

⊕ SZÖVEG: FARKAS ALEXANDRA – TRUPKA ZOLTÁN

SZENNYEZŐ FÉNY

A VILÁGÍTÁS CSILLAGÁSZATI ÉS ÖKOLÓGIAI ÁRNYOLDALAI

Bolygónk éjszakai látképén a felfelé világító földi fényforrások hatására nagyvárosok, autópályák és folyók körvonalait is felismerhetjük. A műholdak felvételei alapján összeállított, látványos montázs elsőként csodálatunk tárgya lehet, ám a képsoron az energiapazarlás éppúgy tetten érhető. A fény kirajzolódó „forrópontjai” ráadásul az élővilág egészére s benne az emberre is ártóan hatnak. 2015-ben, a Fény Nemzetközi Évében e témáról is beszélnünk kell!





FÉNY AZ ÉJSZAKÁBAN

A Föld éjszakai arcát ábrázoló felvételt válogatott műholdképekből állította össze a NASA 2012-ben. A világosság mértéke a legtöbb helyen a civilizáció fokát is jelenti. Látványnak valóban szép, de a fények arra is utalnak, hogy a fényforrások felfelé világítanak. Szerencsére ma már – ha nem is rohamléptekkel –, de egyre jobban terjednek azok a fényforrások, amelyek nemcsak energiatakarékosak, hanem csak oda világítanak, ahová kell. Ilyen lámpatestek vannak például a csillagoségbolt-parkokban és a nagy csillagvizsgálók környékén, de sok „civil” területen is felismerték már a jelentőségét, köztük hazánkban is. Ha egy-két évtized múlva összehasonlítjuk ezt a felvételt az akkori képpel, lehetséges, hogy kevesebb világosságot látunk majd az éjszakában

NAPJAINKBAN AZ ÉJSZAKAI ÉGBOLT LÁTVÁNYA „CSAK” LENYÜGÖZ MINKET, több ezer évvel ezelőtt élt elődeink számára viszont annak pontos ismerete még nélkülözhetetlen volt. Nem álltak ugyanis rendelkezésükre részletes térképek és pontos időmérő eszközök, így a tájékozódáskor – többek között – csupán a csillagok pillanatnyi égi helyzetére lehetett hagyatkozni. Lemérhették például a Nagy Göncöl két hátsó csillagának távolságát, melynek ötszörös meghosszabbítása kijelölte számukra az északi irányt jelentő Sarkcsillag helyét. A csillagképek rendszeres megfigyelése fontos volt számukra a naptárkészítéshez is, amely pedig mezőgazdasági munkáik időbeli elvégzésére sarkallta őket. Máshogy „álltak a csillagok” az égen vetéskor, és máshogy aratáskor. Az egyik legismertebb ilyen történelmi példa szerint az ókori egyiptomiak számára a Nílus közelgő áradását a Szíriusz napkelte előtti néhány perces feltűnése jelezte előre.

CSILLAGÍVEK
a Balaton és a
Badacsony felett
(előző oldalpár)



FORRÁS: NASA

Ha elődeink nem ismerték volna elég alaposan az égitestek látszó mozgását, ma nem lehetnénk itt. Ezért is tarthatjuk az égboltot az emberiség közös örökségének, mely napjainkra a fényszennyezés árnyékába került.

Kis túlzással azt is mondhatnánk: „csillagászok” leszármazottai vagyunk. De hogy az égboltot jól ismerő népekéi, az biztos! Ha ugyanis elődeink nem ismerték volna elég alaposan az égitestek látszó mozgását, ma nem lehetnénk itt. Ezért is tarthatjuk az égboltot az emberiség közös örökségének, mely napjainkra a fényszennyezés árnyékába került. Az égbolt háttérfényessége a légkörből visszaverődő felszíni mesterséges fények miatt évente emelkedik, így egyre kevesebb helyen figyelhetjük meg zavartalanul a csillagos égboltot. A városokban és azok közelében pedig sok gyermek nőhet fel anélkül, hogy valaha is látta volna a Tejút magával ragadó, igazi szépségét.

Felesleges fényözön

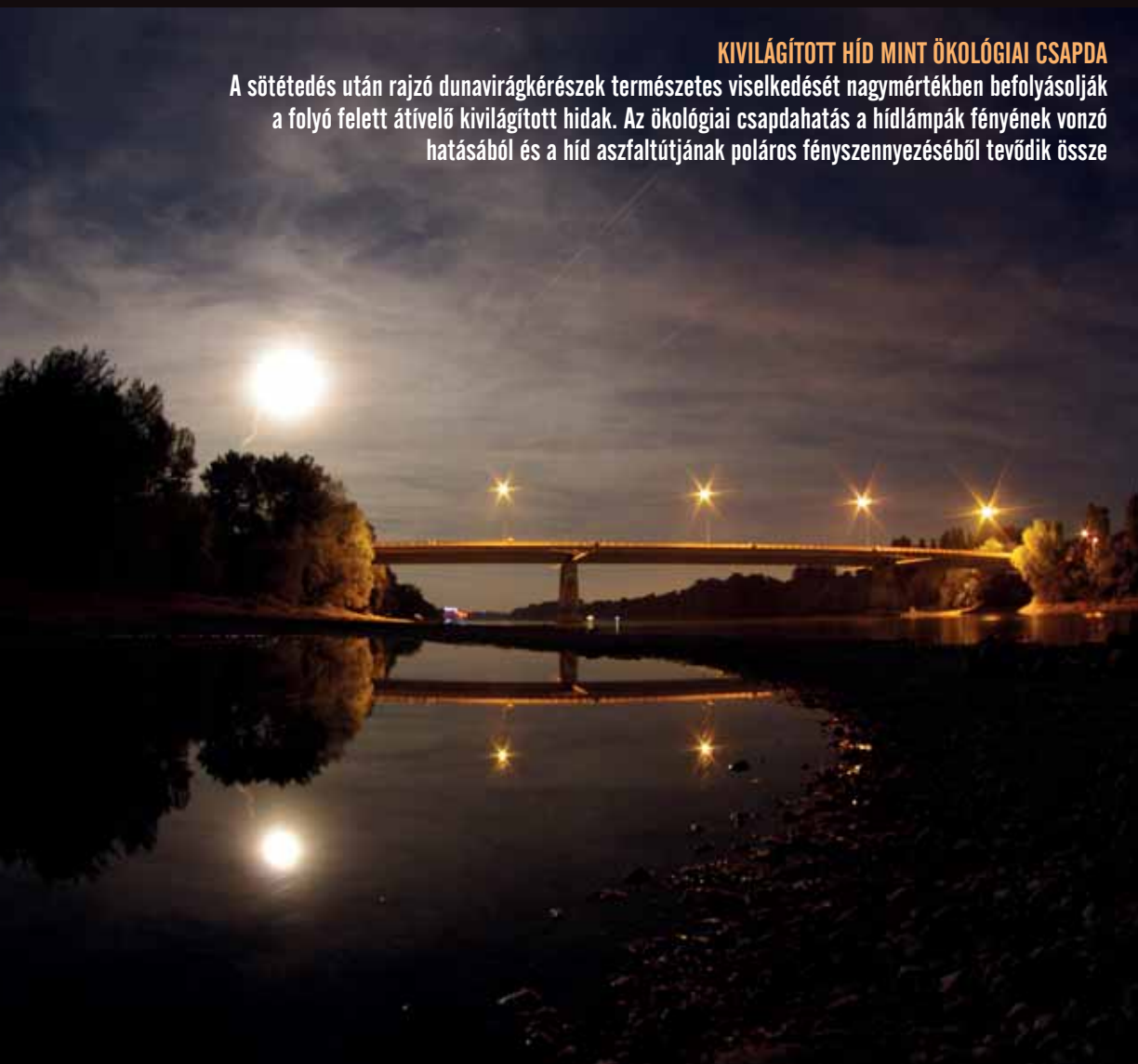
Az egyre sűrűbben kihelyezett világítótestek legfontosabb feladata az éjszakai közlekedéshez szükséges fény biztosítása (lenne) – és persze mindnyájunk biztonságérzetét növelik a jól kivilágított utcák. Ma azonban már a falvak végén sem kurtakocsmát, hanem diszkófényeket találunk, és a városok díszkivilágításáról akkor még nem is beszéltünk. A hivatalos megfogalmazás szerint pedig abban az esetben már fényszennyezésről beszélhetünk, ha az adott mesterséges fényforrást nem kizárólag a megvilágítandó felületre és irányba állítják be, vagy nem a megfelelő időszakban működtetik azt.

A helytelen használat káprázást, birtokháborítást, az égbolt mesterséges fénylését, és sok más, nemkívánatos környezeti hatást okozhat, éppúgy, mint a szükségesnél vagy

... abban az esetben már fényszennyezésről beszélhetünk, ha az adott mesterséges fényforrást nem kizárólag a megvilágítandó felületre és irányba állítják be, vagy nem a megfelelő időszakban működtetik azt.

KIVILÁGÍTOTT HÍD MINT ÖKOLÓGIAI CSAPDA

A sötétedés után rajzó dunavirággérészek természetes viselkedését nagymértékben befolyásolják a folyó felett átívelő kivilágított hidak. Az ökológiai csapdhatás a hídlámpák fényének vonzó hatásából és a híd aszfaltútjának poláros fényszennyezéséből tevődik össze



FOTÓ: FARKAS ALEXANDRA

Budapest fénybúráját még a Mátrából is meg lehet figyelni, a János-hegyi kilátó díszvilágítása pedig a 80 km-re fekvő Pizskéstetőről is látható!

előírtnál lényegesen nagyobb megvilágítás is. Márpedig a rosszul beállított világításra a virág-ágyásokba épített fényvetőktől a jobbára felfelé világító utcai lámpákig számtalan példát említhetünk. Sok kicsi pedig itt is sokra megy, így Budapest fénybúráját még a Mátrából is meg lehet figyelni, a János-hegyi kilátó díszvilágítása pedig a 80 km-re fekvő Pizskéstetőről is látható! Budapest fényszóráinak hatása egyébként is igen tekintélyes: ha lekapcsolnák a díszvilágítást, a fénykupola 10%-kal halványabbá válna...

Az ilyen jellegű fényszennyezés a pénztárcánkat is mélyen érinti, az emberiség éves villamosenergia-felhasználásának döntő többsége ugyanis reklámokra, illetve rossz irányba állított vagy feleslegesen üzemeltetett világítótestekre pazarlódik.

KÉK PÁSZMÁK A KÖDBEN

A szolnoki Tiszavirághíd fényszennyezése



Sötétiány

A zavaró fények minden élőlényre hatással vannak. Az emberre is. Komoly következményekkel járhat például, ha valaki rendszeresen városi fények között alszik és sötétítéfüggönnyel sem védekezik. Az utcáról beszűrődő éjszakai világítás ugyanis rossz kedélyállapotot, stresszt és alvászavarokat okozhat. Márpedig az emberi szervezet az éjszakai alvás időszakában termeli a melatonint, a napi bioritmust meghatározó hormont, ami az immunrendszer erősítésében is szerepet játszik.

Ha tehát valaki a gyakori éjszakai munkavégzés miatt fokozottabb fényterhelésnek van kitéve, annak vérében nem tud kellő mennyiségű melatonin termelődni. Azt pedig

... több kutatás is feltételezi, hogy a fejletlenebb államokhoz képest a vezető gazdasági hatalmakban tapasztalható, több rákos megbetegedés a melatonin hiányával és a fényszennyezéssel függhet össze.

ÁRNYÉK AZ ÉGEN

A legtöbb díszvilágítás esetén a fény jelentős része nem a megvilágítandó épületre jut. Itt egy toszkánai templomtorony felfelé irányított fényvetője rajzol élénk árnyékot az alacsonyan húzódó felhők sávjaira



FOTÓ: KOLLÁTH ZOLTÁN

FÉNYLŐ PAPAN

Szolnok városának fényeit az épületekre boruló köd még jobban felerősíti

több kutatás is feltételezi, hogy a fejletlenebb államokhoz képest a vezető gazdasági hatalmakban tapasztalható, több rákos megbetegedés a melatonin hiányával és a fényszennyezéssel függhet össze. Egyes elemzések ráadásul közvetlen kapcsolatot is feltártak a fényterhelés és a rákos megbetegedések között: a változó éjszakai műszakban dolgozók között valóban magasabb a mellrák gyakorisága, a mindkét szemükre vakok pedig az átlagosnál kisebb százalékban lehetnek hajlamosak ugyanerre a betegségre. Jól ismert hétköznapi példa a televízió vagy a számítógép képernyőjének különleges hatása is: a sokáig szemlélő a használat után sokszor órákkal sem tud elaludni.



FOTÓ: SZABÓ SZABOLCS ZSOLT

Elterelő fényművelet

Az éjszakai világítás terjedése számos állatfaj természetes viselkedésére is hat, ám a folyamat részleteit egyelőre csupán néhányuk esetében sikerült feltárni. A fényszennyezésnek nyilvánvaló hatása van például a denevérek életére, melyek számára igazi lakomát jelent az éjszakai rovarok lámpaközei, tömeges jelenléte – már ha megtalálják... Éjszakai kirepülésük időpontja ugyanis jelentősen megváltozott, mióta rendszeres gyakorlattá vált a lakóhelyüket jelentő nagy épületek és templomok tartós éjszakai kivilágítása. A fényárban élő denevérek sokszor csak zavartan kavarognak az épületek belsejében, az érzékenyebb fajok pedig akár egészen a világítás megszűntéig szálláshelyükön maradhatnak. Márpedig a lecsökkent táplálkozási idő túlélésüket tekintve súlyos következményekkel járhat... Boldogh Sándornak az Aggteleki Nemzeti Parkban végzett megfigyelései tetten is érték a fényszennyezés efféle hatásait, hiszen az összes, kivilágított épületben élő, fiatal denevér alkarhosszát kisebbnek találták, mint sötét helyen élő fajtársaikét. Ráadásul azt is megfigyelték, hogy egy nagyjából ezer nőtényt számláló csonkafülűdenevér-szülőközösség a díszkivilágítást szolgáló reflektorok felszerelését követően rövid időn belül elhagyta szálláshelyét.

A madarak több szempontból is veszélyeztetettek. Egyes fajok például a hasonló

Az éjszakai világítás terjedése számos állatfaj természetes viselkedésére is hat, ám a folyamat részleteit egyelőre csupán néhányuk esetében sikerült feltárni.

BÉKANÁSZ A FÉNYBEN

A fényszennyezés az éjjel aktív kétéltűek viselkedésére is hatással van. Terepi megfigyelések tanulsága szerint a kivilágított élőhelyeken – a holdfény jelenlététől függetlenül – kevesebbszer hallható egyes hím békák párválasztáskor használt hívó hangja



élőhelyek közül szívesebben választják költőhelyül a kivilágított létesítményektől távolabb lévőket. Így aztán élőhelyük zsugorodik, és az élelemszerzésért is nagyobb távolságot kell megtenniük. A fényszennyezés hatására a madarak bioritmusa szintén felborulhat, amit a nappal aktív vörösbegy és feketeterítő alkalmanként hallható éjszakai éneke is bizonyít. Emellett a csillagos égbolt alapján tájékozódó, éjszaka vonuló madárfajok repülését is megzavarják a fényárban úszó épületek, hiszen a korábban tájékozódási pontként használt csillagok halványabban vagy egyáltalán nem látszanak. A kiugróan fényes épületek felett elrepülve ráadásul tévesen azt is hihetik, hogy reggel van, így „kényszerleszállást” is végrehajthatnak. Ezek a zavarások eltévedéshez és ütközéshez is vezetnek, ami évente akár több millió madár pusztulását okozhatja.

A kültéri lámpák fénykörébe gyűlt, éjjel aktív rovarok élő- és táplálkozóhelyüktől egyaránt távolra kerülhetnek, ennek ökológiai következményei pedig igen sokrétűek. A lámpafényben feltorlódnak a rovarok ráadásul a denevérek, madarak, békák és sütnök könnyű prédájává válhatnak. Ez a probléma számtalan fajt érint. Hazánkban a legismertebbek közülük a nyaranta számtalan turistát és étterem-tulajdonost bosszantó, ám a vízi élővilág annál fontosabb részét alkotó, sűrű, balatoni árvaszúnyograjok.

A rovarvonzó hatás ráadásul még fokozódik is: egy tavalyi terepkiérlet szerint a rohamosan terjedő LED-es fényforrások – színhőmérséklettől függetlenül – majdnem 50%-kal több rovarot is vonhatnak, mint a jelenleg még elterjedtebb, élénksárga nátriumlámpák.

Holdfény Hotel

A fényszennyezés tengerparti élőhelyekre kifejtett hatásai kevésbé ismertek, holott egy 2010-ben elvégzett becslés szerint az összes partvonal közel negyedét érinti a probléma. A turisták által gyakran látogatott üdülőövezetek díszkivilágítása például a tengeri teknősök viselkedését téveszti meg. A zavaró fények miatt a fészkelő nőtények egy kevésbé alkalmas helyre, vagy közvetlenül a tengervízbe rakják tojásaikat, ami az utódok túlélési esélyeit nagymértékben csökkenti. Emellett a fényszennyezés az utódok számára is gondot okoz, miután az éjszakai sötétség védelmében előbújnak a tojásokból. Kikelésük után ugyanis azonnal a tenger felé indulnak el, aminek irányát a vízfelületről visszaverődő csillag- és holdfény határozza meg számukra. A mesterséges fények tükörképe azonban gyakran vonzóbbnak bizonyul, így a fiatalok rossz irányba indulnak...

Számos tengeri élőlény önmagában is képes világítani (biolumineszcens fajok). Saját fényük segítségével magukhoz tudják édesgetni kiszemelt áldozatukat, vagy épp így ijesztik el, tévesztik meg a ragadozókat, de a villogó jelzéseik a párvalasztásban is hasznosak lehetnek. A tengerek mélysötétjében élő horgászhal például egy gerincnyúlványon „lógó” fénygömbbel csalogatja szája elé gyanútlan prédaállatát. A magát veszélyben érző páncélos ostoros pedig kis mérete folytán képtelen a gyors menekülésre, így azért kezd el világítani, hogy a helyszínre csábítsa ellenségét... A túlélésért folytatott harcban főleg a mély tengerek kivételes szerzeteinek válik előnyére a fénykibocsátás képessége, de a partok közelében és a szárazföldön egyaránt találkozhatunk világító élőlényekkel. A fényszennyezés tengeri fajokra kifejtett hatása még jórészt feltáratlan. Az eddig használt, kis nyomású nátriumlámpák azonban 389 nanométer hullámhosszú (vörös) fényt bocsátottak ki, így ezek alig befolyásolhatták a világító lények többségének 470 nanométer körüli hullámhosszú (kék) fényvel való kommunikációját. A LED-es fényforrások színképe azonban folytonos, egy keskenyebb kék és egy szélesebb vörösbe vagy zöldbe hajló csúccsal. Utóbbiak partközeli terjedése tehát várhatóan már nagyobb hatással lesz a biolumineszcens élőlények viselkedésére.

A fényszennyezés tengeri fajokra kifejtett hatása még jórészt feltáratlan.



FOTÓ: KOLLÁTH ZOLTÁN

ROVAROK TEMETŐJE

A buzsáki Fehér Mária-kápolna díszkivilágítása az éj közepén is működik, holott messze esik a falutól, és távolról nem is látható. Az éjszaka repülő rovarok viszont képtelenek szabadulni a reflektoroktól



FÉNY A TÁVOLBÓL

A velemi Szent Vid-kápolna közvetlenül nincs megvilágítva, ennek ellenére még a tejtas ég alatt is látszódnak a környező fák árnyékai. A jelenséget a majdnem 20 km-re fekvő Szombathely (a kép felső részén is látható) fénykúpolója okozza

POLÁROS FÉNYSZENNYEZÉS: A RÉGI-ÚJ KÖRNYEZETI PROBLÉMA

A fényszennyezés egy korábban ismeretlen változatát – a poláros fényszennyezést – Horváth Gábor és Kriska György, az ELTE kutatói írták le elsőként terepi vizsgálataik során. Ez a fényes, fekete, nemfémes felületeknél jelentkezik, melyek optikai szempontból nagyon hasonlítanak a vizekre, hiszen az azokról visszaverődő fény ugyanolyan polarizációs tulajdonságokkal rendelkezik. A hasonlóság következtében a vizeket kereső vízirovarok e mesterséges felületekhez is ugyanúgy vonzódnak, és például inni próbálnak azokból, vagy rájuk petéznek. Mindez legfőképp a poláros fényt érzékelni képes vízirovarokat érinti, amelyek legalább egyedfejlődésük egy szakaszában vízhez kötött életmódot folytatnak. A hatás azonban továbbgyűrűzik az ökológiai hálózatokban, hiszen az ezekkel táplálkozó madarak is érintettek lehetnek. A kőolajtermelés melléktermékeként kialakuló poláros fényszennyező pakuratavakra például rengeteg vízirovar próbál leszállni, ám annak ragacsos felszínébe azonnal beleragadnak, majd elpusztulnak. A vergődő rovarokból táplálkozni kívánó madarak pedig azután ugyanúgy a pakurába veszhetnek. A talajfelszínen elhelyezett, fényes, fekete műanyag fóliák, a száraz aszfaltutak, a vörös és fekete színárnyalatú autók, a fekete márvány sírkövek és egyes napelemek szintén megtéveszthetik a kérészek, tegzesek, szűnyoglábú legyek vagy szitakötők viselkedését. A poláros fényszennyezés vizsgálata ugyanakkor gyakorlati haszonnal is jár, hiszen e kutatások több új, a korábbiaknál sokkal hatékonyabb optikai bögölycsapda kifejlesztését is lehetővé tették.



SZÜRKEMARHÁK A TEJÚT ALATT

A magaslégköri kémiai folyamatokhoz köthető zöld légkörfényesávok csak a mesterséges fényektől távol észlelhetők. Az alföldi horizonton akár a 20-30 km-re fekvő települések fénykupolái is zavarhatják a jelenség megfigyelését



RAJZÁS AZ ÜVEGNÉL

A napnyugtakor a Dunából kirepülő tegzesek vonzódnak a vízparti üvegpalták poláros fényszennyező üvegtábláihoz, azokra leszállva pedig végleg csapdába eshetnek



FOTÓ: KOLLÁTH ZOLTÁN

Csillagfény az éjszakában

A fényszennyezés összességében érzékenyen érinti természeti környezetünket, rontja az éjszakai tájképet, emellett pedig az élővilág jelentős részére is hatással van. E problémákra gyakran az égbolt tudományának művelői hívják fel a figyelmet, ám nyilvánvaló, hogy korántsem csak csillagászgondról van szó. Természetesen nem az a cél, hogy esténként „tököt” utcákon botorkáljunk hazafelé. De ha csak azokon a helyszíneken és azokban az órákban működne a világítás, ahol – és amikor – az szükséges lenne, már azzal is rengeteg energiát és még több pénzt lehetne megtakarítani. Jó jelnek tekinthetjük, hogy egyre több országban – köztük már hazánkban is – működnek törvényi előírások a közvilágításra használt energia mennyiségének csökkentésére. A csillagos égbolt látványának megőrzéséről is egyre többet beszélünk. Éppen ennek eredményeképp tíz éve a Nemzetközi Csillagoségbolt-park-programot is elindították, melynek első, védett területét 2007-ben nyitották meg a Natural Bridges National Monument területén, az USA Utah államában. Európában elsőként a Zselici Tájvédelmi Körzetet terjesztették fel a Nemzetközi Csillagoségbolt-park címre, melyet 2009-ben meg is kapott. Két évvel később ugyanezt a minősítést a nemzetközi madárvándorlási útvonalak metszéspontjában elhelyezkedő Hortobágy is elnyerte.

Kolláth Zoltán csillagász, a magyarországi csillagoségbolt-parkok atyja egy korábbi interjúban azt mondta, hogy akinek még nem volt része ilyen látványban, igazi meglepetésként éri a csillagokkal teleszórt mennybolt képe. Míg a nagyvárosok központjából alig egy-két tucatnyi, a közepes nagyságú településekről pedig csupán néhány száz csillag figyelhető meg, addig a Hortobágy egén mintegy kétezer fénypont érzékelhető. És a látogatók számára az is rendkívüli élményt nyújt,

ahogy a nyári Tejút látványos ezüstszalagként húzódik át a zavaró fényektől mentes terület felett. Mindennek turisztikai kapcsolatait mutatja, hogy az „Év ökoturisztikai létesítménye 2015” pályázaton a leginnovatívabb létesítménynek járó különdíjat nyerte el a Csillagpark. ☺

Európában elsőként a Zselici Tájvédelmi Körzetet terjesztették fel a Nemzetközi Csillagoségbolt-park címre, melyet 2009-ben meg is kapott.