

Csoportos szövegfeldolgozásra épülő földrajzóra

A savas esők pusztító hatása

Készítette: Pusztai Réka Alexandra földrajz-kémia szakos tanárjelölt, 2018

Évfolyam: 9. évfolyam

Tematikai egység: A légkör földrajza

Téma: A savas esők pusztítása

Idő: 45 perc

A tanóra tematikai felépítése

1. feladat

A pedagógus az alábbi feladatlapot kiosztja a diákok számára. Az 1. feladat megoldása előtt az osztály tanulóit 4 fős tanulócsoportokra bontjuk. Minden tanuló elolvassa ugyanazt a szöveget.

- a.) A második elolvasás előtt a diákok azt az utasítást kapják, hogy húzzák alá a szövegrészletben a legfontosabb szavakat (kulcsszavakat), azonban a csoport tagjai különböző szempontokat kapnak a kiválasztáshoz.

Megadott kulcsszó aláhúzási szempontok:

- Savas esők kialakulásáért felelős antropogén kiindulási (kezdeti) anyagok
- Savas esők kialakulásáért felelős antropogén kiindulási (kezdeti) anyagokból átalakult vegyületek
- Szövegrészletből megismert kémhatások és a hozzájuk tartozó folyadékok aláhúzása

A megfelelő kulcsszavak kiválasztásához a tanulóknak 5 perc áll rendelkezésre. A diákok munkáját osztályszintű megbeszélés követi.

- b.) Az 1. feladat b.) feladatrészének elolvasását követően a tanulóknak csoportmunka formájában az a.) feladatrészben aláhúzott folyadékokat pH értéküknek megfelelően be kell jelölniük az ábrán, valamint válaszolniuk kell az ábra alatt található kérdésekre. Tanulóknak a b.) feladat rész megoldására 10 perc áll rendelkezésre. A diákok munkáját osztályszintű megbeszélés követi.

- c.) A szövegrészlet elolvasását és a folyamatábra megtekintését követően a tanulóknak meg kell nevezniük a számokkal jelzett folyamatokat. A tanulóknak munkájukhoz 10 perc áll rendelkezésre.

2. feladat

A 2. feladat megoldása az 1. feladat során már kialakított csoportmunka formájában történik.

- a.) A tanulók először áttekintik a szöveget, és megjelölik az egyes tartalmi egységek határait, majd a következő figyelmes elolvasás során bekezdésként haladva kiszínezik az azonos témáról szóló szövegtömböket. Amikor tartalmilag lehetséges, használjanak olyan színeket, amelyek logikailag utalnak a szövegrészlet tartalmára (pl. a vízrajzról szóló részt kékre, a növényzetit zöldre színezzék). A csoportmunkákat osztályszintű megbeszélés követi. A tanulóknak munkájukra 8 perc áll rendelkezésre.

- b.) A színezést követően a diákok néhány szavas címet adnak a bekezdéseknek (kulcsszavazás), így haladnak végig a szövegen bekezdésről bekezdésre, majd összepárosítják az egyes részeket a megfelelő képekkel. Egy fotót több bekezdéshez is felhasználhatnak. A csoportmunkákat osztályszintű megbeszélés követi. A tanulóknak a b.) feladatrész megoldására 12 perc áll rendelkezésre.
- c.) Az óra végén a diákok csoportmunka formájában a szöveg alapján gondolattérképet készítenek a savas eső közvetett és közvetlen hatásairól.

A savas esők pusztító hatása

1. feladat

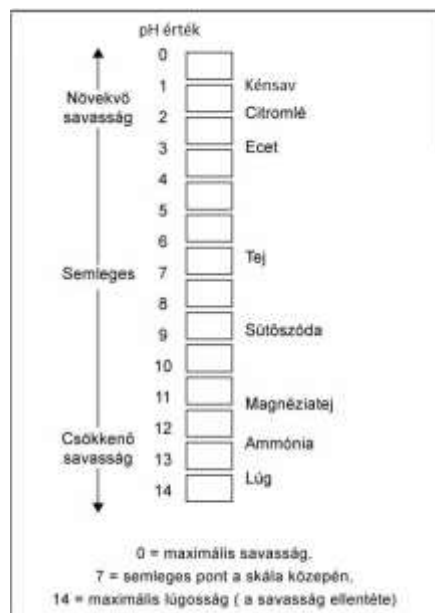
a.) Olvassátok el az alábbi szövegrészletet! A második elolvasás során húzzátok alá a megadott szempont szerinti kulcsszavakat! Indokoljátok döntéseiteket!

A savas esők kialakulása

A savas esők a levegőszennyezés következményei. Az energiahordozók (kőszén, kőolaj, földgáz) és az üzemanyagok elégetésekor a szén-dioxid és a víz mellett más égéstermékek, például nitrogén- és kén-oxidok is képződnek. A légkörbe jutó kén-dioxid nagy része antropogén eredetű. A kén-dioxid természetes forrásai az erdőtüzek, a növényi bomlás és a vulkáni működés lehetnek. A légkörbe kerülő nitrogén-oxidok antropogén eredetű forrásai a közlekedés, a helytelen műtrágyázás és az ipar, míg a természetes forrásai a biológiai bomlás és a talajlakó mikroorganizmusok anyagcseréje. Az energiahordozók és üzemanyagok elégetése során keletkező égéstermékek reakcióba lépnek a levegőben található vízgőzzel. Az átalakulás során savak: szén-sav, salétromsav és kénsav keletkezik. Természetesen a levegő szén-dioxid molekulái is szén-savat képeznek a levegő víztartalmával, ezért a tiszta esővíz is gyengén savas kémhatású. A teljesen tiszta víz, mint például az ivóvíz is megközelítőleg semleges kémhatású, azaz sem nem savas, sem nem lúgos. A savas eső oka a megváltozott pH értékű (pH < 5,2) csapadék. A normál csapadék pH-ja 5,2-6,5 között mozog, hazánkban ez érték átlagosan 5,6-os pH-nak adódik. A tengervíz átlagos pH-ja 8,6. A csapadék pH-ját több vegyi anyag is eltolhatja, például a szén-dioxid, a kénsav és a salétromsav is. A szén-dioxid mérsékeltebb, a kénsav és a salétromsav erőteljesebb pH-eltoló hatással rendelkezik. Los Angelesben a savas eső következményeként olyan felhőket is észleltek, amelyek alsó részében a szennyezett csapadék savassága megegyezett a citromléével, amíg a Skóciában mért csapadék pH értéke az ecet savasságával volt egyenlő.

b.) Olvassátok el az alábbi mondatokat! Jelöljétek be az ábrán az a.) feladatrészben aláhúzott folyadékokat pH értéküknek megfelelően, majd a szöveg és az ábra segítségével töltsétek ki a feladatlapot!

A savas eső jellemzésére a kémiában megszokott pH az egyik legfontosabb paraméter. A pH-skálát használjuk arra, hogy megmérjük a sav mennyiségét egy folyadékban, mint például a vízben. A különféle folyadékok savasságát az alábbi skálán figyelhetjük meg.



- **Milyen kémhatású, és milyen pH értékű csapadékokat mértek Los Angelesben és Skóciában?**

- **A pH értékük alapján állítsátok csökkenő sorrendbe az alábbi folyadékokat!**

savas eső, ivóvíz, Los Angelesben mért savas eső, tengervíz, normál csapadék, Skóciában mért csapadék

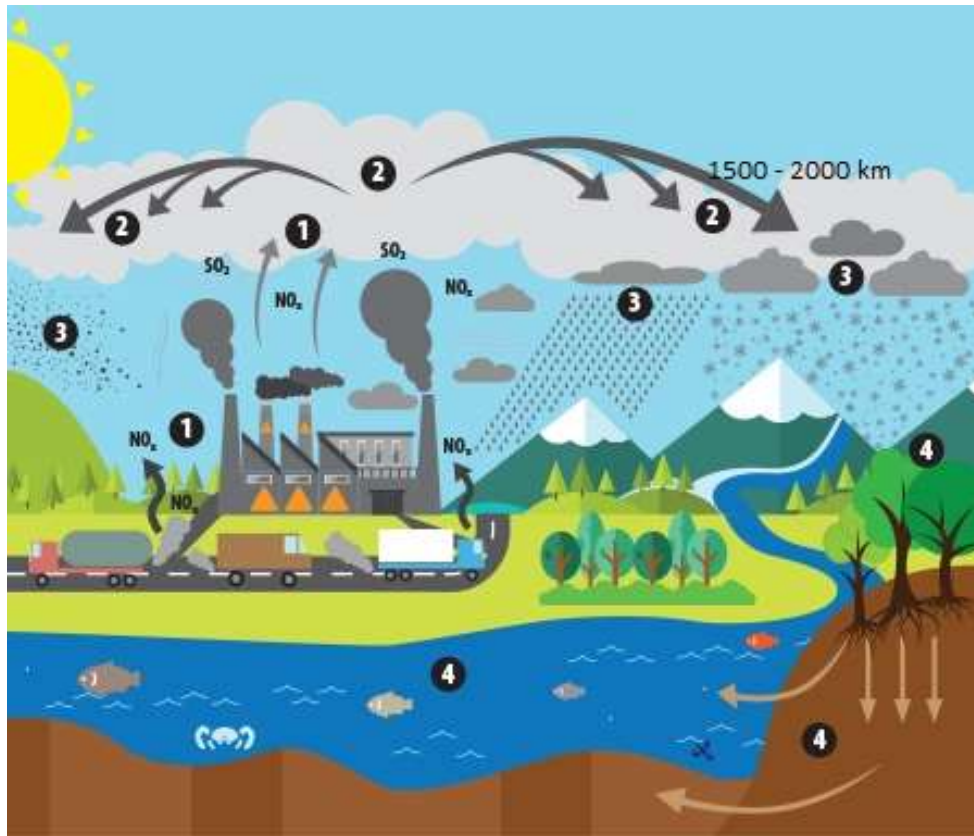
- **A levegőben található CO₂ vagy SO₂ hatására alakul-e ki a savas eső? Válaszodat indokold!**

- **Milyen természetes forrásokból kerülnek a légkörbe a nitrogén-oxidok és a kén-dioxid?**

Nitrogén - oxidok	Kén - dioxid

- c.) **Olvassátok el az alábbi szövegrészletet! Nevezzétek meg az ábrán számokkal megjelölt folyamatokat!**

A légkörben képződő savak a felfelé áramló levegővel a felhőkbe jutnak. A savas kémhatású szennyeződéseket tartalmazó felhőket a szél messzire szállítja. A felhőkből hulló savas eső így a szennyezést kibocsátó helytől távolabb fejt ki káros hatásait. A savas esőket okozó szennyező anyagok főként az ipari központokból jutnak a levegőbe. A környezeti kár a szennyezés helyétől több száz, akár 2000 kilométerre is jelentkezhet. Németország nagy iparvidékei felől az uralkodó szelek a Skandináv-félsziget felé hajtják a felhőket. A savas esők ezért Észak-Európában okozzák a legnagyobb károkat. Az összes antropogén kén-dioxid fele az északi féltekén keletkezik, s ennek 80 %-a itt is csapódik le. A grönlandi jégtakaró szulfáttartalma 1900 – 2000 között a háromszorosára nőtt. A nitráttartalom növekedése később kezdődött, de erőteljesebb: 1955 – 2000 között megháromszorozódott. Becslések szerint évente több száz millió tonna kén kerül a Föld felszínéről a légkörbe és vissza. A savas csapadék legnagyobb része a szárazföldek 5%-áról, Európa és Észak-Amerikaiparvidékeiről származik.



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

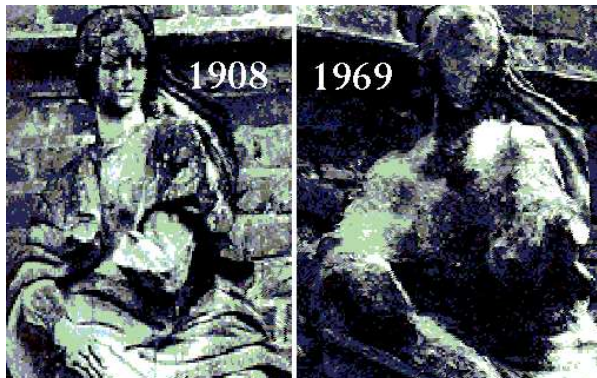
2. feladat

a.) Olvassátok el az alábbi szöveget! A második átolvasás során jelöljétek ki az egyes tartalmi egységek határait! A következő figyelmes elolvasás során bekezdésenként haladva színezzétek ki az azonos témáról szóló szövegtömböket. Amikor tartalmilag lehetséges, használjatok olyan színeket, amelyek logikailag utalnak a szövegrész tartalmára.

A savas esőnek közvetett és közvetlen hatásai is vannak. A közvetett hatások közé tartozik az erdő- és a szántóföldek savasodása, ami miatt felborulhat a talaj stabilitása. Közvetett hatás még az édesvizek elsavasodása, a tavi élővilágra és a gyeptársulásokra gyakorolt hatás. A savas eső közvetlen hatása például a növénypusztulás, az embert érintő változások és az épületek és a szobrok károsodása. A savas eső minden környezeti elemet befolyásol, ezáltal veszélyezteti a biodiverzitást és a táplálékláncot. A vizek savasodásának fő oka az, hogy a savas eső bekerülve a folyókba illetve a tavakba, csökkenti a víz pH-ját. Ez a pH csökkenés veszélyes lehet az élővilágra, mind a növényekre, mind az állatokra. Például a pH < 5,5 értéknél a halak vagy elpusztulnak vagy megbetegednek. A természetes vizek nagyobb mértékben savasodhatnak kristályos kőzetek kimosódása révén. A talajok savasodása esetén az alapvető fontosságú kalcium- és magnézium-tartalmú ásványok kioldódnak, azelőtt, hogy a növények fel tudnák használni. Ez csökkenti a talajok termékenységét. Továbbá mérgező anyagok, mint például az alumínium-vegyületeket, felhalmozódhatnak a talajban kioldódásukat követően. Alumínium ártalmatlan szerves formában található a talajokban, ha viszont a közeg pH-ja eléri a 4-es értéket, kioldódik és a szerves formája átalakul szervetlen alumínium-vegyületté, ami mérgező az élő szervezetekre. Nem minden talaj egyformán érzékeny a savas eső hatásaira. A leginkább veszélyeztetett talaj az, amelyik savas sziklán alakult ki. A mészben gazdag talajok sokkal ellenállóbbak a savasodásnak. Savas körülmények között megnő a vizekben és a talajban az alumínium, a higany, a mangán, az ólom és a cink mérgező vegyületeinek oldhatósága, valamint megváltozik a talaj tápanyagkészlete is. A savasodás következtében a fák kevesebb nitrogénhez jutnak, csökken az ellenálló képességük a kórokozókkal és az időjárással szemben. Az erdők kevesebb oxigént termelnek. Először az 1970-es évek közepén Németországban figyeltek föl arra, hogy nagy fenyőerdők egyik évről a másikra pusztulni kezdtek. Ma már szinte egész Európában észlelik e jelenség többé-kevésbé súlyos formáját. Angliát megkímélte az erdőpusztulás, ugyanakkor a svédországi károkat főleg az angliai légszennyezést okolják. Magyarországon volt az egyik legnagyobb lombosfa-pusztulás. 1,0-1,5 millió m³ tölgyfa száradt ki az 1980-as évek végén. A savas esők az épített környezetet is pusztítják. Oldják a mészkőből, fémből készült tárgyakat, építményeket. A vasutak, a hidak gyors rozsdásodása, a felüljárók és az utak károsodása pedig óriási gazdasági károkat okoz. A savas esők pótolhatatlan veszteségeket okoznak a műemlék épületekben és a köztéri szobrokban is. Ezen hatások ellen a következőképpen tudunk védekezni: olajok, szenek kén-tartalmának csökkentésével, technológiai innovációk alkalmazásával (kén-megkötés), meszezés folyamatával, savasodást tűrő növényfajok telepítésével és speciális védőbevonatok használatával.

b.) A színezést követően adjatok címet az egyes bekezdéseknek, majd párosítsátok össze a megfelelő képekkel! Egy fotó több bekezdéshez is felhasználható!

1.



2.



4.



3.

c.) Készítsetek gondolattérképet a szöveg alapján a savas eső közvetett és közvetlen hatásairól!

A savas esők pusztító hatása Megoldókulcs

1. feladat

a.) Olvassátok el az alábbi szövegrészletet! A második elolvasás során húzzátok alá a megadott szempont szerinti kulcsszavakat! Indokoljátok döntéseiteket!

Megadott kulcsszó aláhúzási szempontok:

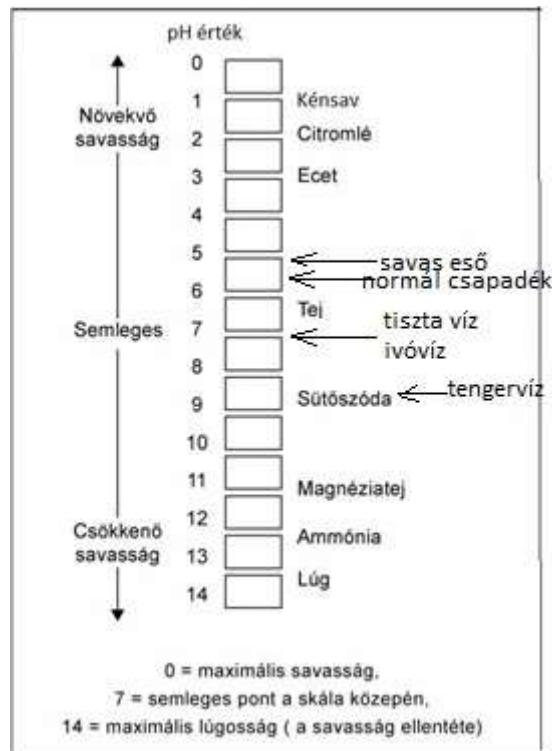
- Savas esők kialakulásáért felelős antropogén kiindulási (kezdeti) anyagok
- Savas esők kialakulásáért felelős antropogén kiindulási (kezdeti) anyagokból átalakult vegyületek
- Szövegrészletből megismert kémhatások és a hozzájuk tartozó folyadékok aláhúzása

A savas esők kialakulása

A savas esők a levegőszennyezés következményei. Az energiahordozók (kőszén, kőolaj, földgáz) és az üzemanyagok elégetésekor a szén-dioxid és a víz mellett más égéstermékek, például nitrogén- és kén-oxidok is képződnek. A légkörbe jutó kén-dioxid nagy része antropogén eredetű. A kén-dioxid természetes forrásai az erdőtüzek, a növényi bomlás és a vulkáni működés lehetnek. A légkörbe kerülő nitrogén-oxidok antropogén eredetű forrásai a közlekedés, a helytelen műtrágyázás és az ipar, míg a természetes forrásai a biológiai bomlás és a talajlakó mikroorganizmusok anyagcseréje. Az energiahordozók és üzemanyagok égetése során keletkező égéstermékek reakcióba lépnek a levegőben található vízgőzzel. Az átalakulás során savak: szénsav, salétromsav és kénsav keletkeznek. Természetesen a levegő szén-dioxid molekulái is szénsavat képeznek a levegő víztartalmával, ezért a tiszta esővíz is gyengén savas kémhatású. A teljesen tiszta víz, mint például az ivóvíz is megközelítőleg semleges kémhatású, azaz sem nem savas, sem nem lúgos. A savas eső oka a megváltozott pH értékű (pH < 5,2) csapadék. A normál csapadék pH-ja 5,2-6,5 között mozog, hazánkban ez érték átlagosan 5,6-os pH-nak adódik. A tengervíz átlagos pH-ja 8,6. A csapadék pH-ját több vegyi anyag is eltolhatja, például a szén-dioxid, a kénsav és a salétromsav is. A szén-dioxid mérsékeltebb, a kénsav és a salétromsav erőteljesebb pH-eltoló hatással rendelkezik. Los Angelesben a savas eső következményeként olyan felhőket is észleltek, amelyek alsó részében a szennyezett csapadék savassága megegyezett a citromléével, amíg a Skóciában mért csapadék pH értéke az ecet savasságával volt egyenlő.

b.) Olvassátok el az alábbi mondatokat! Jelöljétek be az ábrán az a.) feladatrészben aláhúzott folyadékokat pH értéküknek megfelelően, majd a szöveg és az ábra segítségével töltsétek ki a feladatlapot!

A savas eső jellemzésére a kémiában megszokott pH az egyik legfontosabb paraméter. A pH-skálát használjuk arra, hogy megmérjük a sav mennyiségét egy folyadékban, mint például a vízben. A különféle folyadékok savasságát az alábbi skálán figyelhetjük meg.



- Milyen kémhatású, és hanyas pH értékű csapadékokat mértek Los Angelesben és Skóciában?

mindkét esetben savas kémhatásút, Los Angeles: $pH = \sim 2$, Skócia: $pH = \sim 3$

- A pH értékük alapján állítsátok csökkenő sorrendbe az alábbi folyadékokat!

savas eső, ivóvíz, Los Angelesben mért savas eső, tengervíz, normál csapadék, Skóciában mért csapadék

tengervíz > ivóvíz > normál csapadék > savas eső > Skóciában mért csapadék > Los Angelesben mért savas eső

- A levegőben található CO_2 vagy SO_2 hatására alakul -e ki a savas eső? Válaszodat indokold!

Mindkét gáz hozzájárul a savas eső kialakulásához, de eltérő mértékben.

Indoklás:

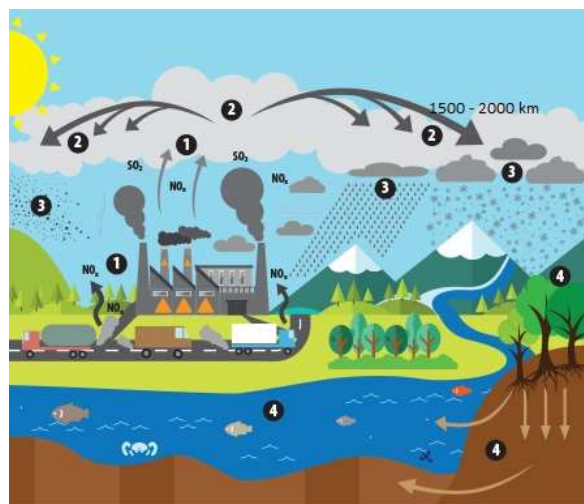
A savas eső oka a megváltozott pH értékű ($pH < 5,2$) csapadék. A csapadék pH-ját több vegyi anyag is eltolhatja, például a szén-dioxid, a kénsav és a salétromsav is. A SO_2 reakcióba tud lépni a levegőben található vízgőzzel, melyből kénsav képződik. A szén-dioxid mérsékeltebb, a kénsav és a salétromsav erőteljesebb pH-eltoló hatással rendelkezik

- Milyen természetes forrásokból kerülnek a légkörbe a nitrogén-oxidok és a kén-dioxid?

Nitrogén - oxidok	Kén - dioxid
<ul style="list-style-type: none"> • biológiai bomlás • talajlakó mikroorganizmusok anyagcseréje. 	<ul style="list-style-type: none"> • erdőtüzek • növényi bomlás • vulkáni működés

d.) Olvassátok el az alábbi szövegrészletet! Nevezzétek meg az ábrán számokkal megjelölt folyamatokat!

A légkörben képződő savak a felfelé áramló levegővel a felhőkbe jutnak. A savas kémhatású szennyeződések tartalmazó felhőket a szél messzire szállítja. A felhőkből hulló savas eső így a szennyezést kibocsátó helytől távolabb fejt ki káros hatásait. A savas esőket okozó szennyező anyagok főként az ipari központokból jutnak a levegőbe. A környezeti kár a szennyezés helyétől több száz, akár 2000 kilométerre is jelentkezhet. Németország nagy iparvidékei felől az uralkodó szelek a Skandináv-félsziget felé hajtják a felhőket. A savas esők ezért Észak-Európában okozzák a legnagyobb károkat. Az összes antropogén kén-dioxid fele az északi féltekén keletkezik, s ennek 80 %-a itt is csapódik le. A grönlandi jégtakaró szulfáttartalma 1900 – 2000 között a háromszorosára nőtt. A nitráttartalom növekedése később kezdődött, de erőteljesebb: 1955 – 2000 között megháromszorozódott. Becslések szerint évente több száz millió tonna kén kerül a Föld felszínéről a légkörbe és vissza. A savas csapadék legnagyobb része a szárazföldek 5%-áról, Európa és Észak-Amerikaiparvidékeiről származik.



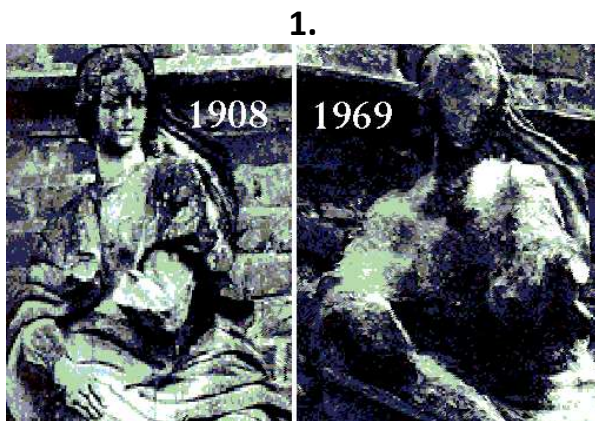
1. ipari központokból, autókból SO₂, NO_x kibocsátása, majd levegőbe, felhőkbe kerülése
2. a savas kémhatású szennyeződések tartalmazó felhőket a szél messzire szállítja
3. savas eső és hó keletkezése, felhőkből való kihullása
4. savas eső pusztító hatása

2. feladat

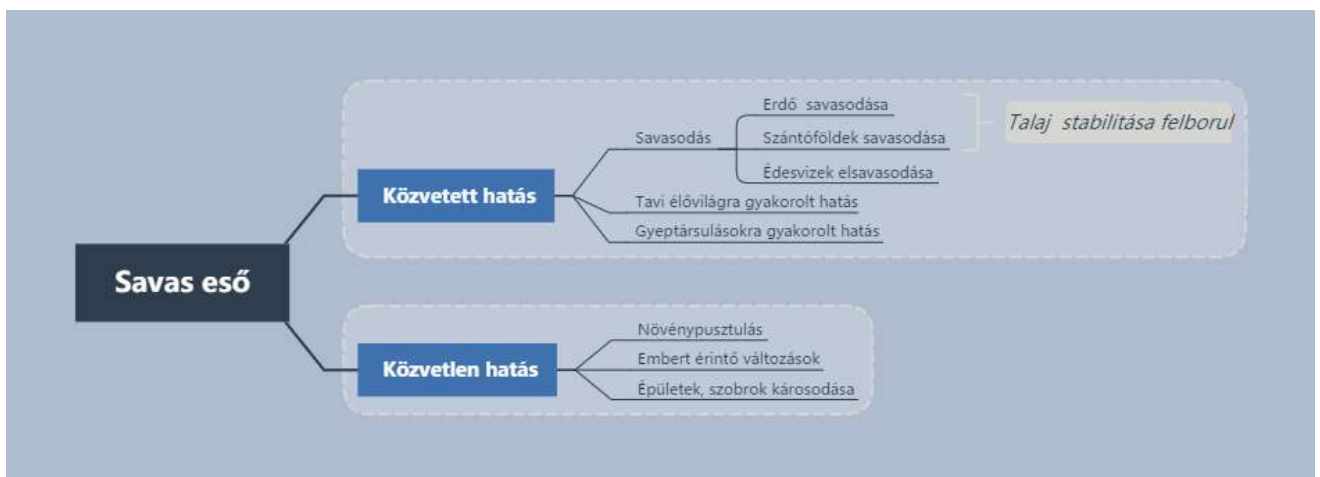
a.) Olvassátok el az alábbi szöveget! A második átolvasás során jelöljétek ki az egyes tartalmi egységek határait! A következő figyelmes elolvasás során bekezdésenként haladva színezzétek ki az azonos témáról szóló szövegtömböket. Amikor tartalmilag lehetséges, használjatok olyan színeket, amelyek logikailag utalnak a szövegrész tartalmára.

1., 2., 3., 4.	A savas esőnek közvetett és közvetlen hatásai is vannak. A közvetett hatások közé tartozik az erdő- és a szántóföldek savasodása, ami miatt felborulhat a talaj stabilitása. Közvetett hatás még az édesvizek elsavasodása, a tavi élővilágra és a gyeptársulásokra gyakorolt hatás. A savas eső közvetlen hatása például a növénypusztulás, az embert érintő változások és az épületek és a szobrok károsodása.	Savas eső hatásai
3.	A savas eső minden környezeti elemet befolyásol, ezáltal veszélyezteti a biodiverzitást és a táplálékláncot. A vizek savasodásának fő oka az, hogy a savas eső bekerülve a folyókba illetve a tavakba, csökkenti a víz pH-ját. Ez a pH csökkenés veszélyes lehet az élővilágra, mind a növényekre, mind az állatokra. Például a pH < 5,5 értéknél a halak vagy elpusztulnak vagy megbetegednek. A természetes vizek nagyobb mértékben savasodhatnak kristályos kőzetek kimosódása révén.	Vizek savasodása
2., 4.	A talajok savasodása esetén az alapvető fontosságú kalcium- és magnézium-tartalmú ásványok kioldódnak, azelőtt, hogy a növények fel tudnák használni. Ez csökkenti a talajok termékenységét. Továbbá mérgező anyagok, mint például az alumínium-vegyületeket, felhalmozódhatnak a talajban kioldódásukat követően. Alumínium ártalmatlan szerves formában található a talajokban, ha viszont a közeg pH-ja eléri a 4-es értéket, kioldódik és a szerves formája átalakul szervesetlen alumínium-vegyületté, ami mérgező az élő szervezetekre. Nem minden talaj egyformán érzékeny a savas eső hatásaira. A leginkább veszélyeztetett talaj az, amelyik savas sziklán alakult ki. A mészben gazdag talajok sokkal ellenállóbbak a savasodásnak. Savas körülmények között megnő a vizekben és a talajban az alumínium, a higany, a mangán, az ólom és a cink mérgező vegyületeinek oldhatósága, valamint megváltozik a talaj tápanyagkészlete is.	Talajra gyakorolt hatás
2.	A savasodás következtében a fák kevesebb nitrogénhez jutnak, csökken az ellenálló képességük a kórokozókkal és az időjárással szemben. Az erdők kevesebb oxigént termelnek. Először az 1970-es évek közepén Németországban figyeltek föl arra, hogy nagy fenyőerdők egyik évről a másikra pusztulni kezdtek. Ma már szinte egész Európában észlelik e jelenség többé-kevésbé súlyos formáját. Angliát megkímélte az erdőpusztulás, ugyanakkor a svédországi károkért főleg az angliai légszennyezést okolják. Magyarországon volt az egyik legnagyobb lombosfa-pusztulás. 1,0-1,5 millió m ³ tölgyfa száradt ki az 1980-as évek végén.	Fák pusztulása
1.	A savas esők az épített környezetet is pusztítják. Oldják a mészkőből, fémből készült tárgyakat, építményeket. A vasutak, a hidak gyors rozsdásodása, a felüljárók és az utak károsodása pedig óriási gazdasági károkat okoz. A savas esők pótolhatatlan veszteségeket okoznak a műemlék épületekben és a köztéri szobrokban is.	Épített környezet pusztulása
	Ezen hatások ellen a következőképpen tudunk védekezni: olajok, szenek kéntartalmának csökkentésével, technológiai innovációk alkalmazásával (kén-megkötés), meszezés folyamatával, savasodást tűrő növényfajok telepítésével és speciális védőbevonatok használatával	Védekezés

b.) A színezést követően adjatok címeket az egyes bekezdéseknek, majd párosítsátok össze a megfelelő képekkel! Egy fotó több bekezdéshez is felhasználható!



c.) Készítsetek gondolattérképet a szöveg alapján a savas eső közvetett és közvetlen hatásairól!



Felhasznált források és weboldalak

- <https://www.xmind.net/zen/>
- https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-03/450x375_acidrainpathway_3-28.png
- http://www.mozaweb.hu/Lecke-FOL-Foldrajz_9-A_legkor_jelentosege_vedelme-100143
- <http://www.origo.hu/tudomany/fold/20020417savas.html>
- http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0013_kornyezetvedelem/2_4_5_a_savas_eso_hatasai_.html
- <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/3887>
- <http://www2.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/fofia06.pdf>
- <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszetudományok/biologia/biologia-7-efolyam/a-megsebzett-bolygo/a-levegoszennyezés-következmenyei-savas-esok>