

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem

Neveléstudományi Doktori Iskola



Doktori Iskola vezetője:

Dr. Pukánszky Béla, DSc, egyetemi tanár

Dr. habil. Szűts Zoltán, PhD, doktor habil., programigazgató

Nagyné Apró Anna

A fényszennyezés környezetpedagógiai vonatkozásai

Doktori (PhD) értekezés

Témavezetők: Prof. Dr. Mika János, DSc

Dr. Sütő László, PhD

Eger, 2023

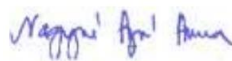
Nyilatkozat a munka önállóságáról, a szakirodalmi források megfelelő idézéséről

Alulírott Nagyné Apró Anna ezennel kijelentem, hogy

„A fényszennyezés környezetpedagógiai vonatkozásai”

című doktori értekezést magam készítettem és abban csak a szakirodalmi hivatkozások listáján megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint, vagy azonos tartalomban, de átfogalmazva más forrásból átvettem, a forrás egyértelmű megadásával megjelöltem.

Eger, 2023. november 15.



.....
Nagyné Apró Anna
doktorjelölt

Tartalom	
1. Bevezetés.....	5
2. Kutatási kérdések, hipotézisek.....	8
2.1. Kutatási kérdések	8
2.2. A kutatás kiinduló hipotézisei	9
3. Szakirodalmi áttekintés	10
3.1. Fényszennyezés mint környezeti probléma.....	10
3.1.1 Közvetlen hatások	16
3.1.2 A csillagos égbolt látványának zavarása	24
3.2 A fényszennyezés bemutatására és csökkentésére irányuló nemzetközi törekvések.....	28
3.3 A környezeti nevelés alapfogalmai	40
3.3.1. A környezeti nevelés célja	40
3.3.2 A környezeti nevelés színterei.....	42
3.3.3 A környezeti nevelés szereplői.....	45
3.3.4 A környezeti nevelés tartalmának bővülése a fenntarthatóság fogalmával	47
3.3.5 A környezeti nevelés kapcsolódásai.....	50
4. A kutatás eszközei, módszerei	57
4.1. A dokumentumok tartalmi elemzése.....	57
4.2 A tudásfelmérő kérdőív	59
4.3 A kísérleti tananyag összeállítása.....	60
4.4. Médiaelemzés.....	61
4.5. A Csillagos Égbolt Park hatásának vizsgálata.....	62
5. Eredmények	64
5.1. Dokumentumelemzések - helyzetkép a fényszennyezés tanításáról, problémáiról.....	64
5.2. Fényszennyezéssel kapcsolatos online kérdőív elemzésének eredményei.....	84
5.2. Fényszennyezéssel kapcsolatos online kérdőív elemzésének eredményei.....	84
5.3. Az empirikus vizsgálatok alapját képező szemléletformáló program bemutatása	92
5.4. Médiaelemzés.....	111
5.5. Felnőtt lakossági kérdőívek eredményei	116
5.5.1. Eredmények.....	118
6. Összefoglalás	130
6.1. A hipotézisek teljesülésének értékelése.....	130
Köszönetnyilvánítás.....	133
Irodalomjegyzék	134
Mellékletek.....	142

1. számú melléklet:.....	142
2. számú melléklet: Tanulói felmérőlap	163
3. sz. melléklet: Lakossági kérdőív	166

1. Bevezetés

A fényszennyezés a környezetterhelő folyamatok fogalmkörébe beletartozó, emberi tevékenységekből származó mellékhatásként is tekinthetünk rá.

A légszennyezéssel vagy a vízszennyezéssel szemben a fényszennyezés fogalma és hatása kevésbé van jelen a köztudatban. Talán azért, mert a fejlett, biztonságos városi létforma elengedhetetlen tartozékává váltak a kivilágított közterek, fényreklámok, hozzászoktunk, hogy sötétített szobákban, redőnyök mögött alszunk. Sokunknak meg sem fordul a fejében, hogy lehetne másképp, hogy a fényszennyezés milyen hatással van a saját életünkre, hogyan károsítja környezetünket. Azzal végképp keveset törődünk, hogy az ember szennyező tevékenységei közül pont ezt a problémát oldhatnánk meg a legegyszerűbb és leghatékonyabb módon.

A mesterséges fényt a környezetszennyezés többi formáihoz lehetne sorolni, mert már szisztematikus károkat okoz a természetben – erre figyelmeztettek tanulmányukban az Exeteri Egyetem kutatói (Avalon et al, 2020). Méreteit és intenzitását tekintve a Föld éjszakai megvilágítása mesterséges fényvel évente 6 százalékkal nő. Fontos kihangsúlyozni, a fénykibocsátás 6%-os növekedését nem indokolja a népesség, vagy a világgazdasági termelésének növekedési rátája. Mindezek mellett, a világítási berendezések hatékonyságának javulásával a fajlagos fénykibocsátáshoz szükséges energiaigény csökkent (Hölker et al. 2010). Az egyetem biológuscsoportja szerint ez már akkora problémává nőtte ki magát, ami a klímaváltozáshoz hasonlítható. Tanulmányukból kiderül, hogy a fényszennyezés az állatvilág különböző fajainak széles skáláját érinti, befolyásolja a hormonszintet, a szaporodási ciklust, az állatok aktivitását és a ragadozókkal szembeni sebezhetőséget is. A kutatók 126 korábbi tanulmány elemzésével vizsgálták a fényszennyezés élővilágra gyakorolt hatását a rovarok végezte beporzás csökkenésétől a fák korai rügyezésén át a világító tornyokba repülő madarakig és a kivilágított tengeri szállodákat a hajnali napfényvel összekeverő, és ezért eltévedő tengeri teknősökig. Az éjszakai mesterséges fény miatt a vizsgált állatoknál az alvási ciklust szabályozó melatonin hormon csökkent szintjét találták. Az éjszakai és a nappali állatok viselkedési szokásai is megváltoztak. A többnyire éjszaka táplálkozó rágcsálók rövidebb ideig voltak aktívak, míg a madarak jóval korábban kezdtek énekelni és férgeket keresni (Sánchez et al, 2021, Avalon et al, 2020). Az emberi egészséget is kétségtelenül befolyásolja a világítás. Először is le kell szögeznünk, hogy a világítás hatása az emberi egészségre lehet pozitív vagy negatív. A pozitív

megközelítésben gondoljunk a fényterápiás kezelésekre. Másodsor, az emberi egészséget a világitáson kívül számos más tényező is befolyásolja. Harmadszor pedig elmondható, hogy ugyanazok a fényviszonyok nagyon eltérő egészségügyi hatást gyakorolhatnak a különböző személyek életkorától és egészségügyi állapotától függően. A megnövekedett éjszakai fény csökkentheti a melatoninintermelést, ami alváshiányt, fáradtságot, fejfájást, stresszt, szorongást és egyéb egészségügyi problémákat okozhat. A legújabb tanulmányok összefüggést mutatnak a csökkent melatonin szint és a daganatos megbetegedések kialakulásának kockázata között (Falchi et al, 2011; Lamphar et al, 2022; Portnov et al., 2016, Bashiri et al., 2014). Összességében ezek a feltételek azt jelentik, hogy nagyfokú körültekintésre van szükség a világitás emberi egészségre gyakorolt hatásaira.

Az éjszakai mesterséges fény hatásaival az elmúlt pár évtizedben kezdtek hangsúlyosabban foglalkozni, ugyanakkor a téma – különösen a törvényi szabályozás szempontjából – még mindig egy viszonylag elhanyagolt terület.

A fényszennyezés negatív hatása indirekt módon gyakorlatilag a teljes ökológiai rendszert érinti. Itt elsősorban a növények említhetők példának a beporzás elmaradásával. Direkt hatása pedig a fényre repülő rovarok, a denevérek, a tengeri teknősök és madarak populációin mutatkozik meg (Csörgits, Gyarmathy, 2006).

A jövő ugyan fényes, de egyben borús egészségügyi, ökológiai és csillagászati szempontokból. A trendekben rejlő kockázatot tovább növeli, hogy az ökológiai és egészségügyi szempontokból kritikus spektrális tartomány (a világitás kékbe eső része) aránytalanul növekedik azáltal, hogy a korábban szinte egyeduralgódó nátriumlámpákat fehér fényforrásokkal váltják ki.

Doktori kutatásaim arra irányulnak, hogy segítsen a fényszennyezésnek mint egy újkeletű környezeti problémának a felismerését és tudatosítását az iskolába járó diákok körében. Ennek jegyében a kutatás első lépése a hazai oktatást irányító dokumentumok és tankönyvek tartalmi elemzése volt, hogy lássuk, mennyire vesz tudomást a problémáról a hazai oktatásügy. Más megfogalmazásban, mennyire van esélye egy átlagos tanulónak (aki az iskolába járáson túl, semmilyen plusz erőfeszítést nem tesz) arra, hogy megismerkedjen a problémával. A következő kérdés az volt, hogy milyen fokú tényleges ismeretekkel rendelkeznek tanulók a kérdéskörrel. A harmadik pedig arra irányult, hogy célzott ismeretátadással mennyire bővíthetők a tanulók ismeretei. Végül, a negyedik és ötödik ámban két további, potenciális ismeretforrást vizsgáltam abból a szempontból, hogy ezek mennyire

lehetnek hasznosak a fényszennyezéssel kapcsolatos ismeretszerzésben. E két forrás egyike közül a hazai országos televízió- és rádióműsorok kapcsán azt vizsgáltam, hogy azok milyen gyakran, milyen időtartamban és milyen tartalommal foglalkoznak a kérdéskörrel. A másik, potenciális ismeretforrások a Csillagoségbolt-parkok, melyekkel kapcsolatban azt vizsgáltam, hogy van-e egyértelmű pozitív hatása a Park közeli jelenlétének, más szóval többet tudnak-e a felnőtt lakosok a problémáról azon a településen, amelynek közelében van ilyen park, mint azon kontroll-településen, ahol nincsen.

Értekezésem szerkezete a következő:

A 2. fejezet tartalmazza a kutatási kérdéseket és a kutatási hipotéziseket. A 3. fejezet a fényszennyezésről és a környezetpedagógia területeiről gyűjtött szakirodalmi feldolgozást tartalmazza. A kutatás során alkalmazott módszereket a 4. fejezetben, a kutatás eredményeit az 5. fejezetben foglaltam össze, míg a 6. fejezet értékeli, hogy azok megerősítik, vagy cáfolják-e az előzetes hipotéziseket. Végül, a Mellékletek között szerepel az a tanároknak szánt, 19 oldalas oktatási segédanyag, amelynek alapján magam is végeztem az ismeretbővítő oktatást, mely kiegészül a diákok és a felnőttek számára szerkesztett kérdőívekkel.

A disszertációban szereplő kutatásokat az EFOP-3.6.2-16-2017-00014 "*Nemzetközi kutatási környezet kialakítása a fényszennyezés vizsgálatának területén*" c. pályázat támogatta. A pályázat „*Nevelési és világítási szokások*” alprojektjének munkálataiban vettem részt.

2. Kutatási kérdések, hipotézisek

2.1. Kutatási kérdések

A fényszennyezés – amint ezt a Bevetésben is érintettem és a 3.1 alfejezetben tovább részletezem – egy olyan létező környezeti probléma, amit a közoktatásban is be kell mutatni, illetve érdemes megismerni, hogy a média és a társadalmi tudásbővítés lakossági formái mennyire felkészültek a probléma felismerésére és a lehetséges megoldások közvetítésére.

A fényszennyezés, mint frissen feltárt környezeti probléma, az alap- és középszintű közoktatásban még nem rendelkezhet hagyományokkal. Célunk ezért a Nemzeti Alaptanterv, a kerettantervek, tankönyvek tartalmi áttanulmányozása a fényszennyezést középpontba helyezve. További cél a témakört pedagógiai oldalról beilleszteni az egységes természet tanítási folyamatába, a tényalapú, kutatásalapú és gyakorlatias oktatás keretei közé. Ennek egyik hozománya a háztartásokban és annak közvetlen környezetében megtalálható energiaforrások és készülékek takarékos felhasználása, fogyasztáscsökkentése, hatékonysága, mellyel meg lehet alapozni az anyag- és energiatakarékos személetet, életmódot.

A kutatás kezdetekor a következő kérdések merültek fel:

- A Nemzeti Alaptantervben és a kerettantervekben a természettudományos tantárgyakra vonatkozó nevelési- és fejlesztési célok milyen mértékben tartalmazzák a fényszennyezéssel kapcsolatos ismereteket, azok mindennapi életben alkalmazható tudásának kialakítási módjait?
- A csillagászat és a hozzájuk kapcsolódó tudományos és kulturális értékek terjesztése az oktatási tevékenységekbe beillesztendő alapvető tartalomnak tekintendő. A fentiek szaktárgyi vonatkozásban milyen új ismeretekkel egészíthetők még ki, illetve hogyan lehet módosítani az általános- és középiskolás tananyagot a természetismeret, biológia, fizika és földrajz tantárgyakban a fényszennyezést kiváltó okok és következmények közötti összefüggések megértését elősegítve?
- Mely módszerek alkalmazásával segíthető elő a témával kapcsolatos informálódás igényének kialakítása?
- Milyen tartalmakat közvetít a média a fényszennyezés témájában? Mennyire helytálló a források tudományos tartalma?

- Többet tudnak-e, illetve korszerűbb, egészségesebb eszközökkel világítanak-e azon települések lakói, amelyek közel esnek a Csillagoségbolt-parkhoz?

2.2. A kutatás kiinduló hipotézisei

A kutatás kezdetén a hipotéziseket az alábbiak szerint fogalmaztam meg:

H1: A Nemzeti Alaptanterv (2020) és annak kerettantervei, valamint az ezzel összhangban engedélyezett tankönyvek már tartalmazzák a fényszennyeződés problémakörének kellő alaposágú és terjedelmű tárgyalását.

H2: A középiskolás diákok már rendelkeznek bizonyos tájékozottsággal a fényszennyeződés kérdéskörében.

H3: Célzott, rövid oktatási programmal jelentősen bővíthető a diákok tájékozottsága a fényszennyezés témakörében.

H4: Az országosan elérhető televízió- és rádió-csatornákon ma még ritkák, rövidek és szűk tartalmúak a fényszennyezéssel foglalkozó műsorok.

H5: A Csillagoségbolt-parkokkal egy településen élő felnőttek tájékozottsága magasabb szintű, mint az ezekhez közel eső, hasonló lélekszámú kontroll-településeken élőké.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. Fényszennyezés mint környezeti probléma

Évmilliárdokon keresztül az élet a Földön olyan fény és sötétség ritmusában létezett, amelyet kizárólag a Nap, a Hold és a csillagok világítottak meg. Most, a mesterséges lámpák által a városok éjjel is ragyognak, megzavarják a természetes nappali és éjszakai környezetünk finom egyensúlyát. A mesterséges fény éjszaka megnövekedett és széles körben elterjedt használata nemcsak a csillagos égbolt látványát rontja, hanem hátrányosan befolyásolja környezetünket, biztonságunkat, energiafogyasztásunkat és egészségünket.

A fényszennyezés problémája egyre gyorsabban növekszik. Veszélyforrásként tekinthetünk rá az embereket, állatokat és növényeket illetően, emellett a csillagászok munkáját is megnehezíti, mivel a vizsgálandó csillagok elhalványítását idézi elő. Ökológiai hatásai sokrétűek. A fény azért jelenthet problémát az állatok számára, mert azt az érzetet kelti bennük, hogy nappal van, ezért viselkedésük is ahhoz igazodik. A rovarok a fényre repülnek, ahol csapdába kerülnek, a vonuló madarak tájékozódását zavarhatják különböző fényforrások. Humán-egészségügyi hatásainak is jelentős figyelmet kell fordítani, ugyanis a hormonális egyensúlyszabályozás biztosításához számunkra is szükséges a háborítatlan éjszakai természetes állapotban való zavartalan pihenés (Apró, Novák 2018).

Fontos meghatározni azokat az alapfogalmakat, melyeket a dolgozat hátralevő részében használok. Normatív értelemben nem beszélhetnénk fényszennyezésről mint a környezetterhelés egy lehetséges módjáról, ugyanis 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályaiban a környezetterhelést a következő módon értelmezi: *„környezetterhelés: valamely anyag vagy energia közvetlen vagy közvetett kibocsátása a környezetbe”*. A fényre mint energiára tekintünk, így az előző meghatározás a fénykibocsátásra is vonatkozik, azaz amikor fényterhelésről beszélünk, akkor valójában a következőt értjük: a fény közvetlen (azaz egy világítótest: lámpa) vagy közvetett (pl. egy megvilágított épületről visszaverődő fény) kibocsátása a környezetbe. Itt azonban kapcsolódhatunk a környezetszennyezés meghatározásához, miszerint: *„a környezet valamely elemének (a föld, a levegő, a víz, az élővilág, valamint az ember által létrehozott épített (mesterséges) kör-*

nyezet, továbbá ezek összetevői) a kibocsátási határértéket meghaladó terhelése”. A gondolatmenet következő pontjái a kibocsátási határérték meghatározására is szükségünk van: „a környezetnek vagy valamely elemének jogszabályban vagy hatósági határozatban meghatározott olyan mértékű terhelése, melynek meghaladása – a mindenkori tudományos ismeretek alapján – környezetkárosodást idézhet elő”. A kibocsátási határérték kifejezés már önmagában arra enged következtetni, hogy létezik egy maximum kibocsátási érték, amit meghaladva környezetkárosodást idézünk elő. A fény („az elektromágneses tér állapotának időbeli változása, mely sugárzásként terjed”) esetében is kell tehát egy kibocsátási határérték, amit ha meghalad, szennyezi a környezetet. A sugárzásra vonatkozóan nincs megállapítva ilyen kibocsátási határérték, tehát ebből fakadóan nem lehetséges maga a környezetszennyezés sem (Urbanics, 2009). Ugyanakkor a köztudatban fényszennyezésként vált ismertté a környezet indokolatlan megvilágítása, így a dolgozat további részében ezt a szóösszetételt használom.

Az Országos Településrendezési és Építési Követelmények (továbbiakban: OTÉK) által megalkotott definíció szerint a „fényszennyezés olyan mesterséges zavaró fény, ami a horizont fölé vagy nem kizárólag a megvilágítandó felületre és annak irányába, illetve nem a megfelelő időszakban világít, ezzel káprázást, az égbolt mesterséges fénylését vagy káros élettani és környezeti hatást okoz, beleértve az élővilágra gyakorolt negatív hatásokat is.” (OTÉK, 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet). A világítástechnikusok a káprázást, mint a fényszennyezés egyik összetevőjét, régóta vizsgálják, melynek elsődleges forrásaként a látótérben jelenlevő nagy fényűrűségű felületről, a vízszinteshez közeli irányokba terjedő fényt jelölték meg, vagyis a fényből nem csak oda jut, ahová azt tervezték. Jelentősen csökkenthetőnek ítélik a fényszennyezés többi komponensét, amennyiben a káprázást korlátozni tudjuk (Kolláth, 2003).

A fényszennyezés összetevőit tovább vizsgálva az átgondolatlan világítás emelhető ki elsősorban, ami származhat

- a közvilágításból,
- díszvilágításokból, fényárvilágításból.

A reklámvilágítások célja a figyelem felkeltése a potenciális vásárlók irányába, ami szintén említendő a fényszennyezést kiváltó okok kapcsán, ugyanakkor ide sorolhatók a továbbiakban a sportlétesítmények hatalmas reflektorfényei is.

A fényszennyezés forrásai:

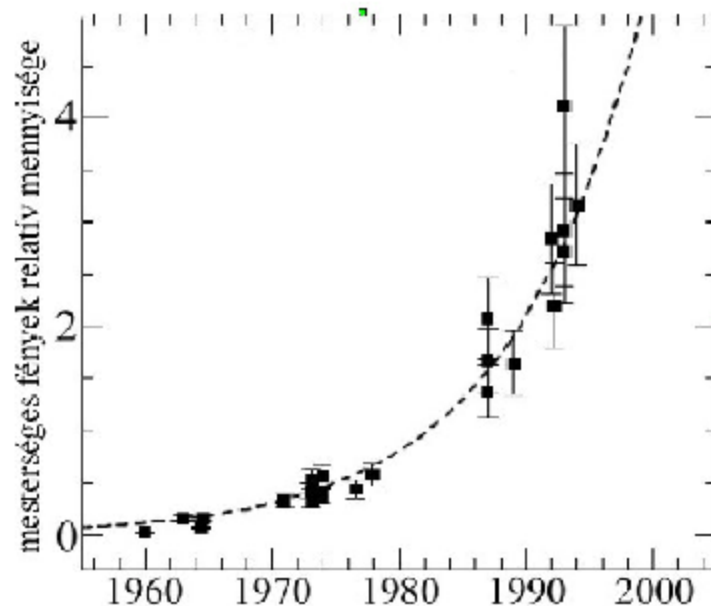
1. rosszul irányított, szórt és elkerülhetően visszavert fények. Pl. a templomok, várak éjszakai megvilágítása erős reflektorokkal. Esztétikailag gyönyörű látvány nyújt, ám mégis fényszennyezésnek minősíthető, mert bizonyíthatóan káros hatásai vannak.

2. a szükséges szintet meghaladó világítás, vagyis akkor is és olyan erősséggel világítunk, amikor az nem indokolt (Kosztolicz, 2009).

Maga a probléma tehát akkor keletkezik, ha a fényforrások hibás tervezése vagy működése következtében időben és térben úgy jut többletfény a környezetbe, hogy a) nem tölti be a célját, b) indokolatlanul nagymértékű fénykibocsátással jár, c) illetve akkor is, ha megfelelő, de nagy területet érint (Apró, et al, 2018a).

A természet fényváltozása alapvetően határozza meg a bioszféra életritmusát. Az élővilág alkalmazkodott a változó hosszúságú nappalok és éjszakák, a holdfázisok és az évszakok által okozott változásokhoz, elkülönültek az éjszakai és nappali életmódot folytató fajok, s egyensúly teremtődött a ragadozó és zsákmány állatok között.

Az emberiség által használt fény mennyisége az 1960-es évek eleje óta gyakorlatilag exponenciális növekedést mutat (3.1. ábra).



3.1. ábra. A mesterséges fények növekedési üteme

Forrás: http://astro.u-szeged.hu/szakdolg/andrasizs_szd/node3.html

A gázlámpák, majd az elektromosság megjelenése, a villamos energia fénné alakítása, az izzólámpa fejlődése tovább növelte a fényhasználatot. A világítástechnika fejlődése során a fényhasznosítás növekedése és a fény árának csökkenése a várttal ellentétben nem az energiafelhasználás mérséklésével, inkább annak többletfogyasztásával párosul. Az évmilliárdok alatt kialakult rendtől nagyban eltér napjaink fényhasználata, ugyanis a mesterséges világítás elterjedésével gyakoribb, hogy zavaró hatásairól is beszélnünk kell. A rosszul irányított és funkció be nem töltő fények gondot okoznak az élővilágban (Kolláth-Gyarmathy, 2015).

A fényszennyezés rövid története

A továbbiakban áttekintjük a világítás fejlődésének szakaszait abból a célból, hogy végig kövessük a technológia fejlődésén keresztül azt a mechanizmust, amelynek a következménye lehet a fényszennyezés negatív hatásainak megjelenése.

Vitatott maga a tény, hogy az ember mikor kezdte el használni a tüzet. A tudomány jelenleg elfogadott elmélete szerint a felső-őskőkorszakban (alsó paleolitikum) fedezték fel és kezdték használni (talán a Homo erectus) mintegy ~500 ezer évvel ezelőtt. A tűzzel képes volt magának biztosítani a meleget, a ragadozóktól való védeltséget, az ételek emészthetőbbé tételét és nem utolsósorban a tűz által generált fényforrást. Továbbfejlesztett technikája a fáklyák, a kanócégős mesterséges fényforrások, pl. hóállós cserépedényekben világító mécsesek, gyertyák, olajlámpások feltalálását eredményezte (Puskás, 2001). Innovációnak tekinthető az olajlámpák esetében az, amikor használat közben is képesek voltak pótolni az elégett olajat.

A következő fontos momentum a világítástechnika fejlődésében a petróleumlámpák megjelenése. A petróleum lángja a mécsesekhez képest jóval nagyobb intenzitással bír és színhőmérsékletükben is különböznek, ugyanis sokkal fehérebb fényt ad (Apró, Novák, 2018).

Az 1800-as években az elektromos áram felfedezése következményeként felmerült az igény a villamosenergiával működő fényforrásokra. Humphry Davy vékony platinaszálalattal izzított fel elektromos energia segítségével. Humphry Davy alkotta meg az első szénelektrodos ívlámpát. Irinyi János zaj- és robbanásmentes gyufája megjelenését a szabadalmaztatott platina izzószálas vákuumos izzók (Frederick de Moleyns) és a szénszálas izzók követték (John W. Starr).

Thomas Alva Edison (1847-1931) és Joseph Wilson Swan (1828-1914) feltalálók hosszú éveken keresztül próbálták megalkotni a leghosszabb élettartamú izzót. Más feltalálók is sorra mutatták be eredményeiket, pl: Angliában a villanyfényvel működő világítótorony, kísérleti jelleggel

megjelentek a gázlámpás közlekedési lámpák, valamint az elektromos áram kábelen történő hosszabb eljuttatása a háromfázisú rendszer kiépítésével. Az 1900-as évek elején Dr. Just Sándor és Hanaman Ferenc szabadalmaztatták a volfrám izzószál gyártási eljárását. Európában Tungstam márkanéven váltak ismertté. Az 1960-as évektől kezdve a xenon lámpák, majd a halogénizzók nagynyomású fémhalogén lámpák, végül pedig a fénykibocsátó diódák (LED-ek) használata vált mindennappossá környezetünkben (Krajewski, 2014).

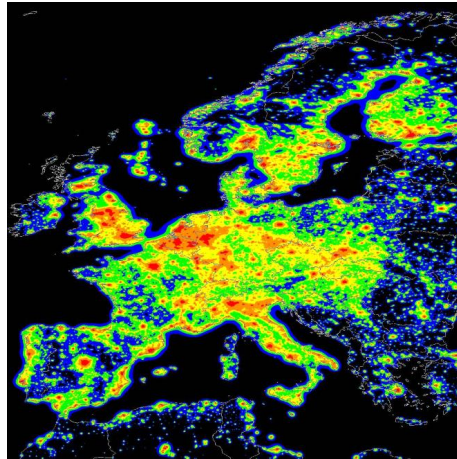
Az idő előrehaladtával az urbanizációs folyamatok is nagymértékben befolyásolták a fényforrások használatát. A közvilágítás tekintetében a nagyvilágban egészen az 1550-es évekig kell visszautaznunk - Párizsba, ahol elsőként jelent meg a mai értelemben utcai közvilágításnak minősülő fényforrás. Hazánkban az 1770-es évek jelentettek áttörést az olajmécsesek megjelenésével Buda utcáin. Az első világháborúig fejlődő időszakot tudhattak maguk mögött a közvilágítás kiépítéséért felelős szakemberek, azonban a háborús időszak teljes mértékben megállította ezt a folyamatot. A háborúk utáni hatalmas károk teljes helyreállítása következtében külterületek megvilágítására is nagy hangsúlyt fektettek. Budapest utcáin elsősorban a fehérfényű higanygőzlámpák voltak megtalálhatóak, melyek az energiafogyasztás tekintetében nem igazán minősülnek előnyösnek. Modernizálásuk, energiatakarékos izzókra történő lecserélésük jelentős mennyiségű (közel 15%-os) áramszámla díj csökkenést eredményezett (Puskás, 2001).

A fejlett országok gyorsan növekedő gazdaságának köszönhetően jelentek meg a felhőkarcolók, magas torony- és irodaházak. Éjszakai kivilágításuk számos esetben az égbolt felé irányul, valamint veszélyt jelentenek a vándorló madarakra egyaránt. Egy 1960-as évekbeli feljegyzés szerint Wisconsin államban közel 20.000 elpusztult madár tetemét számlálták egy kivilágított torony 150 méteres közelében (Garstang, 2004). Napjainkban ez az érték már jóval nagyobbak tekinthető.

A mesterséges fényforrások egyre nagyobb intenzitású növekedéséből és helytelen alkalmazásából adódó fényszennyezés jelenségével elsősorban a biológusok és a csillagászok kezdtek el foglalkozni, majd később csatlakoztak a világítástechnikusok (Apró, Novák, 2018).

Az olasz Pierantonio Cinzano és munkatársai elkészítették Európa fényszennyezési térképét (3.2. ábra), aminek elemzése által aggasztó becslések láttak napvilágot arról, hogy milyenné válhat az égbolt már a közeli 2025-re. Az előrejelzés főként a nagyvárosok fényszennyezettségét becsülte a

legerősebbre, ami azt eredményezné, hogy a Tejút látványa a lakosság többsége számára eltűnne (Cinzano et al., 2001).



3.2. ábra

Fényszennyezetségi térkép

Kép forrása: <http://www.smo.uhi.ac.uk/smo/side/annasan/>

Civilizált világunk elengedhetetlen részét képezi a fényforrások használata. Életünk szinte elképzelhetetlen a sok funkciót (biztonságérzet, biztonságos közlekedés, reklámfelületek megvilágítása, szép városkép) betöltő köz-, vagy épp díszvilágítások nélkül. Egy rosszul irányított vagy rosszul árnyékolt fényforrás nem hatékony, ugyanis nem arra a megvilágítandó objektumra, felületre irányul a fénye amelyre hivatott, ennek következtében pedig villamosenergia-pazarlás történik (Kolláth, 2009). A minőségi világítási tervezés csökkenti az energiafelhasználást és ezért az energiafüggést. Csökkenti a széndioxid-kibocsátást, pénzt takarít meg, és lehetővé teszi számunkra, hogy élvezzük az éjszakai égboltot (Apró, Novák, 2018).

A mesterséges fénynek káros és megszüntethető elemei közé sorolhatjuk az alábbiakat, melyek részletesen elemzésre kerülnek az alábbiakban:

- energiapazarlás
- a káprázást kiváltó effektusok
- birtokháborítás kérdése
- állat- és növényvilág zavarása
- az éjszakai égbolt eltűnése (Kolláth, 2003).

3.1.1 Közvetlen hatások

Csepregi István (2004) tanulmányában több csoportot különített el a fényszennyezés mérséklésére vonatkozó szabályozások indokoltsága alapján. A továbbiakban ezen szabályozási pontokon keresztül részletezem a fényszennyezésből fakadó közvetlen hatásokat.

- 1) környezetvédelmi: a környezet különböző nagyságú területeire ható indokolatlan fényterhelés
- 2) természetvédelmi: azon fényterhelő hatások, melyek negatívan befolyásolják a populációk méretét és összetételét
- 3) energiagazdálkodási: energiapazarlás minimális szintre történő csökkentése, energiahatékonyság szempontjából pedig a maximalizálás növelése,
- 4) közlekedésbiztonsági: balesetveszély a káprázást okozó járművek, valamint a rosszul tervezett közvilágításból eredő zavaró fények hatására
- 5) humán-egészségügyi: fényszennyezés egészséget befolyásoló hatásai, stressz növekedése, dagados megbetegedések esélyének növelése
- 6) tudományos okok: a csillagos égbolt mesterséges kifénylése miatt zavaró körülmények befolyásolják a megfigyeléseket
- 7) kultúrtörténeti: a csillagos égboltnak, mint az emberiség örökségének megőrzése (Apró, Novák, 2018).

A továbbiakban a szabályozások indokoltságaként felsoroltakat külön pontokként részletezve mutatom be.

1) Környezetvédelmi: a környezet különböző nagyságú területeire ható indokolatlan fényterhelés

A fényszennyezést meghatározhatjuk úgy is, mint hogy az emberek közvetlenül vagy közvetve mesterséges fényt juttatnak a környezetükbe. Ez a fajta világítási mód magában foglalja a túvilágítást, mely magában foglalja a túlzott és szükségtelenül alkalmazott mesterséges fényt, és a rosszul megtervezett lámpatesteket. Míg az éjszakai égbolt fokozott fényessége a legismertebb következménye a fényszennyezésnek, nem szabad megfeledkeznünk azon környezeti tényezőkről sem, melyek szintén szenvedői a problémának. Azonban más riasztó szempontokat is figyelembe kell vennünk: tény, hogy a világítás az összes energiafogyasztás egynegyedéért felelős. A funkcióját be

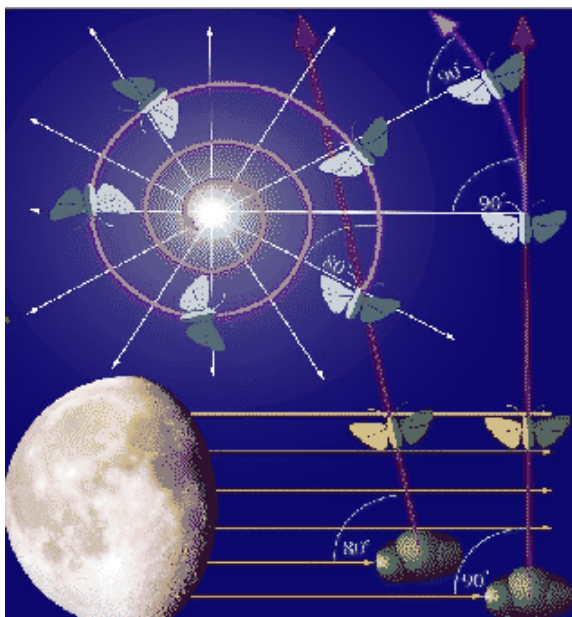
nem töltő, vagyis az égbolt felé felfelé irányuló világítás energiapazarlással jár, ami több üvegházhatású-gázkibocsátással jár, melyek a globális felmelegedésért felelősek (Rajkhowa, 2014).

2) Természetvédelmi: azon fényterhelő hatások, melyek negatívan befolyásolják a populációk méretét és összetételét

Hazánkban a fényszennyezés negatív hatásainak indirekt módja a teljes ökológiai rendszert érinti. Példaként a növények említhetők a beporzás elmaradásával. Direkt hatásuk a fényre repülő rovarok, a denevérek, a tengeri teknősök és madarak viselkedésében mutatkozik meg (Csörgits–Gyarmathy, 2006). Általános problémák közé sorolhatók főként a repülő állatok (ide sorolhatók ezen kívül más állatok is, mint például a teknősök, békák) esetében, hogy útjuk során eltévedhetnek, fénycsapdába kerülhetnek, magas épületek falaiba ütközhetnek, vagy csak egyszerűen eltávolodnak élőhelyükről, fészkükből. Az éjszakai életmódot folytató fajok esetében a mesterséges fények miatt a táplálékszerzésre fordított idő lerövidül (Kolláth – Gyarmathy, 2015).

Rovarok

A rovarfajok evolúciójával magyarázható, hogy egy olyan környezethez alkalmazkodtak, ahol éjszakánként az egyetlen fényforrás csak a Hold és a csillagok (Pécsi, 2015). Ezek iránya a hosszabb távú repülés során nem változik, így a belőlük érkező fénysugarak könnyítik a tájékozódást. Tájékozódásuk lényegének megértése céljából segítségünkre szolgál a 3.3. ábra:



Az egyenesen repülő rovarnak az indulása előtt meg kell jegyezni, hogy a kiválasztott fényforrás milyen szög alatt éri a szemét, s ha a repülés folyamatában ezt a szöget tartja, akkor azzal garantálta az egyenes útirányt. Ezt a fajta repülési stratégiát ma is ugyan így alkalmazzák, annyi különbséggel, hogy a kiválasztott fényforrásként a közelebb elhelyezkedő, jóval erősebb fényű utcai lámpákat választanak. A magyarországi fajok vonatkozásában 380 védett és ezekből 31 fokozottan védett rovarfajok közel harmada repül fényre. A fényszennyezés direkt hatását a világító eszközök közelségében fejti

ki, ugyanis túlságosan közel vannak ahhoz, hogy az egyenes repülés során a fénysugarak szöge ne változzon. A változást maga a rovar úgy érzékeli, hogy letért az egyenes irányról, ami által útirányán is változtatni kényszerül annak érdekében, hogy korrigálja az indulási állapot alkalmával megjegyzett szöget (Apró, Novák, 2018). Amikor a korrigálás folyamatos, és az eredeti szög 90 fok volt, akkor egy körpályán kering a lámpa körül, abban a tudatban, hogy ő egyenes vonalú mozgást végez. Amikor a kiindulási szög 90 foknál kisebb, akkor egy spirális röppályán egyre közeledő mozgást végez a fényforrás irányába mindaddig, amit hozzá nem ér az izzóhoz (Horváth et al., 2011). Potenciális károsodások közé sorolhatjuk ebben az esetben is az élőhelytől, táplálkozó helytől való eltávolodást, a szaporodó partnerek szeparálását, a ragadozóknak való nagyobb kitettségek, az egyedek közvetlen vagy közvetett elhullását és legrosszabb esetben a populáció összeomlását, lokális kipusztulását (Csörgits–Gyarmathy, 2006).

A bajorországi Sulzheimben 4 hónapig vizsgálták, hogy mely lámpatípusok vonzzák jobban és kevésbé a rovarokat. A kísérletben higany-, nátrium-xenon-és nátriumgőzlámpák kerültek felhasználásra. A kutatási tevékenység végén arra az eredményre jutottak, hogy a higanygőzlámpák nagyobb mértékben vonzották a rovarokat, mint a hagyományos sárgás fényű villanykörte. Ezt azzal magyarázták, hogy a sárgás fényt a rovarok kevésbé érzékelik, ellentétben a kékes fényt kibocsátó higanygőzlámpákéval szemben (Gerhard, Andreas, 2009).

Hazai vonatkozású kutatások is történtek az ELTE Fizikai Intézet Biológiai Fizikai Tanszékének Biooptika Laboratóriumában és a Biológiai Intézetében. Tanulmányozták a poláros fényszennyezés vízirovarokra (pl. a tiszai- és dunavirágokra) gyakorolt hatását. Összevetették a hidaknál az esti órákban, de még világosban rajzó tiszavirág és a már sötétedés után repülő dunavirág viselkedését. Megfigyelték, hogy a nőstények kompenzációs repülését a hidak megállítják. A tiszavirág esetében ez a híd előtt és a folyó felett történik, a dunavirágé pedig a híd felett. Ezáltal tehát a tiszavirág nőstényei a híd előtt egyenesen a vízbe hullva rakják le a petéiket, míg a dunavirág nőstényei, mivel fénycsapdába kerülnek, petéikkel együtt a hídra hullnak, ahol elpusztulnak, melynek következményeként kevesebb utód születik (Kriszka – Horváth, 2013).

Denevérek

A mesterséges megvilágítás hatással van a denevérek életére is, akik sok esetben az épített környezetben lelnek menedékre. Ezáltal a mesterséges fény befolyásolja a szálláshelyek által nyújtott

adottságok zavartalanságát és a kirepülési aktivitást is (Apró, Novák, 2018). Boldogh Sándor vizsgálta hazánkban a direkt világítás hatásait denevérközösségekre kivilágított és nem kivilágított épületekben. A folyamat során a fiatal denevérek növekedésre gyakorolt hatását figyelte, leírta a kirepülés megkezdési idejét és a kirepülési folyamat jellemzőit, illetve mindezt a világítás manipulálásával is megtette. A fények által nem zavart épületekből gyakorlatilag az összes denevér elhagyta a szálláshelyét a napnyugtát követő 30 percen belül. A kivilágított épületekben jelentősen később a kirepülés, az állatok többsége a világítás megszűnéséig szálláshelyén maradt. Az alkarhosszak összehasonlításával kimutathatóvá vált, hogy a megvilágított épületekben a denevérek ellési ideje kitolódott, a fiatal denevérek pedig lassabban fejlődnek. Ez az érték a világított és nem megvilágított helyeken élő kolóniák között 7-10 napot is jelent. A testtömegek vizsgálatakor a fiatal denevérek kisebb tömegűek a kivilágított épületekben a fénytől háborítatlan területen élő társaikkal szemben. Összességében tehát elmondható, hogy a megvilágítás következménye, hogy az állatok a tél viszontagságait kisebb eséllyel vészelik át (Boldogh, 2009).

Madárfajok

A mesterséges fényforrások azonban a még az embereknél is élesebben látó madarak számára is zavaró lehet (Kolláth-Gyarmathy, 2015). Esetükben a fényszennyezés hatásait két csoportba sorolhatjuk:

- 1.) A probléma olyan helyeken jelentkezik, ahol a madarak hosszabb ideig tartózkodnak. Ezek például a költő- vagy telelőterületeik (Apró, Novák, 2018).
 - Költőterület választás: amennyiben lehetőségük adódik arra, a mesterséges fényforrásoktól távolabb választják költőhelyüket bizonyos madár fajok
 - Bioritmus: azokon a területeken, ahol a mesterséges megvilágítás elkerülése nem lehetséges a madaraknak, felborul a bioritmusuk. A nappali életmódot folytató fajok éjszaka is aktívan tevékenykednek.
 - Közvetett hatások: a fentebb említett rovarok és utcai lámpák esetének folytatása keretein belül a madarak autógázolás áldozataivá válhatnak, amikor a fenti körülmények között elhullott rovarokat elfogyasztják.
- 2.) Éjszaka vonuló madarak veszélyeztetettsége: (elsősorban a csillagos égbolt alapján tájékozódó fajokra érvényes)

- Tájékozódás megzavarása: útjuk során a mesterséges fényforrások tájékozódásukban megzavarják a vonuló madarakat, amely a tervezett helyszíntől eltérő leszálláshoz vezethet.
- Kényszerített leszállás: a fentebbi okokból bekövetkező „kényszerleszállás” megzavarja a vonuló madarak ehhez igazodó szervezetét - ugyanis a vonuló madarak jelentős hányada nagy zsírtartalék birtokában indul útjának, melynek köszönhetően nagy távolságok megtételére lesznek képesek egy repüléssel.
- Ütközés egy kivilágított objektummal: Ilyen épületek lehetnek például a felhőkarcolók, díszkivilágított kommunikációs tornyok, épületek. Tájékozódásukat megzavarva ütközés jöhet létre, mely a madár elpusztulásával járhat (Csörgits–Gyarmathy, 2006).

Teknősök

Távolabbi vizekre evezve, a tengerek partjai mentén élő tengeri teknősök biológiai sokféleségére is hatást gyakorol a fényszennyezés. Az utóbbi két évtizedben jelentős part menti infrastrukturális fejlesztések történtek, ami a nem megfelelő világítás növekedését is eredményezte, s az ezáltal bekövetkező teknősök vesztesége közel 1800-ra tehető, amely mintegy 288 millió dollár eszmei értékkel bír. A nőstény tengeri teknősök tojásaik lerakásának helyszínéül azokat a partokat választják, ahol korábban saját maguk is kikeltek. Fészekrakásuk után két hónappal az éjjeli órákban fiókáik kikelnek, s úti céljukat a tenger irányába veszik. Az éjszakai időszak azért kiemelendő, mert ezáltal kevesebb eséllyel válnak ragadozók áldozataivá. A mesterséges fény azért jelent veszélyt, mert érzékenyek rá, megtévesztővé válik számukra, s könnyen rossz irányba, nem a tenger vize felé indulnak el. Ekkor viszont már védtelenné válnak a ragadozókkal vagy gépjárművekkel szemben (Michael et al., 2016).

Növényfajok

Bizonyos esetekben a fényszennyezés segíti a növények megtelepedését is pl. barlangokban a látogathatóság miatt telepített fényforrások közelében, ugyanakkor a fényszennyezés megjelenése a növények és rovarok kapcsolatában szintén megjelenik. Egyedszám-csökkenés mutatható ki például a lepkék esetében is. Az 1950-es években egy éjszaka folyamán ötvenezer lepke került egy nagyméretű fénycsapdába. Ennek a számnak az eléréséhez az 1970-es évek végére öt hónap volt szükséges, 1997-ben pedig ennyi idő alatt kevesebb, mint 4500 lepke került elő a csapdákból. A

növények számára tehát azért jelent veszélyt a fényszennyezés, mert csökken azon lepkefajok egyedszámra, melyek a beporzást végzik (Pécsi, 2015).

Urbanizált világunk kétségtelenül elengedhetetlen része a világítás. Célként vázolható fel, hogy a fényterhelés mértékét ne növeljük tovább, illetve használjuk azokat műszaki megoldásokat, amivel csökkenthető a felesleges világítás. Azokon a területeken, ahol minimális a fényszennyezés mértéke, ott pedig őrizzük meg az éjszakai égbolt sötétségét (Apró, Novák, 2018).

3) Energiagazdálkodási: energiapazarlás minimális szintre történő csökkentése, energiahatékonyság szempontjából pedig a maximalizálás növelése,

A szükségesnél magasabb világítás és a fény, amely akkor és ott világít, amikor és ahol nincs rá szükség, pazarló. Az energiapazarlásnak óriási gazdasági és környezeti következményei vannak.

Christopher Kyba, a német potsdami Geotudományi Kutatóközpont vezető kutatója azt mondta, hogy a mesterséges fény bevezetése „*az egyik legrámaibb fizikai változás, amelyet az emberi lények véghezvittek a környezetünkben*”. Elmondása alapján a nátriumlámpák narancssárga fényéről az energiahatékonyabb LED-ekre történő átváltás következtében a kutatók arra számítottak, hogy a fényerő csökkenni fog. Ehelyett pedig azt látjuk, hogy az éjszakai műholdfelvételeken egyre fényesebbé válnak a szárazföldi területek (Kyba et al, 2021).

Hogyan érhető el, hogy energiahatékonyan és felelősségteljesen használjuk az éjszakai órákban a fényforrásokat?

- csak a szükséges fénymennyiséget használjuk fel,
- csak ott használjuk a fényt, ahol szükség van rá, és árnyékolással igyekezzünk megakadályozni a fény túlszóródását,
- például időzítők vagy mozgásérzékelők használatával igény szerint használjuk a fényt, mégsem jár többlet fénykibocsátással
- korlátozzuk a rövidebb hullámhosszú (kék-ibolya) fény mennyiségének felhasználását – a sötét égnek megfelelő világítótestek széles választéka elérhető a gyártóktól, amelyek minimalizálják a tükröződést és csökkentik a világítás égboltra gyakorolt hatását felelősek (Rajkhowa, 2014).

4) Közlekedésbiztonsági: balesetveszély a káprázást okozó járművek, valamint a rosszul tervezett közvilágításból eredő zavaró fények hatására

A közterületek esti és éjszakai megvilágítása nélkülözhetetlen. Ugyanis egy jól megvilágított utca biztosíthatja, hogy balesetmentesen eljussunk a célterületre, illetve a biztonságérzetünket is növeli az esetleges támadásoktól, váratlan betolakodóktól. Egy jól átgondolt és kivitelezett világítás azonban megadja a biztonságérzetet a közlekedőknek, ugyanakkor a fényszennyezés növekedéséhez nem járul hozzá. A helyes kialakításnál figyelni kell a lámpaoszlopok magasságára. A fényforrás elhelyezésére (fás területek esetén a fényforrás a fák lombja alatt helyezkedjen el) a legmegfelelőbb magasság a járda felett kb. 2 méter magasság, lefelé irányítva. A 2 méteres magasság természetesen nem megfelelő egy belterületi főút megvilágításához. A káprázást definíciójának ismeretében könnyen megérthetjük a miértjét a lámpatest magasabbra történő elhelyezésének: „*a fénysűrűség szokatlan eloszlásának vagy szokatlan értékének, illetve a térben vagy időben fellépő igen erős kontrasztnak a következtében a látás kényelmetlenségét, illetve a tárgyak felismerhetőségének csökkenését okozó, a gépjárművezetést zavaró fény* (Útügyi alapfogalmak, 2023).” Egyrészt tehát a magasabb gépjárművek meghaladják a 2 métert, így a vezető közvetlenül felülről tekintene a megvilágított útszakaszra, ez azonban káprázást okozna, ami balesetveszélyes.

5) humán-egészségügyi: fényszennyezés egészséget befolyásoló hatásai, stressz növekedése, dagados megbetegedések esélyének növelése

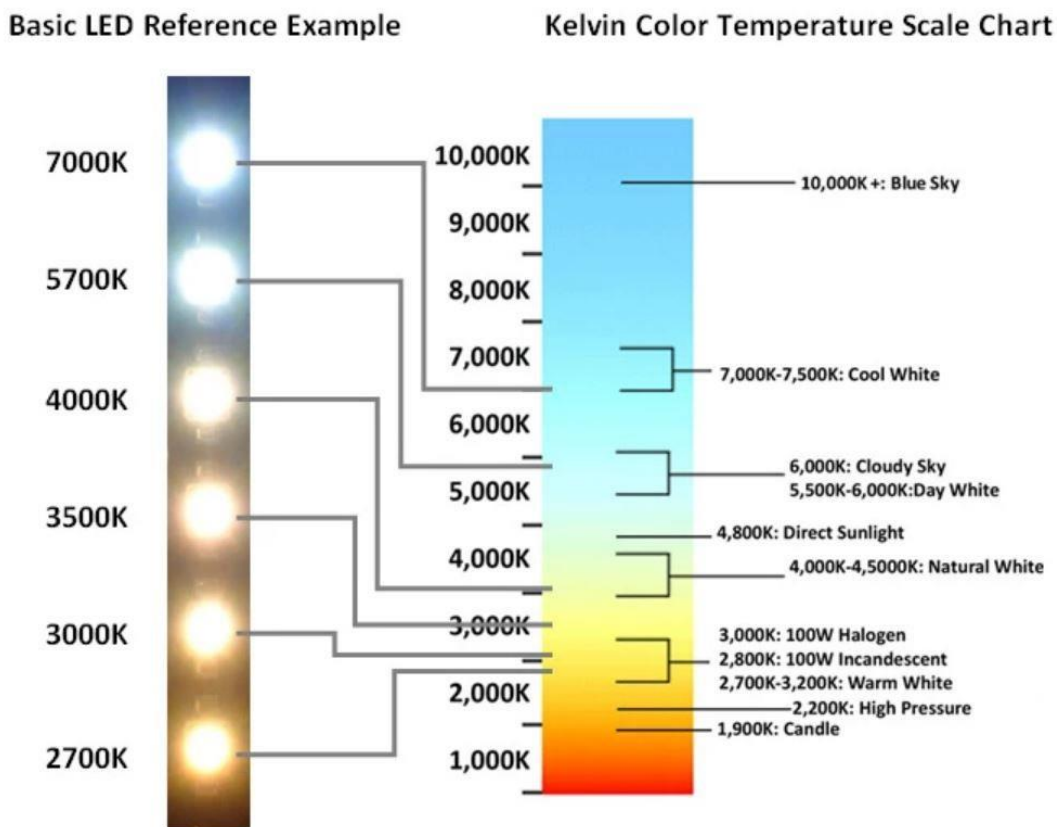
A mesterséges világítás elterjedése hatással van az ember bioritmusára, egészségére is, ezért a fény ezen zavaró hatásait is ismertetnem kell. Vegyük figyelembe a világításnak azon tulajdonságait, mint például a kibocsátott fény színe, spektrális összetétele. Saját látásunkat alapul véve, eltérően reagálunk a szivárvány különböző tartományaira (Kolláth-Gyarmathy, 2015).

Nappali és éjszakai látásunk között is jelentős különbségek vannak:

- nappal: a színekre is érzékeny csapocskákkal látunk, melyek helyét kisebb fénysűrűség mellett másfajta idegsejtek, pálcikák veszik át.
- sötétebb körülmények között: szürkület után elveszítjük színlátásunkat, lényegesen csökken a látásélesség, csökken a kontrasztfelismerő képesség (Kolláth, 2009).

Éjszakai körülmények között szemünk a kékeszöld tartományban válik a legérzékenyebbé, ezért a hideg, fehér fény különösen ártalmas számára ellentétben a narancsszínű világítással.

A 2016-os Amerikai Orvosi Szövetség jelentése aggodalmát fejezte ki a kültéri világítás kék fényének való kitettség miatt, és javasolja, hogy minden világítótest árnyékolva legyen, és csak a 3000 K színhőmérséklettel és az alatta lévő megvilágítás kerüljön használatba. Fényük kevésbé káros az emberi egészségre és a környezetre nézve. Az alábbi Kelvin hőmérsékleti ábrája mutatja meg, hogy mit jelentenek a számok (3.5. ábra).



3.5. ábra

Kelvin hőmérsékleti skála és a LED világítás színhőmérsékletének ábrázolása

(ábra forrása: <https://rbw.com/blog/understanding-color-temperature-of-led-lighting>)

A gyengén árnyékolt kültéri világítás káprázása szintén káros az egészségre, mivel csökkenti a látást a kontraszt csökkentésével. Ez korlátozza azon képességünket, hogy éjszaka potenciális veszélyeket észlelünk. A kutatások szerint a mesterséges éjszakai fény negatívan befolyásolhatja az

emberi egészséget, növelve a szembetegségek, az elhízás, a depresszió, az alvászavarok, a cukorbetegség, az emlőrák és a hormonális egyensúly felbomlásának kockázatát (Shadab, 2017).

A tobozmirigy által termelt melatonin hormon termelődésének jellegzetes napi ritmusa a késő esti órákban éri el maximális szintjét. Termelődésére a fény gátló hatással bír. Pedig a hormon szervezetünkben egyfajta antioxidánsként van jelen a daganatos megbetegedések kialakulása és megelőzése érdekében (Lelkes, 2013). Alacsony koncentrációja elősegítheti a daganatos betegségek megjelenését. Vizsgálatokkal igazolták, hogy a forgó műszakban dolgozó nők és a mellrák előfordulásának gyakorisága megnövekedett (Bashiri et al., 2014). A szomszédos Szlovákiában összefüggést mutattak ki a fényszennyezés okozta melatonin hormon termelődésének csökkenése és a mellrák kialakulásának kockázata között. 2003 és 2012 között vizsgálták a prosztatatarák kialakulásának kockázatát is, azonban a fényszennyezés és prosztatatarák között nem mutattak ki pozitív összefüggést (Lamphar et al, 2022).

3.1.2 A csillagos égbolt látványának zavarása

6) tudományos okok: a csillagos égbolt mesterséges kifénylése miatt zavaró körülmények befolyásolják a megfigyeléseket

A csillagászok ismét megkongatják a vészharangot a növekvő fényszennyezés miatt, ami jelentősen megnehezíti a csillagos égbolton történő kutatások végzését.

Az égre tekintve a csillagászok már régóta hangot adnak aggodalmuknak amiatt, hogy a megnövekedett, de többnyire szabályozatlan mesterséges városi világítás és a műholdas megakonstellációk, mint például a SpaceX Starlink, befolyásolják a mélyűri objektumok földi obszervatóriumai által végzett értékes megfigyeléseit. Az égbolt fényének időbeli változását korábban globálisan nem mérték. Bár elvileg műholdakkal is mérhető, az egyetlen jelenlegi érzékelő, amely az egész Földet figyeli, nem rendelkezik kellő pontossággal vagy érzékenységgel. Az égbolt a világ különböző részein eltérő ütemben ragyog. Európában az ütem valamivel lassabbnak tűnik, évi 6,5%-kal, míg Észak-Amerikában az égbolt éjszakai fénye évente 10,4%-kal nő – állapította meg Christopher Kyba egy tanulmányában (Kyba C. 2023).

7) kultúrtörténeti: a csillagos égboltnak, mint az emberiség örökségének megőrzése. Az éjszakai égbolt, mint átörökítendő természeti örökségi elem

A Hortobágyi Nemzeti Park – a Puszta 1999-ben a Világörökség Kulturális kategória listájára felkerült. Indokoltságát alátámasztja az a fajta ember és természet között kialakult harmonikus kapcsolat, mely már a 2000. évet is meghaladó hagyományos legeltető földhasználatban jelenik meg. Itt érdemes azonban megragadnunk azt a tényt, miszerint egy Világörökségi helyszín részére ítélték továbbá egy olyan juttatást, amely az IDA Nemzetközi Sötét Égbolt Park (IDSP) meghatározása szerint egy olyan föld, amely kivételes vagy kiemelkedő minőségű csillagos éjszakákkal és éjszakai környezettel rendelkezik, amelyet kifejezetten a tudományos, természeti, oktatási, kulturális öröksége és / vagy a nyilvánosság élvez.

Most pedig nézzük meg, hogy mi tekinthető természeti örökségnek:

A természeti örökségnek olyan

- *“esztétikai vagy tudományos szempontból rendkívüli értékű fizikai és biológiai képződmények vagy képződménycsoportok;*
- *a tudomány vagy a megőrzés szempontjából rendkívüli értékű geológiai és fiziográfiai képződmények, a kihalástól fenyegetett állat- és növényfajták lakó- ill. termőhelyéül szolgáló, pontosan körülhatárolt területek;*
- *természeti tájak*

minősülhetnek, amelyek megfelelnek az integritás (érintetlenség, sértetlenség) kritériumának és a következő négy kritérium legalább egyikének:

- (i) rendkívüli természetes szépségű és esztétikai jelentőségű természeti jelenség vagy terület;*
- (ii) kiemelkedő; példa a nagy földtörténeti korszak(ok) megjelenítésében, beleértve az élet kialakulásának nyomait; a földfelszín alakulásának jelentős, folyamatban lévő geológiai folyamatait, illetve jelentős geomorfológia vagy terepalakulati jelenségeket;*
- (iii) kiemelkedő példája a jelenleg is folytatódó ökológiai és biológiai folyamatoknak - a földi, vízi, partmenti és tengeri ökoszisztémák, állat- és növénytársulások evolúciós fejlődésében;*
- (iv) a biológiai sokrétűségnek az „in situ” fenntartása szempontjából a legjellegzetesebb és legjelentősebb természeti élőhelyeit tartalmazza, beleértve a veszélyeztetett, a tudomány és a megőrzés szempontjából kiemelkedő egyetemes értéket képviselő fajokat.”¹*

¹ https://www.vilagorokseg.hu/vilagoroksegi-kategoriak-kulturalis_-termeszeti-1

A csillagos égboltra a fenti 4 kritérium közül az első (i) teljes mértékben érvényesül. A fentebb említett integritás kritériumának való megfelelést a dolgozat egyik alap gondolata, a fényszennyezés nagymértékű jelenléte befolyásolja.

A csillagoségbolt-parkok pedig tevékenységi körükből adódóan szerepet vállalnak az oda látogató vendégek égbolttal való megismertetésükben tematikus túrák alkalmával, csillagvizsgáló foglalkozásokkal, esti távcsöves bemutatókkal, filmvetítésekkel, csillagászati bemutatók megtekintésével, ahol megjelennek és elhangoznak azok az információk, melyek eleinktől származtathatóak. Ezáltal már láthatunk egy olyan működőképes, szervezett átörökítési folyamatot, mely a csillagos égbolt látványát, annak megőrzésére irányuló törekvéseket helyezi középpontba.

Nézzünk meg egy másik példát, amelynek segítségével választ kapunk arra a kérdésünkre, hogy egyes kronológiai kutatások kapcsolatba hozhatók-e csillagászati módszerekkel.

A természeti környezetünkhöz mind a nappali, mind az éjszakai égbolt is hozzátartozik annak látszólagos és valóságos elemeivel kiegészülve. Létrejött a kulturális csillagászat tudományterülete, ami a csillagászat szerepét vizsgálja egy közösség kultúrájának egészében. A tudományterületen belüli kutatásoknak 4 különböző forrását különböztethetjük meg:

- (i) csillagászati: a szabad szemmel megfigyelhető égi jelenségek,
- (ii) történeti: következtetések levonása a fennmaradt írásos forrásokból,
- (iii) régészeti: az anyagi kultúra és az égi jelenségek közötti kapcsolatok feltárása,
- (iv) néprajzi, kulturális antropológiai: a népi csillagászat jellemző vonatkozásai (Pásztor, 2010).

A népi csillagászat

A népi csillagászat általános jellemzője, hogy nem különíti el tisztán a csillagászati eseményeket a légköri jelenségektől. Segít továbbá abban, hogy a kutatások során egy jellemző kép táruljon elénk, amely a közösségek hagyományos égismeretét feltárja. Ez alapján a következő jellemzők mondhatók el a népi csillagászatról:

- (i) a csillagok elsősorban a történelmi és vallásos történetekben jelennek meg, alkalmazásuk az időszámlálásban, a tájékozódásban és az időjósításban lelhető fel. A mindennapok során bekövetkező eseményeket igyekeztek az égitestek mozgásával kapcsolatba hozni. Gondolhatunk itt a földművelés esetében a vetés és az aratás időszakára, pásztoroknál az állatok legelőkre való ki- és behajtására, valamint a tengeri navigációra.

(ii) Az házak tájolása során a Nap irányító tényezőként van jelen, valamint ismert az égitest ciklikus mozgása is.

(iii) A Hold szerepe a naptárkészítésben, időszámításban kerül hangsúlyos szerepbe.

(iv) A légköri jelenségek megjelennek a népi időjárástól, az időjóslástól egészen a mágiák és mítoszok világáig.

Hazai vonatkozásokban a népi csillag- és csillagképnevek összegyűjtése során elkészült egy szűk témakör szerinti csoportosítása, amelynek következtében elénk tárul egy égi képeskönyv a magyar nép égbolttal kapcsolatos képzeteit összefoglalva (Pásztor, 2010):

I. Az égbolt kitüntetett irányai és csillagai

a) Időmutató (óra) csillagok: ezen csillagképek alapjául szolgáltak annak a ténynek, hogy az időmérés szükségletét a csillagos égbolt rendelkezésünkre bocsátotta. A Nagy Medve (Nagy Göncöl) állásáról a nép biztosan tudja, hogy éjfél előtt vagy után van. Az óracsillag a Hajnalcsillag és a Virradócsillag. Egyikük mindenképpen a Vénusz volt. Napjainkban is így ismert jelenségekről tettek tanúbizonyságot eleink írásaik által.

b) Évszakcsillagok: bizonyos csillagképek lassú körbevándorlására figyeltek fel, mint pl. Pünkösdi csillaga, Őszicsillag, Zúzmarácsillag.

c) Az ősmagyar „felső ég” és a Göncöl vidéke: a vidéken a Kis és Nagy Göncöl, valamint a Sarkcsillag szemlélése történt.

d) Az Ég Középe – Sarkcsillag: a Sarkcsillag navigációs vonatkozásai voltak elsősorban ismertek. Érdekességként jelenik meg Berze Nagy János Égigérő Fa című tanulmánykötetében, miszerint a Sarkcsillagtól a Földig képzelt függőleges tengely a Világtengely, Világoszlop, ez pedig később a népmesékben is fontos szereppel bírt.

e) A Tejút: ősi, népi elnevezései (Hadak Útja) mellett számos monda is ismert. Talán a legismertebb Csaba vezér mondája.

II. A földi és emberi környezet vetülete az égbolton

a) Mindennapi élet

- Földrajzi környezet

- Eszközök, tárgyak, élelem,

- Állatok

b) Társadalmi élet és környezet, emberek

- Foglalkozások
- Tisztségek, rangok
- Történelmi emlékek és személyek

c) Érzelmi életre utaló elnevezések

- Öröm és bánat az égbolton
- Ősvallási és keresztény vallási nyomok
- Költészet és mesefigurák.

A fenti csoportosítás tanúskodik arról is, hogy az ősi néphitben igen nagy befolyást gyakorol az égbolt látványa mind vallási, mind misztikus képzetek szerint. Fontos továbbá kiemelni azt a napjainkban is elfogadott tényt, miszerint maga az égbolt az a terület, ahonnan az éltető meleg és fény érkezik, a nappalok és éjszakák váltakozásához igazodnak a tevékenységek, ami az időszámítás alapját is képezi. Vallási megközelítés szerint pedig az égbolt az istenek lakhelye.

3.2 A fényszennyezés bemutatására és csökkentésére irányuló nemzetközi törekvések

A fejlett országokban épült magas tornyok és irodaházak éjszakai kivilágítása mellett, azok fényei számos esetben az égbolt felé irányulnak, ami veszélyt jelent a vándorló madarakra és az emberi egészségre egyaránt.

A fényszennyezés problémakörének interdiszciplináris megközelítése és annak tudatosítása az állampolgároknak a nyugati fejlett társadalmakban is csak az elmúlt években kezdődött el a Nemzetközi Sötét Égbolt Szövetség (International Dark Sky Association) kezdeményezéséből fakadóan. Az Egyesült Államokban, az 1980-as évek végén alapított szövetség céljai közé tartozik, hogy támogatást nyújtson, tanítsa a közvéleményt és a döntéshozókat az éjszakai égbolt védelméről, elősegítse a környezettudatos kültéri világítást. Ma az IDA az éjszakai égbolt védelmére elismert hatóság, és vezető szerepet vállalt a mesterséges éjszakai fény negatív hatásainak azonosításában, nyilvánosságra hozatalában az emberi egészség, a vadon élő állatok és az éghajlatváltozás tekintetében. A lakossággal, várostervezőkkel, jogalkotókkal, világítástechnikai gyártókkal, parkokkal és védett területekkel dolgozik az intelligens világítási szokások megteremtése és megvalósítása érdekében. Közérdekű erőfeszítéseik megoldási

javaslatokat, minőségi oktatást és programokat nyújtanak, amik a közönséget az Egyesült Államokban és az egész világon tájékoztatják.

A probléma tudatosítása az állampolgároknak a nyugati fejlett társadalmakban is csak az elmúlt években kezdődött el egy kezdeményezés hatására. A Nemzetközi Sötét Égbolt Szövetséget (International Dark Sky Association, a továbbiakban: IDA) 1988-ban alapították az Egyesült Államokban.

Céljai közé tartozik, hogy támogatást nyújtson, tanítsa a közvéleményt és a döntéshozókat az éjszakai égbolt védelméről, elősegítse a környezettudatos kültéri világítást. Közérdekű erőfeszítések megoldási javaslatokat, minőségi oktatást és programokat nyújtanak, amik a közönséget az Egyesült Államokban és az egész világon tájékoztatják.²

2009-es évünk mérföldkő volt a csillagos égbolt megőrzése érdekében, ugyanis azt a Csillagászat Nemzetközi Évének nyilvánították az UNESCO vezetésével. Maga az eseménysorozat közönségének egységesen a Föld lakosságát célozták meg, kortól, nemtől és foglalkozástól függetlenül. A szakmai megvalósításért a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) felelt együttműködve az ESO-val (European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere). Elsődleges szempont volt a megvalósítás során:

- annak tudatosítása, hogy a csillagászati ismeretek a legkorábbi tudományok egyikének tekinthető,
- annak ismertetése, hogy a történelem folyamán az emberiség miként hasznosította a csillagászat alapvető fizikai törvényeit,
- azon felbecsülhetetlen élmények ismertetése, melyet az éjszakai égbolt látványának szépsége, misztikuma rejt magában.

Már itt a legkorábbi tudományként említhető csillagászati ismeretek esetében érdemes kiemelni mai aktualitását is, ám a mesterséges fényforrások nem ésszerű használata következtében nem olyan mértékben tárul elénk az égbolt, mint elődeink elé. Ez pedig cselekvésre készítette a kutatókat.

A Nemzetközi Csillagoségbolt Szövetség a csillagos égbolt látványának megőrzése és a természetben élő fajok védelmének céljából nemzetközi csillagoségbolt-park címet adományozott világszerte, köztük hazánk 3 területén is. Európában elsőként a Zselici Tájvédelmi Körzetet

² <https://www.darksky.org/our-work/>

terjesztették fel 2009. szeptember 18-án, ezt követte a Hortobágyi Nemzeti Park 2011-ben, majd a Bükki Nemzeti Park 2017. június 6-án. Felmerülhet továbbá az a kérdés, hogy a fényszennyezés elleni küzdelemben milyen mértékű változás következne be, ha a csillagos égboltot a világörökség részének nyilvánítanák.

A nemzetközi szinten még további számos szakmai műhely foglalkozik a polgárok téma iránti érzékenyítésével, a fényszennyezés fizikai hátterével, mérséklésének szorgalmazásával és biológiai következményeivel.

Az alábbiakban a legismertebbek kerülnek felsorolásra néhány gondolattal kiegészítve a tevékenységi körükről, feladataikról, szakmai hitvallásukról:

1. Globe at Night: <http://globeatnight.org/>

Polgári tudományos projekt, melynek célja:

- fényszennyezés mennyiségének mérése,
- foglalkoztató programok biztosítása a tanárok számára, útmutatásokkal kiegészítve és tevékenységekkel, játék ötletekkel, illetve a családok számára is egy ehhez hasonlóan.

A Globe at Night

A Globe at Night program egy nemzetközi kampány, amely felhívja az állampolgárok és tudósok figyelmét az éjszakai égbolt fényességének mérésére. A számítógépről vagy okostelefonról benyújtott észlelés nyitott mindenki számára. Külön felhívják a figyelmet arra, hogy a fényszennyezés nem csak a csillagos égbolt látványának elvesztését fenyegeti, hanem az energiafogyasztás, a vadon élő állatok és az egészség tekintetében is komoly problémákat szülhet.

Az elmúlt 9 évben téli / tavaszi időszakokban több mint 100 000 mérést közöltek az emberek közül 115 országban, így a Globe at Night a legsikeresebb fénytisztaság-figyelő kampány napjainkban. Interaktív adatkészletükben felfedezhető az elmúlt 9 év mérési adatai. Weboldaluk könnyen kezelhető, átfogó és rengeteg háttér információval rendelkezik. Az adatbázis számos különböző összehasonlításra használható, például, hogy a fényszennyezés hogyan befolyásolja a denevérek táplálkozási szokásait.

Connie Walker közreműködésével létrehoztak egy Sötét Égbolt és Energia Programot. A program felkészíti a tanulókat arra, hogy miként tudják azonosítani a nem hatékony világítást, alternatívákat és eszközöket kínálnak, amelyek csökkentik a fogyasztást, megtakarítják az energiaköltségeket, és segítenek a közösségeknek visszanyerni és megőrizni egy értékes erőforrást - sötét éjszakai égboltot.

Az oktatás elengedhetetlen nemcsak a nem hatékony világítás azonosításához, hanem az intelligens és költséghatékony alternatívák és megoldások kidolgozásához is. Ezt szem előtt tartva, a programban a tanárok, mint résztvevők legalább két alkalommal részesülnek szakmai továbbképzésben. Ez segíti a tanárokat a sötét égbolt, az energiafelhasználás és a megőrzés fogalmának fejlesztésében a tantervek széles körében, beleértve a tudományt, a matematikát, sőt az írást és a művészeteket is egyaránt. Miután a tanárok megkapják készleteiket és képzésüket, áttérnek az osztályterembe. A hallgatók széles körű kezelési, vizsgálati alapú erőforrások állnak rendelkezésre. A készlet oktatási és szórakoztató kísérleteket tartalmaz a fény árnyékolási technikáira, a megfelelő kültéri világítási szokásokra.

A programon belül működik még egy alprogram is, melyet **Dark Skies Rangers** névvel illetek. A Dark Skies Rangers program lehetőséget nyújt a fényszennyezés problémájának egyszerű, könnyen megérthető és szórakoztató tevékenységekkel való megismerésére (1. táblázat).

Néhány foglalkozási téma táblázatba foglalva:

1. táblázat. Dark Skies Rangers foglalkozási témái

Téma	Foglalkozás
<i>A fény árnyékolása</i>	Mi a fényszennyezés? Egy interaktív bemutató keretein belül megmutatják, hogy mi a fényszennyezés, milyen hatással bír a csillagos égbolt láthatóságára.
<i>Fényspektrum</i>	Egyes lámpák jobbak, mint mások? Interaktív foglalkozás alkalmával bemutatják, hogy egyes speciális lámpatípusok hogyan lehetnek energia hatékonyak.
<i>Kültéri világítási szokások</i>	Mennyire energia hatékony a kültéri világítás otthonunkban vagy az iskolában? Meghatározzák a jó és a rossz kültéri világításokat aszerint, hogy mennyi energiába és költségbe kerül a nem hatékony világítás
<i>Teknősök kikéltése</i>	Hat a fényszennyezés a vadvilágra? A tanulók szerepjáték formájában „gyakorolják”, hogy éjszaka a tengerparton hogyan hat túlélésük szempontjából a túlzott fény-mennyiség.

<p><i>Kezünkben a csillagos égbolt, avagy hogyan hat a fényszennyezés a csillagokra, Földünk éjszaka</i></p>	<p>A tanulók Földünk különböző helyszínein élő emberekkel veszik fel a kapcsolatot, és adatokat közölnek a térségükben látható éjszakai égbolt láthatóságának mértékéről, és létrehoznak egy széleskörű adatbázist a fényszennyezés mértékéről.</p>
--	---

2. National Optical Astronomy Observatory - Országos Optikai Csillagászati Obszervatórium (<https://www.noao.edu/>)

A NOAO az amerikai nemzeti kutatási és fejlesztési központ a földi éjszakai csillagászat számára. Céljuk, hogy nyilvános hozzáférést biztosítsanak a képzett szakemberek számára a NOAO által működtetett teleszkópok, valamint más optikai és infravörös távcsövek tudományos képességeinek élvonalában. Ma ezek a teleszkópok a rekesz méretétől függően 2-től 10 méterig terjednek.

E misszió támogatására a NOAO részt vesz 20 m-es és nagyobb méretű teleszkópok kifejlesztésében, valamint egy egyedülálló 8 m-es teleszkóppal, amely 10 éves filmet készít a déli égbolton. A NOAO olyan programokkal is foglalkozik, amelyek kifejlesztik a következő generációs eszközöket és szoftvereszközöket, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a megfigyelhető Univerzumon keresztül felfedezhessenek és kivizsgálhassanak, az egyéb csillagokat keringő bolygókról az Univerzum legtávolabbi galaxisaira.

- **Quality lighting teaching kit - Minőségi világítási tanegység**

Az ENSZ által jóváhagyott Nemzetközi Fényév a 2015-ben (IYL2015) lehetőséget nyújtott a közvélemény figyelmének felkeltésére a sötét égbolt megőrzésével, a minőségi világítással és az energiatakarékossággal kapcsolatban. Az Amerikai Országos Optikai Csillagászati Megfigyelő Intézet (NOAO) Oktatási és Közkapcsolati (EPO) csoportja a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) és az Optikai Társaság (OSA) segítségével támogatást kapott az IYL2015 alapszintű „Quality Lighting Teaching Kit” létrehozására. A cél az, hogy növeljék a diákok és a közvélemény figyelmét a fényszennyezéssel kapcsolatos kérdésekre és a minőségi világítási megoldásokra. Ennek során a program hangsúlyozza a megfelelő optikai tervezés használatát a minőségi világítás megvalósításában,

amely elősegíti mind az energiahatékonyságot, mind az energiatakarékosságot, és megóvjja a veszélyeztetett természeti erőforrásokat: a sötét égboltot.

Minőségi világítási tanító készlet

A keresett hatás a tudás, a hozzáállás és a viselkedés változása az egyes közösségekben, megtanulva a felelősségteljes megvilágítást, az életminőség javítását „megvilágító” módon.

Tanítói videók

Az egyik legismertebb közösségi videó megosztási portálon tették közzé azokat a tanvideóikat, melyek a fényszennyezés hatásait mutatják be az állatvilág, az energia, az égbolt, a törvényszegés/birtokháborítás és a biztonság függvényében.

3. Astronomical Society of the Pacific - Csendes-óceáni Csillagászati Társaság

Több mint 100 éve az ASP, a San franciscoi székhellyel rendelkező szervezet ihlette szakembereket, kutatókat, pedagógusokat, amatőröket, hogy felnézzenek és csodálkozzanak a világegyetemben.

A világ minden tájáról, az osztálytermekben, a múzeumokban, a planetáriumokban, a nemzeti parkokban, az állami parkokban, a természeti központokban, a csillagászati klubokban, a város járdáin, az interneten és a saját udvaránál az ASP elősegíti a tudományos kíváncsiságot, elősegíti a természettudományos műveltséget, és osztozik a feltárás és a felfedezés izgalmával. Terveznek és szállítanak innovatív csillagászati eszközöket, programokat, kiadványokat és oktatási útmutatókat a küldetésünkben, hogy ösztönözzék az ifjúságot és a felnőtteket a gazdasági spektrumon keresztül a tudomány, a technológia és a tudományos vezetők sikere érdekében. Az ASP partnerei a NASA, a National Science Foundation.

Elsődleges célok (2. táblázat):

2. táblázat: *Csendes-óceáni Csillagászati Társaság céljai*

Elsődleges célok	
<i>Szolgáltatás</i>	Oktatás és nyilvános tájékoztatás szakembereik nemzeti találkozóikon és együttműködéseiken keresztül. Segítse elő a csillagászat használatával a természettudományos műveltséget, az elkötelezettséget és a kapcsolatot.
<i>Források és oktatás</i>	Az ASP küldetése, hogy összekapcsolja az emberekkel a csillagászatot, az embereket a tanulási lehetőségeket a tanárok és a diákok között - függetlenül attól, hogy a helyszín legyen akár az iskola, múzeum, planetárium, nemzeti park, állami park, természetvédelmi központ, csillagászati klub, város, online, vagy épp az iskola udvar.
<i>Parkok és múzeumok</i>	Az Astromony from Ground Up (AFGU) több mint 950 oktatója, akik múzeumokból, tudományos központokból, természetvédelmi központokból és parkokból jelentkeztek az ország egész területén, aktívan növelik és bővítik képességeiket a látogatók csillagászati témáinak kezelésére.

4. IAU – International Astronomical Union – Nemzetközi Csillagászati Unió

A Nemzetközi Csillagászati Egyesület (IAU) 1919-ben alakult. Küldetése a nemzetközi együttműködés révén minden szempontból előmozdítja és védi a csillagászat tudományát. Az egyes tagjai - a divíziókban, a bizottságokban és a munkacsoportokban - a világ minden tájáról érkező professzionális csillagászok. Az IAU bő 12000 fős tagsága a világ 101 országából csatlakozott. Emellett az IAU különböző tudományos szervezetekkel együttműködik a világ minden részében. Tudományos és oktatási tevékenységeit a 9 tudományos divízió szervezi, és ezáltal a Csillagászat teljes spektrumát lefedő 35 szakbizottsága, valamint 54 munkacsoportja szervezi meg.

Az IAU fő tevékenysége a tudományos találkozók szervezése. Az IAU minden évben kilenc nemzetközi IAU Szimpóziumot támogat. Az IAU Szimpózium kiadványsorozat az IAU kiadványainak zászlóshajója. További feladatai közé tartozik az alapvető csillagászati és fizikai állandók meghatározása; egyértelmű csillagászati nómenklatúra; a pedagógiai tevékenységek támogatása a csillagászat területén; és informális megbeszéléseket folytat a jövőbeli nemzetközi nagyméretű létesítmények lehetőségeiről.

Támogatja továbbá a csillagászati oktatást, a kutatást és a közvélemény felé irányuló nyilvános tájékoztatást. 2015-ben aktívan részt vett a Nemzetközi Fényévben. Az IAU közös oktatási tevékenységet is folytat az UNESCO-val

Dark and Quiet Sky Protection

A „Sötét és Csendes Égbolt” javaslatát a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) által benyújtott, a nagyméretű csillagászati megfigyelőközpontok és a világ állampolgárai környezeti megfigyelési feltételeinek védelmére kezdeményezték.

Álláspontjuk közé tartozik, hogy az ég szabad és korlátlan megfigyelése a Földről és az űrből mind a tudományos kutatói közösség számára, mind pedig az emberiség számára fontos. A mesterséges megvilágítás lecsökkenti az éjszakai égbolttal kapcsolatos tárgyak láthatóságát, és negatívan hat a tudományos megfigyelő infrastruktúrákban jelenleg alkalmazott és tervezett milliárd dolláros befektetésekre. Egy dokumentumot fogalmaztak meg, mely a probléma feltételeit, leírja a lehetséges megoldásait, és javaslatait foglalja magában, melyekből a javasolt intézkedéseket emelem ki:

II. Javasolt intézkedések összefoglalása

- Jöjjön létre a sötét égbolt megőrzése érdekében egy, az IAU által megszervezésre kerülő konferencia, mely a felmerülő fényszennyezéssel kapcsolatos témák teljes körű összefoglalását és javaslatait fogalmazza meg, melyen képviseltesse magát az UNESCO is.

Emlékeztetnek IAU 2009-es állásfoglalására az éjszakai égbolt védelmében, mely A Nemzetközi Csillagászati Unió XXVII. közgyűlésén hangzott el:

„1. Az éjszakai égbolt az emberiség számára továbbra is a tudományos gondolkodás fejlődésének lényeges elemeként van jelen.

2. A csillagászat és a hozzájuk kapcsolódó tudományos és kulturális értékek terjesztése az oktatási tevékenységekbe beillesztendő alapvető tartalomnak tekintendő.

3. A kevésbé figyelemfelkeltő mesterséges világítás használata, amely minimalizálja az égbolt fénylését, magában foglalja az energia hatékonyabb felhasználását, így az éghajlatváltozással kapcsolatos szélesebb körű kötelezettségvállalásokat is elősegíti.

4. Az éjszakai égboltot alapvető társadalmi-kulturális és környezetvédelmi jognak kell tekinteni, és az éjszakai égbolton történő fokozatos leépülést alapvető veszteségnek kell tekinteni.

5. Az egyre fokozottabban erősödő világítás visszaszorításának a természetvédelmi politikák alapvető elemévé kell válnia, mivel káros hatással van az emberekre és a vadon élő állatokra, az élőhelyekre, az ökoszisztémákra és a tájra.

6. Az IAU-tagokat arra ösztönzik, hogy tegyenek meg minden szükséges intézkedést az égbolt védelemmel kapcsolatban, s a közreműködő felek bevonására a helyi, regionális, nemzeti vagy nemzetközi szintű tudatosság növelése érdekében tegyék meg a szükséges lépéseket.”

5. IDA- International Dark-Sky Association

<http://www.darksky.org/our-work/education-and-outreach/>, <http://www.darksky.org/idsp/>

A Nemzetközi Sötét Égbolt Szövetséget 1988-ban alapították az Egyesült Államokban annak érdekében, hogy és az éjszakai égbolt védelmére szolgálja a jelen és a jövő generációi számára.

Céljai közé tartozik, hogy támogassa az éjszakai égbolt védelmét, megtanítsa a közvéleményt és a döntéshozókat az éjszakai égbolt védelméről, elősegítse a környezettudatos kültéri világítást

Ma az IDA az éjszakai égbolt védelmére elismert hatóság, és vezető szerepet vállalt a mesterséges éjszakai fény negatív hatásainak azonosításában és nyilvánosságra hozatalában az emberi egészség, a vadon élő állatok és az éghajlatváltozás tekintetében.

A lakossággal, várostervezőkkel, jogalkotókkal, világítástechnikai gyártókkal, parkokkal és védett területekkel dolgozik együtt az intelligens világítási szokások megteremtése és megvalósítása érdekében. Közérdekű erőfeszítéseik megoldásokat, minőségi oktatást és programokat nyújtanak, amelyek a közönséget az Egyesült Államokban és az egész világon tájékoztatják.

A Nemzetközi Csillagos Égbolt Szövetség programján belül három eltérő jellegű címet hozott létre: parkok, rezervátumok és a közösségek.

A Nemzetközi Csillagoségbolt-park (International Dark Sky Park) közülük a legelterjedtebb – ez egy eleve védett területet (nemzeti park, tájvédelmi körzet stb.) takar, ahol kifejezett védelmet kap az éjszakai környezet.

2007-ben hagyta jóvá az IDA az első Csillagoségbolt-parkot a Natural Bridges National Monument (Utah, USA) területén. 2018-ig bezárólag 57 ilyen park jött létre, amelyből három hazánkban!

A Nemzetközi Csillagoségbolt-rezervátum (International Dark Sky Reserve) egy nagyobb léptékű projekt, ami megfelelő méretű védőövezettel bővíti a parkot, ami településeket is tartalmazhat.

A harmadik kategória (International Dark Sky Community) kifejezetten települések, lakóközösségek elismerését célozza meg, amelyek jelentős lépéseket tettek a fényszennyezés visszaszorításában úgy, hogy környezetükben az égbolt látványa is élvezhető legyen.

Oktatási és tájékoztatási munkájuk

Konferenciák és kiállítások

Az IDA éves közgyűlése széles körű politikai döntéshozókat, tudósokat, gondolkodó vezetőket, helyi kezdeményezőket, kormányzati képviselőket és másokat is vonz az éjszakai égbolt megőrzésére. Jó alkalom ezen találkozók azok számára, akik többet szeretnének megtudni a fényszennyezésről, és megfelelő információt kapnak azzal kapcsolatban, hogy hogyan csatlakozhatnak a hasonló gondolkodású egyénekhez az éjszakai égbolt védelmében.

Az IDA az év során konferenciákon és kiállításokon is előadásokkal és kiállításokkal is foglalkozik, köztük a Mesterséges Éjszakai Fények Konferencián, az Éjszakai Égbolt Védelme konferencián, az Éjszakai Fényviszonyok Stratégiai Szimpóziumán.

IDA fejezetek

Az IDA fejezetei olyan elkötelezett helyi aktivistákból állnak, akik fáradhatatlanul dolgoznak helyi közösségeikben az éjszakai égbolt védelme mellett. Az IDA önkéntes résztvevői sok dolgot tesznek, a sötét égbolt fesztiválok szervezéséig az önkormányzatok és a nyilvánosság oktatásáért a fényszennyezést illetően.

Nemzetközi Sötét Égbolt Hét

A nemzetközi Dark Sky Week felhívja a figyelmet a fényszennyezéssel kapcsolatos problémákra, és elősegíti az egyszerű megoldásokat, amelyekkel enyhítést idézhetnek elő. A 2003-ban Jennifer Barlow középiskolai tanuló által létrehozott International Dark Sky Week világméretű eseménnyé vált.

Nyilvános tájékoztatási anyagok

Az IDA elkötelezett az egyének és a szervezetek felhatalmazása érdekében, hogy közösségeket oktassanak az éjszakai égbolt védelmének fontosságáról. Tagjaikat, önkénteseiket és a közvéleményt különféle oktatási nyilvános tájékoztatási anyagokkal látják el, amelyek segítenek nekik még nagyobb hatást gyakorolni közösségeikben. Ezek az anyagok közé tartoznak a brosrák, az utazási kijelzők és a közönségszolgálati bejelentéseik, a *Losing the Dark*, amely több mint egy tucat nyelven ingyenesen letölthető.

Kiadványok és közösségi média

Az IDA közzéteszi az elektronikus és nyomtatott hírlevelet, hogy a tagok és a nyilvánosság számára időben új információkat nyújtson a fényszennyezéssel kapcsolatos kutatásokról, az IDA-programokról, a környezetbarát világításról. Az IDA is élénken jelen van a közösségi médiában, köztük Facebook, Twitter, Instagram, YouTube.

6. „Loss of the Night Network” (LoNNe) – Éjszakai Hálózat Elvesztése, <http://www.costlonne.eu/>

A LoNNe célja a mesterséges megvilágítás többszörös hatásainak ismerete világszerte. Véleményük szerint sürgősen szükség van a technológiai és politikai innovációkra a mesterséges megvilágításnak a természeti környezetre, a biológiai sokféleségre, az ökoszisztémákra, az emberi egészségre és a társadalomra gyakorolt hatásának kezelésére, valamint a lehetséges korrekciós intézkedések meghatározására. A mesterséges megvilágítás környezettel és életkörülményekre gyakorolt hatásával kapcsolatos meglévő kutatások, a legjobb esetben is regionális vagy nemzeti szinten történtek meg. A tudomány, az egészségügy, a közigazgatás és az ipar különböző szereplői közötti mobilitást elősegítő hálózatépítés jelenlegi lehetősége korlátozott. A LoNNe ezen szereplők együttműködésére törekszik a készségek és a szabványos működési eljárások kialakítása érdekében.

Maga a szervezet munkáját 4 munkacsoportra osztotta fel, melyből a 4. foglalkozik kifejezetten a fényszennyezés következményeinek tudatosításával. E munkacsoport célja a kutatási eredmények közzétevése, s ezen belül is a következőkre összpontosít:

- a közvélemény figyelmének felhívása a fényszennyezés következményeire
- technológiai megvalósítás az ipar által (az öko-barát világítás új koncepciói)
- az önkormányzatok és régiók bevonására, valamint a
- együttműködésre a különböző tudományágak kutatóival.

Megemlítendő még az 1. munkacsoport is, amely a mesterséges megvilágítást a holisztikus szemléletmóddal való megismeréssel fűzi össze. Ennek a programnak is további 3 alhálózata van, amik közül a 3. alhálózat lényeges az oktatás szempontjából. Ugyanis hálózat kutatási programokat fogalmaz meg, információkat terjeszt az iskolák között, közös numerikus eszközöket és mérési technikákat ismerttet meg, valamint új közös oktatási programokat szerveznek. Biztosítanak rendszeres szemináriumokat, nyári iskolákat, közös publikációkat, rövid távú tudományos küldetéseket.

3.3 A környezeti nevelés alapfogalmai

3.3.1. A környezeti nevelés célja

A környezeti nevelés célja az, hogy elősegítse a tanulók környezettudatos szemléletének formálását, magatartásának és életvitelének kialakítását annak érdekében, hogy mindennapi tevékenységei során igyekezzen mérsékelni a környezeti válság elmélyülését, illetve segítse az élő természet fennmaradását és a társadalom fenntarthatóságát.

Az élethosszig tartó, minden korosztályt és a társadalom minden rétegét érintő környezeti nevelés jelentőségét és szükségességét nemzetközi megállapodások is rögzítik. Az ENSZ első olyan dokumentumában, amely a környezeti neveléssel foglalkozik, a következő célkitűzést fogalmazták meg: *„A világ népei számára tudatosítani kell, hogy a környezeti gondok megoldása és az újabbak megelőzése megfelelő tudást, felkészültséget, készséget, hozzáállást, indítékokat és együttműködési szándékokat igényel, amelyek biztosítása a környezeti nevelés feladata.”* (Belgrádi Charta, 1975.)

A világ első környezeti nevelési kormányközi konferenciáján (Tbiliszi, 1978) egy nyilatkozatot fogadtak el, amely a környezeti nevelés három alappillérét fogalmazták meg:

- növelni kell a környezeti tudatosságot és annak felismerését, hogy a gazdasági, a társadalmi, a politikai és az ökológiai jelenségek kölcsönös függőségben és kölcsönhatásban vannak mind a városi, mind a falusi környezetben
- biztosítani kell mindenki számára annak lehetőségét, hogy a környezetvédelméhez és megőrzéséhez szükséges tudást, ismereteket, értékeket, attitűdöket és készségeket a megfelelő módon megszerezhesse
- meg kell teremteni az egyének, a csoportok és az egész társadalom környezettel kapcsolatos, új típusú magatartási és életviteli mintáit.

A környezeti nevelés fogalmának megalkotása az IUCN-hez köthető, melyet 1979-ben alkottak meg: *„A környezeti nevelés és oktatás a környezeti értékek felismerését és a környezetre vonatkozó fogalmak tisztázását szolgáló folyamat. Törekvése olyan képességek kialakításának elősegítése, melyek szükségesek az emberek, kultúrájuk és környezetük közötti kölcsönkapcsolatok megértéséhez, a környezet-orientált magatartás, a környezeti minőség javítását célzó tudatos és felelősségteljes cselekvési készség fejlődéséhez.”* (IUCN, 1979).

A felnövekvő nemzedékben ki kell alakítani azt az igényt, hogy ők is aktív résztvevői legyenek a környezet védelmével kapcsolatos cselekedeteikkel, megmozdulásaikkal. Ez egy élethosszig tartó folyamat, amellyel, mint minden mással, először az elsődleges szocializációs térben, a családban találkoznak. Egy kisgyermeknek abban a korban az válik természetessé, amelyet családon belül lát. Ezt követően az oktatási intézményeken belül az óvodai foglalkozások alkalmával, majd az iskolák minden szintjében találkozniuk kell a környezeti neveléssel.

A környezeti nevelés során tehát egy olyan életvitel és környezeti magatartásforma kialakítása a cél, amelyben tartalma szerint az emberiség jövőjének biztosítására és a fenntarthatóság fontosságára helyezhetjük a hangsúlyt.

Hazánkban a környezeti nevelés jelen helyzetét és elérendő céljait a Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia (2013) foglalja magában:

- a hétköznapi életviteli döntések során a „létezni vagy birtokolni” alternatívából a létezés választása;
- az ember ismeri a világ és önmaga eredetére vonatkozó elképzeléseket és azokban a maga meggyőződése szerint hisz;
- a létezés csodájának elismerése, az élet tisztelete, szeretete, tudásunk és képzeletünk révén a belső és külső világ összekapcsolása;
- a természet és a társadalom törvényeinek megismerése, tiszteletben tartása, és mindennapi életvitelük során a természet törvényeivel harmonizáló magatartásformák alkalmazása;
- törekvés a mértékletes és önkorlátozó fogyasztásra;
- a modernizáció és a gazdasági-technikai fejlődés során a természet erőforrásainak önző kiaknázása helyett annak kímélete.

Az ENSZ deklarációban is megfogalmazott célja, hogy 2030-ra minden diák sajátítsa el a fenntartható fejlődéshez és a globális felelősségvállaláshoz szükséges ismereteket és ezek készségszinten épüljenek be viselkedéskultúrájukba. (Varga, 2018) A fenntartható fejlődés ismeretrendszerének átadásával az egyének számára lehetővé válik olyan ismeretek, készségek és attitűdök választása, melyek segítségével a Föld élhető bolygó marad és a jövő generációi számára is lehetséges az élet és az emberhez méltó környezetben végzett munka. Ebben a folyamatban az oktatási intézményeknek kiemelt szerepe van. (UNECE, 2022)

Az állampolgári nevelés és a környezeti, valamint fenntarthatóságra nevelés összehangolása teszi lehetővé a globális felelősségre nevelés megvalósulását. Módszertana tartalmazza a tanulók aktív és önálló ismeretszerzését, miközben a tanár partneri szerepben, facilitátorként működik közre. A tanulási folyamat részesei a tanár és a diák közösen keresnek a felmerülő problémákhoz megoldási lehetőségeket, miközben feltárják a problémához kapcsolódó komplex összefüggéseket. A közös munka során a tanulók tevékenykednek és a problémákhoz fűződő érzéseik is kifejezésre jutnak. A diákok megtalálják a számukra legvonzóbb feladatokat a megoldás rendszerében és a munka során keletkező sikerélmény egyre bátrabbá teszi őket további feladatok megoldására is. A fent említett folyamatban kiemelkedő jelentőségű, hogy fejlődjön a diákok információkezelése. A globális kompetenciák fejlesztése során az információ-és tudásanyag optimálisan hasznosul abban az esetben, ha az elmélet-gyakorlat aránya a jóval több gyakorlati ismeret javára dől el. A probléma-érzékenység kialakítása mellett az együttműködés heterogén csoportokban, a döntés képessége, a lehetőségek mérlegelése és a kritikus gondolkodás, valamint az ismeretek megosztása is lényeges eleme a globális kompetenciák fejlesztésének. (HAND, 2016)

3.3.2 A környezeti nevelés szinterei

Tanórák és tantárgyak az iskolában

Az iskola oktató-nevelő munka zömében a tantárgyi órák keretei között valósul meg, mely a környezeti nevelés jelenében és jövőjében szintén sarkalatos helyszín.

- nagy felelősség hárul a természettudományi tárgyakra, mivel a természetre vonatkozó kultúra ismeretében iránymutató szereppel bírnak, vagyis a környezeti nevelés egyik alappilléreül szolgálnak;
- a társadalomtudományi tárgyak tekintetében a feladat az, hogy a társadalomszerveződés, az emberi viselkedés és a kultúra irányából közelítsük meg a környezeti nevelés fő kérdéseit. A tantárgyak oktatása útmutatást ad a fogyasztás javasolt útjához, egyfajta erkölcsi értékrendet és világgépet mutat be a környezeti válság mérsékléséhez, valamint rendelkezésünkre bocsátja a gazdasági és jogi eszközöket a fentiekben leírtakhoz;

- a technikai-életviteli tantárgyak keretein belül a tanulóknak lehetőségük nyílik arra, hogy gyakorlati szempontból elemezzék a környezettudatos létformát, melynek következményeként helyes példákat mutatnak be;
- a művészeti tárgyak a környezeti neveléssel kapcsolatos kérdéskörök érzelmi oldalról történő megértésére, feldolgozására alkalmasak;
- a test- és egészségnevelési tárgyak a környezet és az egészség szoros kapcsolatának feltárásával érhetnek el jobb eredményt a környezettudatos magatartásforma kialakítása érdekében.

Tanórán kívüli nevelés az iskolában

A környezeti nevelést az iskolai, de tanórán kívüli tevékenységek fejlesztették, ugyanakkor napjainkban is e terület befolyásolja legjelentősebben a hatékonyságot. A tanórán kívüli környezeti nevelési lehetőségek közé a következőket sorolhatjuk:

- szakkörök (pl. természettudományi, ökológiai, gyógynövényismereti, gombász, csillagászati, meteorológiai, természetfilm-klub, művészeti, néprajzi, életmódbeli stb.) vagy önképzőkörök;
- projekt vagy akció;
- ökoparlament;
- terepgyakorlat (természetben, településen), tábor, utazás, kirándulás;
- pályázat;
- intézménylátogatás (múzeum, könyvtár, üzem, kutatóintézet, egyetem, stb.);
- erdei iskola;
- zöld szervezetekkel való kapcsolattartás.

Előrelépést mutat több iskolában, hogy zöld diákönkormányzatok jönnek létre, projektek valósulnak meg, melyek az iskolai környezetet és demokráciát együttesen kívánják fejleszteni. Az Ökoiskolai-mozgalmak hatása külön jelentőséggel bír a közoktatásban. Ez az első olyan kezdeményezés, mely széles körben készíteti arra az oktatási intézményeket, hogy rendszerbe építve és tudatosan adjanak helyt a környezeti nevelésnek. Az összekapcsolt fejlődés kulcsfontosságú, mivel az élhető jövő kialakítása csak a generációk általi összefogással képzelhető el és valósítható meg (Fernengel, 2010).

Környezeti nevelés az iskolán kívüli színtereken

Az eredményes környezeti nevelés nem valósulhat meg csupán osztálytermi keretek között.

Az elmúlt években az iskolán kívüli környezeti neveléssel foglalkozó bemutatóhelyek, környezet- és természetvédelemmel foglalkozó ifjúsági és civil szervezetek, turista és sportegyesületek jelentős fejlesztési lehetőségekhez jutottak. Az infrastruktúra fejlesztése céljából pályázati forrásokat felhasználva nemzeti parki oktató- és látogatóközpontok építése, erdei iskolák fejlesztése, tanösvények, munkafüzetek, a környezeti neveléssel kapcsolatos segédanyagok kidolgozása, múzeumok és állatkerti bemutatóhelyek reformjára került sor, melyek az alábbiakban kerülnek részletesebb bemutatásra (Orbán, 2010).

Erdei iskolák

Az erdei iskola az iskola pedagógiai programjának szerves részét képezi, melynek helyszíne az adott oktatási intézmény székhelyétől távolabb, egy természet közeli környezetben valósul meg. A foglalkozásokat a szorgalmi időben végzik több napon keresztül. Az ismeretszerzési folyamatok elsősorban kooperatív-interaktív tanulási technikákban illetve a projektmódszer alkalmazásában merülnek ki. Az erdei iskola sajátossága, hogy a tevékenység középpontjában maga az iskola környezet áll, amely egy sokkal látványosabb, komplexebb tanulási környezetet biztosít a formális tanulási környezetekkel szemben (Lehoczky, 1999).

Tanösvények

A tanösvények változatos útvonalon könnyű bejárhatósággal bőséges információt nyújtanak a természeti értékek megismerése céljából. Az információnyújtást az út során kihelyezett táblák, vagy vezetőfüzetek, vagy személyesen a látogatott intézmények munkatársai szolgáltatják. A környezeti nevelés terén szintén értékes elemeket tartalmaz, ugyanis napjainkban az információszolgáltatás kibővült, s a természeti értékek ismertetése mellett napjaink környezeti problémáira is felhívják a figyelmet (Kollarics, 2015).

Múzeumok, bemutató-oktató helyek

„A múzeum immár a látogatóé.” Tágas kiállító tér várja látogatóit, akik éttermekbe, kávézóba, szuveníreket és tudományos műveket áruló boltokba térhetnek be, filmvetítéseken, színpadi

bemutatókon és esetleg koncerteken való részvétellel egészíthetik ki a tárlatok által nyújtott élményeket. A múzeumokban a nevelés és tanítás ma már egyenrangú az új tudományos eredmények bemutatásával (Apró, 2010). A gondosan összegyűjtött, gondozott emlékanyagok kiállítása, s tudományos bemutatása mellett egyaránt részt vesz az oktatási folyamatokban is, mint iskolán kívüli tanítási színtér. Közvetlen célja a múzeumi gyűjtemény élményszerű megismertetése egy speciális helyszínen különböző módszerekkel, melyek a következők lehetnek: tárlatvezetés, tanulói munkáltatólap, foglalkoztatófűzet, tárgykészítés, drámapedagógiai módszerek, társasjáték, vetélkedő, projekt-módszerek. A múzeumi ismeretszerzés ugyan nem pótolja a tanítási órát, de a más környezet, a tananyag, a kötetlenebb forma és élményközpontúság hozzájárul a tanulók meglévő ismereteinek elmélyítéséhez vagy az új ismeretszerzéshez (Apró, 2021).

A jó kapcsolat kialakítása egy iskola és múzeum között mindenképpen gyümölcsözőnek ígérkezik mindkét fél számára, ugyanis a múzeum részéről az oktatási intézményből érkező diákcsoportok biztosítják az állandó látogatottságot, míg az iskola részére a múzeumi helyszín kiváló iskolán kívüli tanítási környezetnek felel meg (Nagy, 2014).

A tudomány felfedezésén alapuló tanítás során a tanuló saját maga jut el a megértésig, melyet a tudományos kutatásban is használatos módszerek segítségével ér el (pl. közvetlen megfigyeléseket, kísérleteket alkalmaz). Az érdeklődés felkeltésében a múzeumi környezet nagymértékben említendő, hiszen már maga az épület rendszerint nem szokványos, a tárgyak kiállítási körülményei, s a tárgyak is vezető szereppel bírnak a figyelemfelkeltés kapcsán (Vásárhelyi, 2010).

A fentiek nyomán elmondhatjuk tehát, hogy a környezeti nevelés tartalmi vonatkozásában az évek során bővült, és az abban megfogalmazott célok a fenntarthatóság eléréséhez kapcsolódnak nagymértékben, melynek nyomán a 2000-es években hazánkban is megjelent egy új fogalom, a fenntarthatóság pedagógiája.

3.3.3 A környezeti nevelés szereplői

A települések és közösségek szerepe

A települések fejlődésének segítése céljából kiváló lehetőséget nyújthat egy jól átgondolt Integrált Településfejlesztési Stratégia (*továbbiakban ITS*) elkészítése. Egy olyan komplex dokumentumot értünk alatta, amely egy, a települést bemutató megalapozó vizsgálatból és annak folytatásaként

egy településfejlesztési koncepcióból tevődik össze, alapját pedig egy előre meghatározott 314/2012. (XI.8.) Korm. rendelet adja.

A ITS hasznossága a fényszennyezés tükrében abban rejlik, hogy a koncepció készítése során feltárja azokat a problémákat, amelyek megoldása elengedhetetlen a fejlődési útvonal bejárásához, azaz feltérképezi a fejlődési potenciált egy település esetében. Emellett a jól átgondolt és precízen elvégzett helyzetfeltárást követően megállapíthatók különböző megoldási javaslatok a fényszennyezés mértékét is mérséklő céllal. A jól összehangolt, a települések különböző szereplői és szférái által elkészített távlati tervek sikerességének megalapozása is ebben a dokumentumban történik.

Fontos, hogy az elkövetkezendő időszak fejlesztési feladatai egy előre átgondolt, időrendileg is logikusan felépített, a többi projekttel egyensúlyba hozott fejlesztési láncszemek összekapcsolódása következtében megvalósuló, a fejlesztési stratégiában megfogalmazott konkrét javaslatok integrációjaként jelenjenek meg.

A fényszennyezés mértékének csökkentése települési szinten többek között a természet védelmét és az egészséges környezet kialakítását eredményező modern lámpatestekkel, azaz a közvilágítási rendszer korszerűsítésével érhető el. Emellett különböző lakossági fórumokon, közösségi programokon ismertethető a problémakör a magánszféra bevonásával a lakosság számára (Apró et al. 2020).

Az egyes emberek feladatai

Fontos az a fajta felelősségérzet kialakítása, ami a közösségek jövőjével kapcsolatos, illetve annak megértése, miszerint az emberek maguk is környezetük cselekvő részesei, a jövőt alakító folyamatok aktív résztvevői (Horváthné, 2001; Paksi, 2013).

A felismerés képessége, miszerint hogyan járulhat egyénileg a természet és az épített környezet megőrzéséhez és fejlődéséhez, kiemelkedő szereppel bír a környezetpedagógiában. A pedagógus ehhez pedig egyénileg mind példamutatással, ismeretátadással, tapasztalatszerzési lehetőségek megteremtésével járulhat hozzá. A szülők álláspontja a fenntarthatósággal kapcsolatosan is mérvadó, hiszen ha a családi és az iskolai szokások összhangban vannak a fenntarthatóságra való nevelésben, az megkönnyíti annak hatékony beépülését a tanulók életébe (Apró et al, 2020).

A civil szervezetek és a fenntarthatóságra nevelés

A társadalmi folyamatok és bizonyos csoportok érdekeinek érvényesítésében is aktív szerepet vállalnak a civil szervezetek. A szemléletformálásban maguk is alakulnak, ugyanis az egész társadalmat lefedő, leképező csoportosulásoknak is tekinthetjük azokat.

A fényszennyezés tükrében hasznos információk szolgáltatásában, ismeretterjesztésben, szemléletformálásban, különböző kampányok támogatásában, aktív természetvédelmi beavatkozások által, kulturális értékmegőrző munkával (pl. népi csillagászati ismeretek átadásában) vehetnek részt a fényszennyezés elleni küzdelmekben.

A népi csillagászatot példaként kiemelve, úgy jellemezhető, hogy nem különíti el tisztán a csillagászati eseményeket a légköri jelenségektől. Segít továbbá abban, hogy a kutatások során egy jellemző kép táruljon elénk, amely a közösségek hagyományos égismeretét feltárja (Apró et al, 2020).

3.3.4 A környezeti nevelés tartalmának bővülése a fenntarthatóság fogalmával

Az 1992-ben Rio de Janeiroban rendezett Környezet és Fejlődés ENSZ Konferencia, ahol elfogadták a Riói Nyilatkozatot, amelyben általános elveket fogalmaztak meg az erőforrások hasznosításáról, a környezet védelméről, a fenntartható fejlődésről és az egyes országok együttműködésének alapelveiről. Itt került elfogadásra a „Feladatok a XXI. századra” című dokumentum, mely 4 részből áll: szociális és gazdasági dimenziók; a fejlődéshez szükséges erőforrások védelme és kezelése; nagy társadalmi csoportok szerepének erősítése. A megvalósítás eszközei tartalmában fellelhető az oktatás fontosságának kiemelése a fenntarthatóság előmozdítása érdekében.

2002-ben az ENSZ az UNESCO kezdeményezésére a 2005-2014 közötti időszakot a Fenntarthatóságra Nevelés Évtizedének nyilvánította.

Az ENSZ Gazdasági és Szociális Tanácsa Európai Gazdasági Bizottságának Fenntarthatóságra nevelés stratégiája a következőként foglalja össze a fenntarthatóságra nevelést: *„A fenntarthatóságra nevelés az a folyamat, amely az embereket a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos ismeretekkel és képességekkel ruházza fel: hozzáértőbbé, magabiztosabbá téve őket, növelve lehetőségeiket, hogy tegyenek valamit a természettel összhangban lévő, a társadalmi értékeket, a nemek közötti egyenlőséget és a kulturális sokszínűséget fontosnak tartó egészséges és alkotó életért.”*

Amikor a fenntarthatóság pedagógiájának szükséges készségeit gyűjtjük össze, akkor nem feledkezhetünk meg a kreativitás, kritikai gondolkodás, kommunikáció, döntéshozatal, értékelés, kooperáció, válságkezelés, technológiai fejlődéssel történő lépések tartása és nem utolsósorban a társadalmi részvétel fontosságáról. Az értékek, attitűdök figyelembevétele során a földi létet és annak tiszteletét, a törődést, megértést és tiszteletet az élőlények irányába, igazságos, békés társadalom építését, mely fenntartható módon, demokratikus módon működik, törekszik a Föld szépségeinek megőrzésére. (UNESCO johannesburgi konferencia, 2002)

A következő fontos állomás 2009. Bonn, UNESCO által megszervezett Oktatás a fenntartható fejlődés érdekében címet viselő világkonferencia, ahol a Bonni Nyilatkozat kimondja a fenntarthatóságra nevelés kiemelkedő fontosságát az oktatás minden területére és szintjére vonatkozóan.

A fenntarthatóság pedagógiájáról Varga Attila (2004) a következőképp vélekedik: *„Az új fogalom bevezetése hangsúlyeltolódást jelez. A fenntarthatóság középpontba állítása a természetről a társadalomra irányítja a figyelmet. A fenntarthatóság pedagógiájának megfogalmazása mögött annak a belátása húzódik meg, hogy a természeti környezet megóvása lehetetlen a társadalom fenntarthatóságának elérése nélkül.”*

Havas Péter gondolatait idézve *„a fenntarthatóság pedagógiája a megfelelő ismeretek átadását, a hozzájuk kötődő érzelmek és cselekvési képességek (kompetenciák) kialakítását, valamint az ezt lehetővé tevő módszerek alkalmazását jelenti.”*

„A fenntarthatóság pedagógiája a környezeti nevelés kibővült tartalmára épül, és azzal rendszerként egybekapcsolódik a globális-, a jogi-etikai, a fejlődésre-, a béke megteremtésére és a környezeti erőforrásokkal való gazdálkodásra irányuló nevelési törekvések köre, amelyek együttesen alkotják a fenntartható fejlődés elősegítésére irányuló pedagógiai gyakorlat tartalmát.” (Havas, 2001) A fenntarthatóság pedagógiája, melynek *„célja szerint egész életen át tartó tanulási folyamat, amely olyan informált és tevékeny állampolgárokat nevel, akik kreatív, problémamegoldó gondolkodásmóddal rendelkeznek, eligazodnak a természet- és környezettudomány, a társadalom, a jog és a gazdaság terén, és felelős elkötelezettséget vállalnak egyéni vagy közös intézkedésekben. Ezek az intézkedések biztosítják az egészséges környezetet és a hatékony gazdaságot a jövő számára.”* (Havas, 2001)

Megosztó az a gondolat, miszerint a környezeti nevelésre és a fenntarthatóság pedagógiájára szinonimaként is gondolhatunk. Azaz a szakirodalomban azt a kétféle nézetet követhetjük, miszerint a fenntarthatóság pedagógiája szemléletbeli (többnyire rendszerszemléletbeni) továbbgondolása a környezeti nevelésnek, a másik pedig azt vallja, hogy ugyan nem szinonimaként kezelendő a két fogalom, azonban a kettő közti átfedés vitathatatlan.

Ezt tükrözik a Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégiában megfogalmazottak a fenntarthatóság pedagógiájára vonatkozóan, miszerint: „*A fenntarthatóságra való felkészítés egész életen át tartó tanulási és szocializációs folyamat, amely tájékozott és tevékeny állampolgárokat nevel, akik kreatív, problémamegoldó gondolkodásmóddal rendelkeznek, eligazodnak a természet-és környezet, a társadalom, a jog és a gazdaság terén, és etikusán felelős elkötelezettséget vállalnak egyéni vagy közös döntéseikért, tetteikért. Ezek az intézkedések biztosítják az egészséges környezetet és a hatékony gazdaságot a jövő számára.*” (Czippán Katalin – Havas Péter – Victor András, NKNS, 2013)

További tanulmányok is foglalkoznak a definíciók értelmezésének kérdéseivel. Hesselink és munkatársai elemzésében olvasható az a definíciós kísérletre irányuló kutatás, amelyben 25 országból 50 szakembert kérdeztek a környezeti nevelés és a fenntarthatóság pedagógia kapcsolatáról. A beérkezett válaszokat tartalmukat tekintve ezek után négy csoportra osztották:

- (1) a környezeti nevelés a fenntarthatóságra nevelés részeként értelmezhető,
- (2) az (1) gondolat fordítottja, azaz a fenntarthatóságra nevelés a környezeti nevelés részeként értelmezhető
- (3) a két említett fogalomra úgy tekintenek, mint két egymást átfedő fogalomra
- (4) ebben a pontban a fenntarthatóságra nevelésre egyfajta fejlődési szakaszként tekintenek a környezeti nevelés tartalmi fejlődésében.

Ugyanakkor Vida szerint a megvalósítás során kihívások sora vár ránk – szám szerint három, amely abban mutatkozik meg, hogy:

1. a fennálló gazdasági és politikai hatalmi rend többnyire ellenérdekelt;
2. (a fenntarthatóságot) egyetlen országban megvalósítva a globális gazdasági rendben aligha életképes; - azaz nemzetközi összefogás és együttműködés, közös célok, vállalások és azok teljesítése szükséges

3. Feltételezi az egyes emberek alapvető szemléletváltását.” (Vida, 2007, old.: 160)

4. ugyan a 3. pontban találhatunk kapcsolatot a szemléletváltás és az oktatás között, azonban nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy az oktatás és a benne felmerülő kihívások kiemelkedő fontosságúak.

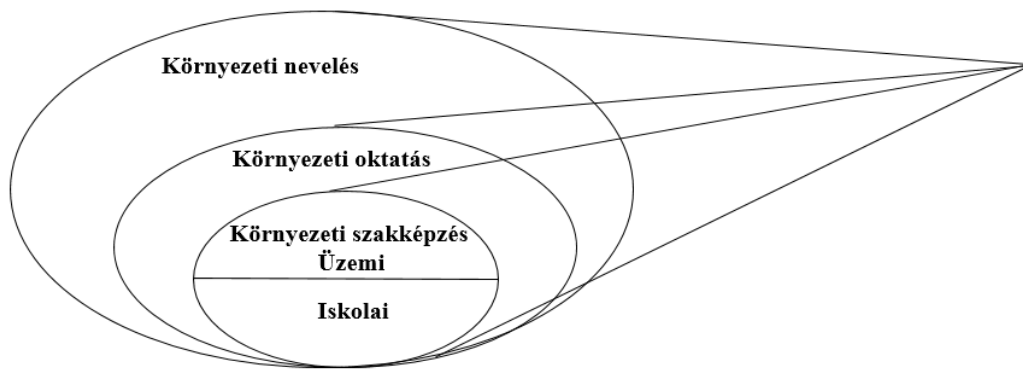
Pedagógusként több módszer is felhasználható abban a tekintetben, amiben formáljuk a fiatalok szemléletmódját oly módon, melyben megértik cselekedetük fontosságát, és azt, hogy környezetünk változásainak ők is aktív részeseivé válnak (Almási, 1998).

A jelenleg hatályban levő Környezeti Nevelési Stratégiában kerültek megfogalmazásra többek között Czippán Katalin, Havas Péter és Victor András (2013) által megfogalmazott, a fenntarthatóság pedagógiájára vonatkozóan különböző oktatási törekvések.

Amikor a fényszennyezés környezetterhelő hatásait vettük figyelembe a fenntarthatóság pedagógiájában, akkor a fent jellemzett törekvések pontjai közül kiemeltünk 7 fő pontot, melyek elemzések és jellemzőinek megfogalmazásakor a fényszennyezés problémakörének ismertetési lehetőségeit gyűjtöttük össze. A felsoroltak szinte mindegyikébe illeszthető a fényszennyezés oktatási környezetben történő megjelenésének fontossága, annak tudatosítása, hogy a mesterséges fényforrásoknak milyen energiatakarékos felhasználási módjai vannak, valamint ezen fényforrások milyen élettani hatással bírnak a teljes ökológiai rendszerre vetítve.

3.3.5 A környezeti nevelés kapcsolódásai

A környezeti nevelés tartalmának újbóli bővülésével jutunk el a környezetpedagógia fogalmához. Egy olyan integrált tudományként tekinthetünk rá, amely megoldásokat keres és kínál azon globális kihívásokra, melyek a természeti- és társadalmi környezetben merülnek fel az ökológiai egyensúly fenntartása érdekében. Fontos kapcsolatokra világít rá a környezeti nevelés és a környezetpedagógia fogalmi rendszere, rendszertani alapja. Megértéséhez a neveléstudomány belső felosztásához, a pedagógia általános rendszertanához fordulhatunk segítségül (3.6. ábra).



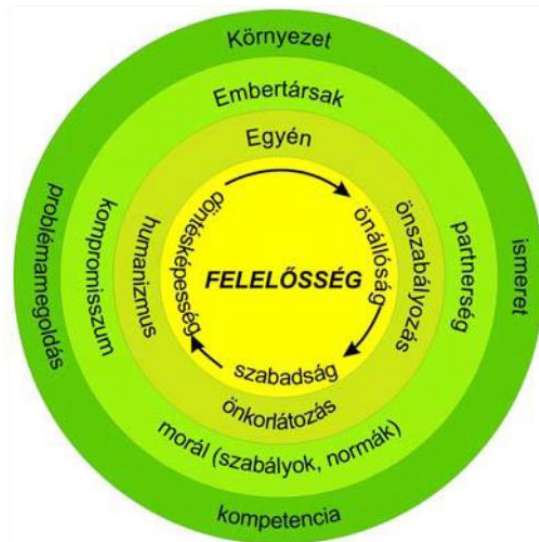
3.6. ábra

A környezeti nevelés-oktatás-szakképzés viszonystruktúrája, (forrás: Lükő, 2003)

Lükő István szerint a környezetpedagógia tartalma a következő jellemzők felsorolásával alapozható meg:

- „magában foglalja a környezeti nevelés, a környezeti oktatás és a környezeti képzés elméletének és gyakorlatának hierarchikus rendszerét.”
- egyfajta koordináló szereppel bír a környezeti nevelés, tudatformálás, befolyásolás tevékenységei körében. Mindezeket különböző formában és módszerek sokaságával teszi.
- foglalkozási tere kiterjed a környezeti nevelés oktatás- és célrendszerére, követelményeire, folyamatára, eredményeire, ellenőrzésére és minőségbiztosítására.
- társtudományok bevonásával széles körben vizsgálódik a környezeti nevelés és oktatás pedagógiai, pszichológiai, szociológiai, közgazdasági és filozófiai háttérben, kapcsolódási viszonyaiban.
- módszertani megújulást idéz elő, mely kapcsán feltárja környezeti nevelés és a fenntartható fejlődés/fogyasztás kölcsönhatásait.

Kováts-Németh úgy fogalmazza meg a környezetpedagógia célját, mint: „a felelős, környezettudatos magatartás kialakítása, az emberi élet minőségének fenntartása, javítása alapvető környezeti ismeretek, valamint magatartási életviteli minták nyújtásával. Eredményeképpen az egyén olyan rendszerszemlélettel rendelkezik, mely biztosítja a gazdasági, társadalompolitikai, ökológiai jelenségek kölcsönhatásának felismerését” (Kováts-Németh, 2010).



3.7. ábra

A környezetpedagógia nevelési és oktatási stratégiája

Forrás: Kováts-Németh, 2010.

A környezetpedagógia (3.7. ábra) sarkalatos pontja a *felelős magatartás* kialakítása. A felelős ember *önálló, szabad és döntésképes*. Az egyén *önálló*, de *ön szabályozásra* és *mértéktartásra* képes. A csoportban történő együttműködés során *önállóságát* képes alkalmazni, valamint cselekedeteiért is *felelősséget* vállal. Életvezetése során a *fenntarthatóság* jegyeit követve alapvető ismeretekkel rendelkezik a környezetről. A *szabadság* lehetőséget ad az egyénnek az *önmegvalósításhoz*, *kiteljesedéshez*, *kritikus gondolkodáshoz*. A *döntésképeség* pedig megfelelő ismereteket feltételez a környezeti, társadalmi és gazdasági téren, annak érdekében, hogy *felelős döntéseket* hozzon a saját és a környezete életével kapcsolatban.

Szűkebb és tágabb értelemben is tekinthetünk a környezetpedagógiára mind pedagógiai, mind környezettudományos szempontból. Pedagógiai értelemben szűkebb, ugyanis céljaiban elsősorban a tanulás-tanítás folyamatában az ember és természet kölcsönhatását vizsgálja. Az ökológiai egyensúly fenntartása érdekében, az adott kor környezeti kihívásaira keresi a választ. Tágabb, mert a környezettudatos magatartás kialakítása, az emberi élet minőségének fenntartása érdekében tárja fel az ökológiai, gazdasági, szociális összefüggéseket, törvényszerűségeket és olyan alapelveket, feladatrendszereket és módszereket fogalmaz meg, melyek az adott területen szélesebbek a pedagógiánál.



3.8. ábra
A környezetpedagógia társtudományai
forrás: Kováts-Németh, 2010.

Társtudományait azonban még további jellemzőkkel láthatjuk el (3.8. ábra). Az etológia és esztétika tudományterületek segítik az ember személyiségének gazdagítását, a viselkedés természeti és társadalmi normáinak megismerésével.

A környezet-egészségügy mutatja be azon a káros hatásokat, amelyek a környezetszennyezés következményeként vannak jelen a XXI. században. A környezetpszichológia megfogalmazza azokat a viszonyulásokat (attitűdöket), amiket az ember mutatott évezredek óta, amíg a természet részeként viselkedett, illetve vizsgálja a civilizációs ártalmak következtében jelentősen megváltozott attitűdöket.

A környezetvédelem és természetvédelem intézményesített rendszerben működik, melynek céljai szoros összefüggésben vannak a környezet-egészségügy és környezetpszichológia célkitűzéseivel.

A magatartástudomány és humánökológia vizsgálja azokat a jelenségeket, amelyek az ember és természet egyensúlyának felborulása következtében súlyos magatartásbeli, viselkedésbeli hiányosságokat, egészségügyi problémákat és életvezetési problémákat okoztak.

Az alapvető ismereteket a környezetpedagógiához az ökológia és a pedagógia kell, hogy nyújtsa. Az ökológia az élőlények és azok ökológiai környezetének kölcsönhatásait tanulmányozó tudomány. Tárgyai mindig az egyednél magasabb szerveződésű szintű rendszerek. A környezetpedagógia elsősorban szünökológiával, azaz a társulások és környezetük leírásával és azok kölcsönhatásainak vizsgálatával foglalkozik, amelynek tárgya az ökoszisztéma. A pedagógia komplex fogalom: egyrészt a nevelés elmélete, neveléstudomány, másrészt a nevelés gyakorlati megvalósulása (Kováts-Németh, 2008).

Lükő István foglalta össze a környezetpedagógia tartalmi területeit (Lükő, 2003) melyeket táblázatba foglalva láthatunk alább (3. táblázat). A szerző által megfogalmazott területek és azok elemei változtatás nélkül, a szerző gondolataiként kerülnek megjelenítésre. Az utolsó oszlopban a tartalmi területek fényszennyezéshez való kapcsolódási pontjai láthatóak.

3. táblázat

A fényszennyezés és a környezetpedagógia tartalmi területeinek összekapcsolása

Terület	Részterület	Részterület jellemzése	Kapcsolódás a fényszennyezéshez
1. Alapviszonyok és interdiszciplináris háttér	<ul style="list-style-type: none"> - ökológiai viszonyok – ökológiai lábnyom - természeti-technikai (épített/művi)-társadalmi környezet - A technikai fejlődés és környezeti-társadalmi hatásai - Globalizáció - Interakciók ökológiája -fejlődés és növekedés 		<ul style="list-style-type: none"> - feleslegesen használt mesterséges fényforrások ökológiai lábnyoma - energiatakarékos izzók használata - globális problémává nőtte ki magát a fényszennyezés - negatív hatásai a teljes ökológiai rendszert érintik
2. A környezeti nevelés és oktatás fejlődése, története			fényszennyezés története
3. A környezeti nevelés és oktatás	környezeti nevelés és szocializáció	<ul style="list-style-type: none"> - nevelés a környezetről - nevelés a környezetben - nevelés a környezetért 	kísérleti tananyagunk

<p>folyamata a formális oktatás keretében</p>	<p>A környezeti nevelés és oktatás tervezése, szervezése, irányítása, ellenőrzése</p>	<ul style="list-style-type: none"> - stratégiai tervezés - helyi nevelési-oktatási programok tervezése - tantervek „zöldítése” - környezeti nevelési projektek tervezése, szervezése - minőségbiztosítás a környezeti nevelésben 	<p>NAT, kerettantervek és tankönyvek fényszennyezéshez kapcsolódó tartalma</p>
<p>4. A fenntartható fejlődés pedagógiája</p>	<ul style="list-style-type: none"> - a fenntartható fogyasztás pedagógiája - a fenntartható város/falu pedagógiája - tantervi és módszertani reform 		<p>NAT, kerettantervek és tankönyvek fényszennyezéshez kapcsolódó tartalma</p>
<p>5. A környezeti nevelés és oktatás pedagógiai részterületei</p>	<ul style="list-style-type: none"> - természeti iskola - ökoiskola - organikus iskola - erdei iskola/erdőpedagógia - a szakképzés környezetpedagógiája - a felsőoktatás pedagógiája - zoopedagógia - múzeumpedagógia 	<ul style="list-style-type: none"> - környezetvédelmi szakmák oktatása - környezeti nevelés és oktatás a nem környezetvédelmi szakmákban - pedagógusképzés és –továbbképzés - környezeti szakok képzésének környezetpedagógiája - nem környezeti szakosok felkészítése 	<p>interdiszciplináris megközelítés</p>
<p>6. A környezeti nevelés és oktatás tevékenységei</p>	<p>szemléletformálás</p>	<ul style="list-style-type: none"> - propaganda, meggyőzés - döntéshozók, civil lakosok befolyásolása - felvilágosítás, információközlés - motiválás 	<p>kísérleti tananyagunk</p>
	<p>ismeretközvetítés, - feldolgozás</p>	<ul style="list-style-type: none"> - környezeti oktatás, továbbképzés 	
	<p>személyes és szociális képességek fejlesztése</p>	<ul style="list-style-type: none"> - önfejlesztés 	

		<ul style="list-style-type: none"> - szociális képességek fejlesztése - kulcsképeségek (kommunikáció, tolerancia, együttműködés, kreativitás) 	
	a környezeti nevelés és oktatás szakanyagfejlesztése	<ul style="list-style-type: none"> - könyvek, nyomtatott segédletek - audiovizuális és multimédiás szakanyagok - módszertani ajánlások készítése 	
7. A környezeti nevelés és oktatás szervezeti keretei	<ul style="list-style-type: none"> - a formális oktatás és a közművelődés intézményei - civil lakosság - NGO-k - vállalatok/cégek - közigazgatási szervek - környezet- és természetvédelmi szervek 		<ul style="list-style-type: none"> - hagyományos oktatási forma - terepi munkálatok - nemzeti parkok, csillagos égbolt parkok

forrás: saját szerkesztés

Ezzel a táblázattal zárom a szakirodalmi ismertetést, egyszersmind visszatérve saját kutatásaimhoz.

4. A kutatás eszközei, módszerei

A kutatás 5 egymásra épülő szakaszból, módszerből és kutatási eszközből tevődik össze. Először röviden megnevezem ezeket a szakaszokat, majd részletesebben kitérek a módszerek ismertetésére. Az első szakaszban a környezetpedagógiában használatos felmérések, a fényszennyezésre vonatkozó pedagógiai kísérletek tapasztalatait tartalmazó szakirodalmak tanulmányozását követően, a második szakaszban a Magyarországon jelen érvényben lévő oktatási dokumentumok (NAT, kerettantervek) és tankönyvek kulcsszavas dokumentumelemzése történik.

A harmadik szakasz egy kísérleti tananyag összeállítása és iskolai kipróbálása volt, azonban ezt elő kellett készítenie – második szakaszként – egy alapos tudásfelmérésnek. Valójában, kétféle tudásfelmérő kérdőívet szerkesztettem, mindkettőt kétszer-kétszer használtam fel. A teljesebb kérdőívet az előzetes tájékozódáshoz (2. szakasz) és a később említendő ötödik szakaszban használtam, amelynek célja a Csillagos Égbolt Parkok esetleges tudásnövelő, illetve attitűd-javító szerepének a vizsgálata volt. A rövidebb kérdőívet a kísérleti tananyag hatásának vizsgálatokor ismételt, képzés előtti és képzés utáni alkalmazással használtam.

A negyedik szakasz egy országos média-vizsgálat volt, amelyben arra voltunk kíváncsiak, hogy a legnépszerűbb országos TV és rádiócsatornák mennyire foglalkoznak a fényszennyezés problémakörével.

Végül, az ötödik szakaszban ismét az első, teljesebb kérdőív felhasználásával vizsgáldtunk. Ennek célja az ország három Csillagos Égbolt Parkjával kapcsolatban annak vizsgálata volt, hogy többet tudnak-e illetve korszerűbben világítanak-e az ilyen Parkkal egy településen élő felnőttek azoknál, akik ugyanabban a térségben, hasonló lélekszámú, de ilyen Parkkal nem rendelkező településen laknak.

4.1. A dokumentumok tartalmi elemzése

A kutatás problémafelvetése abból adódik, hogy léteznek-e olyan összefoglaló művek, taneszközök azon tudáselemeket tartalmazva, melyek a témakörrel kapcsolatban a tanítás során alkalmazhatóak?

A vizsgálódás fő célkitűzéseként mondható a természeti, társadalmi-gazdasági és a környezeti folyamatok közötti összefüggések megláttatása, bemutatása, az okok és következmények feltárása (Makádi – Horváth 2011; Ütőné 2014). Vizsgálatunk ezt a célt követve egy kulcsszavas dokumentumelemzés, melynek alapjait a napjainkban az oktatásban hivatalosan elfogadott és felhasznált dokumentumok adták (Nemzeti Alaptanterv (2012, 2020)), Kerettantervek, kísérleti és újgenerációs tankönyvek) a természettudományos tanulmányok keretein belül. A kiválasztott és az Atlas.ti programmal végigfuttatott kulcsszavak a következők voltak:

- i. fényszennyezés,
- ii. fény,
- iii. égbolt,
- iv. világítás/fényforrás,
- v. kulturális örökség/kulturális érték,
- vi. csillagok/Tejútrendszer,
- vii. káprázás,
- viii. (melatonin) hormon(rendszer),
- ix. ökológiai csapda
- x. cirkadián ritmus.

A dokumentumelemzés két fő részre különíthető el. Első részben feljegyeztem azon egységeket, melyekben és melynek közvetlen szövegkörnyezetében a fent említett kulcsszavak a fényszennyezéshez kapcsolódó témaköröket érintve szerepelnek. Ezt követően a második lépésben kiválogattam azon elemeket, melyekben ugyan nem-, vagy nem jelentős hangsúllyal szerepel központi témánk, azonban ott indokoltnak vélem. Kiemelt szerepet kaptak a fényszennyezéssel kapcsolatos ismeretekre vonatkozóan a fejlesztési területek, nevelési célok és közműveltségi tartalmak mindhárom iskolatípusban.

A tankönyvelemzés a Dárdai-féle hatásorientált négy szempontú rendszere szerint valósult meg. Az elemzés során a tananyag mennyiségét és hiányosságait lehetett feltérképezni.

4.2 A tudásfelmérő kérdőív

Kétféle kérdőívet használtam: egy kísérleti verziót, és annak kitöltése utáni tapasztalatokkal gazdagodva némi módosítást követően egy rövidebbet. Az első kérdőívben feleletválasztós, nyílt- és zárt végű kérdések megválaszolását kértem összesen 132 középiskolás egri diáktól, akik nem vettek részt a későbbi kísérleti tanórákon, valamint annak a négy településnek (Répáshuta, Cserépváralfa, Hortobágy, Újszentmargita) a lakóitól is, akiket a 4.4 alfejezetben jellemzek majd.

A nyílt kérdésekre rövid, egyértelmű válaszokat vártam, emellett a zárt, feleletválasztást igénylő kérdésekben, rangsorolást igénylő és intenzitáskérdések megadására került sor.

A kérdések 5 fő csoportba sorolhatók: (i) a világítás hatásairól tanúskodó ismeretek; ahol a különböző lámpatípusok felismerését követően a kitöltők nyilatkoztak az éjszakai világítás hatásáról emberi szervezet egészségére, illetve az állatvilág számára zavaró hatásaira vonatkozóan. A (ii) csoportban a világítási szokásokra otthon, iskolában/munkahelyen, közterületen kérdeztünk rá. Az éjszakai nyugodt és pihentető alvást a teljes sötétségbe burkolózó hálószobában érhetjük el. A pihentető alvás minőségét befolyásolja a közterületről beszűrődő fény és a használatban levő elektronikus eszközök. Erre vonatkozóan vártunk válaszokat a (iii) „mi fárasztja, stresszeli az embereket saját életükben” kérdéscsoportban. A következőkben (iv) a kitöltő és a csillagos égbolt kapcsolataira voltunk kíváncsiak, ahol arról nyilatkoztak a megkérdezettek, hogy gyönyörködnek-e, vizsgálódnak-e egyáltalán a csillagos égbolton, kiegészítve azzal, hogy mely égi objektumokat ismerik fel. Az utolsó kérdéscsoportban (v) további csillagászati, egyéb energiatakarékosággal kapcsolatos ismeretek kerültek a középpontba, ezek közül pedig kiemelkedő kérdésként szerepelt, hogy hallott-e már a fényszennyezés problémaköréről, illetve ha igen, akkor milyen forrásból értesült róla.

A tananyag kipróbálását megelőzően a tanulók előzetes tudásfelmérése volt szükséges, majd a tananyag hatékonyságának vizsgálata teljesítményméréssel történt. A tudásszintmérő teszt jellemzőit tekintve feleletválasztós, nyílt- és zárt végű kérdések blokkokba rendezve kerültek megválaszolásra. Ebben és a következő mondat tartalmában nincs különbség a képzésben használt egyszerűbb, illetve a 4.3 és a 4.4 pontokban leírt, teljesebb kérdőívek között. A nyílt kérdések között elsősorban rövid, egyértelmű válaszok voltak várhatóak, a zárt kérdések esetén feleletválasztást igénylő kérdések, rangsorolást igénylő és intenzitáskérdések megadására került sor.

A kísérlet során a tanulók fényszennyezéssel kapcsolatos ismeretei kerültek feltárára. Kezdetben rögzítettük a vizsgált csoportok kísérlet (képzés) előtti ismeretszintjét, majd a kísérlet végén megállapítottuk a bekövetkezett változások sajátosságait.

A 45 perces tanóra során feladatokat oldottak meg a tanulók (3. melléklet). A felmérőlaphoz tartozó feladatok és kérdések saját készítésűek, arra hivatottak, hogy a kezdeti hipotézisek igazolása megtörténjen elemzésük által. Az előfelméréskor és az utófelméréskor a feladatlapon az alkalmazás képességére, az ok-okozati kapcsolatok feltárára és a mérséklési módok felismerésére irányuló kérdések szerepeltek, egy-egy attitűd mérésére alkalmas kiegészítő kérdésekkel.

Mindkét fajta kérdőív, tudásszintmérő teszt eredményeinek kvantitatív feldolgozása Excel és SPSS programok segítségével történt, leíró és matematikai statisztikai eszközök segítségével. Meghatározásra került mennyiségek a gyakorisági eloszlás, a középérték és a szórás. Az adatfajtáknak megfelelően különbözőségvizsgálatok elvégzésére is sor került, kereszttábla elemzés és khi-négyzet próba alkalmazásával.

4.3 A kísérleti tananyag összeállítása

A következő szakaszban egy kísérleti tananyag elkészítése során a cél a rendszerszemlélet megalapozása, az ok-okozati kapcsolatok feltárása, az érdeklődés és informálódás iránti igény felkeltése volt. A kísérleti tananyag a tanítási- és tanulási módszerek gazdag tárában elhelyezhető az ismeretátadás, projektfeladatok, kísérletek és terepi megfigyelések tekintetében.

Az általános- és középiskoláskorú tanulók számára a tananyag készítése során cél volt (Falus és mtsai, 1979):

1. Lexikális ismeretbővítés: a fényszennyezés alapfogalmainak, szabályszerűségeinek megismerése.
2. A fényszennyezést kiváltó folyamatok közötti ok-okozati összefüggések és kapcsolatok megértése.
3. A rendszerszemlélet kialakítása, a fényszennyezés, mint komplex környezetterhelő probléma megismerése kapcsán.

4. Gyakorlati alkalmazás képességének kialakítása: a fényszennyezés jeleinek felismerése.
5. Tájékozottság a megfelelő világítási módokról, a mesterséges fényforrások emberi egészségre gyakorolt hatásairól.
6. Az érdeklődés felkeltése a téma iránt az újszerű tananyag feldolgozásával.

A tananyag egyfajta kiegészítéseként fogalmazódott meg egy ún. Módszertani példatár is (1. számú melléklet), mely a pedagógus kollégák számára nyújthat segítséget az oktatás során (Agrárminisztérium, 2020). Tartalmát tekintve az alábbi pontok jelölik a fő fejezeteket, zárójelben megadva a hozzájuk tartozó alfejezeteket:

1. A fényszennyezés fogalma, forrása (a fényszennyezés forrásai; a mesterséges fényforrások rövid története, természeti örökségeink)
2. Világítástechnikai alapismeretek (a fény kettős természete; a fényforrások jellemzői, világítás-technikai alapfogalmak)
3. A fényszennyezés negatív hatásának alanyai az élővilágban (direkt és indirekt hatások): a fényszennyezés és az emberek; rovarok; madárfajok; növényfajok.

A fent ismertetett tematikát követve Power Point formátumban készült el a kísérleti tananyag, mely alkalmasnak bizonyult ábrák, animációk és videók vetítésére. Az illusztrációk megjelenése pedagógiai szempontból fontos szerepet játszanak egyrészt az érdeklődés felkeltésében, a motivációban, az előzetes ismeretek aktivizálásában, a rendszerezésben, az ok-okozati összefüggések feltárásában, az összehasonlításban, a gondolkodásra készítésben (Dárdai, 2001, Maródi, 2013, Sallai, 2018).

4.4. Médiaelemzés

A továbbiakban a rádió- és TV csatornák kínálatának vizsgálatára helyeztem a hangsúlyt, azon belül is a fényszennyezés megjelenését, ugyanis számos környezeti problémára vonatkozó ismereteink legfontosabb forrása az elektronikus média is lehet. A fényszennyezéssel kapcsolatban ezért megvizsgáltam, mennyire volt számos és tartalmas a hazai rádió és TV csatornák kínálata a 2017 októbertől és 2021 szeptembere közötti négy évben. Ez a vizsgálat azért vált lehetségessé, mert a

Nemzeti Audiovizuális Archívum (NAVA) 2006 óta digitálisan rögzíti a magyarországi közszolgálati csatornák és a legnagyobb lefedettségű kereskedelmi televíziók magyar gyártású műsorait. Mindebből a szabadon hozzáférhető, és Egyetemünk hálózatából elért 4 rádió- és 21 TV-műsort tudunk bevonni az elemzésbe. A felvételek megtekintése során feljegyzésre kerültek a műsorra vonatkozó alapadatok, mint a csatorna neve, a vetítésének időpontja, címe, a sugárzás időtartama és internetes URL cím. 4 fő témakör került meghatározásra, amelyek alapján a műsorokat osztályba lehetett sorolni:

- (1) a fényforrások kedvező, illetve káros színhőmérséklete,
- (2) hatás az emberre,
- (3) hatás az állat- és a növényvilágra,
- (4) a csillagos égbolt látványának elvesztése.

4.5. A Csillagos Égbolt Park hatásának vizsgálata

A 4.2 pontban ismertetett kérdőívet a Bükk és a Hajdúság két-két településén is kitöltette személyes kérdés alapján két-két egri hallgatónk, az útmutatásaim, betanításom alapján. Ennek során elsősorban arra voltunk kíváncsiak, hogy többet tudnak-e, illetve korszerűbb, egészségesebb eszközökkel világítanak-e azon települések lakói, amelyek közel esnek egy Csillagos Égbolt Parkhoz. A Bükkben ez a település Répáshuta, amihez kontrollként Cserépváralja település illeszkedett. A Hajdúságban a csillagos égbolt park miatti céltelepülés Hortobágy, kontrollja pedig Újszentmargita. Cél volt az előre meghatározott 5 korcsoport (*19-30, 31-40, 41-50, 51-60 és 60 év fölött*) mindegyikéből egyforma számú válaszadót találni, ám ezt a települések kormegoszlása és otthon található-sága még a hétvégi napokon is korlátozta.

E fejezet végén megjegyzem, hogy az alkalmazott módszerekkel kapcsolatos eredmények részben össze is függnék egymással. Például a médiaszemle támpontokkal szolgálhat arra nézve, hogy milyen hatások érik a lakosságot az általánosan vett oktatási céloknak is utat mutatva. Még közvetlenebbül szolgálja ezt a felnőtt lakosság és az iskoláskorúak körében történt kérdőívesítés, bár itt a válaszok érvényessége az adott településekre korlátozódik. Tehát a tervezett oktatás illetve nevelés tartalma attól függ, hogy mit tartalmaznak a kérdőívre kapott válaszok.

A felmérés még egy módon kapcsolódik az oktatáshoz: amennyiben méri az eddigi oktatás-nevelés sikerét, szemben az ilyen képzésben nem részesülő, kontroll településsel. Egy ilyen különbség persze csak akkor írható a képzés javára, ha a médiából való tájékozódás esélye az a településeken egyforma, vagy ha a média kevés információt közöl a fényszennyezésről.

5. Eredmények

5.1. Dokumentumelemzések - helyzetkép a fényszennyezés tanításáról, problémáiról

A fényszennyezés megjelenése az oktatási dokumentumokban

A kutatás kezdetekor a 2012-ben hatályba lépett NAT volt érvényben, 2020-ban viszont megjelent az újabb tartalommal bíró központi dokumentum, ebből fakadóan a két dokumentum tartalmi összehasonlítása szükségszerűvé vált. Az összehasonlító elemzés során az előre meghatározott kulcsszavak megkeresését követően feltérképeztem a fényszennyezés megjelenítésével kapcsolatos azonosságokat és eltéréseket, hiányosságokat.

A 2012-ben bevezetett Nemzeti alaptantervben (továbbiakban: NAT2012) az oktatás szervezése a fejlesztési területek – nevelési célok, műveltségterületek és kulcskompetenciák megfogalmazásával történik. A tartalmi szabályozás egy lényegi újdonságként említhető, ugyanis az egyes műveltségterületek közműveltségi elemekkel történő kiegészítése, az alpműveltség kötelező tartalmi elemeinek meghatározásán túl az iskolai oktatás-nevelés egységét és az intézmények közötti átjárhatóságot biztosítja.

A 2020-ban bevezetett Nemzeti alaptanterv (továbbiakban: NAT2020) azokat a nevelési-oktatási alapelveket határozza meg, amelyek biztosítják az iskolák közötti átjárhatóságot. Meghatározza továbbá az elsajátítandó tanulási tartalmakat, valamint kötelező rendelkezéseket állapít meg az oktatásszervezés körében. Szabályozza az alpműveltség kötelezően közvetítendő tartalmait az alap- és középfokú oktatási intézmények számára, beleértve a különleges bánásmódot igénylő tanulókat ellátó intézményeket is.

Mindkét NAT dokumentumban alapvető feladatnak tekintik egy olyan értékrend kialakítását az oktatási intézményekben, amely támogatja az alapvető emberi és társadalmi értékeket, valamint a környezeti fenntarthatóságot. A fent említett értékrendek mellett a köznevelés céljaként jelenik meg a tanulók önmaguk és mások elfogadására-, a közösségi felelősségvállalásra, a kezdeményezőkézségre és az aktív, cselekvő részvételre vonatkozó területek támogatása. Az ezekre vonatkozó meghatározások, fejleszteni kívánt területek, tananyagtartalmak főbb pontjait és egységes követelményeit a kerettantervekben rögzítették. A kerettantervek tagolódása iskolatípusonként történik: a 8 osztályos általános iskola (mint iskolatípus) szakaszai, négy-, hat- és nyolc évfolyamos gimnázium, szakgimnázium, szakközépiskola.

Tanulási és nevelési célok

A fejezetben kiemelt szerepet tulajdonítanak társadalmi, gazdasági és szellemi fejlődés előmozdítására, illetve a társadalmi és az egyéni szükségletek összehangolására. A technológiai fejlődés gyors ütemű változása miatt nehézségként jelennek meg a követelmények meghatározása a nevelés és oktatás területén. Fontos, s egyben eddig ismeretlen kihívások teszik próbára az emberiséget és az élővilágot az összetett környezeti változások – gondolhatunk itt a klíma- és éghajlatváltozásra, a környezetszennyezésre, stb.

Több tanulási és nevelési célt különböztethetünk meg, mint pl.:

- *testi-lelki egészségre nevelés*: azon életvezetési szokások tartoznak ide, amelyek a testi és lelki egészség megalapozásában játszanak nagy szerepet, mint pl. az egészséges táplálkozás, a prevenció fontossága
- *önismeretre, emberismeretre nevelés*: az önkifejezés és az egészséges önértékelés kerül középpontba, amely az érzelmi intelligencia fejlesztésével és a pozitív társas magatartásmódok alkalmazásával érhető el, mint pl. az őszinteség, igazságosság, méltányosság.
- *együttműködésre és kölcsönös tiszteletadásra nevelés a társas kapcsolatokban*: a tanuló képessé válik arra, hogy kölcsönösségen és etikus magatartáson alapuló kapcsolatokat építsen ki, növelje önállóságát, felismerje a segítségre szorulókat, megoldási lehetőségeket keressen, szabálykövetővé váljon.
- *kommunikációs kultúrára és médiahasználatra nevelés*: az infokommunikációs csatornák használata mindennapjainkhoz szorosan kapcsolódik. A hagyományos kommunikációs és infokommunikációs forma során elengedhetetlen az udvarias, választékos és kulturált stílus követése. A digitális eszközhasználat alkalmazása során a tudatosság kiemelkedő jelentőséggel bír. Gondolhatunk itt pl. a klímaváltozásra, s a témában megjelent áhírekre is. A tanulóknak fontos kialakítani, hogy kritikusan képesek legyenek szelektálni azon internetes oldalak között, melyek nem a valóságot írják le. Ez egy nehéz feladat annak ellenére is, hogy a fiatal korosztály nyitott minden olyan információ befogadására, mely a digitális világhoz köthető.
- *autonóm tanulásra és tudatos életpálya-építésre nevelés*: a tanulóknak lehetősége nyílik kialakítani a számára leghatékonyabb tanulási módot az életkorához illeszkedően. A fejlődés elősegítése érdekében készségeit fejleszti, s képessé válik a továbbtanulással kapcsolatos döntéseit meghozni,

szükség esetén azt módosítani. Különös szereppel jelenik meg a pedagógus és szülő is, illetve az ő kapcsolatuk, hiszen a szülők összhangban az oktatási intézménnyel támogathatják a tanulót a fentiek elősegítése érdekében.

- *nemzeti európai azonosságtudatra, hazaszeretetre és aktív állampolgárságra, demokráciára nevelés:* a tanulók olyan közösségi élményeket adó programokhoz kapcsolódhatnak, mint pl. a lakókörnyezet kulturális, hagyományörző lehetőségek, környezetvédelem, karitatív tevékenységek. A fenntarthatóság hangsúlyozásának fontossága itt is központi szerepet tölthet be, melybe a pedagógusok és a szülők is aktívan bevonhatók, elsősorban személyes példát mutatva.

- *a fenntartható jelen és jövő iránti elkötelezettség:* a tanulók a fenntarthatósággal és a környezet-tudatossággal kapcsolatos felelősségérzetének kialakítása a cél. Ez különböző projektnapok, témahetek szervezésével, a tanulók aktivizálásával, országos, nemzetközi programokba történő bekapcsolódásával érhető el. A helyi sajátosságokra is ki kell térni mind társadalmi, mind kulturális szinten. Fontos az a fajta felelősségérzet kialakítása, ami a közösségek jövőjével kapcsolatosak, illetve, hogy megértsék azt, miszerint környezetük cselekvő részesei, a jövőt alakító folyamatokban részt vesznek. A felismerés képessége, hogy miként járulhat egyénileg a természet és az épített környezet megőrzéséhez és fejlődéséhez, kiemelkedő szereppel bír. A pedagógus ehhez pedig mind példamutatással, ismeretátadással, tapasztalatszerzési lehetőségek megteremtésével járulhat hozzá. A szülők álláspontja a fenntarthatósággal kapcsolatosan is mérvadó, hiszen ha a családi és az iskolai szokások összhangban vannak a fenntarthatóságra való nevelésben, akkor az megkönnyíti a hatékony beépülést a tanulók életébe.

Nevelési-oktatási szakaszok és kiemelt pedagógiai feladatok

Az alapfokú nevelés-oktatás első szakaszának (1-4. évfolyam) célja, hogy a gyermeket átvezessék az óvoda játékközpontú tevékenységeiből az iskolai tanulás tevékenységeibe, fejlesztve az alapvető képességeket, és alapkészségeket úgy, hogy közben elemi ismereteket közvetítenek különböző kreativitást ösztönző feladatokkal, élményszerű tanulással és problémamegoldást igénylő feladatokkal. Fejleszthető a megértés, a megismerés, felkelthető a tanulóban a tanulás iránti érdeklődés, a felelősségtudat, kitartás és önállóság.

A második szakaszban (5-8. évfolyam), előtérbe kerülnek a tanulási eredményességhez szükséges alapkompenciák, készségegyüttesek és tudástartalmak megalapozásának folytatása, az aktív tanulásra történő támogatás. Eltérő tanulási stílus figyelhető meg az 5. és 6. évfolyamon. Itt elengedhetetlen még az alsó tagozat tanulási módszertanának alkalmazása, és annak egyfajta magasabb szintre történő áttérése. A 7-8. évfolyamon szintén új típusú tanulási formák kibontakoztatására nyílik lehetőség az aktív feladatszervezés és tudásbővítés módszereinek megismerése folytán. Kiemelt célként jelenik meg, hogy a tanulók egyre felelősségteljesebbé és önállóbbá váljanak. A motiváltság, folyamatos ismeretszerzés, elkötelezettség a fejlődés iránt, problémamegoldás, a különböző tudásterületekhez kapcsolódó ismeretek alkalmazása során köthetjük össze az oktatás ezen szakaszát a fenntarthatósággal.

A harmadik szakasz (9-12. évfolyam) a tanulási utak az iskolaválasztások szerint differenciálódik. Az iskola kiválasztása egy roppant felelősségteljes feladat mind a tanuló, mind a szülő számára, hiszen gyakorlatilag a 14 éves kamasz gyermek akkor tesz egy nagy lépést afelé, hogy kiválasztja azt az utat, amelyen a későbbiekben haladni kíván. A szakmai képzettséget is adó szakgimnáziumi nevelés és oktatás megalapozza az érettségi követelmények teljesítését. Lehetőséget kell ugyanakkor biztosítani a felsőoktatásba történő belépésre is szakgimnáziumi végzettségét követően. A gimnáziumi végzettséget tekintve pedig arra kell lehetőséget adni, hogy a felsőfokú tanulmányok helyett (vagy mellett) különböző szakképzésbe is beléphessenek a tanulók. A szakközépiskolák tekintetében meg kell teremteni az olyan tudás elsajátítását, amely lehetővé teszi a tanulmányok folytatását a szakképesítést követően. A középfokú képzés négy évfolyamán számos változás éri a tanulót kognitív és érzelmi-, és személyiségfejlődésben egyaránt. A pályaorientáció kiemelt pedagógiai feladatként jelenik meg.

A fényszennyezés megjelenési formája a dokumentumokban

Ebben a kutatási szakaszban az volt a fő kérdésem, hogy: meghatározzák-e a fényszennyezés problémakörét mint környezeti problémát az oktatásban elfogadott hivatalos dokumentumokban?

Mind a korábbi, 2012-es, mind az új, 2020-as NAT esetében az fényszennyezés ismeretanyagához köthető fejlesztési feladatok az Ember a természetben és a Földünk-környezetünk műveltségterületek, 2020-tól Természettudomány és földrajz tanulásterület keretében jelennek meg. A NAT szerkezetében a műveltségterületek fejlesztési feladatai tudásterületekre tagolódnak, ahol évfolyamok

szerinti csoportosításban kerül fel-sorolásra az elsajátításra váró ismeretanyag. E komplex rendszerből a NAT-nál is alkalmazott szöveges formát megtartva emelem ki azokat fejlesztési feladatokat és közműveltségi tartalmakat, melyek a fényszennyezés megismeréséhez és megértéséhez szükségesek.

Mivel a fényszennyezés környezeti problémaként merül fel, ezért célszerű a témát a természetvédelem, környezetvédelem vagy a fenntarthatóság témaköreihez társítani. A vizsgálat alapjául a természettudományos tantárgyak (természetismeret/természettudomány, biológia, fizika, földrajz, kémia) szolgáltak. Először megvizsgáltam, a kiemelt oktatási-nevelési feladatokat, majd megkerestem azon kapcsolatokat, melyek a NAT-ban megfogalmazott témakör, a környezetpedagógia és a fényszennyezés elméleti ismeretei között fennállnak. Az egy-egy tantárgyhoz tartozó fő témakörök a NAT-ból, míg a fejlesztési feladatok, ismeretek és tanulási eredmények a kerettantervekből kerültek feldolgozásra (4. és 5. táblázat).

4. táblázat: Az ember és természet műveltségterület fényszennyezés ismeretanyaghoz köthető témakörök és a kapcsolódó közműveltségi tartalmak a 2012-es Nemzeti alaptantervben (saját szerkesztés)

NAT_2012 - Ember a természetben műveltségterület				
Keresőszó	Tantárgy	Évfolyam	Témakör	Tanulási eredmények
<i>fényszennyezés</i>	Fizika	7-8	4. Fénytan	A fény. A látás fizikai alapjai. Alkalmazások: távcsövek, űrtávcsövek, látáshibák javítása, fényszennyezés .
	Fizika	7-8	6. Az ember megismerése és egészsége	Az érzékelés fizikája. A fény, a színek. A látás fizikai alapjai. Látáshibák és javításuk. Káros környezeti hatások (fény- és zajszennyezés)
<i>fény</i>	Biológia	7-8	7. Környezet és fenntarthatóság	Az élőlényekre ható élettelen környezeti tényezők (fény , levegő, víz, talaj, hőmérséklet), az alkalmazkodás módjai.
<i>világítás/fényforrás</i>	Természetismeret	5-6	2. Anyag, energia, információ	Kölcsönhatások, erők. A kölcsönhatások a mindennapi környezetben (mechanikai, melegítés, hűtés, mágneses vonzás és taszítás, sztatikus elektromosság, hang- és fényforrások).
<i>kulturális örökség/kulturális érték</i>	Környezetismeret	1-4	A Föld szépsége, egyedisége	Elemi ismeretek gyűjtése égitestekről, egyszerű megfigyelések végzése.
				Lakókörnyezetünk természeti és kulturális értékeinek , egyediségének felfedezése, megismerése
<i>égbolt/csillogatok/Tejútrendszer</i>	Környezetismeret	1-4	Világegyetem	Egy-egy jellegzetes csillagkép megfigyelése, lerajzolása .
	Természetismeret	5-6	Világegyetem	A Tejút létének, égi képének megismertetése.

	Fizika	9-10	5. Gravitáció, csillagászat	Az űr kutatás irányai, hasznosítása, társadalmi szerepe.
<i>káprázás</i>	-	-	-	-
<i>(melatonin) hormon(rendszer)</i>	-	-	-	-
<i>ökológiai csapda/ökológiai egyensúly</i>	Biológia	9-10	7. Környezet és fenntarthatóság	A környezeti rendszerek állapota, védelme, a fenntarthatóság. Az emberi tevékenység környezeti hatásai (ökológiai lábnyom).
<i>cirkadián ritmus</i>	-	-	-	-

5. táblázat: A természettudomány és földrajz műveltségterület fényszennyezés ismeretanyaghoz köthető témakörök és a kapcsolódó közműveltségi tartalmak a 2020-as Nemzeti alaptantervben (saját szerkesztés)

NAT_2020 - Természettudomány és földrajz tanulásterület				
Keresőszó	Tantárgy	Évfolyam	Témakör	Tanulási eredmények
<i>fényszennyezés</i>	-	-	-	-
<i>fény</i>	Fizika	9-10	Az atom szerkezete, fénykibocsátás, radioaktivitás	ismeri a környezetében előforduló legfontosabb természeti jelenségek (például időjárási jelenségek, fényviszonyok változásai , égi jelenségek) fizikai magyarázatát; Elektromos és mágneses jelenségek: gyakorlati példákon keresztül ismeri a fény és anyag legegyszerűbb kölcsönhatásait (fénytörés, fényvisszaverődés, elnyelés, sugárzás)
				Az atomok és a fény
<i>világítás/fényforrás</i>	Fizika	7-8	A gyakran használt technikai eszközök, technológiák fizikai alapjai	tisztában van az aktuálisan használt világító eszközeink működési elvével, energiafelhasználásának sajátosságai-val, a korábban alkalmazott megoldásokhoz képesti előnyeivel;
		9-10	Fontosabb mechanikai, hőtani és elektromos eszközeink működésének alapjai, fűtés és világítás a háztartásban	tisztában van az aktuálisan használt világító eszközeink működési elvével, energiafelhasználásának sajátosságai-val, a korábban alkalmazott megoldásokhoz képesti előnyeivel;
<i>kulturális örökség/kulturális érték</i>	Biológia	9-10	A biológiai evolúció, adaptív és nem adaptív folyamatok	érti és elfogadja, hogy a mai emberek egy fajhoz tartoznak, és az evolúció során kialakult nagyra értékeltükben nem különböznek, a biológiai és kulturális örökségük az emberiség közös kincse;
<i>égbolt/csillagok/Tejútrendszer</i>	0	-	-	-
<i>káprázás</i>	0	-	-	-

(melatonin) hormon(rendszer)	0	-	-	-
ökológiai csapda/ökológiai egyensúly	Biológia	9-10	Átfogó célként kitűzött, valamint a fejlesztési területekhez kapcsolódó tanulási eredmények	életközösségek vizsgálata alapján értelmezi a környezet és az élőlények felépítése és működése közötti összefüggést , érti az ökológiai egyensúly jelentőségét, érvel a biológiai sokféleség megőrzése mellett;
cirkadián ritmus	0	-	-	-

Ahhoz, hogy a két vizsgált dokumentum tartalmát tekintve összehasonlítsam, számszerűsítettem a fenti két táblázat tartalmát, melyből fakadóan az alábbi szám adatok tárulnak elénk (6. táblázat):

6. táblázat: A fényszennyezés alapjaira vonatkozó kifejezések a Nemzeti alaptantervekben
(saját szerkesztés)

Dokumentum	NAT_2012 - Ember a természetben műveltségterület						NAT_2020 - Természettudomány és földrajz tanulásterület					
	Környism	Termism	Biológia	Fizika	Földrajz	Összesen	Környism	Termtud	Biológia	Fizika	Földrajz	Összesen
fényszennyezés	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
fény	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	3
világítás/fényforrás	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2
kulturális örökség/kulturális érték	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1
égbolt/csillagok/Tejútrendszer	1	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
káprázás	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(melatonin) hormon(rendszer)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ökológiai csapda/ökológiai egyensúly	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
cirkadián ritmus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Összesen	3	2	2	3	0	10	0	0	2	5	0	7

A NAT tartalomlemezésében a 2012-ben hatályba lépett dokumentumban 10 esetben található a fényszennyezéshez köthető kifejezés: fizika és környezetismeret tantárgy 3-3, a természetismeret

és a biológia 2-2 esetben. Lényeges elem, hogy a fényszennyezés két esetben is megjelent a dokumentumban. A NAT2020-ban az előző 10 eset 7-re csökkent: fizikából 5, míg biológiából 2 eset említhető. A 2020-as kiadásban nagy változás történt, ugyanis a fényszennyezés kifejezés kikerült a dokumentumból. Egyik dokumentumban sem szerepel a káprázás, melatonin hormon és a circadián ritmus, miközben a fent említett 3 fogalom fontos mérföldköve a fényszennyezés kialakulásának magyarázatában, és az élőlények szervezetére gyakorolt hatásának. A fizika tantárgy tartalmazza a legtöbb keresett kulcsszót mindkét dokumentumban. Fontos változás következett be a 2020-as NAT bevezetésekor: alsó tagozatban a tanulók környezetismeret tantárgyat csak 3-4. osztályban tanulnak, az előző évektől eltérően 1-2. osztályban nem. Megfigyelhető azonban, hogy a 2012-es kiadású NAT-ban 3 esetben is kapcsolódik a tantárgy a fényszennyezés problémakörének megértésének megalapozásához a helyi kulturális értékek gyűjtésével és a csillagos égbolton történő tájékozódás NAT-ban történő megalapozásával.

Kerettantervek

A NAT előírásaira épülő kerettantervek az egyes pedagógiai szakaszok, az egyes iskolatípusok elsajátítandó tudástartalmait az adott 2 éves tanulási ciklus kimeneti követelményeit konkretizálják. A kiadott kerettantervek közül az általános iskola 1-4. évfolyam környezetismeret, a 5-8. évfolyam számára készült kerettantervből a természetismeret (2012-ben), természettudomány (2020-ban), biológia, fizika, földrajz tantárgyra, a gimnázium 9-12. évfolyamára készült kerettantervből a biológia, fizika, földrajz tantárgyra vonatkozó előírásokat vizsgáltam a fényszennyezéshez köthető ismeretekkel kapcsolatos tematikai egységekre, nevelési-fejlesztési célokra koncentrálnak (7. és 8. táblázat). Az fényszennyezéshez kapcsolódó ismeretek oktatásához köthető nevelési-fejlesztési célok bemutatása is szükséges, ezek meglétét, vagy hiányát a későbbiekben vizsgálni fogom.

7. táblázat: A 2012-es kerettanterv alapján megmutatkozó fejlesztési célok és elsajátítandó ismeretek a fényszennyezés jegyében (saját szerkesztés)

Kulcsszó	Tan-tárgy	Évf.	Tematikai egység/fejlesztési cél	A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai	Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Fejlesztési követelmények
fényszennyezés	Fizika	5-8	Környezetünk és a fizika	A természetkárosítás fajtáinak fizikai háttere (erdőirtás, légszennyezés, fényszennyezés).	Energiatakarékossági lehetőségek vizsgálata a háztartásokban, iskolában, lakóhelyünkön.	
			Ember és fény - Milyen az ember és a fény viszonya?	Hogyan hasznosíthatjuk a fényvel kapcsolatos tapasztalatainkat a környezetünk megóvásában ? Milyen fényforrások használnak? Milyen fényforrásokat érdemes használni a lakásban, az iskolában, a településeken, színpadon, filmen, közlekedésben stb.? Mit nevezünk fényszennyezésnek ? Milyen Magyarország fényszennyezettsége ?		
fény	Földrajz	7-8	Magyarország társadalom-földrajza	Miért fontos a fény a növények számára? A településfajták, a településhálózat alakulásának értelmezése; lakókörnyezetek és életmódbeli jellemzők (nagyvárosi, városi, falusi települések, természeti, épített és emberi környezet, gazdasági, szociális eltérések).		
égbolt/csillagképek/Tejútrendszer	Környezetismeret	3-4	Merre megy a hajó?	hang- és fényjelenségek tanulmányozása	Tájékozódás csillagképek alapján. Példák keresése az állatok tájékozódására. A Göncölszékér csillagkép felismerése. Rajz készítése szabadon választott csillagképről, a csillagkép nevével kapcsolatos gyűjtőmunka végzése.	
világítás/fényforrás	Környezetismeret	3-4	Tájékozódás az iskolában és környékén	Az anyag, energia, információ szempontjából az energiatakarékos üzemeltetés jelentőségének felismertetése.	Fűtőberendezések, világítás , szellőztetés, étkező-, raktár- és kiszolgálóhelyiségek szerepe az iskolában.	Az energiatakarékosság lehetséges megvalósítási módjainak keresése az iskolán belül.
		1-2	Miért érdemes takarékoskodni?	Az anyag, energia, információ szempontjából az energiatakarékos magatartás erősítése .	Mi a különbség a hagyományos és az energiatakarékos izzók között ?	
	Fizika	9-12	Lakások, házak elektromos hálózata	Egyszerűbb számítási feladatok, gazdaságossági számítások elvégzése . Régi és mai elektromos világítási eszközök összehasonlítása . Hagyományos izzólámpa és azonos fényerejű, fehér LED-eket tartalmazó lámpa elektromos teljesítményének mérése és összehasonlítása.		
	Biológia	5-8	Az ember és környezete	Az ember környezetének jellemzése és hatásuk az emberi szervezetre (pl. hőguta, hőkimerülés, fagyás, idegrendszeri problémák).	Adatgyűjtés és elemzés: napjaink elektronikus eszközeinek hatása az emberre .	

kulturális örökség/kulturális érték	Természetismeret	5-6	Alföldi tájakon	A környezetre kifejtett egyéni és társadalmi hatások és a belőlük adódó problémák felismertetése, megoldási módok keresése.	Hortobágyi Nemzeti Park természeti értékei
			Hegyvidékek, dombvidékek	Természeti erőforrások és a társadalmi-gazdasági kapcsolatok bemutatása konkrét példák alapján.	Büki Nemzeti Park természeti értékei.
	Földrajz	7-8	Magyarország természeti és kulturális értékei	Környezettudatosságra nevelés a természet-, környezet- és értékvédelem alapvető céljainak, közös és sajátos feladatainak megismertetésével, illetve információgyűjtéssel, és az azokkal kapcsolatos személyes és közösségi cselekvési lehetőségek felismertetésével.	A védett helyeken engedélyezett tevékenységek megismerése; kulturális hungarikumok megismerése projektmunkában.
káprázás	-	-	-	-	-
melatonin hormon	Biológia	7-8	Az életfolyamatok szabályozása és egészségvédelme	Az alvás szerepe az idegrendszer működésében. A stressz kialakulása és jelentősége. A fontosabb hormontermelő mirigyek és fontosabb hormonjaik . A tanult hormonok feladata a szabályozásban.	Különböző hormonális problémákkal kapcsolatos témák feldolgozása projektmódszerrel.
ökológiai csapda	Biológia	7-8	Érthetjük őket? Az állatok viselkedése	Mi az állati tájékozódás alapja? Mi vezeti haza a galambokat? Hogyan találják meg a méhek a mézelő területeket, a virágokat?	Az állati viselkedés megfigyelése, a tapasztalatok rögzítése és értelmezése, az eredmények bemutatása. Szaporodási stratégiák, az állati viselkedés és a környezet összefüggéseinek elemzése
cirkadián ritmus	-	-	-	-	-

8. táblázat: A 2020-as kerettanterv alapján megmutatkozó fejlesztési célok és elsajátítandó ismeretek a fényszennyezés jegyében (saját szerkesztés)

Kerettanterv_2020						
Kulcsszó	Tantárgy	Évfolyam	Témakör (jav. óraszám)	Tanulási eredmények	Fejlt. feladatok, ism.	Javasolt tevékenységek
fényszennyezés	Fizika	7-8	Környezetünk globális problémái (6)	tudja azonosítani a széles körben használt technológiák környezetkárosító hatásait , és fizikai ismeretei alapján javaslatot tesz a károsító hatások csökkentésének módjára; – ismeri az éghajlatváltozás problémájának összetevőit, lehetséges okait.	A fényszennyezés megfigyelése	A globális éghajlatváltozás bizonyítékainak gyűjtése, vizsgálata, a lehetséges következmények elemzése, az emberi cselekvés lehetőségeinek megvitatása
fény	Fizika	7-8	Világítás, fény, optikai eszközök (12)	ismeri a látás folyamatát, a szem hibáit és a szemüveg szerepét ezek kijavításában, a szem megerőltetésének (például számítógép) következményeit	A látás folyamatának fizikai magyarázata. A szem egészségvédelme	
égbolt/csillagké-	Fizika	7-8	Égi jelenségek megfigyelése és magyarázata (10)	ismeri a csillagképek , a Sarkcsillag, valamint a Nap égi helyzetének szerepét a tájékozódásban	Ismerkedés az égbolt égi objektumaival : a Tejútrendszer, galaxisok, fekete lyukak.	

pek/Tej- útrend- szer				tisztában van az űrkutatás aktuális céljaival, legérdekesebb eredményeivel	– Az űrkutatás aktuális céljai, legfontosabb irányai: az űrszondák, a nemzetközi űrállomás, az űrtávcsövek, a műholdak tevékenységének bemutatása
					kieg. javaslat: milyen nehézségekbe ütköznek a csillagászok a munkájuk során? --> fényszennyezés
					Beszélgetés a fény véges sebességéről, s a csillagos ég ebből következő látványáról
világítás/fényforrás	Környezetismeret	3-4	Tájékozódás az időben (8)	napirendet tervez a napszakok változásaihoz kapcsolva.	Ismétlődő jelenségek megfigyelése az emberi test működésében. Ismétlődő jelenségek (ritmusok) megfigyelése az ember életében (napirend, hetirend, kalendárium, jeles napok, ünnepek).
			Testünk, egészségünk (6)	felismeri az egészséges, gondozott környezet jellemzőit. Megfogalmazza, milyen hatással van a környezet az egészségére	A tanuláshoz szükséges helyes megvilágítás fontossága. Helyes tanulási szokások megfigyelése, megbeszélése
	Fizika	7-8	Környezetünk globális problémái (6)	tudja azonosítani a széles körben használt technológiák környezetkárosító hatásait, és fizikai ismeretei alapján javaslatot tesz a károsító hatások csökkentésének módjára	
	Fizika	9-10	Világítás, fény, optikai eszközök (12)	felismeri a fizikai kutatás által megalapozott technikai fejlődés egyes fejezeteinek a társadalomra , illetve a történelemre gyakorolt hatását	háztartásban használt fényforrások és azok tulajdonságainak (a fény színe, a fényerősség, a kibocsátott fény térbeli eloszlása, az energiahatékonyság, ár, élettartam) megismerése
				ismeri az aktuálisan használt elektromos fényforrásokat , azok fogyasztását és fényerejét meghatározó mennyiségeket , a háztartásban gyakran használt áramforrásokat;	
				– ismeri a látás folyamatát, a szem hibáit és a szemüveg szerepét ezek kijavításában, a szem megerőltetésének (például számítógép) következményeit ;	
kulturális örökség/kulturális érték	Földrajz	7-8	Közvetlen lakókörnyezetünk földrajza (5)	javaslatot fogalmaz meg lakókörnyezete jövőbeli, környezeti szempontokat szem előtt tartó, fenntartható fejlesztésére ;	Szituációs játék – önkormányzati ülés, melynek témája a lakókörnyezet környezettudatos és fenntartható fejlesztése
káprázás	-	-	-	-	-
melatonin hormon(rendszer)	Biológia	7-8	Az emberi szervezet III. – Érzékelés, szabályozás (6)		A hormonrendszer feladatának, működési módjának megértése, a főbb hormontermelő szervek azonosítása, a termelt hormonok hatásainak bemutatása
ökológiai csapda	Fizika	7-8	Környezetünk globális problémái (6)	tudja azonosítani a széles körben használt technológiák környezetkárosító hatásait , és fizikai ismeretei	A fényszennyezés megfigyelése A globális éghajlatváltozás bizonyítékainak gyűjtése, vizsgálása

				alapján javaslatot tesz a károsító hatások csökkentésének módjára; – ismeri az éghajlatváltozás problémájának összetevőit, lehetséges okait.		lata, a lehetséges következmények elemzése, az emberi cselekvés lehetőségeinek megvitatása
cirkadián ritmus	-	-	-	-	-	-

A dokumentumok 2012-ben érvénybe lépett kiadásának elemzéséből kiderül, hogy a fényszennyezés ok-okozati összefüggéseiben feltárható, komplex feldolgozására a vizsgált tantárgyak alkalmasnak bizonyulnak a természet-gazdaság- és társadalmi hatások függvényében (Apró et al., 2018).

Tankönyvelemzések eredményei

A kerettantervek elemzését követően a tankönyvek tartalmi vizsgálata történt meg. A fényszennyezéshez kötődő tananyagrészek elemzése több lépcsős folyamatként valósult meg. A kvantitatív és kvalitatív elemzési módszereket egyaránt alkalmazó Dárdai-féle szempontrendszer használata során a tartalom elemzésében mind a feldolgozandó anyag struktúráját, mind a didaktikai apparátusban végeztem a szöveg és a tankönyvi ábraanyag értékelésének kíséretében (Dárdai, 2002). A tankönyvelemzés egyik célja annak vizsgálata, hogy a fényszennyezés témájának ismertetése mennyire teljeskörű, mennyire adekvát. Fontos szempontnak tartottam azt is, hogy a tankönyvi feldolgozás során rámutatnak-e arra, hogy a megszerzett tudás miként használható a mindennapi élet során. Az elemzésbe bevont tankönyveket és legfontosabb információit az alábbi táblázat mutatja be (9. táblázat):

9. táblázat. A kulcsszavas dokumentumelemzésbe bevont tankönyvek listája

Tananyagfejlesztők	Tankönyv címe	Kiadói kód	ISBN
Kropog Erzsébet, Németh Andrea	Biológia – egészségtan 7.	FI-505030701/1	978-963-436-070-4
Kropog Erzsébet	Biológia – egészségtan 8.	FI-505030801/1	978-963-436-114-5
Baranyai József, Fodor Zoltán, Veres Gábor	Biológia – egészségtan 9.	OH-BIO09TA	978-615-6178-30-5
Baranyai József, Veres Gábor	Biológia – egészségtan 10.	OH-BIO910TA/II	978-615-6178-30-5
Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Pétemé, Urbán János	Fizika 7.	FI-505040701/1	978-963-436-072-8
Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Pétemé, Urbán János	Fizika 8.	FI-505040801/1	978-963-436-118-3
Dr. Egri Sándor, Horányi Gábor, Simon Péter	Fizika 9.	OH-FIZ09TA	978-615-6178-26-8
Dr. Ádám Péter, Dr. Egri Sándor, Elblinger Ferenc, Horányi Gábor, Simon Péter	Fizika 10.	OH-FIZ910TA/II	978-615-6256-52-2
Alexa Péter, Gruber László, Szöllősy László, Ütöné dr. Visi Judit	Földrajz 7.	FI-506010701/1	978-963-436-076-6
F. Kusztor Adél, dr. Makádi Mariann, Pokk Péter, Szöllősy László	Földrajz 8.	FI-506010801/1	978-963-436-122-0
Arday István, Czifrusz Márton, Horváth Tamás	Földrajz 9.	OH-FOL910TA/I	978-615-6178-29-9
Arday István, dr. Kőszegi Margit, dr. Makádi Mariann, Sáriné dr. Gál Erzsébet, Ütöné dr. Visi Judit	Földrajz 10.	FI-506011001/1	978-963-436-134-3

Biológia: A biológia tanulás célja, hogy ismerje az élőlények sokféleségét, a testi-lelki egészség megőrzése a mindennapi rutin része legyen, valamint ismerje fel az egyén szerepét az életközösségek jövőbeli megóvása érdekében. A kerettantervben a fényszennyezést bemutató tartalom nem található, azonban három témakörben helytállóan tartom a téma megemlítését. Ilyen például a Természeti értékek védelme c. fejezet, melyben a fényszennyezés törvényi vonatkozásait, a védett fajok sokaságát (és a fényszennyezésnek kitett védett fajok elhullásának statisztikáját), a nemzeti parkokat (egyben a csillagos égbolt-parkok meglétét), valamint a várható jövőbeli állapotot lehet bemutatni, ezzel is érzékeltetve a jövő iránti egyéni és közösségi felelősség fontosságát. Az élővilág és az ember kapcsolata, fenntarthatóság témakörben a tanulók példák alapján elemzik a globális környezeti problémák sokaságát – többek között a fényszennyezéssel is ki lehetne egészíteni. A biológia tankönyvekben egy kép látható a háborítatlan csillagos égboltról és három szövegrészlet, feladat, összefoglaló tartalmi rész olvasható, melyben a fényszennyezéssel kapcsolatos ok-okozati következmények jelennek meg.

Az emberi szervezet – érzékelés, szabályozás témakörben a hormonrendszerek esetében a melatonin hormon mindenképpen kiemelendő témajavaslat annak kapcsán is, mivel termelődésére a fény gátló hatással bír, maga a hormon pedig egyfajta antioxidáns szerepet tölt be szervezetünkben. Az

egészségmegőrzés, elsősegély témaköre nagyon széles körben értelmezi az egészséget, mint személyes és közösségi érték. Itt igyekezhetünk alkalmazni azon ismereteinket, melyek például a megfelelő alvókörnyezetre terjednek ki.

Az érzékelés és a szabályozás elnevezésű fejezetben található Hormonrendszer c. leckében A fény és a hormonok bekezdésben láthatunk egy feladatot, mely a következőként került megfogalmazásra: Hogyan bizonyítanád, hogy a melatonin termelődését nem a sötétség stimulálja, hanem a fény gátolja? Ugyan a fényszennyezés kifejezést nem említi a szöveg, de nyilvánvaló, hogy a feladat a témához kapcsolódik, s említésének helye van a feladat értelmezése céljából. Itt tehát látszik, hogy ok-okozati összefüggés szintjén megjelenik a fényszennyezés problémaköre.

Az élőhelyek és a biológiai sokféleség fejezet Fény-, hőmérsékleti és vízellátási viszonyok leckéjében egy feladat erejéig jelenik meg az, hogy miként befolyásolja az állatok életét a fény. A tankönyv szövegében olvashatunk a sötét-világos periódusok váltakozásának bioritmuszabályzó tevékenységéről, valamint azon állat- és növényfajokat is említi, melyeknek lételeme a sötétség. Ebben a fejezetben sem kerül említésre azon tény, hogy a fényszennyezés milyen mértékben képes befolyásolni ezen élőlények természeti környezetét, bioritmusát. A Ciklikus változások az életközösségek életében lecke bevezető soraiban motivációs célként jelenik meg a fényszennyezés, a fény szerepe az ember és az élőlények életében, mely szerint: „Az év során a nappalok hosszabbodásának és rövidülésének ritmusát tapasztaljuk. Hogy látod, megváltoztatja ez körülötted az élővilág életét, pl. a madarak napi tevékenységét? Változik-e az ember aktivitása a nap során a sötét/világos szakaszok hosszának változásával?” Úgy véljük a napi ritmusok tekintetében a fényszennyezés is említésre méltó aszerint, hogy a fényforrások éjszakai időszakban történő nem rendeltetésszerű használata az élőlények ritmusos tevékenységét befolyásolhatják.

Az Ember és bioszféra fejezet Globális környezet állapota leckéjében a Távérzékelés témakör tematikus térképei között az éjszakai műholdképek által bemutathatóvá válna, hogy milyen fényárban úszik az éjszakai Föld. Emellett az összefoglalásban a „környezet változása a tudomány által gyűjtött adatok, bizonyítékok alapján vizsgálható” mondat alapján szemléltetni lehet a távérzékelési technológiák segítségével a fényszennyezés mértékének növekedését az elmúlt évekre vonatkozóan.

Fizika: A fizika tantárgy oktatásában célul tűzhető ki a természet alaptörvényeinek feltárása és alkalmazása, a technikai civilizáció fejlődésének bemutatása. A kerettantervek elemzése során ehhez a tantárgyhoz kapcsolódóan találkozunk a fényszennyezés kifejezéssel, és annak a tudatosítására törekvő igyekezettel. Az Energia c. témakörben megvan a lehetőség a fényszennyezés tanításának, mégpedig olyan formában, hogy ismertetjük az energiatakarékosság fontosságát, valamint az energiatermelés környezeti hatásait. Ez a fejezet tökéletesen alkalmasnak bizonyul arra, hogy a LED-izzók felhasználásának előnyeiről, hátrányairól is szót ejtsünk. Emellett a Világítás, fény, optikai eszközök témakör a fényszennyezéshez kapcsolódó technikai háttér bemutatására alkalmas, mert a tanulók megismerik a mesterséges fényforrásokra, fogyasztásokra, fényerejűkre vonatkozó tartalmakat, és azokat az eszközöket, melyeket a háztartásban leggyakrabban használnak. A látás folyamatának ismertetése során a szem megerőltetésére vonatkozó óvintézkedések esetén szorgalmazható a fényszűrők használata, kiegészítve az elektronikus eszközökön a szemkímélő funkciók bekapcsolásának javaslatával. Környezetünk globális problémái témakörben a javasolt tevékenységek között láthatjuk a fényszennyezés természetben történő megfigyelésének szorgalmazását.

A fizika tankönyvek elemzésekor a Naprendszer, energia és az elektromosság a környezetünkben témakörökben találkozhatunk a fényszennyezés ok-okozati összefüggéseinek feltárásával.

A 8. osztályos tankönyv Naprendszer fejezetCsillagok lecke bevezetésében olvashatjuk, hogy „a földi fények zavaró hatásától távol, az éjszakai égbolton mintegy 6000 csillag figyelhető meg.” Ezt követően a Tejútról láthatunk egy fotót, majd általános információkat olvashatunk annak elnevezéséről. A következő nagy fejezet a Környezetünk a fizika nevet viseli, melynek 4. leckéjében, az Energiatakarékosság a háztartásban a tanulók megválaszolják azon kérdéseket, hogy egy ország, majd egy család energiafogyasztása miből tevődik össze, praktikus energiatakarékos tippeket osztanak meg, melyek a konyhában és a szobákban egyaránt alkalmazhatók. A leckét lezáró Kérdések és feladatok részben konkrét megfogalmazását olvashatjuk a fényszennyezésnek, egy fényszennyezettségi térkép bemutatásával. A feladat szövege szerint a tanulóknak utána kell nézniük a fényszennyezés káros következményeinek és a Csillagos Égbolt Rezervátumoknak. A fényszennyezettségi térképpel kapcsolatos feladat pedig magában foglalja, hogy a tanulók állapítsák meg azon területeket, amelyek a legfényesebbek.

9. osztályban a tankönyv III. nagy fejezetében, az Energia c. fejezet Energiagondok leckéje az ember és a hasznosítható energia kapcsolatát hangsúlyosan tárgyalja diagramokkal, képekkel és videókkal szemléltetve. Az energiatermeléssel kapcsolatos egyperces videó közel harmadát képezik olyan fényképek, melyek Északnyugat-Európa városait, Wellingtont és Bécs városát mutatják be az éjszakai órákban. A fényszennyezés jelenségéről konkrétan nem nincs említés a narrációban, ennek kiegészítése azonban indokolt és az eszköz erre lehetőséget is ad.

A 10. évfolyamon használt tankönyv 3 fejezetében is foglalkozhatunk a fényszennyezéssel. Az első az Elektromosság, melynek bevezető gondolataiban is láthatunk már egy képet, melyhez kapcsolódóan kérdés fogalmazódik meg: Régebben ennyi fény létrehozása sokkal több elektromos energiát igényelt, mint manapság. Mitől lett olcsóbb ez a pazarlás? A fejezet első leckéjében: Mi az elektromos áram? kezdő képén a Föld éjszakai képét láthatjuk. Hozzá kapcsolódó kérdés: Hol vannak, és hogyan jellemeznéd a legvilágosabb helyeket? A fénykép alapján miért volt jó ötlet az Atacama-sivatagba telepíteni nagy csillagászati távcsöveket? Vajon ez a fénykép egy távoli műholdról készült, vagy több kisebb képből lett összerakva? A kérdés összetett, megválaszolásához a külső tantárgyi kapcsolatokat is figyelembe kell venni, földrajzi előismeretet is igényel, elsősorban sivatagi népsűrűségről, valamint a műholdas képészítésről. A LED és társai leckében az izzólámpa, kompakt fénycső és LED összehasonlítása történik élettartam, fogyasztás, ár arányban, valamint felsorolják hátrányaikat a hagyományos izzólámpákhoz képest. Ezáltal a tanulók egy általános képet kapnak a mindennapokban használt mesterséges fényforrások tekintetében. A lecke további (Tőled függ!) alfejezetében a LED lámpák színárnyalatairól olvashatunk. A leírásban röviden említést tesznek a természetes színárnyalatokhoz való evolúciós alkalmazkodáshoz. Majd külön kiemeli a szöveg a hideg fehér színhőmérsékletű lámpák megjelenését, azok egészségre gyakorolt hatását. Elsősorban a bioritmus megzavarását, az alvászavarok kialakulását említik példának. Az életminőség javítása érdekében javaslatok és praktikák is olvashatók.

A második nagy fejezet az Atomok és a fény. A Fényforrások leckében az energiatakarékos fényforrásokra helyezik a hangsúlyt, összehasonlítva a hagyományos izzókat, a halogén és a LED-égőket. Szemléltetés eszközeként fotók szerepelnek. Említésre méltó továbbá, hogy a tanulók magyarázatot kapnak a fényforrások hatékonyságának jellemzésére, a fényhasznosítás fogalma magyarázatának kíséretében. A Világegyetem megismerése fejezet nyitó gondolataiban a tankönyv szerzői egy projekt megvalósítását javasolják, melynek a Csillagos ég címet adták. Ebben a tanulók az

éjszakai égbolt egy részletét készítik el. A feladat megoldásához természetesen szükséges, hogy ismerjék fel az éjszakai égbolton elénk táruló csillagképeket. A feladat megoldásához külső tantárgyi koncentrációban ismételten megjelenik a földrajz tantárgy. A fejezethez tartozó első leckében, a Naprendszer modelljeiben az óra végi egyszerű kérdések, feladatok részben a tanulóknak javasolniuk kell olyan csillagászati megfigyelésre alkalmas, fényszennyezésmentes területet, amely a lakóhelyük közelében található. A Csillagfény üzente leckében a Tőled függ rovatban láthatunk egy műholdas felvételt Földünkről az éjszakai órákban, a felvétel mellett pedig egy szövegrészletet, mely a Föld órája akciót foglalja össze röviden. A záró gondolatokban említést tesznek arról a lehetőségről, hogy ilyenkor jobban megfigyelhetjük a csillagos égboltot, mert legalább ebben az egy órában a fényszennyezés tudatos visszaszorítása figyelhető meg.

Földrajz: A földrajz tantárgy hangsúlyos szereppel bír a természeti-társadalmi-gazdasági környezet jelenségeinek, folyamatainak szintetizálásában (Darabos és Gerlang, 2021). A 2020-ban kiadott Kerettantervben írtak szerint: „A földrajz az a tantárgy, amelyből a tanulók megismerhetik szűkebb és tágabb természeti, társadalmi és gazdasági környezetünk jellemzőit, a körülöttük zajló folyamatokat – melyeknek önmaguk is részesei – és ezek összefüggéseit, kölcsönhatásait, a környezetben való tájékozódást, a benne történő eligazodást segítő alapvető eszközöket és módszereket.”

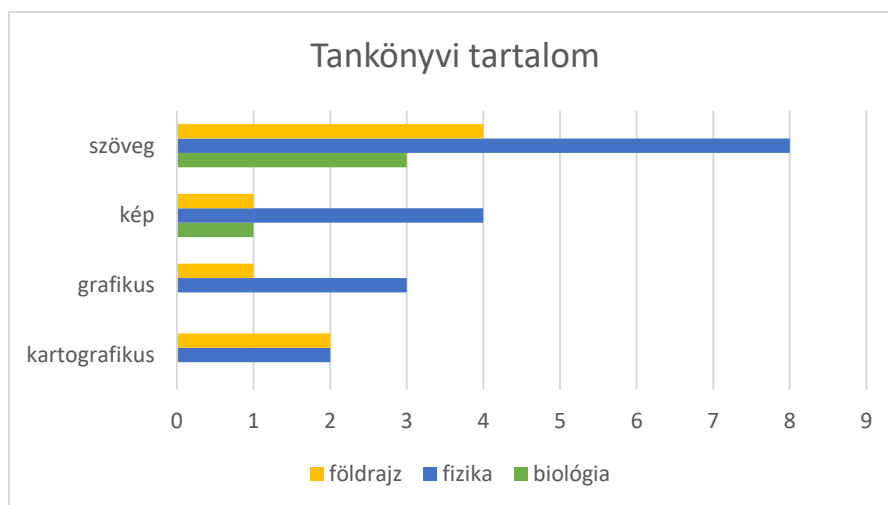
A fentiek alapján tehát nagy remények fűződnek ennek kapcsán bizonyos földrajzi témakörökhöz, melyekben a fényszennyezés is megjelenhet (3. táblázat) (Seres, 2019). A várttal ellentétben ennek konkrét említése a NAT-ban és a kerettantervekben nem történik meg. Jól tanítható lehet például a Közvetlen lakókörnyezetünk földrajza témakörben, ugyanis a tananyag feldolgozás eredményeként várható, hogy a tanulók különböző javaslatokat fogalmaznak meg lakókörnyezetük jövőbeli, környezeti szempontokat szem előtt tartó fejlesztésére. Ez a cél pedig kiváló lehetőséget biztosít lakókörnyezetük megismerésére, az infrastruktúra megvizsgálására ehhez kapcsolódóan pedig pl. a fényszennyező tevékenységek kiszűrésére. A másik ilyen témakör az Életünk és a gazdaság: a pénz és a munka világa címet viseli. Itt példák sokaságával ismertethető a tanulók számára a globalizációt befolyásoló folyamatok, valamint érvek fogalmazhatók meg a tudatos fogyasztói magatartás és a környezettudatos döntések fontossága mellett. Ezen gondolatokhoz egy-egy példa, vagy egy-egy mondat erejéig a fényszennyezésnek is helye van, ugyanis egy mindenkit érintő problémaként tekinthetünk rá (Apró et al., 2018).

A tankönyvelemzés során a 7., 8. és 10. évfolyamos tankönyvekben jelenik meg a fényszennyezés. A 7. osztályos Ázsia földrajza fejezet Ázsia népessége és települései leckéjének egyik ábrája mutatja be Eurázsia éjszakai fényeit. A hozzá kapcsolódó feladat kérdései között megjelenik a fényszennyezés társadalmi összefüggése is: Számítsd ki Ázsia átlagos népsűrűségét! Hol áll a földrészek ranglistáján? Vesd össze az adatot a fénytérképen látottakkal! Milyen ellentmondást fedezel fel? Mivel magyaráznád? A Japán gazdaságáról szóló leckében egy feladat erejéig elénk tárul egy kép Tokió utcáiról, s az ott látható fényreklámok sokaságáról. A tanulók számára figyelemfelkeltő szöveg olvasható a feladat ismertetése során: „Tokió éjszakai utcáit járva számtalan vállalat fényreklámjai láthatók.” A feladat további részében néhány felsorolt cég logóját kell párosítani azok tevékenységi köreivel.

A 8. osztályos tankönyv Gazdasági élet Magyarországon c. fejezetének Értékvédelem Magyarországon leckéjében a védett területek felsorolásakor helyet kaptak a csillagoségbolt-parkok. Meghatározásukban kiemelték, hogy egy olyan helyszínt biztosít az odalátogatók számára, ahonnan a csillagos égbolt fényszennyezettségtől mentes területről figyelhető meg. A szövegben két csillagoségbolt-parkról olvashatunk, amely még a régebbi hazai adatot mutatja.

A 10. évfolyamos tanulók a Fenntarthatóság – kérdőjelekkel fejezet Egy új ipari forradalom küszöbén? lecke feladatai között található a fényszennyezéssel kapcsolatosat. Éjszakai műholdképet láthatunk Európáról, ehhez pedig két kérdés is kapcsolódik: 1) Mi a fényszennyezés? 2) Azonosíts népelességtömörüléseket! Milyen összefüggés van a népsűrűség, az urbanizáció és a fényszennyezés között?

Összegzésül elmondható tehát, hogy a háztartásukban és közvetlen környezetükben megtalálható energiaforrások és készülékek takarékos felhasználásától kezdve a fogyasztáscsökkentést, hatékonyságot és az emberek energiafelhasználását, energiaigényét ismertetve meg lehet alapozni az anyag- és energiatakarékos személetet, életmódot. A téma fontosságának megjelenítése tehát a fenti tanulásterületek elemzésében feltüntetett kiegészítő gondolatok megfontolása következtében kétségtelenül szükségessé válhat az oktatás színterein belül is. Elmondható tehát (5.1. ábra), hogy a Fizika tantárgy bővelkedik a fényszennyezéssel kapcsolatba hozható szöveges, képi, grafikus és kartografikus tartalmakkal, ezt követően a földrajz, majd a biológia.



5.1. ábra

A didaktikai apparátus egyes elemeinek száma a vizsgált tankönyvekben

A zavaró élettani hatás tudatosítása az oktatásban

A kísérleti tananyag kipróbálásának helyt adó oktatási intézmények mindegyike rendelkezik környezeti nevelési és egészségnevelési programmal, melyben az alábbi témakörök is helyet kapnak. A továbbiakban ezen alprogramok jellemzésére és a fényszennyezéssel való kapcsolatának feltárására kerül sor.

Az egészséget károsító szokások kialakulása, veszélye, felkészülés az elutasításukra

Az emberek szocializációja során cselekedeteiket, magatartásukat, gondolkodásmódjukat befolyásoló értékek alakulnak ki. Ha ezeket rangsoroljuk, az egészség megőrzése az alapértékeink között található. Ezeknem egymástól elszigetelten fejtik ki hatásukat, hanem elrendeződve, értékrendszerre formálódva. Ahhoz, hogy a család és az iskola, mint a tanulók szocializációs szinterei egymást erősítve vegyenek részt az egészség értékének közvetítésében, szükséges azzal a tudással rendelkezni, melynek következtében egy életvezetési gyakorlattá válik (Meleg, 2002).

A fényszennyezés zavaró hatással bírhat az emberek éjszakai nyugodt pihenésére, és ezáltal a következő napi teljesítményére. A tartós kialvatlanság pszichés (pl. memória- és figyelemzavar, koncentrációképesség csökkenése), zavarokat kelthet az emberi szervezetben, valamint alvászavarok is keletkezhetnek. A tünetek enyhítésére sajnos különböző gyógyszerektől várjuk a megoldást, melyek könnyen függőséget okozhatnak. Diákjaink figyelmét fel kell hívni a fenti

problémák megelőzésére. Meg kell értetni velük a hatásmechanizmust és ki kell alakítani bennük azt a szokást, hogy elalvás előtt legalább egy, vagy még jobb, ha kettő órával már ne használják számító- vagy táblagépüket, okostelefonjukat, inkább már csak pihentető tevékenységeket folytassanak.

Kapcsolat keresése az ember tevékenysége és a természet veszélyeztetettsége között

A tanulóknak be kell látniuk, hogy környezetük állapota nagymértékben hatással van a saját életkörülményeikre, tehát felelősséget kell vállaljanak a természet értékeinek megóvásáért. A fényszennyezést középpontba helyezve viszonylag egyszerűbb eszközök használatával könnyen megragadható a tanulók figyelme. Vizsgáljuk meg például a kültéri világításokat. A tevékenység célja, hogy a tanulók tanulmányozzák a kültéri világítás tervezését és kivitelezését, vitassák meg hatásának hatékonyságát, valamint befolyásának mértékét a fényszennyezés tükrében. A feladat hatékonyan integrálja mind a tudományt, mind a technológiát, mint pl. a lámpafajták beazonosításának képessége (Metaxa, 2003).

Védett természeti értékek, cselekedeteink következményei

A környezeti problémák sokasodása miatt a környezeti nevelésre, mint a közoktatás egyik kiemelkedő feladatára kellene, hogy tekintsünk, amely napjainkban a fenntarthatóság pedagógiáját is magába foglalja. A gyakorlat kiterjed az emberi együttélésre, az ember-természet kapcsolatára, a testi-lelki egészségnevelésre, a társas készségek fejlesztésére. A környezeti nevelés célja az, hogy elősegítse a tanulók környezettudatos szemléletének formálását, magatartásának és életvitelének kialakítását annak érdekében, hogy igyekezzen megakadályozni a környezeti válság elmélyülését, illetve segítse az élő természet fennmaradását és a társadalom fenntartható fejlődését.

Természeti értékeinket tehát őriznünk kell, többek között a sötét égboltot is. Példaértékű, amikor a minőségi világítás nem veszi el a csillagos égbolt nyújtotta látványt. Az iskolán kívüli környezeti nevelés egyik helyszínéül szolgáló erdei iskolák ennek bemutatására kifejezetten alkalmasak. Ezen kívül a csillagoségbolt-parkok is maximális felkészültséggel fogadják látogatóikat. Hazánkban három helyszínen várják az érdeklődőket, ahol vezetett éjszakai túrákon csodálhatják a Tejút látványát: az első park a Zselici Tájvédelmi Körzetben alakult, másodikként a Hortobágyi Nemzeti Parkban, majd harmadikként A Bükki Nemzeti Park is otthont ad egy ilyen létesítménynek.

Oktatási szempontból is rendkívül izgalmas és tartalmas programokkal szolgálnak a tanulóknak, mint például távcsöves bemutatók, természeti kiállítások, csillagászati kiállítások.

A túlzott, nem célirányos, nem teljes mértékben felhasznált éjszakai megvilágítás fényszennyezést idéz elő. Tény továbbá az is, hogy vannak olyan részei Földünknek, ahol nincs elegendő fény, de jóval nagyobb a túlzott fényhasználattal rendelkező területek kiterjedése.

A fenti problémák mindegyike orvosolható a lehető legjobb megvilágítási módokra való odafigyeléssel: mindig igyekezzünk minimalizálni a releváns kedvezőtlen tényezőket, mint pl. a káprázást, az égbolt mesterséges megvilágítását (Crawford, 2001). Ugyanakkor sokkal többet kell tenni az ügy érdekében elsősorban azokon a helyeken, ahol az emberek nem ismerik a fényszennyezés káros hatásaira irányuló kérdésekre a választ. Ebből kifolyólag a fényszennyezés szabályozásában a legnagyobb probléma nem az ellenállás az emberek részéről, hanem a tudatosság hiánya.

5.2. Fényszennyezéssel kapcsolatos online kérdőív elemzésének eredményei

5.2. Fényszennyezéssel kapcsolatos online kérdőív elemzésének eredményei

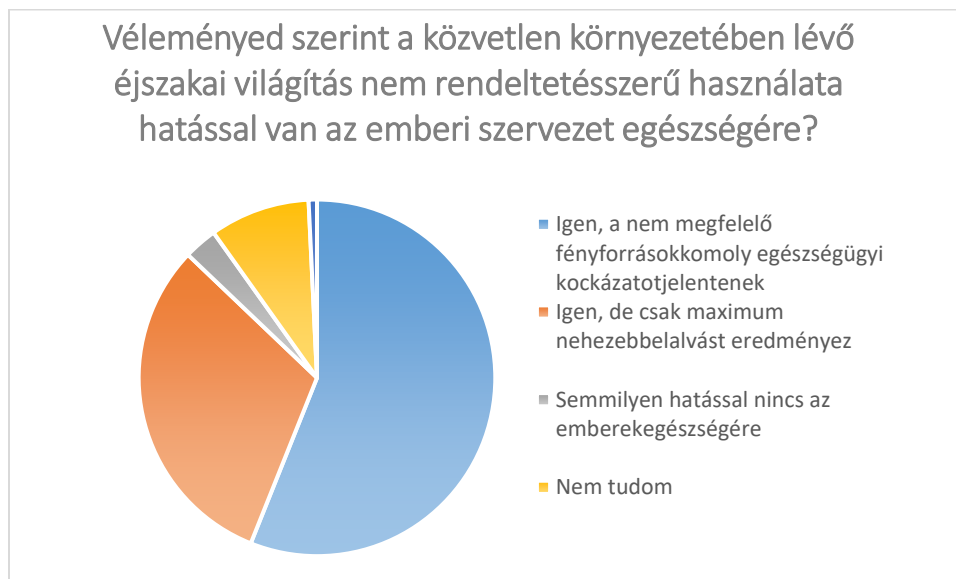
A kérdőíves felmérések célja az volt, hogy a kísérleti tananyagunk tartalmi elemeiről kapjunk egy általános képet. A kérdőívben feleletválasztó, nyílt- és zárt végű kérdések szerepeltek, melyek öt-féle témakör köré csoportosíthatók:

1. A világítás hatásaival kapcsolatos ismeretek: lámpatípusok felismerése, az éjszakai világítás hatása az emberi szervezetre, és az állatok élettevékenységére.
2. Világítási szokások otthon, iskolában és munkahelyen, közterületeken.
3. Milyen világítási viszonyok fárasztják az embereket magánéletük során: az éjszakai pihentető alvást befolyásoló hatások, közterületi világítás, elektronikus eszközök használata.
4. A csillagos égbolthoz fűződő viszonytal kapcsolatos kérdések: a csillagos égbolt látványára, az ehhez fűződő érzelmi viszonyulásra és az egyes égitestek, csillagképek ismeretére, velük kapcsolatos vizsgálódásra vonatkozó kérdések.
5. Csillagászati, energiatakarékossági valamint a fényszennyezéssel kapcsolatos ismeretek.

132 beérkezett válasz elemzését követően olyan információk tárulnak elénk, melyek azt segítik eldönteni, hogy a fényszennyezés témakörében mi az, amire nagyobb hangsúlyt kell fektetni az új tananyag kidolgozásakor. Mintánk egy, a többi kísérletben már részt nem vevő egri gimnázium tanulóiból tevődik össze. Tekintheünk rájuk kontrollcsoportként is.

Az első kérdés-csoport esetében a következő válaszokat kaptuk:

Az egyes izzólámpák felismerése nem okozott gondot a válaszadóknak. Több mint 74, 79, 91 és 81%-ban ismerték fel a halogén izzót, a kompakt fénycsövet, a hagyományos izzót és a LED-et. Az éjszakai világítás nem rendeltetésszerű használata a válaszadók több mint 87%-a szerint hatással van egészségünkre, a súlyosságában oszlanak meg a vélemények. 56,1% (74 fő) szerint komoly egészségügyi kockázattal jár, míg 31,1% (41 fő) szerint kismértékű a hatása, csupán elalvási nehézségeket, fáradtságot okoz (5.2. ábra).

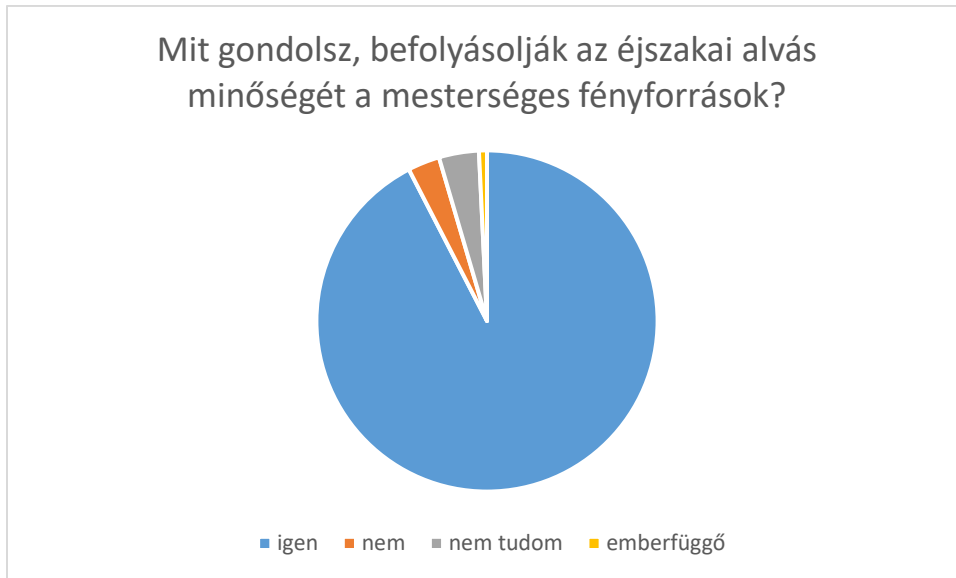


5.2. ábra

Az éjszakai világítás hatása az emberi szervezet egészségére

forrás: saját szerkesztés

Az éjszakai alvás minőségét 92,4% azaz 122 válaszadó szerint befolyásolják a mesterséges fényforrások (5.3. ábra).

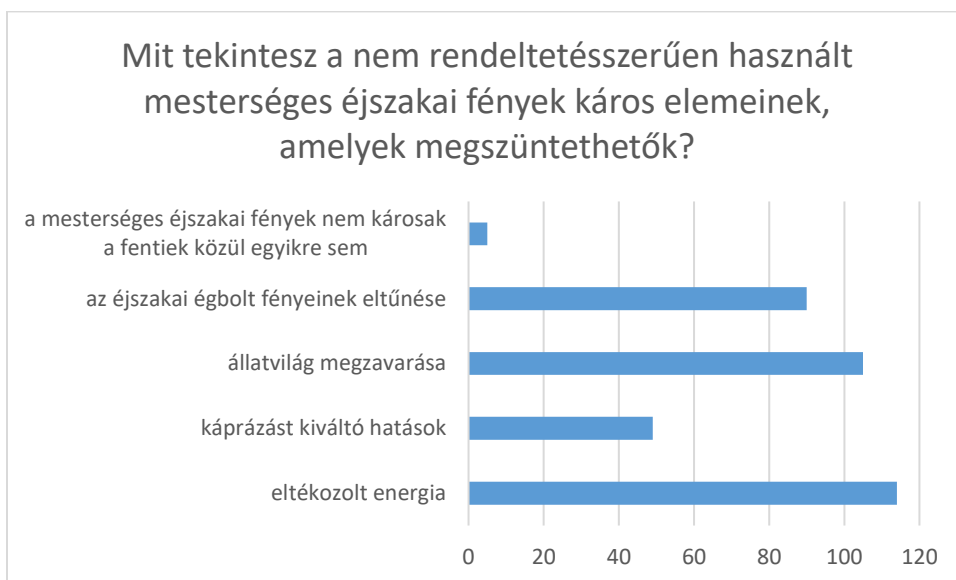


5.3. ábra

A fényforrások befolyásoló hatása az éjszakai alvás minőségére

forrás: saját szerkesztés

Az éjszakai világítás károsításának eredményei a legtöbb válaszadó szerint az elpazarolt energia (86,4%, 114 fő), az állatvilág megzavarása (79,5%, 105 fő) és az éjszakai égbolt fényeinek eltűnése (68,2%, 91 fő) (5.4. ábra).



5.4. ábra

A nem rendeltetésszerű éjszakai világítás káros elemei

forrás: saját szerkesztés

A következő kérdéscsoport az otthoni világítási szokásokkal foglalkozik.

A kérdésre, hogy lekapcsolják-e a villanyt, ha nem tartózkodnak az adott helyiségben, a válaszadók 93,9%-a felelt igennel és 6,1% nemmel. 90,2%-uk csak abban a helyiségben világít, ahol éppen tartózkodik és 33,3%-uk kihasználja a természetes fény adta lehetőségeket otthonuk megvilágításánál (5.5. ábra).

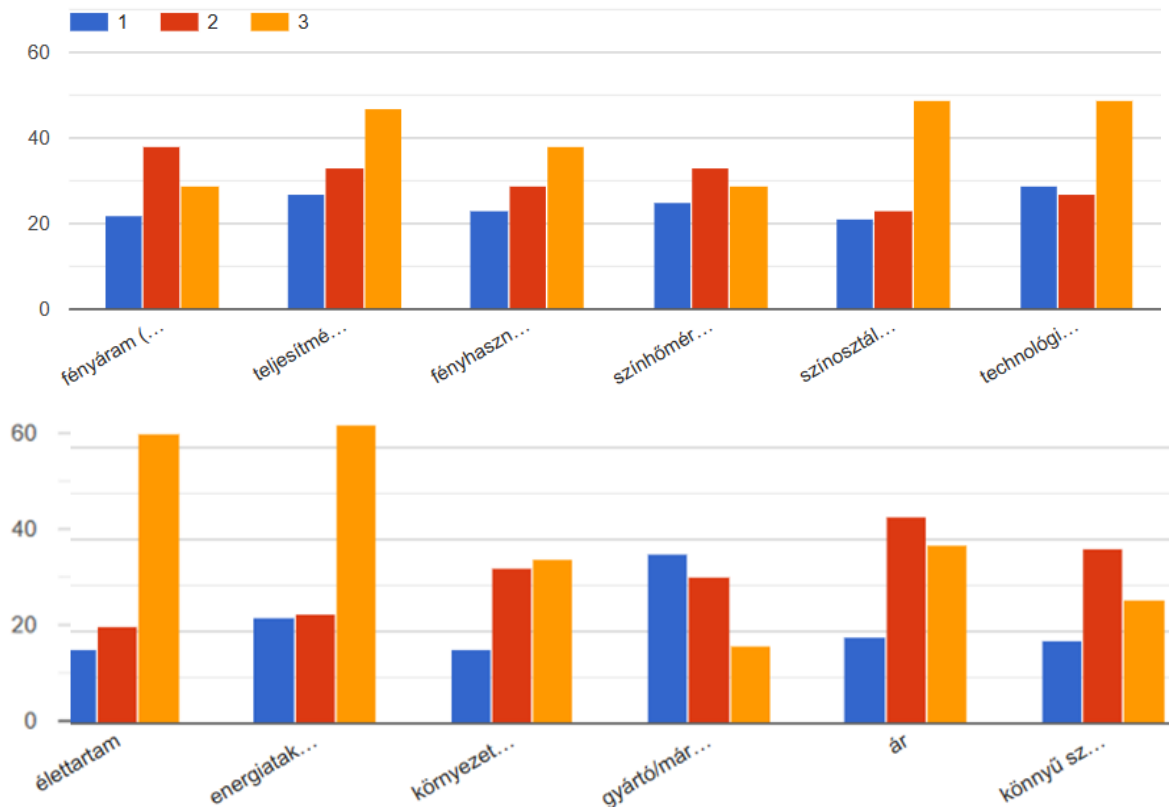


5.5. ábra

A világítás otthoni használata

forrás: saját szerkesztés

Arra a kérdésre, hogy az új izzók vásárlásakor milyen tényezők befolyásolják a választásban, a válaszadók a következő megoszlásban válaszoltak. A legfontosabb tényezőnek legtöbbször a gyártót jelölték első helyen. A második legnagyobb arányú tényező az ára, míg a harmadik az az energia-takarékossági osztály (5.6. ábra).



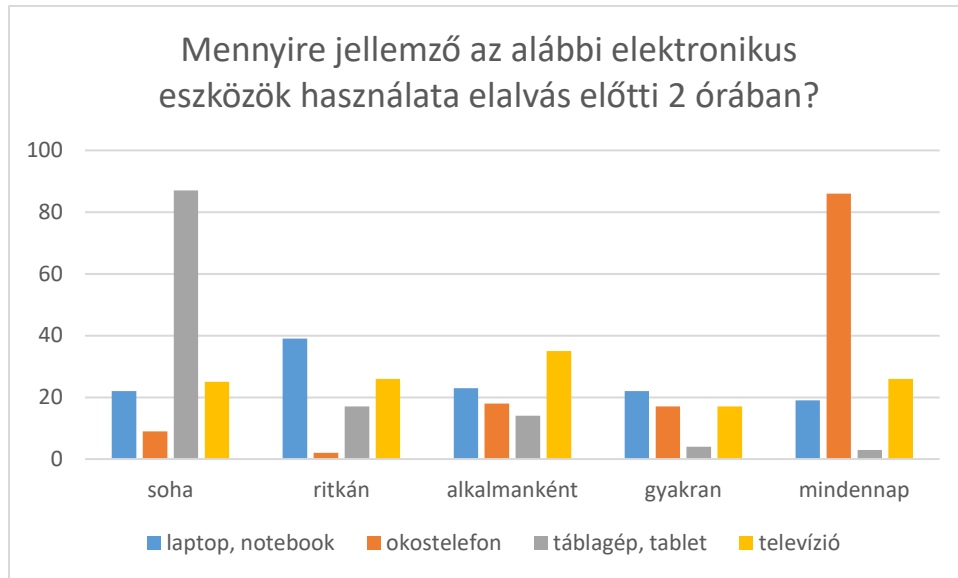
5.6. ábra

Új izzó vásárlását befolyásoló tényezők

forrás: saját szerkesztés

A harmadik kérdéscsoport az embereket fárasztó világítási hatásokra kérdezett rá.

Elalvás előtt 2 órával legnagyobb arányban a válaszadók okostelefont használnak minden nap. (86 fő) A többi eszköz, azaz a televízió (26 fő), a tablet (3 fő) és laptop (18 fő) mindennapos használata ehhez képest elenyésző (5.7. ábra).

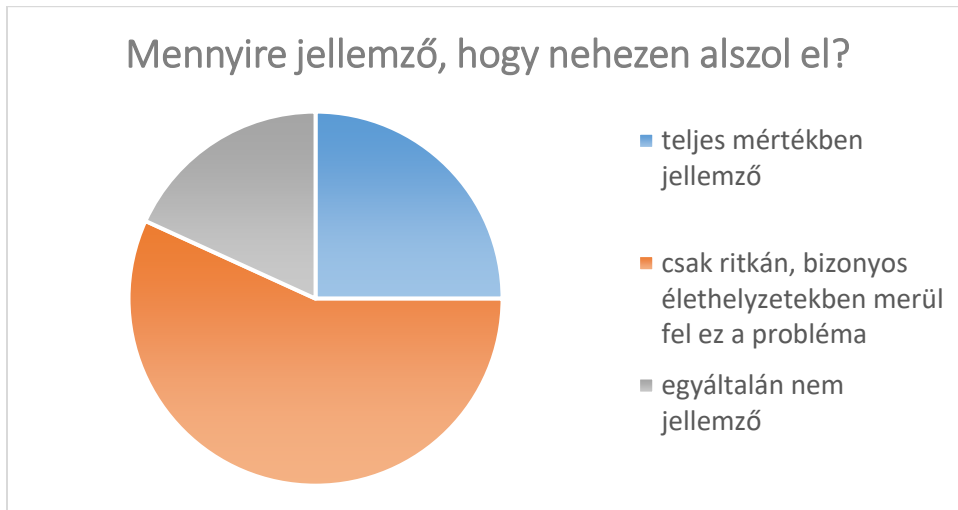


5.7. ábra

Elektronikus eszközök használata elalvás előtt

forrás: saját szerkesztés

Az elalvási nehézségei a válaszadók 25%-nak igen (33 fő), míg 18,2%-nak (28 fő) egyáltalán nem, 56,8%-nak (75 fő) ritkán, bizonyos élethelyzetekben vannak (5.8. ábra).



5.8. ábra

Elalvási problémák

forrás: saját szerkesztés

A negyedik kérdéscsoport a megkérdezettek csillagos égbolthoz fűződő viszonyához kapcsolódik. A csillagos égboltban összességében majdnem ugyanannyian gyönyörködnek vagy vizsgálódnak gyakran (51,5%), mint akik ritkán (44,7%) de szerencsére nagyon kevesen vannak (3,8%), akik egyáltalán nem (5.9. ábra).

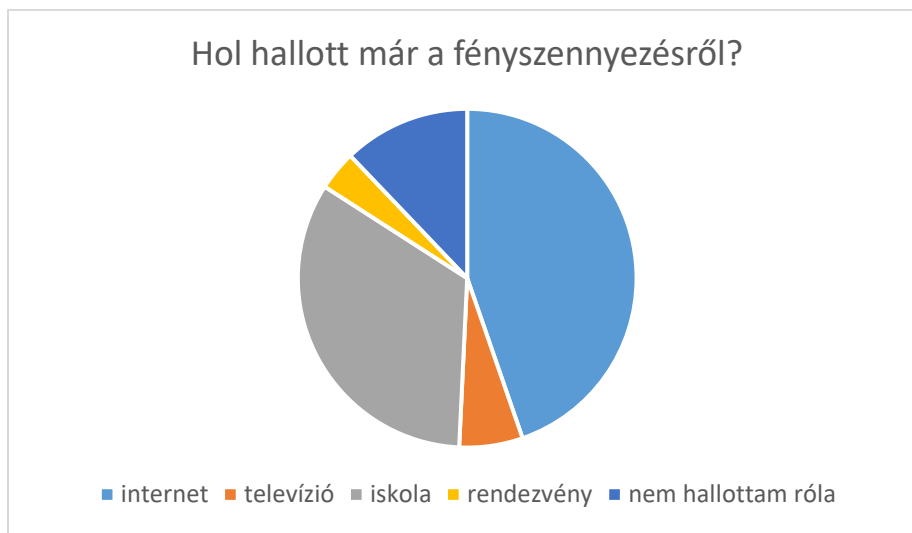


5.9. ábra

Vizsgálódások, gyönyörködés a csillagos égbolton

forrás: saját szerkesztés

Az utolsó kérdéscsoport az energiatakarékosági és a fényszennyezési ismeretekre kérdezett rá. Ebben a tekintetben a válaszadók az iskolai oktatást (33,3 %, 44 fő) és az internetes forrásokat (44,7%, 59 fő) nevezték meg ismeretanyaguk eredeteként, és szerencsére csupán 12,1% azaz 16 fő jelezte, hogy nem hallott még a problémáról (5.10. ábra).



5.10. ábra

A fényszennyezéssel kapcsolatos ismeretek forrása

forrás: saját szerkesztés

A kitöltött kérdőívek elemzését követően tehát elmondhatjuk, hogy:

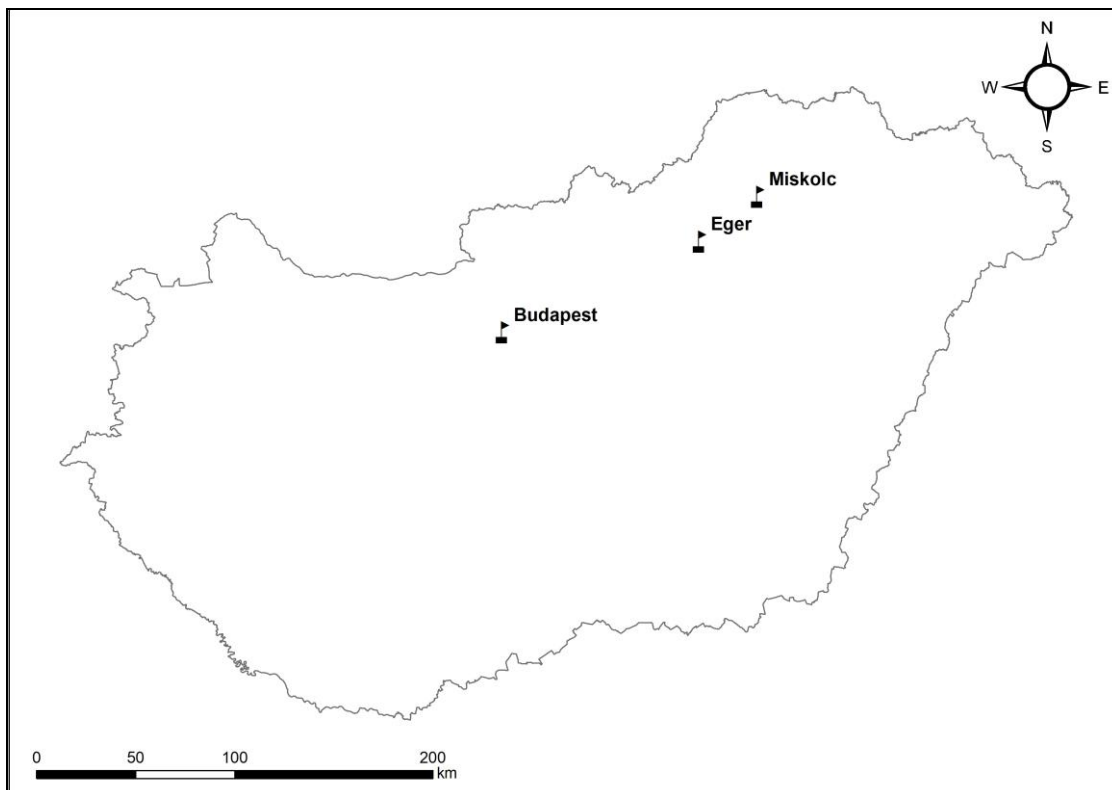
- A világítással és annak hatásaival foglalkozó kérdéscsoportban az egyes izzólámpák felismerése szinte tökéletes.
- Az éjszakai világítás nem rendeltetésszerű használata a válaszadók többsége szerint befolyásolja egészségünket, a hatás súlyosságában oszlanak meg a vélemények.
- Az otthoni világítási szokásokkal foglalkozó kérdéscsoport válaszai azt bizonyították, hogy a családok majdnem 100%-ában lekapcsolják azokban a helyiségekben a villanyt, ahogy épp nem tartózkodnak.
- Az új izzók vásárlásakor a gyártó, az ár, és az energiatakarékossági osztály a döntő tényező.
- Az elalvási nehézségek elsősorban meghatározott élethelyzetekben érintik a vizsgált csoportot.
- A csillagos égbolt vizsgálata tudományos vagy esztétikai céllal, a válaszadók több mint 96%-át érdekli.
- A fényszennyezéssel kapcsolatos ismereteit a vizsgált csoport döntő mértékben az iskolából és a világhálóról szerzi.
- A vizsgált csoport nyitott a fényszennyezés problémakörére, foglalkozik vele és hallott annak elővilágira gyakorolt hatásáról (Apró, Kopasz, 2020).

5.3. Az empirikus vizsgálatok alapját képező szemléletformáló program bemutatása

A kísérleti tananyag tanulói teljesítményekre gyakorolt hatása

A fényszennyezés komplex jellegéből fakadóan kiválóan feldolgozható témakörnek bizonyul egy olyan tanítási- és tanulási környezet kialakításában, ahol a kompetenciák fejlesztése mellett a megszerzett ismereteket a valós életben is alkalmazni tudják a tanulók. Természeti-gazdasági- és társadalomtudományi megközelítéssel jól illeszthető az oktatásban megjelenő környezeti problémákat érintő szemléletformáló tevékenységekhez.

A kísérleti tanórákat két egri, egy budapesti és egy miskolci iskolában tartottam meg összesen 193 diák számára (5.11. ábra), (10. táblázat). A 13-18 éves korosztályt céloztam a téma iránti érzékenyítésre.



5.11. ábra

A rendhagyó óráknak otthont adó városok

10. táblázat

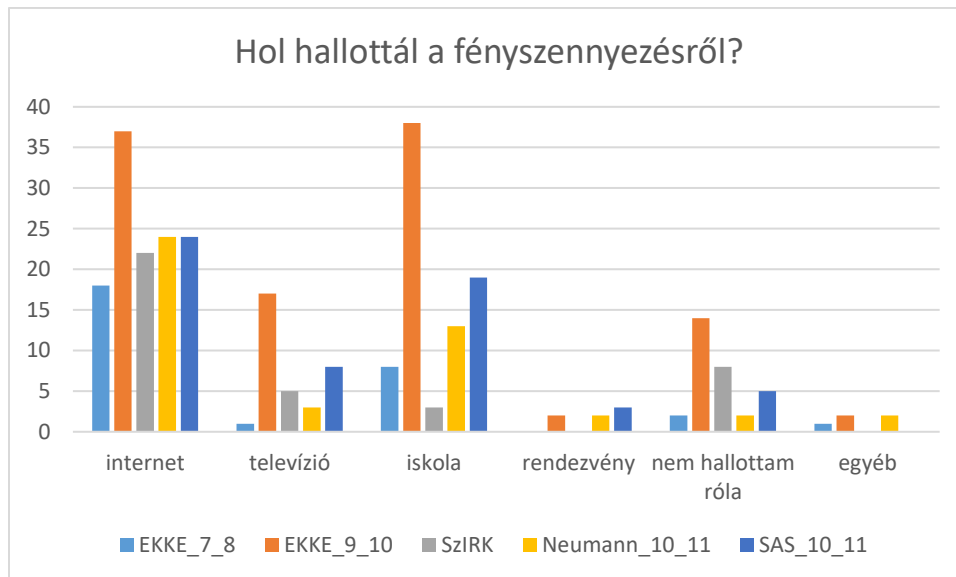
A rendhagyó órákon részt vevő oktatási intézmények nevei, évfolyamai, létszámuk és a látogatás időpontja

Intézmény neve	Látogatott évfolyam	Létszám (fő)	Helyszín és időpont
Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium, Alapfokú Művészeti Iskola és Technikum	7-8	24	Eger, 2022. 04. 28.
	9-10	66	Eger, 2022. 05.06.
Szent Imre Római Katolikus Általános Iskola, és Óvoda	7-8	32	Miskolc, 2022. 06.13.
Neumann János Gimnázium, Technikum és Kollégium	10-11	34	Eger, 2022. 04.27.
Bessenyei György Gimnázium – Sportolók Alternatív Sulija	10-11	37	Budapest, 2022. 05.05.
Összesen		193	

A tanórát megelőzően felmértük a tanulók ismereteit a fényszennyezésre vonatkozóan. A tanóra után újabb tesztet töltöttek ki a tanulók. Olyan feladatcsoportokat (3. melléklet) hoztunk létre, melyek hivatottak mérni a fényszennyezést kiváltó folyamatok közötti ok-okozati összefüggések és kapcsolatok megértését (1. csoport), a rendszerszemléletben történő megismerését (2. csoport), ismereteket a megfelelő világítási módokról, a mesterséges fényforrások emberi egészségre gyakorolt hatásairól és a fényszennyezés jeleinek felismeréséről (3. csoport).

Az elő- és utófelméréskor úgynevezett híd feladatok maradtak mindkét tesztben, ezzel is biztosítva a két teszt eredményének összehasonlítását. Ugyancsak mindkét feladatsorban nyilatkoztak a tanulók arról, hogy mi jut eszükbe először a fényszennyezés szó hallatán.

Az előfelmérés során megkérdeztem a tanulókat, hogy hallottak-e már a fényszennyezésről, s ha igen, akkor hol, milyen forrásból. A válaszok megoszlását az 5.12. ábrában foglaltam össze. A tanulók a válaszlehetőségek közül többet is bejelölhettek. Az internet és az oktatási intézmény kapta a legtöbb szavazatot, közel 30 fő pedig abszolút nem hallott még a témáról. Az egyéb kategóriába az otthoni, szülők általi értesülést, valamint a csillagoségbolt-parkokat sorolhattam.



5.12. ábra
A fényszennyezéssel kapcsolatos ismeretek forrásának megoszlása (fő)
forrás: saját szerkesztés

A feladatlapok első kérdésében egy szóasszociációs feladatot oldottak meg a tanulók. Ezzel az volt a célunk, hogy megismerjük a tanulók gondolatvilágát, fogalmi fejlődését a fényszennyezés kapcsán akkor, amikor még sejtéseink szerint kevésbé ismert a téma számukra., másodsorban pedig amikor már megtartottam a rendhagyó órát. Az 5.13. ábrán látható a tanulók által leírt első gondolatok sora az előzetes felmérés és az utófelmérés tükrében.

A nyíltvégű feladatra adott válaszokat többlépcsős folyamatban kódoltam, melynek végeredményeként 14 kategóriát különítettem el. Az értékek az egyes kategóriákba sorolható tartalmak számát jelentik. Külön figyelmet érdemel, hogy az előfelmérés során előkerült a légszennyezéssel való kapcsolat megközelítése is, mely az utófelmérés során már nem mutatkozik meg. Mindkét felméréskor szinte a legnagyobb számban a különböző mesterséges fényforrások neveit írták a tanulók, mint pl. lámpák, világítótestek gyakori használata, nem megfelelően kialakított világítótest által okozta problémák. A tanulók körében az energiapazarlás (elő:17, utó:36), a csillagos égbolt hiánya (elő:15, utó:32), a környezetszennyező folyamat gondolata szintén vezető helyet tölt be (elő:27, utó:26) a fényszennyezés szó hallatán. Figyelemreméltó volt a tanulói válaszok között a 2 alkalommal is szerepelt Északi-sarki kifejezés, amely minden bizonnyal a sarki fényhez kapcsolódik. A települési szinten megjelenő világítási módokat szintén előkelő helyen olvashattam (elő:11, utó:

21) válaszokban, mint: fényben úszó városok, városi kirakatok megvilágítása, Budapest, s egy frap-páns megfogalmazás, mint a „világító városok” kifejezés.



5.13. ábra
Asszociáció a fényszennyezés szó kapcsán
forrás: saját szerkesztés

A következő feladatrészben, mely már egy híd feladatként mérte a tanulók ismereteit, az eldönthető kérdések megválaszolásában a fényszennyezés és a mögötte lévő biológiai, fizikai és földrajzi folyamatok ok-okozati kapcsolatai közötti összefüggések felismeréséről nyilatkoztak. Az elemzés során külön megvizsgáltam azon kérdéseket melyekre igaz, hamis vagy nem tudom válaszok érkeztek. Az alábbi diagramok mutatják az iskolákat, ahol a felmérések történtek, valamint különbséget teszünk az elő- és utófelmérésre beérkezett válaszok %-os aránya között.

Az ábrák, diagramokban feltüntetett rövidítések a következőket jelölik:

- EKKE_7_8: Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium, Alapfokú Művészeti Iskola és Technikum 7. és 8. évfolyama

- EKKE_9_10: Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium, Alapfokú Művészeti Iskola és Technikum 9. és 10. évfolyama
- SzIRK_7_8: Szent Imre Római Katolikus Általános Iskola, és Óvoda 7. és 8. évfolyama
- Neumann_10_11: Neumann János Gimnázium, Technikum és Kollégium 10. és 11. évfolyama
- SAS_10_11: Bessenyei György Gimnázium – Sportolók Alternatív Sulija 10. és 11. évfolyama

Az eldöntendő állításokról

(1) a mesterséges éjszakai világítás a települések környezetének éjszakai tájképét átalakítja,

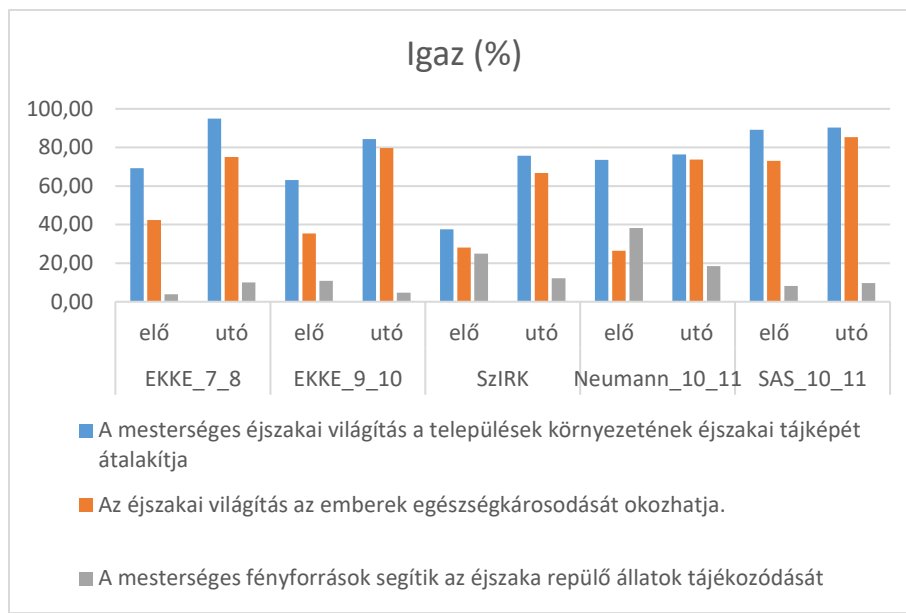
(2) az éjszakai világítás az emberek egészségkárosodását okozhatja,

(3) a mesterséges fényforrások segítik az éjszaka repülő állatok tájékozódását, a rendhagyó órákon gazdag részletességgel beszéltünk.

Az (1) állításra adott válaszok esetében a helyes válasz az igaz volt. Az elő- és utófelméréseket összehasonlítva láthatjuk, hogy minden intézményben az utófelmérés során több helyes válasz érkezett, mint az előfelmérésen. A legkisebb különbség (1%) a Sportolók Alternatív Sulija 10-11. évfolyamos tanulói körében látható, a legnagyobb különbséget (közel 35%-ot ölel fel) pedig az Szent Imre Római Katolikus Általános Iskola kitöltői produkálták (5.13. ábra).

A (2) állítás esetén szintén az igaz válasz volt a helyes. Az utómérésben minden intézmény tanulója nagyobb százalékban nyilatkozott arról, hogy valóban károsan hathatnak a mesterséges fényforrások az emberek egészségi állapotára. A válaszokra adott százalékos arány tekintetében a legnagyobb különbség (44%) az Eszterházy Károly Katolikus Egyetem 9-10. évfolyamos tanulók sorai között olvasható (5.14. ábra).

A (3) feladatrészt esetében az állítás hamis volt, ezzel magyarázható az igen szavazatok csekélyisége. Az eredményekben két esetben láthatunk az előfelméréshez képest romlást, ugyanis az utófelméréskor több tanuló nyilatkozott arról, hogy szerinte az állítás igaz (5.14. ábra).



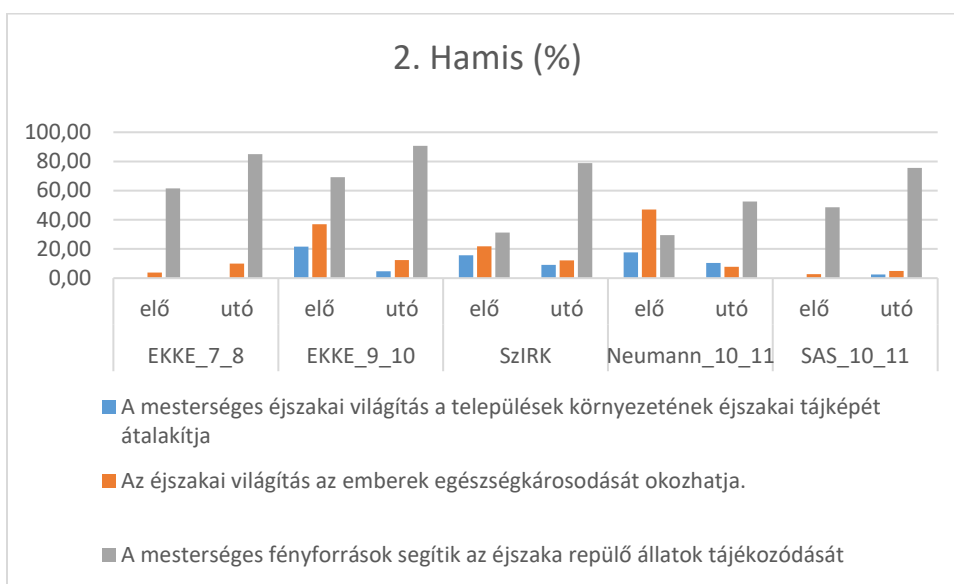
5.14. ábra

A három állításra adott helyes és helytelen válaszok oktatási intézmények szerint elő- és utómérskor
forrás: saját szerkesztés

A hamis válaszok tekintetében a következők mondhatók el (5.15. ábra): a 9-10. évfolyamos tanulók közel fele vélekedik arról, hogy a mesterséges éjszakai fények nem alakítják a települések éjszakai tájképét, azaz pl. nem látható fénykupola egy település felett akár több 10 km-ről távolabb. Ez azonban így nem helyes, pontosítást igényelt a második óra tartásakor. Ebből fakadóan az egri diákokkal meg is néztük, hogy valójában hogyan alakul át Eger városának éjszakai látképe. Egy kiscsoportos foglalkozáson egy késő esti, kora éjszakai fakultatív program valósult meg, mely során feltérképeztük a város feletti égbolt csillagképeit, elhagyva a várost távolabbról megtekintettük Eger városrészeinek fényeit, valamint a belvárosban megvizsgáltuk a fényforrások felszerelésének és kialakításának módjait, döntöttünk arról, hogy helyes-e a kivitelezés vagy sem. Fakultatív jellege miatt ugyan sajnos nem egy egész osztály vett részt a programon, azonban a 3 lelkes részt vevő örömeiket lelte az éjszakai vizsgálódásoknak. Ugyancsak a fent említett csoportnál, illetve a másik egri gimnáziumi csoportnál volt szükséges a második órán hangsúlyosabban érinteni a fényszennyezés lehetséges emberi egészségre gyakorolt hatását, itt ugyanis több kitöltő is hamisnak vélte azt az állítást, miszerint kártékony lehet az emberi szervezetre az éjszakai órákban használt fényforrás. Ebben az esetben a második találkozás alkalmával két konkrét kutatási példa hangzott el, amelyben az éjszakai mesterséges fényforrások és a daganatos megbetegedések kialakulása közötti

kapcsolatot vizsgálták a kutatók, míg a másik példa a pihentető alvás fontosságát és ugyancsak a pihentető alvás hiányának veszélyeire hívja fel a figyelmet. Emellett pedig külön javaslatok kerültek megfogalmazásra az esti digitális eszközök minél kevesebb használatára vonatkozóan, ugyanis arra az óráközi kérdésre, miszerint ki használ bármilyen digitális és elektronikus eszközt az elalvás előtti 2 órában, kivétel nélkül mindenki igenlő választ adott. Ez azonban a kutatások alapján szintén egészségkárosító hatással bírhat. Lényeges tehát a tanulók figyelmét felhívni a lehetséges kockázatokat egészségnevelés céljából.

Más osztályok és intézmények esetén az elő- és utómérések közti különbségekről a következők mondhatók el: a megjelölt hamis válaszok %-os arányszáma rendszerint csökkenő tendenciát mutat az utómérés során.



5.15. ábra

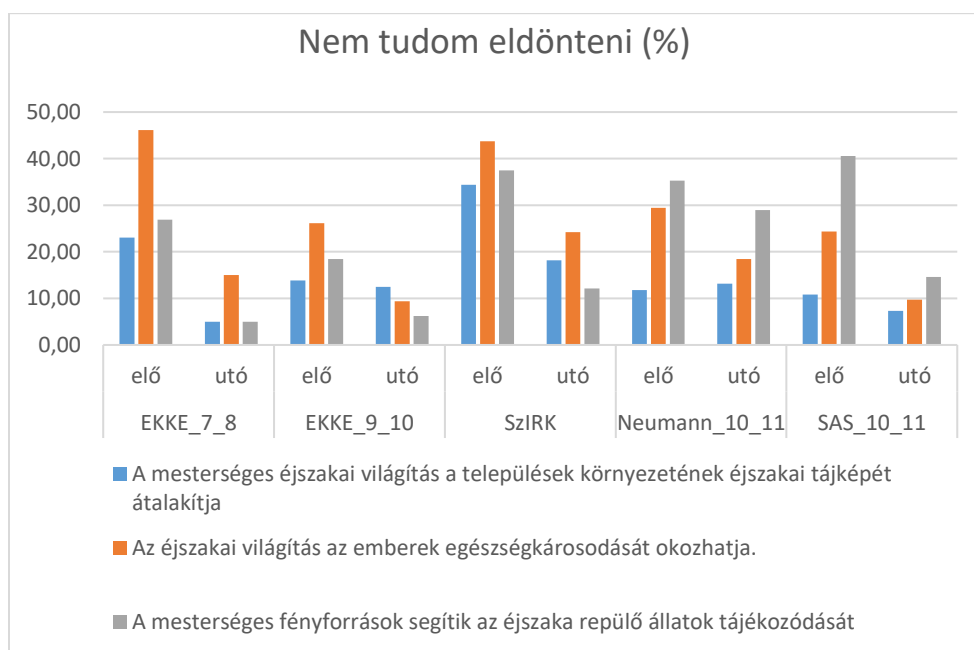
A három állításra adott helyes és helytelen válaszok oktatási intézmények szerint elő- és utóméréskor

forrás: saját szerkesztés

Az előfelmérés során fontos szerepe volt a feladatcsoport azon részének, mely azt mutatja meg, hogy a tanulók mely kérdések és témakörök kapcsán bizonytalanok. A „nem tudom eldönteni” válaszlehetőség segített annak felmérésben, hogy mely kérdések megválaszolása ütközik problémába a tanulók részéről, ezért mire helyezünk nagyobb hangsúlyt az ismeretközlés során. Másik célja az értékelés egyszerűsítése és a beérkezett válaszok torzításának minimálisra csökkentése. A

bevezető gondolatok során minden csoportnak fontosnak tartottuk külön hangsúlyozni, hogy őszintén töltsék ki a tesztek még akkor is, ha a válasza a nem tudom kategóriába esik. Ebből fakadóan a következők mondhatók el ezen válaszkategória esetén: a legnagyobb számban az emberi egészségre gyakorolt hatásokban voltak bizonytalanok a tanulók. 10-45%-ig terjed az ezen állításra beérkezett bizonytalan válaszok sokasága.

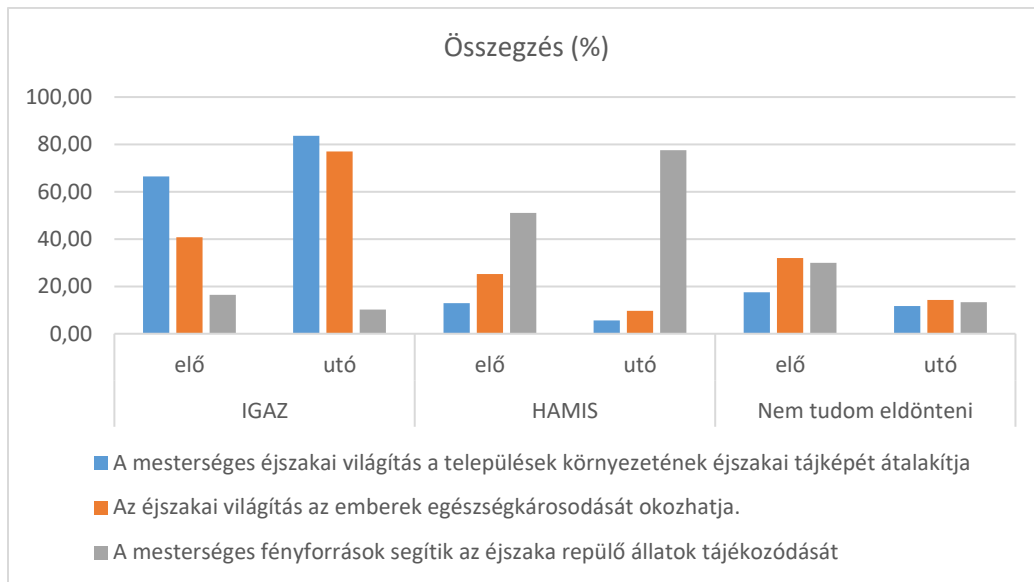
A harmadik állítás esetében sem tudott több tanuló dönteni annak valóságtartalmáról (5.16. ábra). Többségében azon intézmények tanulói tartoznak ide, ahol az előbbi (egészségkárosítás lehetősége) állításra vonatkozó helyes válasz megadásával szintén problémába ütköztek.



5.16. ábra

A három állításra adott 'nem tudom' válaszok oktatási intézmények szerint elő- és utóméréskor forrás: saját szerkesztés

Az elemzett feladatcsoport részfeladatainak részletes elemzését követően röviden összegezve a következőket mondhatjuk el (5.17. ábra):



5.17. ábra
A három állításra adott válaszok csoportosítása elő- és utóméréskor
forrás: saját szerkesztés

Az elő és utómérések kapcsolatát vizsgálva elmondható, hogy a tanórát követően a hamis és az igaz állítások helyes megjelölése nagyobb százalékban valósult meg az előfelméréshez képest.

A harmadik válaszkategóriára (nem tudom eldönteni) eső válaszok száma az utómérésre csökkenő tendenciát mutatnak, mely arra enged következtetni, hogy a fényszennyezés környezetre gyakorolt hatásainak káros illetve nem káros voltának eldöntése a tanórát követően könnyebbé vált a tanulók számára.

Az eredmények értékelése során (11. táblázat) megvizsgáltuk az általunk vizsgált változók között van-e szignifikáns kapcsolat az elő- és utómérések kapcsán, vagyis arra a kérdéseinkre kapunk választ, miszerint a tanulók miként vélekednek a fényszennyezés mértékét növelő, mérséklő vagy épp nem befolyásoló tényezőkről. Kérdéseinkre Khi-négyzetpróba ad választ.

11. táblázat

A 2. feladatra beérkezett válaszok összegzése

mennyiség: %	IGAZ			HAMIS			Nem tudom eldönteni		
	elő	utó	változás	elő	utó	változás	elő	utó	változás
A mesterséges éjszakai világítás a települések környezetének éjszakai tájképét átalakítja	67,19	82,82	+15,63	14,02	5,56	-8,46	18,79	11,62	+7,17
Az éjszakai világítás az emberek egészségkárosodását okozhatja.	41,19	76,26	+35,07	25,52	9,60	-15,92	33,29	14,14	-19,15
A mesterséges fényforrások segítik az éjszaka repülő állatok tájékozódását	16,67	10,10	-6,57	52,56	76,77	+24,21	30,77	13,13	-17,64

forrás: saját szerkesztés

Mivel a khi-négyzet próba táblázatában talált érték nagyobb, mint az általunk kiszámolt érték, ezért a két táblázat/felmérés közti különbség között nem tudunk kapcsolatot felfedezni, csupán a véletlen műve. Tehát az állításunk, miszerint a rendhagyó óra utáni tesztek jobb eredménnyel zárulnak, mint az előtesztek, az (1) állítás 91%-os, a (2) 84,7%-os, míg a (3) állítás 52,4%-os szignifikancia-szintjén igaz, azonban a pedagógiai kutatásokban a 95%-tól magasabb szignifikancia szint az elfogadott, így a táblázatunkban látható eltérés csak a vizsgált minta esetére igaz, a teljes populációra nem terjeszthetjük ki annak érvényességét (12. táblázat).

12. táblázat

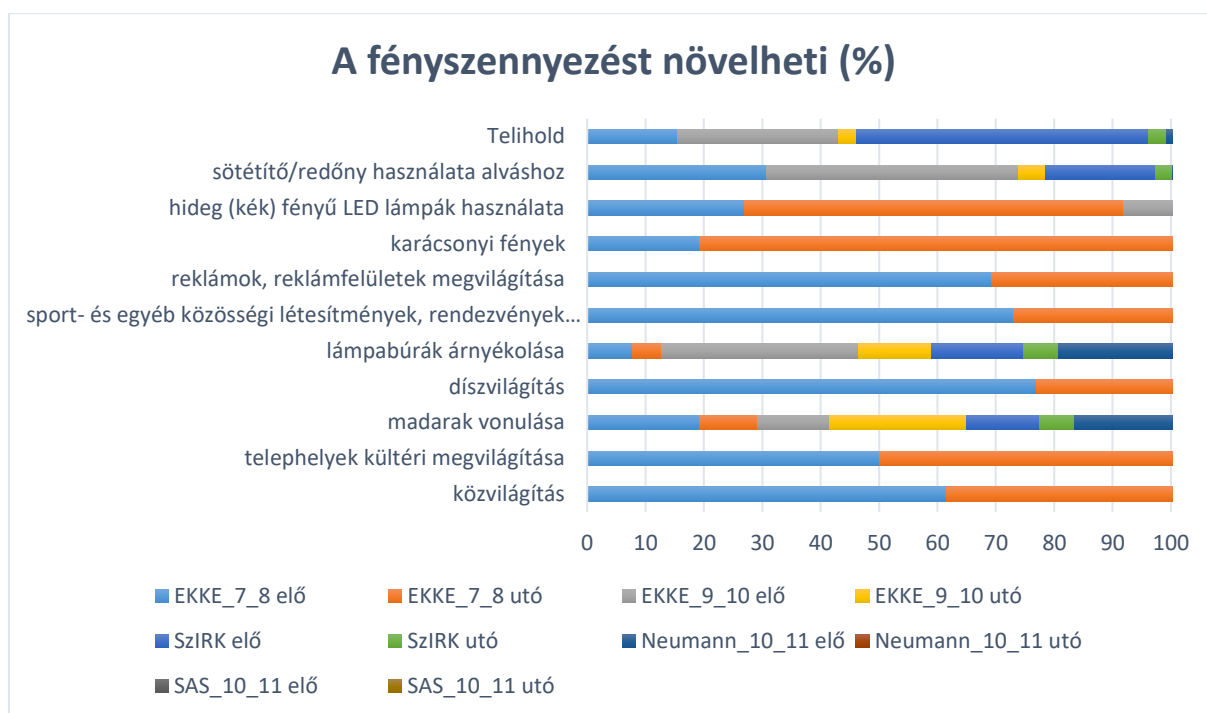
Khi-négyzet próba az igaz-hamis feladatrész válaszaira vonatkozóan

Chi-Square Test

Témakör	Value	df	Asymp. Sig. (2-sides)
IGAZ válaszok_elő-utófelmeres	8,009	4	0,091
HAMIS válaszok_elő-utófelmeres	1,382	4	0,847
NEM TUDOM válaszok_elő_utófelmeres	3,203	4	0,524

A harmadik híd feladatcsoportban arról nyilatkoztak a tanulók, hogy bizonyos tevékenységek vajon a fényszennyezést növelik, mérsékelik vagy nem befolyásolják. A tevékenységek köre kiterjed a világítási szokásokra, lámpák típusaira, a használt színhőmérsékletre, a közterületeken történő világításra, természeti jelenségekre. A feladatrészek a már meglévő, majd megszerzett ismeretek alkalmazására, az ok-okozati összefüggések megláttatására szolgálnak. Az alábbi diagramokon az elő- és utómérések során kapott válaszok százalékos arányát láthatjuk.

Az első elemzésben (5.18. ábra) azt vizsgáljuk, hogy mely tevékenységekről milyen mértékben gondolják a tanulók azt, hogy a fényszennyezés mértékét növeli az elő- és utómérés alkalmával.



5. 18. ábra

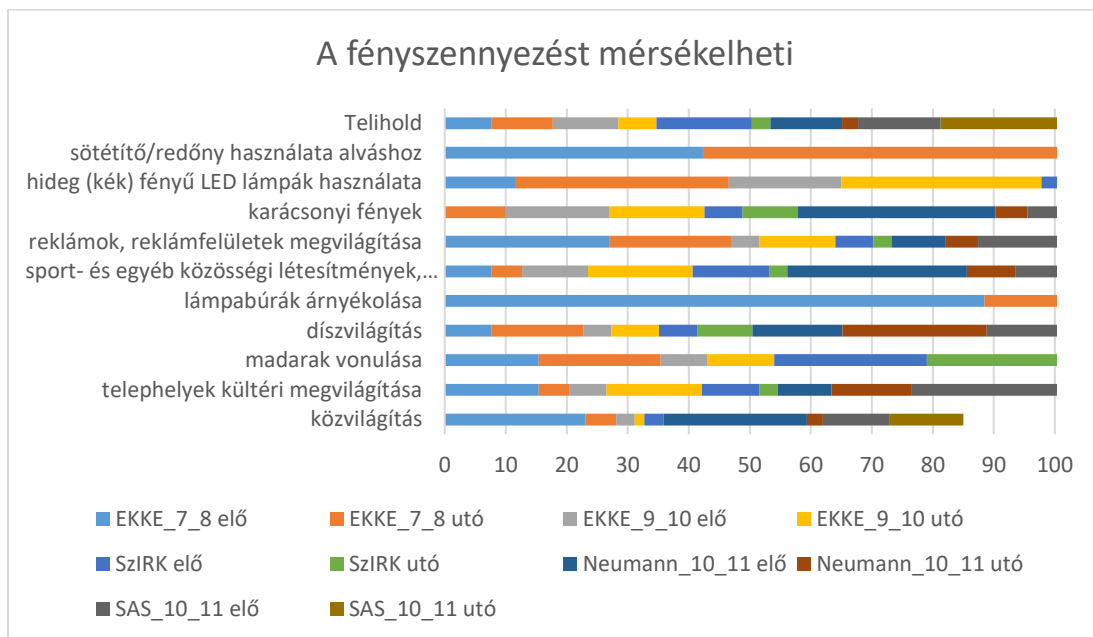
A tanulói vélemények szerint egyes tevékenységek miként befolyásolják a fényszennyezés mértékét

forrás: saját szerkesztés

A felsorolt 11 tényező közül 7-ről vélekednek úgy a tanulók, hogy a fényszennyezés intenzitását növeli. Százalékos arányban nézve a legkevesebb jelölést a karácsonyi fények és a hideg fényű LED lámpák használata kapta az előmérés alkalmával. A tanóra utáni teszt kitöltése után jelentős javulást értek el a korábbi eredmények, rendre 60% feletti értéket olvashatunk le. Megosztó volt a tanulók körében a telephelyek kültéri megvilágítása. Ugyan a második felméréskor az értékek 80%

feletti eredményt mutatnak, azonban az előzetes méréskor az esetek többségében a 40%-ot sem érte el. Egy esetben visszaesés figyelhető meg. A Sportolók Alternatív Sulija intézmény tanulói között akadtak olyanok, akik az utómérésre megváltoztatták a véleményüket a reklámok, reklámfelületekre vonatkozóan. Itt az első mérés során megadott 59,5%-ról 43,9%-ra esett vissza az említett tevékenység megítélése a fényszennyezés növelését illetően. Az előmérés helyes válaszai tekintetében az EKKE_9_10 tanulói közel 70%-os aránnyal, míg az utóméréskor a miskolci diákok voltak a legeredményesebbek közel 90%-os eredménnyel.

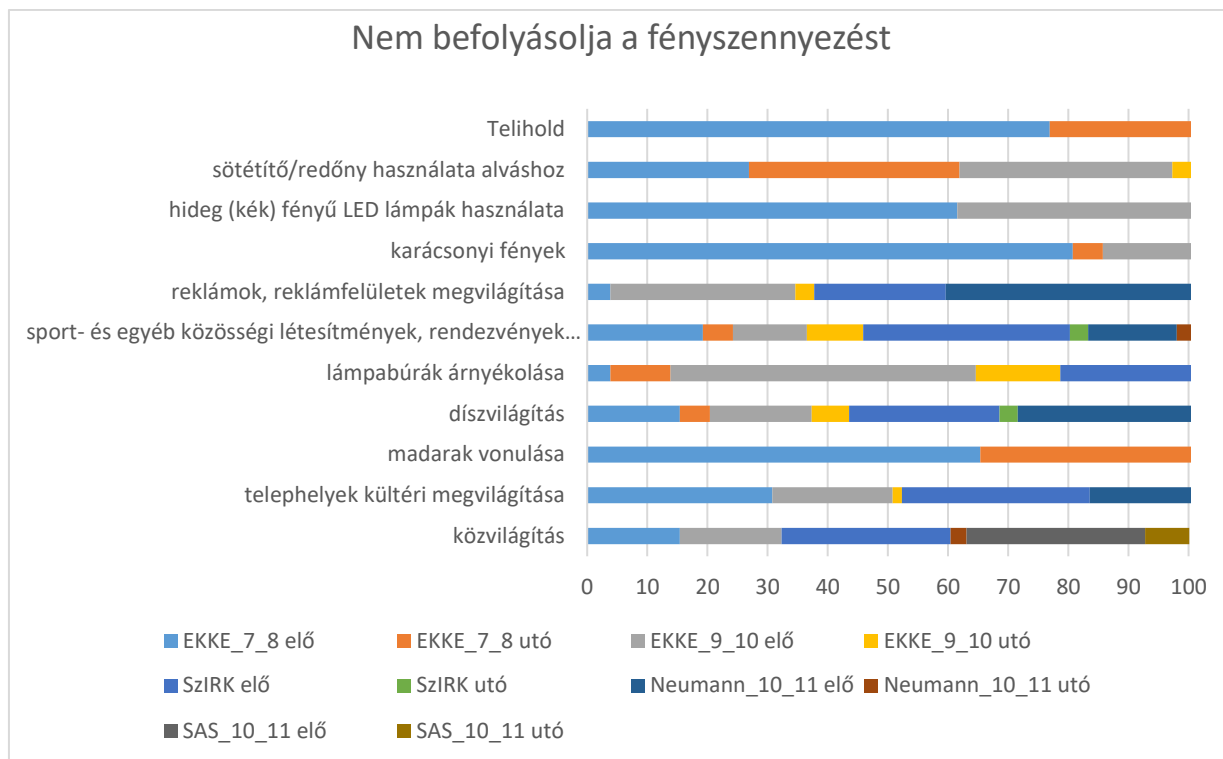
A következő ábra (5.19. ábra) arról ad számot, miszerint a tanulók a fent említett tevékenységeket miként gondolják a fényszennyezés mérséklési módjának. Ebben a feladatrészen a helyes válaszok száma 2 darab, melyek az árnyékolási módokhoz köthetők, mint a lámpabúrák árnyékolása, valamint az éjszakai zavaró fények szűréseként szolgáló sötétítő és redőnyök használata. Figyelemreméltó, hogy az előző pontban csekély jelölést kapó hidegfényű LED lámpák használata ebben a kérdéscsoportban jóval magasabb %-ban van jelen. 3 intézményben (Eszterházy Károly Katolikus Egyetem és Sportolók Alternatív Sulija) az alacsonyabb %-ú előfelmérést követően az utómérés magasabb %-os értéket mutat, amely téves ismeretekre enged következtetni.



5. 19. ábra

A tanulói vélemények szerint egyes tevékenységek miként befolyásolják a fényszennyezés mértékét

forrás: saját szerkesztés

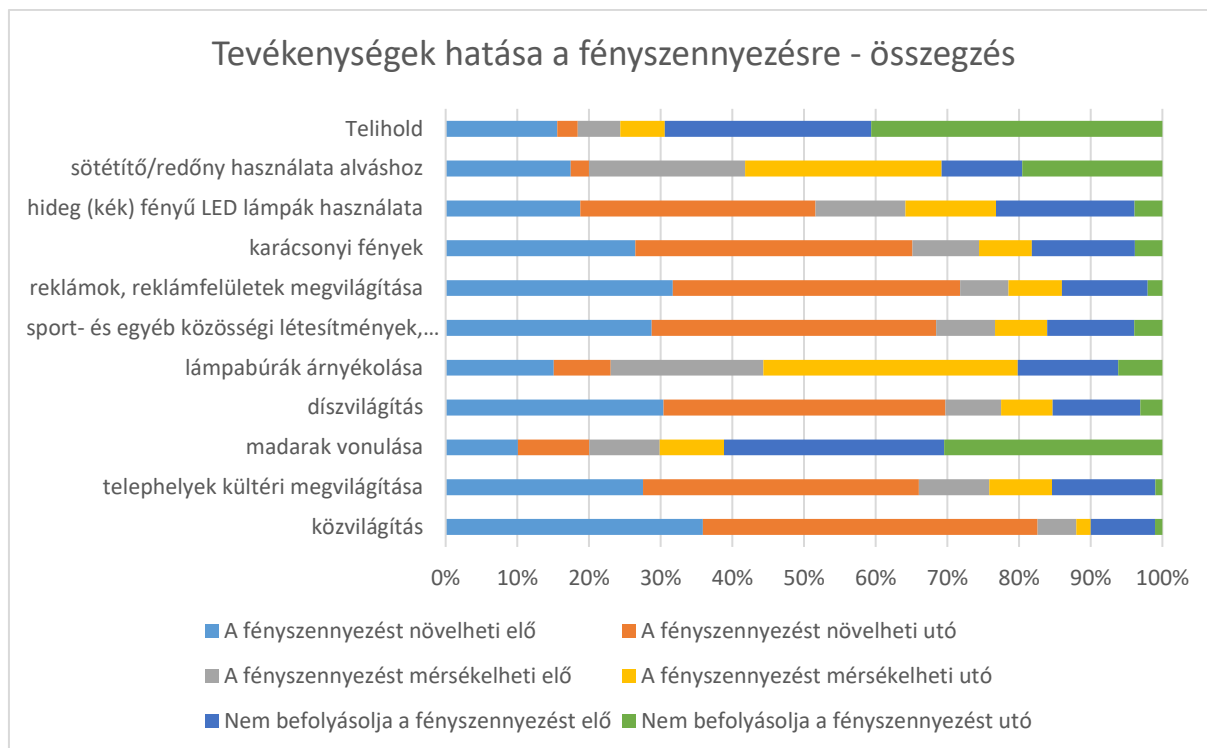


5. 20. ábra

A tanulói vélemények szerint egyes tevékenységek miként befolyásolják a fényszennyezés mértékét

forrás: saját szerkesztés

A továbbiakban a fényszennyezést nem befolyásoló tényezők kiválasztása volt a cél (5.20. ábra). A madarak vonulása nem befolyásolja a fényszennyezést, fordítva azonban igen, azaz a fényszennyezés befolyásolja a madarak vonulását. A feladatrészt az ok-okozati összefüggések megláttatását tűzte ki célul. A telihold is hasonló törekvések okán került felsorolásba. Átlagosan a tanulók 60%-a vélte úgy, hogy a Telihold nem befolyásolja a fényszennyezés mértékét. A madarak vonulása esetében két intézmény (EKKE_7_8, Neumann) tanulói válasza mutatják, hogy az előfelmérést követően az utóméréskor nagyobb %-ban tüntetik fel a Teliholdat, mint a fényszennyezést nem befolyásoló tényezőt. A további intézmények eredményei alapján elmondható, hogy az előfelméréshez képest visszaesés figyelhető meg, azaz nagyobb %-ban tekintik a Teliholdat is a fényszennyezés előidézőjének.



5.21. ábra

Tanulói válaszok összegzése a fényszennyezést növelő, mérséklő és csökkentő tevékenységekről az elő- és utómérés tükrében
forrás: saját szerkesztés

A fent említett feladatsorozatban az intézmények tanulói válaszainak összegzése és arányosítása alapján elmondható (5.21. ábra), hogy: a funkcióját nem betöltő közvilágítást és a hozzá kapcsolódó mesterséges fényforrásokat többségében az elő- (72%) és utófelméréskor (93%) is a fényszennyezés növelő hatásának tekintik.

A telephelyek kültéri megvilágításáról, a díszvilágításról, a sport- és egyéb közösségi létesítmények, rendezvények megvilágításáról, a reklámok, reklámfelületek megvilágításáról, az adventi és karácsonyi díszvilágításról úgy vélekednek, mint a fényszennyezés mértékét növelő tevékenység.

A hideg (kék) fényű LED lámpák használata a kitöltők közel ¼-nek még a fényszennyezést mérséklő tevékenységkörbe sorolható. Ennek oka a LED lámpák használatában rejlik, ugyanis a korszerű, energiatakarékos és magas élettartammal bíró fényforrás kedvezőbbnek ígérkezik a mindennapi használatra. Ebben az esetben azonban hangsúly a világítóeszközök színhőmérsékletére he-

lyeződik: a szakirodalomban a melegebb árnyalatú lámpák használatát javasolják, továbbá az elektronikai eszközökön, mint monitoron, laptop képernyőjén, okostelefonok kijelzőjén kapcsoljuk be az éjszakai fény funkciót (akár napközben is).

A fényszennyezés mérséklésének módjai az utómérés eredményei alapján a kültéri lámpabúrák megfelelő árnyékolásával és a redőnyök/sötétítők használatával sikerre vezethet. Előbbi közel 72%-os eredményt, utóbbi a kitöltők által 55%-os helyes válaszarányt jelent.

13. táblázat

Egyes tevékenységek fényszennyezés mértékére gyakorolt hatása

<i>mennyiség: %</i>	A fényszennyezést növelheti			A fényszennyezést mérsékelheti			Nem befolyásolja a fényszennyezést		
	elő	utó	változás	elő	utó	változás	elő	utó	változás
közvilágítás	72,92	92,93	+20,01	10,94	4,04	-6,9	18,23	2,02	-16,21
telephelyek kültéri megvilágítása	56,77	77,78	+21,01	20,31	17,68	-2,63	29,69	2,02	-27,67
madarak vonulása	20,31	19,70	-0,61	19,79	17,68	-2,11	61,98	60,10	-1,88
díszvilágítás	60,94	77,27	+16,33	15,63	14,14	-1,49	24,48	6,06	-18,42
lámpabúrák árnyékolása	30,21	15,66	-14,55	42,71	69,70	+26,99	28,13	12,12	-16,01
sport- és egyéb közösségi létesítmények, rendezvények megvilágítása	56,77	76,77	+20	16,15	14,14	-2,01	23,96	7,58	-16,38
reklámok, reklámfelületek megvilágítása	63,54	78,79	+15,25	13,54	14,65	+1,11	23,96	4,04	-19,92
karácsonyi fények	53,65	76,77	+23,12	18,75	14,65	-4,1	29,17	7,58	-21,59
hideg (kék) fényű LED lámpák használata	37,50	64,14	+26,64	25,00	24,75	-0,25	38,54	7,58	-30,96
sötétítő/redőny használata alváshoz	35,42	5,05	-30,37	44,27	54,55	+10,28	22,92	38,89	+15,97
Telihold	31,25	5,56	-25,69	11,98	12,12	+0,14	57,81	79,80	+21,99

Mindez statisztikai mérőkkel (13. táblázat), és a Khi-négyzet próba segítségével az alábbiakat mutatja (14.táblázat): az eredményeink alapján kapott különbségek között nincs szignifikáns különbség. A leíró statisztikában bemutatott különbségek, s az utómérés javuló eredményei az adott csoportra vonatkoznak, a minták közti különbségek nem elég jelentősek az általánosításhoz.

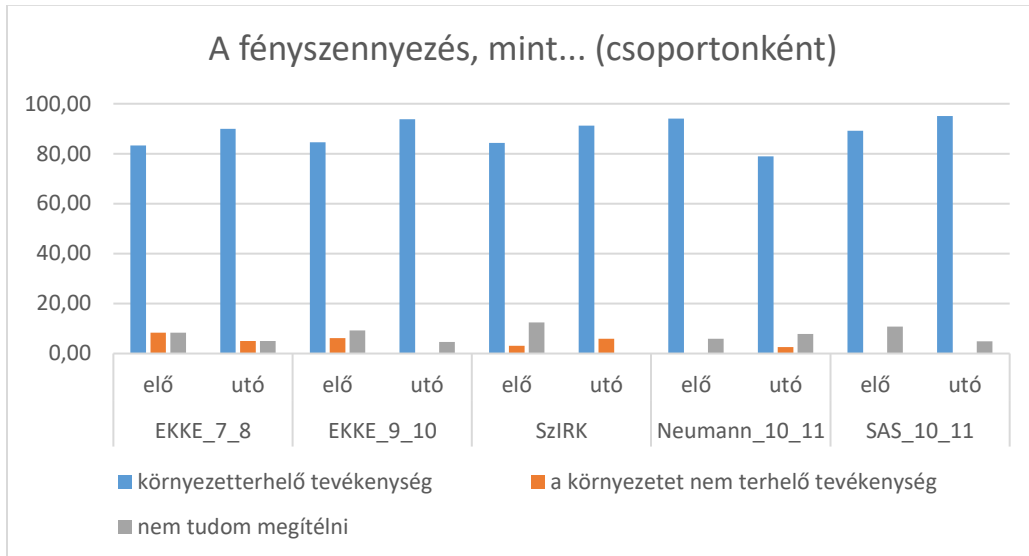
14. táblázat
Khi-négyzet próba eredményei

Chi-Square Test			
Témakör	Value	df	Asymp. Sig. (2-sides)
közvilágítás	9,633	4	0,47
telephelyek kültéri megvilágítása	3,003	4	0,557
madarak vonulása	3,366	4	0,499
díszvilágítás	0,599	4	0,963
lámpabúrák árnyékolása	2,572	4	0,632
sport- és egyéb közösségi létesítmények, rendezvények megvilágítása	2,045	4	0,727
reklámok, reklámfelületek megvilágítása	3,973	4	0,41
karácsonyi fények	0,678	4	0,954
hideg (kék) fényű LED lámpák használata	2,189	4	0,701
sötétítő/redőny használata alváshoz	8,89	4	0,064
Telihold	1,985	4	0,738

forrás: saját szerkesztés

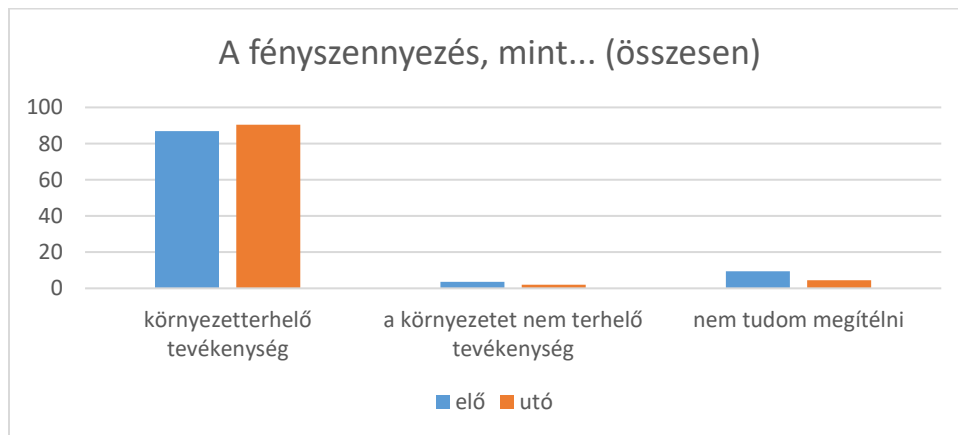
A következő ábrákon azon eredményeket láthatjuk, miszerint a tanulók miként vélekednek a fényszennyezés környezetterhelő mivoltáról. Az 5.22. ábrán a vizsgált intézmények szerinti csoportosítás látható, míg a következő 5.23. ábrán a válaszok összességének csoportja. Elő- és utómérésekkor egyöntetűen környezetterhelő tevékenységként gondolnak a fényszennyezésre. Ezen értékek az utóméréskor további százalékokkal nőttek, szinte kivétel nélkül 90%-nál magasabb arányban

figyelhetők meg. Csekély számban azonban a környezetet nem terhelő tevékenységekre és a nem tudom megítélni válaszlehetőségekre adott szavazatok száma is jelen van, azonban ezek mértéke az utómérés során még nagyobb számban csökkent.



5.22. ábra

Tanulói vélemények a fényszennyezés környezetterhelő mivoltáról intézményi szinten
forrás: saját szerkesztés



5.23. ábra

Összegzett tanulói vélemények a fényszennyezés környezetterhelő mivoltáról
forrás: saját szerkesztés

15. táblázat

Összegzett tanulói vélemények a fényszennyezés környezetterhelő mivoltáról

A fényszennyezés...	EKKE_7_8		EKKE_9_10		SzIRK		Neumann_10_11		SAS_10_11	
mennyiség: (%)	elő	utó	elő	utó	elő	utó	elő	utó	elő	utó
környezetterhelő tevékenység	83,3	90	84,6	93,9	84,4	91,2	94,1	78,9	89,2	95,1
a környezetet nem terhelő tevékenység	8,3	5	6,2	0	3,1	5,9	0	2,6	0	0
nem tudom megítélni	8,3	5	9,2	4,6	12,5	0	5,9	7,9	10,8	4,9

forrás: saját szerkesztés

A fényszennyezés a fentiek tükrében tehát egy tökéletes témakörnek bizonyul egy olyan tanítási és tanulási környezet kialakításában, amely az ismert tartalom alkalmazását a valós helyzetekben és döntéshozatali stratégiákban alapozza meg.

A feladatrészek megoldása során a tanulók által kitöltött elő- és utófelmérések eredményi közötti különbségek elemzésekor arra a következtetésre jutottam:

- a fényszennyezést pazarló tevékenységnek tekintik, mely kapcsán a csillagos égbolt látványa elvész számunkra.
- a fényszennyezés mérséklésével kapcsolatosan az energiatakarékosságot és a korszerű világítási módokat javasolják.
- a visszajelzések alapján értik, hogy a mesterséges fényforrások nem rendeltetésszerű használata miatt milyen káros következményekkel számolhatunk a növények, madarak, denevérek, rovarok és az emberek életében (15. táblázat).

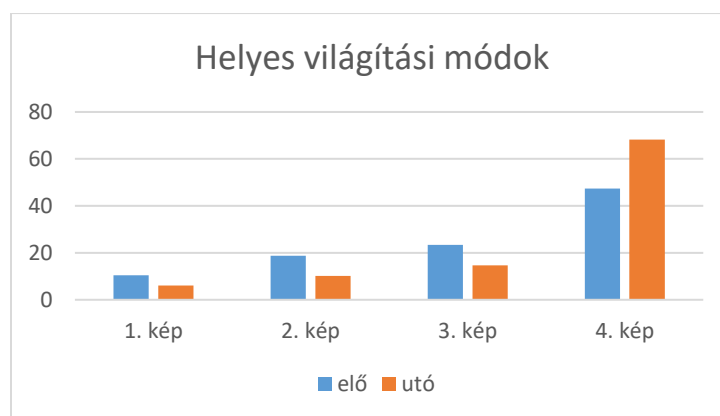
A tanulók általi pozitív visszajelzések erősítik bennünk azt az igyekezetet, hogy még több változatos pedagógiai módszer alkalmazásával továbbra is foglalkozzunk a fényszennyezés problémakörével.

Az utolsó hídfeladatban 4 kép közül kellett a tanulóknak kiválasztaniuk azon világítási módot/módokat, melyek a fényszennyezés mérsékléséhez járulhatnak hozzá. Az ábrán láthatunk megfelelő árnyékolással és árnyékolás nélküli lámpatesteket (5.24. ábra).



5.24. ábra

A legelterjedtebb világítási módok



5.25. ábra

A tanulók által helyesnek ítélt világítási mód megoszlása

forrás: saját szerkesztés

A tanulók mindkét teszt kitöltése során a 4. képet találták megfelelőnek abból a célból, amelyik a fényszennyezés mérséklését segíti elő (16. táblázat). Az előfelméréskor is a tanulók közel 50%-a jelölte be ezt a lámpatípust a megfelelő világítási módnak, a második teszt kitöltésekor ez az arány pedig közel 70%-ra emelkedett. A második legtöbb szavazatot kapott lámpatípus a harmadik képen látható. Érdeemes megfigyelni, hogy a három lámpatípus utómérés során kevesebb jelölést kapott, mint az első felmérés alkalmakor (5.25. ábra).

16. táblázat

A fényszennyezést mérséklő lámpatípusok kiválasztásának keresztábra elemzése

		uto_vilmod				Összesen
		1_lampa	2_lampa	3_lampa	4_lampa	
elo_vilmod	1_lampa	1	4	1	14	20
	2_lampa	3	3	4	26	36
	3_lampa	4	3	10	28	45
	4_lampa	5	13	8	65	91
Összesen		13	23	23	133	192

forrás: saját szerkesztés

5.4. Médiaelemzés

A vizsgálat menete a következő pontok mentén haladt. Fő kereső kulcsszó a fényszennyezés volt. A témában releváns műsorok száma 25 darab (12. táblázat). A rádiócsatornák esetén csak a Kossuth Rádió vett részt az elemzésben, ami azzal magyarázható, hogy a NAVA csak azt szemlézi. Számszerűsítve az adatokat, a 48 hónapos vizsgált időintervallumban a Kossuth Rádió 4 műsorában, az M1 közszolgálati hírcsatornán 7 kitűzött műsorral tettek említést a fényszennyezésről, míg a leg gazdagabb programcsomagot az M5 adta azzal a 11, a témájában releváns műsorával, mely adásba került. A legnézettebb kereskedelmi csatornák is részt vettek a vizsgálatban. Ezek közül a TV2 esetében egy darabban sem, míg az RTL Klub 3 adásában foglalkozott a témával. A vetítések időpontjait tekintve elmondható, hogy átlagosan 2 havonta került sugárzásra egy-egy adás.

Egy újabb fontos elemzési szempont a tematikus témakörök előfordulásának gyakorisága. Továbbra is a 17. táblázatban feltüntetett adatok alapján látható, hogy a fent említett (1) – (4) témakör a 25 adásban egyenként mely témakörökkel foglalkozik, majd látható ennek összegzése. A 25 adás által említett, összesen 41 témakör a négy lehetséges témakörből adásonként átlagosan 1,34 feldolgozott témát jelent. A legtöbb 17 db (68%) a csillagos égbolt elvesztésével foglalkozott. A másik három témakörrel 7 (világítás – 28%), 8 (hatás az emberre – 32%) és 9 (hatás az állat- és növényvilágra – 36%) adás foglalkozott. A csillagos égbolt látványának elvesztését néhány beszélgetés úgy is exponálta, mint a csillagos égbolthoz kötődő népi kultúra elvesztését.

17. táblázat

A fényszennyezésről szóló 25 rádió- és TV műsor technikai adatai és tárgyalt témakörei

Sor-szám	Médium	Dátum	Cím	Lámpák faj- tái, sárga vs.kék	Hatás az emberre	Hatás az ál- latokra, nö- vényekre	Nem látsza- nak a csilla- gok	Téma- körök száma
1	Kossuth Rádió	2017. 10. 06.	Közelről	0	1	1	0	2
2	Kossuth Rádió	2018. 05. 27.	Nagyítás	0	0	0	1	1
3	Kossuth Rádió	2019. 02. 15.	Hajnal táj	1	1	1	1	4
4	Kossuth Rádió	2020. 10. 01.	Hajnal táj	1	0	1	1	3
5	M1	2018. 07. 13.	Itthon vagy	0	0	0	0	0
6	M1	2018. 08. 13.	Híradó	0	0	0	1	1
7	M1	2019. 03. 26.	Ma éjjel	1	0	1	1	3
8	M1	2019. 07. 19.	Itthon vagy	0	0	0	1	1
9	M1	2019. 07. 20.	Híradó	0	0	0	1	1
10	M1	2019. 08. 12.	Híradó	0	0	0	1	1
11	M1	2019. 08. 21.	Világhíradó	0	0	0	1	1
12	M5	2017. 11.. 15	Mindenki akadémiája	0	0	1	1	2
13	M5	2017. 12. 04.	Tudomány minden napra	1	1	0	0	2
14	M5	2018. 01. 29.	Mindenki akadémiája	0	0	0	1	1
15	M5	2018. 05. 27.	A természet napja	0	0	0	1	1
16	M5	2018. 05. 30.	Felső	0	0	0	1	1
17	M5	2018. 05. 30.	Mindenki akadémiája	0	1	0	0	1
18	M5	2020. 03. 23.	Felső	0	1	0	0	1
19	M5	2020. 04. 07.	Mindenki akadémiája	0	0	1	1	2
20	M5	2020. 06. 9.	Mindenki akadémiája	0	1	0	0	1
21	M5	2021. 04. 23.	Jövő-időben	1	1	1	1	4
22	M5	2021. 05. 30.	Novum	0	0	1	0	1
23	RTL	2018. 08. 12.	RTL Híradó	0	0	0	1	1
24	RTL	2019. 03. 11.	RTL Híradó	1	1	1	0	3
25	RTL	2019. 06. 21.	RTL Híradó	1	0	0	1	2
			Összesen:	7	8	9	17	41

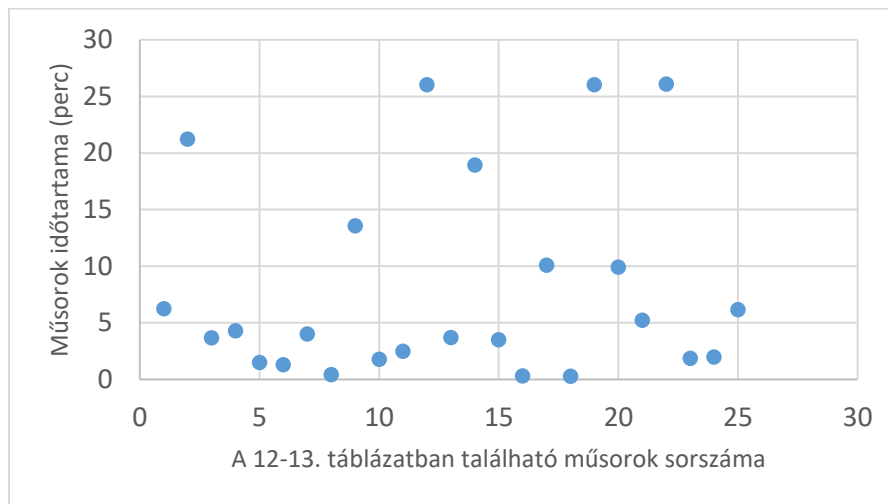
18. táblázat

A fényszennyezésről szóló 25 rádió- és TV-műsor technikai adatai

Sor- szám	Médium	Dátum	Cím	Időtartam (perc)	Link
1	Kossuth Rádió	2017. 10. 06.	Közelről	6,25	https://nava.hu/id/3211654/
2	Kossuth Rádió	2018. 05. 27.	Nagyítás	21,23	https://nava.hu/id/3308137/
3	Kossuth Rádió	2019. 02. 15.	Hajnal táj	3,67	https://nava.hu/id/3490280/
4	Kossuth Rádió	2020. 10. 01.	Hajnal táj	4,3	https://nava.hu/id/3698662/
5	M1	2018. 07. 13.	Itthon vagy	1,5	https://nava.hu/id/3322151/
6	M1	2018. 08. 13.	Híradó	1,3	https://nava.hu/id/3338335/
7	M1	2019. 03. 26.	Ma éjjel	4,03	https://nava.hu/id/3482820/
8	M1	2019. 07. 19.	Itthon vagy	0,43	https://nava.hu/id/3538482/
9	M1	2019. 07. 20.	Híradó	13,57	https://nava.hu/id/3538501/
10	M1	2019. 08. 12.	Híradó	1,78	https://nava.hu/id/3547940/
11	M1	2019. 08. 21.	Világhíradó	2,5	https://nava.hu/id/3549181/
12	M5	2017. 11.. 15	Mindenki aka- démiaja	26,05	https://nava.hu/id/3218596/
13	M5	2017. 12. 04.	Tudomány minden napra	3,71	https://nava.hu/id/3229019/
14	M5	2018. 01. 29.	Mindenki aka- démiaja	18,95	https://nava.hu/id/3250010/
15	M5	2018. 05. 27.	A természet napja	3,5	https://nava.hu/id/3303176/
16	M5	2018. 05. 30.	Felső	0,33	https://nava.hu/id/3306178/
17	M5	2018. 05. 30.	Mindenki aka- démiaja	10,1	https://nava.hu/id/3306179/
18	M5	2020. 03. 23.	Felső	0,28	https://nava.hu/id/3627474/
19	M5	2020. 04. 07.	Mindenki aka- démiaja	26,03	https://nava.hu/id/3218596/
20	M5	2020. 06. 9.	Mindenki aka- démiaja	9,93	https://nava.hu/id/3306179/
21	M5	2021. 04. 23.	Jövő-időben	5,23	https://nava.hu/id/3773376/
22	M5	2021. 05. 30.	Novum	26,1	https://nava.hu/id/3789299/
23	RTL	2018. 08. 12.	RTL Híradó	1,88	https://nava.hu/id/3337159/
24	RTL	2019. 03. 11.	RTL Híradó	1,97	https://nava.hu/id/3481182/
25	RTL	2019. 06. 21.	RTL Híradó	6,17	https://nava.hu/id/3528968/
Összesen:					200,79

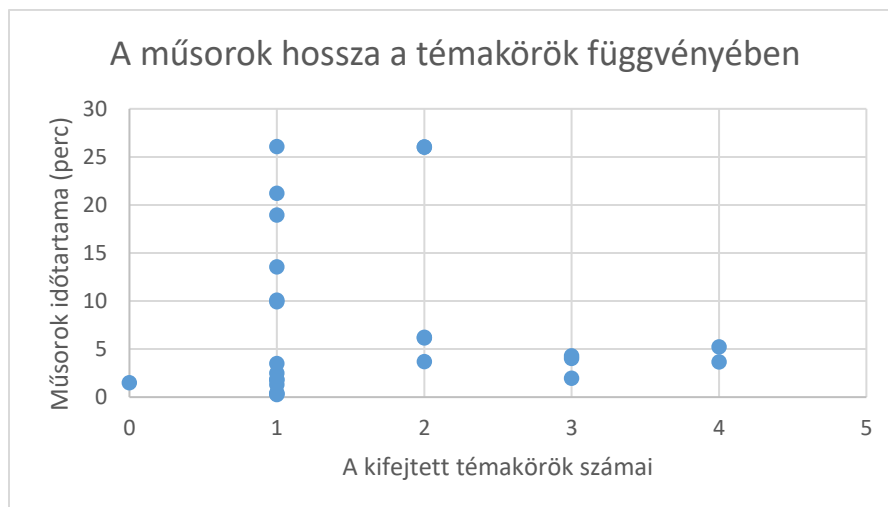
A 18. táblázatot végig lapozva látható, hogy többségben 5 percnél kevesebb műsoridőben került említésre a fényszennyezés. A 8 perces műsoridőátlagot a néhány esetben hosszabb, 15-30 perc, adásidő nyomán alakul (5.26. ábra).

Az ábra vízszintes tengelyén a 17-18. táblázatokban található műsorok sorszáma látható, a függőleges tengelyen pedig a műsorok időtartamát percben megadva.



5.26. ábra
A 25 műsor időtartama egyenként
forrás: saját szerkesztés

Nem találtunk érdemi összefüggést az egyes adásokban tükrözött témák száma és azok időtartama között. A következő ábra (5.27. ábra) megmutatja az egyes adások műsoridejét annak függvényében, hogy hány témával foglalkozott a négy elkülönített témakörből. Az ábra vízszintes tengelyén a kifejtett témakörök számai, a függőleges tengelyen pedig a műsorok időtartama látható. Az adásidők a feldolgozott témák számától nagyrészt függetlenül alakulnak. Érdekes megfigyelni, hogy az 1 témát említő műsorok időtartama mozog a legszélesebb skálán, míg a 2, 3, 4 téma esetén kb. 5 perces adások láthatók.

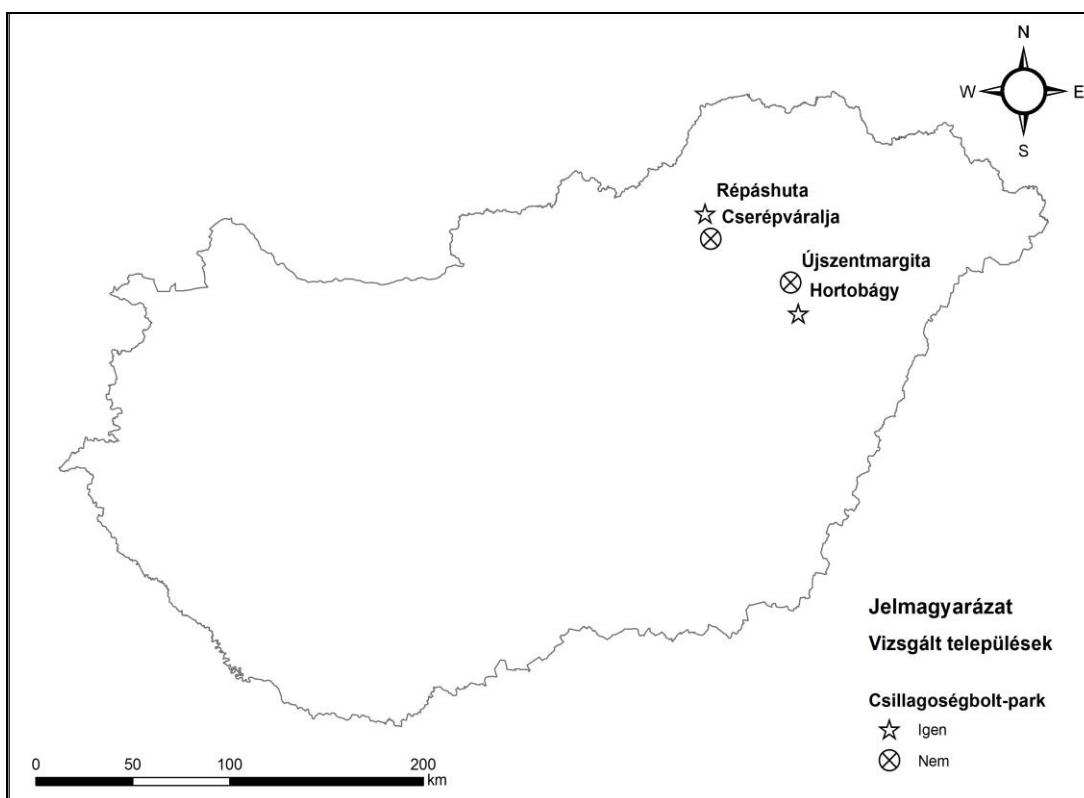


5.27. ábra
A műsorok hossza a témakörök függvényében
forrás: saját szerkesztés

Vizsgáltam azt is, hogy Nemzeti Audiovizuális Archívum (NAVA) által tárolt rádió- és TV műsorokban milyen gyakoriak és milyen tartalmúak a fényszennyezéssel kapcsolatos műsorok. A 2017 október 1. és 2021 szeptember 30. közötti négy évben összesen 51 műsor annotációjában szerepelt a fényszennyezés kifejezés, vagyis havonta átlag egy ilyen műsor fordult elő a szemlézett hat közszolgálati TV és egy rádió csatorna adásai között. Ezen belül, a szabadon hozzáférhető 15 TV és 4 rádió-adás többsége (14 beszélgetés) foglalkozott a csillagos égbolt elvesztésével, míg a másik három témakörrel (a fényforrások színével, az emberre, illetve az állat- és növényvilágra gyakorolt káros hatásokkal) csak a 19 beszélgetés kisebb hányada, 4, 6 illetve 7 adás foglalkozott. A csillagos égbolt látványának elvesztését néhány beszélgetés úgy is exponálta, mint a csillagos égbolthoz kötődő népi kultúra elvesztését.

5.5. Felnőtt lakossági kérdőívek eredményei

A kérdőíves vizsgálat célja annak megállapítása, hogy többet tudnak-e, illetve korszerűbb, egészségesebb eszközökkel világítanak-e azon települések lakói, amelyek közel esnek a csillagos égbolt parkhoz. E településeken ugyanis lakossági tájékoztató gyűlések is szoktak lenni.



5.28. ábra

A kérdőívezésben részt vevő települések

A Bükkben ez a település Rápashuta, amihez Cserépváralfa települést választottuk kontrollként. A Hajdúságban a csillagos égbolt park miatti céltelepülés Hortobágy, kontrollja pedig Újszentmargita (5.28. ábra). A települések népességi adatait a 19. táblázat tartalmazza, míg a kérdőívet kitöltők abszolút száma és aránya a népességhez képest a 20. táblázatban látható.

19. táblázat: A vizsgált települések becsült népessége és népsűrűsége a 2019-es adatok szerint

Cél-település			Kontroll-település		
Település	Járás	Lakos fő / népsűrűség fő/km ²	Település	Járás	Lakos fő / nép-sűrűség fő/km ²
Répáshuta	Miskolci	441/ 26	Cserépváralja	Mezőkövesdi	410 / 28
Hortobágy	Balmazújvárosi	1470/ 5	Újszentmargita	Balmazújvárosi	1473/15

Forrás: <http://nepesseg.com/>, saját szerkesztés

20. táblázat: A vizsgált településeken kiöltött kérdőívek szám és aránya a lakosság arányában

Cél-település			Kontroll-település		
Település	Válaszok száma	Válasz a lakosok arányában	Település	Válaszok száma	Válasz a lakosok arányában
Répáshuta	33	7,5%	Cserépváralja	30	7,3%
Hortobágy	41	2,8%	Újszentmargita	36	2,4%

Kérdőíves felmérés célja, hogy megismerhessem mit tudnak, és hogyan vélekednek a Csillagos-égbolt-parkok közelében, illetve azoktól távolabb élők a fényszennyezés jelenségéről és veszélyeiről. A kutatási hipotézis az volt, hogy a Csillagoségbolt-parkok közelébe eső települések lakói többet tudnak a fényszennyezésről, mint a távolabb eső településen élők. A felmérésre két-két, páronként hasonló lakosságszámú településen került sor. Az egyik településpár Répáshuta és Cserépváralja, a Bükk-hegységben, ahol az előbbi település közelében Csillagoségbolt-park működik, míg a másikon nincs ilyen. A másik településpár Hortobágy, ahol van Csillagoségbolt-park, illetve Újszentmargita, ahol nincs. Répáshuta éjszakai megvilágítása egy teljesen új közvilágítási rendszer működési elvén alapszik. Ennek következtében csökken az energiafogyasztás, az élővilág és emberi egészség megőrzésében is pozitív változást eredményez, emellett jelentősen csökken a fényszennyezés mértéke. A beruházás kezdetekor a lakosság egy fórum keretein belül ismereteket szerzett a témakörben. A vizsgálatba bevont kontroll település hasonló lakosságszámmal rendelkezik, azonban közvetlen ismereteket nem kaptak a felmerülő problémakörrel.

A csillagos égbolt vizsgálata gyakran nehézségekbe ütközik, ha a mesterséges fények nemcsak a szándékoltnan megvilágított utakra és településekre esnek, de jócskán azok fölé is. A fényszennyezés megfékezése érdekében a Nemzetközi Sötét Égbolt Társaság (*International Dark Sky Association*) kezdeményezésére új program indult útjára. Ennek lényege, hogy világszerte Csillagoségbolt-parkokat hoznak létre olyan térségekben, ahol a természetes éjszakai égbolt természetes adottságai megőrizhetők. Hazánk a Zselicben, a Hortobágyi és a Bükki Nemzeti Parkban büszkélkedhet Csillagoségbolt-parkokkal. (Agrárminisztérium 2020 és Elektrotechnika 2020).

A felvételezés a Bükk településein 2019 március-április hónapokban, míg a Hajdúságban 2019 november-2020 január hónapokban személyes felvételezéssel történt, szombati és vasárnapi napokon. A felvételezéskor minden háztartásból legfeljebb egy személy adott választ. A kérdőívben összesen 21 feleletválasztós, nyílt- és zárt végű kérdésekkel, mely az előző fejezetben bemutatott kérdéscsoportot képviselik. A papírokon a kérdező által rögzített válaszokat saját fejlesztésű Excel értékelő programba került feltöltésre és annak segítségével történt az értékelése.

5.5.1. Eredmények

A világitó eszközök felismerése

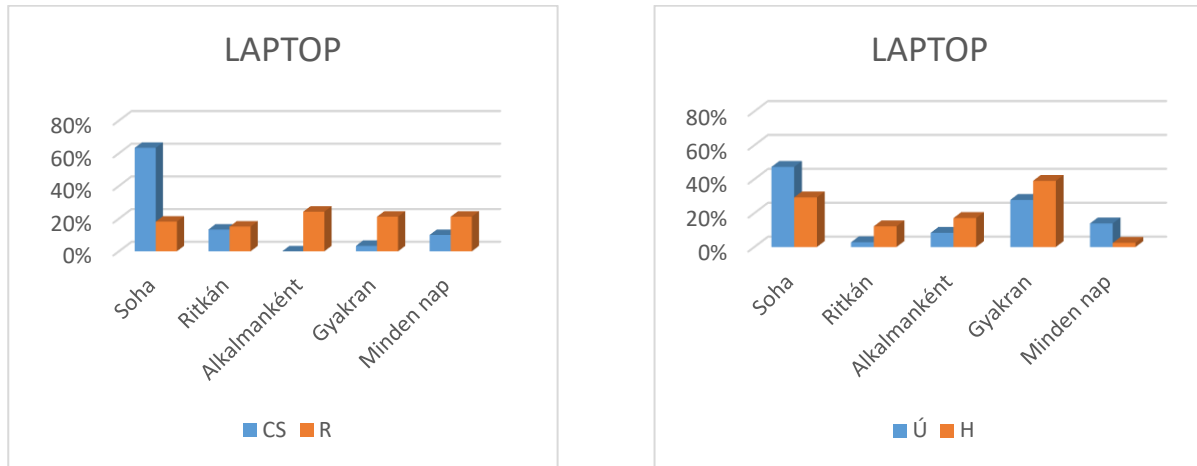
Az első feladat, a fényforrások felismerése érdekes eredménnyel zárult: míg Répáshután a helyes válaszok aránya 91% volt, addig a kontroll településen csupán 50%! A másik Csillagoségbolt-parkos céltelepülésen, Hortobágyon ugyanakkor a helyes válaszok aránya csak 72% volt, míg a kontroll településen kapottaké 86%! Fontos megjegyezni, hogy egy-egy válasz a négy lehetőségből 0, 1, 2 és 4 jó kapcsolódást tartalmazhatott, ami 0%, 25%, 50%, illetve 100%-nak felel meg. Három jó válasz (75%) ugyanattól a személytől nem születhetett.

A nyugodt elalvást késleltető fények használata

A nyugodt, pihentető alváshoz kapcsolódó kérdés, miszerint mennyire jellemző az „okos” eszközök, egyben mesterséges fényforrások használata elalvás előtt. 4 eszköz (laptop- notebook, okos-

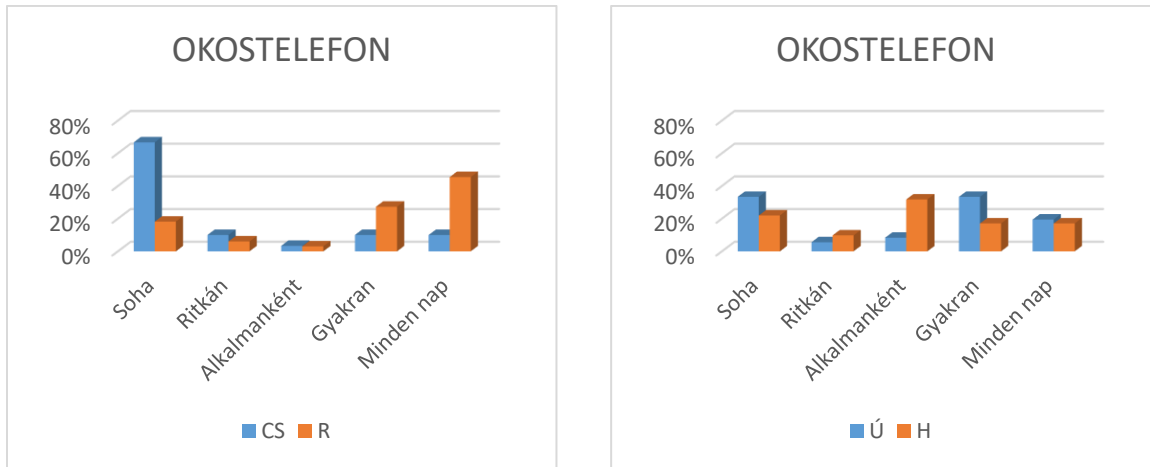
telefon, táblagép, televízió) használatát, a lehetséges öt gyakorisági kategóriában (soha, ritkán, alkalmanként, gyakran és minden nap) az . ábrán mutatjuk be. A százalékok rendre 33 (Répáshuta), 30 (Cserépváralja), 41 (Hortobágy) és 36 (Újszentmargita) válaszból kerültek kiszámításra.

Az 5.29. ábrán a laptop (notebook) használatával kapcsolatos válaszokat ábrázoltam.



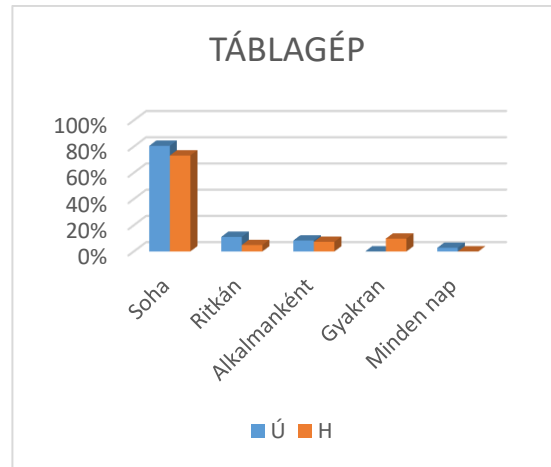
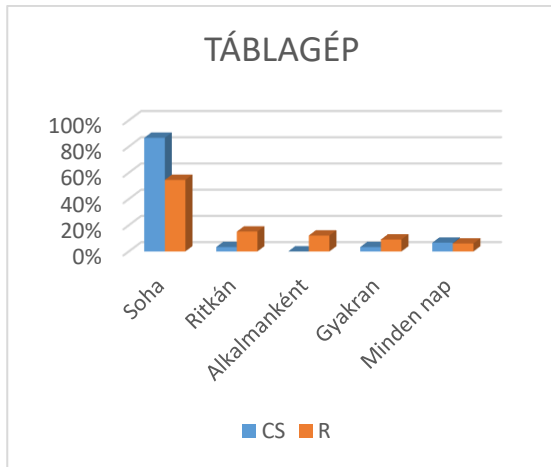
5.29.ábra: Laptop használata két órával elalvás előtt. Balra a Bükk-vidéki, jobbra a Hortobágy-közeli települések (Cs: Cserépváralja, R: Répáshuta, Ú: Újszentmargita, H: Hortobágy). Minden ábrán a narancssárga színűek a Csillagos Égbolt Park települései. forrás: saját szerkesztés

Mindkét településparban magas az ilyen eszközt egyáltalán nem használók aránya, valamivel gyakoribb a Csillagos Égbolt Parkhoz közelebbi településen. Kivétel ez utóbbi megállapítás alól a mindennapi használat az utóbbi településen, de itt a kontroll településen is csekély ez a fajta gyakoriság.



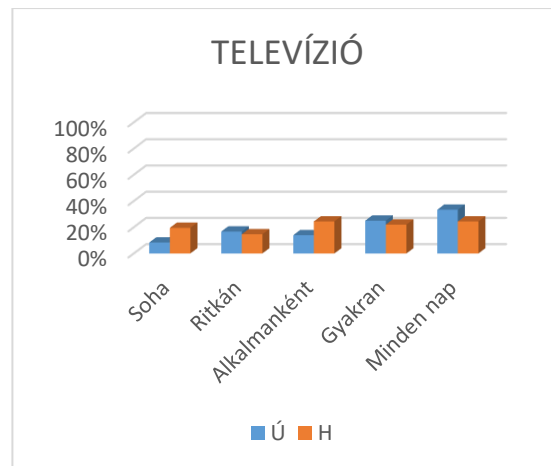
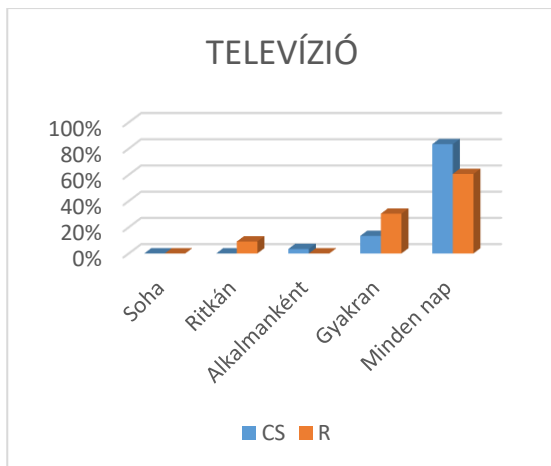
5.30. ábra: Okostelefon használata két órával elalvás előtt. Balra a Bükk-vidéki, jobbra a Hortobágy-közeli grafikonok (Cs: Cserépváralja, R: Répáshuta, Ú: Újszentmargita, H: Hortobágy.) Minden ábrán a narancssárga színűek a Csillagos Égbolt Park települései.
forrás: saját szerkesztés

Az okostelefonok használata (5.30. ábra) kiugróan ritka Cserépváralján, ahol a válaszadók több mint 60 %-a sosem használ ilyen eszközt elalvás előtt, míg ez az arány 40 % alatti a másik településpár kontroll településén. Répáshután a mindennapos okostelefon-használat jegyez ilyen arányokat, míg Cserépváralján hasonló a gyakori okostelefon-használat aránya. Ha együtt tekintjük a Bükk-vidéki illetve a Hortobágy-közeli szokásokat, akkor az előbbi térséget szabályos kettős hullám jellemzi, a két szélső gyakorisághoz kapcsolódó lokális maximumokkal. Ugyanakkor, az utóbbi térségben nem látható ilyen jellegű szabályosság.



5.31. ábra: Táblagép használata két órával elalvás előtt. Balra a Bükk-vidéki, jobbra a Hortobágy-közel grafikonok (Cs: Cserépváralja, R: Répáshuta, Ú: Újszentmargita, H: Hortobágy.) Minden ábrán a narancssárga színűek a Csillagos Égbolt Park települései.
forrás: saját szerkesztés

A táblagépek (tabletek) elalvás előtti használatára (5.31. ábra), szembevetendő, hogy milyen gyakran (60-80 %-ban) válaszolták a lakosok azt, hogy sosem használnak ilyen eszközt az elalvás előtti órákban. Ilyen magas arány mellett nincs is jelentősége a másod-maximumoknak.



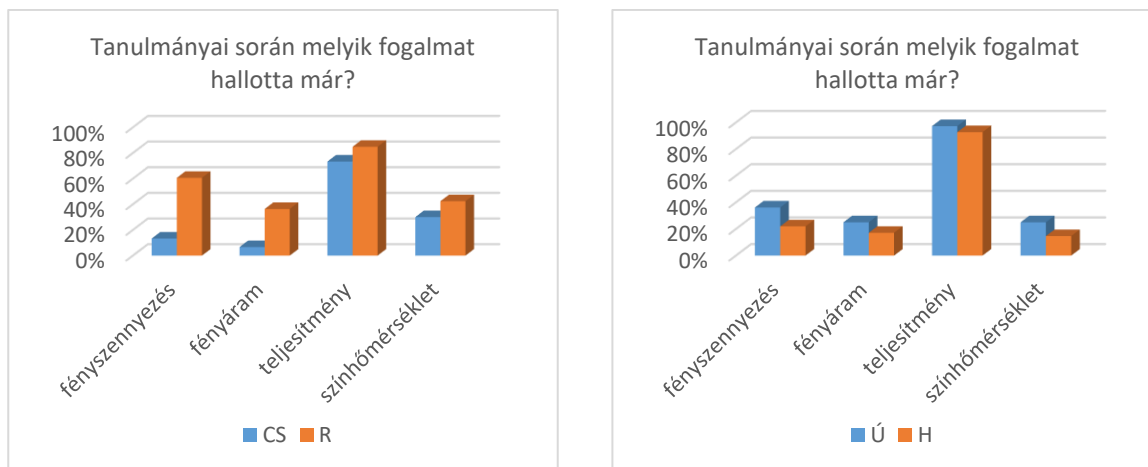
5.32. ábra: Televízió használata a négy településen, két órával elalvás előtt. Balra a Bükk-vidéki, jobbra a Hortobágy-közeli grafikonok (Cs: Cserépváralja, R: Répáshuta, Ú: Újszentmargita, H: Hortobágy.) Minden ábrán a narancssárga színűek a Csillagos Égbolt Parkhoz közel eső települések. forrás: saját szerkesztés

A legérdekesebb képet a hagyományosabb televízió nézés gyakorisági viszonyai mutatják (5.32. ábra). Míg a Bükk-vidéki településpárra a várt eloszlást kaptuk, a mindennapos és a gyakori televízió-használat túlnyomó többségével, addig a Hortobágy-vidéki településpárban sokkal egyenletesebb a megoszlás az egyes gyakoriságok között. Jóval hektikusabban, de azért itt is érvényesül az a tendencia, hogy magasabbak a TV-nézés nagyobb gyakoriságára utaló oszlopok.

Fizikai fogalmak ismerete és a tájékozottság forrásai

A következő kérdéscsoportban arról szerettem volna információkat gyűjteni, hogy milyenek a településeken lakók ismeretei a fényszennyezéshez kapcsolódó fizika fogalmak terén, illetve ha vannak előzetes ismeretei a fényszennyezésről, akkor azok honnan származnak.

Az 5.33. ábrán látható, hogy a válaszadók hány százaléka emlékezett a megkérdezett négy fénytani alapfogalomra úgy, mint amiről már az iskolai tanulmányai során is hallott. Nem meglepő, hogy a legnagyobb arányban a „teljesítmény” ismerete fordul elő. A válaszadók közel mindegyike számára ismerős ez a kifejezés, bár valószínű, hogy a legtöbben tágabb, esetleg köznyelvi jelentésében ismertek rá és nem a fénytani, netán általánosabb fizikai fogalomként. A Csillagoségbolt-parkhoz közeli fekvés hatása itt sem egyértelmű, a Bükkben Répáshután egyértelműen magasabb a fénytani fogalmak önbevallás szerinti ismertsége, mint a Parktól távolabb eső Cserépváralján. Ugyanakkor, a Parkhoz közeli Hortobágyon kevéssel bár, de mind a négy fogalom ismertsége kisebb, mint a távolabb fekvő Újszentmargitán.

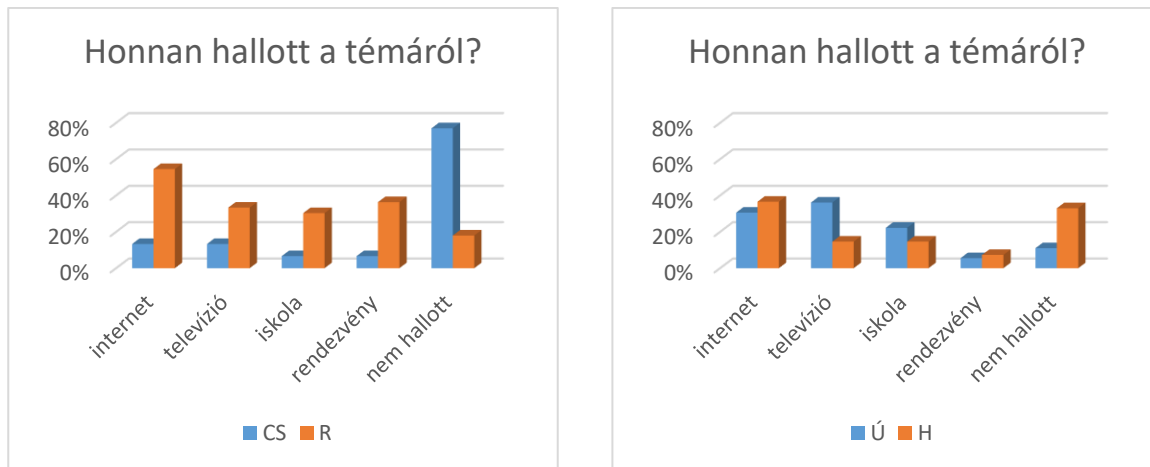


5.33. ábra: A válaszadók tanulmányai során már hallott fizikai fogalmak gyakorisága (%)

forrás: saját szerkesztés

Végül, az 5.34. ábrán kerül bemutatásra, hogy honnan milyen arányban származnak a válaszadók ismeretei a négy településen. A két térség településeinek eredményei ebben a vonatkozásban sem azonosak a Park közelségének hatása szempontjából. Míg a Bükk-vidéken a Parkhoz közeli településen jóval magasabb a különböző ismeretforrások szerepe és alacsony azok aránya, akik nem hallottak még a jelenségről. A Parktól távolabbi településen kiugróan sok válaszadó, a megkérdezettek 77%-a nem hallott még a fényszennyezésről.

A hortobágyi település-párban csak az internetről származó ismeretek mutatnak valamivel nagyobb arányt a Parkhoz közelebbi településen, sőt, ugyanitt jóval magasabb a problémával mindeddig nem találkozó lakosok aránya. Igaz, hogy ez az arány (33%) sokkal kisebb, mint a másik pár tájékoztatlanabb településén.



5.34. ábra: A fényszennyezésről meglevő ismeretek forrása a válaszadók arányában (%)

forrás: saját szerkesztés

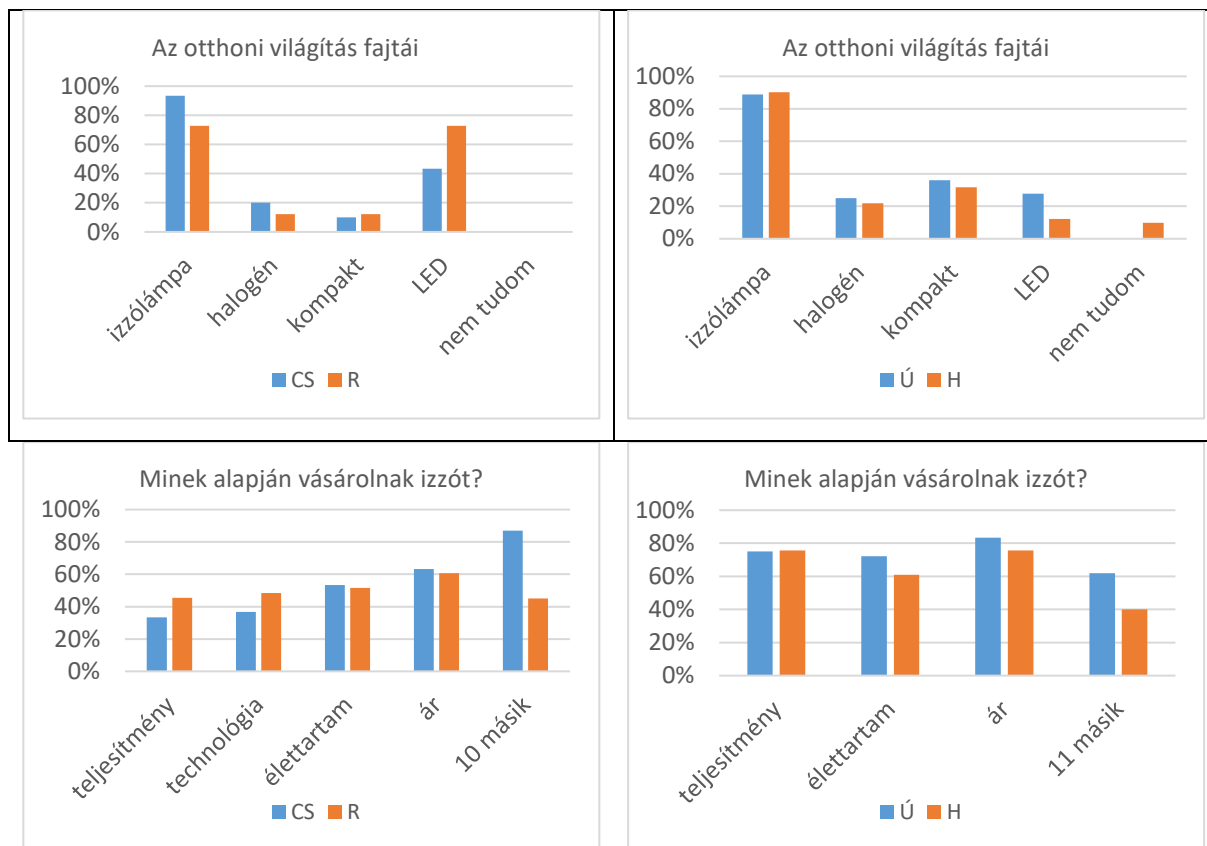
A bemutatott eredmények legfontosabb közös tanulsága az, hogy a Csillagoségbolt-park közelsége nem eredményezi automatikusan a hozzá közeli település lakóinak jobb tájékozottságát a fényszennyezéssel kapcsolatban, mint az attól távolabb élők esetén. A Bükk-vidéki településpárra ez az esetek többségében teljesült, míg a Hortobágy-környéki településpárban nem, sőt itt a tájékozottság gyakorta inkább fordítva, a Parktól távolabbi településen volt nagyobb.

Az 5.35. ábrán először a lakások világítási szokásaival kapcsolatos válaszokat értékeljük. Előtte azonban megjegyezzük, hogy a fejezet elején megjegyeztem, a világítási eszközök felismerését tesztelve, Répáshután a helyes válaszok aránya 91% volt, míg a kontroll településen csupán 50%. A másik céltelepülésen, Hortobágyon ugyanakkor a jó válaszok aránya csak 72% volt, míg a kontroll településen 86%.

Mindkét Bükk-hegységi településen a hagyományos izzók és a LED világítás a leggyakoribb. Répáshután egyforma, 70% fölötti gyakoriságú ez a két típus, míg Cserépváralján majdnem minden háztartásban van még hagyományos izzó és a LED-ek aránya alig több, mint 40%. A halogénlámpák és a kompakt fénycsövek aránya 10-20%. Megjegyezzük, hogy az első csoportban feltett kérdésre, ami a világítási eszközök felismerését tesztelte, Répáshután a jó válaszok aránya 91% volt, míg a kontroll településen csupán 50%.

Az otthoni világítás fajtáinak gyakoriságát és a közvilágítás lakossági megítélését tükrözi az 5.35. ábra négy része. A két hajdúsági településen is a hagyományos izzók használata a leggyakoribb.

Hortobágyon és Újszentmargitán majdnem minden háztartásban van még hagyományos izzó és a modern világítási módok aránya 10 és 40 százalék között ingadozik. Közel egyformán alakulnak a világító eszközök, az „izzók” vásárlását befolyásoló tényezők. A Hajdúságban kiemelkedő arányban a teljesítmény, a névleges élettartam és az ár meghatározó.



5.35. ábra: Az otthoni világítás fajtái (felül) és az „izzók” vásárlási szempontjai (alul).

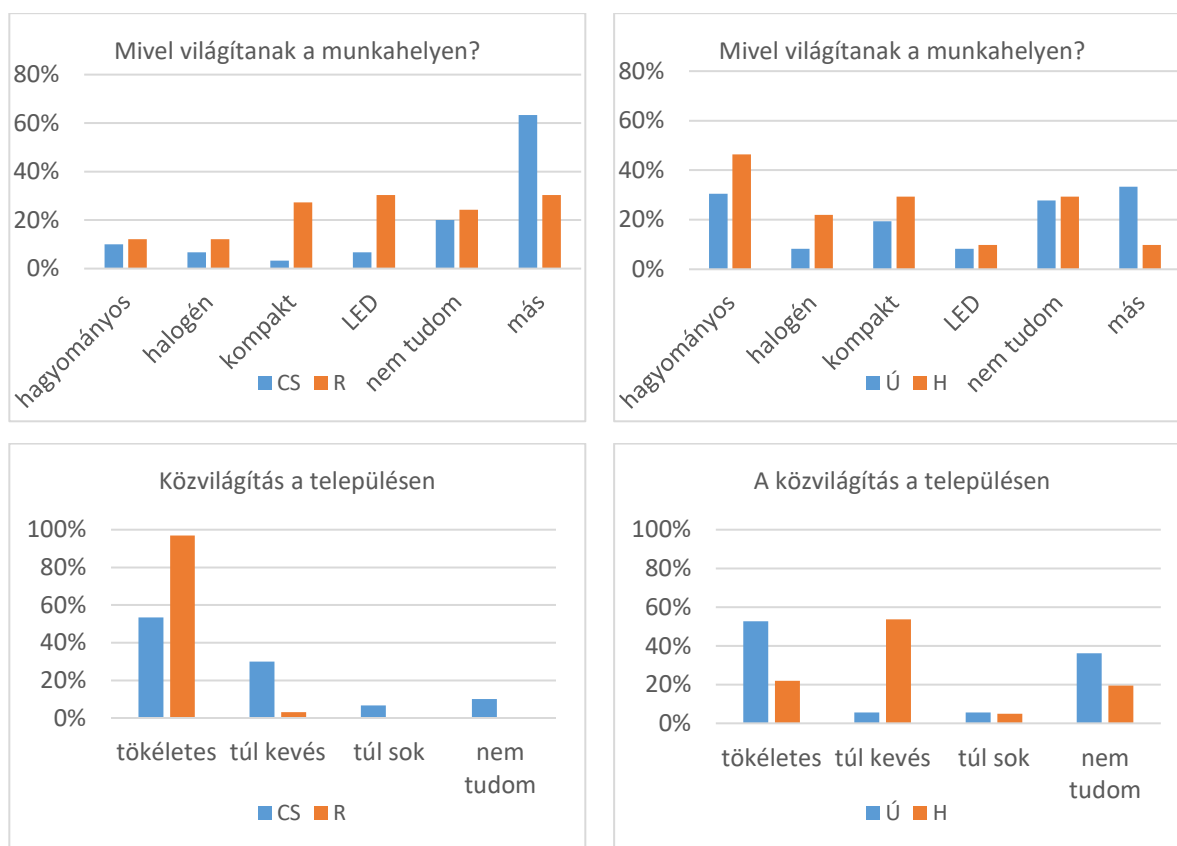
Balra a Bükk, jobbra a Hajdúság kiválasztott települései láthatók. A céltelepülések Répáshuta (R) és Hortobágy (H), a kontrolltelepülések Cserépváralja (CS) és Újszentmargita (Ú). forrás: saját szerkesztés

A munkahelyi világítást a válaszadók kevésbé figyelik meg. Erre utal a válaszok közel egyenletes megoszlása és a viszonylag magas nem tudom és más válaszok magas aránya (5.36. ábra).

Répáshuta közvilágítása egy új világítási rendszer működési elvén alapszik, melyen keresztül csökken az energiafogyasztás, továbbá az élővilág és emberi egészség megőrzésében is pozitív változást

eredményez, emellett jelentősen csökken a fényszennyezés mértéke. A beruházás kezdetekor a lakosság egy fórum keretein belül ismereteket szerzett a témakörben. A Répáshutaiak csaknem 100%-a teljesen elégedett a nemrég megújított, sárga fényű közvilágítással. Bár a kontroll településre ugyanez nem teljesül, a válaszadók több mint fele itt is elégedett. Túl kevés fényre 30% panaszkodik, míg túl soknak alig pár százalék tartja azt.

A hortobágyiak bő 50%-a túl kevésnek tartja a közvilágítást, míg a kontroll településen hasonló a teljesen elégedettek aránya. A kérdőívező hallgatók elmondása szerint, Hortobágy belterületén sokhelyütt valóban hiányos a közvilágítás.



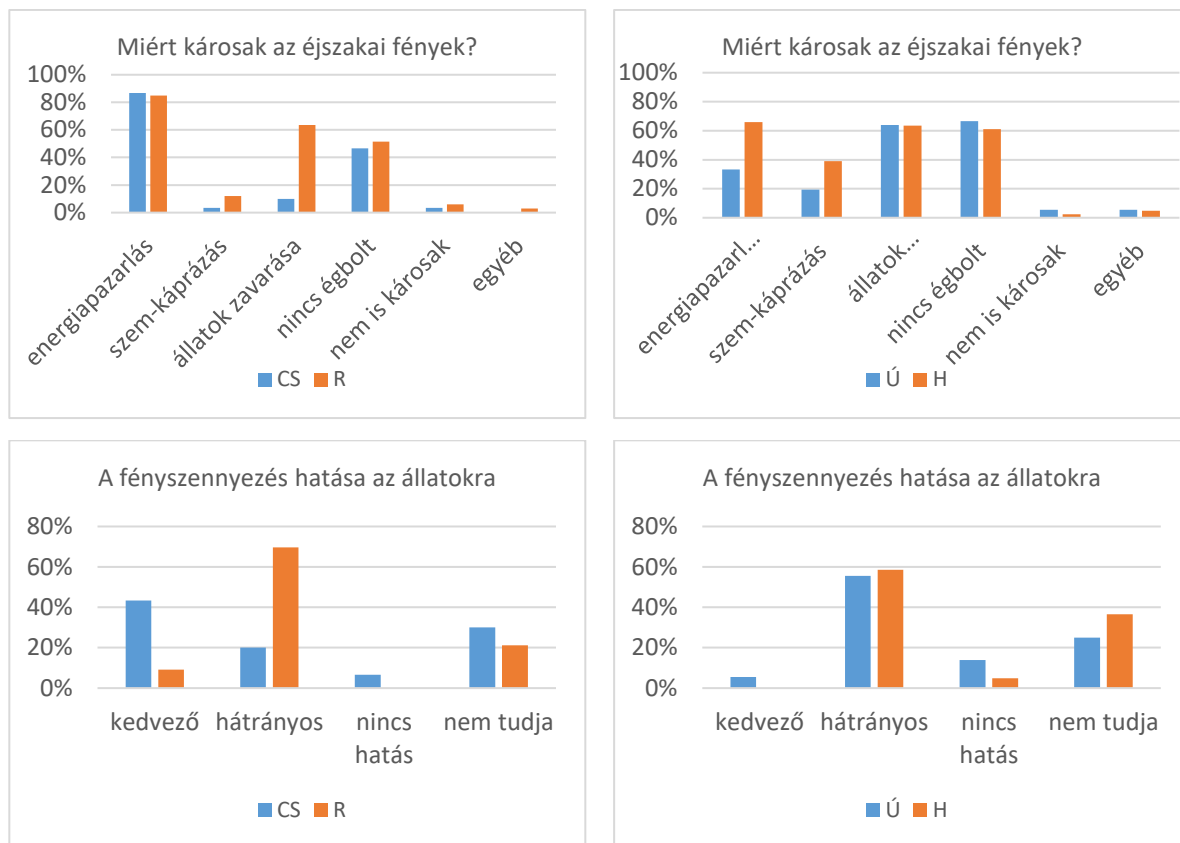
5.36. ábra: A munkahelyi világítás fajtái (felül) és a település közvilágításának értékelése (alul). Balra a Bükk, jobbra a Hajdúság kiválasztott települései láthatók. A céltelepülések Répáshuta (R) és Hortobágy (H), a kontrolltelepülések Cserépváralja (CS) és Újszentmargita (Ú). forrás: saját szerkesztés

A hatások ismerete

Az 5.37. ábra felső sorában minden káros hatás értékelése látható. Ebben egyértelmű az energia-pazarlás és az állatok zavarása. A Hajdúságban magas a csillagos égbolt elvesztése miatti veszteség említése is. Az állatokra gyakorolt hatást Répáshután senki nem tagadja és alacsonyabb a bizonytalanok aránya is, mint a kontroll településen. A megkérdezettek csaknem 70%-a kedvezőtlennek tartja a fényszennyezés hatásait az állatokra, s csupán néhány százalék véli azt kedvezőnek. Az állatokra gyakorolt hatást Hortobágyon csak 1-2 válaszadó tagadja, de itt magasabb a bizonytalanok aránya, mint a kontroll településen. A megkérdezettek bő 50%-a kedvezőtlennek tartja a fényszennyezés hatásait az állatokra.

Az ezt követő, 5.38. ábra már az emberre gyakorolt hatást szemlélteti. A témakörben jártasabbnak gondolt répáshutaiak csaknem egynegyede mutatkozott bizonytalanok az emberre gyakorolt hatást illetően, míg egyharmaduk szerint nincs is ilyen hatás. A kontroll településen is hasonló e két kategória összege, de ezen belül a hatást tagadók aránya 40%. Azok között, akik szerint van valamilyen hatás az emberre, Répáshután sokkal inkább erős hatást tulajdonítanak a fényszennyezésnek, míg a kontroll településen inkább csak az alvás megzavarását tartják valós hatásnak.

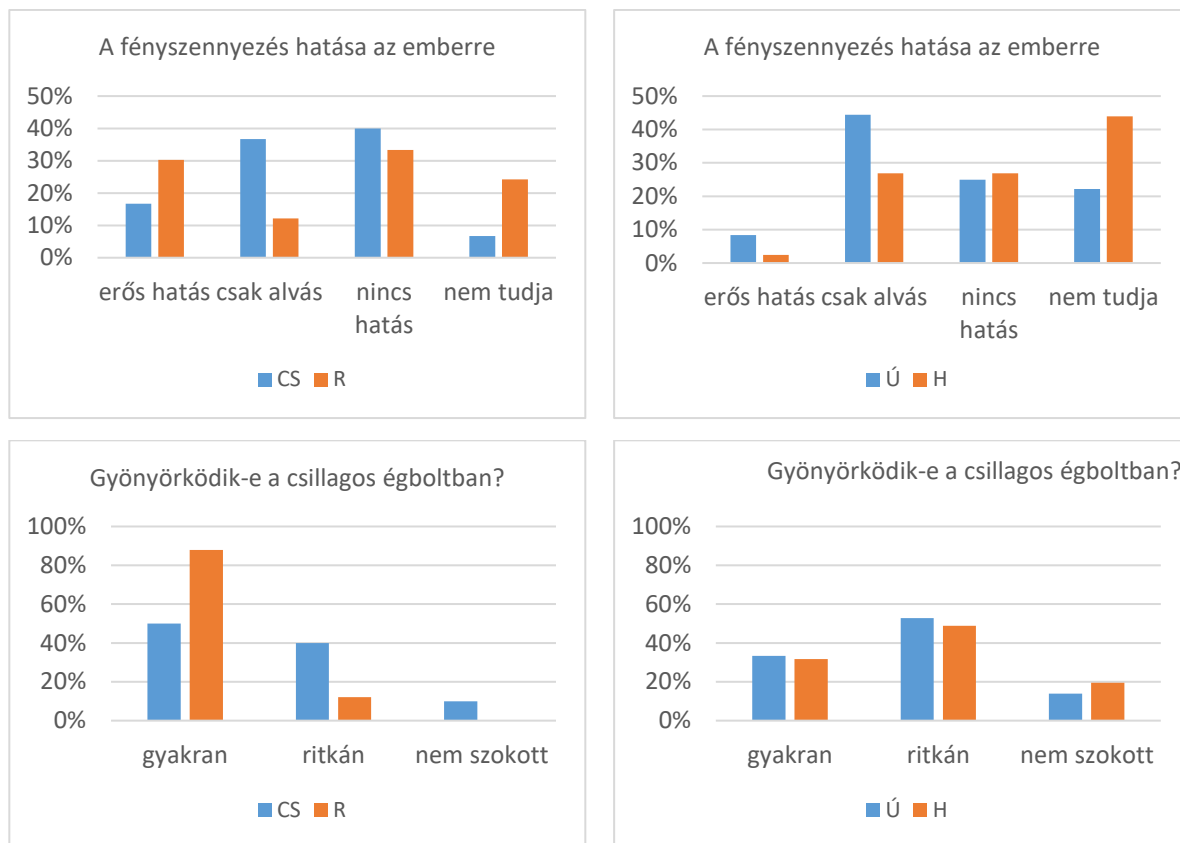
Érdekesség, hogy a témakörben jártasabbnak gondolt hortobágyiak csaknem fele mutatkozott bizonytalanok az emberre gyakorolt hatást illetően, míg egynegyedük szerint nincs is ilyen hatás. A kontroll településen mindkét mutató kisebb, mint Hortobágy községében. Erős hatást mindkét településen kevesen tulajdonítanak a fényszennyezésnek. Ugyanakkor a kontroll településen élők csaknem fele szerint az alvást tudja zavarni az erős fény.



5.37. ábra: Az éjszakai fények okozta káros hatások értékelése (felül) és a fényszennyezés állatokra gyakorolt hatásainak értékelése (alul). Balra a Bükk, jobbra a Hajdúság kiválasztott települései láthatók. A céltelepülések Répáshuta (R) és Hortobágy (H), a kontrolltelepülések Cserépváralja (CS) és Újszentmargita (Ú). forrás: saját szerkesztés

Az 5.38. ábra azt is taglalja, hogy kinek, mekkora veszteséget jelent, ha a fényszennyezés miatt ritkábban jut a csillagos égbolt élményéhez. Répáshután a válaszadók csaknem 90%-a gyakran gyönyörködik és szemlélődik a csillagos égbolton, míg a többiek ritkán. A kontroll település válaszadóinak 50%-a gyakran, míg 40%-a ritkán szemlélődik a csillagos égbolton. Répáshután senki nincs, aki sosem élvezi azt és Cserépváralján is csupán a válaszadók 10 %-a.

A két hajdúsági településen a válaszadók szűk 1/3-a szemlélődik gyakran a csillagos égbolton, míg kb. a fele ritkán, 10-20 %-uk sohasem.



5.38. ábra: A fényszennyezés emberre gyakorolt hatásainak értékelése (felül) és a csillagos égboltban gyönyörködés gyakorisága (alul). Balra a Bükk, jobbra a Hajdúság kiválasztott települései láthatók. A céltelepülések Répáshuta (R) és Hortobágy (H), a kontrolltelepülések Cserépváralja (CS) és Újszentmargita (Ú). forrás: saját szerkesztés

Konklúzió

A bemutatott, első vizsgálatok arra utalnak, hogy a répáshutai válaszadók többnyire tájékozottabbak, és jobban látják a problémákat, mint a bükki kontroll település lakói. Ugyanakkor, Hortobágy-nak nincs előnye sem a fényszennyezéshez kapcsolódó tudás, sem a korszerűbb világítási gyakorlat terén a hajdúsági kontroll településsel szemben. Oktatási szempontból vizsgálat két vonatkozásban bír jelentőséggel:

- Egyrészt minősítik azt az eddigi ismeret-bővítő és egészségre nevelő tevékenységet, amit az ebben illetékesek a csillagoségbolt-park környezetében végeztek.
- Másrészt, kijelölik azokat a legfőbb irányokat, amelyekben a későbbi oktató-nevelő munkát érdemes erősíteni a fényszennyezés témakörében.

A bemutatott, első vizsgálatok továbbá arra is utalnak, hogy nincs előnye Hortobágnak sem a fényszennyezéshez kapcsolódó tudás, sem a korszerűbb világítási gyakorlat terén. Valószínű, hogy a válaszok minősége erősen függ az életkortól, az iskolázottságtól és a vagyoni állapottól.

6. Összefoglalás

A fényszennyezés hatásainak tudatosítása a környezetpedagógiai gyakorlatok fontos részét képezheti annak ellenére, hogy nem kap hangsúlyos szerepet a tananyagtartalmakban. Az idézett tudományos kutatások bizonyítják, hogy az emberi egészségre és a környezeti tényezők állapotára egyaránt igen komoly hatása van. Emiatt célom az volt, hogy a vizsgálatban részt vett tanulók ismerjék meg közelebbről napjaink egyik nagy környezeti kihívását. A kialakított csoportok rendhagyó tanórák keretein belül ismerhették meg a fényszennyezést kiváltó okokat, következményeket és mérséklési módokat. Az alábbiakban a kutatás elején felállított hipotézisek vizsgálatára kerül sor.

6.1. A hipotézisek teljesülésének értékelése

H1: A Nemzeti Alaptanterv (2020) és annak kerettantervei, valamint az ezzel összhangban engedélyezett tankönyvek már tartalmazzák a fényszennyeződés problémakörének kellő alaposágú és terjedelmű tárgyalását.

T1: Tartalomelemzéssel megállapítottam, hogy sem a Nemzeti Alaptanterv (NAT, 2020), sem az ehhez kapcsolódó középiskolai biológia, fizika és földrajz kerettantervek nem utalnak a fényszennyezésre, mint oktatandó egységes tananyagra vagy nevelési célra illetve eszközre. A NAT esetében ez érthető, hiszen az általánosabb kompetencia-célokat tűz ki, viszont a kerettantervek már tartalmazzák a fényhez kapcsolódó jelenségeket, azok vizsgálatát illetve hatásait. A vizsgált tantárgyanként 4-4 tankönyv egy részében ugyanakkor már található kifejezetten a fényszennyezéssel foglalkozó szövegek, ábrák és fényképek, illetve térképek. Ezek sorában a legtöbb ismeret a fizika tantárgyhoz, míg a legkevesebb a biológiához kapcsolódik. Mivel azonban nem minden tantárgy adott kiadója által gondozott tankönyvben találtuk meg a témakör tárgyalását, nem állítható, hogy minden középiskolás diák találkozik a fényszennyezéssel és hatásaival a tanulmányai során. Az első hipotézis tehát csak részben igazolódott.

H2: A középiskolás diákok már rendelkeznek bizonyos tájékozottsággal a fényszennyeződés kérdéskörében.

T2: A középiskolás diákok tudását kizárólag az egri felmérés alapján értékeltük, mert a témakör oktatását megelőző elő-mérést befolyásolhatta az a tudat, hogy milyen témakörrel fogunk foglalkozni. Noha, az online kérdőívet kitöltő 132 középiskolás tanulónak csupán 33%-a jelölte meg az iskolát a fényszennyezéssel kapcsolatos ismeretei forrásának, a kérdéstípusok egy jó részében jelentős tájékozottságot tükröznek a válaszok. Az egyes izzólámpák típusának felismerése szinte tökéletes. Az éjszakai világítás nem rendeltetésszerű használata a válaszadó diákok többsége szerint befolyásolja egészségünket, bár a hatás súlyosságában megoszlanak a vélemények. A családok majdnem 100%-ában lekapcsolják a villanyt azokban a helyiségekben, ahol épp nem tartózkodnak. Az új izzók vásárlásakor a gyártó, az ár, és az energiatakarékossági osztály a meghatározó tényező. Az elalvási nehézségek a válaszadók 25%-ánál jellemzőek, 18%-uk soha nem tapasztalja ezt a problémát, míg a többség, 57% csak ritkán, bizonyos élethelyzetekben. A csillagos égbolton gyakran szemlélődik a válaszadók 52%-a, ritkán 44%-a, míg sohasem csupán 4%-a. A válaszadók nyitottak a fényszennyezés problémakörére, és hallottak annak az elővilágra gyakorolt hatásairól. A 2. hipotézist a kutatásunk tehát igazolta.

H3: Célzott, rövid oktatási programmal jelentősen bővíthető a diákok tájékozottsága a fényszennyezés témakörében.

T3: Az 1. Mellékletben bemutatott célzott képzés eredményességét az elő- illetve utómérés összehasonlításával tudjuk jellemezni. Ennek alapján megállapítottam, hogy a képzés hatására erősödött a fényszennyezés okainak felismerése, környezetet terhelő voltának elfogadása, az energiapazarlás és az ehhez köthető túlfogyasztás elítélése, a növények, a madarak, a rovarok és az emberek életét zavaró hatások felismerése. A mérések összehasonlítása alapján tehát igazoltnak mondhatjuk a 3. hipotézist.

H4: Az országosan elérhető televízió- és rádió-csatornákon ma még ritkák, rövidek és szűk tartalmúak a fényszennyezéssel foglalkozó műsorok.

T4: A vizsgált négy év során összesen 41 műsor annotációjában szerepelt a fényszennyezés kifejezés, vagyis havonta kevesebb, mint átlagosan egy ilyen műsor fordult elő a szemlézett hat országos TV és egy rádió csatorna adásai között. Ezen belül, 14 TV és 3 rádió-adás (17 beszélgetés) foglalkozott a csillagos égbolt elvesztésével, míg a másik három témakörrel (a fényforrások színével, az emberre, illetve az állat- és növényvilágra gyakorolt káros hatásokkal) csak ennél kevesebb, rendre 7, 8 illetve 9 adás foglalkozott. Sajnos, ezek az adatok igazolták a 4. hipotézist. Érdeklenség ugyanakkor, hogy a csillagos égbolt látványának elvesztését néhány beszélgetés úgy is exponálta, mint a csillagos égbolthoz kötődő népi kultúra elvesztését.

H5: A Csillagos Égbolt Parkokkal egy településen élő felnőttek tájékozottsága magasabb szintű, mint az ezekhez közel eső, hasonló lélekszámú kontroll-településeken élőké.

T5: A Bükk és Hortobágy térségének két-két hasonló lakosság-számú településén, 30-41 felnőtt lakostól személyesen kapott válaszok alapján azt tapasztaltuk, hogy míg a Bükk térségében (Ré-páshuta és Cserépváralja viszonylatában) teljesült az a feltételezés, hogy a Csillagos Égbolt Parkkal rendelkező település lakosai tájékozottabbak, mint a másodiknak sorolt, kontroll-településeké, addig Hortobágy körzetében (Hortobágy községében és Újszentmargitán) ugyanez nem teljesült. Más szóval, a Csillagos Égbolt Park közeli jelenléte önmagában nem elegendő. A tudás bővítése konkrét tájékoztató programokat igényel. Az 5. hipotézisünk tehát megdőlt a vizsgálatok alapján.

Köszönetnyilvánítás

A disszertáció írása során számos csodálatos ember állt mellettem, segítette munkámat.

Köszönöm mindenekelőtt témavezetőim, Dr. Mika János és Dr. Sütő László bizalmát, hogy általuk megismerhettem a tudományos világ eme oldalát. Lendületükkel, precizitásukkal, szakmai tudásukkal olyan példát mutattak, mely keveseknek adatik meg. Köszönöm az építő jellegű kritikáikat, határtalan türelmüket, segítőszándékukat, rugalmasságukat, figyelmességüket, emberségüket. Köszönöm a Neveléstudományi Doktori Iskola oktatóinak és munkatársainak az elmúlt 5 év áldozatos munkáját, segítségét.

Köszönöm a dolgozat műhelyvitáján Prof. Kárász Imre és Dr. Pénzesné Kónya Erika alapos bírálatát, Bóka Beátának és Utasi Zoltánnak a közreműködését és a vitában résztvevők segítő javaslatait, építő jellegű kritikáit.

Köszönöm, hogy részt vehettem az EFOP-3.6.2-16-2017-00014 "Nemzetközi kutatási környezet kialakítása a fényszennyezés vizsgálatának területén" nevet viselő pályázat megvalósításában. Köszönöm Dr. Kolláth Zoltánnak, Pénzesné dr. Kónya Erikának a bizalmat, a szakmai vezetést, a számos fejlődési lehetőséget. Köszönöm Hankovszki Mónikának, Pintér Istvánnak és Kertész Alexnek a kérdőívek kitöltésében nyújtott segítségüket.

Köszönöm az EKKE Földrajz és Környezettudományi Intézet minden munkatársának, hogy 2010 szeptemberétől hallgatóként bevezettek a tudományos élet rejtelseibe. Külön köszönöm Dr. Patkós Csabának, aki lehetőséget biztosított számomra, hogy PhD éveim alatt doktoranduszként, később tanársegédként részt vegyek az Intézet életében. Megannyi változatos feladat és sok-sok nevetés mellett Csabai Edinával, Simon Edinával és Katona Ildikóval mindig tartalmas napok elé nézünk. Szeretettel gondolok a hallgatókra, akikkel volt szerencsém együtt dolgozni az évek során, köszönöm nekik is bátorításukat, jószándékukat.

Nem készült volna el ez a mű azon tanulók, tanáraik és intézményvezetők nélkül, akik időt, energiát és tanórát nem sajnálva lehetőséget biztosítottak számomra, hogy rendhagyó órát tartsak iskolájukban. Külön köszönet és nagy tisztelet illeti Földi-Kardos Kingát, Nagy Évát, Simonyi Sándort és Üveges Dánielt lelkiismeretes, áldozatos munkájukért és rugalmasságukért. Fantasztikus pedagógusok!

Köszönöm a családom önzetlen szeretetét, támogatását, türelmét, és azta rengeteg segítséget amit mindig kapok. Családomként tekintek barátaimra: Évire, Gabira, Hélára, Timire és Sanyira. Köszönöm a rengeteg tanácsot a disszertáció kapcsán, az élményeket, segítséget, beszélgetést, útmutatást, közös programokat és hogy bármikor számíthatok rájuk.

Irodalomjegyzék

1. Ádám Péter, Egri Sándor, Elblinger Ferenc, Honyek Gyula, Horányi Gábor, Simon Péter (2020): Fizika 10. tankönyv. Oktatási Hivatal, Budapest.
2. Agrárminisztérium (2020): A fényszennyezésről – világosan! Agrárminisztérium–Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest. 82 p. http://www.termeszetvedelem.hu/fenyyszennyezessel_vilagosan
3. Alejandro Sánchez de Miguel; Jonathan Bennie; Emma Rosenfeld; Simon Dzurjak; Kevin J. Gaston (2021): First Estimation of Global Trends in Nocturnal Power Emissions Reveals Acceleration of Light Pollution. *Remote Sens.*, 13, 3311. <https://doi.org/10.3390/rs13163311>
4. Alexa Péter, Gruber László, Szöllősy László, Ütőné Visi Judit (2017): Földrajz 7. Tankönyv. Eszterházy Károly Egyetem, Eger.
5. Almási Gyuláné (1998): A hazaszeretet és a környezeti nevelés. In: *Iskolakultúra*, 8. évf., 4. szám. pp. 112-113. http://epa.oszk.hu/00000/00011/00015/pdf/iskolakultura_EPA00011_1998_04_112-113.pdf
Letöltés dátuma: 2020. 04. 30.
6. Arday István, Nagy Balázs, Sáriné Gál Erzsébet (2016): Földrajz 9. Tankönyv. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
7. Arday István, Kőszegi Margit, Sáriné Gál Erzsébet, Ütőné Visi Judit. (2017): Földrajz 10. Tankönyv. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
8. Avalon C.S. Owens, Précillia Cochard, Joanna Durrant, Bridgette Farnworth, Elizabeth K. Perkin, Brett Seymoure (2020): Light pollution is a driver of insect declines, *Biological Conservation*, Volume 241, 108259, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108259>.
9. Baranyai József, Fodor Zoltán, Veres Gábor. (2020): Biológia 9. tankönyv. Oktatási Hivatal, Budapest.
10. Baranyai József, Veres Gábor (2021): Biológia 10. tankönyv. Oktatási Hivatal, Budapest.
11. Barát Tamás (2011): Média és társadalom – társadalmi (közösségi) média. *Gazdaság és szociális demokrácia*. Általános Vállalkozási Főiskola, Budapest, pp.151-164.
12. Bodoky Tamás; Urbán Ágnes (2011): A Facebook hatása a hírfogyasztásra: közösségépítés helyett közösségépítés. In: *Információs Társadalom*, (11. évf.) 1-4 szám, pp. 121-135. http://epa.oszk.hu/01900/01963/00035/pdf/EPA01963_informacios_tarsadalom_2011_1_4_121-135.pdf (utolsó letöltés: 2020. április 10.)
13. Boldogh Sándor (2009): Védett gerincesek konzervációbiológiája - monitoring és fajmegőrzési programok tervezése és kivitelezése. PhD értekezés, Debreceni Egyetem, p.25.
14. Brundtland Commission Report (1987): Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development 300 p. (<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>)
15. Buránszkiné Sallai Márta (2018): Korszerű időjárás ismeretek és kapcsolódó magatartásminták a környezeti nevelésbe. PhD értekezés

16. CCM Kyba, A Ruby,, HU Kuechly, B Kinzey, N Miller, J Sanders, J Barentine, R Kleinodt, B Espey,(2021): Direct measurement of the contribution of street lighting to satellite observations of nighttime light emissions from urban areas. *Lighting Research & Technology*. 53(3):189-211. doi:10.1177/1477153520958463
17. Christopher C M Kyba, Yiğit Öner Altıntaş, Constance E Walker, Mark Newhouse (2023): Citizen scientists report global rapid reductions in the visibility of stars from 2011 to 2022.*Science* **379**, 265-268 DOI:[10.1126/science.abq778](https://doi.org/10.1126/science.abq778)
18. Cinzano, Pierantonio; Fabio Falchi, Christopher D. Elvidge (2001): *The first World Atlas of the artificial night sky brightness*. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 328. 689–707.
19. Czippán Katalin, Havas Péter, Victor András (2010): Környezeti nevelés a fenntarthatóságért. In: Környezeti Nevelési Stratégia. Magyar Környezeti Nevelési Egyesület. pp. 33-41
20. Csepregi István: A fényszennyezéssel kapcsolatos hazai jogi szabályozás lehetőségei. http://fenyszennyezés.csillagaszat.hu/cikkek/a_fenyszennyezessel_kapcsolatos_hazai_jogi_szabalyozas_lehetosegei.html
21. Csörgits Gábor, Gyarmathy István (2006): A fényszennyezés természetvédelmi-ökológiai aspektusai. *Elektrotechnika*, 99(9), p. 22.
22. Dárdai Ágnes (2002): A tankönyvkutatás alapjai. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs. 156.
23. David L. Crawford (2001): Light Pollution: Changing the Situation to Everyone's Advantage. Preserving the Astronomical Sky IA U Symposium, Vol. 196, R. J. Cohen and W. T. Sullivan, III, eds. pp. 33-38.
24. Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Péterné, Urbán János (2017): *Fizika 7. tankönyv*. Eszterházy Károly Egyetem, Eger.
25. Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Péterné, Urbán János (2017): *Fizika 8. tankönyv*. Eszterházy Károly Egyetem, Eger.
26. Egri Sándor, Horányi Gábor, Simon Péter (2020): *Fizika 9. tankönyv*, Eszterházy Károly Egyetem, Eger.
27. Elekes Éva (2009): *A környezeti nevelés lehetőségei a múzeumban*. In: Vásárhelyi Tamás, Kárpáti Andrea. (szerk.): *A múzeumi tanulás kézikönyve*. Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum, ELTE TTK Multimédiapedagógiai és Információtechnológiai Központ, 71–73.
28. Fabio Falchi; Pierantonio Cinzano, Christopher D. Elvidge , David M. Keith, Abraham Haim (2011): Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. *Journal of Environmental Management* Volume 92, Issue 10, October 2011, Pages 2714-2722
29. F. Kusztor Adél, Pokk Péter, Szöllősy László, Makádi Mariann, (2016): *Földrajz 8. Tankönyv*. Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest

30. Fernengel András (2010): Iskolai, tanórán kívüli nevelés. In: Vásárhelyi Judit (szerk.): Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia – Alapvetés. Budapest, Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, pp. 231–238.
31. Fereshteh Bashiri Che Rosmani Che Hassan (2014): Light Pollution and Its Effect on the Environment, *International Journal of Fundamental Physical Sciences*, Vol 4, No. 1, pp. 08-12.
32. Franz Hölker, Christian Wolter, Elizabeth K Perkin, Klement Tockner (2010): Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(12): 681-682.
33. Havas Péter (2001): A fenntarthatóság pedagógiai elemei. In: Új Pedagógiai Szemle, 11. évf. 9. szám. <https://folyoiratok.oh.gov.hu/uj-pedagogiai-szemle/a-fenntarthatosag-pedagogiai-elemei>
Letöltés dátuma: 2020. 04. 27.
34. Héctor Lamphar, Miroslav Kocifaj, Jorge Limón-Romero, Jorge Paredes-Tavares, Safei Diba Chakameh, Michal Mego, Natalia Jorgelina Prado, Yolanda Angélica Baez-López, Emiliano Raúl Diez (2022): Light pollution as a factor in breast and prostate cancer. *Science of The Total Environment*. Volume 806, Part 4.
35. Horváth Balázs, Pestiné Rác Veronika Éva (2011): Ökológia. Digitális Tankönyvtár, p. 20. (Utolsó letöltés: 2018. január 30.) *Elérhető: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Okologia/adatok.html*
36. Horváthné Papp Ibolya (2001): Az iskola környezeti nevelési programja. In: *Iskolakultúra*. 5. szám, pp. 111-115.
http://epa.oszk.hu/00000/00011/00049/pdf/Iskolakultura_EPA00011_2001_05_111-115.pdf
Letöltés dátuma: 2020. 04. 27.
37. Kárász Imre. (2015): A környezeti nevelés története, céljai és eszközei. In: Mika János, Pajtkókné Tari Ilona (szerk.): Magyar Tudomány Ünnepe. Környezeti nevelés és tudatformálás. Tanulmányok az Eszterházy Károly Főiskola műhelyeiből. Eger, Líceum Kiadó, pp. 37–40.
38. Kárpáti Andrea (2013): Múzeumterek egykor, ma és a jövőben. In: Vásárhelyi Tamás, Kárpáti Andrea (szerk.): Kiállítási kommunikáció. 3. fejezet. Budapest, ELTE TTK.
39. Kárpáti Andrea, Szálas Tímea, Kuttner Ádám (2012): Közösségi média az oktatásban – Facebook esettanulmányok. In: *Iskolakultúra*, (22. évf.), 10. szám, pp.11-26.
http://epa.oszk.hu/00000/00011/00169/pdf/EPA00011_Iskolakultura_2012-10_011-042.pdf
(utolsó letöltés: 2019. április 10.)
40. Kollarics Tímea (2015): A tanösvények szerepe a környezeti szemléletformálásban – Tervezés, hatékonyságvizsgálat és módszertani vonatkozások. *EDU*, 2015/3. 84–91.
41. Kolláth Zoltán (2001): Fényszennyezés és világítástechnika. *Elektrotechnika*, 94/5. 183-186.
42. Kolláth Zoltán (2003): Fényszennyezés – a mesterséges fény környezeti ártalmai. In: Arató A. (szerk.) *Világítástechnikai évkönyv*, Világítástechnikai Társaság, Budapest, pp. 109-110.
43. Kolláth Zoltán (2009): Látnak-e még csillagot utódaink? *Természet Világa* 140. (Klnsz. 1.), pp. 91-93.

44. Kolláth Zoltán, Gyarmathy István (2009): Száműzött mesterséges fények: ahol a csillagos ég az úr. *Természetbúvár*, 64/2. 16-19
45. Kolláth Zoltán, Gyarmathy István (2015): Fényszennyezés és természet. *Természetbúvár* 70. 4. 42-45.
46. Kosztolicz István (szerk.) (2009): *Közvilágítási kézikönyv*. MEE Világítástechnikai Társaság; Magyar Világítástechnikáért Alapítvány, Bp. 310.
47. Kováts-Németh Mária (szerk.) (2007): Fenntarthatóság. *Pedagógia. Kutatás*. NYME AK, Győr
48. Kováts-Németh Mária. (2010): Az erdőpedagógiától a környezetpedagógiáig. Comenius Kft., Pécs.
49. Kriska György, Horváth Gábor (2013): Fénysorompó segíthet a védelemben – Újra virágzott a Duna, *Természetbúvár*, 68.5. pp. 32-34.
50. Lehoczky János (1999): Iskola a természetben, avagy A környezeti nevelés gyakorlata. Budapest, Raabe Klett Könyvkiadó Kft. 1999 p.258.
51. Lelkes Zoltán (2013): A fény hatása a napszaki ritmusra és az alvásra. In: *Világítástechnikai évkönyv*, Világítástechnikai Társaság, Budapest. pp.108-110.
52. Lesku Katalin (2010): A fenntarthatóság, mint gyermekfilozófiai probléma. In *Iskolakultúra*, 20. évf. 10. szám, pp. 79-84. http://real.mtak.hu/57847/1/11_EPA00011_iskolakultura_2010-10.pdf
Letöltés dátuma: 2020. 04. 23.
53. Lükő István (2003): *Környezetpedagógia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
54. Major Lenke (2012): A környezeti nevelés szerepe a környezettudatos magatartás formálásában. In: *Iskolakultúra*, 22. évf., 4. szám. pp. 67-79.
http://epa.oszk.hu/00000/00011/00168/pdf/EPA00011_Iskolakultura_2012-9_067-079.pdf
Letöltés dátuma: 2020. 05. 02.
55. Makádi Mariann, Horváth Gábor (2011): A földrajz és a természettudományok. *Földrajzi Közlemények*, 135(2), pp. 179-184.
56. Maródi Ágnes (2013): A tankönyvi képek és illusztrációk szerepe az oktatásban. *BELVEDERE MERIDIONALE*, 25 (4). pp. 101-107. ISSN 1419-0222
57. McDonnell, M. J., Hahs, A. H., Breuste, J. H. (2009): *Ecology of Cities and Towns*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 243-263
58. Meleg Csaba (2002): Iskolai egészségnevelés: A feladat újrafogalmazása. *Magyar Pedagógia* 102. évf. 1. szám pp. 11–18.
59. Metaxa, Margarita (2003): International Schools Education Networks for Light Pollution Control, In: (H. E. Schwarz (ed.): *Light Pollution: The Global View*, Kluwer Academic, pp. 145-153.
60. Michael B., Agustín P.-B. Eric S. (2016): Environmental pollution and biodiversity: Light pollution and sea turtles in the Caribbean. *Journal of Environmental Economics and Management* 77, pp. 95-116.

61. Nagy János (2014): Környezetóra a múzeumban. *Acta Scientiarum Socialium*, 2014/41. 39–49.
62. NAT (2012): Nemzeti Alaptanterv (2012): Magyar Közlöny 2012 június 4., (66), pp. 10635-10847.
63. OTÉK: 253/1997. (XII. 20.) *Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről.* (Letöltés ideje: 2018. január 30.)
https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99700253.KOR#lbj182id51f
64. Orbán Zoltán (2010): Iskolán kívüli környezeti nevelés. In: Vásárhelyi Judit (szerk.): Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia. Budapest, Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, 2010. 253–258.
65. Paksi László (2013): A környezeti problémák iránti érzékenyítés a köznevelésben. In: Iskolakultúra, 23. évf. 12. szám. pp. 161-169.
http://epa.oszk.hu/00000/00011/00180/pdf/EPA00011_iskolakultura_2013_12_161-169.pdf
Letöltés dátuma: 2020. 05. 04.
66. Palmer, Joy; Neal, Philip (1998): A környezeti nevelés kézikönyve. Körlánc könyvek, Budapest. pp. 110-119
67. Pásztor Emília (2010): A csillagászat szerepe és jelentősége az ősrégészeti kutatásokban Európai és Kárpát-medencei esettanulmányok. In: Környezet – Ember – Kultúra: Az alkalmazott természettudományok és a régészet párbeszéde. KREITER, A. – PETŐ, A. – TUGYA, B. (SZERK.) pp. 343 – 351.
68. Pécsi Tibor (2015): Megtévesztő világosság. A fényszennyezés és a rovarok, *Természetbúvár*, 5. szám. 18-21.
69. P. Cinzano, P F. Falchi, C. D. Elvidge (2001): *The first World Atlas of the artificial night sky brightness.* Mon. Not. R. Astron. Soc. 328, pp. 689–707.
70. Percy, J. R. (2001): Light Pollution: Education of Students, Teachers and the Public. *Astronomical Sky IA U Symposium*, Vol. 196, R. J. Cohen and W. T. Sullivan, III, eds. pp. 353-358.
71. Portnov A. B.; Richard G. Stevens, Holly S. et al (2016): Light at night and breast cancer incidence in Connecticut: An ecological study of age group effects. *Science of The Total Environment*, vol. 572, pp.1020-1024.
72. Rajkhowa Rasna (2012): Light Pollution and Impact of Light Pollution. *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online): 2319-7064*: pp. 3. évfolyam 10. szám,
https://www.academia.edu/81424945/Light_Pollution_and_Impact_of_Light_Pollution
73. Shadab A Rahman, Melissa A St Hilaire, Steven W Lockley (2017): The effects of spectral tuning of evening ambient light on melatonin suppression, alertness and sleep. *Physiology & Behavior*, 177. szám. 221–229.
74. Szabóné András Zsuzsanna (2004): A fényszennyezés szabályozásának lehetőségei TDK dolgozat
75. UNECE (2022): Framework for the implementation of the United Nations Economic Commission for Europe Strategy for Education for Sustainable Development from 2021 to 2030.
[ece_cep_ac.13_2022_3_e.pdf \(unece.org\)](https://www.unep.org/education/education-for-sustainable-development/2022-3) (utolsó letöltés: 2023.11.15.)
76. Urbanics Magdolna Rita (2009): Reflektorfényben a sötétség. Szakdolgozat. Pécs

77. Útőné Visi Judit (2014): Az energiafelhasználás mint globális problémaforrás megjelenése a Nemzeti Alaptantervben. *EDU*, 4(2), pp. 86-97.
78. Varga Attila (2018): A fenntarthatóságra nevelés elméleti alapjai és egész intézményes megközelítése. *Habilitációs dolgozat – Tanulmánykötet*. pp. S80-84.
79. Vásárhelyi Tamás (2010): *Felfedezéssel tanulás*. In: Vásárhelyi Judit (szerk.): *Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia*. Budapest, Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, 2010. 94–96.
80. Vida, Gábor (2007): Fenntarthatóság. *Magyar Tudomány*, 1600. Letöltés dátuma: 2017. 08 03, forrás: <http://www.matud.iif.hu/07dec/15.html>
81. Zlinszky János, Balogh Dorca (szerk.), (2016): Világunk átalakítása. A fenntartható fejlődés 2030-ig megvalósítandó programja. Az Egyesült Nemzetek Közgyűlése által 2015. szeptember 25-én elfogadott, 70/1. sz. határozat. Angol–magyar, kétnyelvű kiadás ISBN 978-963-308-279-9 Pázmány Press, Budapest

A szerző publikációinak jegyzéke

Apró, Anna:

Fényszennyezés a természettudományos tárgyak tankönyveiben. In: Kolláth, Zoltán (szerk.) Savaria Természettudományi és Sporttudományi Közlemények 19.: Kutatási eredmények a fényszennyezéssel kapcsolatban Tematikus különszám. Szombathely, Magyarország: Gothard Jenő Csillagászati Egyesület (2021) 116 p. pp. 76-83., 8 p.

Apró, Anna; Mika, János

Célzott képzés hatásainak vizsgálata közoktatási osztályokban. In: Kolláth, Zoltán (szerk.) Savaria Természettudományi és Sporttudományi Közlemények 19.: Kutatási eredmények a fényszennyezéssel kapcsolatban Tematikus különszám. Szombathely, Magyarország: Gothard Jenő Csillagászati Egyesület (2021) 116 p. pp. 84-90., 7 p.

Apró Anna; Mika János:

Connections of the light pollution issue to the UN Sustainable Development Goals.

Acta Universitatis De Carolo Eszterházy Nominatae Sectio Biologiae/ Az Eszterházy Károly Egyetem Tudományos Közleményei. Tanulmányok a biológiai tudományok köréből 46. pp. 183-192., 10 p. (2021)

Mika János; Apró Anna; Novák Richárd:

A fényszennyezés lakossági ismeretének felmérése két-két bükk-vidéki és hajdúsági településen. In: Juhász Erika; Kozma Tamás; Tóth Péter (szerk.) *Társadalmi innováció és tanulás a digitális*

korban. Budapest, Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, Magyar Nevelés- és Oktatáskutatók Egyesülete (HERA) pp. 383-397., 15 p. (2021)

Apró Anna; Homoki Erika; Sütő László:

A fényszennyezés tudatosításának lehetőségei a tanárképzésben.

In: Juhász Erika; Kozma Tamás; Tóth Péter (szerk.) Társadalmi innováció és tanulás a digitális korban. Budapest, Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, Magyar Nevelés- és Oktatáskutatók Egyesülete (HERA) pp. 181-188., 8 p. (2021)

Apró Anna: Az iskolai és tanórán kívüli környezeti nevelés lehetőségei a múzeumpedagógiában. Kepes György Szakkollégiumi kötet. Eszterházy Károly Egyetem, Eger (2021)

Apró Anna; Pintér István; Kertész Alex; Mika, János:

A fényszennyezésre vonatkozó lakossági ismeretek kérdőíves felmérése két hajdúsági településen. In: Bujdosó, Zoltán; Dinya, László; Csernák, József (szerk.) XVII. Nemzetközi Tudományos Napok [17th Scientific Days][XVII. Internationale Wissenschaftliche Tagung]: online konferencia [online conference][online Konferenz]: Környezeti, gazdasági és társadalmi kihívások 2020 után [Environmental, Economic and Social Challenges after 2020][Herausforderungen der Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft nach 2020]: Tanulmányok [Publications][Publicatione] Gyöngyös, Magyarország: Károly Róbert Kft. (2020) pp. 1242-1248., 7 p.

Apró Anna:

Light pollution as environmental problem appearance in national core curriculum and in other educational documents. Journal of Applied Technical and Educational Sciences / Alkalmazott Műszaki és Pedagógiai tudományos folyóirat 10: 3. pp. 147-156., 10 p. (2020)

Mika János; Apró Anna; Sütő László; Balogh Szabolcs; Hankovszki Mónika; Kertész Alex; Novák Richárd; Pintér István:

Measuring inhabitants' knowledge on technical features and physiological effects of light pollution. Journal of Applied Technical and Educational Sciences / Alkalmazott Műszaki és Pedagógiai tudományos folyóirat 10: 3. pp. 115-128., 14 p. (2020)

Mika János; Apró Anna:

A fényszennyezés problémakörének kapcsolódása az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljaihoz. Elektrotechnika 4: 113. pp. 5-7., 3 p. (2020)

Apró Anna; Novák Richárd; Hankovszki Mónika; Kertész Alex; Mika János:

A fényszennyezés műszaki jellemzőire és élettani hatásaira vonatkozó, lakossági ismeretek felmérése két településen. *International Journal of Engineering and Management Sciences / Műszaki és Menedzsment Tudományi Közlemények* 4: 4. pp. 155-161., 7 p. (2019)

Apró Anna; Mika János; Homoki Erika; Sütő László:

A fényszennyezés oktatási vonatkozásai a földrajz tantárgyban. In: Fazekas, István; Kiss, Emőke; Lázár, István (szerk.) *Földrajzi tanulmányok 2018*. Debrecen: MTA DAB Földtudományi Szakbizottság pp. 41-43., 3 p. (2018)

Jogszabályi hivatkozások

Kerettanterv 2020.

https://www.oktatas.hu/koznevelés/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_alt_isk_5_8

https://www.oktatas.hu/koznevelés/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_gimn_9_12_ev

Magyar Közlöny 2020. évi 17. szám: Nemzeti Alaptanterv 2020.

<https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/3288b6548a740b9c8daf918a399a0bed1985db0f/megtekintes>
(utolsó letöltés dátuma: 2021. 10.15.)

Ütügyi alapfogalmak gyűjteménye 11. változat, 2023. június 30. 75/2023. (VI. 28.) számú ÚB határozat

Mellékletek

1. számú melléklet:

A FÉNYSZENNYEZÉS MEGJELENÉSE A KÖRNYEZETPEDAGÓGIÁBAN

SEGÉDLET A FÉNYSZENNYEZÉS TANÍTÁSÁHOZ

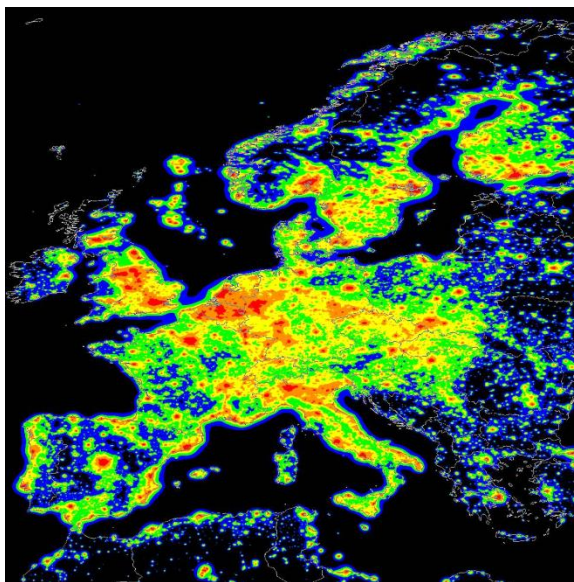
Előszó

Kevesebb, mint 100 évvel ezelőtt mindenki felnézhetett és megpillanthatta a látványos éjszakai égboltot. Napjainkban az égbolt határfényességének kiszélesedése miatt a szabad szemmel látható csillagok száma drasztikus módon lecsökkent. Amennyiben mégis kíváncsiak lennénk, milyen látvány tárul elénk az éjszakai órákban az égbolton, akkor ehhez csillagoségbolt-parkok garantálják a mesterséges fényforrásoktól szinte háborítatlan éjszakai égboltot.

A közoktatásban nem szerepel jelentős hangsúllyal korunk új környezeti problémája, a fényszennyezés. A tanulóknál történő tudatosításának fontossága azonban indokolt. E célból készült egy általános áttekintő leírás, feladatokkal kiegészítve a fényszennyezésről, amely segítségül szolgálhat a témakör oktatása során.

A foglalkoztató füzet két fejezetet foglal magában. Az első részben egy általános tájékoztató olvasható a fényszennyezésről a fogalmi alapoktól indulva, feltárva a jelenség kiváltó okait természeti, társadalmi és gazdasági megközelítésből. Egy-egy alfejezetben felsorolásra kerülnek azok az alanyok, melyekre a fényszennyezés negatív hatással bír a mindennapokban, mint például madarak, rovarok, növények és maguk az emberek is. Második részben az előzőekben olvasott alfejezetek elmélyítése, rögzítése céljából különböző példafeladatok készültek. Minden feladat egy áttekintéssel kezdődik, mely tartalmazza a megoldáshoz szükséges előismereteket, elhelyezi magát a témát egy, a fényszennyezéshez kapcsolódó témakörben. Megfogalmazódtak azok a nevelési, képzési célok, amelyeket a feladat megoldásával kívántunk elérni. Utolsó lépésként a feladat végrehajtási folyamata olvasható, példafeladatokkal szemléltetve.

1. Fényszennyezés fogalma, forrása, avagy miért kell foglalkoznunk a témával?



1. kép. A fényszennyezettség mértéke Európában.

Kép forrása: <http://www.smo.uhi.ac.uk/smo/side/annasan/>

Az olasz Pierantonio Cinzano és munkatársai elkészítették Európa fényszennyezési térképét, aminek elemzése által aggasztó becslések láttak napvilágot arról, hogy milyenné válhat az égbolt már a közeli 2025-re. Az előrejelzés főként a nagyvárosok fényszennyezettségét becsülte a legerősebbre, ami azt eredményezné, hogy a Tejút látványa a lakosság többsége számára eltűnne (Cinzano et al., 2001). A következőkben megismerkedünk a fényszennyezés fogalmával, majd feltárjuk azokat a tényezőket, melyek a csillagos égbolt látványát és az élővilágot jelentős mértékben negatívan befolyásolják.

Az Országos Településrendezési és Építési Követelmények által megalkotott definíció szerint a fényszennyezés olyan mesterséges zavaró fény, ami a horizont fölé vagy nem kizárólag a megvilágítandó felületre és annak irányába, illetve nem a megfelelő időszakban világít, ezzel káprázást, az égbolt mesterséges fénylését vagy káros élettani és környezeti hatást okoz, beleértve az élővilágra gyakorolt negatív hatásokat is. (OTÉK, 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet). A világítás-technikusok a káprázást, mint a fényszennyezés egyik összetevőjét, régóta vizsgálják, melynek elsődleges forrásaként a látótérben jelenlevő nagy fénysűrűségű felületről, az arról a vízszinteshez közeli irányokba terjedő fényt jelölték meg, vagyis a fényből nem csak oda jut, ahová azt tervezték. Jelentősen csökkenthetőnek ítélik a fényszennyezés többi komponensét, amennyiben a káprázást korlátozni tudjuk (Kolláth, 2003).

A fényszennyezés összetevőit vizsgálva az átgondolatlan világítás emelhető ki elsősorban, ami származhat

- a közvilágításból,
- díszvilágításokból, fényárvilágításból.

A reklámvilágítások célja a figyelem felkeltése a potenciális vásárlók irányába, ami szintén említendő a fényszennyezést kiváltó okok kapcsán. Ide sorolhatók a továbbiakban még a különböző sportlétesítmények hatalmas reflektorfényei is.

A fényszennyezés forrásai:

1. rosszul irányított, szórt és elkerülhetően visszavert fények. Pl. a templomok, várak éjszakai megvilágítása erős reflektorokkal. Esztétikailag gyönyörű látvány nyújt, ám mégis fényszennyezésnek minősíthető, mert bizonyíthatóan káros hatásai vannak.

2. a szükséges szintet meghaladó világítás, vagyis akkor is és olyan erősséggel világítunk, amikor az nem indokolt (Kosztolicz, 2009).

Maga a probléma tehát akkor keletkezik, ha a fényforrások hibás tervezése vagy működése következtében időben és térben úgy jut többletfény a környezetbe, hogy a) nem tölti be a célját, b) indokolatlanul nagymértékű fénykibocsátással jár, c) illetve akkor is, ha megfelelő, de nagy területet érint.

Egy rosszul irányított vagy rosszul árnyékolt fényforrás nem hatékony, ugyanis nem arra a megvilágítandó objektumra, felületre irányul a fénye, amelyre hivatott, ennek következtében pedig villamosenergia-pazarlás történik (Kolláth 2009). A minőségi világítási tervezés csökkenti az energiafelhasználást és ezért az energiafüggést. Csökkenti a széndioxid-kibocsátást, pénzt takarít meg, és lehetővé teszi számunkra, hogy élvezzük az éjszakai égboltot.

2. A fényszennyezés negatív hatásainak alanyai az élővilágban

Hazánkban a fényszennyezés negatív hatásainak indirekt módja a teljes ökológiai rendszert érinti. Itt elsősorban a növények hozhatók példának a beporzás elmaradásával. Direkt hatásuk a fényre

repülő rovarok, a denevérek, a tengeri teknősök és madarak viselkedésében mutatkozik meg (Csörigits–Gyarmathy, 2006). A legáltalánosabb problémák közé sorolhatók főként a repülő állatok (ide sorolhatók ezen kívül más állatok is, mint például a teknősök, békák) esetében, hogy útjuk során eltévedhetnek, fénycsapdába eshetnek, magas épületek falaiba ütközhetnek, vagy csak egyszerűen eltávolodnak élőhelyükről, fészükéből. Az éjszakai életmódot folytató fajok esetében a mesterséges fények miatt a táplálékszerzésre fordított idő lerövidül (Kolláth – Gyarmathy, 2015).

2.1. Fényszennyezés és az emberek

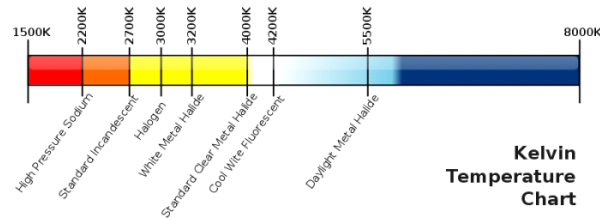
Az évmilliárdok alatt kialakult nappali és éjszakai életmódot folytató fajok fényhasználata, eltér a korábbiaktól. A mesterséges világítás elterjedése hatással van az ember bioritmusára, egészségére is, ezért a fény zavaró hatásairól is beszélnünk kell. Figyelembe kell venni a világításnak azon tulajdonságait is, mint például a kibocsátott fény színe, spektrális összetétele. Saját látásunkat alapul véve, eltérően reagálunk a szivárvány különböző tartományaira (Kolláth-Gyarmathy, 2015).

Nappali és éjszakai látásunk között jelentős különbségek vannak:

- nappal: a színekre is érzékeny csapocskákkal látunk, melyek helyét kisebb fénysűrűség mellett másfajta idegsejtek, pálcikák veszik át.
- sötétebb körülmények között: szürkület után elveszítjük színlátásunkat, lényegesen csökken a látásélesség, csökken a kontrasztfelismerő képesség (Kolláth, 2009).

Éjszakai körülmények között szemünk a kékeszöld tartományban válik a legérzékenyebbé, ezért a hideg, fehér fény különösen ártalmas számára ellenben a narancsszínű világítással.

A 2016. évi Amerikai Orvosi Szövetség jelentése aggodalmát fejezte ki a kültéri világítás kék fényének való kitettség miatt, és javasolja, hogy minden világítótestet árnyékoljon, és csak a 3000 K-os színhőmérséklettel és az alatta lévő megvilágítást használja. Fényük kevésbé káros az emberi egészségre és a környezetre nézve. Az alábbi Kelvin hőmérsékleti táblázat mutatja meg, hogy mit jelentenek a számok.



Kelvin hőmérsékleti skála

A gyengén árnyékolt kültéri világítás káprázása szintén káros az egészségére, mivel csökkenti a látást a kontraszt csökkentésével. Ez korlátozza azon képességünket, hogy éjszaka potenciális veszélyeket észlelünk. A kutatások szerint a mesterséges éjszakai fény negatívan befolyásolhatja az emberi egészséget, növelve a szembetegségek, az elhízás, a depresszió, az alvászavarok, a cukorbetegség, az emlőrák kockázatát (Shadab, 2017).



A tobozmirigy által termelt melatonin hormon termelődésének jellegzetes napi ritmusa van, este éri el maximális szintjét. Termelődését a fény gátolja. A hormon szervezetünkben egyfajta antioxidánsként van jelen, a daganatos megbetegedések kialakulása és megelőzése érdekében. (Lelkes, 2013). Alacsony koncentrációja elősegíti a daganatos betegségek megjelenését. Vizsgálatokkal igazolták, hogy a forgó műszakban dolgozó nők és a mellrák előfordulásának gyakorisága megnövekedett (Bashiri et al., 2014).

A gyengén árnyékolt kültéri világítás káprázása szintén káros az egészségére, mivel csökkenti a látást a kontraszt csökkentésével. Ez korlátozza azon képességünket, hogy éjszaka potenciális veszélyeket észlelünk. A kutatások szerint a mesterséges éjszakai fény negatívan befolyásolhatja az emberi egészséget, növelve a szembetegségek, az elhízás, a depresszió, az alvászavarok, a cukorbetegség, az emlőrák kockázatát (Shadab, 2017).

2.1.1. Káprázás és vakítás

Sok esetben bizonyos vizuális körülmények zavarhatják a látásérzékelésünk normális működését. Példaként az éjszakai autózézés közben felmerülő zavaró hatások hozhatók, ugyanis ezen időszakban látórendszerünk különösen érzékeny. A káprázás jelenségéről akkor beszélhetünk, amikor

egy bizonyos érzékenységi szintet meghaladó fénysűrűség, jellemzően szórt fény formájában éri el szemünket. Az MSZ EN 12665 a káprázást a következő formában határozza meg:

„A látás kényelmetlensége és/vagy a tárgyak felismerhetőségének a csökkenése, a fénysűrűség szokatlan eloszlásának vagy szokatlan értékének, illetve a térben vagy időben fellépő igen erős kontrasztnak a következtében.”

A káprázás fajtái:

- rontó káprázás: rontja a tárgyak látását anélkül, hogy szükségképpen kényelmetlenséget okozna
- zavaró káprázás (pszichológiai káprázás): látási kényelmetlenséget okoz anélkül, hogy szükségképpen rontaná a tárgy látását.

A káprázást a következő tényezők befolyásolják elsősorban:

- a kápráztató fényforrás fénysűrűsége;
- az a térszög, amely alatt a szemlélési pontból nézve a kápráztató fényforrás látszik;
- a kápráztató fényforrás elhelyezkedése a nézési irányhoz viszonyítva;
- a kápráztató fényforrások száma, elrendezése;
- a helyiség geometriai méretei;
- a környezet megvilágítása, ill. fénysűrűsége.

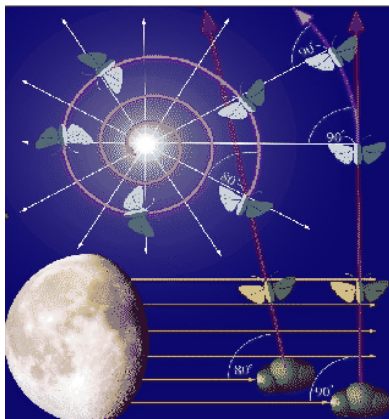
A látásérzékelésünk normális működésének másik zavaró jelensége a vakítás. Példaként említhető egy olyan közlekedési szituáció, amikor a szemből érkező gépjármű tompítatlan fényszórói hosszú másodpercekig csökkentik a látáskomfortot, a színérzékelést megzavarja. Ez igencsak baleseti veszélyforrásnak minősíthető, ugyanis ezen esetekben a gépjármű vezetője gyakorlatilag minimális ideig ugyan, de alkalmatlanná válik a vezetésre, mert elveszíti a tér- és mélyérzékelését és vakon, ösztönösen vezet.

A vakító jelenséggel azonban más közegben is találkozhatunk, mint pl. a hó-, jég és a víz felszínén, ablakokon, valamint ködös, páras és szmogos időjárási körülmények között.

A jelenség elleni védekezés a polarizált szemüvegek használatával lehetséges. Működési alapja abban nyilvánul meg, hogy a szemüveglencsére egy speciális réteg kerül, amely képes blokkolni a vízszintes felületekről visszaverődő fénysugarakat.

2.2 Rovarok

A rovarfajok evolúciójával magyarázható, hogy egy olyan környezethez alkalmazkodtak, ahol éjszakánként az egyetlen fényforrás csak a Hold és a csillagok (Pécsi, 2015). Ezek iránya a hosszabb távú repülés során nem változik, így a belőlük érkező fénysugarak könnyítik a tájékozódást.



Az egyenesen repülő rovarnak az indulása előtt meg kell jegyezni, hogy a kiválasztott fényforrás milyen szög alatt éri a szemét, s ha a repülés folyamatában ezt a szöget tartja, akkor azzal garantálta az egyenes útirányt. Ezt a fajta repülési stratégiát ma is ugyan így alkalmazzák, annyi különbséggel, hogy a kiválasztott fényforrásként a közelebb elhelyezkedő, jóval erősebb fényű utcai lámpákat választanak. A magyarországi 380 védett és ezekből 31 fokozottan védett rovarfajok közel harmada repül fényre. A fényszennyezés

direkt hatását a világító eszközök közelségében fejtí ki, ugyanis túlságosan közel vannak ahhoz, hogy az egyenes repülés során a fénysugarak szöge ne változzon. A változást maga a rovar úgy érzékeli, hogy letért az egyenes irányról, ami által útirányán is változtatni kényszerül annak érdekében, hogy korrigálja az indulási állapot alkalmával megjegyzett szöget. Amikor a korrigálás folyamatos, és az eredeti szög 90 fok volt, akkor egy körpályán kering a lámpa körül, abban a tudatban, hogy ő egyenes vonalú mozgást végez.

Amikor a kiindulási szög 90 foknál kisebb, akkor egy spirális röppályán egyre közeledő mozgást végez a fényforrás irányába mindaddig, amit hozzá nem ér az izzóhoz (Horváth et al., 2011). Potenciális károsodások közé sorolhatjuk ebben az esetben is az élőhelytől, táplálkozó helytől való eltávolodást, a szaporodó partnerek szeparálását, a ragadozóknak való nagyobb kitettségek, az egyedek közvetlen vagy közvetett elhullását és legrosszabb esetben a populáció összeomlását, lokális kipusztulását (Csörgits–Gyarmathy, 2006).

2.3. Madárfajok

A madarak esetében a fényszennyezés hatásait két csoportba sorolhatjuk:

1. Kiköltő- vagy telelőterületeken jelentkező problémák:

- Költőterület választás: a mesterséges fényforrásoktól távolabb választják költőhelyüket bizonyos madárfajok

Veszélyforrás: azokon a területeken, ahol a mesterséges megvilágítás elkerülése nem lehetséges a madaraknak, felborul a bioritmusuk. A nappali életmódot folytató fajok éjszaka is aktívan tevékenykednek.

Közvetett hatások: a fentebb említett rovarok és utcai lámpák esetének folytatása keretein belül a madarak autógázolás áldozataivá válhatnak, amikor a fenti körülmények között elhullott rovarokat elfogyasztják.

2. Éjszaka vonuló madarak veszélyeztetettsége: (elsősorban a csillagos égbolt alapján tájékozódó fajokra érvényes)

- Tájékozódás megzavarása: a mesterséges fényforrások tájékozódásukban megzavarják a vonuló madarakat, amely a tervezett helyszíntől eltérő leszálláshoz vezethet.

- Kényszerített leszállás: megzavarja a vonuló madarak ehhez igazodó rendszerét – a madarak nagy zsírtartalék birtokában indulnak útnak, melynek köszönhetően nagy távolságok megtételére lesznek képesek egy repüléssel. A „kényszerleszállás” felborítja ezt a rendszerüket,

- Ütközés egy kivilágított objektummal: például felhőkarcoló, kivilágított kommunikációs torony. Tájékozódásukat megzavarva ütközés jöhet létre, mely a madár elpusztulásával járhat (Csörgits–Gyarmathy, 2006).

2.4. Növényfajok

A fényszennyezés növényekre és rovarokra vonatkozó kapcsolatában is megjelenik. Egyedszámcsökkenés mutatható ki például a lepkék esetében. Az 1950-es években egy éjszaka folyamán ötvezer lepke került egy nagyméretű fénycsapdába. Ennek a számnak az eléréséhez az 1970-es évek végére öt hónap volt szükséges, 1997-ben pedig ennyi idő alatt kevesebb, mint 4500 lepke

került elő a csapdákból. A növények számára tehát azért jelent veszélyt a fényszennyezés, mert csökken azon lepkefajok egyedszámra, melyek a beporzást végzik (Pécsi, 2015).

Csepregi I. (2004) több csoportot is elkülönít a szabályozások indokoltsága alapján:

- környezetvédelmi: a környezet különböző nagyságú területeire ható indokolatlan fényterhelés
- természetvédelmi: azon fényterhelő hatások, melyek negatívan befolyásolják a populációk méretét és összetételét
- energiagazdálkodási: energiapazarlás minimális szintre történő csökkentése, energiahatékonyság szempontjából pedig a maximalizálás növelése,
- közlekedésbiztonsági: balesetveszély a káprázást okozó járművek, valamint a rosszul tervezett közvilágításból eredő zavaró fények hatására
- humán-egészségügyi: fényszennyezés egészséget befolyásoló hatásai, stressz növekedése, daganatos megbetegedések,
- tudományos okok: a csillagos égbolt mesterséges kifénylése miatt zavaró körülmények befolyásolják a megfigyeléseket
- kultúrtörténeti: a csillagos égboltnak, mint az emberiség örökségének megőrzése

Urbanizált világunk kétségtelenül elengedhetetlen része a világítás. Célként vázolható fel, hogy a fényterhelés mértékét ne növeljük tovább, illetve használjuk azokat műszaki megoldásokat, amivel csökkenthető a felesleges világítás. Azokon a területeken, ahol minimális a fényszennyezés mértéke, ott pedig őrizzük meg az éjszakai égbolt sötétségét. Ennek tudatosításához kínálunk a továbbiakban néhány iskolai példát.

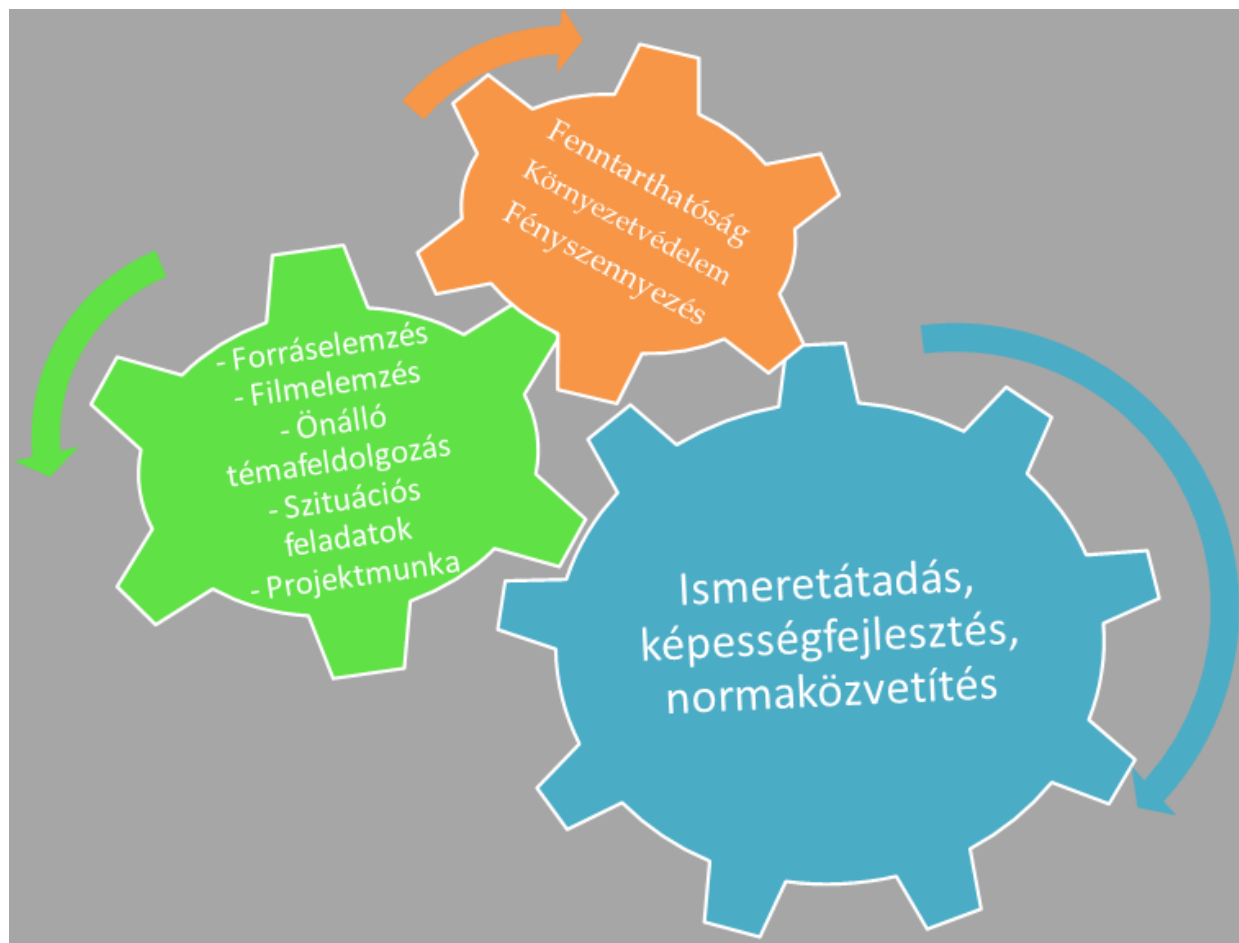


2. *kép:* Illusztráció a városi fényszennyezés szemléltetésére.

A kép forrása: <https://www.dnaindia.com/lifestyle/report-turn-off-those-lights-2219963>

2. fejezet

A témához kapcsolódó feladatok



A fényszennyezésre vonatkozó:

1. oktatási célok:

A tananyag oktatási célja, hogy a tanulók átfogó ismereteket szerezzenek a fényszennyezés kiváltó okairól, környezetre gyakorolt káros hatásairól. Az ismeretek birtokában képesek legyenek megfogalmazni a fényszennyezés lényegét, azt illesszék be az általános környezeti problémákat érintő tárgykörökbe.

Ismerjék a fényszennyezés ökológiai hatásait, következményeit a madarakra, emlősökre, hüllőkre, kételtűekre és rovarokra. Ismeretekkel rendelkezzenek az emberi egészségre gyakorolt káros hatásairól, azok megelőzési módjairól.

A csillagászati kérdésekkel kapcsolatosan lássák meg a csillagászat és a fényszennyezés kapcsolatának jelentőségét, a csillagoségbolt-parkok fontosságát. A poláros fényszennyezés legfőbb ismeretei, kialakulásának okai, jellemzői.

Tájékozottság a jogi vonatkozások tükrében hazai vonatkozásban, s már jelenlevő nemzetközi jogi intézkedésekről.

2. képzési célok: Topográfiai készség fejlesztése, térképhasználat fejlesztése, vizuális kultúra fejlesztése, audiovizuális kultúra fejlesztése, gondolkodási készség fejlesztése, logikai képességek fejlesztése, lényegkiemelő készségfejlesztése, szóbeli és írásbeli készség fejlesztése, kommunikációs készség fejlesztése, a gondolkodási készség fejlesztése.

3. fejlesztendő kompetenciák: Önálló feladatmegoldás készségének fejlesztése. Korábban tanult ismeretek alkalmazása. Térképhasználat és topográfia fejlesztése. Térbeli és időbeli tájékozódás fejlesztése. Logikai készségek fejlesztése, gondolkodási készség fejlesztése.

Fényszennyezésről általánosságban

1. „Világítsunk okosan!” - Helyes megvilágítási módok

Árnyékolt és nem árnyékolt lámpatestek közötti különbség megismerése

Ez az interaktív foglalkozás szemlélteti a világításnak az éjszakai égboltra gyakorolt hatását, és hogy az árnyékolás hogyan csökkentheti a fényszennyezést ami által hatékonyabbá tehető a világítást.

Az árnyékolás, mint világítástechnikai elem a közvilágítási lámpatestekből kibocsátott fény sugárzásának irányát befolyásolja. E tekintetben a közvilágítás során használatos lámpatesteket alkotó tükör és külső búra kulcsfontosságú szereppel bír a sugárzás irányát tekintve. Ennek akkor tulajdoníthatunk nagyobb jelentőséget, amikor ez az irány a sík fölé irányul, ugyanis ilyen esetben nem oda jut, ahová szánták.

Áttekintés: A feladatok során bemutatásra kerül, mit jelent a nem kellően árnyékolt világítás által generált fényhatás a helyes világítással szemben.

Célkitűzések: A demonstrációs anyagok felhasználásával a tanuló feltárja a nem árnyékolt fény "lábnyomát", szemben az árnyékolt fényekkel, összehasonlítja egymással szembeni hatékonyságát, megvitatja, milyen hatást gyakorol az élővilágra, és olyan egyszerű megoldást talál, amely megőrzi a csillagos égbolt látványát úgy is, hogy a lámpák be vannak kapcsolva, de árnyékolt, mégis megfelelő fényeket irányítanak a megvilágítandó felületre csökkentett teljesítmény és költség mellett.

Folyamat:

- "Mini város" elkészítése: egy képzeletbeli város központjának elkészítése.
- a falra csillagok ragasztása
- zseblámpa használata, mint közvilágítás
- összehasonlítás: a csillagok láthatóságának megvizsgálása árnyékolt és nem árnyékolt lámpatest esetén.

2. „Így világítunk mi!” - Energiatakarékos tevékenységek

2.1. Fényforrások típusai

Áttekintés: Az előző feladatra építve gyakorlatban is megvizsgálják a tanulók a világítási módokat, technikákat.

Szükséges előismeretek a feladatok elvégzéséhez:

Fénynek nevezzük az emberi szem által érzékelt elektromágneses sugárzást. A fényforrások jellemzően két féle funkciót töltenek be mindennapjainkban: a jelzést és a megvilágítást.

Feladatok:

- Gyűjtsetek az interneten példákat a kétféle funkció (jelzés és megvilágítás) betöltésére, majd igazoljátok azokat az ott talált fényképek letöltésével!
- Gyűjtsétek össze, hogy az otthonotokban milyen fényforrásokat használtok!
- Vizsgáljátok meg, hogy az oktatási intézményekben milyen jellegű fényforrások találhatóak!

2.2. Felmérés a lakóhely közvilágításáról

Áttekintés: Az otthoni és iskolai környezet után a közvetlen lakóhelyi környezetben található fényforrások vizsgálatára is sor kerülhet. Ajánlott feltérképezni az utcai lámpák által nyújtott világítás minőségét, feljegyezni az energiapazarló jelenségeket.

Cél: A tanulók az elméleti ismeretanyagot a gyakorlatban is alkalmazhatják. Látják és különbséget tudnak tenni a helyesen és helytelenül kialakított világítóberendezések között. Felismerik az energiapazarló jelenségeket.

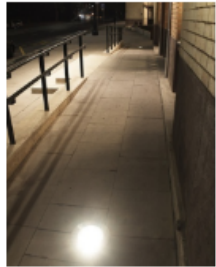
Folyamat: A feladat egyéni és csoportos feladatként is kezelhető.

A gyermekek részére rendelkezésre bocsátjuk a felmérés módját tartalmazó dokumentumot, a fényszennyezési naplót különböző megfigyelési szempontokkal:

Azokban az órákban, miután a közvilágítást a városvezetés felkapcsolja, elkezdődhet a felmérés. Nagyobb városok esetében ajánlott felosztani több részre, hogy a terület egésze feltérképezésre kerüljön.

A felmérés módja abban rejlik, hogy a tanulók az előző feladatokban elkészített miniváros fényszennyező hatásának vizsgálata a gyakorlatban is megvalósul.

A feljegyzés következtében elénk tárul a vizsgált település beépített környezetében található, a fényszennyezés jelenségét negatívan befolyásoló épületek csoportja.

Feljegyző neve	Feljegyzés helyszíne	Észlelt probléma leírása	Feljegyzés dátuma	Fotó
Példa Petra	Fényváros, Sétáljunk utca 10.	Taposóaknák (járda-síkba süllyesztett fényvetők) a sétálóutcában	2018. 11. 05.	

3. „Figyelem, figyelem!”

Plakát-, kisfilm készítés

Áttekintés: A fényszennyezéssel kapcsolatos ismeretek feldolgozása plakát, kisfilm vagy egyéb szemléltetőeszközök segítségével.

Cél: A feladat célja a kortárs figyelemfelhívás, és a megszerzett ismeretek alkalmazása. A tanulók egymástól magatartási formákat, problémamegoldási módokat, felelősségtudatot sajátítanak el.

A feladat megoldása során a fényszennyezés témája vizsgálatra kerül általános megközelítésben, az élővilágra gyakorolt negatív hatásaiban. A csoportos foglalkozás során a csapatok tagjai kivétel nélkül részt vesznek.

Folyamat: A tanulók önállóan választanak egy, a fényszennyezéssel kapcsolatba hozható témát, melyet internetes és szakirodalmi forrásokból csapatban feldolgoznak. A végeredmény egy olyan produktum, mely az oktatási intézmény egy frekventált helyén kihelyezhető (film esetén valamely iskolai program alkalmával levetíthető).

Emberekre gyakorolt hatás

1. „*Kedves naplóm!*” - Írd le hogyan telik egy napod! Figyeld meg, milyen esetekben és hány-szor van szükséged fényre!

Áttekintés: A rutinok struktúrát és átláthatóságot adnak. Az ember teste és élete kézzelfogható ritmusokon alapul: belélegzés és kilélegzés, a folyamatos szívverés, az elalvás és felébredés ritmusa.

Cél: A tanulók tisztában legyenek azokkal a folyamatokkal, melyek mindennapjait elkísérik. Cél továbbá a tudatosság elérése a tevékenységeik szervezése során. Az energiahasználat középpontba helyezése az energiatudatosságra nevelés alaptételét képezi.

Folyamat: A gyermek egészen a reggeli ébredéstől az esti lefekvésig összegyűjti a tevékenységeit. Ezek elemzése során külön figyelem irányul az energiahasználatra egyes formáira, a folyamat időtartamára a következő dokumentum alapján:

A tevékenységet végző neve	Tevékenység	Tevékenység időtartama	A tevékenység végrehajtásához szükséges eszköz
Példa Péter	Reggeli fogmosás	3 perc	Fürdőszobai lámpa Fogkefe Fogkrém Víz

2. „Ragyog egy másik világ” - Éjszakai környezet feljegyzése

Áttekintés: Az éjszakai nyugodt, pihentető alvás felfrissít, javítja a szervezet ellenálló képességét, fontos szereppel bír a tanulásban és a memória kialakulásában. Mindenhez elengedhetetlen a nyugalmas környezet biztosítása, melyek a jó alvás, az ideális hálótér irányában megfogalmazott feltételeknek megfelelnek, amit pedig mindenki a saját igénye szerint alakít ki. A pihentető alvás minőségére számos tényező közül a közterületekről beszűrődő fény, valamint a használatban levő elektronikus eszközök is befolyással bírnak.

Cél: A tanulók ismerjék meg az egészséges életmód alapjait, melynek egy elengedhetetlen részét képezi a megfelelő alvási körülmények kialakítása.

Folyamat: A korábbiakban leírt rutinszerű folyamatok kiegészítéseként a közvetlen éjszakai környezet is fontos szerepe is előtérbe kerül. A tanulók felvázolják az alvási szokásaikat, pl. mikor tér nyugovóra, mikor ébred, elalvás előtt milyen teendőket végez, használ-e különféle

elektronikus eszközöket elalvás előtt, a televízió mennyiben játszik szerepet életében, milyen mértékben megoldott a szoba elsötétítése a közvilágítástól, stb.

3. „Álom-világom” - Projekt az ideálisnak vélt hálószobáról

Áttekintés: Az előzetes ismeretekből adódóan a tanulóknak immáron ismeretként jelenik meg a melatonin hormon jelentősége, termelődésének előfeltételei.

Cél: A tanulók egyéni kreativitására bízva alkossák meg ideálisnak vélt hálószobájukat. Felhasználható eszközök: internet, saját rajz, újságcikk, fotó, stb. Bemutatásakor indokolja mit miért választott, melyből következtetni lehet a fenti témához kapcsolódó erősségekre, gyengeségekre, amik további korrekciót, kiegészítést igényelnek a foglalkozások alkalmával.

Folyamat: A tanulóknak a kiadott feladat megoldására több nap is rendelkezésükre áll. A feladatot kiadó pedagógus ismerteti a teendőket, pontosítja, milyen módon alkossák meg a számukra ideálisnak vélt szobát, melyben szívesen töltené hétköznapjait. Az eszközök tárháza széles, a szobák kialakításának csak a gyermekek kreativitása szab határt. A produktumot egyenként bemutatják megindokolva mindazt, ami az ábrán látható. Az elkészített művek az osztálytermekben kihelyezhetők.

Állatvilágra gyakorolt hatás

1. „Se éjjelem, se nappalom.” - Projekt a madarakra, rovarokra, növényekre gyakorolt hatásról

Áttekintés: A fényszennyezés állatvilágra gyakorolt hatásának ismertetése néhány konkrét példával történik. Az állatvilággal szorosan összefügg a fényszennyezés növényekre gyakorolt hatása is, ugyanis a beporzást végző rovarok egyedszámának csökkenése a beporzott növények számára is kihat.

Cél: A tanulók egy átfogó képet kapjanak a fényszennyezés állatvilágra gyakorolt hatásairól. Megértsék, hogy ez az összetett folyamat milyen következményekkel járhat élővilágunk számára, képesek legyenek megoldási javaslatokat tenni a probléma megszüntetése érdekében.

Folyamat: A tanulók kiválaszthatják az interneten rendelkezésre álló szakirodalmakból, hogy a fényszennyezés mely állatra gyakorolt hatását kívánják feldolgozni egy projektmunka keretein belül. Választható állatfajták: madarak, rovarok, teknősök, denevérek, békák.

(Fénycsapda birtokában a fényre repülő rovarok gyűjtése, viselkedésének megfigyelése egy különálló programelemként is megjelenhet.)

Szemléltetés: prezentáció, plakát, kisfilm, képregény készítése.

2. „**Én tudom!**” - Tanulókártyák készítése

Fényszennyezés

A fényszennyezés hatásai

A fényszennyezést kiváltó okok

Az égbolt mesterséges megvilágítása

- Az energiafogyasztás növelése
- Az ökoszisztéma és a vadon élő állatok megzavarása
- Az emberi egészség károsítása

- meggondolatlan világítás
- helytelen tervezést

Áttekintés: A fényszennyezés élővilágra gyakorolt hatásainak rögzítése érdekében tanulókártyák készítése.

Cél: A tanulók által, maguk részére elkészített tanulókártya a tanultak felelevenítésére, ismétlésére alkalmas.

Folyamat: A kártyák készítését megelőző folyamatként megjelenik a tanult fogalmak és jelentésük összegyűjtése. Ezt követi magának a kártyának a szerkesztése. Egyéni kártyák készítése esetén a tanuló szabad kezet kap. Ezt követően egyénileg, párban, vagy csoportosan is fellehet használni az elkészített kártyákat, például:

Csillagászati kérdések

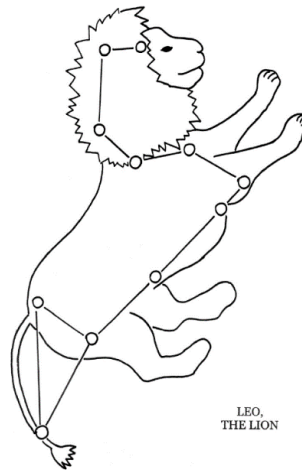
1. „**Csillagom**” - Csillagképek rajzolása

Áttekintés: A gyermekek többségének a csillagképek látványa nem mindennapi tevékenység, azonban az égen való fürkészés során kérdésként merülhet fel bennük, hogy vajon mely csillagképet láthatja. Ehhez azonban a legismertebbeket fel kell, hogy ismerjék, az pedig segíti őket abban, ha le is tudják rajzolni.

Cél: A tanulók képzelőerejének, kezűgyességének fejlesztése. A csillagképek kezdeti lerajzolása, mely pontokból és az azokat összekötő egyenesekből áll, azt a végkifejletet eredményezi, hogy az adott csillagkép valódi elnevezéséből adódó személyt, állatot is lerajzolja (pl. Oroszlán).

Folyamat: Célszerű a gyermekek részére először a csillagos égbolton megmutatni azon csillagképeket, melyeket a későbbiekben lerajzolnak. Már maga az ég fürkészése is érinti fő témánkat, a fényszennyezést, hiszen saját tapasztalattal rendelkezik a tanuló a tekintetben, hogy a települések fényei gátolják a zavartalan csillagvizsgálatot. A probléma kiküszöbölhető azáltal, hogy ellátogatnak egy csillagoségbolt-parkba, vagy különböző informatikai szoftverek segítségével veszik, pl. Stellarium.

Példa:



Kép forrása: https://www.globeatnight.org/dsr/dsee/Dark%20Skies%20Activities/Constellation%20at%20Your%20Fingertips%20Activity/Constellation_at_Your_Fingertips-Leo.pdf

2/a. „Csillagok, csillagok - szépen ragyogjatok!”- Mini planetárium készítése

Áttekintés: A csillagképek ismerete már adott az előző foglalkoztató által. Készíthető a csillagos égbolt kicsinyített mása gyakorlás, bemutatás vagy szórakoztatás céljából.

Cél: A gyermekek saját maguknak készíthetik el kicsinyített csillagos égboltjukat. Magával az elkészített dobozzal az előző feladatban elkészített csillagképeket ismét fel tudja használni. Teljes sötétségben ajánlott a doboz használata, azonban összevethető beszűrődő fényvel is, szemléltetve a fényszennyezés égboltra irányuló káros hatását.

Folyamat: Vegyünk egy nagyobb méretű dobozt, melynek tetejére az általunk kiválasztott csillagképeket felrajzoljuk. Egy hegyesebb eszköz segítségével, és ügyelve a csillagképeken is látható csillagok méretbeli különbségeire, szúrjuk át a doboz tetejét. Egy erősen világító lámpát helyezünk el a doboz belsejében, s igyekezzünk megteremteni a lehető legsötétebb körülményeket. A falra vetítve láthatjuk az általunk megrajzolt csillagképeket. Ezt követően kipróbálható a külső forrásokból érkező fény jelenlétével is, amivel maga a fényszennyezés jelensége mutatható be.

2/b. „Csillagok, csillagok - szépen ragyogjatok!”- Kézzelfogható csillagképek készítése

Folyamat: Szerezzünk be egy vastagabb kartonlapot (színe: ízlés szerint, de a (sötét)kék szín bizonyul a legstílusosabbnak a feladathoz), melyen körző segítségével rajzoljunk egy kb. 5 cm sugarú kört. Vágjuk ki a kört, majd rajzoljuk be az általunk rokonszenvesnek vélt csillagképet (ezt célszerű fehér színnel megtenni). A feladat befejezéséhez hívjunk segítségül színes gyöngyöket, melyeket a csillagképben is látható „pontokra” azaz csillagokra ragasztunk. Eredményül egy szórakoztató módon elkészülő, s egyben látványos csillagképet kapunk. Miért ne csinálhatnánk ebből egy tablót? Kiváló díszítőelemként jelenhet meg osztálytermünk falán.

3. „Csillagképek geoboard módon” – Geotábla készítése

Áttekintés: A csillagképek ismerete már adott az előző foglalkoztatók által. Egy újabb módszer arra, hogy a csillagos égbolt kicsinyített mását gyakorlás, bemutatás vagy szórakoztatás céljából bemutassuk

Cél: A gyermekek saját maguknak készíthetik el kicsinyített csillagos égboltjukat. Magával az elkészített tábla segítségével az előző feladatban elkészített csillagképeket ismét fel tudja használni.

Folyamat: Vegyünk egy nagyobb méretű fatáblát/rajztáblát/parafatáblát. Szükségünk van ezen kívül egy kalapácsra, néhány darab szögre, egy ügyes közreműködőre, aki a szögeket óvatosan beüti a táblánkba. Célszerű egy 5x5-ös vagy 10x10-es „szögnégyzetet” rajzolnunk. Azaz egyvonalba (sorban és oszlopban is egyaránt) rajzoljunk be egymástól egyenlő távolságra 5 vagy 10 pontot, majd a pontok helyébe üssük be a szögeket. Fontos, hogy egy kis hely maradjon a tábla felszíne és a szög feje között. Azért szükséges mindez, hogy a háztartási gumikat meg tudja fogni.

•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•

2. számú melléklet: Tanulói felmérőlap

Fényszennyezés környezetpedagógiai vonatkozásai – tesztkérdések

dátum:

osztály:

1. Írd le az első gondolatot, ami a fényszennyezésről eszedbe jut!

2. Igaz vagy hamis? Írj I-t, ha igaznak véled, H-t, ha hamisnak az alábbi állításokat!

___ A mesterséges éjszakai világítás a települések környezetének éjszakai tájképét átalakítja.

___ Az éjszakai világítás időtartamának megváltozása nem befolyásolja az élőlények napi és éves bioritmusát.

___ A mesterséges fényforrások segítik az éjszaka repülő állatok tájékozódását.

3. Rendezd halmazba a fényszennyezést befolyásoló tényezőket!

- a) közvilágítás
- b) telephelyek kültéri megvilágítása
- c) madarak vonulása
- d) díszvilágítás
- e) lámpabúrák árnyékolása
- f) sport- és egyéb közösségi létesítmények, rendezvények megvilágítása
- g) reklámok, reklámfelületek megvilágítása
- h) karácsonyi fények
- i) hideg (kék) fényű LED lámpák használata
- j) sötétítő/redőny használata alváshoz
- k) Telihold

A fényszennyezést növelheti	A fényszennyezést mérsékelheti	Nem befolyásolja a fényszennyezést

4. Párosítsd az egyes lámpatípusokat az alábbi képekkel! Kösd össze a képeket a felsorolt lámpatípusokkal!

kompakt fénycső

hagyományos izzólámpa

LED

halogén izzó



5. Húzd alá az általad helyesnek vélt kijelentést!

A fényszennyezés...

- a) környezetterhelő tevékenység
- b) a környezetet nem terhelő tevékenység
- c) nem tudom eldönteni

6. Figyeld meg a képet! Karikázd be az(oka)t az ábrá(ka)t, amely(ek) szerinted mérsékeli(k) a fényszennyezés hatását!



1. A kitöltő neme:

___ férfi

___ nő

2. Életkorod:

___ 9-10

___ 11-12

___ 13-14

___ 15-16

___ 17-18

3. Melyik településen laksz?

4. Mi édesanyád legnagyobb iskolai végzettsége?

8 általános vagy alatta

szakmunkás, szakiskola

szakközépiskola

gimnázium

egyetem, főiskola

5. Mi édesapád legnagyobb iskolai végzettsége?

8 általános vagy alatta

szakmunkás, szakiskola

szakközépiskola

gimnázium

egyetem, főiskola

6. Milyen típusú iskolai osztályba jársz?

általános iskola

gimnázium

szakgimnázium

szakközépiskola

szakiskola

7. Hallottál-e már a fényszennyezésről, s ha igen, milyen forrásból értesültél róla?

internet

televízió

iskola

rendezvény

egyéb:

nem hallottam róla

3. sz. melléklet: Lakossági kérdőív

Kérdőív a fényszennyezésről

- **A válaszadó lakóhelye:** **A neme:** Nő Férfi
- **Életkora:** 0-20 év 21-40 év 41-60 év, 60 év fölött
- **Iskolai végzettsége:** 8 általános és alatta, középiskola, főiskola-egyetem
- **Milyen tudományterületen szerezte végzettségét:** humán reál
- **Járt-e már korábban lakossági fórumon?** igen nem

(i) a világítás hatásairól tanúskodó ismeretek

1) Párosítsa kérem az egyes lámpa típusokat az alábbi képekkel!

kompakt fénycső

hagyományos izzólámpa

LED

halogén izzó



2) Véleménye szerint az éjszakai világítás hatással van az emberi szervezet egészségére?

- igen, a nem megfelelő fényforrások komoly egészségügyi kockázatot jelentenek
 igen, de csak maximum nehezebb elalvást eredményez, ami miatt másnap fáradtabban ébredünk
 semmilyen hatással nincs az emberek egészségére
 nem tudom
 más:

3) Ön szerint hatással vannak-e az éjszakai életmódot folytató állatokra a mesterséges fényforrások?

- igen, mindezt kedvező irányba
 igen, mindezt kedvezőtlen irányba
 nem
 nem tudom
 más:

4) Mit gondol a horizont fölé, az égbolt irányába irányuló fény hasznosságáról?

- hasznosnak és szükségesnek tartom a biztonságos éjszakai közlekedés érdekében
- energiaveszteséget jelent
- nem tudom
- más:

5) Mit tekint a nem rendeltetésszerűen használt mesterséges éjszakai fények káros elemeinek, amelyek megszüntethetők? (egyszerre több válasz is megjelölhető)

- eltékozolt energia
- káprázást kiváltó hatások
- állatvilág megzavarása
- az éjszakai égbolt fényeinek eltűnése
- a mesterséges éjszakai fények nem károsak a fentiek közül egyikre sem
- egyéb:

(ii) világítási szokások otthon, iskolában/munkahelyen, közterületen

6) A felsoroltak közül mely fényforrásokat használják otthonukban? (egyszerre több válasz megjelölése is lehetséges)

- hagyományos izzólámpa
- halogén izzó
- kompakt fénycső
- LED
- nem tudom
- más:

7) A felsoroltak közül mely fényforrásokat használják munkahelyükön/iskolájukban? (egyszerre több válasz megjelölése is lehetséges)

- hagyományos izzólámpa
- halogén izzó
- kompakt fénycső
- LED
- nem tudom
- más:

8) Általában csak abban a helyiségben világítanak, melyben épp tartózkodnak?

- igen
- nem

9) Jelölje kérem 1,2,3-as számokkal, hogy új izzó vásárlása esetén mely az a 3 legfőbb tulajdonság, amik vásárlását befolyásolják?

- fényáram (lumen - lm)
- teljesítmény (watt - w)
- fényhasznosítás (lm/w)
- színhőmérséklet
- színosztály (melegfényű, semleges fehér, hidegfényű)
- technológia (halogén, LED, kompakt)
- élettartam
- energiatakarékossági osztály
- környezetszennyező hatás
- gyártó/márka, származási ország
- ár
- könnyű szerelhetőség, karbantartás
- külső megjelenés/dizájn
- egyéb:

10) Hogyan vélekedik lakóhelye közvilágításáról?

- teljes mértékben igazodik a szükséges megvilágítás mértékéhez
- a szükséges megvilágításnál alacsonyabb, mértékét indokolt lenne növelni
- a szükséges megvilágításnál magasabb, mértékét indokolt lenne csökkenteni
- nem tudom
- más:

(iii) Mi fárasztja, stresszeli az embereket saját életükben?

11) Az ablakon beszűrődő közvilágítást Ön miképp/hogyan értékeli?

- birtokháborításnak tulajdonítom
- nem tulajdonítom birtokháborításnak
- nem tudom
- más:

12) Mennyire jellemző Önre az alábbi elektronikus eszközök használata elalvás előtt 2 órával?

	Soha	Ritkán	Alkalmanként	Gyakran	Mindennap
Laptop, notebook,...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Okostelefon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Táblagép/tablet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Televízió	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13) Amennyiben nehezen alszik el, jelölje kérem 1,2,3-as számokkal, hogy mit tulajdonít e probléma 3 fő okozójának?

- munkahelyi/iskolai teendőkből adódó stressz
- magánéleti stressz
- betegségből adódó fizikai fájdalom
- nem megfelelő sötétítés
- zajforrások
- nem megfelelő hőmérséklet (túl meleg vagy túl hideg)
- más:
- nincsenek ilyen problémáim

(iv) a kitöltő kapcsolata a csillagos égbolttal

14) Szokott-e gyönyörködni, vizsgálódni a csillagos égbolton?

- gyakran
- ritkán
- nem

15) Mely csillagokat/csillagképeket képes felismerni az égbolton? (pl. a Sarkcsillag, Nagy Göncölsze-kér, Orion csillagkép megtalálása)

válasz: _____

16) A csillagos égbolt vagy a mesterséges fényforrások által megvilágított égbolt látványa kedvesebb Önnek?

- csillagos égbolt
- mesterséges fényforrásokkal tarkított égbolt
- más:

17) A csillagos égboltot a természeti kincseink részének tartja?

igen

nem

(v) csillagászati, egyéb energiatakarékossággal kapcsolatos ismeretek

18) Iskolai tanulmányai alatt tanult-e bármit a csillagokról?

igen

nem

19) Tanulmányai alatt mely iskolatípusokban találkozott a csillagászati ismeretekkel? (egyszerre több válasz is jelölhető)

általános iskola

középiskola

főiskola/egyetem

20) Tanulmányai alatt az alábbi fogalmak közül melyiket hallotta már?

fényszennyezés

fényáram (lumen - lm)

teljesítmény (watt - w)

színhőmérséklet (melegfényű, semleges fehér, hidegfényű)

21) Hallott-e már a fényszennyezésről, s amennyiben igen, milyen forrásból értesült róla?

internet

televízió

iskola

rendezvény

egyéb:

nem hallottam róla