

# **Innováció és távérzékelés**

Esszé az Innováció és kommunikáció I. c. kurzushoz

Készítették:

Jurecska Laura és Turcsán Edit  
környezettudomány, 2. évfolyam

## I.) Mi az innováció?

Az innováció szótári jelentése megújulás, újítás; bár ez nem elég ahhoz, hogy pontos kép alakuljon ki bennünk erről a fogalomról. Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy bár a kifejezés új keletű, a fejlődés mozgatója mindig is az ember kíváncsisága, tudni akarása és probléma megoldó-képessége volt. Felidézve történelmi tanulmányainkat eszünkbe jutnak a régi használati eszközök és a robbanásszerű fejlődési folyamatnak köszönhetően ma már ezek korszerű változataiból válogathatunk a boltok polcain. Az előző gondolatból megállapítható, hogy a múltból a jelen felé haladva egymásra épülő innováció sorozat bontakozott ki, ugyanis fejlődésről az ismeretanyag bővítése nélkül nem beszélhetnénk. Ezt az összetett folyamatot tudásáramlásnak hívjuk, de ennek működése napjainkban elképzelhetetlen lenne a magasan képzett munkaerő áramlása, a tanulmányutak, a publikációk és a meghatározó szerepet betöltő emberek konferenciákon való találkozása nélkül.

A technikai fejlődésnek köszönhetően a fizikai mérőeszközök, műholdak segítségével rövid időn belül több millió adatot nyerhetünk. A gazdasági tevékenység eredményességét mostanság a tudás határozza meg, vagy fogalmazhatunk úgy is, hogy a különböző munkahelyek, feladatok egyre több szakképzettséget és ehhez kapcsolódóan tudást igényelnek.

A különböző fejlesztésekre, mint például az agrárfejlesztés, vidékfejlesztés és a környezetvédelmi tudás kezelésére, az innovációs folyamatok támogatására nemzetközi és információs rendszerek fejlesztésével már találkozhatunk az Interneten is. Ahogy a technika egyre inkább fejlődni kezdett, ennek köszönhetően a mérések automatizálódtak, az adatrögzítés és tárolás is lehetővé vált, a mérendő területről újabb és újabb adatok állnak rendelkezésünkre és az elektronikus összeköttetéseknek köszönhetően aktuális információkkal rendelkezhetünk bármelyik napszakban. Manapság használt számítógépekkel nemcsak bármikor, de segítségükkel korszerű képfeldolgozó programokkal újabb és újabb adatok válnak feldolgozhatóvá.

A huszadik század technikai fejlődésének egyik nagy vívmánya a távérzékelés módszerének kialakulása és ennek általános fejlődése volt. A távérzékelés az a tudományág, amely a földfelszíni tárgyakra vagy jelenségekre jellemző információk beszerzésével és megmérésével foglalkozik, és mindezt olyan rögzítő berendezések segítségével teszi, amelyek nincsenek közvetlen kapcsolatban a vizsgált tárggyal vagy jelenséggel. A fogalomkörbe az adatgyűjtésen kívül ezen összegyűjtött adatok kiértékelése is beletartozik. Ez az értékelés nem könnyű feladat, mivel több tudományterület kutatási eredményeire is szükség van.

A távérzékelés a természeti erőforrás-kutatás és a környezetállapot felmérésében fontos szerepet játszik. A különböző magasságokból készült felvételek és mérések eredményei a fejlett országokban segítséget nyújtanak a különböző kutatásokhoz. Dolgozatunkban a távérzékelés fontosabb alkalmazási területeit szeretnénk bemutatni, néhol kiegészítve a műholdak egyéb felhasználási területeinek ismertetésével.

## **II.) A földfelszín megfigyelése**

### **1.) Távérzékelés a mezőgazdaságban**

A távérzékelés az agrárgazdaságban a nemzetközi viszonyokhoz mérten is központi szerepet tölt be, ennek oka, hogy a legtöbb megújuló természeti erőforrás a mezőgazdaságban kerül felhasználásra. A távérzékelés definíciójához olyan adatnyerési eljárások tartoznak, melyek az adatokat közvetlen fizikai kapcsolat nélkül biztosítják. A megfigyelés távolsága, valamint a hordozóeszköz alapján megkülönböztetünk terepi-, légi-, és űreszközökből álló távérzékelési rendszereket. A légi- és űrfelvételek segítségével ez az egyetlen olyan módszer, amely regionális vagy országos méretű gyors információgyűjtésre alkalmas. A legnagyobb hangsúlyt a talaj és növényzet állapotának figyelésére fordítják.

A mezőgazdaság a talajt, mint legfontosabb megújuló természeti erőforrást kezeli, mely a Föld legkülső szilárd burka, amely a növények termőhelyéül szolgál. Alapvető tulajdonsága a termékenység, vagyis az a képesség, hogy kellő időben és a szükséges mennyiségben képes legyen ellátni a növényeket vízzel és tápanyaggal. A különböző talajokban és a környezetükben lejátszódó dinamikus fizikai-kémiai, biológiai folyamatok, valamint az emberi tevékenység hatására a talajok állapota térben és időben folyamatosan változik. E változások nyomon követésére a szakemberek különböző talajtérképeket készítettek, melyek segítségével statikusan modellezték a talaj állapotát. A kezdeti talajtérképezési időkben még csak hagyományos módszerekkel dolgoztak, de már a hatvanas években elkezdődtek az üzemi genetikus talajtérkép felvételezések, melyek az ország mezőgazdasági területeinek teljes területét lefedték távérzékelési módszerekkel.

A talaj humusztartalmától függ a talaj termőképessége, ennek a humuszmennyiségnek eltérései a talaj színében nyilvánulnak meg. A távérzékelés segítségével a szín és a spektrális reflexió közötti összefüggés mutatható ki. A talaj színéből pedig következtethetünk a benne lévő humusz mennyiségére, vagyis arra, hogy mennyi tápanyagot tartalmaz. A nagyszámú mérések alapján azt is megállapították, hogy a talaj nedvességtartalmával nincsenek

összefüggésben a színkoordináták. A talajok meghatározásánál fontos még a világossági tényező ismerete is, azaz az albedó, ami a visszavert sugárzás aránya. Ez az érték a sötétszürke, a nedves talajoknál 3,0-5,0, de száraz állapotban még 20,0-40,0 is lehet. A humusztartalom nagysága fordítottan arányos a talaj reflektanciájával. A talajok reflektancia görbéjéről leolvasható visszaverődési értékeket elsősorban a talaj nedvességtartalma és az ásványianyag-összetétele befolyásolja. Az egyes űrfelvételeken a 400-500  $\mu\text{m}$ -es hullámtartomány a legalkalmasabb a humusztartalom megbízható becslésére. A légi- és űrfelvételek közül azok használhatók a leginkább, amelyek a talajok meghatározásánál a növényzet nélküli időszakban készültek. Ezek számítógépes értékelése során lehetőség van az elemi felület egységek fizikai tartalom, illetve színkoordináták szerinti rendezésére. Az alföldi területekről készült felvételeken egyáltalán vagy csak csekély mértékben változik az elemi felület színkoordinátája. Ezzel szemben a lejtős területeken a talajok lepusztulásának hatására a színkülönbségek jobban észrevehetőek.

A talajt borító növénytakaró észrevehetően megváltoztatja a felszín reflexióját. A növényzetről érkező sugárzás az ún. zöld tartományban, másrészt a közeli infra-tartományban játsza a legjelentősebb szerepet. A reflexió növekedés a környezetéhez képest a klorofill-sávban 5–10 % között mozog, míg az infra-tartományban az 50%-ot felülmúlja. A felvételekből kiderült, hogy a levél felületi index, vagyis a mért talajfelület 1  $\text{m}^2$ -ére eső levélfelület nagysága arányban van az előbbi két sávnak a százalékos összegével. Persze a levélfelületi index és a reflexió között korreláció van, ennek oka, hogy az elektromágneses sugárzást a növény levelének állása, illetve szöge is befolyásolja. A levél helyzetét főleg képanalízis során kell figyelembe venni, ugyanis ez jelentősen finomíthatja a távérzékeléssel történő növényfaj elkülönítést. Amikor a levél még nincs teljesen kifejtett állapotban, akkor a levélfelületi index kicsi értékű, a talajról érkező sugárzás elnyomja a növényzeti sugárzást.

A növények fejlődése során nemcsak a levélfelületi index emelkedik, hanem a színkoordináták is változnak. Érdeemes megfigyelni, hogy az alapszín-összetevők aránya az egyes növényfajoknál, illetve az egyes fajtáknál egyértelműen meghatározható, viszont az arányszám a fejlődés során folyamatosan változik. Szabad szemmel még nem is vehető észre a különbség, de mérésekkel már megállapítható, hogy a kezdeti zöld szín aránya magasabb, mint a vörös. Ám a vegetációs időszak végéhez közeledve ez az arány megfordul.

A távérzékelés nemcsak a talaj és a növénytakaró feltérképezése szempontjából fontos, hanem a vízellátottság szemszögéből is számottevő jelentőségű, ugyanis a szántóföldi növények fejlődését és a várható terméseredményt a vízellátottság jelentősen befolyásolja. Ha a talajban tartós vízhiány lép fel, az a termésmennyiség csökkenésével jár, melynek oka

vagy természeti, vagy társadalmi tényezőkön alapul. Magyarországon a természetes vízellátottság területfüggő. Az esetleges nedvességihiány csak jól tervezett vízgazdálkodással oldható meg, így mindenképp figyelembe kell venni a növények vízigényét és az adott talaj vízforgalom sajátosságait. A növényekben a párolgás következtében hőenergia-elvonás történik, így amikor vízhiányos periódusba kerülnek, a párolgás lecsökken, ami a növény hőmérsékletének emelkedésével jár. Távérzékelési módszerrel kimutatható az emittált elektromágneses sugárzás, amit a növény hőmérsékletének emelkedése befolyásol.

A modern, korszerű, versenyképesen fejlődő mezőgazdaság számára fontos, hogy a növények állapotáról, fejlettségéről, és a várható terméseredményekről megbízható adatok álljanak rendelkezésünkre. Az időben kapott információk hozzájárulnak, hogy az érintett minisztériumok munkáját meglehetősen könnyítsék. Ha Magyarország helyzetére gondolunk, akkor ez akár több milliárdos hasznot is eredményezhetne távolabbi viszonylatban.

## **2.) Az erdőgazdálkodás és a távérzékelés**

Az erdők feltérképezése a régi technikákkal hosszú időt, munkát, fáradságot igényelt és amikor a szakemberek felmértek egy területet, addigra különböző változások történtek, gondolhatunk az erdészeti munkálatokra is - például fairsítás, fatelepítés -. A régi eszközökkel még nagy problémát jelentett egy nehezen megközelíthető terület behatárolása, a területen élő fajok és állomány-típusok elkülönítése, a faállomány tömegének megbecsülése, a megbetegedett vagy kártevők által pusztított területek kijelölése is. A légi- és űrfelvételek alkalmazásával az erdészeti térképek könnyen frissíthetők, mindig aktuális információval szolgálnak, így sok eddigi megoldatlan problémára találhatunk kiutat.

A távérzékelési módszereket az erdészeti szakemberek nagyobb kiterjedésű térképezése mellett a fafajok behatárolásánál, a fákat károsító betegségek terjedésénél, a különféle szennyeződések felmérésénél, az erdőtüzek megfékezésénél, valamint az erdők vízgazdálkodásánál veszik igénybe legfőképpen.

A nagyobb vegyes erdőterületeket ábrázoló űrfelvételeken az eltérő fafajokról érkező sugárzásértékek eltérőek, a kompozitképeken különböző színekben jelenik meg. Az azonos fafajú erdőkben az egyes fák kora is meghatározó, ami színárnyalatokban mutatkozik meg.

Az infravörös tartományban készült felvételeken jól láthatóak a megbetegedett fafacsoportok. A betegség kezdődő stádiumában a növény levelén lejátszódó kémiai folyamatok mások, mint normál állapotban, így ennek következtében a sugárzási jellemző is változik. Ez szemben a régi módszerekkel nagy ugrást jelentett fejlődés szempontjából,

ugyanis az addigi szabad szemmel nem látható elváltozásokat, nemcsak az adott betegség kialakult állapotában, hanem még ennek kialakulása előtt el lehet kezdeni a védekezést. Sok segítséget nyújt az erre specializálódott szakembereknek, hogy az egymást követő felvételek értékelésével a betegség terjedésének gyorsasága és mértéke is behatárolható.

A Föld egyes részein gyakoriak az erdőtüzek, ami a csak ott élő ritka állatok és egyes növények pusztulásához vezethet. Ezen tüzek időben történő felfedezése, a tűzfészek pontos kijelölése a tűz terjedésének megakadályozásában fontos szerepet játszik. A távérzékelési módszerek által, rövid idő alatt elvégezhető a tűzvészsel sújtott területek és károk felmérése, és kialakítható egy gyors védekezési forgatókönyv.

Az erdőkben nemcsak a tüzesetek követhetők nyomon távérzékelési módszerrel, hanem az erdő vízgazdálkodása is. A faállomány nagy mennyiségű vízutánpótlást igényel; így olyan területeken, ahol a talajvízszint csökken, a fák lassabb fejlődése lesz megfigyelhető. Ugyanakkor a túlzott vízmennyiség sem pozitívan befolyásolja a facsemeték növekedését. A levélzet párologtatásának változása hőmérséklet-eltérést eredményez, ami a kisugárzási értéknél azonnal észrevehető.

### **3.) Geológiai alkalmazások**

A légi- és űrfelvételek felhasználása a földtani kutatásokban több évtizedes múltra tekint vissza. A megújuló természeti erőforrások állapotának felmérésében, állapotváltozásainak nyomon követésében nagy szerepet játszik a távérzékelés. Gyakorlati értéke és alkalmazása folyamatosan nő az egyre pontosabban kiépített műholdak és az újabb műholdak fellövésével. Az egyre növekvő számú, űrben keringő, egymástól eltérő jellemzőjű műholdak a feladat céljának megfelelő legjobb képalkotást tesznek lehetővé. Kiemelkedő jelentőségük ott mutatkozik meg, hogy a geológus a terepi kutatásokkal ellentétben egy felvételen nagy területet tud ellenőrizni alá vonni. Azonban nem szabad elfelejtenünk, hogy a távérzékelés csak kiegészítője a terepi vizsgálatoknak.

A vulkanológusoknak nagy segítséget nyújt a távérzékelés; a régi vulkáni krátereket, valamint a recens izzó vagy meleg vulkáni folyamatokat az űrfelvételeken jól lehet tanulmányozni. A különböző vulkánkitöréseket és az azokhoz kapcsolódó földrengéseket a helyi mérések és az űrfelvételek összekapcsolásával próbálják előrejelezni.

A vulkáni kutatásoknál előrébb járunk a sódómok helyzetének meghatározásával. (A sódómok vastag, nagy kiterjedésű sórétegek, amik több kilométerrel a földfelszín alatt számos helyen megtalálhatók, vastagságuk néha eléri az egy – két kilométert és területük több ezer

négyszázkilométer is lehet.) Ezek két okból fontosak, egyrészt a kősó-, másrészt a kősódómmal gyakran együtt emlegetett szénhidrogén-telepek miatt, amik gazdaságilag is jelentősek.

A kőzetek, valamint a felszínükön kialakult talajok elkülönítését a felszíni sugárzási mérések adatainak ismeretében lehet pontosítani. Az eddigi kutatási eredmények alapján levonható az a következtetés, hogy a vas oxidációs fokától függően különböző abszorpciós sávok rajzolódnak ki a műszeren a látható és a közeli infravörös tartományban. Az ultrabázisos kőzetek magas vastartalmuknak köszönhetően kiválóan feltérképezhetőek.

A mesterséges holdak által közvetített felvételekről meg lehet határozni a porózusabb kőzetek helyét is, ahol talajvíz fordulhat elő. Felfedezhetőek a régi folyóágyak, melyeket már betemetett a homok, de nagy valószínűséggel még tartalmaznak vizet. Ennek különösen nagy jelentősége van a vízhiányos területeken.

Az új technológiák megjelenésével a kutatók szempontjából új területek váltak nyitottá az ásványi erőforrások felkutatásában. A kőzetek nagy részét ugyan már korábban feltérképezték, de még mindig lehet találni, olyan területeket, amelyeket nem megfelelően tanulmányoztak át. 1969-ben indult egy program, mely távérzékelési adatokat használt fel kőolaj, ásványi anyag és talajvízkutatáshoz. A kőolaj és a földgáz sok millió éve elpusztult tengeri élőlényekből, főleg mikroszkopikus méretű algák maradványaiból keletkezett. A kőolajat és földgázt ezután csapdába ejthetik a környező kőzetek, melyek átjárhatatlanok számára. Ám még a legjobban záró kőzeteken is átszivárog egy kis kőolaj és földgáz, ennek nagy jelentősége van a tengeri olajmezők felkutatásában; a víznél kisebb sűrűségű olaj ugyanis felemelkedik a felszínre és ott olajjal burkolt gázbuborékokat hoz létre. Az így létrejövő olajpogácsák nagyobb foltokká állnak össze és ezek már műholdakról is észrevehetőek.

### **III.) Vizek távérzékeléses vizsgálata**

#### **1.) Tengeráramlatok**

A műholdak segítségével megfigyelhetjük az óceánok felületének egészét, illetve a tengerfelszín hőmérsékletének változásait, ezáltal figyelemmel kísérhetjük az áramlatok viselkedését is. Meghatározhatjuk aktuális szélességüket, a gyűrűk méretét és számát, a kanyarok elhelyezkedését, ami hatással van hajók sebességére. Az tengeráramlatok megismerése meteorológiai szempontból is fontos, mivel az áramlatok fölött gyakran alakulnak ki ciklonok és anticiklonok, amik a hurrikánok magjai lehetnek.

## **2.) Szerves anyagok kimutatása**

A vízben lévő szerves anyag kimutatásában is felhasználhatók a távérzékelési módszerek; a fitoplanktonok hatalmas mennyiségű szén-dioxidot kötnek meg és alakítanak élő anyaggá, ezáltal fontos szerepet töltenek be a Föld oxigénháztartásának egyensúlyában és a klimatikus viszonyok megőrzésében. Az óceánról visszaverődő infravörös fény mennyiségének csökkenését az ott lévő fitoplanktonok klorofiltartalma okozza. A fitoplanktonok egyrészt jelentősek, mint a tengeri tápláléklánc legalsó szintjén álló élőlények, másrészt viszont túlzott elszaporodásuk ártalmas is lehet. Az Egyesült Államok floridai partjainál az ún. fekete víz („black water”) okoz problémát. A szárazföldről a tengerbe mosódó szerves anyagok, valamint a műtrágyákból származó nitrogén és foszfor nagy mértékű táplálékhiányt okoz a fitoplanktonot alkotó algáknak, amik olyan mértékben elszaporodnak, hogy a tenger szinte feketévé válik. Ez ártalmas a korallokra, a pusztuló növényi maradványok miatt pedig csökken a víz oxigéntartalma, ami halpusztulást idéz elő. A távérzékelési módszerrel nyomon követhető fitoplankton-koncentráció változásra figyelmeztetni lehet a halászokat és a fürdőzőket.

## **IV.) Az atmoszféra távérzékelési kutatása**

A légkör összetevőinek elemzésénél és ezáltal a légszennyezés vizsgálatánál is jó szolgálatot tehet a távérzékelés. Ez a megfigyelési módszer a légkörön átjutó, illetve a visszaverődő sugárzás mérésén alapszik. Ilyen módon figyelemmel kísérhetjük a légköri ózonkoncentráció alakulását és a nitrogén-oxidok koncentrációjának ingadozását is. Az üvegházhatású gázok közül a szén-monoxid, a metán légköri jelenlétét szokás vizsgálni, valamint a különböző aeroszolok levegőben való előfordulását.

A meteorológiai előrejelzések pontosítása érdekében a földi mérőállomások adatai mellé fel szokták használni a felső légkör műholdas megfigyelésével kapott adatokat is. Ezek tájékoztatást adnak a felhőborítottságról, a levegő páratartalmáról, a légmozgásokról, valamint a felszíni hőmérsékletről is. Ahogy azt már korábban említettük nyomon követhető a ciklonok, anticiklonok, hurrikánok mozgása, illetve meg lehet becsülni kialakulásuk valószínűségét. A hurrikánokat csak műholdakkal lehet teljesen megfigyelni, így megjósolható, hogy hol vannak a veszélyeztetett területek, és hogy mekkora lesz a hurrikán ereje.



Az utóbbi években egyre jelentősebb szerephez jut az El Nino és La Nina jelenségek megfigyelése, melyek alakulására a tengerfelszín hőmérsékleti adataiból tudunk következtetni. Ez a két jelenség a halászat és az éghajlat alakulása szempontjából nagyon fontos, főleg ha időnként aszályok és erdőtüzek is kísérik, mint az 1997/98-as évben.

## **V.) A Föld egészére vonatkozó megfigyelések**

### **1.) A hőmérséklet-eloszlás feltérképezése**

A Föld egészének vizsgálatában is felhasználható a távérzékelés; műholdas hőmérsékletméréssel elkészíthető egy terület hőtérképe, ezek az adatok közvetlenül a talajfelszínre vonatkoznak, így jól kiegészítik a földi állomások értékeit. Ezúton információkat szerezhetünk az időjárás változásairól, a globális felmelegedés folyamatáról és a városok hatásáról környezetükre („hőszigetek”).

### **2.) A Föld alakjának, forgásának meghatározása**

A Föld alakjában fellépő egyenetlenségek következményeképpen megváltozik az adott hely gravitációs mezeje is. A mesterséges holdak kicsit feljebb vagy lejjebb ereszkednek a pályájukon, ezt az apró változást mérni lehet és így meghatározható a Föld geoidikus felszíne. Az így szerzett adatok legfontosabb felhasználási lehetősége a nagy kiterjedésű vízfelületek alakjának feltérképezése, illetve bolygónk belső szerkezetének pontosabb megismerése.

### **3.) A földi mágneses tér felmérése**

A műholdak által közvetített adatokból kiderül, hogy a felszín mágneses intenzitása nem homogén. Ennek jelentősége a Föld belső szerkezetének meghatározásában van, főleg a mágneses szerkezetű kőzetek (pl. magnetit) helyzete térképezhető fel.

## **VI.) Környezetszennyezés és távérzékelés kapcsolata**

A környezetvédelemben a távérzékelés alkalmazása magába foglalja a kőzet, a talaj, a víz, a levegőszennyezések felmérését, és ennek monitorozását. Manapság a légkör szennyeződései egyre nagyobb méreteket öltenek, az űrfelvételek használatával könnyebben lehetséges egy

ipari körzet levegőszennyezettségének vizsgálata. Elfogadható eredményt ilyen vizsgálatok során csak akkor kapunk, ha a szennyező anyag színárnyalata elég jól elkülöníthető a felvétel többi részétől. A feldolgozások alkalmazásával a szennyezett terület kiterjedését, a szélviszonyok függvényeként a por és a füst csóva irányát, és megfelelő terjedési modellek esetén a kiüledés mértékét lehet meghatározni, illetve becsülni a kibocsátási adatok alapján.

Az iparosodásnak köszönhetően egyre gyorsabb ütemben települnek a különböző gyárak, melyek a környezetvédelmi szabályokat hajlamosak figyelmen kívül hagyni, ebből kifolyólag igen felgyorsultak az ilyesféle környezetpusztító folyamatok. A savas esők a növények eredeti kémhatásának megváltoztatásával, a számukra értékes tápanyagokat kioldják. Az ásványkincsek után folyó harcban óriási területek válnak külszíni fejtés áldozatává. Vagy gondolhatunk a nem megfelelő földhasználat miatti hatalmas területekre is, amik gyors ütemben sivatagosodnak el. Az jelenségnek több oka lehet, de mégis leginkább a fejlődő országokra jellemző, ugyanis sokkal elmaradottabb termelési módszerekkel rendelkeznek és viszonylag nagy népességet kell ellátniuk. Ez sok helyen a termőföld kizsákmányolásához vezet. A trópusi területeken az esőerdők felgyújtásával, irtásával jutnak új termőföldekhez, ami következtében a talajt néhány év alatt elmossa a csapadék. Afrikában ellenben a túllegettetés okozza a legnagyobb problémát. Az egyre gyarapodó állatállomány nemcsak elszikesíti a földet, hanem a szavannák növényzetét lelegetve a sivatagi terület válik uralkodóvá. Nemcsak fairtással, állattenyésztéssel, hanem akár a túlzott öntözéssel is lehet környezeti károkat okozni. A közép-ázsiai Aral-tó is hasonló problémával küszködik, ugyanis az egyre több öntözéssel csökken a talaj vízszintje, így egyre közelebb kerül a kiszáradt állapothoz. Azonban azt meg kell jegyeznünk, hogy a tó lefolyástalan területen alakult ki, melynek a vízszintjét a párolgás és a bele torkolló folyók vízhozamának egyensúlya szabályozta. Így mióta a folyók menti területeken intenzív öntözéses mezőgazdaság vált uralkodóvá, a tóba jutó vízmennyiség nagyon lecsökkent, melyek következtében a párolgás miatt a tó területe is csökkenni kezdett.

Nemcsak a savas eső, az erdőirtás és a túllegettetés, valamint az intenzív mezőgazdaság okoz problémát a környezetben, hanem a levegőbe bocsátott koromszennyeződés is. Ez a korom egy idő után leülepedik, ami kis idő elteltével tovább szennyezi a talajt, és utána a légáramlatokkal eljut az Északi-sarkvidékre, majd ott a jégtakarót beborítja. Ennek következtében a napsugarak a sötét koromszemcséket jobban fel tudják melegíteni, és így az alatta lévő jég felolvad, ami egyértelműen hozzájárul a globális felmelegedéshez.

Összefoglalva láthatjuk, hogy az ember folyamatosan termel olyan fizikai és kémiai hulladékot, amely megváltoztatja a talajt, a levegőt és a természetes vizek összetételét, ezért

egyre sürgetőbb az igény térinformatikai rendszer üzembeállítására. Egy olyan számítástechnikai rendszerre lenne szükség, mely komplex módon, párhuzamosan képes a környezeti alapelemek (talaj, víz és levegő) folyamatos megfigyelésére úgy, hogyha ezen szférák bármelyikében változás áll elő, gyorsan következtetni tudjunk, hogy ez milyen további hatásokat idéz elő ezekben az egymással szorosan kölcsönható rendszerekben.

Felhasznált irodalom:

- Lóki: Távérzékelés földrajz tanár szakos és szakgeográfus hallgatók számára (Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó)
- Borsi: A magyar innovációs rendszer főbb összefüggései (Budapest, Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság)
- Gáspár: Általános innovációelmélet: kísérlet egy új tudományág alapstruktúrájának meghatározására (Budapest, Magyar Innovációs Szövetség)