gyakoribbá válnak például a kullancs okozta megbetegedések, változik az elterjedésük, ezáltal újabb, az adott területen nem gyakori betegségek léphetnek fel.

Az allergén növényfajok virágzásának kezdete, időtartama megváltozik, fokozódik a pollenterhelés.

A klímaváltozás következményeként a lakossági kitelepítéseknel (árvizek, özönvízszerű esők, földcsuszamlások) sérülések, fertőzések, táplálkozási és pszichológiai károsodások léphetnek fel.

A bőrrák gyakorisága a korábbi kétszeresére nőtt.

**A lakosság felkészítése a várható egészségi következményekre és a megelőzés lehetőségei:**



## ***Hőségriasztás***

*A hőségriasztás szintjei:*

**I. fokozat:** Belső használatú figyelmeztető jelzés: ezt a kockázatot körülbelül napi 25 °C-os, vagy azt meghaladó középhőmérséklet esetén valószínűsíti.

**II. fokozat:** Riasztás: az előrejelzés szerint várhatóan legalább három egymást követő napra eléri (vagy meghaladja) a napi középhőmérséklet a 25 °C-ot.

**III. fokozat:** Riadójelzés: amennyiben várhatóan legalább három egymást követő napra eléri a napi középhőmérséklet a 27 °C-ot. Ez a kánikulahelyzet megfelel a 179/1999. (XII. 10.) Korm. rendelet 5. §. 2. bk. a) pontjában megfogalmazott „rendkívüli időjárási helyzet”-nek, ami a hivatkozott rendeletben előírt intézkedések elrendelését indokolja.

### **2. szöveg: „B” tanuló**

#### ***Árvíz, belvíz, aszály, vízgazdálkodás***

A közelmúlt évek tanulságai élesen rávilágítottak az aszály, a belvizek és árvizek összefüggéseinek komplex jellegére és az orvoslás lehetőségeire. A napnál is világosabbá vált, hogy az árvízvédelemben a gátak, valamint a levonuló víz magassága közötti versenyfutás nem lehet egyedüli megoldás, hanem a nagyvízi lefolyás gyorsítása, a nyári gátak részbeni-egészbeni elbontása, a területek mezőgazdasági-erdőgazdasági hasznosításának megváltoztatása, víztározók létesítése, a nagyvizek „kiengedése” és a határokon kívüli vízgyűjtő területekkel való nemzetközi kapcsolatok erősítése, valamint a gátak gondozása, megerősítése jelenti az együttes megoldást.

A szélsőséges vízjárások és csapadékesemények a magasparti helyzetű településeknél (pl. dunai magaspartok) tömegmozgásos folyamatokat indítanak el, melyek költségei a kárelhárítást tovább emelhetik (pl. jelenleg Érd, Ercsi-magaspart vagy Dunaszekcső).

### **3. szöveg: „C” tanuló**

#### ***A klímaváltozás turizmusra gyakorolt hatásai és a jövő kilátásai***

A turizmust, az idegenforgalmat – a sajnálatos terrorcselekmények mellett – az időjárás és a különféle természeti csapások fokozottabban sújtották az utóbbi években, melyek a klímaváltozás várható hatásait is jelezték.

A turizmusban a felmelegedés és az azzal összefüggő szárazodás bizonyos előnyökkel kecsegtet az idegenforgalomban. Kevesebb borús, szeles, lehüléssel és csapadékkal terhelt nap keseríti az üdülők pihenését. Kitolódik az üdülési szezon. Az őszi, tavaszi vagy enyhébb téli hónapok növelhetik a vendégváró helyek forgalmát. A száradó vegetáció viszont éppen fordítottan hat a turizmusra. Lehangelő és a turistákat elriasztó jelenség a kisebb-nagyobb tavak vízszintjének csökkenése – pl. a Balaton 2003-ban – vagy a kisebb vízfolyások, patakok, források elapadása.

A felmelegedés időszakában a városok idegenforgalmi szempontból gyenge pontjai fokozottan kerülnek előtérbe. Például az utcai kutak, ivó-, felfrissülőhelyek, parkok, terek, fasorok, zöld- és virágfelületek hiánya, az illemhelyek ritkasága.

A falusi turizmus fellendülését mozdíthatja elő a klímaváltozás. A kempingekben, folyóparti és tavi üdülőhelyeken forgalomnövekedésre lehet számítani. Ezeken a helyeken fontos a szűnyog- és légyirtás, a portalanítás, a pollenfelhők csökkentése. Szükséges felkészülni arra is, hogy a turizmus ne rontsa a védett természeti értékeket, ne terhelje, szennyezze a környezetet.

#### **4. szöveg: „D” tanuló**

##### ***A települések és épületek***

A városlakók aránya Magyarországon 65%. Az építészek elvileg mindig törődtek azzal, hogy az adott térség jellemző időjárási viszonyaival összhangban alakuljanak a létesítmények és azok térbeli elhelyezkedése. A mai építészeti megoldások sokkal jobban felkészültek a hideg, mint a meleg elleni védelemre. A klímaváltozás csak néhány éve került a figyelem középpontjába, ezért még csak most formálódnak azok az épülettechnológiai eljárások, amelyek megfelelnek a várható új kihívásoknak, pl. árnyékolás, nagyobb természetes szellőzési lehetőségek, fokozott hőszigetelés, mélynyomásnak való ellenállás stb. Szükségesnek látszik egyes építészeti szabványok felülvizsgálata az időjárási anomáliák növekedése, illetve a felmelegedési folyamat kibontakozása miatt.

A panelfelújítási program energiamegtakarítást eredményez, ily módon hozzájárul a légkörvédelemhez, továbbá segítheti a panellakásokban élők alkalmazkodását a szélsőséges hőmérsékleti és időjárási eseményekhez (szellőzés, szigetelés). Ajánlani lehet a nap- és szélenergia-hasznosító rendszerek telepítését.

Télen a síkos járdák sok baleset forrásai, ezért indokolt, hogy az önkormányzatok nagyobb szigorral követeljék meg a járdák téli rendben tartását. A közterület-fenntartó szervek fokozódó mértékben gondoskodjanak a lépcsők, emelkedők, tömegközlekedési megállóhelyek gyors tisztításáról.

A települési önkormányzatoknak javasolható, hogy kezdjék el a klímaváltozásra való helyi felkészülési programok kidolgozását, melyeket a városi klíma-analízis elvégzése előzzön meg. Emellett fel kell tártani az érintett partnerek részvételének a lehetőségeit, az együttműködés társadalmi, gazdasági, politikai és jogi feltételeit is.

Források: VAHAVA-projekt. Összefoglalás.

#### **A modulban előforduló hivatkozások:**

**11.1.** VAHAVA-projekt Tudományos Tanácsa. Budapest, 2006. február 15.

[http://www.vahava.hu/file/vezetoi\\_osszefoglalo.pdf](http://www.vahava.hu/file/vezetoi_osszefoglalo.pdf) címen; internet, 2008. január.

**11.2.** VAHAVA-projekt Tudományos Tanácsa. Budapest, 2006. február 15.

[http://www.vahava.hu/file/vezetoi\\_osszefoglalo.pdf](http://www.vahava.hu/file/vezetoi_osszefoglalo.pdf) címen; internet, 2008. január.

**11.3.** VAHAVA-projekt. Összefoglalás.

[http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas\\_2003\\_2006.pdf](http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas_2003_2006.pdf) címen; internet, 2008. január.

**11.3.** 2. ábra: Dr. Harkányi Kornél: Az éghajlat-változás hatása az árvízhelyzetre és a VAHAVA-projekt javaslatai. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest; <http://www.hidrologia.hu/ovgytata/25/1szekcio/250106.htm> címen; internet, 2008. január.

**11.4.** 1. ábra: Dr. Harkányi Kornél: Az éghajlat-változás hatása az árvízhelyzetre és a VAHAVA-projekt javaslatai. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest; <http://www.hidrologia.hu/ovgytata/25/1szekcio/250106.htm> címen; internet, 2008. január.

**11.4.** 2. ábra: Dr. Harkányi Kornél: Az éghajlat-változás hatása az árvízhelyzetre és a VAHAVA-projekt javaslatai. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest; <http://www.hidrologia.hu/ovgytata/25/1szekcio/250106.htm> címen; internet, 2008. január.

**11.5.** VAHAVA-projekt. Összefoglalás.

[http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas\\_2003\\_2006.pdf](http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas_2003_2006.pdf) címen; internet, 2008. január.

## 12. A modul

### A modul általános leírása

Modulcím	<b>12. A Az energiaátalakítás lehetőségei Magyarországon</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> (NAT-kompatibilitás)	<b>Készségek, attitűdök</b>	Természettudományos gondolkodás, alternatívaállítás, összefüggés-keresés, problémamegoldás.
	<b>Ismeretek</b>	Energiahordozók, erőműtípusok, energia-mértékegységek, környezetkímélő technológiák.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Együttműködési szándék, számolás: százalékszámítás, normál alak, szövegértés, ábraelemzés, képi információ értelmezése.
	<b>Ismeretek</b>	Energiafogalom, termikus energia, villamos energia, energiahordozó, fosszilis tüzelőanyag, biomassza, napkollektor.
<b>Kapcsolódás</b>	10., 15. modul.	
	Fizika: energiaátalakítás, hő, erőmű.	
<b>Háttér</b>	Az óra kivitelezéséhez szükség van négy-öt fős csoportmunkához kialakítható teremre, Internet-hozzáférésre, számítógépekre egyéni, ill. pármunkához. Otthoni munkára is kiadható a feladatok egy része.	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	A tanórai feldolgozás elsősorban a diákok tevékenységére épül. Az óra elején rövid tanári bevezető segíti a foglalkozás elhelyezését. A kooperatív tanulásszervezés során a diákok pármunkában is és csoportban is dolgoznak. Az energiaátalakítás, a fosszilis tüzelőanyagok szerepe Magyarországon, ellenőrzés párban módszerrel, míg az alternatív energiahordozók a szakértői mozaik módszerével dolgozhatók fel. A tanár szerepe elsődlegesen szervező, irányító szerep. Az 12.1. mellékletben szereplő feladat kördiagram-készítés, ez átlagos vagy gyenge csoportnak nehéz, ezért választási lehetőségként van másik feladatot is.
	<b>Változatok</b>	A modul feldolgozható projektkeretben is, otthoni feladatként. A csoportok egyike a fosszilis energiahordozókra épülő erőművek működését, működésének hatékonyabbá tételét dolgozza fel az anyag segítségével. Egy másik csoport az energiahordozók olyan csoportjával foglalkozik, amelyeknek nincs vagy csak csekély mértékű a szén-dioxid-kibocsátása, míg a harmadik csoport a háztartásienergia-felhasználás csökkentésével foglalkozik.
<b>Differenciálás</b>	A differenciálásra lehetőség van. A feladatlapon képi és szöveges információszerzésre is mód van. A kettő együtt is alkalmazható. A szövegeket is és a feladatokat is lehet változtatni. Lehetőség van a közös munkára, ahol egymásnak segíthetnek a diákok.	
<b>Tanulási környezet</b>	Négy-öt fős csoportmunkához berendezett terem. Számítógépterem is kell, Internet-hozzáféréssel.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Érdemes előzetesen tájékozódni arról, hogy a diákok tudják-e, miért fontosak az erőművek, tisztában vannak-e a magyarországi helyzettel.
	<b>Formatív</b>	A modul végén a diákok egy intézkedési tervet készítenek, ez tükrözi a modul során kialakult képüket.
<b>Kiegészítések</b>	Ez a modul jól alkalmazható fizikaórán is, az energiaátalakulások témakör érdekességeként, illetve a környezeti nevelési tananyag része is lehet.	

### A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	3	Bevezetés Tanári összefoglalás	<i>Tanár:</i> az eddig feldolgozott témák összefoglalásaként röviden vázolja a változtatás szükségességét, az energiaátalakító folyamatok szerepét az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése érdekében. Ezen az órán a magyarországi lehetőségekkel ismerkednek meg a diákok. <i>Tanulók:</i> figyelnek, esetleg hozzáfűznek megjegyzéseket.	
2.	10	Pármunka Magyarország energiahordozói (12.1.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot. <i>Tanulók:</i> pármunkában megoldják a feladatot, majd összehasonlítják a másik párral a megoldást.	12.1. melléklet – feladatlap, papír, számológép, íróeszköz
3.	6	Ellenőrzés párban Fosszilis energiahordozók (12.2.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot. <i>Tanulók:</i> felosztják egymás között a szerepeket, ki olvas, ki ellenőriz, majd fordítva.	12.2. melléklet – feladatlap
4.	3	Közös vázlat készítése A meglévő energiaátalakító folyamatok környezetkímélőbbé tétele	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot. <i>Tanulók:</i> pontokba szedett vázlatot készítenek.	
5.	8	Mozaik első lépése Alternatív energiahordozók (12.3.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot. <i>Tanulók:</i> a feladatlap segítségével szétosztják egymás között a betűjeleket, mindenki önállóan vagy a másik csoportból az azonos betűjelű társaival együttműködve dolgozik.	12.3. melléklet – feladatlap, betűjelek, lap, íróeszköz, számítógépek, internet
6.	6	Mozaik második lépése Csoporttagok be-számolója	<i>Tanulók:</i> minden csoporttag bemutatja a saját energiaátalakító lehetőségeit.	Feladatlap
7.	10	Csoportvélemény Kupaktanács	<i>Tanár:</i> a csoport alkosson egy közös véleményt arról, hogy milyen lépéseket tennének 2010-ig a kevesebb szén-dioxid-kibocsátás érdekében. <i>Tanulók:</i> közös vélemény megfogalmazása.	Papír, íróeszköz

## Mellékletek

---

### 12.1. Energiahordozók használata Magyarországon

#### Feladat:

Az alábbi adatok feldolgozásával készítsetek kördiagramokat!

1. Készítsetek egy kördiagramot, mely Magyarország primerenergia-hordozóit tünteti fel megfelelő arányban!
2. Készítsetek egy másik kördiagramot, mely a magyarországi villamosenergia-termelés arányos megoszlását mutatja!

#### *Kőolaj és földgáz*

Magyarországon a *szénhidrogének* (kőolaj, kőolajszármazékok, földgáz) összességében több mint 70%-kal, azaz **7/10 részben** (2004: 71,8%) részesülnek az ország primerenergia-felhasználásában, az arányuk növekszik. A *kőolaj és származékainak* mennyisége és részaránya 30% körül, azaz **3/10-nél** stagnál, míg a *földgáz* szerepe nő, jelenleg **4/10 rész** (a 2000-es 35,7%-ról 2004-re 40,2%-ra nőtt).

A **villamosenergia-termelésben** a *földgáz* jelentősége nő (2006: 30%, **3/10 rész**), a *kőolajé* csökken (2,3%, kb. **0,23/10 rész**).

#### *Szén*

A *szén* az ország primerenergia-felhasználásából kisebb mértékben (17% körül, kb. **2/10 részben**) részesül.

A hazai szénbányászat legfőbb felvevőpiacát a hazai szenes erőművek jelentik, így jövőjük is a szenes erőművek jövőjéhez kötött.

A *szén* a **villamosenergia-termelésben** 23%-ban, **2,3/10 arányban** részesedik.

#### *Urán-oxid*

Az atomenergiára épülő atomerőművek urán-oxidot használnak energiahordozóként.

Az *atomenergia* a hazai **villamosenergia-termelésben** 38,8%-ban, azaz kb. **4/10 arányban** részesedik.

#### *Alternatív energiaforrások*

Az ország energiaigénye évi 1060 petajoule, ennek mintegy 3%-a származik megújuló forrásból, zömében fából, illetve geotermikus forrásból. A gazdasá-

gos lehetőségek faaprítékból 56 PJ, geotermikus forrásokból mintegy 50 PJ, szélből 7,2, vízből 5, Napból 4 PJ, vagyis összesen 120-130 PJ.

A **villamosenergia-termelésben** kb. 4,7%-ban, azaz kb. **0,47/10 arányban** részesedett 2006-ban.

## 12.2. Fosszilis tüzelőanyagok felhasználása

### Feladat:

1. Az alábbi szöveg elolvasása és értelmezése után készítsetek vázlatot arról, miért fontos a hőerőművek működésének változtatása!
2. Olvassátok el a saját szövegrészeteket, majd foglaljátok össze a társatoknak azt, amit olvastatok!
3. A vázlatot közösen készítsétek el, használjátok hozzá az ábrát is!

### „A” tanuló:

A fosszilis tüzelőanyagok felhasználása a hőerőművek gőzkazánjában történik. A gőzkazánban történik – a tüzelőanyagok elégetése során – a tüzelőanyagok kémiaiilag kötött energiájának termikus energiává alakítása. A szénből szén-dioxid, míg a szénhidrogénekből (földgáz, kőolaj) szén-dioxid és vízgőz keletkezik, miközben az égés során a tüzelőanyag fűtőértékének megfelelő termikus energia felszabadul. A felszabaduló termikus energia sugárzással (kazántűztér), konvektív hőátadással (gőz túl- és újrahevítő, tápvíz-előmelegítő) átvadódik a vízgőznek. Tehát a gőzkazánban a hőátadó közeg („láng”, füstgáz) és a hőfelfevő közeg (vízgőz) csőfallyal el van választva egymástól. A legfejlettebb országok villamosenergia-termelési szektoraiban széles körben alkalmaznak tiszta szénteknológiákat, melyek növelik a hatékonyságot és csökkentik a szennyező anyagok kibocsátását. 2020-ra további előrelépések várhatók az újszerű technológiai megoldások terén, melyek magukban foglalják a szén-dioxid-kivonás és -tárolás bevezetését a szénalapú villamosenergia-termelésben, így 2020 után az ilyen kibocsátás az EU-ban és világszerte megközelítőleg nulla szintre csökkenthető.

### „B” tanuló:

A gőzkazánok adják a hőerőmű környezetszennyezésének döntő részét. Egyrészt a tüzelőanyagok elégetéséből származó **szén-dioxid** ezekből származik, másrészt a tüzelőanyagban levő kén is elég, és **kén-oxidok** keletkeznek. Az ország szén-dioxid- kibocsátásának kb. 35%-a származik a hőerőművekből. 2004 előtt a kén-oxidok kibocsátásának kb. 50%-a származott a hőerőművekből. Az erőmű-

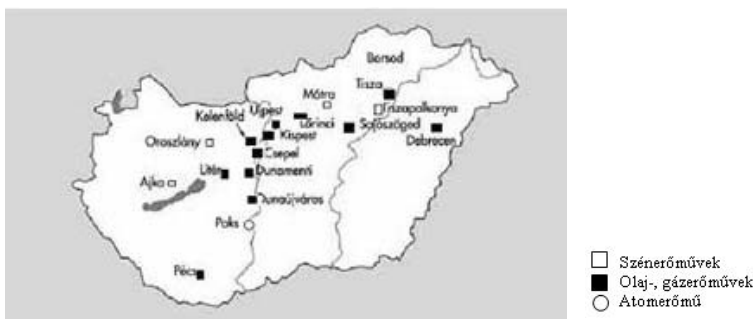
vekben keletkező szén-dioxid kivonását és állandó tárolását szolgáló technológiákat tovább kell fejleszteni, és szélesebb körben kell alkalmazni. A széntüzelésű kazánoknál a kiszállított salak (zagy) elhelyezése és környezetbe illesztése, a felszíni vizek elszennyezése, a külfejtésű lignit- kazánoknál a zagy elhelyezése és a táj rekultivációja nagy környezetrendezési feladatot jelent.

Új feladat a kommunális hulladék tüzelése. Ezekben több környezetszennyező anyag van, mely átkerül a füstgázba, ezért a szemétegető csak nagyon jól tervezett füstgáztisztítóval üzemelhet.

**„A” és „B” tanuló:**

### Közösen elemeztétek a magyarországi működő erőműveket!

*Szempont:* területi elhelyezkedés, milyen tüzelőanyagokat használnak, mennyi erőmű található az országban.



12.2.1. ábra. Erőművek Magyarországon

## 12.3. Alternatív energiaátalakítási módok

A fosszilis energiahordozókat – szén, kőolaj, földgáz – használó erőművek a tüzelőanyagok elégetése során szén-dioxidot termelnek. Az energia átalakítása elektromos energiává más módon is történhet. Az ilyen típusú erőművek az alternatív energiahordozókra épülő erőművek.

**Tanulmányozzátok az egyes erőművek működését, magyarországi hasznosítását az animációk és a szövegek segítségével!**

**I. Az „A” tanuló tanulmányozza az atomerőmű működését a következő szempontok alapján:**

1. Az energiaátalakító folyamat során keletkezik-e szén-dioxid?
2. Melyek az energiaátalakítás főbb lépései?



**Atomerőmű**

[http://celebrate.ls.no/english/animations/science/kjernekraft\\_engelsk.swf](http://celebrate.ls.no/english/animations/science/kjernekraft_engelsk.swf)

- Az alábbi szöveg tanulmányozása segítségével mutasd be Magyarországon az atomerőmű szerepét!

**Magyarország atomenergia-felhasználása**

Energia Klub tanulmánya alapján

*Urán, atomenergia*

Magyarország egyetlen atomerőművében, Pakson négy szovjet tervezésű víz-hűtéses reaktor működik. Az atomerőmű a Magyarországon termelt villamos energia 39,47%-át, az összesen felhasznált villamos energia 33,51%-át szolgáltatja 2005-ben.

Klímavédelem szempontjából az olyan országokban, mint Magyarország, az ország szén-dioxid-kibocsátáscsökkentési terveiben és a kiotói vállalások teljesítésében szerepe lehet a már létező atomerőműnek. Ez a szerep a Kiotó (vagyis 2012) utáni vállalások fényében újraértékelődhet.

Az atomerőműben jelenleg zajló teljesítménynövelési folyamat megvalósulása növelné a rendszer rugalmatlanságát, az üzemidő-hosszabbítás pedig hosszú távon ezt az állapotot konzerválná. Az atomerőművi energia részarányának hosszú távú fenntartása tehát veszélyezteti a fenntartható megoldások rendszerbe vezetését.

**Szempontok a szöveg feldolgozásához:**

1. Az összes elektromos energia hány százalékát biztosítja Magyarországon a paksi atomerőmű?
2. Milyen előnye van az atomerőműnek?
3. Milyen hátrányai vannak a működésnek?

**II. A „B” (és „E”) tanuló** tanulmányozza a biogázzal működő erőműveket és a geotermikus energiát átalakító berendezéseket!

**Szempontok:**

1. Termel-e szén-dioxidot az erőmű a működése során?
2. Melyek az energiaátalakítás főbb lépései?
  - Biogázzal működő erőmű  
<http://celebrate.ls.no/Neutral/Science/Biokraft.swf>
  - Hőpumpa – geotermikus energia felhasználása  
<http://celebrate.ls.no/Neutral/Science/varmepumpe.swf>

- Az alábbi szöveg tanulmányozása segítségével mutasd be Magyarországon a geotermikus és bioenergia szerepét!

### ***Magyarország energiagazdálkodása***

#### **VAHAVA-jelentés – Alternatív energiatermelési módok**

Biomassza fűtő- és erőművek működnek Magyarország több településén (Szigetvár, Mátészalka, Körmend, Szombathely, Sárospatak, Tata, Szentendre, Balassagyarmat, Papkeszi, Pécs, Kazincbarcika és Ajka). Ezek kapacitása kis és közepes teljesítményű erőművek.

A bioenergia-nyerés egyik helyi lehetősége, amikor szennyvízből, trágyából hő- és villamos energiát nyernek a szerves anyagok rothasztásával. A keletkező metán biogáz- toronyba gyűlik, ami majd gázmotor-generátor segítségével elektromos árammá alakítható. Így kisebb települések, településrészek, tanya-csoportok, mezőgazdasági üzemek hő- és áramellátása oldható meg. Érdemes megemlíteni, hogy nemzetközi és hazai tapasztalatok már régen rendelkezésre állnak, sőt az 1980-as években egyszerű fóliával borított ágyásokban is állítottak elő biogázt pecsenyecsirke-telepek hőellátására. (A biogáztelepek elterjedését Magyarországon a magas beruházási költségek és a felfűtés energiaigénye akadályozta.)

A biogáztelepek működtetése alternatív energiaforrás – mint említettük –, amely egyúttal a légkörvédelmet és a tápanyag visszapótlást is szolgálja. A trágya erjesztése során keletkező biogáz elsősorban metánt tartalmaz, amely olyan üvegházhatású gáz, melynek a hővisszaverő tulajdonsága huszonegyszerese a szén-dioxidénak. A biogáz szén-dioxiddá alakul át a metán elégetése során, s így csökken a kedvezőtlen üvegházhatás mértéke. A visszamaradó anyag kitűnő szerves trágya.

A vidéki háztartásokban a fa, szalma, szár, nyesedékek stb. tüzelésével, a trágya (híg és szilárd) és más szerves hulladékok gázosításával jelentős fosszilis energia takarítható meg, amihez megfelelő és viszonylag elérhető áron beszerezhető berendezések szükségesek. Vidéki házak autonóm fűtési rendszereinek kialakítása – 2-3 millió forint áldozattal – szintén stratégiai feladat. (Egy-egy rendszer napelemekből, szélkerékből, akkumulátorszekrényből állhat. A rendszer kombinálható biomassza égetésére és gázosítására alkalmas berendezéssel.)

A Kárpát-medence, de különösen Magyarország területe alatt a földkéreg az átlagosnál vékonyabb, ezért hazánk geotermikus adottságai igen kedvezőek. A Föld belsejéből kifelé irányuló hőáram mintegy kétszerese a kontinentális átlagnak. Ismeretes a termálvízre alapozott hőcserés energianyerés is, amivel kisebb települések háztartásainak vagy mezőgazdasági, kertészeti üzemek áramellátása oldható meg.

A hazai termálvíz-hasznosítás eddigi és jelenlegi állapotát elemezve a következők állapíthatók meg:

- A hőhasznosítás szezonális jellegű, az év mintegy 180 napjára terjed csak ki.
- A hasznosítás egyoldalú, az elhasznált meleg vizet nem nyomják vissza, hanem országosan a felszín alatti víztározókba, élővizekbe engedik, így a felhasználók jó része a tárolt vízkészleteket direkt módon fogyasztja.
- A hőhasznosítás műszaki színvonala a legtöbb helyen alacsony, hatásfoka kicsi, a hasznosítási hőlépcső max. 30-35 °C.
- A hasznosítási hatásfokot növelő hőszivattyúkat sehol sem alkalmaznak.
- Geotermikus alapú villamosenergia-termelés egyenlőre nincs.

A hazai hasznosítás hatékonyságának növelése céljából teendő intézkedések, melyeket a tervezéskor figyelembe kell venni:

- A geotermikus energia gyakorlatilag kifogyhatatlan, de nálunk csak egyes helyeken koncentrálódó, helyi energiaforrás.
- Viszonylag alacsony energiaszintű és hőmérsékletű energiaforrás.

#### **Szempontok a szöveg feldolgozásához:**

1. Hol működnek biomassza-erőművek Magyarországon?
2. Milyen módon lehet a bioenergiát átalakítani?
3. A globális felmelegedés csökkentése érdekében miért előnyös ez az energiaátalakítás, miközben szén-dioxidot termel?
4. Található-e az országban geotermikus energiaátalakító?

### **III. A „C” (és „F”) tanuló tanulmányozza a vízerőműveket és a szélenergia-erőműveket!**

#### **Szempontok:**

1. Termel-e szén-dioxidot az erőmű a működése során?
2. Melyek az energiaátalakítás főbb lépései?
  - Vízerőmű – folyó  
<http://celebrate.ls.no/Neutral/Science/vannkraft.swf>
  - Szélenergia-erőmű  
<http://celebrate.ls.no/Neutral/science/Vindkraft.swf>
  - Az alábbi szöveg tanulmányozása segítségével mutasd be Magyarországon a vízenergia és szélenergia szerepét!

### **Vízerőművek Magyarországon**

Forrás: Energiahatékonysági kézikönyv

A ma üzemelő kisebb teljesítményű vízierőművek mintegy 58%-a a második világháború előtt épült. Az 1958-as nagy áramszünetek következményeként minden lehetséges energiaforrást fel kellett kutatni. Ekkor kerültek ismét előtérbe hazánk kis vízfolyásainak vízhasznosítási kérdései. Párhuzamosan folyt az országos hálózatra dolgozó, illetve egy-egy település önálló villamosenergia-ellátását biztosító törpe vízierőművek létesítése. Ezeket általában a még jó karban lévő vízimalmok átépítésével alakították ki. A munkák 1960-ig tartottak, utána újabb vízierőmű alig létesült, a gazdaságtalannak ítélteteket pedig leállították.

Magyarország műszakilag hasznosítható vízerő-potenciálja kb. 1000 MW, amely természetesen jóval több a valóban villamosenergia-termelésre hasznosított vagy hasznosítható vízerő-potenciálnál. A százalékos megoszlás durván az alábbi:

- Duna 72%,
- Tisza 10%,
- Dráva 9%,
- Rába, Hernád 5%,
- egyéb 4%.

A teljes hasznosítás esetén kinyerhető energia 25-27 PJ, azaz 7000-7500 millió kWh évente. Ezzel szemben a valóság az, hogy

- a Dunán nincs – és várhatóan a közeljövőben nem is lesz – villamosenergia- termelésre szolgáló létesítmény,
- a Tiszán a – hazai viszonyok között nagynak számító – Tiszalöki Vízierőmű és mint legújabb létesítmény, a Kiskörei Vízierőmű található 11,5 MW és 28 MW beépített teljesítménnyel,
- a Dráván jelenleg nincs erőmű,
- a Rábán és a Hernádon, illetve mellékfolyóikon üzemel a hazai kis és törpe vízierőművek döntő többsége,
- egyéb vizeinken működő energiatermelő berendezés nincs üzemben.

A hazai lehetőségek – az esésmagasságokat figyelembe véve – mind kis esések, hiszen a létrehozható szintkülönbségek a 10-15 métert sehol sem haladják meg. A működő erőművek mindegyike rekonstrukcióra szorul. Van, ahol kisebb-nagyobb munkák már megtörténtek, de a teljesítménynöveléssel és modernizációval is együtt járó teljes rekonstrukció még várat magára. Észak-Magyarország területén a Hernádból kiágazó Bársonyos-csatornán öt törpe vízierőmű üzemel. Mindegyik a század elején létesült, helyi energiaforrásként, egy-egy 40 kW-os Francis-turbinával. Összteljesítményük 200 kW, éves átlagos energiatermelésük 0,5 millió kWh lenne, de kettő már üzemképtelen közülük. Rajtuk kívül három közepes teljesítményű vízierőmű hasznosítja még a

Hernád vízerőkészletét. Az északi térségben is számos vízhasznosítási lehetőség kínálkozik még, amelyeket mind érdemes megvizsgálni. Sőt, nemcsak energiatermelési, hanem egyéb más helyi és általános vízügyi érdekeket is figyelembe kell venni. Elsősorban a jelenlegi duzzasztóműveknél, ipari vizek visszavezetésénél, tározóknál érdemes az energiatermelés lehetőségét is megvizsgálni, hiszen ilyen helyeken többnyire adott az infrastrukturális háttér, azaz minimális költséggel és építészeti munkával lehet eredményt elérni.

### ***A szélenergia hasznosítása***

A szélérő befogásának hagyományai vannak Magyarországon. Mechanikai munkavégzésre, őrlésre hasznosították a Kis- és Nagy-Alföld örvénylésmentes síkságain és a Dunántúl síkságfoltjain a szélmalmokban, mégsem folytatódott a szélérő-hasznosítás a korszerű technológiák elterjedésével, így nem használják manapság villamosenergia-termelésre, gépek, szivattyúmotorok hajtására.

1000 m felett a szél viszonylag állandó, de a földfelszín közelében a különböző terepeken a sűrűlódás ingadozásokat, örvényléseket okoz, ezért a szél iránya és sebessége időben erősen változik. A Földet érő évi napenergiának csak 1,5-2,5%-a fordítódik a levegőmozgás fenntartására, s ebből elméletileg is legfeljebb 3%-a hasznosítható bolygónkon. A szél mozgási energiája sebességfüggő. Legerősebb a nyílt vidéken, tengerpartokon, lapos dombokon, fennsíkokon. Biztonságos hasznosítása – szélmotoros formában – az évi lineáris 6 m/s átlagsebesség felett ajánlott. Magyarország adottságai ennél kedvezőtlenebbek.

A szélenergia hasznosításának lehetőségét korlátozza az a tény, hogy hazánkra a kis szélesebesség (másodpercenként 2-6 méteres) jellemző. Szélérőmű-láncolat – több szélmotoros egység – építésére legfeljebb néhány vízparti, tóparti lejtő volna alkalmas, de nagyobb erőmű szinte sehol sem lenne gazdaságos. Mégsem érdektelen a szélmotorok helyi, speciális célra történő telepítése, amely egy hosszabb kisfeszültségű hálózatfejlesztéshez képest jóval gazdaságosabb lehet.

A hazai gyakorlat szerint legfeljebb kis teljesítményű szélmotorok jöhetnek tehát számításba, amelyek hasonló energiahasznosítási nagyságrendet képviselhetnek, mint az egykori szélmalmok az ország jellegzetes „szelesebb” régióiban.

### **Szempontok a szöveg feldolgozásához:**

1. Hol működnek vízerőművek Magyarországon?
2. Milyen módon lehetne a régebbi energiaátalakítókat hasznosítani?
3. Miért csak helyi szintű villamos energia termelhető ily módon?
4. Található-e az országban szélérőmű?
5. Miért nem gazdaságos a szélenergia széles körű használata Magyarországon?

**IV. A „D” tanuló** tanulmányozza a napkollektorok működését és felhasználási lehetőségeit!

**Szempontok:**

1. Termel-e szén-dioxidot az erőmű a működése során?
2. Melyek az energiaátalakítás főbb lépései?
  - Naperőmű  
<http://celebrate.ls.no/Neutral/Science/solkraft.swf>
  - Az alábbi szöveg tanulmányozása segítségével mutasd be a napenergia szerepét Magyarországon!

***A napenergia aktív hasznosítási lehetőségeiről Magyarországon***

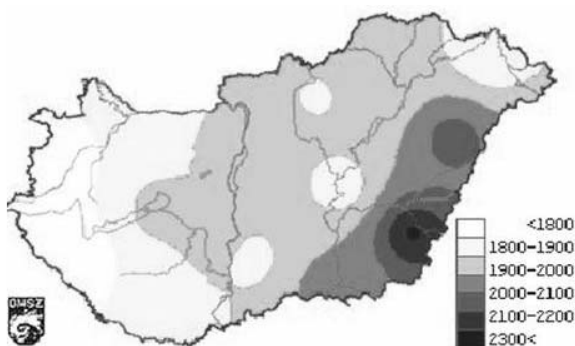
A legismertebb megújuló energiaforrás-hasznosítási mód a napenergia igénybevétele különféle formában: aktív, passzív vagy fotovillamos felhasználási területeken. Közép-Európai földrajzi és meteorológiai feltételek esetén aktív napenergia-hasznosítással komoly eredmények érhetők el: éves szinten a használati meleg víz előállításához szükséges energia 56-60 százalékát lehet napenergiával kiváltani. A következőkben a rendelkezésre álló napenergia mennyiségéről, a hasznosítás lehetséges módjairól és alkalmazásukról lesz szó.

***A rendelkezésre álló napenergia***

A nap sugárzó teljesítménye 1023 kW nagyságrendű, ez a teljesítmény a föld felszínére érve a nagy távolság miatt már „csak” 1012 kW.

A szórt sugárzás teljesítménye Magyarországon átlagosan a közvetlen sugárzás 12-25 százaléka. A közvetlen és szórt sugárzás összege a teljes sugárzás, nálunk a napenergia- hasznosító berendezések tervezésekor ezt az értéket veszik figyelembe.

Tiszta időben Magyarországon maximum 900-1000 W/m<sup>2</sup> körüli sugárzás-intenzitás- értékek mérhetők, számításainkban a nemzetközileg elfogadott 800 W/m<sup>2</sup> átlagértéket vesszük figyelembe. A valóságban a tényleges sugárzási idő az időjárási viszonyok változása miatt kevesebb a lehetségeshez képest.



**12.3.1. ábra. A napsütéses órák száma Magyarországon 2004-ben**

Forrás: [www.met.hu](http://www.met.hu)

### *Fontosabb hasznosítási lehetőségek*

A rendelkezésre álló napenergia hasznosításának legismertebb módja az aktív, a passzív és a fotovillamos hasznosítás. Aktív és passzív hasznosítás esetén az érkező energiát hő formájában hasznosítjuk, az első esetben gépészeti eszközökkel, hőcserélők alkalmazásával meleg vizet állítunk elő, a másodikban az épületek hőtároló képességét növeljük főleg építészeti eszközökkel. Fotovillamos hasznosításkor az érkező energiát villamos energiává alakítva használhatjuk fel. A három hasznosítási forma lehetséges határfokhatárai a technika ma ismert szintjén:

- aktív napenergia-hasznosítás 30–60%
- passzív napenergia-hasznosítás 15–40%
- fotovillamos átalakítás 8–25%

### **Alkalmazási lehetőségek, szempontok**

Szezonális létesítményeknél, például kempingek, szállodák, nyaralók, uszodák esetében a napenergia segítségével teljes egészében kiváltható a melegvíz előállításához szükséges hagyományos energia, családi házaknál, többlakásos épületeknél, szociális létesítményeknél az egész évben működő napenergia-hasznosító rendszer hagyományos energiával kombinálva kb. 50-60 százalékban biztosítja a meleg víz előállításához szükséges energiát. Ezekkel az előnyökkel szemben áll az egyszeri beruházási költség, a hosszú „megtérülési idő”.

Szezonális rendszerek	Egész évben működő rendszerek
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kis igényű, lassan és szakaszosan működő csövek, csökötegek, hordótárolók, melyek nyomás nélkül működnek</li> <li>• jelentéktelen tárolókapacitású vízüzemű, tárolóval egybeépített kisberendezések</li> <li>• műanyag alapanyagú kollektorok fénytá-eresztő kapacitás nélkül</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a hőhordozó közeg: fagyálló hőcserélős szolártárolókkal ellátottak</li> <li>• kétkörös, síkkollektoros melegvíz-melegítők</li> <li>• kombinált rendszerek (melegvíz-termelés és fűtésrészegítés)</li> <li>• a napkollektor, a szivattyú és a hőcserélő zárt szolárkört alkot</li> <li>• automatika szabályozza a működést</li> <li>• kiegészítő fűtéssel rendelkezhetnek a napsugárzás nélküli időszak áthidalására</li> </ul>
Alkalmazási példák	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nyaralók vízmelegítői</li> <li>• medencevíz-melegítők</li> <li>• levegővel működő szárítók</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• családi házak vízellátása és fűtésrészegítése</li> <li>• fűtési célú berendezések</li> <li>• medencevíz-melegítők</li> </ul>

### Szempontok a szöveg feldolgozásához:

1. Hogyan hasznosítható a napenergia?
2. Magyarországnak milyen adottságai vannak?
3. Miért nem terjedt még el ez a technológia Magyarországon?

### A modulban előforduló hivatkozások:

**12.1.** Magyarország megújuló energiaforrás növelésének stratégiája, [http://hulladeksors.hu/dokumentumok/megujulo\\_strategia\\_tars%20egyezettetes.pdf](http://hulladeksors.hu/dokumentumok/megujulo_strategia_tars%20egyezettetes.pdf) címen; 2008. január.

**12.2.** Magyarországi fenntartható energiastratégia 13–15. oldal.

**12.3.** Magyarországi fenntartható energiastratégia <http://www.energiaklub.hu/dl/kiadvanyok/fes.pdf> címen; internet, 2008. január.

<http://www.energiaklub.hu/dl/kiadvanyok/fes.pdf> címen; 2008. január.

Energiahatékonysági kézikönyv ház- és lakástulajdonosok részére, , internet 2008. január.

A termikus napenergia-felhasználás alkalmazási lehetőségei. Horánszky Beáta egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem.

[http://www.gas.uni-miskolc.hu/publics/Workshop\\_jelentes\\_2005\\_HB.pdf](http://www.gas.uni-miskolc.hu/publics/Workshop_jelentes_2005_HB.pdf) címen; internet 2008. január.

Magyarország energiagazdálkodása, VAHAVA-jelentés – Alternatív energiatermelési módok, 21–23. oldal; [http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas\\_2003\\_2006.pdf](http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas_2003_2006.pdf) címen; internet, 2008. január.



## 12. B modul

### A modul általános leírása

Modulcím	<b>12. B Célyszerű-e hazánkban atomerőművet építeni?</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> (NAT-kompatibilitás)	<b>Készségek, attitűdök</b>	<p>Elfogadtatni a tanulókkal, hogy minden tevékenységnek vannak kockázatai, melyeket mérlegelnünk kell döntési folyamataink során. Az energia hatékony, biztonságos és társadalmunk számára felhasználható formába történő átalakítása a társadalom működéséhez elengedhetetlen. Hazánk lakosságának energiaigénye fokozódik, annak ellenére, hogy egyre több a takarékos megoldás, berendezés. De ugyanakkor többféle elektromos energiával működő berendezést használunk, mint pl. klíma-berendezés, mely a kifejezetten forró nyári hetekben szinte nélkülözhetetlen sok helyen, és az egyre több háztartásban megtalálható mikrohullámú sütő, a számítógépek, mobiltelefonok stb. Továbbá azzal is számolni kell, hogy jelenleg működő erőműveink egy részét le kell állítani, hiszen elavulnak a berendezései. Ennek egyik lehetséges és járható útja hazánkban az atomenergia.</p> <p>Fontos célkitűzés, hogy a gyerekek tényszerű tudáson alapuló önálló álláspontot alakítsanak ki az atomenergia felhasználásáról.</p> <p>Elsősorban a társadalmi felelősségvállalással kapcsolatos attitűdök fejlődését várjuk. A technika új eredményeinek, vívmányainak elfogadása és annak belátása, hogy jelen társadalmunk ezek nélkül nem létezhetne.</p>
	<b>Ismeretek</b>	<p>Új tudáselemként lép be az atommag szerkezetének ismerete, a nukleáris folyamatok közül a maghasadás, és a nukleáris folyamatokat kísérő energiaváltozások nagyságrendje.</p> <p>A magreakciók során nem keletkeznek olyan égéstermékek, mint a különböző tüzelőanyagok használata során, melyek hatással lehetnek az éghajlatra! Ezért ebből a szempontból ez egy „tisztá” energiaátalakítási lehetőség.</p> <p>Atommag, proton, neutron, izotóp, radioaktív bomlás, mint alfa-, béta- és gamma-, felezési idő, maghasadás, láncreakció, magfúzió, atomerőmű, kockázat.</p>
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	A tanulóknak tájékozódniuk kell az atomenergiával kapcsolatos kérdésekről való különböző típusú vélekedésekről. Eközben felhasználhatnak különböző újságcikkeket, készíthetnek kisebb közvélemény-kutatást.
	<b>Ismeretek</b>	Előzetes tudásként feltételezzük az atomok és molekulák fogalmak ismeretét. Továbbá a legfontosabb kémiai folyamatok, pl. égés, során létrejövő energiaváltozások nagyságrendjének ismeretét.
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tananyag más moduljaival</b>	Energiahordozók, 12. modul.
	<b>Szaktárgyi területekkel</b>	<p>Kémia – 7. évfolyam, az anyag szerkezete, az atom részei.</p> <p>Fizika – 9. évfolyam, energia témakör.</p> <p>A jelenlegi hagyományos tantárgyi kereteket figyelembe véve a 7. évfolyamon a kémiához tartozhatnak a modul során feldolgozásra kerülő tudományos tartalmak.</p> <p>Amennyiben az adott szakiskola 9. évfolyamán szerepel a fizika tantárgy keretein belül a magfizika is, akkor e témakör keretében lehet a feldolgozást végezni.</p>

<p><b>Háttér</b></p>	<p>A diákok előzetes tudását vizsgáló kérdések:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mik az atomok?</li> <li>2. Mik a molekulák?</li> <li>3. Mi történik az égésnél?</li> <li>4. Mi a gyors és mi a lassú égés?</li> <li>5. Az égésnek milyen kísérőjelenségei vannak?</li> <li>6. Milyen tüzelőanyagokat ismer, melyeket energiaátalakításra használnak, és ezeknél mik az égéstermékek?</li> <li>7. Mely elemi részecskék építik fel az atommagot?</li> <li>8. Mi a rendszám?</li> <li>9. Mi a tömegszám?</li> <li>10. Mik az izotópok?</li> <li>11. Melyik a legnagyobb rendszámú elem, mely a Földön megtalálható?</li> </ol> <p>A 7–11. kérdéseket természetesen csak azokban az osztályokban érdemes feltenni, amelyekben már tanulták az atommag szerkezetét, és ezt követően foglalkoznak a modullal.</p> <p>A leírás során szándékosan kerüljük az „energia előállítása” kifejezést, mivel az energia megmaradó fizikai mennyiség, és ezzel az elsősorban a fizikában tanult és használt tétellel nem szabad ellentmondásba keveredni. Valójában arról van szó, hogy az energia ténylegesen nem keletkezik az erőművekben, hanem átalakítjuk más formává, olyanná, mely a társadalom számára felhasználható. Ennek egyik lehetséges módja a villamos energiává történő átalakítás, mely azért jó, mivel vezetékeken „szállítható” és elosztható, majd pedig az elektromos berendezések működtetéséhez felhasználható. Másik érdekes fogalmi zavar az, hogy azoknak a „telephelyeknek” a megnevezése, ahol ez az energiaátalakítás történik, egy másik fizikai fogalom felhasználásával jellemezzük, nevezetesen erőműnek hívjuk.</p> <p>További szakmai problémát jelent a „hőenergia” kifejezés használata. Ilyen ugyanis nincs! A termodinamika első főtétele az energiaváltozás kétféle módját fogalmazza meg, mint munkavégzés és hőközlés.</p> $\Delta E = W + Q$ <p>A hő a munkához hasonlatos fogalom. Energiaközlési mód, de nem energia. Egyikre sincs megmaradási törvény, hiszen értéke függ az úttól. Míg az energiára érvényes az energiamegmaradás tétele, vagyis értéke csak a kezdő és végállapottól függ, az úttól nem. Vagyis, amennyiben a rendszer körfolyamatot végez, akkor nincs energiaváltozás. A hőre és a munkára ez nem igaz!</p> <p>Ismeretes azonban a termikus energia kifejezés. Ezen a rendszert alkotó részecskék rendezetlen mozgásából származó, az egyes részecskék mozgási energiájának összegét értjük.</p> <p>Az előzetes ismeretek megbeszélést követően az atommaggal kapcsolatos változásokat kísérő energiefelszabadulás nagyságrendjét célszerű tisztázni, mely mintegy milliószorosa a kémiai változásokkal összehasonlítva. Így az olyan atommagok halmazában, melyben ilyen változások végbemehetnek, sokkal nagyobb energiefelszabadulás várható. Vagyis jóval kevesebbet kell belőle felhasználni. Ennek megfelelően a keletkező hulladék mennyisége is jóval kevesebb. Továbbá a keletkező hulladékok nem jutnak ki a légkörbe, hanem az energiaátalakítás helyén keletkeznek, ahonnan elszállíthatók a biztonságos tárolás helyszínére.</p> <p>Az atommagnak milyen változásai ismertek: radioaktivitás</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• maghasadás</li> <li>• fúzió</li> </ul> <p>De a koncentrált energiaforrás felhasználása nagyobb kockázatot is jelenthet, vagyis nagyon körültekintően kell eljárni egy atomerőmű üzemeltetése során. A következőkben röviden áttekintjük, hogy a különböző mindennapi tevékenységeink, illetve életünk során milyen jellegű kockázatoknak vagyunk kitéve.</p>
----------------------	---

	<p>De a koncentrált energiaforrás felhasználása nagyobb kockázatot is jelenthet, vagyis nagyon körültekintően kell eljárni egy atomerőmű üzemeltetése során. A következőkben röviden áttekintjük, hogy a különböző mindennapi tevékenységeink, illetve életünk során milyen jellegű kockázatoknak vagyunk kitéve.</p> <p>A tanulói beszámolók során valószínűleg felmerülnek különböző megújulóknak nevezett energiaátalakítási lehetőségek, melyeket szintén kritikusan kell kezelni. A különböző adatgyűjtések szerint ezek közt is a napenergia foglal el vezető helyet. Kérdés, hogy hazánkban ez milyen mértékben megvalósítható. Továbbá a napelemcellák előállítás is jelent környezeti terhelést. A nukleáris technika elemeiről való gondolkodással kapcsolatos felmérés eredményei (395 fő részvételével) olvashatók a következő honlapon:</p> <p>Elég sok tanuló gondol az úgynevezett biomasszára is. Azonban a feldolgozás, az esetleges vita során gondoljanak arra is, hogy a biomassza előállításához termőterületekre van szükség, melyeket abból vesznek el. Nem elegendő csak a parlagon hagyott területek felhasználása. Ez pedig élelmezési problémákhoz vezethet!</p> <p>A tanulói megnyilvánulások során valószínűleg megjelenik az atombomba is, de a rövid idő miatt ne menjenek bele ebbe a témába. Az egyéni érdeklődés kielégítésére javasoltunk különböző feladatokat, melyek közül az egyik a magfizika és történelem. A feldolgozás fő részében a békés felhasználásra, az atomerőművek alkalmazására koncentrálnunk, mint egyik lehetséges energiaátalakítási lehetőségre, hogy csökkentjük a szén-dioxid-kibocsátás mértékét.</p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<i><b>Ajánlás</b></i>	Differenciált csoportmunka, 4 különböző feladattal, majd a végén frontális összegzés.
	<i><b>Változatok</b></i>	Szükség szerint több csoportfeladatot is lehet adni, ha részekre bontjuk a feladatokat, illetve egy-egy témával több csoport is foglalkozhat.
<b>Differenciálás</b>	A feladatok köre egyéni érdeklődés szerint bővíthető a további ajánlásokkal.	
<b>Tanulási környezet</b>	Elsősorban internetes források használata, megadott webes helyekről való szövegek, grafikonok, animációk tanulmányozásával	
<b>Értékelés</b>	<i><b>Diagnosztikus</b></i>	Az előzetes tudás vizsgálatához a tanári háttérben javasoltunk kérdéseket.
	<i><b>Fejlesztő (formatív)</b></i>	
<b>Kiegészítések</b>	A leírás végén nagyon sokféle további, a téma bővebb feldolgozásához adtunk javaslatot. A téma önálló projektté is kibővíthető.	

## A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1. Ráhangolódás	5	Beszélgetés a nukleáris energia békés felhasználási lehetőségeiről.	Tanári kérdés: célszerű-e hazánkban atomerőművet építeni, hogy csökkentsük a káros szén-dioxid-kibocsátást, de azért mégis elegendő energia álljon rendelkezésünkre mai megszokott kényelmes életvitelünk további biztosítására?	
2. Differenciált csoportmunka	30	Csoportmunka 4 fő témában	Csoportfeladatok: 1. Radioaktív sugárzások. 2. Maghasadás, láncreakció, atomreaktor működése. 3. A radioaktív hulladék tárolása. 4. Kockázatok.	1. és 2. melléklet Számítógép internet-hálózattal, adatbázis-kezelő program, papírok, tollak, ragasztó a poszter készítéséhez
3. frontális összegzés	10	Válasz az óra elején feltett kérdésre az új ismeretek alapján.	Csoportbeszámoló a legfontosabb animációk bemutatásával.	Számítógép internet-hálózattal, interaktív tábla, elkészült poszterek.

## Mellékletek

**12.1.** Differenciált csoportmunka az internet felhasználásával. Az egyes csoportok beszámolnak az ajánlott honlapok tanulmányozásával nyert ismereteikről. A bemutatóhoz az interaktív tábla használható.

Sugárzások, mint alfa-, béta- és gamma-, felezési idő

<http://www.atomeromu.hu/mukodes/radioaktiv.htm>

<http://eundp.digitalbrain.com/bjaro.eundp/web/Radioaktivitas/glossary/>

Maghasadás, láncreakció, atomreaktor és környezeti hatása, működésének kockázatai

<http://www.atomeromu.hu/mukodes/hasadas.htm>

A radioaktív hulladék tárolása hazánkban

<http://www.origo.hu/tudomany/20070928-nuklearis-hulladekok-uj-tarolo-kis-es-kozepes-aktivitasu-radioaktiv-anyagoknak.html>

**12.2.** Statisztikai adatok vannak arról, hogy 10 millió ember közül évente hányan halnak meg különféle okokból (Marx György Atommagközelben című könyve nyomán, MOZAIK Oktatási Stúdió, 1994).

Évi halálesetek száma:	fő/év
Szívbetegség	36 000
Egyéb keringési betegségek	29 000
Daganatos betegségek	28 600
Tüdőbaj	1 000
Más fertőző betegségek	1 300
Cukorbetegség	2 000
Légzőszervi meghűléses betegség	7 600
Máj, vese, prosztatata, fekély	6 700
Szülés, vetélés, magzati, genetikai kár	2 200
Egyéb betegségek	22 300
Alkohol	1 000
Gyilkosság	300
Öngyilkosság	4 900
Motoros közlekedés	1 670
Vasúti közlekedés	230
Repülő közlekedés	10
Egyéb járműbaleset	30
Otthoni baleset	1 300
Egyéb baleset	3 500
Összesen	150 000
Ebből férfi	78 000
Nő	72 000

Az egyéni kockázatokat *életkor-megrövidülésként* szokás megadni.

Férfinak születni	–3000 nap
Agglegényként élni	–3000
Feketének születni Amerikában	–2000
30% súlyfelesleg	–1300
Szénbányásznak lenni	–1100
Egy pakli cigit szívni naponta	–900
20% súlyfelesleg	–900
Kimaradni az iskolából	–800
Hajadonnak lenni	–600
Szegénynek lenni	–500
Pipázás	–220

Alkohol	-130
Közlekedni	-120
Legális drogok fogyasztása	-90
Nagy helyett kis autót vezetni	-50
Sugárveszélyes munkahely	-40
80 km/óra helyett 120 km/óra sebességhatár	-40
Természetes sugárzás	-8
Orvosi röntgensugárzás	-6
Kávéfogyasztás	-6
Fogamzásgátló tabletta	-5
Biciklibaleset	-5
Diétás italok fogyasztása	-2
Reaktorbalesetek	-0,02

Ezekben önként vállalt kockázatok is vannak.

Azt is tudnunk kell persze, hogy nemcsak a fosszilis energiahordozók mennyisége véges, hanem a hasadási reakcióhoz használható urán 235-ös izotóp mennyisége is. Vagyis ez sem korlátlan ideig alkalmazható megoldás. Ezért szükséges napjainkban egyéb lehetőségek után kutatni. Ezek egyike szintén egy nukleáris folyamat, a fúzió hasznosítása.

*További lehetséges témák, feladatok:*

Magfúzió

<http://hmika.freeweb.hu/Fizika/Html/Fuzio.htm>

<http://www.origo.hu/tudomany/technika/20031010fuzios.html>

- Készítsétek el a magfúzió, a maghasadás és a láncreakció képi illusztrációját!
- Modellezzétek a láncreakciót!
- Hasonlítsátok össze az energia nukleáris erőműben való előállításával kapcsolatos környezeti problémákat az energia egyéb előállítási lehetőségei során felmerülő problémákkal!
- Gyűjtsetek újságcikkeket, különböző helyen megjelent írásokat a nukleáris energia felhasználási lehetőségeivel kapcsolatban! Készítsetek tablót ezekből!
- Készítsetek beszámolót a magyar tudósok szerepéről az atomenergia felhasználásának témakörében! A beszámoló alapján készítsetek tablót is!
- Különböző atomerőművek működése
- Nukleáris balesetek eddig a Világban

- Magfizika és politika kapcsolata
- Magfizika és történelem kapcsolata
- Magfúziós kísérletek napjainkban (ITER)

**Végezzetek gyűjtőmunkát az internet bevonásával is a következő témakörökben!**

- Mely országokban milyen típusú atomerőművek működnek, és mekkora az ország villamosenergia-termelésében a nukleáris energia részesedése? Ábrázoljátok térképen is a nukleáris erőművek helyét!
- A világon működő atomerőművi blokkokat teljesítménykihasználás és biztonsági szempontok alapján minden évben rangsorolják. Hol helyezkednek el a paksi atomerőművi blokkok ebben a rangsorban?
- Milyen hazai és nemzetközi szervezetek foglalkoznak a nukleáris technikával? Melyik milyen véleményt képvisel?
- Mely országokban fejlesztik a nukleáris energiát, és mely országokban szorul vissza? Mi lehet e jelenségnek az oka?
- Rendezzetek vitát az osztályban a nukleáris energia békés célú felhasználási lehetőségeivel kapcsolatban! Támogatnátok-e azt, hogy hazánkban újabb nukleáris erőmű épüljön? Keressetek érveket és ellenérveket, gondoljátok végig az alternatív energia-előállítási lehetőségeket!
- Végezzetek adatgyűjtést a nukleáris energia felszabadításának elfogadását illetően különböző életkorú gyerekek és felnőttek körében is! Összeállíthatok kérdőívet, használhatjátok a meglévőt is, de készíthettek interjút is. A kiértékelésnél célszerű nemek szerinti összehasonlítást is tenni! Figyeljétek meg, miképp változnak az elképzelések, ahogy egyre idősebbek lesznek a megkérdezettek.

Az adatgyűjtés megkezdése előtt mindenképpen gondoljátok végig, hogy milyen eredményre számítok, majd ennek megfelelően fogalmazzatok meg a beszélgetés alapvető kérdéseit. Az adatok felvételében többen is, akár az egész osztály is részt vehet, de akkor részletesen le kell írni a beszélgetés vázlatát! Figyelemmel kell lenni arra is, hogy a beszélgetés során figyelmesen hallgassátok meg a válaszokat, azokat ne minősítsétek semmilyen módon.

Segítség gyanánt néhány lehetséges kérdést írunk le, pár válaszlehetőséggel együtt. Nem fontos így kérdezni, de segíti a kiértékelést az, ha a különböző válaszokat csak össze kell számlálni.

Mi jut eszébe, ha meghallja azt a szót, hogy atom?

1. energia
2. bomba
3. magas színvonalú technika
4. bomba és energia
5. az anyagok alkotóeleme

Mit gondol a nukleáris energiáról?

1. hasznos
2. káros
3. veszélyes az emberiségre nézve
4. megfelelő technikával hasznos
5. szükséges, de veszélyes
6. veszélyes, de megfelelő biztonsági technikával alkalmazható

Milyen megoldást javasol a jövő energiaigényének kielégítésére?

1. kőolaj, földgáz
2. szénenergia
3. napenergia
4. nukleáris energia
5. bioenergia
6. vízi energia

Mit tud az atombombában végbemenő folyamatokról?

1. szabályozatlan nukleáris reakció
2. kémiai reakció
3. radioaktív bomlás
4. semmit

Mit tud az atomerőműben végbemenő folyamatokról?

1. szabályozott nukleáris reakció
2. szabályozott kémiai folyamat
3. radioaktív bomlás
4. semmit

Szeretne-e ismereteket szerezni az atombombában és az atomerőműben végbemenő folyamatokról?

1. nem
2. igen
3. részletesen szeretnék tudni róla
4. csak az atomerőművekről
5. csak az atombombáról



Ön szerint melyik erőműtípus nem bocsát ki üvegházhatású gázokat?

1. szénérmű.
2. olajtűzelésű erőmű
3. kombinált gáz/gőzerőmű
4. atomerőmű

Ön szerint fertőző-e a sugárbetegség?

1. igen
2. nem
3. cseppfertőzés útján
4. csak közörsülés útján

Ismeri-e a Paksi Atomerőmű honlapját? Tudja-e, hogy létezik?

1. igen
2. nem
3. Sejtettem volna, hogy van.

Hogyan fizeti a Paksi Atomerőmű Zrt. a nukleáris hulladék elhelyezésének és az erőmű majdani leszerelésének költségeit?

1. Eladja a kiégett fűtőelemeket Oroszországnak.
2. Nem ő fizeti.
3. A Központi Nukleáris Pénzügyi Alapon keresztül, amelybe az eladott vilamos energia után fizet.
4. A paksi dolgozók béréből vonják le.

Ön szerint mi legyen a paksi atomerőmű jövője?

1. Üzemeljen az eredetileg tervezett üzemideig a megfelelő műszaki, biztonsági feltételek betartásával.
2. Azonnal állítsák le.
3. Minden további nélkül üzemelhet tovább.
4. A megfelelő műszaki, biztonsági és gazdasági feltételek teljesülése esetén akár az eredetileg tervezett üzemidő meghosszabbítható.

A felmérés adatainak feldolgozása

### **Vita a témáról**

A diákok érdeklődése szerint akár önálló projektté is kibővíthető a téma. A gyűjteményekből kiállítás szervezhető, vitanap rendezhető esetleg más osztályok tanulóinak bevonásával stb.

## 13. modul

### A modul általános leírása

<b>Modulcím</b>	<b>13. A szén-dioxid-kibocsátás csökkentése – épületek, közlekedés</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák (NAT-kompatibilitás)</b>	<b>Kompetenciák</b>	<p>Természettudományos és műszaki kulcskompetenciák.</p> <p>Műszaki problémák tudományos elemzése, megoldása, kísérleti módszerek alkalmazása.</p> <p>A tudomány – technika – társadalom összefüggésében való gondolkodás.</p> <p>Tudatos és felelős energiahasználat, takarékoskodás.</p> <p>Jövőirányultság, felelősségérzet a jövőért.</p> <p>Munkafolyamatok tervezése és elvégzése.</p> <p>Szövegek, képek, filmek, adattáblázatok információinak célszerű felhasználása.</p> <p>Cselekvési lehetőségek felismerése, részvétel a fenntartható környezet érdekében végzett akciókban.</p>
	<b>Ismeretek</b>	<p>Hő, hőmérséklet fogalma, hő terjedése.</p> <p>Hőszigetelés, hőszigetelő anyagok.</p> <p>Energia takarékoságot szolgáló műszaki megoldások.</p>
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	<p>Munkavégzés utasításor alapján.</p> <p>Megfigyelőkészség, a tapasztalatok rögzítése írásban.</p> <p>Mérések elvégzése utasítások alapján, mérőeszközök használata (hőmérők), adatrögzítés és feldolgozás írásban, táblázat, grafikon formában.</p>
	<b>Ismeretek</b>	<p>Energiafogalom adott szinten, az égés folyamatával kapcsolatos kémiai alapismeretek, a hő, hőmérséklet fogalmak értelmezése, megkülönböztetése, hő hatására bekövetkező állapotváltozások ismerete, hőtágulás jelenségeinek ismerete, hőmérők, hőmérsékletmérési módok ismerete, hétköznapi hőjelenségek tapasztalati ismerete, értelmezése adott szinten.</p>
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tananyag más moduljaival</b>	<p>3. modul: A levegő szén-dioxid-tartalma.</p> <p>5. modul: társadalom, gazdaság, technika.</p>
	<b>Szaktárgyi területekkel</b>	<p>Kémia: redoxireakciók, égés, szén és vegyületei.</p> <p>Fizika: hőtani alapismeretek, határfok, közegellenállás, sűrűlódás.</p> <p>Biológia: hőérzékelés, hőérzet.</p>
<b>Háttér</b>	<p>Az éghajlatváltozás alapvető kiváltó oka az emberi tevékenység, a légkörbe bocsátott üvegházhatású gázok növekvő koncentrációja. A szén-dioxid- koncentráció az utóbbi évtizedekben több mint 30%-kal nőtt, a többlet jórészt a fosszilis tüzelőanyagok elégetése miatt került a légkörbe. A lakossági energiahasználat két nagy területe a gépkocsi-közlekedés és a lakásfűtés. A gyorsan fejlődő műszaki megoldások ma már lehetővé teszik a hatékonyság növelését, illetve a szigorodó kibocsátási előírások és a növekvő energiaárak kényszerítenek is erre.</p> <p>A mindennapi életben adódik a feladat: gondoljuk át saját és közvetlen környezetünk energiahasználatát. Kiindulópont lehet a gazdaságosság és megtérülés, de fontos lenne elfogadtatni az éghajlat megőrzése (üvegházgázok kibocsátása) iránti felelősséget is. Az IPCC 2007-ben kiadott 4. jelentése megállapítja, hogy az épületek hőszigetelésével gyorsan és jelentős mértékben lehetne csökkenteni a szén-dioxid-kibocsátást. A lakosság nincs kellően felvilágosítva a lehetséges műszaki megoldásokról, nem mindenki képes elvégezni a megtérülési számításokat, és a beruházások támogatása sem elegendő.</p>	

	<p>A modul feladatai támpontokat adnak a falazat és a nyílászárók hőtechnikai minősítéséhez, a felhasználható anyagok minősítéséhez, illetve az utólagosan elvégezhető szigetelési munkákhoz.</p> <p>Az új gépkocsitípusok szén-dioxid-kibocsátása ma már megjelenik a műszaki adatok között, de a vásárlók talán még nem tulajdonítanak nagy figyelmet ezeknek a számoknak, inkább a nagyobb teljesítmény vagy az alacsonyabb üzemanyag-fogyasztás lehet vonzó számukra. A gépjárműipar a kibocsátási határértékek szorításában újabb robbanómotor technológiákat fejlesztett ki, növelve a teljesítményt és az energiahatékonyaságot (pl. turbófeltöltés). A fosszilis eredetű üzemanyagok égetésekor azonban nem csökkenthető nullára az üvegházgázok kibocsátása. Ez a cél is elérhető, ha technológiaváltás következik be, és elterjednek az elektromos vagy hidrogénhajtású járművek. Nem árt azonban az óvatosság: milyen forrásból származik a feltöltéshez szükséges elektromos energia, vagy milyen módon termelik a hidrogént? Ezek a kérdések vezethetnek el az atomenergia vagy a megújuló energiaforrások alternatíváinak elemzéséhez. A EU-előirányzatok az utóbbiak terén jelentős növekedést céloznak, így akár hamarosan arra is mód lehet, hogy gépkocsinkat megújuló energiával üzemeltessük. Bioüzemanyag (E85) használatával ezt már ma is megtehetjük, de a mezőgazdasági területek korlátossága határt szab ennek a technológiának.</p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ajánlás</b>	A modul időkerete nehezen teszi lehetővé a két technológiaterület együttes feldolgozását. A feladatok a csoport érdeklődése, adottságai és a tanulási környezet lehetőségei szerint választhatóak.
	<b>Változatok</b>	<p>Az „A” változat csoportmunkában végezhető egyszerűbb bemutató kísérletet és összetettebb mérést, elemzést tartalmaz. Az első feladatban kooperatív módszer, a másodikban szabad munkamegosztás ajánlott.</p> <p>A „B” változat egy digitális tananyagra épül, de helyi cselekvési lehetőséget mutat be. Az óra egyéni számítógépes munkával indul, majd szabad csoportmunkában dolgoznak tovább a tanulók.</p> <p>A „C” változatok a két kibocsátáscsökkentési területtel foglalkoznak, egy-egy óra van tervezve mindkét témára. Ebben a változatban tantermi környezetben, csoportban dolgoznak a tanulók. Lehetséges a két téma együttes feldolgozása is, pl. választható témájú feladatokkal.</p>
<b>Differenciálás</b>	<p>Az összetett mérési feladat inkább a gyakorlati munkában járatosabb csoportoknak ajánlható.</p> <p>Az autózással kapcsolatos feladatok a fiúk érdeklődését jobban felkelthetik.</p> <p>A mélyebb kémiai ismereteket, elemzőkészséget igénylő feladat (Üzemanyag-cella működése) a jobb képességű tanulóknak ajánlható, illetve a csoportmunkában segíthetik társaikat a megoldásban.</p>	
<b>Tanulási környezet</b>	Az „A” változathoz természettudományi labor, a „B” változathoz számítógépes tanterem, a „C” változatokhoz csoportmunkára berendezett tanterem szükséges számítógép-kivetítővel.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Az energiatakarékosságról, az alternatív technológiákról szóló feladatok előtt vagy a csoportmunka során kérdések tehetők fel a tanulóknak: mit tudnak ezekről a lehetőségekről, milyen egyéb módszereket ismernek.
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	<p>Osztálytermi környezetben, feladathoz kapcsolódó, segítő értékelés, visszajelzés.</p> <p>Csoportmunka során a tanár rövid ideig megfigyeli és szükség esetén segíti az előrehaladást.</p> <p>A beadott feladatlapokból összeállítható a projekt portfóliója, ezt írásban lehet értékelni, ami a kompetenciafejlesztés hosszabb távú feladatában segíthet.</p>
<b>Kiegészítések</b>	A kísérlet és a mérési feladat, a nyílászáró szigetelés munkafolyamatának bemutatása alkalmas a szakiskolai felhasználásra is.	

## A modul forgatókönyve

### C/1. változat: tantermi óra

### Gépkocsi CO<sub>2</sub>-kibocsátása

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	3	Bevezetés	<i>Tanár:</i> röviden összefoglalja a gépjárművek szén-dioxid-kibocsátása és az éghajlatváltozás közötti összefüggést. Érvel a kibocsátás csökkentés szükségessége mellett. <i>Tanulók:</i> figyelnek a tanárra, egy-két rövid megjegyzéssel reagálnak.	
2.	7	A mi autónk... (13.2.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, időt szab, egy csoportot röviden beszámoltat a megoldásról. <i>Tanulók:</i> egyénileg elolvassák a feladatlapot és válaszolnak a kérdésekre, majd megbeszélik a 4. kérdésre adott válaszokat.	Feladatlapok
3.	15	A hidrogén hajtású gépkocsi (13.4.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, időt szab, felhívja a figyelmet az időfelelős és a feladatfelelős szerepére. <i>Tanulók:</i> felosztják egymás között a négy szövegrészt, egyénileg elolvassák, majd háromlépcsős interjúmódszerrel feldolgozzák.	Feladatlapok
4.	15	Az üzemanyag cella működési elve (13.3.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, időt szab, felhívja a figyelmet az időfelelős és a feladatfelelős szerepére. <i>Tanulók:</i> egyénileg elolvassák a feladatlap szövegét, majd közösen megbeszélve írásban válaszolnak a kérdésekre. A csapat tagjai mondják el válaszsajvaslataikat, amelyeket közösen megvitatnak, és igyekeznek egyetértésre jutni.	Feladatlapok
5/A	5	Az elektromos autó (film-összeállítás)	<i>Tanár:</i> bemutatja a filmrészletet, ismerteti (felírja) a téma kutatási szempontjait. <i>Tanulók:</i> megnézik a filmrészletet, értelmező kérdéseket tesznek fel a láttakkal és a kutatófeladattal kapcsolatban. A házi feladatot egyéni munkában vagy önkéntes munkacsoportban oldják meg.	Elektromos autó c. film, tv vagy kivetítési lehetőség

5/B	5	A gépkocsi energia-felhasználása (13.1.)	Tanár: bevezeti a témát, bemutatja az animációt, röviden magyarázza a szimulációs lehetőségeket. Tanulók: megnézik a kivetített animációt, értelmező kérdéseket tesznek fel. A házi feladatot egyéni munkában vagy önkéntes munkacsoportban oldják meg.	Számítógép internet-kapcsolattal, kivetítési lehetőség, feladatlapok
-----	---	--	--	--

## C/2. változat: tantermi óra

### Épületek

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Bevezetés	<i>Tanár:</i> röviden összefoglalja az épületek fűtéséből származó szén-dioxid-kibocsátás és az éghajlatváltozás közötti összefüggést. Érvet a kibocsátás csökkentésének szükségessége mellett. <i>Tanulók:</i> figyelnek a tanárra, egy-két megjegyzéssel reagálnak.	
2.	20	Kibocsátás csökkentés – Épületek fűtése (13.6.)	<i>Tanár:</i> ismerteti és elosztja a feladatokat, beszámoltatja a csoportokat, irányítja a javaslatok kifüggesztését. <i>Tanulók:</i> egyénileg elolvassák a feladatlap bevezető részét. A csoportok (2-2) a feladatlap szövegének egy részével, részmájával foglalkoznak (I., II. vagy III.). Elolvasás után megbeszélik a szöveg tartalmát. Közösen ajánlásokat fogalmaznak meg a saját részmájukat érintő, a lakásokban kivitelezhető legcélszerűbb energia- megtakarítási módokra (az azonos témával foglalkozó csoportok együttműködnek). Az ajánlásokat írják fel nagyobb papírra és jól láthatóan függeszték ki! A csoportok vitathatják, kiegészítik egymás ajánlásait.	

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
3.	20	Energiabrigádok az iskolában (13.5.)	<p><b>A változat:</b></p> <p><i>Tanár:</i> értelmezi a feladat célját, motivál az aktív végrehajtásra. Gyakorlati tanácsokat ad a helyi adottságok és problémák figyelembevételére.</p> <p><i>Tanulók:</i> áttekintik a feladatlapot, kiválasztják a hosszabb távon elvégezhető feladatokat. Kialakítják a csoport munkabeosztását, az egyéni feladatokat és felelőségeket. Kijelölik a segítő, információadó személyeket és elérhetőségüket. Használják a digitális tananyag információit.</p> <p><b>B változat:</b></p> <p><i>Tanár:</i> előzetesen megszervezte a szükséges adatok összegyűjtését. Ismerteti az órán elvégzendő feladatokat, segíti a csoportokat a munka megszervezésében. Segítő értékelést végez a munka alatt.</p> <p><i>Tanulók:</i> az adatok és információk begyűjtését korábban (tanórán kívül) elvégezték a gyerekek, az órán a feldolgozással és konkrét cselekvési terv készítésével foglalkoznak. Kialakítják az elvégzendő munkák listáját, anyagszükségletét, munkaszervezését.</p> <p>Elkészítik az akciót ismertető plakátokat, iskolaújság-cikket, honlapfelhívást.</p>	<p>Feladatlapok, számítógép (internet-kapcsolat), kivetítési lehetőség</p> <p>Előzetesen gyűjtött adatlapok</p>

## Mellékletek

### 13.1. A gépkocsi energiafelhasználása

#### A bemutatott animáció alapján válaszoljatok a kérdésekre!

1. Milyen tényezők befolyásolják a gépkocsi üzemanyag-fogyasztását?
2. Mely tényezők függenek az autó tulajdonosától, vezetőjétől?
3. Hogyan változik a sebesség függvényében a fogyasztás?
4. Miért a városban a legnagyobb az üzemanyag-fogyasztás?

**Feladat:**

- Nézzetek utána, hogy a családotok tulajdonában vagy használatában lévő gépkocsi milyen műszaki adatokkal rendelkezik (motorteljesítmény, maximális sebesség, gyorsulás, átlagfogyasztás, esetleg CO<sub>2</sub>-kibocsátás).
- Tudjátok meg azt is, hogy évente átlagosan hány km utat tesz meg az autó!!
- Az osztály összegyűjtött adataiból állítsatok össze táblázatot, statisztikát úgy, hogy az egyes adattípusokat (pl. fogyasztás) nagyságrendi csoportokba rendezitek, és megadjátok az azokba sorolható gépkocsik számát!
- Ezt az adatfeldolgozást kibővíthetitek más osztályokra is (*az adatszolgáltatás név nélkül történhet*).

**13.2. A Mi autónk...**

A gépkocsik kb. 10%-ban felelősek az EU-ban történő CO<sub>2</sub>-kibocsátásért, ezért a csökkentésnek nagy jelentősége van.

*Néhány, Magyarországon forgalmazott gépkocsitípus teljesítmény- és CO<sub>2</sub>-kibocsátási adatai:*

Típus	Motor cm <sup>3</sup>	Teljesítmény LE	Végsebesség km/óra	CO <sub>2</sub> - kibocsátás g/km
Benzin üzemanyag				
Suzuki Swift 1,3	1328	92	175	140
Suzuki Swift 1,5	1490	102	185	160
Opel Astra 1,6	1598	115	190	150
Opel Astra 1,6 turbo	1598	180	223	185
Ford Focus 2,0	1999	145	206	169
Ford Focus 2,5	2521	220	245	222
Dízel üzemanyag				
Suzuki Swift 1,25	1248	74	165	124
Ford Mondeo 2,0	1997	145	200	189
Ford Mondeo 1,8	1753	100	185	150

Az EU-ban újonnan regisztrált személyautók átlagos CO<sub>2</sub>-emissziója (g/km):

- 1995-ben: 186 (g/km)
- 2000-ben: 164 (g/km)

EU-s célszámok a CO<sub>2</sub>-csökkentési stratégiában:

- 2000–2009. években: 140 (g/km)
- 2010–2012. években: 120 (g/km)

Várható kiegészítő fejlesztések:

- alternatív tüzelőanyagok bevezetése,
- kis ellenállású gumiabroncsok és kenőanyagok,
- a gumiabroncsok nyomásának ellenőrző rendszere,
- energiahatékonyabb légkondicionáló berendezések.

#### Kérdések:

1. Milyen szempontok alapján választanak a vásárlók autótípust?
2. Mit gondoltok, mennyire fontos a magyar autót vásárlók számára a CO<sub>2</sub>-kibocsátás?
3. Szerintetek a családi autók melyik kibocsátási kategóriába tartozik?
4. Válaszolatok a táblázat alapján: milyen tényezők befolyásolják az autók CO<sub>2</sub>-kibocsátását?

### 13.3. Az üzemanyagcella működési elve

#### Olvassátok el az alábbi szöveget!

Az üzemanyagcellában a levegőből nyert oxigén és hidrogén reakciójánál víz és elektromos energia keletkezik. A veszélyes durranógáz kialakulásának elkerülésére a hidrogént és oxigént egymásra fektetett cellalemezek keskeny járataiba vezetik, a gázokat platinabevonatú proton- áteresztő fólia választja el egymástól. A cella egyik lemezén – az anódon – protonjaira és elektronjaira bomlik a hidrogén, a pozitív töltésű protonok a fólián át a szomszédos lemez – a katód – oxigénatomjaihoz igyekeznek. Közben az elektronok a lemezen (anódon) maradnak, és a két pólus között feszültség jön létre. Az így megtermelt egyenáram 250-380 voltos váltóárammá alakítva táplálja a kereket hajtó villanymotorokat.

Az üzemanyagcellák az elemekhez hasonlóan vegyi reakciókkal közvetlenül elektromosságot állítanak elő, a különbség az, hogy míg az elemeket kifogytuk után el kell dobni, az üzemanyagcella mindaddig üzemel, amíg üzemanyagot töltünk bele.

*Szerkezet:* alapegysége egy elektrolitfólia köré szendvicsszerűen préselt két elektródából (*anód és katód*) áll.

#### *Működés:*

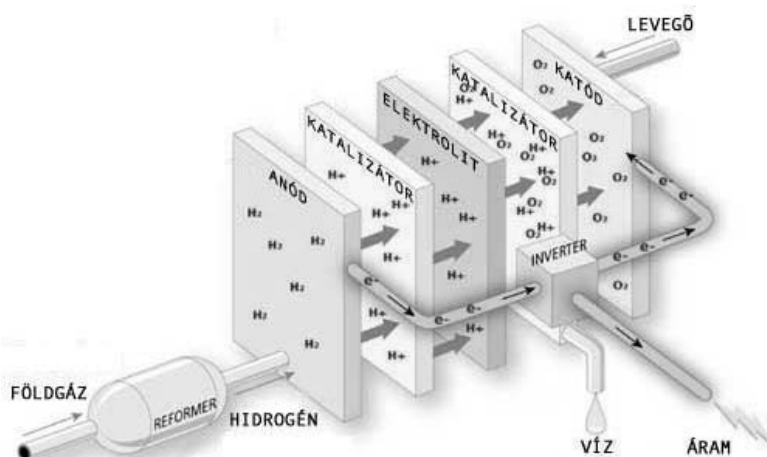
- Az **anódon** hidrogén, a **katód**on oxigén halad át.
- Katalizátor segítségével a hidrogénmolekulák protonokra és elektronokra bomlanak.
- A protonok keresztüláramlanak az elektrolitfólián.
- Az elektronok áramlása mielőtt elérné a katódot, felhasználható elektromos fogyasztók működtetésére.



- A katódra érkező elektronok a katalizátor segítségével egyesülnek a protonokkal és az oxigénmolekulákkal, vizet hozva létre.

*Egyéb jellemzők:*

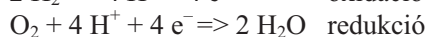
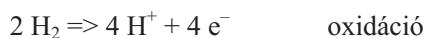
- A folyamat során hő is termelődik.
- Az üzemanyag-átalakítót (*reformer*) tartalmazó rendszerek képesek felhasználni bármely szénhidrogén- tüzelőanyagot, a földgáztól kezdve a metanolon át a gázolajig.
- Inverter: a cellában termelt egyenáramot váltóárammá alakító berendezés.
- Mivel az üzemanyagcella nem égésen alapul, hanem elektrokémiai reakción, az emissziója mindig jóval kisebb lesz, mint a legtisztább égési folyamatoknak.



13.3.1. ábra. Az üzemanyagcella vázlata

**Az üzemanyagcella működése során végbemenő kémiai folyamat:**

Az üzemanyag cellában zajló kémiai folyamatok során egyidejűleg elektronleadás és elektronfelvétel is történik. Az elektronleadást oxidációnak, az elektronfelvételt pedig redukciónak nevezzük. Nézzük meg a következő példákat:



**Ha az oxidációt és redukciót térben szétválasztjuk, akkor a kémiai reakció energiatermelésre használható!**

Az üzemanyagcellák előnye a hagyományos akkumulátorokkal szemben az, hogy azonos térfogatban kisebb súly mellett sokkal több energiát képesek tárolni. További előnyük, hogy kicsiben és óriási nagy méretben is készíthetők. Egy mobiltelefontól kezdve a különféle gépkocsikon át akár egy háztömb energiaellátását fedező cellák is megépíthetők. Ez a méretbeli rugalmasság a belső égésű motorokkal szemben is versenyképessé teszi őket.

Az üzemanyagcella azért jelent nagy lehetőséget a megújuló energiaforrások hasznosítása számára, mert megoldaná az energiatárolás problémáját. A , szél- vagy vízerőművel termelt árammal vizet bontva hidrogént lehet termelni, amit üzemanyagcellákba töltve energiát raktározunk, és ezzel a későbbiekben tetszőleges módon elektromos készülékeket üzemeltethetünk.

Azok az előnyök, amelyeket az energiatermelés és -felhasználás más területein az energiasejt kínál, elsősorban modellezés és kísérleti berendezések szintjén valósultak meg. Az igazi áttörés a következő évtizedben várható.

#### **A szöveg alapján válaszoljatok a kérdésekre!**

1. Mire használható az üzemanyagcella?
2. Milyen bemenő anyagok szükségesek a cella működéséhez, és milyen termék keletkezik?
3. Miért nem robban fel a cella (ha elvileg durranógáz-reakció zajlik benne)?
4. Mi a szerepe az elektródok mellett lévő katalizátoroknak?
5. Mi az inverter szerepe?
6. Mi a feltétele az üzemanyagcella elektromosenergia-termelésének?
7. Hogyan oldhatnák meg az üzemanyagcellák az energiatárolás problémáját?

---

### **13.4. Hidrogénhajtású gépkocsi**

#### ***A) A jövő energiaforrása: a hidrogén***

Az emberiség már egy ideje új energiaforrást keres, amely környezetbarát, nem fosszilis eredetű, és könnyen előállítható. A hidrogén szintelen, szagtalan, nem mérgező, a természetben leggyakrabban előforduló és legkönnyebb elem. Folyékony halmazállapotban csaknem háromszor több energia nyerhető belőle, mint a benzínből, vízből környezetbarát módon, elektrolízis során állítható elő, és a levegő oxigénjével egyesülve ismét vízzé alakul. Kedvező tulajdonságainak köszönhetően a tudósok a jövő legfőbb energiaforrásának tekintik.

1998-ban az Európai Gépkocsi Gyártók Szövetsége (ACEA) az Európai Unió felé tett kötelezettségvállalásban azt tűzte ki célként, hogy az újonnan regisztrált gépkocsik által kibocsátott szén-dioxid mennyiségét 2008-ra átlagosan

140 g/km-re csökkentik. További 14 százalékos csökkentést terveznek 2008 és 2012 között, ám ezek a célok nem valósíthatók meg csupán olyan fejlesztésekkel, amelyek az üzemanyag-felhasználás csökkentését célozzák meg. A hidrogénautó elterjedése csökkenti a környezetszennyezést és az olajfüggőséget, jelentősége ezért felmérhetetlen.

### ***B) Hidrogénhajtású autó***

...A kettős üzemű, benzinnel és hidrogénnel egyaránt működtethető motor előnye, hogy megfelelő alternatívát nyújt, amíg nem épül ki megfelelő hidrogénüzemanyagút-hálózat. Az első, kereskedelmi forgalomba kerülő kettős üzemű autó hidrogénnel mintegy 200-300 kilométert, benzinnel pedig akár 500 kilométert is meg tud majd tenni, sebessége pedig elérheti a 215 km/h-t. A hibrid autót egy 6,0 literes, 12 hengeres motor hajtja, amelynek teljesítménye 170 kW, maximum-forgatónyomatéka pedig 337 Nm. A gyártó tervei szerint akár 2009-ben megkezdődhet a hidrogénüzemű modellek értékesítése, az évtized végére pedig várhatóan a BMW, a MINI és a Rolls-Royce valamennyi modellje elérhető lesz hidrogénhajtású változatban is. Bár egyelőre alig néhány hidrogénkút üzemel Németországban, az ENSZ Környezeti Programjának (UNEP) igazgatója szerint a hidrogén a legvalószínűbb hosszú távú megoldás az autóipar és egyben az áruszállítás számára.

### ***C) A hidrogén alkalmazása***

A benzin- és dízelmotorok közös hátrányát – a nyersolajkészlet felhasználását és a légkör szennyezését – teljesen kiküszöböli a hidrogénüzemű belső égésű motor. Felépítése ugyanolyan, mint a benzinmotoré, éppen ezért ugyanúgy gyártható és karbantartható. Nem térnek el nagyon a költségek sem. Csupán annyi a különbség, hogy a befecskendező rendszer nem benzint, hanem hidrogént adagol a szívócsőbe. Az égésfolyamat nagymértékben hasonló. A teljesítmény nem változik lényegesen, annál inkább a kipufogógáz, amely nem más, mint tiszta vízgőz.

A hidrogén autó-üzemanyagként való felhasználásának két módja van. Az egyik esetben szokványos belső égésű motor alakítja át a hidrogén energiáját az autó működtetéséhez szükséges energiává, míg a másik eljárás során egy úgynevezett „hideg” égésű üzemanyagcella termel elektromos energiát. A fejlesztők mindkét lehetőséggel kísérleteznek, de nagyobb figyelmet szentelnek a belső égésű motorra, mivel annak tulajdonságait összességében kedvezőbben lehet használni az autók működtetésére. Ezzel párhuzamosan az üzemanyagcella alkalmazására a fedélzeti hálózat elektromosenergia-ellátásában, a légkondicionálásban és egyéb kényelmi funkciók biztosításában van lehetőség. A kutatások és fejlesztések során nemcsak a motortechnológiára koncentrálnak, hanem a

hidrogén előállítására, tárolására és a gépjárművekbe való üzemanyag-tankolásra is. Az elektromos energiával ellentétben a hidrogén nagy mennyiségben is tárolható, folyékony vagy gázállapotban. A hidrogént folyékony halmazállapotban mínusz 253 °C-on, gáz halmazállapotban a tankban 700 bar nyomás alatt lehet tárolni. A folyékony halmazállapotú hidrogénből 1,78-szor több energia nyerhető, mint a gáz halmazállapotúból.

#### ***D) Töréssztek folyékony hidrogén tankokkal***

A fejlesztők vizsgálatokat végeztek, miként viselkedik a folyékony hidrogén tankja különböző baleseti helyzetekben. Az egyik kísérletben nagy erővel összetörték az üzemanyagtankokat, miközben a biztonsági szelepeket lezárták. Az előre meghatározott belső repedési pont, amelyet hasonló szélsőséges esetekre terveztek, biztosítja, hogy a hidrogén szabályozottan, nagyobb veszély nélkül távozzon. A további tesztek során a folyékony hidrogénnel feltöltött üzemanyagtartályokat speciális körülmények között csaknem 1000 °C-os tűz hatásának tették ki mintegy 70 percig. A sűrített hidrogén lassan, alig észrevehető gáz formájában szivárgott el a biztonsági szelepeken keresztül. A kísérlet harmadik szakaszában a folyékony hidrogénnel teli tankokat kemény, szilárd tárgyakkal súlyosan megrongálták, azonban egyik tartály sem robbant fel. A gépkocsikon végzett kísérletek is hasonló eredményekkel jártak, bizonyítva, hogy a hidrogén ugyanolyan biztonságosan alkalmazható üzemanyagként, mint a benzin.

---

### **13.5. Energiabrigádok az iskolában**

A levegőbe jutó szén-dioxid jelentős része az épületek fűtése során szabadul fel. A kibocsátás hatékonyabb fűtéssel és az épületek jobb hőszigetelésével csökkenthető. A magyarországi épületek nagyobb része nem elégíti ki az éghajlatvédelem, energiahatékonyság követelményeit. A régebbi épületekben akár 50%-os megtakarítás is elérhető a fűtés és hőszigetelés javításával. Az iskola épülete is alkalmas helye lehet a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésének.

#### **Feladat:**

Állítsatok össze cselekvési tervet

1. az iskola fűtési energiahatékonyságának kinyomozására,
2. a javítási lehetőségek összegyűjtésére,
3. a megoldásokban való közreműködésre!

**Ajánlott szempontok, kérdések:**

Keressetek illetékes szakembert, aki válaszol a kérdéseitekre!

*I. Fűtési rendszer:*

1. Milyen fűtőberendezés (kazán) működik az iskolában?
2. Milyenek a hatékonysággal összefüggő műszaki jellemzői?
3. Milyen a fűtési rendszer felépítése?
4. Vannak-e korszerűsítési elképzelések?
5. Ha igen, milyen feltételek teljesülése esetén lennének megvalósíthatók?

*II. Épülethomlokzati hőszigetelés:*

1. Milyen az épület falazata (*anyagok, vastagság stb.*)?
2. Rendelkezik-e az épület valamilyen külső hőszigeteléssel?
3. Az iskola vezetése megfelelőnek tartja-e a hőszigetelés jelenlegi mértékét?
4. Ha nem, van-e intézkedési terv a javítására?

*III. Nyílászáró-hőszigetelés:*

1. Milyen típusú (*anyag, zárszerkezet*) ablakok, ajtók vannak az épületben?
2. Vannak-e rések a becsukott ablakok, ajtók mellett?
3. Van-e az ablakokba épített tömítő-, szigetelőanyag (pl. *gumicsík*)?
4. Érezhető-e huzat a zárt ablakok mellett?

*IV. Fűtési költségek, megtakarítás, megtérülés:*

1. Mennyibe kerül évente az iskola fűtése?
2. A fűtési rendszer és a hőszigetelés korszerűsítésével mekkora (%-os és Ft) megtakarítás lenne elérhető?
3. Milyen költségekkel járna a korszerűsítés?
4. Hány év alatt térülne meg az energiahatékonysági beruházás?

---

## **13.6. Kibocsátáscsökkentés – Épületek fűtése**

**Bevezető**

Saját házunk táján is sokat tehetünk az üvegházgázok kibocsátásának csökkentéséért, például az energia hatékonyabb felhasználásával. A legtöbb energiát a fűtésre fordítjuk, ez a háztartás összes felhasználásának átlagosan 70%-a.

*Fűtésienergia-megtakarítás többféle módon is lehetséges:*

1. hatékonyabb fűtőberendezések alkalmazásával,
2. jobb épület-hőszigeteléssel,
3. a helyiségek hőmérsékletének szabályozásával.

### *Fűtési módok hatékonysága:*

Hatékonyság alatt egy rendszerbe bevitt összes energia és az adott célra valóban felhasznált energia százalékos arányát értjük. A fűtés esetében a lakás hőmérsékletének emelése a cél, így azt a hőmennyiséget kell figyelembe vennünk, ami benn marad a helyiségekben. Ennél többet szabadítunk fel, de veszteséggel számolnunk kell, mert:

1. a lakás határoló felületein (falak, födémek, aljzat, nyílászárók) hő jut ki a környezetbe,
2. a fűtőberendezésből hő jut ki a lakáson kívülre (pl. meleg füstgázok),
3. a fűtőberendezés nem alakítja át teljes mértékben hővé a felvett energiát (pl. nem tökéletes az égés)

## **I. Fűtőberendezések**

### *Energiahordozó (vagy forrás) típusa szerint:*

- Szilárd tüzelőanyaggal működők, pl. szén-, fa-, biomassza-, vegyes tüzelés.
- Folyékony tüzelőanyaggal működő, pl. olajtüzelés.
- Gázzal működő, pl. földgáz, propán-bután gáz, városi gáz, biogáztüzelés.
- Elektromos fűtés.
- Geotermikus fűtés.
- Fűtés napenergiával.
- Passzív ház.

A széntüzelés lakásokban elhanyagolható mértékű. Ennek oka részben a viszonylag magas ár, a hazai készletek kimerülése, a kényelmetlen kezelés és a környezetszennyezés (füst, korom).

Az olaj mint vezetékhálózathoz nem kötött fűtési mód vidéken egy időben elterjedt volt, ma a magas ár miatt gyakorlatilag nem versenyképes. A távfűtési rendszerekben mint tartalék energiahordozó kaphat szerepet.

A fa a legősibb tüzelőanyag. A kályhákban és kandallókban kellemes meleget és szép látványt nyújtanak az égő fahasábok. A tűzifa megújuló energiahordozó, az erdők a szén-dioxid megkötését is végzik. A természetes állapotú erdőket azonban csak ritkító erdőgazdálkodással célszerű művelni. Vannak „energiaerdők” is, ahol erre a célra szolgáló fa- vagy más növényfajok adják az elégethető biomasszát.

A gázfűtés mint vezetékes és tiszta energiahordozó igen kedvelt. Korábban a városi gázt kőszénből gyártották (*szén-monoxid-tartalma miatt mérgező volt*), ma ezt teljesen leváltotta a földgáz (metán). Ezt segíti elő, hogy az állami támogatások miatt nem piaci áron vásárolja a lakosság. A hazai felhasználás jelentősebb része több ezer kilométer távolságból, csővezetéken érkezik. A propán-bután gáz nagy nyomáson cseppfolyósítva, különféle méretű tartályokban szállítható. A vezetékes földgáz elterjedésével erősen visszaszorult.

Az elektromos áram hőtermelésre is használható, de magas költsége miatt (áram ára + hálózatbővítés) ma nem jellemző.

A Föld belső hője elvileg kimeríthetetlen forrás. A természetes vagy mélyfúrású kútból származó meleg víz távfűtésre használható. Lakások esetében a kisebb talajmélységbe telepített hőszivattyúrendszerek használhatók. Ezek viszonylag nagy értékű, de megtérülő beruházások.

Napenergia kiegészítő fűtésekként használható, pl. háromszoros üvegezésű ablakokkal, déli tájolással.

A passzív házakban általában nincs szükség fűtésre, mert a különlegesen kialakított hőszigetelés miatt a lakásban egyébként keletkező hő elegendő hőmértékletet eredményez.

*Szabályozhatóság szerint:*

- nem szabályozható,
- szabályozható, folyamatos program szerint vezérelhető.

A szabályozás lehetővé teszi a lakók életmódjához, szükségleteihez igazodó fűtést. Ez jelentheti a beállított érték tartását, így elkerülhető a túlfűtés, ami pl. régebben jellemezte a szilárd tüzelést. A változó értékekre beállított programvezérléssel még nagyobb megtakarítás érhető el.

A szilárd tüzelés egyik korszerű módja a faelgázosító kazán, amelyben a levegőáramlás és az égés megfelelően szabályozható, így kényelmes és jó hatásfokú fűtés érhető el.

## II. Fűtési rendszerek

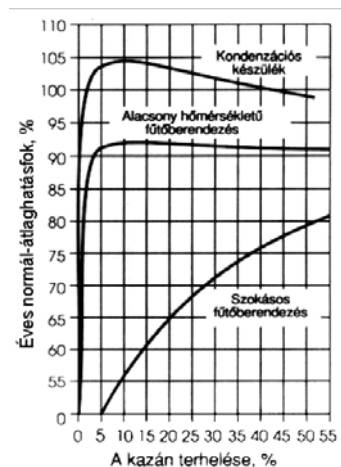
*A fűtőberendezés mérete, elhelyezése szerint:*

- helyiségfűtő (pl. szobai kályha, gázkonvektor),
- lakásfűtő (pl. központifűtés-kazán vagy akár nagyobb cserépkályha),
- lakóközösségi fűtő (pl. távfűtéskazán).

A kályha elvileg a szobában adja le a hőt, de a közvetlenül kiáramló forró égéstermékek miatt nagy a hőveszteség.

A távfűtés esetén a hő szállítása (melegvíz-vezeték) során lépnek fel veszteségek.

A lakásba szerelt központi fűtés ezeket a hátrányokat jórészt kiküszöböli, mert a víz átveszi a füstgázok hőjét, és a szállítás is lakáson belül történik. Ügyelni kell arra, hogy a kazán megfelelő terheléssel működjön, mert így jobb lehet a hatásfoka.



13.6.1. ábra. Fűtőberendezések hatásfoka

*A hőátadás módja szerint:*

- közvetlen hőleadás a helyiség levegőjének (pl. kályhák, gázkonvektorok, elektromos fűtés),
- központi fűtés meleg vízzel, ezen belül:
  - hagyományos kazán,
  - alacsony hőmérsékletű kazán,
  - *kondenzációs kazán*.

A korszerű kondenzációs fűtőberendezések már akár a 100%-ot is meghaladó energetikai hatásfokot érnek el. Ezekben az égéstermékben lévő vízgőz kicsapódása is hőt termel, a kimenő gázok hőmérséklete alacsony.

*A hőátadás módja szerint:*

- pontfűtés (pl. egy kályha a szobában),
- többpontos fűtés (pl. több radiátor a szobában),
- felületfűtés:
  - padlófűtés (csőrendszer a padló teljes felületét fűti),
  - falfűtés (csőrendszer a falak felületét fűti),
- szórt fűtés (a benn lakó emberek testmelege, a gépek hulladékhője és a besütő napfény fűt).

A lakás mérhető hőmérséklete mellett számításba kell venni a lakók hőérzetét is. Ha csak egy ponton fűtünk (pl. kályha), akkor annak közelében melegünk van, de az ablak mellett akár fázhatunk is. A padló- vagy falfűtés egyenletes, sugárzó hőt ad, így javítható a hőérzet, és csökkenthető a helyiség hőmérséklete. Ezzel együtt a felhasznált energia és a kibocsátott légszennyezés is kevesebb lehet.

A lakásban elhelyezett fűtőtestek és a hidegebb tárgyak, felületek között hőmérséklet- kiegyenlítő légáramlás indul el. Ez a hideg-meleg „huzat” kellenetlen, akár egészségkárosító is lehet. Ezért előnyösebb a felületfűtés, de pl. a padlófűtés esetén ez felemelheti és lebegtetheti a lakásban lévő allergén por- szemcséket.

### III. Hőszigetelés

A fűtéssel bevitt hő igyekszik távozni a lakásból. A falakon hővezetéssel, a réseken hőáramlással, az ablakokon sugárzással és vezetéssel jut ki a környezetbe. A hőszigetelés ennek a kedvezőtlen folyamatnak a csökkentésére szolgál. Az épület minden határoló felületére ki kell terjednie, folyamatosan és megszakítások nélkül. A gyengén szigetelt helyeken ún. hőhidak keletkeznek, ezek hidegebb pontok, ahol a pára lecsapódik, és akár penészedés is felléphet. Fontos a nyílászárók szigetelése is, beleértve a felületi hővezetés és a réseken átmenő légáramlás kizárását. Jól záró ablakok és ajtók felszerelése esetén meg kell oldani a hőcserés szellőzést is.



A hőszigetelés hatékonysága a hőátadási tényezővel ( $k$ ) jellemezhető. Minél jobb a hőszigetelés, annál kisebb a  $k$ -érték. Ennek előírt értékét az építési előírások tartalmazzák (értéke egyre kisebb), de a régebbi épületekre ezt nem kötelező alkalmazni.

### Milyenek a hazai lakások?

A hazai lakásállományban rendkívül rossz a hőszigetelés. A lakásállomány 80%-a rendelkezik 0,7 feletti hőátadási tényezővel. A hazai lakásállomány közel felében a legrosszabbak a hőtechnikai jellemzők, és csak a 20%-a rendelkezik a legjobb kategóriával. Ez azt jelenti, hogy a lakásállomány felében legalább 50%-os energiamegtakarítási lehetőség van. A 0,7 feletti  $k$ -val rendelkező lakások hőátadási tényezőjének javításával becsléseink szerint a hazai lakásállomány fűtésigénye 40%-kal csökkenthető, ami még nem foglalja magában a fűtőkorszerűsítést és az egyéb hatékonyságnövelést. Ez már a hazai üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében is számottevő, hozzávetőlegesen 7%-os arányt jelent, amely a kiotói vállalásunkkal esik egy nagyságrendbe.

A fűtési hőveszteségek jellemző értékei egy háztartásban:

- Nyílászárók 25-60%
- Falak 25-30%
- Tető 15-20%
- Pince 5-10%

Fűtésienergia-megtakarítási lehetőségek (*tapasztalati értékek*):

- Utólagos nyílászáró-szigetelés: 10-20%
- Nyílászárócseré: 10-30%
- Fűtés-korszerűsítés: 25-60%
- Fűtésszabályozás (szokástól függ!, energiatudatosság!): 15-20%
- Homlokzatszigetelés: kb. 25%
- Tetőszigetelés: 10-15%
- Pinceszigetelés: 10%

Az Európai Bizottság által 2005-ben publikált Zöld könyv az energiahatékonyságról című tanulmány szerint a felhasznált energia legalább 20%-a költséghatékony módon megtakarítható 2020-ig. A tanulmány kiemelten kezeli a háztartási szektort mint a leendő megtakarítások egyik fő megvalósítóját. A háztartási szektor kiemelt szerepét több tényező is indokolja. Egyrészt az energiafogyasztásban képviselt magas arány, ami hazánkban az utóbbi évtizedben 38% körül mozog. Másrészt az egyik legnagyobb energiahatékonyságnövelési lehetőséggel rendelkező terület. A 2006-ban elkészített EU energiahatékonysági tanulmány a lakossági szektor energiamegtakarítási lehetőségét az egyik legmagasabbra, 27%-osra becsüli EU-25 átlagban. Magyarországon en-

nél valószínűleg jóval nagyobb a tartalék. Ezek alapján elmondható, hogy a lakossági szektor az egyik legsürgősebben beavatkozásra szoruló terület. Meg kell jegyezni egyúttal azt is, hogy jelenleg Magyarországon a lakosság körében nagyon alacsony az a mozgósítható tőke, amely a hatékonyság gyors javulását hozó beruházások elvégzéséhez szükséges.

#### **A modulban előforduló hivatkozások:**

**13.1.** SDT-tananyag: Környezet és életmód; Települési ökológiai projekt, Az energiaellátás biztosítása, Közlekedés energiahasználata, A gépkocsi energiafelhasználása – animáció; <http://sdt.sulinet.hu/Player/default.aspx?g=e9665f66-3ad1-4164-a019-5dc5d6da7bc8&v=1&b=3&cid=1a848852-cf4c-4b1d-804f-12f1a1963192> címen; internet, 2008. március.

**13.2.** Ford Közép- és Kelet-Európai Kft. honlapja, [www.ford.hu](http://www.ford.hu) címen; internet, 2008. január.

Magyar Suzuki Zrt. honlapja, [www.suzuki.hu](http://www.suzuki.hu) címen; internet, 2008. január.

Opel Hungary honlapja, <http://www.opel.hu/site/index.html> címen; internet, 2008. január.

**13.3.** Oracle Think Quest honlap, cikk: Az üzemanyagcella működési elve; [http://library.thinkquest.org/05aug/01704/hun/tud\\_tech/cikkek/uzemanyagcella\\_mukodesi\\_elve\\_oldal1.htm](http://library.thinkquest.org/05aug/01704/hun/tud_tech/cikkek/uzemanyagcella_mukodesi_elve_oldal1.htm) címen; internet, 2008. január.

**13.4.** Híradó online, Autótechnika cikk: A BMW csoport és a hidrogénhajtás;

<http://www.hirado.hu/nyomtatasi.php?id=119877> címen; internet, 2008. január.

**13.5.** SDT-tananyag: Környezet és életmód, Gazdaság és fenntarthatóság: Zöld projektek, Globális gondolkodás, lokális cselekvés: projektvariációk az iskolai környezetvédelemhez, Energiabrigádok (nyílászáró szigetelés);

<http://sdt.sulinet.hu/Player/default.aspx?g=e9665f66-3ad1-4164-a019-5dc5d6da7bc8&v=1&b=3&cid=42f07e4f-0583-48a5-b080-4204d0793800> címen; internet, 2008. január.

**13.6.** Civil szakértői tanulmány a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiához, Energia Klub 2006, 75–77. oldal; <http://www.energiaklub.hu/dl/kiadvanyok/NES.pdf> címen; internet, 2008. január.

## 14. modul

### A modul általános leírása

Modulcím	<b>14. Alkalmazkodási lehetőségek</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> (NAT-kompatibilitás)	<b>Készségek, attitűdök</b>	Természettudományos és műszaki kulcskompetenciák. Anyanyelvi kulcskompetencia, szövegértés, lényegkiemelés. Szociális és állampolgári kulcskompetenciák. Tanulni tudás (információforrások ismerete, használata, információfeldolgozási módszerek alkalmazása, pl. táblázatkészítés, csoportosítás, rendezés). Vállalkozói kulcskompetenciák (tudatos szerepvállalás a hétköznapi élet konfliktushelyzeteiben).
	<b>Ismeretek</b>	A Föld éghajlatváltozás miatt veszélyeztetett területei, a veszélyek formái. Az emberi szervezet egyensúlyi állapotát veszélyeztető tényezők és a védekezés lehetőségei.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Információkeresés táblázatos adatbázisból. Szövegértés, lényegkiemelés. Tájékozódás térképen. Együttműködési készség. Munkavégzés kötött időben, időbeosztás készítése.
	<b>Ismeretek</b>	A levegő páratartalma, halmazállapot-változásokat kísérő hőváltozás, élőhely és életközösség fogalma, talaj fogalma, jellemzői.
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tananyag más moduljaival</b>	4. modul: A levegő páratartalma. 5. modul: Társadalom, gazdaság, technika. 8. modul: Változások helyi szinten. 15. modul: A fenntartható város.
	<b>Szaktárgyi területekkel</b>	Egészségtan: egészséges táplálkozás, a test hőszabályozása, a vese működése, a szervezet energiaháztartása. Fizika: párolgás és fagyás hőváltozása. Biológia: életközösségek, élőhelyek. Földrajz: partvidékek eróziója, szélerezózió, talajok nedvességtartalma, talajminőség, sivatagosodás, felszíni és felszín alatti vizek.
<b>Háttér</b>	Az éghajlatváltozás veszélyeinek, a környezetre és a társadalmi-gazdasági viszonyokra gyakorolt káros hatásainak csökkentése alapvetően az előidéző fő ok (ÜHG-kibocsátás) csökkentése révén lehetséges. A realitások azonban nyilvánvalóvá teszik, hogy az elindult folyamat mindenképpen továbbfut részben a saját tehetatlensége folytán, részben mert a kívánatos és szükséges csökkentési mérték nem elérhető, nincs erre vonatkozó elhatározás és megengedezés az államok között. Természetesen minden erőfeszítést meg kell tenni a csökkentés érdekében, de eközben fel kell készülni, illetve már folyamatba kell helyezni azokat az alkalmazkodási lépéseket, módszereket, amelyek csökkenthetik a károkat. A veszélyek típusai szerint vannak olyanok, amelyek globálisnak mondhatók, mert vagy nagy területen, sokfelé jelentkeznek (talajpusztulás, erózió), vagy az emberiség olyan közös örökségét veszélyeztetik, mint pl. az ökoszisztémák vagy a védett fajok. Ezek esetében csak nemzetközi összefogással lehet alkalmazkodási stratégiát kidolgozni. Más veszélyek éghajlati övezeteket, illetve bizonyos földrajzi régiókat veszélyeztetnek (pl. a mangrove-mocsarak életközösségei, illetve az észak felé terjedő trópusi betegségek). Ezek egy-egy jó megoldási, megelőzési módja példa lehet más országok számára. A helyi szinten jelentkező problémák (pl. a városi hősziget, rossz levegőtisztaság) sajátos, egyedi megoldásokat igényelnek, de ezek esetében is fontos a tapasztalatok megosztása.	

	Az alkalmazkodás elősegíthető jogi- és gazdasági szabályozóeszközökkel (törvények, helyi rendeletek, rendkívüli intézkedések), de mindenképpen szükséges az állampolgárok tudatos együttműködése, aktív, kezdeményező szerepvállalása. Az egyéni életmódunk és környezetünk alakításával számos vonatkozásban alkalmazkodhatunk a várható éghajlati változásokhoz. Felvilágosítás és tájékozódás kell hogy előkészítse ezeket a lépéseket. Az öltözködés és a közlekedés, a táplálkozás és a lakásviszonyok alakítása megkönnyítheti pl. a hőhullámok elviselését.	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b>Ájánlás</b>	A modul bármely iskolatípusban alkalmazható, ahol a minimális előzetes tudás és képesség feltételei adottak. A tanulásszervezés kooperatív csoportmunka formái kevésbé gyakorlott csoportok esetében több időt igényelnek. Ebben az esetben megfontolandó a feladatok egyszerűsítése vagy egyesek elhagyása.
	<b>Változatok</b>	A projektzáró szerepjáték/vita előkészítését jobban vagy kevésbé figyelembe vevő változatok képzelhetők el. Kihangsúlyozható az információgyűjtés a szakértői bizottság szerepének megfelelően, de elképzelhető a feladatok önmagukban való megoldása is.
<b>Differenciálás</b>	A szövegelemző feladatok esetén könnyebb és nehezebb szövegek adhatók a tanulóknak csoporton belül. A feladatok kérdései, feladatai nehézségi fokuk szerint adhatók, vagy törölhetők bizonyos tanulók vagy csoportok esetében.	
<b>Tanulási környezet</b>	Osztálytermi környezet csoportmunkára berendezve, számítógép és kivetítő (digitális tábla), kiállítófelületek és eszközök, nyomtatott (esetenként színes) feladatlapok, földrajzi atlaszok.	
<b>Értékelés</b>	<b>Diagnosztikus</b>	Az óra bevezető szakaszában az előzetes tudást, attitűdöket felmérő kérdésekkel, a csoportmunka során a tanulók munkáját, beszélgetéseit megfigyelve.
	<b>Fejlesztő (formatív)</b>	Osztálytermi környezetben, feladathoz kapcsolódó, segítő értékelés, visszajelzés. Az összegző szakaszban készített tanulói beszámolókra visszajelzések adhatók.
<b>Kiegészítések</b>	Az ajánlott óraterv alapvetően a 7. évfolyamra tervezett, így általában foglalkozik az alkalmazkodás lehetőségeivel. Szakiskolában célszerű a képzési profilnak megfelelő feladat, illetve szempontrendszer készítése vagy a meglévőből ilyenek hangsúlyozása.	

## A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1	5	Bevezetés	<i>Tanár:</i> felvezeti az óra témáját, felméri az előzetes elképzeléseket, attitűdöket. <i>Tanulók:</i> figyelnek, kérdeznek, szóban válaszolnak a tanár kérdéseire.	Kivetítő, tábla

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
2.	10	Alkalmazkodás – Globális szint (14.1.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a feladatlapokat, ismerteti a feladat célját és a végrehajtás módját. Időt szab. Követi és segíti a csoportmunkát. <i>Tanulók:</i> a csoport tagjai felosztják egymás között a táblázatban található régiókat. Egyénileg tanulmányozzák a kapott részt. Közös elvégzik a lapon megadott feladatokat. Az elkészített anyagot kihelyezik.	Feladatlapok a szövegekkel, A/4 lap, bemutató (fal)felület, Blue-tech v. ragasztó v. rajzszög
3.	10	Alkalmazkodási lehetőségek Európában (14.2.)	<i>Tanár:</i> kiosztja a feladatlapokat, kijelöli a csoportok által feldolgozandó szövegrészeket. Időt szab. <i>Tanulók:</i> A feladat szövegrészeinek elosztásában figyelembe kell venni a korábban kijelölt, a projektzáró vitára vonatkozó szereposztást (pl. a közüzemi „bizottság”) csoport kapja az Energia-szolgáltatás szövegrészt. A csoportok a kiadott feladatlap egyik szövegrészével foglalkoznak (szakértői csoportként). Egyénileg elolvassák a szövegrészt, és kijegyzetelik. Külön lapra közös összefoglaló vázlatot szerkesztenek az alkalmazkodás lehetőségeiről, ezt kifüggesztik a csoport bemutatóhelyére.	
4.	15	Kánikula 2007 Esettanulmány (14.3.)	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladatot, hangsúlyozza a feladatmester szerepét. Kiosztja a feladatlapokat és időt szab. <i>Tanulók:</i> elosztják egymás között a kapott cikkeket. A feladatmester felhívja a figyelmet a későbbi szerepjátékkal kapcsolatos feladatokra. Egyénileg elolvassák a szövegüket, ezután szóforgóban beszámolnak egymásnak az olvasottakról. Közös elvégzik a kijelölt feladatokat.	1-1 szövegrész tanulónként, feladatlap mindenkinék
5.	5	Összegzés	<i>Tanár:</i> kéri a tanulókat, hogy az olvasott szövegek, cikkek alapján írják le érzéseiket, benyomásaikat az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás lehetőségeiről, kényszereiről. <i>Tanulók:</i> a tanár kezdeményezése után elkészítik pár soros fogalmazásaikat.	Üres lapok tanulónként (felezett, feltírt A4-es elegendő)

## Mellékletek

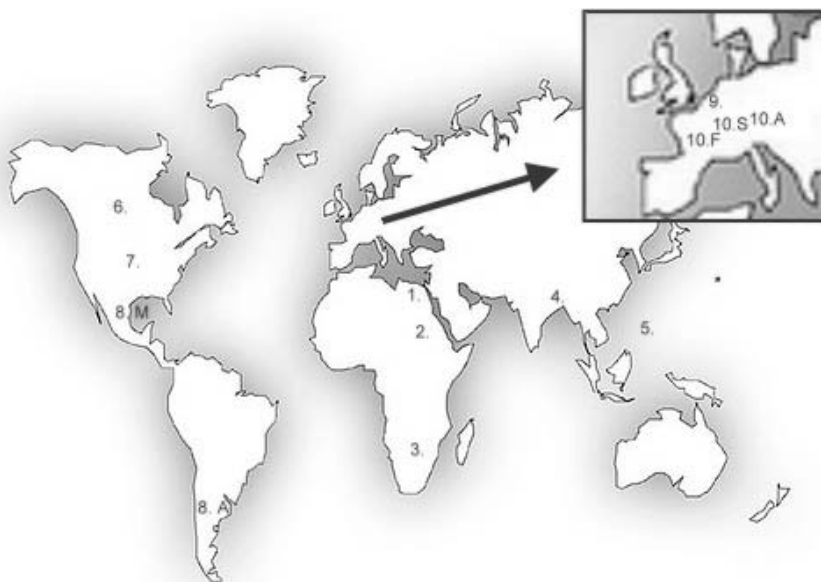
### 14.1. Alkalmazkodás – Globális szint

Régió, ország	Éghajlatváltozás hatása	Alkalmazkodási mód
Afrika		
1. Egyiptom	Tengerszint-emelkedés	Az erózió által veszélyeztetett parti létesítmények áthelyezése
2. Szudán	Szárazság	A hagyományos esővízgyűjtési és -tározási módszerek kiterjedt alkalmazása. Védőövezetek és szélfogók építése. A veszélyeztetett állatfajok és engedély nélküli fakivágások megfigyelése. Hitelalapok létesítése.
3. Botswana	Szárazság	Kormányzati programok a szárazságot követő újrafglalkoztatásra. Helyi közigazgatás megerősítése. Kisebb farmergazdaságok támogatása.
Ázsia, Óceánia		
4. Banglades	Tengerszint-emelkedés Sósvíz-feltörés	Nemzeti Vizgazdálkodási Terv elfogadása. Árvízvédelmi létesítmények építése a partokon. Alternatív növények termesztése. Egyszerű vízsűrő eszközök alkalmazása.
5. Fülöp-szigetek	Szárazság, árvizek	Erdőgazdálkodási módok éghajlatfüggő szabályozása. Szárazságtűrő fajok terjesztése. Mélyfúrású kutak létesítése. Különleges öntözési módok alkalmazása szárazság idején. Víz tározó medencék építése. Tűzgátló zónák létesítése, ellenőrzött égetés (tűzvészmegelőzés). Talaj- és vízkímélő mezőgazdasági eljárások alkalmazása a magasabban fekvő vidékeken.
	Tengerszint-emelkedés, viharok	Tengerparti védőművek fejlesztése. Kockázatelemzés. Pénzalapok létesítése a parti létesítmények helyreállítására, megerősítésére. Ciklonoknak ellenálló házak építése. Épületek átalakítása az újabb veszélyeknek megfelelően. Építészeti előírások felülvizsgálata. Tengerparti mangroveerdők újratelepítése.
	Szárazság, sósvíz-feltörés	Esővíz összegyűjtése. Szivárgások csökkentése. Víz kultúrás növénytermesztés. Bankkölcsönök víztárolók építésére.

Régió, ország	Éghajlatváltozás hatása	Alkalmazkodási mód
Észak- és Dél-Amerika		
6. Kanada	Fagyott talajok felolvadása, jégtakaró olvadása	Az inuitok életmódjának megváltoztatása, megélhetési lehetőségeinek biztosítása, beleértve: <ul style="list-style-type: none"> <li>• vadászterületek áthelyezését,</li> <li>• vadászott fajok választékának bővítését,</li> <li>• GPS-navigáció alkalmazását,</li> <li>• élelemmegosztás támogatását.</li> </ul>
	Rendkívüli hőmérsékletek	Hőségriadótervek bevezetése Torontóban, ezen belül: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kijelölt hűtött közösségi terek megnyitása,</li> <li>• a lakosság tájékoztatása a helyi médián keresztül,</li> <li>• ivóvíz osztása a veszélyeztetett emberek számára a Vöröskereszt segítségével,</li> <li>• információs telefonvonal működtetése,</li> <li>• speciálisan felkészített személyzettel és felszereléssel ellátott mentőkocsi alkalmazása.</li> </ul>
7. Egyesült Államok	Tengerszint-emelkedés	Földvásárlási programok, viharokárosodott parti földek megszerzése helyreállítás és megőrzés céljából. Vándorló tulajdonjog program Texasban – a földtulajdon beljebb helyeződése a partvonal vándorlásával. Egyéb, a parti földek tulajdonosait a tengerszint-emelkedés kártételeinek ellensúlyozására bátorító intézkedések.
8. Mexikó és Argentína	Szárazság	Az ültetés időpontjának és a termények választékának szabályozása (szárazságtűrő fajok, pl. agáv és aloé). Árukészletek felhalmozása, gazdaságigatartalék-képzés. A szántó- és legelőterületek térbeli elválasztása. A jövedelmek több forrásra való kiterjesztése, pl. állattenyésztés a földművelés mellett. Terménybiztosítások, kártalanítási lehetőségek bevezetése. Helyi terménybiztosítási alapok képzése.
Európa		
9. Hollandia	Tengerszint-emelkedés	Árvízvédelmi és partvédelmi intézkedési tervek alkalmazása. Viharhullámgátak kiépítése 50 cm átlagos tengerszint-emelkedésre tervezve. Homokpótlás a parti zónákban. Vízszintszabályozás folyami kotrással, gátszélesítéssel. Folyóvizek kieresztése oldalcsatornába, időszakosan elárasztott területekre. Víz tározók létesítése és víztartó területek kialakítása Az árvízvédelmi berendezések és védművek rendszeres (5 évenkénti) biztonsági ellenőrzése. Kockázatelemzés készítése árvízvédelmi és partvédelmi szempontok alapján. Megerősítésre szoruló dűnék feltérképezése.
10. Ausztria, Franciaország, Svájc	A természetes hóhatár feljebb tolódása, gleccserek olvadása	Hóagyúk (műhó) alkalmazása. Lesiklópályák karbantartása. Sípályák kijelölése magasabban fekvő területekre és gleccserekre. Fehér műanyag fóliák alkalmazása a gleccserek oladásának megakadályozására. A turizmusból származó bevételek többféle forrásra való megosztása (egész éves turizmus).
	Fagyott talajok felolvadása, sárlavina	Védőgát építése a lavinák és a fagyott talaj felolvadása miatt bekövetkező sárlavinák ellen.

Régió, ország	Éghajlatváltozás hatása	Alkalmazkodási mód
Nagy-Britannia	Árvizek, tengerszint emelkedés	Partvidék rendezése. Szántóföldek sós mocsarakká vagy füves térségekké való alakítása. A Temze árvízvédelmi gátjainak fenntartása, kezelése. Tanácsadó szolgáltatás az éghajlatváltozással kapcsolatban politikusok, gazdasági vezetők, parlamenti képviselők és a biztosítótársaságok számára.

Keressétek meg az alábbi térképen és/vagy a földrajzi atlaszban a táblázatban szereplő országokat!



### Feladat:

1. Osszátok el egymás között a munkát kontinensek szerint!
2. Olvassátok át figyelmesen a kapott táblázatrészt!
3. Gyűjtsétek össze és írájatok fel egy új táblázatba az éghajlatváltozás várható veszélyeit (1. oszlop) és az érintett területeket, országokat (2. oszlop)!
4. A táblázatban szereplők közül milyen veszélyek jelentkezhetnek hazánkban is?
5. Keressetek olyan alkalmazkodási módokat, amelyek Magyarországon is használhatók lennének!



## 14.2. Alkalmazkodási kényszerek és lehetőségek – EURÓPA

### Feladat:

1. Olvassátok el az alábbi a szöveget!
2. Készítetek saját jegyzetet a legfontosabb információkról!
3. Külön lapra szerkessztek közös összefoglaló vázlatot az alkalmazkodási lehetőségeiről, ezt függesszétek ki a csoport bemutatóhelyére!

### *Vízkezelések*

Az éghajlatváltozás a vízgazdálkodásban két nagy kihívást támaszt Európával szemben:

- növekvő feszültségek a vízellátásban (főként Délkelet-Európában),
- fokozott árvízveszély az egész kontinensen.

Árvízvédelmi szempontból fontos lenne a meglévő tározók és csatornák megőrzése. Az alkalmazkodást segíti az árterek kiszélesítése és a tervezett árvízi véstározók megépítése. Fontos az árvízi helyzeteket időben előrejelző veszélyjelző rendszer kiépítése.

A vízellátás terén a vízforrások biztosítására az egyik lehetőség a folyóvizek ivóvízbázisként való hasznosítása, víztározók építésével. Az újabb tározók építése azonban Európában szigorú környezet- és természetvédelmi előírások által korlátozott. Magasak az építés költségei is.

A vízforrások biztosításának másik lehetősége a szennyvizek újrahasznosítása és a sóatlanítás, de ez ellenállásba ütközik, főként a szennyvízhasznosítással szembeni egészségügyi aggályok miatt, és ennek költségei is magasak.

Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás a vízfelhasználás csökkentésével is lehetséges. Takarékoskodhatunk a háztartásokban, iparban és a mezőgazdaságban felhasznált vízzel. Megjavíthatjuk a lyukas közüzemi és öntözési vezetéseket. Az öntözésre használt víz mennyisége csökkenthető a száraz időszakokat jobban elviselő növények termesztésével.

### *Erdők*

Az alkalmazkodás egyik lehetséges módja a genetikailag módosított, az új éghajlati körülményekhez jobban alkalmazkodott magoncokból álló erdők telepítése (megfontolva a génmódosítás lehetséges veszélyeit). Ha az erdőkben hosszabb ideig hagyják lábon a faállományt (később vágják ki őket), azzal növelhető a szén-dioxid-elnyelés, több szén raktározódhat a fák testében. Az erdészet alkalmazkodásának ki kell terjednie az extrém időjárási helyzetek (szélviharok, jég- és hóterhelés, szárazság, hősokk) okozta fapusztulás csökkentésére is. A fenyőerdők esetében a megváltozott éghajlathoz jobban alkalmazkodott lombhullató fajok te-

lepítése vagy az eddigi egy fajra alapozott (monokultúrás) erdőművelés több fajra való átállítása jelenthet alkalmazkodást. A csapadék által szabályozott mediterrán erdőségek és a hőmérséklet által szabályozott északi fenyőerdők nehezebben alkalmazkodnak más erdőtípusoknál, pl. a közép-európai lombhullató erdőknél. Fontos a mediterrán és északi erdőségek tűzvédelme, a könnyen égő fajok helyettesítése, a fák koreloszlásának szabályozása, a felhalmozott tűzifa megfelelő kezelése. A felvilágosítás, az erdészeti kutatások fejlesztése, az erdők egészségének figyelemmel kísérése fontos előfeltétele az alkalmazkodásnak.

### ***Vizes élőhelyek, életközösségek***

Az észak-európai vízi életközösségekben szükségessé válik az éghajlatváltozás miatt a termőföldekről a vizekbe mosódó többlet tápanyagok problémájának kezelése. Ez magában foglalja a megfelelő műtrágyahasználatot, a vizes élőhelyek megóvását folyómenti kiegyenlítő övezetek és tápanyagelnyelő tározók létesítésével. A gyakoribb ár- és belvizek hatására újabb vizes területek keletkezhetnek. A háztartások és ipari üzemek szennyvizének kezelése, a szántóföldek arányának csökkenése a felszíni vizekbe jutó tápanyagmennyiséget is csökkentheti elejét véve az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatásának.

Észak-Európa nedvesebb területein szűkebbek az alkalmazkodási lehetőségek, de azokat egységes területfejlesztés keretében kell illeszteni:

- csökkenteni kell a szabályozatlan emberi beavatkozásokat,
- elejét kell venni a felszín rombolásának,
- a fagyott talajt (permafrost) érintő közműfejlesztéseket nagy körültekintéssel kell végezni.

Dél-Európában az éghajlatváltozás kockázatainak (vízkészletcsökkenés, sófelhalmozódás, mocsarasodás, fajpusztulás) csökkentése érdekében minimálisra kell korlátozni az emberi tevékenység káros hatását:

- víztakarékosságra van szükség a mezőgazdaságban,
- az intenzív földművelést kevésbé érzékeny területekre kell áttelepíteni,
- csökkenteni kell a vízszennyezést,
- növelni kell a tisztított szennyvíz újrahasznosítását,
- növelni kell a különféle felhasználók közötti vízmegosztás hatékonyságát,
- fel kell tölteni a víztározó közetrétegeket.
- újra kell telepíteni a tengerparti növényzetet.

### ***Biodiverzitás***

Az éghajlatváltozás veszélyezteti a jelenlegi élővilág fajválasztékát. Az országoknak erőfeszítéseket kell tenniük az élővilág megőrzését szolgáló EU-hatá-

rozatok és más nemzetközi egyezmények betartásáért. A cselekvési lehetőségek több csoportba sorolhatók:

- Helyben történő intézkedések: a fajmegőrzést szolgáló területek kialakítása, fenntartása (természetvédelmi területek, NATURA 2000 területek, nemzeti parkok).
- Egyéb lehetőségek: szaporítóanyag-fenntartás botanikus kertekben, állatkertekben, múzeumokban.
- A két módszer együttes alkalmazása, pl. a védett fajok más élőhelyekre való áttelepítése.

A szakértők szerint a fajmegőrzést szolgáló területek kiterjesztése elengedhetetlen. A korábban kitűzött európai céloknak megfelelően a védett területeket 18%-kal kellene növelni mintegy 1200 növényfaj megőrzése érdekében. Az éghajlatváltozás káros hatásának megelőzése érdekében ezt a célt 41%-ra kell módosítani. Az intézkedések megtétele olcsóbb, ha időben, a károkat megelőzve történik.

További alkalmazkodási lehetőség a fajok vándorlási útvonalainak, valamint a védett területek sokféleségének biztosítása, kihasználva a különféle mikroklímák előnyös hatását. Egyes vándorló fajokat az Európán kívüli elterjedési területük elvesztése veszélyeztet. Ennek elkerülésére nemzetközi összefogásra van szükség.

### ***Mezőgazdaság***

A rövid távú alkalmazkodás Dél-Európában jelenthet fajcserét (pl. az őszi helyett tavaszi búza vetését), fajtaváltást (szárazságtűrő fajtákra) vagy a vetési időpontok megváltoztatását. A fajtaváltás északon is lehetséges, de figyelembe kell venni a talaj termőképességét.

Egy hosszú távú alkalmazkodási lehetőség a termőföldek elhelyezkedésének és művelési módjának megváltoztatása. Az eddig élelmiszer-termelésre szolgáló földek felhagyása lehetőséget adhat energianövények termesztésére.

Az Európai Unió mezőgazdasági politikájának reformja bátoríthatja az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást, csökkentve a sebezhetőséget.

### ***Energiaszolgáltatás***

Az energiaszektorban számos alkalmazkodási lehetőség kínálkozik, az energiaellátás korszerűsítésétől a fogyasztói szokások megváltoztatásáig. Az európai energiarendszer éghajlatváltozás miatti sérülékenysége csökkenthető:

- a hálózatok összekapcsolásával,
- az energiatermelés decentralizálásával (több, kisebb helyi erőmű),
- helyi hálózatok kiépítésével.

További lehetőség a fogyasztókat és termelőket egyaránt nehéz helyzetbe hozó időjárási helyzetek csökkentése, de ehhez csökkenteni kell az üvegházgázok kibocsátását, pl. az energiafogyasztás csökkentése által.

### ***Egészségügy***

A társadalom éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásának fontos része az extrém időjárási helyzetek kezelésére való felkészülés. A hőhullámok esetében ez az idejében történő előrejelzést, riasztást és megelőző szükséghelyzeti tervek kidolgozását jelenti. 2003 nyarának hőhullámát követően több európai városban léptettek életbe ilyen intézkedéseket.

Alkalmazkodási mód lehet a „városi hősziget” jelenség csökkentése új szemléletű várostervezéssel, a lakások helyi éghajlathoz való alkalmazkodása (árnyékolás, hőszigetelés, légkondicionálás), a munkába járás körülményeinek átalakítása. Szükség van a halálozási adatok követésére is.

Az árvízkatasztrófák megelőzése, mérséklése érdekében ki kell építeni a lakossági riasztás rendszerét, meg kell szervezni a kitelepítést, az egészségügyi intézmények felkészítését (vízmentesítés, vészhelyzet kezelés).

---

## **14.3. Kánikula 2007 – Esettanulmány**

### ***A) Hogyan étkezzünk a nagy hőségben?***

A forró napokon szervezetünk energiaszükséglete 15 százalékkal csökken. A zsíros, energiadús ételek fogyasztása fokozza az izzadást, és rossz közérzetet, illetve emésztési problémákat okozhat. Ezért naponta inkább többször együnk és keveset, a napi étrendet pedig lehetőleg kalóriaszegény, könnyen emészthető ételekből állítsuk össze.

Reggelire ehetünk lekvárt, mézet, natúr joghurtot, kefirt, sovány vagy félzsíros túrót. A túróból készíthetünk ízesített túrókrémet is. A sajtok közül válasszuk a zsírszegényebbeket és a light kockasajtot. Reggelire ehetünk könnyű müzlit is. A natúr kefirbe vagy joghurtba keverjünk zabpelyhet vagy búzakorpat és gyümölcsöt (aszalt gyümölcsöt viszont ne tegyünk bele). Választhatunk még pár vékony szelet sovány felvágottat, teljes kiőrlésű gabonából készült kenyeret vagy péksüteményt, amelyet csak vékonyan kenjünk meg light margarinnal. Minden kisétkezéskor bőven fogyasszunk zöldpaprikát, paradicsomot, nyers uborkát vagy fejesaláta-levelet.

Az ebéd és a vacsora is álljon könnyen emészthető ételekből. Egy étkezésre kb. 10 dkg sovány halat, csirkét, pulyka- vagy sertéshúst együnk. Köretként fogyasszunk párolt zöldségeket vagy nyers salátaféléket. Mindezt kiegészíthetjük

egy kevés rizzsel (nyersen 3 dkg) vagy főtt burgonyával (5-10 dkg). Kerüljük a panírozott, bő zsiradékban sült húsokat, lángost, fánkot, zsíros pörköltet, agy- és csontvelőből vagy belsőségekből készült ételeket.

Ne együnk meleg leveseket. Ha levesre vágunk, hideg gyümölcslevest fogyasszunk. Ne ragaszkodjunk a meleg ebédhez és vacsorához. Ne használjunk erős csípős fűszereket sem, mert ezek fokozzák a verejtékmirigyek működését. A kellemes közérzet eléréséhez hozzátartozhat egy-egy jó minőségű fagyalt vagy jégkrém fogyasztása is.

### *Figyeljünk a folyadékpótlásra!*

A hőség hatására erőteljesebben izzadunk, folyadékot és ásványi anyagokat is veszít a szervezetünk, amit feltétlenül pótolnunk kell. A kisgyermeknek ajánlott naponta legalább három liter folyadék fogyasztása. Az idősek kevésbé érzik a szomjúságot, ami életveszélyes kiszáradáshoz vezethet, ezért ők figyeljenek fokozottabban a megfelelő mennyiségű folyadékfelvételre. A napi szükségletet fedezhetjük kefir, joghurt, gyümölcsleves, ivóvíz, különböző ásványvizek, natúr gyümölcslevek, gyümölcsstea vagy paradicsom ivólé fogyasztásával. Jelentős a víztartalma a friss zöldségeknek és gyümölcsöknek is. A jégbe hűtött italok csak rövid ideig tartó felüdülést hoznak, mert hatásukra a szervezet automatikusan hőt termel, ami szintén erőteljes izzadást okoz, így utána még melegebbnek érezzük a levegőt. A folyadékok hőmérséklete ne legyen nagyon hideg.

A nagy melegben – főleg, ha nem szoktunk hozzá – ne tervezzünk hosszú gyaloglást, kerékpártúrát és városnézést. Inkább a hegyekbe, hűvös, fás helyre kiránduljunk, de ne feledkezzünk meg a kullancs elleni védőoltásról sem. Sportolás (pl. úszás) előtt egy órán belül ne együnk. Ha hosszabb időre elhagyjuk otthonunkat, mindig vigyünk magunkkal innivalót.

### **B) Még mindig érvényben a hőségriasztás**

*Egyelőre nem oldják fel a szerdán elrendelt hőségriasztást*

Húsz százalékkal több munkájuk volt az elmúlt kánikulai napokban a mentőknek. Főleg az idős, beteg embereket veszélyezteti a forróság, de légkondicionáló hiányában a tömegközlekedők sincsenek könnyű helyzetben.

Noha tegnap enyhült a napok óta tartó kánikula, egyelőre nem oldják fel a szerdán elrendelt hőségriasztást. Az Országos Környezet-egészségügyi Intézetben tegnap ezt az átlagnál melegebb és igen változékony, a szervezetet nagymértékben terhelő időjárással indokolták.

Kettes fokozatú hőségriasztás van érvényben, ez nem jelent rendkívüli készültséget. A háziorvosokat, a szakorvosi rendelőket, a kórházakat és a mentőszolgálatot ilyenkor arra kéri, fokozottan ügyeljenek a legveszélyeztetettebb

idős, szív- és keringési betegségben szenvedők ellátására. A hőségriasztással nem jár semmiféle munkahelyi korlátozás. Külön rendelkezések szólnak a tartósan meleg munkahelyeken (egyes ipari üzemekben, szabad téren) kötelező egészségvédelmi szabályokról. Mind a szabadtéri, mind a zárt munkahelyeken gondoskodni kell ilyenkor védőitalról, 14-16 fokos hőmérsékletű ivóvízről vagy más alkoholmentes italról, és óránként pihenőidőt is kell biztosítani a dolgozóknak. Az önkormányzatok feladata, hogy közterületeken, ahol lehetőség van rá, nyissanak ideiglenes ivókutakat.

Egyes határidős építkezéseken gyakran pihenőidő helyett inkább pluszprémiumot adnak a dolgozóknak. Gondot okoz, hogy nálunk kevés tömegközlekedési eszközön van légkondicionáló. Emiatt nemcsak az utasok, hanem a buszsofőrök, villamosvezetők is kénytelenek elviselni a nagy meleget. Különösen a hosszú menetidejű Volán-járatok vezetőinek jelent nagy megterhelést, hogy csak a végállomásokon (gyakran többórás vezetés után) tarthatnak pihenőt. Az elmúlt napokban Budapesten többen arra panaszkodtak, hogy ahol van, ott sem kapcsolják be mindig a légkondicionálót. Információink szerint azóta a BKV figyelmeztette alkalmazottait, ne feledkezzenek meg erről.

### ***C) Békéscsaba – Hőségriasztás és vízosztás Békéscsabán***

2007. júl. 20., péntek, 06.36.01

Békéscsaba – Mint ismert, az OMSZ-től kapott meteorológiai előrejelzési adatok alapján az Országos Tisztifőorvosi Hivatal július 16. 0 órától július 19. 24 óráig 3. fokozatú hőségriadót rendelt el.

Vantara Gyula, Békéscsaba polgármestere az alábbi intézkedéseket rendeli el a harmadfokú hőségriadó miatt:

- Békéscsaba polgármestere felhívja a lakosság figyelmét arra, hogy mindenki figyeljen a folyamatos folyadékbevitelre, ennek biztosítására ásványvízosztási akciót rendel el.
- Békéscsaba négy forgalmas közlekedési csomópontjában palackos vízosztást lát szükségesnek a polgármester, a rosszhulladék elkerülése érdekében.
- A polgármester azon útvonalakon, ahol tömegközlekedés folyik, naponta két alkalommal – a kora reggeli, ill. a késő délutáni órákban – az utak hűtő locsolását rendeli el. A Gyár utca és a Lajta utcák esetében, a hídfelújítási munkálatok miatt, szintén napi két alkalommal pormentesítő locsolás lett elrendelve.
- Az Országos Mentőszolgálat békéscsabai állomása és a város kórháza is maradéktalanul felkészült arra, hogy a következő napokban, a nagy meleg miatt megszorodhat a rosszhulladék miatt ellátandó betegek száma, és kész azok ellátására.

- A Békés Megyei Vízművek tájékoztatása szerint a vízhálózat képes biztosítani a további, megnövekedett vízfogyasztást, így vízkorlátozás nem várható. A légkondicionáló és hűtőberendezések fokozott használata ellenére az áramszolgáltató szakemberei nem számítanak áramkimaradásra.
- A polgármester felhívja a figyelmet arra, hogy fokozott figyelemmel legyenek az idősek és a gyermekek elhelyezésére, közlekedésére. Amennyiben lehetséges, ne tartózkodjanak a napon a 11 és 15 óra közötti időszakban, így elkerülhetővé válik a fokozott napsugárzás által bekövetkezett rosszullét, betegség.

#### ***D) Legyünk észnél, jön a kánikula!***

A kánikulai meleg miatt a betartandó óvintézkedésekre hívta fel a figyelmet a katasztrófavédelem hétfőn.

Az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság szóvivője az MTI-nek azzal kapcsolatban beszélt a kánikula idején betartandó óvintézkedésekről, hogy az időjárás-előrejelzés szerint a legmagasabb nappali hőmérséklet a hét több napján is elérheti a 34 fokot.

Felhívta a figyelmet arra, hogy ne hagyjunk gyermeket, házi kedvencet tűző napon álló autóban, mert pár perc alatt is 50-60 fokra melegekedhet fel az autó, és a benne ülők hősokkot kapnak. Ne hagyjunk az autóban napsütésnek kitett helyen hajtógázzal működő spray-t és gázöngyújtót, mert ezek is tüzet okozhatnak – mondta a szóvivő. Felhevült motorú gépkocsival ne álljunk száraz aljnövényzetre, mert a gaz és az autó is lángra kaphat – tette hozzá.

Dobson Tibor elmondta, hogy szemét- és gázégetésnél, illetve szabadban szervezett sütögetés alkalmával a tűzrakás helyét csak azután hagyják el, miután meggyőződtek róla, hogy nem gyullad vissza.

A nagy melegben vélhetően sokan keresik majd fel a vízpartokat. A szóvivő ezzel összefüggésben arra figyelmeztetett, hogy felhevült testtel ne ugorjunk be a hideg vízbe, ne ússzunk teli hassal vagy ittasan.

Hangsúlyozta, hogy természetes vizek esetében csak kijelölt helyen fürdözünk, de a merészebbek se menjenek be a tóba vagy folyóba híd, kikötő és hajózási útvonal közelében. Ha a sodrás elvisz valamilyen játékot, semmiképpen ne vessék magukat utána – hívta fel a figyelmet, hozzátéve, hogy gyerekeket ne hagyjunk felügyelet nélkül sem a vízben sem a vízparton.

A szóvivő a kirándulókat arra figyelmeztette, hogy mindig gondoskodjanak elegendő folyadékról, és ne térjenek le a turistaútról.

Hozzátette, aki egészségi, fizikai állapota miatt nem bírja a meleget, az inkább ne menjen el otthonról, ha nem muszáj. Ha mindenképpen ki kell mozdulnia, akkor a kora reggeli vagy késő esti időpontokat válassza, és mindenképpen vigyen magával elegendő folyadékot.

### Hogyan óvhatjuk meg kisgyermekünket a kánikulában?

A gyermekorvos azt tanácsolja a szülőknek, hogy kisebb gyermekeiket tizenegy és tizenhét óra között lehetőleg ne vigyék ki a szabadba. Ha mégis, úgy mindenképpen viseljenek rövid ruhát és sapkát a kicsik. Meztelenül, félmeztelenül még árnyékban se tartózkodjanak! A gyermekek hőleadása más, mint a felnőtteké, ezért ajánlatos otthon naponta többször is hűtőfürdőt venniük, ugyanis ilyen hőségben könnyen felborul a hőháztartásuk, és belázasodhatnak. De nem előnyösek a közösségi strandok, fürdők. A kisgyermekek étkezésére is figyelmet kell fordítani a nyári melegben: könnyű ételek, gyümölcsök javasoltak, valamint figyelni kell a szervezet sóutánpótlására is, tejet, tejterméket lehetőleg ne fogyasszanak a gyerekek.

#### Feladat:

1. Olvassátok el a kapott szövegeket!
2. Foglaltok össze 1-1 percben a cikk tartalmát, és a tanári utasításnak megfelelően mondjátok el csoporttársaitoknak!
3. Alakítsatok ki munkamegosztást a szövegek információinak összegyűjtésére és rendezésére!

*Szempontok:*

- a) Milyen jellemzői voltak a kánikulai időjárási helyzetnek?
- b) Milyen intézkedések, rendelkezések történtek a szövegek szerint?
- c) Milyen tanácsokat ismertetnek a szövegek?
- d) Kik a nyilatkozó, rendelkező személyek illetve intézmények?
- e) A szövegben említetteken kívül milyen érintett illetékesek lehettek még?
- f) Rendezzékétek táblázatos formában csoportokba az intézkedéseket és az illetékes hatóságot, illetve személyeket!

Intézkedések	Illetékesek, végrehajtók

4. Gyűjtsetek össze a cikkek alapján olyan, a *szakbizottság*otoknak megfelelő témájú ötleteket, rendelkezéseket, amelyek felhasználhatók a projektzáró szerepjátékban, vitában!



**A modulban előforduló hivatkozások:**

**14.1.** Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report (AR4), 2007, Working Group II Report, „Impacts, Adaptation and Vulnerability”, Chapter 17: Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity, 722. oldal; <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter17.pdf> címen; internet, 2008. január.

**14.2.** Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC); Fourth Assessment Report (AR4) 2007; Working Group II Report: „Impacts, Adaptation and Vulnerability”; Chapter 12: Europe; Adaptation: Practices, options and constraints (559–562. oldal); <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm> címen, internet, 2008. január.

**14.3.A:** [http://www.kristalyakademia.hu/taplalkozas/tudomanyos\\_hirek/2006\\_julius/etkezesi\\_tanacsok\\_kanikula\\_idejere](http://www.kristalyakademia.hu/taplalkozas/tudomanyos_hirek/2006_julius/etkezesi_tanacsok_kanikula_idejere) címen; internet, 2008. január.

**14.3.B:** Magyar Hírlap Online, <http://www.magyarhirlap.hu/cikk.php?cikk=104939> címen; internet, 2008. január.

**14.3.C:** Békéscsaba Online, [http://bekescsaba.mconet.biz/bekescsaba/bekescsaba\\_hosegriasztas\\_es\\_vizosztas\\_bekescsaban\\_79\\_335171.html](http://bekescsaba.mconet.biz/bekescsaba/bekescsaba_hosegriasztas_es_vizosztas_bekescsaban_79_335171.html) címen; internet, 2008. január.

**14.3.D:** MTI közlemény: Legyünk észnél, jön a kánikula! 2007. június 18.; <http://www.stop.hu/articles/article.php?id=151430> címen; internet, 2008. január.

## 15. modul

### A modul általános leírása

Modulcím	<b>15. „Fenntartható lakóhely – a MI településünk”</b>	
<b>Fejlesztendő kompetenciák</b> (NAT-kompatibilitás)	<b>Készségek, attitűdök</b>	<p>A helyzetnek megfelelő, meggyőző érvelés, kritikus és építő jellegű párbeszédre való törekvés.</p> <p>Érvek láncolatának követése és értékelése.</p> <p>Technológiák előnyeinek, korlátainak és társadalmi kockázatainak ismerete.</p> <p>Az emberi tevékenység természetire gyakorolt hatásának ismerete.</p> <p>Cselekvési szándék és képesség a fenntartható fejlődés elősegítése érdekében.</p> <p>Természettudományos és műszaki műveltség alkalmazása a problémamegoldásban.</p> <p>Természettudományos és műszaki műveltséget igénylő döntések meghozatala.</p> <p>Különböző nézőpontok figyelembevétele és megértése.</p> <p>A helyi és a tágabb közösséget érintő problémák megoldása iránti szolidaritás és érdeklődés.</p>
	<b>Ismeretek</b>	Megújuló energiaforrások és alkalmazási lehetőségeik, az energiafogyasztás csökkentésének lehetőségei (lakásban, közlekedésben), időjárási szélsőségekkel és kezelésükkel kapcsolatos ismeretek.
<b>Előzetes tudás</b>	<b>Készségek</b>	Szövegértés, lényegkiemelés, információgyűjtés, szövegalkotás, előadói készségek, érvelés, vállalkozóképesség, helyzetnek megfelelő kommunikáció.
	<b>Ismeretek</b>	Üvegházgázok, kibocsátási források, megújuló energiaforrások, energetikai hatékonyság, az emberi test hőszabályozása, épületfűtési módok, háztartási energiahasználat, gépkocsik energiafogyasztása.
<b>Kapcsolódás</b>	<b>A tananyag más moduljaival</b>	Kibocsátáscsökkentés, alkalmazkodási lehetőségek.
	<b>Szaktárgyi területekkel</b>	Biológia és egészségnevelés, földrajz (időjárás), életvitel és gyakorlati ismeretek (épületek, járművek műszaki megoldásai), kémia (energia-hordozók), fizika (energiaforrások).
<b>Háttér</b>	<p>A projekt során a tanulók sokféle részfeladat elvégzésével építették tudásukat. Megismerték az éghajlati rendszer természeti összetevőit, az emberi tevékenység hatásait, láttak már bekövetkezett változásokat és forgatókönyvek, modellek alapján készített előrejelzéseket. Áttekintették az üvegházgázok kibocsátás- csökkentésének lehetőségét és a bekövetkező változásokhoz való alkalmazkodás lehetőségeit. A tanulói kompetenciák fejlesztése szempontjából kulcsfontosságú a tudáselemek valamiféle összekapcsolása, illetve az ismeretek alkalmazását segítő készségek és attitűdök erősítése. Ezt a célt igyekszik szolgálni a projekt zárásaként tervezett szituációs játék. A kiválasztott helyzet talán nem áll olyan közel a gyerekekhez, mint pl. az iskolai környezet, de a híradások, média- beszámolók révén nem is teljesen ismeretlen. Az éghajlatváltozás által érintett környezeti rendszerszintek közül a települést azért választottuk, mert ez önmagában is eléggé komplex, magában foglalja a természet, a társadalom és a gazdaság sokféle elemét. Fontos szempont az is, hogy a saját településhez kötődés motiválhatja a tanulókat a problémával való foglalkozásra, a helyi sajátosságok pedig érdekes elemeket vihetnek a tanulásba.</p>	

	<p>A szituációs játék mint feladat két dimenzióban tagolódik: a témák a település életének színtereit, funkcionális alrendszeit; a szerepek a helyi társadalmi- gazdasági élet tipikus alakjait jelenítik meg. A feladat keretrendszere rugalmasan alakítható a csoport és a helyi sajátosságok figyelembevételével. Így pl. megválasztható a bizottságok fajtája, száma, a gazdasági szempontok (költségek, megtérülés stb.) beépítése vagy elhagyása. Az óra felépítése függ attól is, hogy a tanulók mennyire voltak tisztában a záró feladattal, és mennyire sikerült felkészülniük információk gyűjtésével és a szerep által megkívánt szempontrendszer kialakításával. Minderre a modul mellékletének feladatai nem adhatnak teljes körű segítséget, inkább a lehetséges források, segédanyagok körét bővítik. A kulcsszerep a tanáré, neki kell a helyi sajátosságokat beépíteni, illetve menet közben is alakítva levezetni a játékot.</p>	
<b>Tanulásszervezés</b>	<b><i>Ájánlás</i></b>	<p>A szituációs játékot csoportmunkában, két körben lehet megvalósítani. Az első körben valamennyi diák egy-egy szakértő csoport, „önkormányzati bizottság” tagja. Együtt dolgoznak a tanár által kiadott, helyi sajátosságokkal pontosított feladaton, felhasználják a korábbi órákon szerzett információkat. Ennek előkészítését célszerű az éghajlati előrejelzésekkel foglalkozó modul feldolgozásakor megkezdeni, de legfontosabb a kibocsátás- csökkentés és az alkalmazkodás témakörök során végzett, a záró feladatra irányuló információgyűjtés, pl. a csoport által készített külön jegyzetek formájában. Ezeket egészíthetik ki az óra elején vagy korábban otthoni feldolgozásra kiadott segédanyagok. Az óra első részében a csoportok felkészítik egy képviselőjüket a vitában való részvételre. A második körben ez a képviselő ül egy asztalhoz a többi csoport (bizottság) képviselőivel és folytat egyeztetést vagy vitát.</p>
	<b><i>Változatok</i></b>	<p>Legegyszerűbb esetben az éghajlatváltozás kezelésével összefüggő bizottsági javaslat előterjesztése a feladat, ezek elfogadásáról döntenek a képviselők. Nehezebb a feladat, ha sorrendet vagy gazdasági szempontokat (költségesség, megtérülés, pályázati lehetőségek) is meg kell határozni. Utóbbi esetben a vita élénkülésére lehet számítani. A tanulók a második körben aktívabb szerepet játszhatnak, ha időnként a képviselő visszamegy a csoportjához megbeszélni a felmerülő kérdéseket, segítséget kér.</p>
<b>Differenciálás</b>	<p>A szituációs játék során a csoportok maguk választanak témát érdeklődésük szerint. A csoporton belül különféle szerepek lehetségesek, a vállalkozóbb és rátermettebb tanulókat képviselővé választatják. A többiek mint szakértők, tanácsadók kapcsolódhatnak be a játékba. Tehetésebb tanulónak személyre szabott segédanyagokat adhatunk, ezek feldolgozásával segíthetik csoportjukat.</p>	
<b>Tanulási környezet</b>	<p>Rugalmasan alakítható osztálytermi környezet, első körben csoportmunkára berendezve, második körben egy központi csoport (képviselek) és mögöttük a saját szakértői csoportok helyezkednek el. Segítheti(k) a felkészülést a teremben elhelyezett számítógép(ek). A javaslatokat és a vita menetét (érvelést) táblán vagy a csoportok által készített táblákon lehet bemutatni.</p>	
<b>Értékelés</b>	<b><i>Diagnosztikus</i></b>	<p>A játék elkezdésekor a tanár kérdésekkel vizsgálhatja a feladatértelmezést, a tanulók felkészültségét, szükség esetén segítő visszajelzéseket tehet.</p>
	<b><i>Fejlesztő (formatív)</i></b>	<p>A csoportmunka és a vita során szóbeli visszajelzésekkel. Az elkészült írásos anyagok (vázlatok, poszterek) alapján szóban vagy írásban.</p>
<b>Kiegészítések</b>	<p>A gazdasági szempontok beépítése magasabb évfolyamokon vagy ilyen alapismeretekkel rendelkező csoportoknál célszerű (és érdemes is).</p>	

## A modul forgatókönyve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
1.	5	Bevezető, ráhangolás Az éghajlatváltozási folyamat helyi kezelése	<i>Tanár:</i> ismerteti a feladat célját és az óra menetét. Rögzítik a csoportok témáit, szerepét (az előzetesen kialakított módon). Kiosztja a segédanyagokat. <i>Tanulók:</i> az előzetesen gyűjtött információk és a kapott segédanyagok alapján megtervezik a munkát, szerepeket és időbeosztást alakítanak ki.	Feladatlap, segédanyagok
2.	20	Éghajlatvédelmi terv készítése, helyi települési javaslatok összeállítása (15.1.)  Információs segédanyagok: 15.2., 15.3.	<i>Tanár:</i> figyeli a csoportmunkát, segít visszajelzéseket ad. <i>Tanulók:</i> a segédanyagok, az előző modulok tanulása és a már meglévő ismereteik alapján javaslatokat állítanak össze saját településük éghajlatváltozással összefüggő fejlesztésére, alkalmazkodására. (A tervek az üvegházgázok kibocsátásának csökkentését, a rendkívüli helyzetek kezelését, a lakosság felvilágosítását kell, hogy szolgálják.) Csoportok, szerepek: az önkormányzat hat bizottsága „szakértői csoportja”, pl.: közüzemi, építési, eu/oktatási, ipari, mezőgazdasági/élelmészeti, környezetvédelmi. A csoportok delegálnak egy tagot a képviselő-testületbe. A csoportok terveiket kartonlapokra írják fel (ezt a képviselőjük bemutatja az ülésen).	Információs segédanyagok, kartonlap, filctollak
4.	15	Szituációs játék: Települési képviselő-testület ülése – Éghajlatvédelmi terv vitája	<i>Tanár:</i> segíti a vita megkezdését, pl. a „polgármester” – vitavezető – választását. Szükség esetén moderálja a vitát. <i>Tanulók:</i> a megválasztott képviselők egy asztalhoz ülnek, és sorban bemutatnak egy-egy javaslatot (általuk felállított fontossági sorrendben). A többiek értelmezik, vitatják a javaslatokat, eldöntik (szavazással), hogy a településfejlesztési tervbe építik-e a javaslatot. (Más forgatókönyv esetén megvitatják a költségeket és a megvalósíthatóságot is, ezek alapján válogatnak egy keretösszeg erejéig.) A többi tanuló a vita alatt figyelő, tanácsadó szakértői csoportként működik.	Terem-berendezés: szakértői csoportok + képviselői csoport számára berendezve

Lépés (szakasz)	Idő (perc)	Feladat (megnevezés)	Tevékenység (tanuló/tanár)	Szükséglet (feltételek, anyag, eszköz)
			Egyéb szerepek: polgármester (vita-vezető), jegyző (törvényesség, költségvetés).	
5.	5	Összegzés, lezárás	<p><i>Tanár:</i> értékeli a csoportok felkészülését és a vitát. Visszajelzi a tanulságokat, dicséri a jól szereplő tanulókat, csoportokat.</p> <p><i>Tanulók:</i> ön- és csoportértékelést végezhetnek, rávilágíthatnak arra, hogy mi volt jó, és mit csinálnának másként. Eldönthetik (véleménynyilvánító szavazással), hogy a közösen összeállított fejlesztési tervet elfogadják-e.</p>	Értékelőlap, (szavazólap)

## Mellékletek

### 15.1. Éghajlatvédelmi terv készítése

#### Éghajlatváltozás és település

Az éghajlatváltozást az egyéni cselekvések, helyi, települési szintű folyamatok jelentősen befolyásolják. A globális méretű probléma kezeléséhez nélkülözhetetlen a városok, falvak éghajlatvédelmi szempontú fejlesztése és a veszélyeztető hatásokra való felkészülés, alkalmazkodás. A települések összetett rendszerek, amelyekben az emberek lakhatásán túl a közigazgatás, a közlekedés és szállítás, ipari és mezőgazdasági tevékenység, oktatás és egészségügy is működik. Ezek az alrendszerek részben hozzájárulnak, részben elszennvedik a globális éghajlatváltozás közvetlen és közvetett hatásait. A fenntartható fejlődés érdekében szükség van az üvegházgázok kibocsátásának csökkentését eredményező intézkedésekre, valamint a jövőben bekövetkező káros hatások megelőzésére, csökkentésére.

A települések irányítását demokratikusan választott helyi önkormányzatok végzik. Ezek viszonylag önállóan alakíthatják a település fejlődését, figyelembe véve az országos szintű szabályozást és a gazdasági-társadalmi feltételeket. Tekintettel kell lenniük a természeti környezetre is, így pl. a levegő minőségére. A szén-dioxid és más üvegházhatású gázok kibocsátása nem közvetlenül, hanem az éghajlatváltozás hatásai által veszélyeztetik a települési környezetet, életviszonyokat. A megelőzés és alkalmazkodás érdekében számos kérdés tehető fel:

1. Kinek a feladata, felelőssége kidolgozni a települési éghajlatvédelmi intézkedéseket?
2. Milyen rövid és hosszabb távú megoldások jöhetnek szóba?

3. Hogyan lehet összeegyeztetni a településen belüli eltérő érdekeket (pl. a közlekedés, energiaellátás vagy a lakásfűtés-beruházás igényes fejlesztésében)?
4. Milyen szerepet játszhatnak a helyi demokratikus fórumok (önkormányzati képviselő-testület) a tervezésben és végrehajtásban?
5. Milyen gazdasági, gazdaságossági megfontolások szükségesek (költségek, megtérülés, nem anyagi haszon)?
6. Hogyan lehet bevonni a helyi lakosságot az intézkedések kidolgozásába és megvalósításába?

**Feladat:**

- A projektben részt vevő csoportok egy-egy önkormányzati bizottság szerepét játsszák.  
Lehetséges bizottságok:
  1. közüzemi,
  2. építési,
  3. egészségügyi,
  4. oktatási,
  5. ipari,
  6. mezőgazdasági/élelmezési,
  7. környezetvédelmi.
- Minden csoport (bizottság) válasszon egy képviselőt, aki irányítja a felkészülést, és részt vesz a képviselőtestületi ülés eljárárásában!
- A csoport tekintse át a számára kiosztott segédanyagokat és a korábbi felkészülés jegyzeteit!
- Fogalmazzatok meg a saját településeken megvalósítható éghajlatvédelmi és alkalmazkodási intézkedéseket, terveket!
- Ügyeljenek arra, hogy a megfogalmazott célokhoz kapcsolatos végrehajtást szolgáló eszközöket is *(lásd alább)*!  
*A tervek megvalósítását szolgáló eszközök:*
  1. Jogi eszközök:  
pl. tiltás, korlátozás, büntetés...
  2. Gazdasági eszközök:  
pl. támogatás, adókedvezmény, hitel...
  3. Kommunikációs eszközök:  
pl. felvilágosítás, oktatás, reklám...
- A csoportok terveit (röviden megfogalmazva) írjátok fel egy kartonlapra!
- A választott képviselő bemutatja a lapon felsorolt terveket.
- A képviselő érvel a vitában, elemzi a többi javaslatot, részt vesz a döntéshozatalban (szavaz).
- A csoportok képviselői a vita eredményeként elfogadják a település közö-

sen kialakított éghajlatvédelmi tervét (annak fő elemeit felírják egy új kartonlapra).

## 15.2. Település és éghajlatváltozás

A klímaváltozás hatásainak ellensúlyozására mielőbb célszerű áttekinteni, értékelni, valamint szükség szerint átalakítani a hatósági előírásokat, a műszaki és más szabványokat, szabályokat, valamint az adó- és támogatási rendszert. Magyarország lakosságának 65%-a városokban él, s itt használják fel az összes energia 75%-át, ezért a közlekedés károsanyag- kibocsátása, a lakóépületek szigetelése, energiafelhasználása, a fogyasztási szokások energiatakarékosság stb. jegyében történő mindennemű javítása egyúttal a légkörvédelem és alkalmazkodás fontos eszköze is. Hasonló jelentőségű a szűrkevizek továbbhasznosítása, hiszen szemmel látható az édesvízkészletek rohamos fogyása, szennyeződése és költségnövekedése. Megnő a nyilvános vízfolyások, ivóutak szerepe is. A város- és településtervezésben a klímaváltozás hatásainak fokozottabb figyelembevétele, a természetes légmozgás elősegítése is megoldandó feladat.

A klímapolitika, a légkörvédelem és az alkalmazkodás csak akkor járhat kelő eredménnyel, ha megvalósítására a társadalom valamennyi szintjén felkészülnek. A klímapolitika szereplői, döntéshozói és végrehajtói között mindekelőtt az alábbiakat célszerű számításba venni

- politikai szervezetek,
- tudományos körök,
- állami köz- és szakigazgatási intézmények,
- egyéni, közösségi, lakossági, civil társadalmi szereplők,
- települési önkormányzatok,
- vállalkozások.

A települések sem egyformán érzékenyek és sérülékenyek a klímahatásokra. A társadalom érdekének megfelelően, a területcsökkenés lassítása érdekében elkerülhetetlen a területhasználat erőteljesebb kontrollja és szabályozása, a településnövekedés felváltása a fenntartható településfejlődéssel. A városokban a terület-, a település- és a közlekedés-fejlesztés integrációja mellett, a kisvárosi lakóterületekre jellemző átlagos beépítési intenzitás ajánlható, mert ezzel csökkenthető a munkahelyek és a lakóhelyek közötti távolság, javítható a műszaki és humán infrastruktúra, a városi közszolgáltatások létesítésének és működtetésének hatékonysága, általános értelemben az urbanizációs gazdaság, ami előmozdítja a fenntartható fejlődés megvalósítását.

Az alkalmazkodást erősítik továbbá:

- a telkek beépítésénél alsó korlát megadása,

- a fenntartható településszerkezet (területfelhasználás, településsűrűség) normatíváinak kidolgozása,
- a területátsorolás és -felhasználás módszertani, pénzügyi és jogi szabályozásának megújítása,
- a hatékony és kellő kompetenciával rendelkező intézmények létrehozása.

---

### 15.3. Települési éghajlatvédelmi stratégia

Az EU-ban a lakosság közel 80%-a városias területen, agglomerációkban él. A mi régióinkban az urbanizált területen élők aránya 60-70%, de a városias területeken élők száma e térségben is növekszik. A városias létforma 2–3-szor annyi energiafogyasztással jár, mint a vidéki. Emellett több szempontból sebezhetőbb, kevesebb a lehetőség az alternatívákra, az autonómiára. Természeti vagy más katasztrófák (terrortámadás, áramkimaradás stb.) esetén leállhatnak az alapvető közszolgáltatások (víz, vezetékes energia stb.), nincs hova menekülni vagy helyettesítő megoldásokat választani. A városok élhetőségét csak körültekintő tervezéssel, a hosszú távú érdekek tudatosításával és a torzulásokat mérsékelő gazdasági eszközökkel lehet fenntartani.

Az éghajlatváltozásra összehangolt válaszokat kell adni, hatásait minden szereplőnek – a tervezésnek, a városgazdálkodásnak, a gazdaságnak és a lakoságnak – figyelembe kell venni. Törekedni kell a biztonságos, szélsőségektől mentes körülmények kialakítására, illetve fenntartására, mert ezek egyre fontosabb tényezőkké válnak egy város megítélése, versenyképessége szempontjából is.

Figyelembe véve a jelenkor gazdasági, társadalmi környezetét és a technológiai-műszaki hátteret, a szakértők nagy része megegyezik abban, hogy Európában a közepes méretű (300-500 ezer fős) városok, illetve városi agglomerációk biztosítják a legkedvezőbb életminőséget. Ezért célszerű a milliós nagyvárosok specifikus problémáival külön is foglalkozni.

#### **Az éghajlatváltozás nagyvárosokat érintő fontosabb tendenciái:**

- egyenetlen csapadékeloszlás, szárazabb nyári időszakok;
- szélsőséges hőmérséklet-ingadozások és légáramlások, nehezen kezelhető nyári hőhullámok.

#### **Településfejlődési tendenciák:**

- a települések egyre jobban terjeszkednek (csökkenő lakosságszám ellenére is);
- szuburbanizáció: a gazdaság kitelepül az agglomerációba;
- egyre költségesebb, egyenetlenül kihasznált infrastruktúra-hálózatok;
- a közlekedési igények (növekvő távolságok, több gépkocsi, globális kereskedelem, logisztikai bázisok) növekednek.



Jelenleg azonban a gazdasági növekedés mítosza minden mást háttérbe szorít. Lewis Mumford New Yorkról szóló könyvében így ír:

*„A város vezetői úgy képzelik, hogy az a feladatuk, hogy újabb hidakon és alagutakon keresztül több forgalmat vezessenek be a városba, mint amennyit az utcák és parkolók elbírnak – miközben a megfelelő közösségi közlekedés megszüntetéséhez járulnak hozzá. Ez a politika hatalmas közlekedési eredetű környezetszennyezést, gazdasági veszteségeket okoz – miközben a területérték és a spekulációs profit folyamatosan emelkedik.”*

- a burkolt felületek mennyisége nő,
- a zöld felületek eltűnnek, beépülnek, illetve megfelelő kezelés hiányában nem töltik be hasznos funkciójukat;
- az ingatlanfejlesztés, a gazdaság rövid távú érdekeltsége és gyakori (informális) összefonódása az önkormányzatokkal a környezeti állapot romlásához, illetve a városüzemeltetési költségek folyamatos növekedéséhez vezet (túlépítések a belső területeken, elhanyagolt rozsdaterületek, hőszigetek kiterjedése, önkényes, szakmai szempontokat nélkülöző szabályozás);
- a szegregáció erősödik egyes településrészek között, a szegények jobban ki vannak szolgáltatva a szélsőséges időjárásnak.

A fenti jelenségek nagy része megnehezíti az alkalmazkodást az éghajlatváltozáshoz. Növekszenek a közszféra és a magánszféra kiadásai, az energiafogyasztás. Sebezhetőbbé válnak az ellátórendszerek. A közigazgatás felelőssége, hogy a negatív hatásokat mérsékeljék, illetve a különféle részérdekek közötti egyensúlyt igyekezzenek megőrizni a városok élhetősége, versenyképességük javítása érdekében.

### **Önkormányzati feladatok az éghajlatváltozáshoz alkalmazkodás érdekében:**

1. Legyen minden városban főenergetikus.
2. Készítsenek a városok közép és hosszútávú energiakoncepciót. A koncepció segítsen abban, hogy a térség minél jobban kihasználhassa a kedvező sajátosságait az energiaellátás és a felhasználás területén, javítsa az energiahatékonyságát. Ilyen témák: a távfűtés, a megújuló energiák alkalmazása, a fűtőkorszerűsítés, energiatakarékos közszolgáltatások, közművek stb.
3. Készüljön Városi Környezetgazdálkodási Terv (a korábbi Környezetvédelmi Program utódjaként), amely a klímavédelmi feladatokat is tartalmazza. A túlzott beépítések, az átszellőző folyosók beépítése, a terjeszkedés, a zöld területek átminősítése, a patakok lebetonozása stb. negatív hatással vannak a helyi mikroklímára is. A jelenlegi építési szabályozási és engedélyezési eljárás, az intézményrendszer, illetve a forráselosztás módosításra szorul.

### **Szabályozási feladatok:**

1. Korszerűsítsék a településrendezési eljárást a klímaváltozás hatásainak figyelembevételével. A szabályozás megalapozásához végezzenek város-klimatológiai vizsgálatokat, helyi mikroklima-vizsgálatokat, különös tekintettel a hőszigetekre, áramlási folyamatokra és a vízháztartásra.
2. A megalapozott szakmai véleményeket ne lehessen üzleti érdekekre hivatkozással félresöpörni. Az önkormányzatok felelőssége legyen a szegregáció csökkentése, a kedvező környezeti állapot, az egészséges mikroklima kialakítása a település teljes területén.
3. Az önkormányzatok környezetvédelmi (és részben az építési szabályozási) feladatait a helyi önkormányzatokról szóló törvény és a környezet védelmének általános szabályairól szóló törvény tartalmazza. Az említett törvények tág lehetőségeket teremtenek az önkormányzatoknak a település környezeti állapotának javítására, illetve megvédésére, a környezet-használat feltételeinek szabályozására, környezetvédelmi alap létrehozására. Éljenek az önkormányzatok a jogszabályok adta lehetőségekkel.

Vezetékes energiát, üzemanyagot nem igénylő beavatkozások a klíma javítására:

- a városokat körülvevő zöldterületek, erdők védelme;
- a vízzáró burkolt felületek csökkentése, kiváltása vízáteresztő, hézagos burkolattal és zöld felületekkel;
- légcsatornák védelme, illetve az beépített légcsatornák helyreállítása;
- patakrehabilitáció, a szabad vízfelületek növelése a városokban;
- falak, tetők zöldítése;
- sétálóutcák, kerékpárutak kialakítása;

### ***Vidéki kistelepülések***

A vidéki települések elvben jobban tudnak alkalmazkodni az éghajlatváltozáshoz, mivel a szélsőséges időjárásoknak ezek a területek eddig is inkább ki voltak téve. Két fejlődési tendencia figyelhető meg jelenleg:

Egyes falvakban, nemcsak az agglomerációs térségekben, kiépült a városias, sűrűn lakott területekre jellemző közműrendszer, műszaki infrastruktúra. Ennek üzemeltetése, finanszírozása esetenként feszültségeket okoz. A díjak a lassabban fejlődő, hátrányosabb helyzetű térségekben nem állnak arányban a vidék jövedelemtermelő képességével. Hosszabb távon érdemes energiatakarékosabb, a helyi körülményekhez alkalmazkodó, decentralizált megoldásokra áttérni.

Vannak területek, ahol osztrák, skandináv minták alapján a vidéki körülményekhez alkalmazkodó, energiatakarékos, decentralizált infrastruktúrát építenek ki. Ezek a települések helyi, természetközeli szennyvíztisztítást alkalmaznak, megújuló energiával fűtenek, főznek, és esetleg áramot is előállítanak.

A növénytermeléshez, állattenyésztéshez és a feldolgozáshoz szükséges termelési célú energiát is maguk állítják elő. Kedvező esetben a településen a telekki alakítás, az utcavezetés (tájolás, lejtési viszonyok, áramlások) is figyelembe veszi az éghajlati szempontokat.

Az önálló kistérségek hálózatának kialakításával egyszerre növelhető a foglalkoztatottság, csökken az ország energiaimport-függősége, azonos ráfordítás mellett nagyobb hozzáadott érték, jobb jövedelmezőség érhető el.

### ***Város és vidék kapcsolata***

Tudatosan kellene törekedni arra, hogy ne ürüljenek ki a városoktól távolabb fekvő falvak, hiszen ez – egyebek mellett – növekvő zsúfoltságot, új lakások építését jelentené a városi területeken. Az elvándorlást fékezni lehet azzal, ha a vidék termékei piacot találnak a környező városokban. Csökkenthető a közlekedési igény a helyi ellátással, a térségi együttműködéssel.

### ***Épületszintű éghajlatvédelem***

Az épületekre fordítjuk (teljes életciklusuk alatt) az összes energia 40%-át. Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló rendelet már az épületfenntartás teljes energetikai igényének minimalizálására ösztönöz. A rendelet egyaránt vonatkozik a meglévő és az új épületekre. Az energiafogyasztást csökkentő és a szélsőséges időjáráshoz alkalmazkodást segítő beavatkozások természetesen eltérőek felújítás és új tervezés esetén.

### ***Felújítás***

Mivel a hazai szabályozás korszerűtlen, *Jelenleg nevetséges összegek jut-  
enyhe volt a mai napig, ezért nagyon kevés nak lakossági energetikai felújí-  
(5-10%) a meglévő épületállományból a tásokra. 2005-ben nulla forint,  
szigorodó követelményeknek megfelelő 2006-ban 800 millió Ft.*  
minőségű épület. Gondot jelent az is, hogy

– minőség-ellenőrzés hiányában – sokszor az új épületek rosszabbak még a tervezettnél is. Jellemzően 140-240 kWó/m<sup>2</sup>/év az épületek fűtési energiaigénye, szemben a német, osztrák 60-80 kWó/m<sup>2</sup>/év-vel. A sok évtizedes lemaradást mintegy 15-20 év alatt lehetne behozni a jelenlegi építési kapacitások mellett. Ehhez azonban komolyabb ösztönzésre, helyi és központi kormányzati beavatkozásra (másfajta gazdasági eszközökre és jogszabályokra) lenne szükség.

Történelmi, városképi jelentőségű épületek esetében egyedi mérlegelés tudja eldönteni, hogy a felújítás során milyen korszerűsítések alkalmazhatók. Budapesten mérlegelendő lenne, hogy a belső városrész konvektoros, illetve elavult

fűtési rendszereit nem lenne-e célszerű távfűtésre cserélni. (Ehhez a távfűtés versenyképessé tétele és a főváros hosszabb távú energiakoncepciójának előzetes elkészítése lenne szükséges.) Folyik a vita az EU-ban a távfűtés-hűtés szabályozásáról, valamint megújuló energiaforrások arányának kötelező előírása ügyében.

Az iparosított technológiával készült épületek felújítása során sokféle lehetőség van az energiamegtakarításra és egyidejűleg az időjárási viszonyokhoz – nem gépészeti eszközökkel történő – jobb alkalmazkodásra (napkollektoros melegvíz előállítás, víztakarékos berendezések alkalmazása, erkélyek átalakítása, árnyékoló szerkezetek felszerelése stb.).

Mind a lakó-, mind a kommunális épületek felújításával rengeteg energia lenne megtakarítható, és a szociális célú lakhatási, illetve egyéb költségvetési támogatások növekedésének üteme is csökkenthető lenne.

### ***Új épületek***

Új épületek esetén támogatást csak az előírásoknál jobb energetikai teljesítményű épületekhez szabadna adni. Számos lehetőség van elsősorban a napenergia aktív és passzív hasznosítására, energiatakarékos berendezések használatára és az éghajlathoz alkalmazkodásra a tájolás, a telepítés, a tömegkialakítás helyes megválasztásával.

### ***Szakképzés***

Nagy értékű épületállományunk felújításának jelenleg nemcsak anyagi problémái vannak, hiányzik a szakembergárda, a megfelelő számú, magas munkamorállal rendelkező vállalkozás is. Az éghajlatváltozáshoz csak a magas minőségű épületállománnyal tudunk alkalmazkodni. Ehhez a mai szakképzés színvonalának lényeges javítására van szükség. Az építőipari szakképzésnél vegyünk példát az osztrák gyakorlatról. Elsősorban a gyakorlati képzésre helyezik a hangsúlyt, példát véve a kézműves hagyományokból.

### ***Tudatformálás***

Az építés hasonlít az egészség kérdésköréhez: szaktudás nélkül nem lehet jó épületet, települést létrehozni, de a használók aktív részvétele, választása és a választott módszerek megértése nélkül sem lehet jó eredményt elérni. Éppen ezért az éghajlatvédelmi stratégia fontos eleme legyen a közvélemény folyamatos tájékoztatása a különféle megoldásokról, a fogyasztói magatartásuk következményeiről, a várható nyereségekről illetve veszélyekről. A jogszabályi környezet mellett ez lehet a leghatékonyabb eszköz ahhoz, hogy településeink,

épületállományunk korszerűbbé és az éghajlatváltozás kihívásaihoz jobban alkalmazkodóvá váljon.

**A modulban előforduló hivatkozások:**

**15.2.** „VAHAVA” – A Magyar Tudományos Akadémia és a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium közös projektjének összefoglalása (18., 19., 20. oldal); <http://klima.kvvm.hu/documents/14/VAHAVAosszefoglalas.pdf> címen; internet, 2008. január.

**15.3.** Civil szakértői tanulmány a Nemzeti Éghajlat-változási Stratégiához. Energia Klub, 2006. Készült a Levegő Munkacsoport „Ajánlások Budapestért” c. tanulmány (80–85. oldal) felhasználásával; <http://www.energiaklub.hu/dl/kiadvanyok/NES.pdf> címen, internet, 2008. január.