

A KLIMATOLÓGIAI INFORMÁCIÓK SZEREPE AZ INFRASTRUKTÚRÁK ÉGHAJLATI HATÁSVIZSGÁLATI ELJÁRÁSAIBAN, FÓKUSZBAN A NAPERŐMŰVEK

Fejes Lilian ^(1,2) , Czira Tamás ^(2,3) , Pongrácz Rita ⁽¹⁾ 

⁽¹⁾ ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet,
Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

⁽²⁾ EnviAdapt Klíma- és Környezetkutató Intézet, 1145 Budapest, Emília u. 46.

⁽³⁾ BCE, Fenntartható Fejlődés Intézet, 1093 Budapest Fővám tér 8.

e-mail: fejeslilian@gmail.com

Bevezetés

Az éghajlati hatásvizsgálatok a környezeti hatásvizsgálatokból kifejlődő olyan környezeti értékelési eljárások, amelyek fő célja, hogy a klímaváltozás jelenleg ható és jövőben várható hatásait feltérképezzék és kiértékeljék a vizsgált beruházások, élő, vagy élettelen rendszerek, gazdasági ágazatok, vagy térségek vonatkozásában. Az éghajlati hatásvizsgálatok mindegyik típusában közös, hogy a mért, modellezett és adatbázisokba szervezett klimatológiai adatoknak és az ezekből származtatott indikátoroknak és komplex indexeknek kiemelt jelentőségük van a vizsgálatokban, ezek adják meg ugyanis a vizsgálatokban az éghajlati kitettség jellemzőit. Az éghajlati kitettség meghatározása mellett fontos szerep jut – főleg a projektek hatás-értékelésében – az üvegházhatású gázok kibocsátás-számításának is. Jelen tanulmány az éghajlati hatásvizsgálatok típusait mutatja be, jelezve, hol milyen klimatológiai adatok hasznosíthatók bennük, illetve konkrét vizsgálati módszereken keresztül mutatja be a naperőművi infrastruktúrák éghajlati hatásvizsgálatának módszertani jellegzetességeit.

Éghajlati hatásvizsgálatok – fókuszban a klímaváltozásra ható és azt erősítő jelenségek és folyamatok vizsgálata

A környezeti hatásvizsgálatokban alkalmazott éghajlati hatásvizsgálati metodikákból napjainkra önálló eljárástípusú váltak a klimatológiai hatásvizsgálatok, melyek olyan viszonylag új típusú vizsgálati metódusok, amelyeknek egyik célja, hogy megállapítsa a fejlesztési beruházások vagy komplex projektek kialakítása, üzemeltetése, vagy felhagyása az éghajlatra milyen lehetséges hatásokat gyakorol. A hatásvizsgálat során a hatásbecslő ezeket a hatásokat kell megbecsülje, vagy felmérje, és ezen hatások bekövetkezési valószínűségét, illetve típusait és mértékét kell meghatározza. Másik oldalról viszont e vizsgálati keretrendszerben a beruházásokra, infrastrukturális fejlesztésekre vagy egyéb jelentős építményekre vagy termelő létesítményekre is jelentős hatással lehetnek az éghajlatváltozásból fakadó jelenségek, amelyek befolyásolják e művi rendszerek termelékenységét, állékonyságát, élettartamát és végső soron biztonságos működtetését. Ebből következik, hogy a hatásbecslőnek tisztában kell lennie az éghajlati hatások kialakulásával és típusaival, valamint az ezeket leíró információkkal.

A klimatológiai hatásvizsgálatok során bizonyos lépések elengedhetetlenek, mások viszont opcionálisak, ezek alkalmazása egyrészt a vizsgált rendszertől, másrészt az elérni kívánt célkitűzéstől is függ. Mindegyik éghajlati hatásvizsgálatban szerepelnie kell a jelenleg ható, valamint a jövő időszakokban várható éghajlati változások értékelésének. Az éghajlatváltozással kapcsolatos adatok elemzése és modellezése, az egyes lehetséges forgatókönyvek bemutatása az a szegmens, amelyben a leginkább szükség van a klimatológiai szakadatokra és információkra, valamint az ezzel kapcsolatos szaktudásra.

A vizsgált rendszerek érzékenységeinek feltérképezése már inkább beruházás specifikus, többnyire műszaki és fizikai tervezői ismereteket igényel. E vizsgálati munkarészben is tisztában kell lenni az éghajlati folyamatokkal és jelenségekkel, amelyek a vizsgált rendszerekre hatnak, ugyanakkor e rendszerek jellemző tulajdonságai fogják leginkább meghatározni az érzékenységet.

Nem minden éghajlati hatásvizsgálat jut el a várható kockázatok felméréséig és az ezzel kapcsolatos veszélyek mértékének meghatározásáig. Ugyanakkor az infrastruktúra-elemeket, vagy összetett rendszereket érintő éghajlati hatásvizsgálatokban ez is elvárt vizsgálati munkarész, hiszen ennek célja pont ezen éghajlati hatásoknak kitett rendszerek hosszútávú biztonságos működtetésének biztosítása, amelyben kulcsszerepe van a kockázatbecslésnek. Ez meghatározhatja, hogy adott helyszínen milyen technológiát érdemes telepíteni, de azt is, hogy egyáltalán megéri-e az adott technológia létesítése, vagy más műszaki megoldást kell esetleg választani. Könnyen megérthető, hogy főleg az extrém időjárási jelenségek és ezek katasztrofális hatásai azok, amelyek ebben a vizsgálati munkarészben kiemelt szerephez jutnak, így az ilyen típusú vizsgálatokban külön szerepe van a mért vagy modellezett időjárási szélsőségeket leíró statisztikai mutatóknak, vagy komplex klímaindikátoroknak is.

A hatásvizsgálatok nem mindig jutnak el az alkalmazkodási intézkedések meghatározásáig sem. Ezekre konkrét beruházások esetében azonban szintén nagy szükség van, mert ezekkel lehet csökkenteni a várható kockázatokat, valamint csökkenteni adott rendszerek veszélyeztetettségét, vagy sérülékenységi szintjét. Ezen intézkedésekkel a vizsgált létesítendő vagy már működő rendszerek is klímabiztosabbá és ellenállóképesebbé tehetők. Az alkalmazkodási intézkedések meghatározásának egyik fontos támogatója lehet a költség-haszon elemzés elkészítése, amely segítségével, csakúgy, mint más hatásvizsgálati eljárásoknál, meghatározhatók azok a beavatkozás-típusok, amelyek a leghatékonyabbak, ugyanakkor a leginkább meg is térülnek.

Klímareziliencia vizsgálat – az infrastrukturális projektek éghajlati vizsgálat

Az éghajlatváltozás hatásaira való felkészülés és az ezekhez való alkalmazkodás figyelembevétele kiemelt fontosságú a 2021-27-es Európai Unió finanszírozási időszakban megvalósuló infrastrukturális projektek tervezése és megvalósítása során. Az Európai Unió klímapolitikai törekvések fejlődésével és szigorodásával az EU-s forrásból támogatott infrastrukturális projektek esetében korábban egyes meghatározott nagyprojektekre, míg a 2021-től kezdődő fejlesztési ciklustól, már minden legalább 5 év időtartamú infrastruktúra-fejlesztést szolgáló projektre egy éghajlati rezilienciavizsgálatot kell végezni. Ez tekinthető egyfajta egyszerűsített éghajlati hatásvizsgálatnak is, amelynek fő célja az, hogy megakadályozza, hogy közösségi forrásból olyan projektek kerüljenek támogatásra, amelyek jelentős negatív hatással vannak az éghajlatváltozást kiváltó folyamatokra, illetve erodálhatják egyes térségek éghajlati alkalmazkodóképességét, azaz a hatásokkal szembeni ellenállóképeségét.

A klímareziliencia vizsgálat folyamatát, valamint annak módszertani keretrendszerét az Európai Bizottság által 2021 júliusában közzétett dokumentum rögzíti (Európai Bizottság, 2021). Hazánkban a magyar szabályozási és támogatáspolitikai szempontok szerint átdolgozott, a Miniszterelnökség (2022) által kiadott útmutató alapján kell elkészíteni a projektek éghajlati rezilienciavizsgálatát, az infrastrukturális projektek előkészítésével párhuzamosan. Ezekben is nagy szerepe van az éghajlati kitettség vizsgálatoknak, a klímaszimulációs adatbázisoknak, ugyanakkor ezek a hatások valószínűségi bekövetkezését is feldolgozó egyfajta éghajlatváltozási kockázatbecslési eljárásoknak is tekinthetők.

A vizsgálatoknak két fő részből kell állniuk. Az első a projekt eredményeképpen várható üvegházhatású gáz kibocsátás változásának megítélése, azaz a klímasemlegességi részvizsgálat. E részfeladat célja, hogy a tervezett fejlesztés következtében várható éves

kibocsátás változás összhangban van-e az Európai Unió és annak részeként Magyarország által kitűzött emisszió-csökkentési célokkal. A klímasemlegességi vizsgálat nem csak arra szolgál, hogy megbecsülje a projekt megvalósulása esetében várható üvegházhatású gázok kibocsátását, hanem – ami még fontosabb – arra is, hogy támogassa az alacsony szén-dioxid-kibocsátású megoldások elemzését és integrálását a projekttervezési és -kivitelezési szakaszban. Ennek érdekében a nagyobb projektek esetében az üvegházhatású gáz kibocsátás mennyiségének a becslése mellett a kibocsátás pénzben kifejezett értéke is meghatározásra kerülhet a költség-haszon elemzésben. Továbbá ellenőrizendő a 2030-ig és 2050-ig tartó üvegházhatású gáz kibocsátási pályával való összeegyeztethetőség.

A vizsgálat második részét képezi a projekt éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásának megítélése, azaz a klímaalkalmazkodási részvizsgálat. Célja annak felmérése, hogy a fejlesztés eredményeképpen létrejövő infrastruktúra állagát, üzemeltetését nem veszélyezteti-e az éghajlatváltozás valamely helyben várható hatása, illetve maga az infrastruktúra nem fokozza-e földrajzi környezetének éghajlatváltozással szembeni sérülékenységet.

Az éghajlatváltozási rezilienciavizsgálat klimatológiai háttérének elkészítéséhez a kiindulási alapot az éghajlati adatbázisok jelentik. Kritérium, hogy Magyarország területére elérhető, legalább két globális-regionális modellkombináció eredményeire, két RCP kibocsátási forgatókönyv meghajtásával futtatott szimulációkra támaszkodva kell elvégezni az éghajlati elemzést. Az éghajlatváltozás hatásaihoz való hatékony alkalmazkodás érdekében szükséges feltárni az éghajlati paraméterekben bekövetkező változás mértékét, a hatásviselő rendszerek érzékenységét és az alkalmazkodóképességet. A vizsgálat eredményeképpen meghatározhatóvá válik, hogy milyen beavatkozásokkal javítható az infrastruktúra-fejlesztési projektek éghajlatváltozással szembeni ellenállóképessége. A részletes klímaalkalmazkodási elemzés célja, hogy meghatározásra kerüljön a projektet érintő éghajlati kockázatok mértéke a jelenlegi és jövőbeli éghajlati viszonyok között. A folyamat lényege, hogy felméri a klímaalkalmazkodási vizsgálat átvilágítási szakaszában azonosított hatások valószínűségét és az ezekkel járó veszélyek súlyosságát, valamint a kockázat jelentőségét a projekt sikere szempontjából.

Éghajlati sérülékenységi vizsgálat – a klímaváltozásnak kitett ágazatok, rendszerek és térségek összehasonlító elemzésének támogató eszköze

Az éghajlati hatásvizsgálatok egy másik specifikus változatának tekinthetjük a klíma-sérülékenységi vizsgálatokat. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy ezek nem a környezeti hatásvizsgálatokból származtathatók, hanem önállóan alakultak ki az éghajlatváltozás kutatásának egyik módszertani támogató eszközeként. Az éghajlati sérülékenység vagy sebezhetőség¹ fogalmát Timmerman (1981) kanadai környezettudós munkásságából ismerhetjük, aki elsőként állította az éghajlatváltozással kapcsolatos vizsgálatok fókuszába a sérülékenységet, a WMO² egykori célkitűzéseinek megfelelően. Számos amerikai, ausztrál és európai (brit, német) szakmai műhely próbálkozott az 1990-es és 2000-es évtizedben az éghajlati sérülékenység vizsgálati metodikájának fejlesztésével (pl.: Buckle et al., 2001; Gallopín, 2006; Gitz et al., 2012). Ezek közül itt Füssl & Klein (2006) megközelítését emeljük ki, melyben megadták az éghajlati sérülékenységvizsgálatok koncepcionális kereteit. A kezdetben alkalmazott kimeneti éghajlati sérülékenység még egy igen egyszerű vizsgálati modell volt, amely nem vette figyelembe a rendszerek eltérő érzékenységét, a társadalmi rendszerek különböző alkalmazkodóképességét, hanem csak az éghajlati hatásokkal és a társadalmi-gazdasági válaszokkal operált. Ezzel szemben a későbbiekben kifejlesztett

¹ Az angol nyelvű szakirodalomban: climate vulnerability

² WMO: World Meteorological Organisation, Meteorológiai Világszervezet

kontextuális éghajlati sérülékenységi megközelítésben az éghajlati modellek prognózisai már csak egy részét képezték a társadalmi és környezeti erőforrásokat fenyegető kitüntetett szerepű veszélyek értékelésének. Az alkalmazkodási tervezést is támogató vizsgálati keretrendszerben már megjelennek a nem klimatikus faktorok, és még a mitigációs kapacitás is mint társadalmi sajátosság. Ugyanakkor ez az első olyan keretrendszer, ahol már a kitettség, érzékenység következtében fellépő hatások, valamint az alkalmazkodóképesség és a hatások következtében előállítható éghajlati sérülékenység számítási metodikája felismerhető (Füssel, 2009).

Az éghajlati sérülékenység vizsgálati metodikájának egységesebb alkalmazása világszinten az IPCC³ által 2001-ben kiadott 3. Helyzetértékelő Jelentéstől kezdve jelent meg. Ekkortól az éghajlati jelenségek bemutatása, az éghajlati hatások vizsgálata és az alkalmazkodás lehetséges formáinak ismertetése és szükségességük hangsúlyozása mellett már kiemelt jelentőségüként megjelent a sérülékenység-vizsgálatok új (kontextuális) koncepciója. Az IPCC definíciója szerint az éghajlati sérülékenység az éghajlatváltozás káros hatásainak – beleértve az éghajlat változékonyságát és a szélsőségeket – az a szintje, amelyre egy rendszer már érzékeny vagy képtelen azzal megbirkózni. A sérülékenység az éghajlatváltozás jellegének, nagyságának, mértékének és változékonyságának a függvénye, amelynek egy rendszer ki van téve. A sérülékenység mértékét a hatások mellett a hatásviselő érzékenysége és alkalmazkodóképessége határozza meg. Az elemzéshez több nemzetközi módszertani megközelítés is létezik. Magyarországon az egyik legelterjedtebb sérülékenység értékelési módszertan a CIVAS⁴-modell, amely az IPCC 2007-es, 4. Helyzetértékelő Jelentésének megközelítésén alapul. A CIVAS-modell egy hatásviselő rendszer éghajlatváltozással szembeni sérülékenységét a hatótényezőnek a megváltozása (kitettség), a hatásviselő rendszer érzékenysége, illetve az ezek eredőjeként származtatható várható hatások, valamint a nem-klimatikus, döntően társadalmi és gazdasági tényezőkből származó adaptációs képességek és lehetőségek határozzák meg (Pálvölgyi & Czira, 2011). A CIVAS-modell metodikai alapjai a CCVA⁵-modellek voltak, amelyeket a klímásérülékenység vizsgálatára fejlesztettek ki, elsősorban az élő környezetet befolyásoló éghajlatváltozási hatások vizsgálatára (Glick et al., 2011).

A CIVAS-modellben a vizsgálat tárgyát képező hatásviselő rendszer érintett területének éghajlati kitettségét, azaz az adott térség éghajlatában bekövetkező változásokat a klimatológiai hatások számszerűsítésével, olyan éghajlati indikátorok előállításával tehetjük meg, amelyek hatással lehetnek a vizsgálat célját képező érzékeny elemekre (pl. infrastruktúra elemek vagy természetes képződmények). A kijelölt kitettségi indikátorok információt szolgáltatnak a jelenlegi, valamint a jövőbeli klimatológiai viszonyokról, meteorológiai változókról. Érzékenység alatt a hatásviselő rendszer (pl. építmények állapota, mezőgazdaság, környezeti rendszer, emberi egészség, stb.) időjárás-függő viselkedését (pl. aszályhajlam, belvízkockázat) értjük. Független az éghajlatváltozástól és elsősorban a hatásviselő rendszerre jellemző. Az érzékenység vizsgálatakor nem az adott meteorológiai jelenség, vagy éghajlati változó bekövetkezési valószínűségét tekintjük, hanem azt, hogy az esemény bekövetkezésekor az a vizsgált elemet érzékenyen érinti-e, s ha igen, milyen mértékben. Az éghajlati elemek megváltozása és közvetlen hatása mellett – amelyeket az éghajlati indikátorokkal mérni tudunk – egyaránt fontosak a közvetett, másodlagos hatások, ugyanis legalább akkora kockázatot jelentenek, mint az elsődleges éghajlati elemek változása.

Szemléltetésként jó például szolgál a naperőművek, napelemes rendszerek éghajlati sérülékenységének vizsgálata, amely mint időjárásfüggő energiatermelő infrastruktúra,

³ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

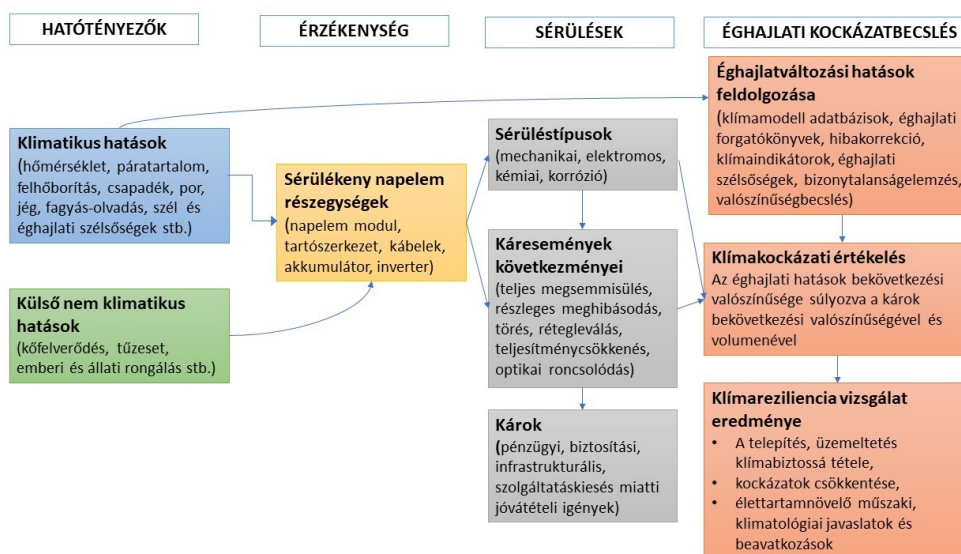
⁴ CIVAS: Climate Impact and Vulnerability Assessment Scheme

⁵ CCVA: Climate Change Vulnerability Assessments

kiemelt figyelmet érdemel az éghajlati sérülékenységvizsgálatokban. A vizsgálati fókusz egyértelműen a szélsőséges időjárási események közép- és hosszútávú megváltozásának kiértékelése adja. Mint korábban jeleztük, az infrastruktúrák vizsgálata esetében az alkalmazott hatásvizsgálati módszer fontos eleme a valószínűségi és a kockázatbecslés, amelyekhez viszont ismernünk kell nemcsak a klimatológiai paramétereket és azok időbeli alakulását, hanem a napelemparkok egyes műszaki elemeinek eltérő érzékenységét is a klímahatásokra. A sérülékenységvizsgálatok egyik fontos módszertani lépése a hatásláncok kialakítása, amelyet a naperőművi infrastruktúrára vonatkoztatva mutatunk be (1. ábra).

KITETTSÉG	ÉRZÉKENYSÉG	ALKALMAZKODÓKÉPESSÉG
- Hőmérsékleti adatok szélsőségei (maximum és a minimum értékek, a két szélsőérték közötti változási sebesség) - Szélsőségségi és széllökés értékek és szélsőértékek. Az extrém mértékű szelek területi jellemzői. - Csapadékesemények gyakoriságának és intenzitásának területi eloszlása - Zivatarok előfordulási gyakorisága, tapadó csapadékú események előfordulása - Globálisugrás és felhőborítottság mértéke	- Tönkremeneteli forgatókönyvek (élettartam eleji, közepi és végi hibák) - Mikrorepedések, rövid cellarepedések - Repedés geometriai alakja (dentrit szerű repedés minta) - Elektrokémiai le bomlás - Részleges árnyékolás - lokális árnyékoló hatás - A PID érzékenysége a környezeti, klimatikus tényezőkkel szemben (pl. felületi vezetőképesség, szívárgási áram értéke, az ion mobilitás, a kémiai reakcióképesség, az energiahozam - a modul teljesítménye) - Tartószerkezeti problémák (közvetett hatások: C sín (zárokupak kimozdulása), talajintegritási problémák, tartószerkezet állékonyosságának a csökkenése) - A panelek mechanikai érzékenysége	- Biztonsági védelem kialakításának és gyakorlatának mértéke - Megfelelő mélységű klímareziliencia-vizsgálat megelőzte a beruházás megkezdése előtt - A panelek tisztításának lehetősége jelentős porterhelés esetén - Zöldfelület karbantartásának mértéke, gyakorisága (kiemelten fontos)

1. ábra: A sérülékenységi hatáslánc éghajlati kitettségi, érzékenységi és alkalmazkodóképességi elemei.



2. ábra: A napelemparkok éghajlatbiztonsági értékeléséhez szükséges módszertani elemek összefoglalása.

A sérülékenységi módszertanon alapuló kiértékelés eredményei alkalmasak arra, hogy megállapítsuk, melyek lesznek azok a potenciális szélsőséges időjárási események, amelyek kiemelten veszélyeztetik a napenergiatermelés rendszerelemeit, ezekre mely régiókban számíthatunk nagyobb intenzitással és gyakorisággal. Így kiválaszthatók azok a térségek, amelyek esetében kiemelt jelentőségű az éghajlatváltozással szembeni alkalmazkodóképesség növelése, a műszaki és egyéb beavatkozások előzetes vagy pótlólagos kialakítása a folyamatos és biztonságos energiaellátás biztosítása érdekében. Megfelelő szakértői, tudományos, valamint informatikai háttér rendelkezésre állása esetén az éghajlatváltozás várható hatásainak és azok kockázatának feltárása komoly segítséget nyújt a napelemparkokat

tervező és azt üzemeltető szakemberek számára. Elsősorban abban, hogy olyan előzetes intézkedéseket fogantassanak a klimatológiai hatásvizsgálatok eredményeképpen a műszaki megoldások tervezésekor, amelyek elősegítik a napelemparkok minden rendszerelemének klímabiztos telepítését, üzemeltetését és élettartamának növelését. Ehhez azonban a módszertant felhasználva egyedi, konkrét, a napelemparkokra optimalizált klímakockázatbecslés alkalmazása szükséges.

Amennyiben ezeket a műszakilag jellemző érzékenységi faktorokat egy kockázati mátrix elemeiként rendszerezzük, úgy a várható klimatológiai hatások bekövetkezési valószínűségével kombinálva eljuthatunk egy konkrét napelempark éghajlati kockázatbecsléséhez is (2. ábra).

Köszönetnyilvánítás. A tanulmány a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Hivatkozások

- Buckle, P., Marsh, G., Smale, S., 2001: Assessing resilience and vulnerability: principles, strategies and actions. Canberra, Emergency Management Australia.
- Európai Bizottság, 2021: Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027.
- Füssel, H.-M., Klein, R.J.T., 2006: Climate change vulnerability assessments: and evolution of conceptual thinking. *Climatic Change*, 75: 301–329. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>
- Füssel H.-M., 2009: Review and Quantitative Analysis of Indices of ClimateChange Exposure, Adaptive Capacity, Sensitivity, and Impacts, Backgroundnote to the World Development Report 2010. World Bank, Washington, DC.
- Gallopín, G.C., 2006: Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3): 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>
- Gitz, V., Meybeck, A., 2012: Risks, vulnerabilities and resilience in a context of climate change. In A. Meybeck, J. Lankoski, S. Redfern, N. Azzu, V. Gitz, eds. Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector, 19–36p. Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop, 23–24 April 2012. Rome, FAO.
- Glick P., Stein, B.A., Edelson, N. (szerk.), 2011: Scanning the conservation horizon: a guide to climate change vulnerability assessment. National Wildlife Federation, Washington, DC.
- Miniszterelnökség, 2022: Útmutató az infrastrukturális projektek éghajlatváltozási rezilienciavizsgálatának elvégzéséhez 2021-2027.
- Pálvölgyi, T., Czira, T., 2011: Éghajlati sérülékenység a kistérségek szintjén. In: Sebezhetőség és adaptáció: a reziliencia esélyei. Bulla M., Tamás P. (szerk). MTA Szociológiai Kutató Intézet, 237–253p.
- Timmerman, P., 1981: Vulnerability. Resilience and the collapse of societies: A review of models and possible climatic applications. Environmental Monograph No. 1, Institute for Environmental Studies, Univ. of Toronto, 42p. <https://doi.org/10.1002/joc.3370010412>

ORCID

- Fejes L.  <https://orcid.org/0000-0003-2770-3550>
Czira T.  <https://orcid.org/0009-0005-5045-980X>
Pongrácz R.  <https://orcid.org/0000-0001-7591-7989>