



LIFE Project Number

LIFE19 CCA/HU/001320 – LIFE-CLIMCOOP

Cooperation of cities and local companies for climate change adaptation

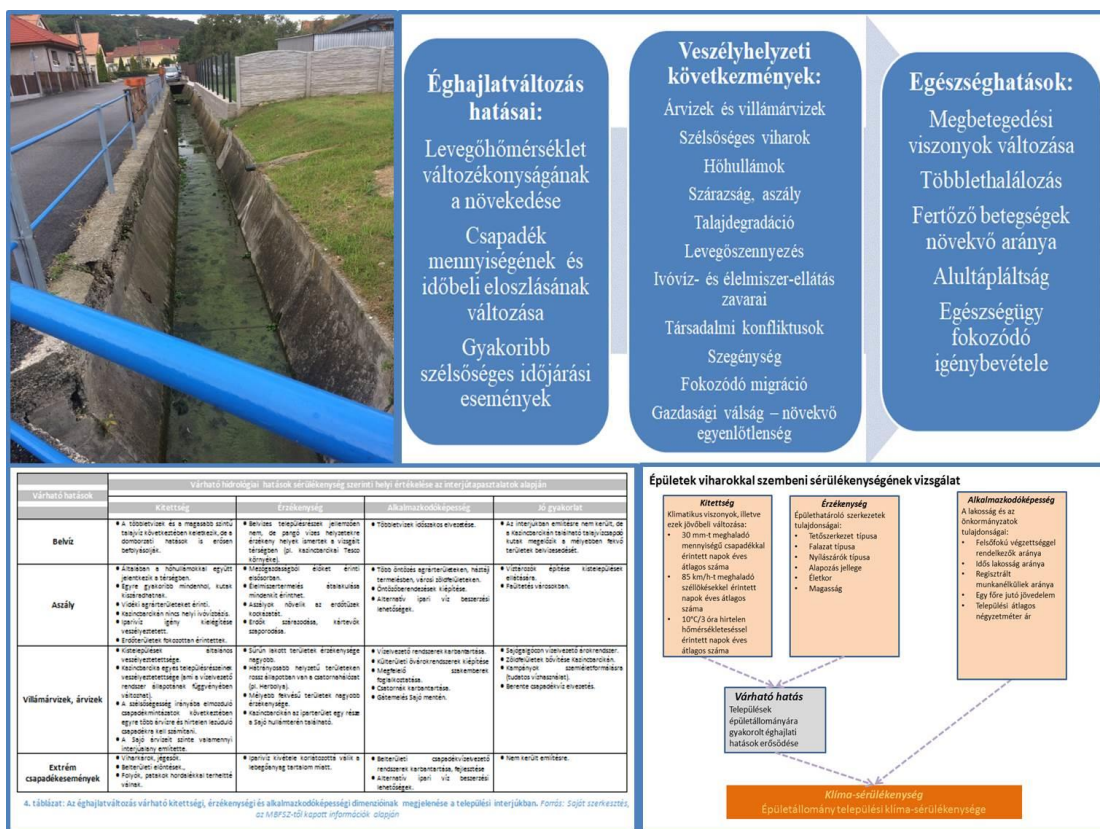
DELIVERABLE

Action:	C1.2 Climate Vulnerability Assessment (CVA)
Annex -Document title:	Climate vulnerability assessment of Kazincbarcika and its area, particularly in the areas of human health, water management, settlement development and operation
Revision no./final:	FINAL
Document date:	2022.02.28.
Due date of deliverable/milestone:	2022.02.28.
Responsible partner:	West-Balkans Green Center Nonprofit Llc. (WBGC) <i>successor of Mining and Geological Survey of Hungary (MBFSZ)</i>
Contributing partners:	Kazincbarcika Város Önkormányzata, BorsodChem Zrt.
Reviewing partners:	Kazincbarcika Város Önkormányzata, BorsodChem Zrt.
Authors:	Sütő Attila, Selmeczi Pál, Rideg Adrienn, Kiss Gábor, Vásárhelyi Csenge, Lovász Csaba, Lapos Ágnes – WBGC LANDSCOPE Kft.

Dissemination level:

Public	X
Restricted to other programme participants	
Restricted to a group specified by the consortium	

kiemelten az emberi egészség-, vízgazdálkodás-, településfejlesztés- és üzemeltetés témakörökben



2022. február 28.

Tartalom

DELIVERABLE	1
Summary of the deliverable in English	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Vezetői Összefoglaló	9
1. Bevezetés	15
2. Az emberi egészséget érintő éghajlati sérülékenység	17
2.1. Az éghajlatváltozás egészségkockázatai	19
2.1.1. Kazincbarcika és térsége egészségkockázatokkal kapcsolatos jellemzői	21
2.2. Hőhullámok egészséghatásaival kapcsolatos helyi sérülékenység.....	25
2.2.1. Hőhullámokkal kapcsolatos humán-egészségügyi sérülékenységi hatáslánc	25
2.2.2. A hőhullámok egészséghatásaival kapcsolatos jellemzők Kazincbarcikán és térségében	31
2.3. Javaslatok a felkészülést és az alkalmazkodóképességet növelő lehetséges beavatkozásokra	33
3. A vízgazdálkodást érintő éghajlati sérülékenység.....	36
3.1. Az éghajlatváltozás kockázatai hidrológiai szempontból	36
3.1.1. Az éghajlatváltozás vízgazdálkodási hatásai Magyarországon az elmúlt évtizedekben	38
3.1.2. Várható éghajlati és sérülékenységi tendenciák	40
3.1.3. Kazincbarcika és térsége vízgazdálkodásának helyspecifikus sérülékenysége.....	42
3.2. Extrém csapadékeseményekkel kapcsolatos helyi sérülékenység.....	46
3.2.1. Extrém csapadékesemények általi sérülékenységi hatáslánc	47
3.3. Az alkalmazkodóképesség növelését célzó beavatkozások lehetséges köre	52
3.3.1. Térségi szintű beavatkozások.....	52
3.3.2. Lokális-, városi- és üzemi szintű beavatkozások.....	53
4. A településfejlesztés és -üzemeltetés sérülékenysége Kazincbarcikán és térségében	56
4.1. A település-sérülékenységi tematikákat meghatározó tényezők a térségben	56
4.1.1. Településhálózati sajátosságok	58
4.1.2. Társadalmi adottságok	59
4.2. Azonosított klímahatások	60
4.3. Viharkárok és az épületállomány sérülékenysége	63
4.3.1. Várható hatás: a települések épületállományára gyakorolt éghajlati hatások erősödése	63
4.3.2. Kitérttség: vihar-hőingás és intenzív csapadék hullás gyakoriságnövekménye	64
4.3.3. Érzékenység: az épületállományok települési sajátosságai	65
4.3.4. Alkalmazkodóképesség: a lakosság társadalmi-gazdasági, és az önkormányzat gazdasági helyzete	66
4.3.5. A települési épületállományok komplex sérülékenysége.....	67
4.4. Természetes és természetközeli területek a kül- és belterületen: zöldfelület menedzsment.....	67
4.5. Belterületi vízrendezés: a településügy neuralgikus pontja a térségben.....	68
4.6. A felmelegedés települési következményei	70
4.7. A közlekedési és közmű infrastruktúrát, kiemelten a villamosenergia rendszert fenyegető veszélyek	71
4.8. A térségi turizmus komplex sérülékenysége.....	73
4.10. Ajánlások válaszlépésekre, kapcsolódó intézkedésekhez	74
4.11. Összegzés	77
5. Irodalomjegyzék.....	80
English summary	82

EXECUTIVE SUMMARY OF THE DELIVERABLE IN ENGLISH

In the framework of the LIFE-CLIMCOOP project this study focuses on the Kazincbarcika area and assesses vulnerability to climate change. The project's long-term objective is to promote collective action between municipal governments and industrial companies operating in their municipalities to help preparation for and adaptation to impacts of climate change. One of the important outputs of the research is the implementation of a pilot strategy with the participation of the Municipality of Kazincbarcika, the BorsodChem Inc. and other micro regional stakeholders and with the professional assistance of the Mining and Geological Survey of Hungary (MGSH) and the Miskolc University. One of the main pillars of the strategy's situation analyses and evaluations was the climate vulnerability assessment of the region's environment, society and economy. The vulnerability assessment itself was conducted within the framework of the project C.1 activity („Elaborating the common climate adaptation strategy of Kazincbarcika and BorsodChem Ltd.” and its C1.2 sub-activity (“Climate Vulnerability Assessment”).

Due to the negative effects of climate change, **the Carpathian Basin, including the broader region of Kazincbarcika, is one of the above-average warming regions on Earth.** This fact underlines the importance of conducting a vulnerability assessment for the micro region. ***In the upcoming decades, further rise of the temperature is expected in Hungary.*** Based on pessimistic scenarios, the average temperature may increase even by 3.5-4.5°C by the end of the century. These phenomena will contribute to the increase of hot days and periods, while the frequency of frosty days will decrease. No significant changes are expected in the annual precipitation quantity; however, its **seasonal distribution will change and number and frequency of extreme rainfall and other weather events are expected to increase**, together with the frequency of droughts and heatwaves in the region. Exposure to changing climate parameters may affect specific sectors of the economy, e.g., agriculture, forestry, food industry, tourism, healthcare, transport, energy production and the operation of critical infrastructure networks, which may be more severely affected. On top of that, economically disadvantaged geographical regions may also face increased vulnerability. Furthermore, climate vulnerability pose significant socioeconomic risks that could exacerbate existing socioeconomic inequalities, leading to increased territorial disparities.

Among the causes of different values of the expected change of climatic parameters are differences in regional values and trends. Due to the basin location of Kazincbarcika, extreme weather conditions may be characteristic, such as higher daily heat fluctuations or less rainfall compared to the surrounding mountainous and hilly areas – the latter increase the extent of drought periods. Still, due to the orographic conditions, development of flash floods is also a potential source of danger in the area. The valley of the Sajó River is especially rich in groundwater, the level of which is in an average depth of 2-4 m. As a result, inland water inundations are common problem in some parts of the micro-region.

One of the main tools for joint action on climate adaptation is the climate strategy. In the framework of the strategy, considering the characteristics of the municipality, the region and the company a shared climate adaptation vision for Kazincbarcika and the company is planned to be defined, together with the essential objectives at different hierarchy levels and the concrete actions deduced from them securing to achieve the vision and the main goals. To create a sound basis for the strategy, preliminary exploratory studies were conducted. In the framework of these, the National Adaptation Center Department of MGSH prepared the document “Vulnerability Case Study”. The study analyzes existing statistical databases and data sets, and reviews the relevant municipal, regional and national strategic and development policy documents containing information of the Kazincbarcika region. In addition to these, semi-structured professional in-depth interviews were conducted in Kazincbarcika and its region together with a field research by the co-workers of MGSH. These methods identified the main climate change impacts typical of the study area to assign the

vulnerability topics to be assessed in the Vulnerability Study. Based on the mentioned analyses the vulnerability study attempts to assess **three key vulnerability fields in the micro region. These are as follows: human health, water management, and urban/settlement development.** As well as three critical themes for the region is, an adaptation to climate change also a vital aspect of this study.

The introduction of each individual vulnerability topic consists of three main elements.

- The first pillar is assessing the most significant impact of the **given vulnerability topic** (e.g., heatwaves within human health-related climate vulnerability; extreme rainfall-related inundation in settlements within water management, and storm damage of the building stock within settlement-level vulnerability) using **impact-chain assessment**. These key topics emerge already during the field studies as crucial local phenomenon.
- The second pillar is a **narrative description** that presents, beyond the already described impact-chains, all the **general and local risks, current and potential problems** that connect to the given vulnerability thematic.
- Finally, recommendations for actions are also suggested. These will serve later as basis for **the objectives and actual measures of the future adaptation strategy**.

Human health-related climate vulnerability in Kazincbarcika and its region

The health effects associated with climate change can be a severe risk factor for human health conditions and due to increasing use place a heavy burden on the health care system. **Preparing at the local level for the health risks associated with the expected impacts of climate change** (e.g. increase in air temperature, changes in quantity and distribution of precipitation, more frequent extreme weather events) **and promoting individual and community level climate adaptation are already key challenges for sectoral decision making.** These are expected to become even more dominant in the future. The health impacts of climate change affect all members of society directly or indirectly, virtually everyone can experience the consequences for themselves. However, some groups of the society are more sensitive and vulnerable to these impacts.

Improving the preparation for and the adaptation to the expected health impacts and consequences of climate change **is a priority in Kazincbarcika and its region.** The decision makers have to plan the possible interventions using an integrated approach based on cross-sectoral cooperation and involvement of stakeholder networks to reduce human health' vulnerability to climate change. The guidelines and principles of strategic development documents of the local level (municipality, micro region - e.g. Integrated Urban Development Strategy, Settlement Development Concept, Local Health Plan, Environmental Protection Programme, etc.) containing the necessary measures and action plans has to be harmonized with the objectives of climate protection. Additionally, elaboration of a regional adaptation strategy may be a priority in the near future. In the document improvement of the conditions of adaptation and preparation should be emphasized with the involvement of relevant local actors - local government, public institutions, small and medium-sized enterprises (SMEs), large companies, non-governmental organizations, etc. It is also essential to pay attention to the fact that different forms of human health vulnerability may appear in different parts of Kazincbarcika city, or in other words, territorial inequalities should be taken into consideration during preparation for and adaptation to the relevant climate change impacts.

According to the preliminary studies and interviews the health risks caused by heatwaves are among the key expected impacts of climate change in Kazincbarcika and its region.

The study also specifies the following human health-related **interventions** for the elaboration of the future climate strategy:

- **development of a climate-health network related to climate change** and paying particular attention to the **services and capacities of health care related to climate change impacts;**

- examination of the situation of **vulnerable social groups**;
- planning and reorganizing the exact relevant **duties and competencies of local public services and institutions**;
- **information-providing**, organization of local **awareness-raising programs** and of publications, and **deeper involvement of the local education institutes** into these processes;
- it is worth considering the adjustment the levels **of the local/microregional heat alarm plans to the local conditions, declared them below the** national alarm level (25 ° C);
- **increasing the energy efficiency** of public institutions, public buildings, and the use of **environmentally conscious technological solutions**;
- **Shifting work schedules, increasing occupational safety, and pre-planning local health capacities** during the heatwave in summertime.

Extreme precipitation-related climate vulnerability of water management in Kazincbarcika and its region

Climate change-related impacts on water management can be considered as a well-documented field of research: measuring of raw data (precipitation data, flow regime, water balance, etc.) have been resolved for many decades and a number of models are available to examine the future trends. Hungary is a downstream country due to its basin-like location. **The presence of the river Sajó** in Kazincbarcika and the region **poses a constant flood risk locally**. However, **in the coming decades**, the focus is expected to move **on the inundation of inner territories of settlements** caused by flash floods and extreme rainfall events. These processes will affect not only the city, but also other settlements in the area located along the tributaries of the river Sajó. This problem is mainly caused by the hilly and mountainous landscape.

It is worth mentioning that according to our local interview experiences, local actors often confuse the phenomenon of flash floods with inundation of inner territories of settlements caused by extreme rainfall events. Actually the latter is dominant in the city, while classic flash floods are more common in the hinterlands. **Regarding flash floods, several interviewees recognize the problem, but they reduce its weight and significance**, and consider that the current water management responses are sufficient. The lack of foresight for the future is also really noticeable amongst the interviewees. Among the existing responses the post-reactive, symptomatic and non-preventive ideas prevail, for various (financial, regulatory, awareness, attitude-related) reasons.

Having reviewed the list of water damages of the recent years, it became clear that (even when we concentrate only on the 2010's) **Kazincbarcika experienced several inundations of inner territories due to significant rainfall events**, which temporarily hindered free traffic in some parts of the city and also caused minor damages. Examining the location of the water damages within the settlement clearly shows that the hazards were primarily caused neither by the orographic conditions nor by the degree of vegetation cover. The most important factors may have been the capacity and current condition of the rainwater drainage system (blocked drains, lack of maintenance) the formation of special local hydraulic conditions. In the smaller settlements of the micro region (several of which have experienced flashfloods in the last decade), where the proportion of built-in areas are significantly lower, the importance of rainwater drainage network is smaller, and the topographic and vegetation parameters used also by the NAGiS system appear to be more significant factors in a flash flood-related vulnerability assessment.

In addition to the temporary inundation of inner settlement territories caused by flashfloods, **the safety of public services and the operation of industrial production are also threatened by extreme rainfall events in the whole area**. All this justified the performance of the extreme precipitation event-related vulnerability assessment for the micro region.

In connection with the aforementioned extreme precipitation events, the study also suggests **regional and local (municipality- or corporation-) level interventions** as basis of the future climate strategy's measures.

Regional action lines:

- *Increase **the safety of drinking water supply**;*
- ***Development and set-up of a water management monitoring system**;*
- ***Riverbed rehabilitation of small watercourses**;*
- ***Interventions slowing down flow speed** in small watercourses;*
- *Increase **flood safety**;*
- ***Improvement of water balance in forested areas**.*

Local, city and factory level action lines:

- ***Elaboration of Integrated Municipal Water Management Plans**;*
- ***Rainwater retention and use in inner territories of settlements**;*
- ***Development of field flow models for small water catchment areas**;*
- ***Rainwater retention and use within residential real estates**;*
- ***Integration of green surface elements into rainwater management**;*
- ***Use of special surface covers which could facilitate infiltration**;*
- ***Investigation of the possibility of utilizing mine water**;*
- ***Decrease industrial and technologic water demand** and development of water management in industrial sites*

Settlement development- and operation-related climate vulnerability in Kazincbarcika and its region

Settlements are special entities: in the geographic space they represent actually the physical concentration of the society, the economy it operates and their built and natural environment that provides their physical framework. In the geographical area where climate change itself occurs and where the proper responses for these climate impacts and consequences are need to be found at local as well as municipal level. These impacts and consequences are as follows: weather impacts on residential and public buildings, public utilities and transport infrastructure elements; water and wind damage to various facilities (landfills, tailings ponds, slag heaps); summer heat waves affecting local population; climate impacts on the tourism sector of the settlement and their consequences for tourist traffic and supply; weather-related damages on economic organizations and industrial sites; the duality of extreme rainfall patterns (ranging from drought damages to urban green and blue infrastructure to extreme rainfall-caused floods, flashfloods and inland water inundations). All of these affect physical facilities, the population and economic sectors as well and requires complex approaches.

The climate vulnerability topics that most affect Kazincbarcika city and its area are *the storm damages to municipal buildings, public utilities and transport infrastructure*; *the climate vulnerability of green surfaces*; *the vulnerability to flash floods and extreme rainfall inundations*; *the increasing impacts on human health caused by droughts and heat waves*; and, to a lesser extent, *the climate exposure of local tourism, leisure economy and event organization*. The local governments are basically aware of and well-informed about the enlisted challenges, and they are also planning possible responses.

According to the interviews and strategic documents the most unanimously judged topic is the vulnerability to storm damage. The vast majority of interviewees say that the issue has been present in the area and has intensified during the recent decades. Out of the storm damages the

interviewees underline windstorms, sudden extreme rains, lightning damages and hail storms. There is also a full agreement that, without responsive and preparatory interventions, storm events that are expected to intensify and become more frequent in the future could cause significant financial damage to buildings, even endangering human lives. As a consequence, the examination and management of the topic should be a priority area in climate change strategies of KB, BC and their surrounding areas. The local significance of the issue justifies the conduction of the impact chain analysis of storm damage vulnerability.

The research suggests the following settlement development-related **action lines** serving also as basis for the elaboration of the future climate strategy:

- ***surveying and rehabilitation of the most vulnerable part of municipal building stock*** against storm damages;
- ***integration of climate adaptation aspects into the settlement development and physical planning documents; and also into local architectural and land use regulations;***
- ***elaboration of settlement- and/or microregional level climate adaptation strategies and consistent implementation of their measures;***
- ***preferring more weather-resistant solutions during development and renewal of infrastructure elements*** and preparation of the public transport network ***for the increasing impacts;***
- ***surveying the most sensitive areas to surface movements;***
- ***climate-resilient development or modification of municipal rainwater management systems*** preferring water-retaining and nature-based solutions;
- ***conscious and neighborhood-specific expansion of green spaces and improvement of their quality;***
- propagation of adaptive ***responses is leisure-economy and tourism;***
- Supporting municipal and educational institutional ***awareness-raising programs.***

All in all in Kazincbarcika and its micro region the three most significant climate change related issues affecting settlements and large enterprises are 1) the **growing frequency and length of heatwave periods**, which affects both human health and the health care system; 2) the **growing problem of extreme rainfall event related inundations**, and 3) the **issue of storm damage**, which is increasingly **threatening municipal and operational infrastructure** more and more frequently and significantly. In the climate strategy to be elaborated during 2022, these challenges **must be considered as key areas**. Appropriate responses for them, with connected strategic objectives and measures have to be elaborated, as these are the most serious climate adaptation challenges for the local population and economic organizations.

VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

A **Kazincbarcika térségére fókuszáló, a klímaváltozással szembeni sérülékenységet vizsgáló tanulmány** a LIFE CLIMCOOP projekt keretében készült el. A projekt hosszú távú célja a települési önkormányzatok és a településükön működő ipari (nagy)vállalatok közötti kollektív fellépés létrejöttének elősegítése az éghajlatváltozásból fakadó kockázatokra való felkészülés és a hatásokhoz való alkalmazkodás terén. A kutatás keretében az egyik lényegi kimenetként egy mintastratégia megvalósítása történik meg Kazincbarcika önkormányzata, a BorsodChem Zrt., valamint térségi szereplők közreműködésével, Kazincbarcika térségére és a nagyvállalatra; a Miskolci Egyetem és az Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSz) szakmai támogatásával. A stratégia elkészültét megalapozó helyzetelemző és értékelő vizsgálatok egyik legfőbb pilléreként a térség környezetének, társadalmának és gazdaságának klímaváltozással szembeni sérülékenysége kiemelt vizsgálati szempontot jelentett. Maga a sérülékenységvizsgálat a projekt C.1 „Közös klímastratégia kidolgozása Kazincbarcika és a BorsodChem Zrt. számára” c. tevékenységének C1.2 „Éghajlati Sérülékenységvizsgálat” altevékenysége keretében valósult meg.

A **sérülékenységvizsgálati tanulmány elkészítését indokolta**, hogy az éghajlatváltozásnak köszönhetően a Kárpát-medence, ezen belül Kazincbarcika tágabb térsége is az átlagosnál jobban melegező régiók közé tartozik a Földön. **Az elkövetkezendő évtizedekben a hőmérséklet további emelkedésére kell számítani hazánkban:** a pesszimista forgatókönyvek alapján akár 3,5-4,5°C fokkal is növekedhet az átlaghőmérséklet az évszázad végére. Mindez hozzájárul az extrém meleg napok és időszakok számának növekedéséhez, míg a fagyos napok gyakorisága csökkeni fog. **A csapadék éven belüli eloszlása változik** és egyre inkább jellemző az **extrém csapadék- és egyéb szélsőséges időjárási események gyakoriságának és intenzitásának növekedése**, és az aszályhajlam és a hóhullámok gyakoriságával együtt a térségben. A változó klímaparamétereknek való kitettség egyes gazdasági ágazatokat – pl. mezőgazdaság, erdészet, élelmiszeripar, turizmus, egészségügy, közlekedés, energiaszektor, kritikus infrastruktúra hálózatok működtetése – erőteljesebben érinthet. A gazdasági értelemben hátrányos helyzetű földrajzi térségek szintén fokozott sérülékenységgel nézhetnek szembe. Mindemellett a klimatikus hatások okozta sérülékenység jelentős társadalmi-gazdasági kockázatokat hordoz magában, amelyek tovább mélyíthetik a létező társadalmi-gazdasági egyenlőtlenségeket, a területi egyenlőtlenségek fokozódásához is vezetve.

A **különböző éghajlati mutatók várható változásának országos adatai mögött eltérő területi értékek és tendenciák állhatnak.** Kazincbarcikán a medencehelyzetből adódóan jellemzőek lehetnek a szélsőségek az időjárás tekintetében, például a nagyobb napi hőingás vagy a környező hegy- és dombvidékhez képest kevesebb csapadék. Mindez növeli a szárazságot, de a reliefviszonyok miatt a villámárvizek kialakulása is potenciális veszélyforrás a térségben. A Sajó folyó völgye talajvízben kifejezetten gazdag, átlagosan 2-4 m közötti mélységben helyezkedik el a vízréteg, ennek eredményeként a belvíz rendszeresen jelentkező probléma a kistáj egyes részein.

A **klímaadaptációs célú közös fellépés egyik fő eszköze, a klímastratégia** a település, a térség és a vállalat adottságait figyelembe véve kívánja megfogalmazni a város és a vállalat közös klímaadaptációs jövőképét, az ezek elérését biztosító legfontosabb, különböző hierarchiaszintű célkitűzéseket és az ezekből levezethető konkrét intézkedéseket. **A stratégia megfelelő megalapozását szolgálták az előzetes helyzetfeltáró vizsgálatok.** Ezek keretében az MBFSz Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főosztályán (NAKFO) készült el a meglévő statisztikai adatbázisok, adatkészletek; valamint a Kazincbarcika térségére releváns információkat hordozó települési, térségi és nemzeti dokumentumok áttekintéséből és elemzéséből összeálló „Sérülékenységi Helyzetelemzés” c. dokumentum. Ezen felül Kazincbarcikán és térségében *félig strukturált szakmai interjúk* lefolytatására, és *terepbejárásra* került sor terepi kutatás keretében, feltárva a vizsgált területen jellemző fő klímahatásokat, kijelölve egyúttal a jelen tanulmány által vizsgált sérülékenységi tematikákat. E vizsgálatokra és elemzésekre támaszkodva Kazincbarcikára és közvetlen térségére

három kiemelt szakterületnek, mint a klímaváltozáshoz való **alkalmazkodás 3 térségi kulcstematikájának az elemzésére** tesz kísérletet a sérülékenységvizsgálati tanulmány. Ezek a kihívásterületek a következők: az **emberi egészség**, a **vízgazdálkodás** és a **településügy** klímasérülékenysége.

Az egyes sérülékenységi tematikák vizsgálata, bemutatása tematikánként három fő elemből áll.

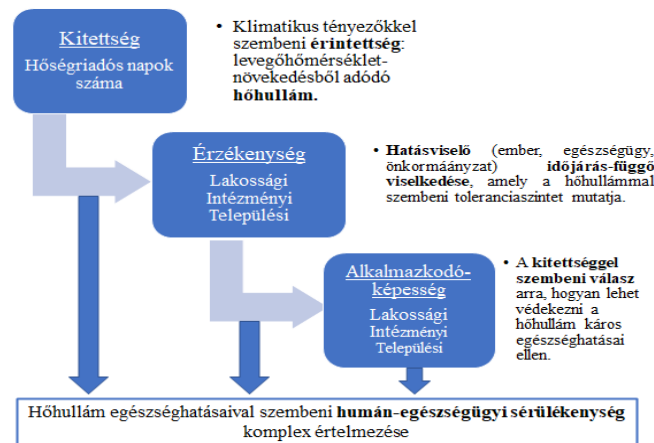
- Az első pillért rendre az **adott sérülékenységi tematikába tartozó legmarkánsabb hatás** (pl. az emberi egészség kapcsán a hőhullámok; a vízügy terén az extrém csapadékesemények; a települési sérülékenység esetében az épületállományt érő viharkárok) **hatáslánc-vizsgálattal történő elemzése** jelenti. Ezek már a terepi vizsgálatok, interjúk és korábban a dokumentumelemzés során is markánsan megjelentek, mint helyben érzékelhető jelenségek.
- A második pillér egy olyan **narratív leírás**, amely az első pillérbeli hatásláncon túl bemutat minden, **az adott tematikát érintő** és releváns, **általános és helyi kockázatot**, helyben megjelenő **aktuális és potenciális problémát**.
- Harmadik pillérként a tematikus fejezetek zárásaként sor kerül továbbá olyan **beavatkozási javaslatok megfogalmazására**, amelyek megalapozhatják a későbbi klímastratégia célkitűzéseit és az abból következő intézkedéseket.

Emberi egészséggel összefüggő klímasérülékenység Kazincbarcikán és térségében

Az **éghajlatváltozással összefüggő egészséghatások komoly kockázati tényezőt jelenthetnek** az emberek egészségi állapota szempontjából, és emellett súlyos terheket rónak az egészségügyi ellátórendszerre a fokozódó igénybevétel miatt. Az éghajlatváltozás várható hatásaival – pl. levegőhőmérséklet-növekedés, csapadékmennyiség és -eloszlás változása, gyakoribb szélsőséges időjárási események – összefüggő egészségkockázatokra való **helyi szintű felkészülés** és az egyéni/ közösségi **klímaadaptáció elősegítése már most is kiemelt kihívást jelentenek** a szakpolitikai döntéshozatal számára. Ezek a problématerületek jövőben várhatóan még inkább meghatározóvá válnak. Az éghajlatváltozás egészséghatásai közvetlenül vagy közvetetten a társadalom minden tagjára hatnak: lényegében mindenki saját maga tapasztalhatja meg a következményeket, azonban egyes társadalmi csoportok különösen érzékenyebben reagálnak ezekre a hatásokra, így sérülékenyebbnak tekinthetők.

Az éghajlatváltozás várható egészséghatásaival és egészségügyi következményeivel kapcsolatos **felkészülés és alkalmazkodóképesség javítása kiemelt feladat Kazincbarcikán és térségében**. A humán-egészségügyi sérülékenység mérséklése érdekében a lehetséges beavatkozásokat ágazatközi együttműködésekre és partnerségi hálózatra épülő integrált szemlélettel célszerű megtervezni. A helyi szinten (járás, település) szükséges intézkedéseket és beavatkozásokat tartalmazó stratégiai fejlesztési dokumentumok – pl. Integrált Településfejlesztési Stratégia, Településfejlesztési Kon koncepció, Városi Egészségterv, Környezetvédelmi Program stb. – irányelveit érdemes összhangba hozni az éghajlatváltozás elleni küzdelem célkitűzéseivel. Mindezek mellett kiemelt feladat lehet a közeljövőben térségi alkalmazkodási stratégia kidolgozása, amelyben az éghajlatváltozás várható egészségkockázataival összefüggésben a felkészülés és az adaptáció feltételeinek javítását a releváns helyi szereplők – pl. önkormányzat, közintézmények, kis- és középvállalkozások, nagyvállalatok, civil szervezetek stb. – együttműködésében lehet megvalósítani. Kazincbarcika egyes városrészeiben eltérő módon jelenhetnek meg a humán-egészségügyi sérülékenység különböző formái, azaz a városon belüli területi különbségek relevánsak lehetnek a felkészülés és az adaptáció javításában.

A hőhullámok egészségkockázata az éghajlatváltozás várható hatásai között kiemelt helyen szerepelnek Kazincbarcikán és térségében az előzetes vizsgálatok és az interjútapasztalatok alapján.



A tanulmány az alábbi, emberi egészséggel összefüggő **beavatkozási irányokat** konkretizálja a későbbi klímastratégia kidolgozásához:

- **klíma-egészségügyi hálózat fejlesztése** és kiemelt figyelem fordítása az **egészségügyi ellátás** éghajlatváltozással összefüggő **szolgáltatásaira, kapacitásaira**;
- sérülékeny társadalmi csoportok helyzetének felmérése;
- a **helyi közszolgáltatások és közintézmények feladatainak és kompetenciáinak megtervezése, átszervezése**;
- **felvilágosítás, helyi szemléletformáló programok** szervezése, kiadványok készítése és a **helyi oktatási rendszer szorosabb bevonása** a tájékoztató, szemléletformáló folyamatokba;
- érdemes a települési és a járási szinten is a **hőségriadó-terv fokozatait az országos 25°C alatti hőmérsékletre kötni**, igazodva a helyi sajátosságokhoz;
- **közütemények, középületek energiahatékonyságának növelése** és környezettudatos technológiai megoldások alkalmazása;
- **munkarend időbeli eltolása, fokozott munkavédelem** és nyári időszakban a helyi egészségügyi kapacitások előre tervezése a hőhullámok idején.

Extrém csapadékeseményekkel összefüggő klímasérülékenység Kazincbarcikán és térségében

A klímaváltozás vízgazdálkodási hatásai jól dokumentált kutatási területnek számítanak: az alapadatok (csapadékmennyiség, vízjárás, vízmérleg, stb.) mérése hosszú évtizedek óta megvalósul, a jövőbeli tendenciák vizsgálatára is számos modell áll rendelkezésre. Magyarország medencejellegű fekvésének következtében alvízi ország. **Kazincbarcikán a Sajó folyó jelenléte folyamatos árvízi kockázatot jelent, azonban az elkövetkező évtizedekben a hangsúly várhatóan a villámárvizek és az extrém mértékű csapadékesemények hatására kialakuló belterületi elöntések kérdéskörére tevődik át.** Mindez nemcsak a várost, hanem más, a térségében elhelyezkedő, a Sajó folyó mellékpartokai mentén fekvő települést is érinteni fog, a térség a domb- és hegyvidéki jellegéből adódóan.

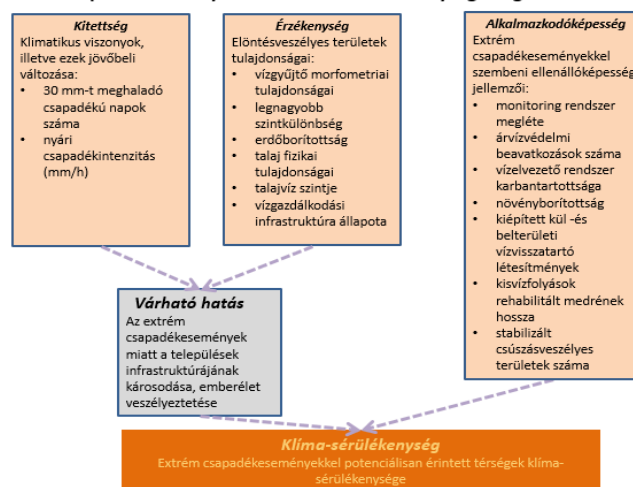
A helyben készített interjúk tapasztalatai alapján világossá vált, hogy a helyi szereplők gyakran összemossák a villámárvizek jelenségét az extrém csapadékesemények okozta belterületi elöntésekkel. A központi városban valójában az utóbbi dominál, míg a klasszikus villámárvizek inkább a környező településeken fordulnak elő. **A villámárvizek kapcsán több interjúalanyál is előkerül a probléma felismerése, de súlyát, jelentőségét sokszor csökkentik,** a jelenlegi válaszlépéseket elegendőnek tartják, hiányolható a jövőre való előre tekintés. A létező válaszlépések között pedig túlsúlyban vannak az utólag reagáló, a problémát tünetileg kezelő és nem az azt megelőző elképzelések, különböző (anyagi, szabályozási, tájékoztatási, szemléletbeli) okok miatt.

Az elmúlt évek vízkárainak áttekintése során egyértelművé vált, hogy (csak a 2010-es évtizedet vizsgálva is kijelenthetően) **Kazincbarcikán több olyan, jelentősebb csapadékeseményhez köthető időszakos belterületi elöntés alakult ki,** ami átmenetileg akadályozta bizonyos városrészekben a

szabad közlekedést, kisebb károkat is okozva. A vízkárok kialakulása településen belüli elhelyezkedésének vizsgálata egyértelműen kirajzolja, hogy Kazincbarcikán nem elsődlegesen a domborzati viszonyok és a növényborítottság mértéke határozta meg a haváriák kialakulását. A legfontosabb tényezők a csapadékvíz-elvezető rendszer kapacitása, annak aktuális állapota (átfolyók eltömődése, karbantartás hiánya), valamint a speciális helyi hidraulikai viszonyok kialakulása lehetnek. A térség kistelepülésein (amelyek közül több esetében is tapasztalhatók voltak villámárvíz jelenségek az elmúlt évtizedben), ahol a belterületeken jóval alacsonyabb a beépítettség mértéke, kisebb a jelentősége a csapadékvíz-elvezető rendszereknek, és jelentősebb villámárvíz-kiváltó tényezőként jelennek meg a NATÉR rendszerben is megismert domborzati, növényborítottsági paraméterek.

A villámárvizek által okozott időszakos belterületi elöntéseken túl az **egész térség közszolgáltatásainak biztonságát és az ipari termelés üzemmenetét is veszélyeztetik a rendkívüli csapadékesemények**. Mindez indokoltá tette az extrém csapadékeseményekkel összefüggő sérülékenység hatáslánc-vizsgálat elvégzését.

Extrém csapadékeseményekkel szembeni sérülékenység vizsgálat



A tanulmány az alábbi, extrém csapadékeseményekkel összefüggő, **térségi és helyi** (települési vagy üzemi) **szintű beavatkozási irányokat** javasolja a későbbi klímastratégia kidolgozásához.

Térségi beavatkozási irányok:

- **Ivóvíz-szolgáltatás biztonságának** növelése;
- **Vízügyi monitoringrendszer** létrehozása és üzemeltetése;
- **Kisvízfolyások mederrehabilitációja**;
- **Lefolyásllassító beavatkozások** kisvízfolyásokon;
- **Árvízi biztonság** növelése;
- **Erdészeti területek vízháztartásának javítása**.

Lokális-, városi- és üzemi szintű beavatkozási irányok:

- **Integrált Települési Vízgazdálkodási Tervek** elkészítése;
- **Belterületi csapadékvíz-visszatartás és -hasznosítás**;
- **Terepi lefolyási modellek** készítése;
- **Ingatlanon belül történő csapadékvíz-visszatartás és -hasznosítás**;
- **Zöldfelületi elemek integrálása** a csapadékvíz-gazdálkodásba;
- **Beszivárgást elősegítő burkolatok** alkalmazása;
- **Bányavíz hasznosítási lehetőségének** vizsgálata;

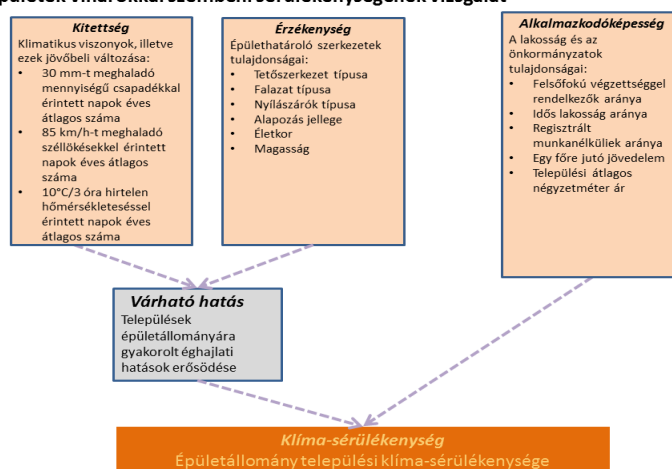
- **Ipari- és technológiai vízigények csökkentése**, ipari telephelyek vízgazdálkodásának fejlesztése.

Településfejlesztéssel és -üzemeltetéssel összefüggő klímasérülékenység Kazincbarcikán és térségében

A települések sajátos entitások: gyakorlatilag a társadalom, az általa működtetett gazdaság és az ezek fizikai kereteit adó épített és természetes környezet fizikai koncentrációját jelentik a földrajzi térben. Abban a földrajzi térben, ahol maga a klímaváltozás is hat, és amelynek hatásaira és következményeire helyben, települési szinten kell megtalálni a megfelelő válaszlépéseket. A lakó- és középületeket, közmű- és közlekedési infrastruktúra elemeket érő időjárási hatások; a különböző létesítményeket (hulladéklerakók, zagytározók, meddőhányók) érintő víz- és szélkárok; a helyi lakosságot sújtó nyári hőhullámok; a település turizmusát érő klímahatások és ezek forgalomra, kínálatra vonatkozó következményei; a gazdasági szervezeteket, üzemeket érő időjárási eredetű káresemények; a szélsőséges csapadékmintázatok kettőssége (az aszály-periódusok városi zöld és kék infrastruktúrát sújtó időszakaitól kezdve egészen az extrém csapadékhullás eredményezte ár-, villámár- és belvízhelyzetekig, belterületi elöntésekig) számos ponton érintik a települési fizikai állományokat, a lakosságot, és a gazdasági szektorokat, **komplex megközelítést igényelve**.

A várost és térségét leginkább érintő, települési vonatkozású klímasérülékenységi tematikák a *települési épületállományt, közmű- és közlekedési infrastruktúra elemeket érintő viharkárok; a települési zöldfelületek klímasérülékenysége; a villámárvíz- és csapadékvíz elöntések általi veszélyeztetettség; az aszályok és hőhullámok okozta különböző emberi egészséghatások növekvő gyakorisága; valamint kisebb mértékben a helyi turizmus és szabadidő-gazdaság (pl. szabadtéri rendezvényszervezés) klímakitettsége*. A település önkormányzatok a felsorolt ügyek kapcsán alapvetően jól informáltak, lehetőségek szerint válaszlépésben is gondolkodnak.

Épületek viharokkal szembeni sérülékenységének vizsgálat



Legegységesebb a viharkárokkal szembeni települési sérülékenység megítélése. Az interjúalanyok nagy többsége szerint a probléma jelen van a térségben és fokozódott is az elmúlt évtizedekben. Külön kiemelik a **szélviharak, a hirtelen fellépő extrém esőzések, a villámcsapások és a jégverés okozta káreseményeket**. Teljes az egyetértés abban is: a kihívásra reagáló és felkészülési beavatkozások nélkül a jövőben a (klímaprojekciók szerint várhatóan még intenzívebbé és gyakoribbá váló) viharesemények jelentős anyagi károkat okozhatnak az épületekben, akár emberéleteket is veszélyeztetve, így a tematika vizsgálata és kezelése kiemelt beavatkozási terület kell legyen a várost, az üzemet és térségüket érintő klímastratégiában. A kihívás helyben kiemelt jellege is indokolta az épületek viharokkal szembeni sérülékenységének hatáslánc-vizsgálattal alátámasztott elvégzését.

A kutatás az alábbi településfejlesztéssel és -üzemeltetéssel összefüggő **beavatkozási irányokat** javasolja a későbbi klímastratégia kidolgozásához:

- viharokkal szemben **leginkább sérülékeny települési épületállomány felmérése és rehabilitációja**;
- **klímaalkalmazkodási szempontok beépítése a településfejlesztési és településrendezési tervekbe**; helyi **építési** és területhasználati **előírásokba**;
- **települési/járási szintű**, alkalmazkodási hangsúlyú **klímastratégiák kidolgozása**, a bennük foglalt **intézkedések következetes megvalósítása**;
- infrastrukturális elemek fejlesztésekor, megújításakor fontos az **időjárásnak ellenállóbb megoldások alkalmazása/előnyben részesítése**, a közösségi közlekedési hálózat felkészítése a várható hatásokra;
- **felszínmozgásokra érzékeny területek felmérése**;
- a települési **csapadékvíz-gazdálkodási rendszerek klímabiztos ki-, vagy átalakítása** és ennek során a vízviszatartó, természetközeli megoldások preferálása;
- a **zöldfelületek tervszerű** és városrész-specifikus **bővítése és minőségi fejlesztése**;
- az alkalmazkodó **szabadidő-gazdasági és turisztikai válaszlépések** ösztönzése;
- és az önkormányzati és oktatási intézményi **szemléletformálási programok** támogatása.

Összességében megállapíthatjuk, hogy Kazincbarcikán és térségében a településeket és a nagyvállalatot érintő három legmarkánsabb klímásérülékenységi tematika 1) az emberi egészséget és az egészségügyi-ellátórendszert megterhelő **hőhullámos időszakok növekvő száma és hossza**, 2) az **extrém csapadékeseményekből fakadó belterületi elöntések problematikájának fokozódása**, valamint 3) a **települési és üzemi épületállományt és infrastruktúra hálózatokat egyre gyakrabban és jelentősebben veszélyeztető viharok kérdésköre**. A 2022 folyamán kidolgozandó klímastratégiában ezekre **kulcsterületként** kell tekinteni, e kihívásokra megfelelő válaszlépéseket, célkitűzéseket és beavatkozásokat, intézkedéseket kidolgozva, hiszen a helyben élő/dolgozó lakosság és az itt működő gazdasági szervezetek számára ezek jelentik a klímaváltozással kapcsolatos leg súlyosabb alkalmazkodási kihívásokat.

1. BEVEZETÉS

Az éghajlatváltozásnak a világ különböző pontjain eltérő hatásai lesznek. A szárazföldek belső területein intenzívebb melegedés tapasztalható, és az eddigi megfigyelések alapján a Kárpát-medence az átlagosnál jobban melegedő régiókhoz sorolható. Az országos átlaghőmérséklet múlt század eleje óta tapasztalt 1,23°C-os mértékű emelkedése jelentősen meghaladja a globális változás becsült mértékét 1901 és 2018 évek közötti időszakot tekintve. A csapadék éven belüli eloszlása megváltozott. Kevesebb napon hullik csapadék, nőtt az aszályhajlam. Az extrém csapadékesemények száma is emelkedett, hiszen a csapadék egyre inkább rövid ideig tartó, intenzív záporok, zivatarok formájában éri el a felszínt.

A XXI. században a hőmérséklet további emelkedésére kell számítani hazánkban: a pesszimista forgatókönyvek alapján akár 3,5-4,5°C fokkal is emelkedhet az átlaghőmérséklet az évszázad végére. A jövőben gyakrabban fordulnak elő extrém meleg napok és időszakok, míg a fagyos napok gyakorisága egyértelműen csökken. Nem csupán a tartós hóhullámok száma, de azok átlagos hossza és intenzitása is jelentősen nő.

A különböző éghajlati paraméterek várható változásának országos értékei mögött eltérő területi értékek és tendenciák állhatnak.

Kazincbarcika és közvetlen környezete sajátos földrajzi adottságokkal rendelkezik, a legfontosabb jellemzők az alábbiak (részletesebb tájékoztatást a sérülékenységvizsgálat helyzetelemző munkarésze ad).

A Sajó-völgyben elhelyezkedő Kazincbarcika település éghajlatát tekintve a mérsékelt hűvös-mérsékelt száraz kontinentális éghajlati kategóriába sorolható. Földrajzi elhelyezkedéséből adódóan az ország hűvösebb vidékei közé tartozik, az éves középhőmérséklet 9-10°C, a téli hónapok átlaghőmérséklete -1 és -2°C; a nyári hónapoké +18 és +19°C között alakul. A csapadékösszeg éves átlaga 550-600 mm, télen átlagosan 75-100 mm, nyáron 200-225 mm csapadék hullik, míg tavasszal és ősszel 125-150 mm.

Kazincbarcika a Bükk hegységtől északra elterülő dombvidéken épült a Tardona-patak és a Sajó találkozásánál, a Bükk és az Aggteleki-karszt közé zárt medence közepén (Dövényi et al., 2010). A medence helyzetből adódóan jellemzőek lehetnek a szélsőségek az időjárás alakulásában, például nagyobb napi hőingás vagy a környező hegyvidékekhez képest kevesebb csapadék, növelve a szárazságot, de a reliefviszonyok miatt a villámárvizek kialakulása is potenciális veszélyforrás a térségben.

Kazincbarcika legjelentősebb vízfolyása a Sajó folyó, valamint mellékpatakja, a Tardona. Bár a város egésze a Sajó vízgyűjtő területéhez tartozik, a település számára fontos telepítő tényező volt a Sajó síkjához nyugatról kapcsolódó Tardona-patak völgye is (Kazincbarcika Örökségvédelmi hatástanulmánya, 2015). A szélsőségesse váló csapadékmintázatok és a geomorfológiai viszonyok miatt a villámárvizek gyakorisága a közeljövőben vélhetően tovább növekszik majd. A folyóvölgy talajvízben kifejezetten gazdag, átlagosan 2-4 m közötti mélységben helyezkedik el a vízréteg, ennek következtében a belvíz rendszeresen jelentkező probléma a kistáj egyes részein.

A sajátos földrajzi adottságok és a térségre jellemző társadalmi- és gazdasági jellemzők figyelembevételével lehetséges elvégezni az éghajlatváltozással kapcsolatos

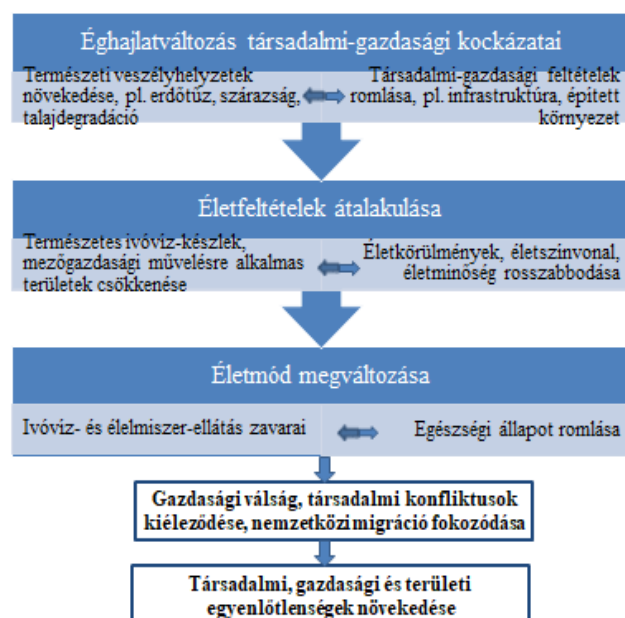
sérülékenységvizsgálatokat. A sérülékenység egyes gazdasági ágazatokat – pl. mezőgazdaság, erdészet, élelmiszeripar, turizmus, egészségügy, közlekedés, energiaszektor, kritikus infrastruktúra működtetése – nagyobb mértékben érinthet, de a gazdasági értelemben elmaradott, hátrányos helyzetű földrajzi térségek szintén fokozott sérülékenységgel nézhetnek szembe.

A klimatikus hatások okozta sérülékenység jelentős társadalmi-gazdasági kockázatot rejt magában, amely felerősítheti a társadalmi-gazdasági egyenlőtlenségeket, és ezzel a területi egyenlőtlenségek fokozódásához járulhat hozzá. A társadalom és a gazdaság természeti veszélyhelyzeteknek való kitettsége komplex módon eredményez sérülékenységet. A társadalom és a gazdaság klimatikus sérülékenysége különböző kölcsönhatások révén azonosítható, amelyek végső soron hatással vannak az életfeltételek átalakulására; azaz a sérülékenység társadalmi-gazdasági szempontból rendkívül összetett, soktényezős jelenség.

Jelen tanulmány Kazincbarcika és közvetlen térsége területi fókusszal vizsgálja három kiemelt szakterület sérülékenységét, az emberi egészség, a vízgazdálkodás és a településügy tekintetében.

2. AZ EMBERI EGÉSZSÉGET ÉRINTŐ ÉGHAJLATI SÉRÜLÉKENYSÉG

Az éghajlatváltozással összefüggő egészséghatások komoly kockázatot jelenthetnek az emberek egészségi állapotára, és emellett súlyos terheket rónak az egészségügyi ellátórendszerre a fokozódó igénybevétel kapcsán. Az éghajlatváltozás várható hatásaival – pl. levegőhőmérséklet-növekedés, csapadékmennyiség és -eloszlás változása, gyakoribb szélsőséges időjárási események – összefüggésben számos **egészségkockázat létezik. Az ezekre való helyi szintű felkészülés és az egyéni, illetve közösségi klímaadaptáció elősegítése** már most is jelentős kihívást jelentenek a szakpolitikai döntéshozatal számára. Ezek a kihívások a jövőben még inkább meghatározóvá fognak válni helyi szinten. **Az éghajlatváltozás egészséghatásai közvetlenül vagy közvetetten hatnak a társadalom minden tagjára.** Lényegében mindenki saját maga tapasztalhatja meg a következményeket, azonban egyes társadalmi csoportok **érzékenyebben** reagálnak ezekre, **sérülékenyebbek** tekinthetők. **Az egészség társadalmi meghatározottsága** pedig determinálja a klímaváltozásból eredő, ágazatközi hatások érvényesülését az egészségi állapot alakulásában.



1. ábra: A társadalmi-gazdasági sérülékenység klimatikus változásokkal összefüggő hálózata (vulnerability web). Forrás: Malcomb et al. 2014 és Kulcsár – Székely 2014 alapján saját szerkesztés.

Az éghajlatváltozás egészségi és egészségügyi következményeinek kutatása az utóbbi évtizedekben folyamatosan felértékelődött. **A humán-egészségügyi sérülékenység feltárása komplex szemléletet követel meg,** a multidimenzionális vizsgálatokban nagy hangsúlyt kap a megfelelő **területi lépték** kiválasztása, amely a globálistól az országos és regionális szinten keresztül a lokálisig (járás, település településrész) terjedhet.

Az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testülete, az **IPCC 1990 óta rendszeresen és egyre részletesebben foglalkozik az egészségkockázatokkal,** és 1999-ben prioritásként is megjelölte az éghajlatváltozás egészséghatásainak tudományos vizsgálatát. A **4. IPCC Jelentés** a várható éghajlatváltozással az emberi egészséget érintő fő kockázatokot is megnevezte globális szinten, pl. az *alultápláltság, a hőhullámok, az árvizek, a viharok, a*

tűzesetek és az aszályok miatt megnövekedett halandóság, betegségek és sérülések (IPCC 4. Jelentés 2007). A 2014. évi **5. IPCC Jelentés**ben a nemzetközi ajánlások alapján fő célként jelent meg a várható egészségi és egészségügyi következményekkel kapcsolatos lokális humán adaptáció elősegítése (IPCC 5. Jelentés 2014). A 2021. évi **6. IPCC Jelentés** pedig kiemelte, hogy a felmelegedéssel a szélsőségesen forró időjárási események egyre gyakrabban fogják meghaladni az egészségi tűrőképesség felső határát (IPCC 6. Jelentés 2021).

Az ENSZ Egészségügyi Világszervezete (WHO) **2018. évi „Egészség és éghajlatváltozás” c. jelentésében** felhívta a figyelmet 21. század fő kihívására, egyúttal kijelentette, hogy a megoldás hiánya **növekvő kockázattal jár az emberi életre és egészségre** (WHO 2018).

Az Európai Unió 2003-ban fogadta el az **európai környezeti és egészségügyi stratégiát**, amelynek célja volt az EU-n belül a környezeti tényezők okozta megbetegedések csökkentése, az új egészségügyi kockázatok felismerése és megelőzése, valamint a kapcsolódó uniós szakpolitikai kapacitások erősítése. Itt jelent meg először a környezet és az egészség integrált megközelítése, amely szerint **minden szakpolitikában érvényre kell juttatni az egészségügyi szempontokat** is (COM 2003).

Magyarországon 2000-től első ízben a **Nemzeti Környezet-egészségügyi Akcióprogram (NEKAP)** foglalkozott az éghajlatváltozás és az egészség összefüggéseivel. Kezdetben az UV-B sugárzás egészséghatásainak elemzése volt a központi kutatási téma, majd a hőhullámok hazai egészségkockázatainak felmérése (Páldy et al. 2004a, 2004b) és előrejelzése (pl. Király 2015) került a hazai vizsgálatok fókuszába. A 2000-es évek közepén a hazai tudományos kutatásban adaptálták az **éghajlati sérülékenységvizsgálat módszertanát**, amely lehetőséget teremtett a hőhullámok egészségkockázatainak értékelésére is (Pálvölgyi 2008; Pálvölgyi et al. 2011). A 2018–2030 közötti időszakra szóló **második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-2)** részeként a Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia az emberi egészséget érintő és népegészségügyi kérdéseket is tárgyal, cselekvési irányokat és feladatokat határoz meg. A **Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR)** kidolgozására és továbbfejlesztésére irányuló kutatási projekteken is kiemelt szerepet kapott az éghajlatváltozás egészségkockázataival kapcsolatos sérülékenység megismerése (Pl. Czirfusz et al. szerk. 2015, KRITÉR 2015, Uzzoli et al. 2018). A WHO ajánlásainak, jelentéseinek figyelembevételével készült el a kifejezetten Magyarország helyzetével foglalkozó az **„Éghajlatváltozás és egészség” c. jelentés 2020-ban**, amely összegezte a témában releváns nemzetközi és hazai tudományos eredményeket a döntéshozók és az egészségügyben dolgozó szakemberek számára, valamint az érdeklődő szakemberek tájékoztatására (Ferencz et al. szerk. 2020).

A **Kazincbarcikát és térségét érintő sérülékenységvizsgálat jelen fejezetének fő célja az éghajlatváltozás várható egészséghatásainak és egészségügyi következményeinek bemutatása a város és térsége példáján keresztül, különös tekintettel a hőhullámok szerepére.** Három alfejezet tárgyalja a humán-egészségügyi sérülékenység hazai jellemzőit és összefüggéseit helyi szinten (Kazincbarcika város és Kazincbarcikai járás). Az **éghajlatváltozás egészségkockázataival foglalkozó rész** az éghajlatváltozás és az egészség összefüggés-rendszerét, valamint a közvetlen és közvetett egészséghatásokat értelmezi a várható egészségügyi kockázatok tükrében. A **hőhullámok egészséghatásaival kapcsolatos helyi sérülékenység vizsgálatára épülő rész** lényegében egy hatáslánc-elemzést tartalmaz.

Összegzésként a **szakpolitikai és a helyi döntéshozatalt támogató javaslatok** megfogalmazása történik meg az alkalmazkodóképesség javítása érdekében.

2.1. Az éghajlatváltozás egészségkockázatai

A globális klímaváltozás, a változó éghajlati és időjárási viszonyok, a világméretű felmelegedés egyaránt hatással vannak az általános egészségi állapotra, a megbetegedési és halálozási viszonyokra, az egészségügyi ellátórendszer igénybevételére (2. ábra). Ezek a klimatikus hatások általánosságban közvetlenül és közvetetten is különböző veszélyhelyzeti következményekkel járnak együtt, amelyekre az egyes gazdasági szektorok és társadalmi csoportok eltérő érzékenységgel reagálnak. **Az árvizek, a hóhullámok, az aszályok, a viharok stb. végső soron komoly problémákat okozhatnak például a mezőgazdasági termelésben, ami akár az élelmiszerellátás zavaraihoz is vezethet, és ez gazdasági és társadalmi válság kialakulását eredményezheti.** A fejlettség földrajzi különbségeiből fakadhat, hogy a természeti és társadalmi-gazdasági veszélyhelyzetek fokozódása miatt tömeges népességmozgások indulnak meg az egyes térségek között (klímamenekültek).



2. ábra: Az éghajlatváltozás várható hatásai a Kárpát-medencében. Forrás: <https://www.who.int> alapján saját szerkesztés.

Mindezek összefüggésében, kölcsönhatásaiban az **éghajlatváltozás egészségre gyakorolt hatásait** három nagy csoportba lehet sorolni (pl. Anda et al. 2011, Kohut 2012, IPCC alapján Pongrácz – Bartholy szerk. 2013):

1. **Direkt hatások** azok, amelyeket közvetlenül a szélsőséges időjárási helyzetek idéznek elő, mint például a hóhullámok miatti rosszullét;
2. **Indirekt hatások** azok, amikor a környezeti rendszerek változnak meg az időjárás hatására, amely így közvetetten – vektorok útján – befolyásolja a humán egészséget. Ilyenek például az aeroallergének által okozott légúti betegségek;
3. Külön csoportba sorolhatók azok az **egészségi következmények, amelyek az éghajlatváltozásból következő katasztrófahelyzetek után alakulnak ki**, és például a kritikus infrastruktúra – ivóvíz-ellátás – megrongálódása vagy a rossz higiénés feltételek miatti járványok révén veszélyeztetik a lakosság egészségi állapotát.

Vannak kedvező hatások is: például az **enyhébb telek csökkenthetik a fagyhalál kockázatát** az eredetileg hidegebb éghajlatú területeken. Ugyanakkor az enyhébb telek együtt járhatnak a bizonytalan halmazállapotú csapadékkal – pl. ónos eső -, ami pedig növelheti a **közúti balesetek** kockázatát. Szintén az enyhébb telek miatt korábban kell számítani a kullancsinvázióra, amely a **Lyme-kór** mellett az encephalitis – **agyvelőgyulladás** – terjedésének növekvő kockázatát rejt magában. A globális klímaváltozás következtében egyes **fertőző megbetegedések** – főként a **malária** és a **trópusi láz** – egyre nagyobb földrajzi területeken jelentenek majd veszélyt. A hőhullámok gyakoriságának növekedése, főként a nagyvárosokban, a **keringési rendszeri betegségeket** súlyosbítja és **többlethalálozáshoz** vezethet (Trájer et al. 2020). Ráadásul a hatások felerősödését okozhatja a városokban a növekvő levegőszennyezettség (szmoghelyzet kialakulása), amely különösen a **légzőrendszeri betegségekre** (pl. allergia, krónikus obstruktív tüdőbetegség) van hatással (Kishonti et al. 2007). Nyári időszakban a fokozódó UV-B-sugárzás növeli a **szem-** (pl. zöld hályog) és **bőrbetegségeket** (pl. melanóma) kockázatát, és általában mindenkinél **fényérzékenységet** okozhat (Páldy et al. 2004a, 2004b). Az árvizek, villámárvizek, és természeti veszélyhelyzetek okozta katasztrófahelyzetek után többszörösére nő a fertőző betegségek – pl. **hastífusz** – elterjedésének kockázata, amely akár nagyobb területet érintő járvány (endémia) kialakulásához is vezethet. Az árvíz, villámárvíz vagy belvíz által elöntött területeken a szúnyogok elszaporodása hozzájárulhat a **fertőzések továbbterjesztéséhez** is, és általában a közérzet romlását okozzák a szúnyoginváziók. A hirtelen kialakuló és az év minden részében gyakoribbá váló viharok, szélviharok a **sérülések** valószínűségét emelik (Pálvölgyi et al. 2011), amelyek nagyon rövid időn belül az egészségügyi ellátórendszer nagyarányú igénybevételét és leterheltségét eredményezhetik. Az aszályos időszak növekedése hosszú távon a mezőgazdasági művelés, és így az élelmiszertermelés beszűküléséhez vezethet, ami akár **alultápláltsággal** és végső soron az **egészségi állapot rosszabbodásával** járhat. A nyári szárazság eluralkodása veszélyezteti a vízutánpótlást és az ivóvíz-ellátást.

Összességében tehát több kedvezőtlen egészséghatásra kell felkészülni az éghajlatváltozás kapcsán, amelyek kialakulása és elmélyülése nagymértékben függenek a helyi környezeti és társadalmi-gazdasági adottságoktól, az éghajlati sérülékenység területi különbségeitől. Az összefüggések azonosításakor hangsúlyozni kell, hogy az éghajlatváltozás várható egészségkockázatait hatással vannak az egészségügyi rendszerek emelkedő mértékű és gyakoribb igénybevételére, az egyes ellátási szinteken (alap- és szakellátás) időben és térben eltérő módon eredményezve a **betegforgalom növekedését és az egészségügyi kapacitások leterheltségét.**

Az éghajlatváltozás várható hatásai tehát különböző módon és intenzitással jelentkeznek az egyes földrajzi területeken, így a továbbiakban csak a Kárpát-medencében és Magyarország területén jellemző hatásokra és következményekre fókuszálunk. Ennek megfelelően a Kárpát-medencében – és így Magyarországon is – a következő várható klimatikus hatásokat vesszük figyelembe az egészségkockázatok értelmezésekor:

- **Levegőhőmérséklet változékonyságának növekedése;**
- **Csapadék mennyiségének és időbeli eloszlásának változása;**
- **Szélsőséges időjárási események gyakoribbá válása.**

2.1.1. Kazincbarcika és térsége egészségkockázatokkal kapcsolatos jellemzői

A Kárpát-medencében és Magyarországon, illetve **Kazincbarcika és térségében az éghajlatváltozás várható regionális hatásai** a következőképpen azonosíthatók (pl. Bartholy et al. 2010):

- **Átlaghőmérséklet emelkedése:** hőhullámok számának, gyakoriságának és hosszának növekedése, hőingadozás;
- **Szélsőségesse váló csapadékviszonyok:** árvizek és villámárvizek, belvizek előfordulásának, szárazságok-aszályok, erdőtüzek gyakoriságának növekménye.
- **Szélsőséges időjárási események gyakoribbá válása:** szélsőséges viharok, szélviharok.

Mindezek mellett az interjútapasztalatok felhívták a figyelmet arra is, hogy a **talajdegradáció, az erdőtüzek, a természetes élőhelyek csökkenése**, és maga a **turizmus** is közvetlenül és közvetve is az éghajlatváltozás hatásainak felerősödéséhez, illetve következményeinek elmélyüléséhez vezethetnek (Kiss – Sütő 2021).

*A helyi szereplőkkel készült interjúk eredményei megerősítették azt az előzetes feltételezést, hogy **Kazincbarcikán és a Kazincbarcikai járás településein az éghajlatváltozással összefüggésben leginkább a hőhullámok egészségkockázatai jelennek meg kihívásként, megoldandó problémaként.** A hőhullámok szerepének hangsúlyos térségi értékelése miatt az általa okozott egészséghatások részletesebb elemzésére kerül sor egy hatáslánc-vizsgálat formájában a következő alfejezetben.*

Az éghajlatváltozással kapcsolatban **várható hatások egészségkockázatai, illetve azok szerepének megítélése területileg eltérő módon jelentkezik** a vizsgált térségben (1. táblázat). Például a hőhullámok egészséghatásainak értékelése Kazincbarcikán belül is változik az egyes városrészek szerint: azokon a helyeken, ahol a **városi hősziget-hatás** erőteljesen érvényesül – **belváros, lakótelep** –, ott a hőhullámokkal kapcsolatos sérülékenység magasabb szintje azonosítható. Ez az oka annak, hogy az interjúválaszok feldolgozásában külön szempontként jelenik meg a területi bontás, amelyet elsősorban városrészenként, Kazincbarcikára vonatkozóan, illetve **város – vidék (járásközpont és járás települései)** megoszlásban lehet vizsgálni. Érdeemes kitérni arra az interjútapasztalatok elemzése során, hogy az egyes egészségkockázatok szerepének helyi értékelése hogyan változik, miként különbözik a vizsgált területek függvényében.

Az interjúalanyok által érzékelt klímahatások feldolgozása a sérülékenység komponensei, vagyis a kitettség, érzékenység, alkalmazkodóképesség alapján történt. Ez lehetőséget ad arra, hogy külön-külön értékeljük a várható hatások helyi megjelenését (kitettség), a leginkább érintett területeket és társadalmi csoportokat (érzékenység), valamint az egyéni és közösségi válaszokat (alkalmazkodóképesség). Mindezek mellett a meglévő jó gyakorlatok bemutatása is szerepel az összesítésben (1. táblázat). Az interjúválaszok szintézisében szintén külön szempontként jelent meg a megkérdezett közintézmények és munkaadók érintettségének és lehetőségeinek feltárása.

Az interjúalanyok többsége szerint a klímahatások közül a kazincbarcikai térségben a legjelentősebbek az aszály, a hőhullámok emberi egészségre gyakorolt hatása, a villámárvizek és belterületi csapadékvíz-elöntések (belvizek), illetve a viharkárok. Ezek közül az **aszály és a hőhullámok** egészséghatásainak kiváltó okai hasonlóak, így gyakran egyszerre

említették őket a megkérdezettek. Szintén a hóhullámok kapcsán emlegették a **hőingadozásokat** is. Az *interjúválaszokból közvetetten következtetni lehet a légköri hatások egészségkockázataira*, ezért azok elemzése is részét képezi a jelen összesítésnek. Ennek kapcsán megjegyzendő, hogy ugyan az interjúválaszokban háttérben maradt a térségre általánosan jellemző levegőszennyezettség megítélése, mégis annak releváns szerepe miatt a várható egészséghatásainak értékelése megtörtént.

A hóhullámok egészséghatásaival kapcsolatban a helyi lakosság egyre inkább felkészültnek tűnik, mert a hóhullámok idején már kevesebb mentőhívás érkezik rosszulétes esetekhez. **A helyi egészségügy alkalmazkodását támogatja, hogy a kazincbarcikai kórház rendelkezik hőségriadó tervvel.** A sérülékenyebb társadalmi csoportok (gyerekek, idősek, hátrányos helyzetűek, szabadban dolgozók) hóhullámokkal szembeni érzékenységének csökkentésében segíthetnek a helyi közintézmények (pl. óvodák, szociális szolgáltatók) és a nagyobb munkaadók (pl. BorsodChem).

Az **aszályok egyre gyakoribbak a térségben**, a mezőgazdasági és a háztáji termelést érintve leginkább, bár az agrárium nem jelentős ágazat a járásban. Az aszályok következményeként jellemzően az öntözési többletigényt és a kutak vízszintcsökkenését említik az interjúalanyok, amelyek hosszú távon termés kiesést és az ivóvíz-ellátás zavarait eredményezhetik a térségben. **Gyakori panasz, hogy az aszályal együtt szoktak jelentkezni a napokon át tartó hóhullámok**, amelyek különösen megviselik a lakosságot, még a kisebb falvakban, de Kazincbarcika egyes sűrűbben beépített településrészein (Újkazinc, Belváros) is. *Az aszályok végső soron a mezőgazdasági és élelmiszertermelés feltételeinek beszűkülését hozhatják a jövőben, közvetlenül is hatva az emberek életszínvonalára – és az agrártermelésből élők számára – és az életkörülményekre – a romló ellátási láncokon keresztül –, amelyek együttesen veszélyeztetik a lakosság egészségi állapotát (táplálkozási szokások átalakulása).*

A **szélsőséges csapadékmennyiség-ingadozás** erős területi különbségeket mutat. Elsősorban a domborzati viszonyok tükrében jelentkezik helyi problémaként a villámárvíz és a belvíz, illetve a Sajó mentén az árvíz. A hatásaikkal szembeni válaszokat nagymértékben befolyásolják az egyéni és közösségi védekezés lehetőségei. **Kiemelten fontos helyi szinten a szemléletformálás:** az ÉRV Zrt. vagy a járási katasztrófavédelmi hatóság például szerepet vállalnak ebben (felvilágosítás az éghajlatváltozásról, tudatos vízhasználatról). A belvizek, árvizek, villámárvizek veszélyt jelentenek a pangó vízfelületek kialakulására, egyes **rovarok elszaporodását** okozva, ami pedig közvetítő vektor lehet egyes fertőző betegségek terjesztésében. Az interjúvéleményekben egyébként is markáns problémaként jelent meg a **betegségterjesztő rovarok** jelenléte a térségben, amely az emberekre és a haszonállatokra egyaránt veszélyes.

A **viharok** mind a városban, mind a térségben, mind pedig a BorsodChem területén számos problémát okoznak. Míg Kazincbarcika városi területein az extrém csapadék, a nagy szél és a jégverések következtében létrejövő épületkárok, fakidőlések és vezetékszakadások jellemzőek inkább, addig a BorsodChem területén a szellőkések mellett a villámcsapások szoktak gondot okozni. Mindegyik időjárási esemény esetében megnő a **sérülések, balesetek kockázata, a mentőellátásra és a sürgősségi ellátásra róva terheket**. Míg az egyéni védekezés lehetőségei az anyagi helyzettől függenek, addig a közösségi védekezés leginkább önkormányzati kompetencia; a leginkább érintett foglalkoztatók pedig szintén saját hatáskörben tudnak felkészülni a lehetséges kockázatokra a térségben.

Az 1. táblázat összegzi a települési interjúkon az alanyok által azonosított klímahatásokat, érzékenységi tényezőket, létező válaszlépés-típusokat és a helyiek által jó gyakorlatoknak tartott megoldásokat¹.

Az elkészített interjúk felhívták a figyelmet az antropogén eredetű erdőtüzek (pl. gyepégetés, külterületi égetés) problematikájára is, amelyek belterületeket nem érintenek, inkább a településhatárban, külterületeken és az üdülőterületeken jellemzőek. Az erdőtüzek kockázata különösen a nyári aszályos időszakban növekszik meg. Közvetve hat az emberi egészségre: a légkörbe kerülő szennyezőanyagok a légzőrendszeri betegségek előfordulási arányát növelheti meg. Ráadásul a térségben az ipari tevékenységből fakadóan a levegőszennyezés magasabb szintje tapasztalható, amely bizonyos időjárási helyzetekben (szmog, köd, nyári napsugárzás) tovább növelheti a levegőben lévő szennyező anyagok koncentrációját. Tulajdonképpen a felsorolt légköri hatások (levegőszennyezés, szmog, UV-sugárzás) – összefüggésben az éghajlatváltozással – a humán-egészségügyi sérülékenység tipikus formái, amik ugyan jelen vannak a térségben, azonban markánsan nem jelentek meg az interjúválaszok között. A helyi egészségügy fontosabb szereplőivel készült interjúk már tartalmazzák a probléma jelenlétét Kazincbarcikán és térségében, megnevezve, hogy a levegőszennyezés miatt itt magasabb a légzőszervi betegségek előfordulási gyakorisága. Feltételezésünk, hogy a többi interjúban azért nem jelentkezett kihívásként a légköri hatások szerepe a helyi sérülékenység értelmezésében, mert az itt élők évtizedek óta hozzászóltak a helyi viszonyokhoz, ezért fel sem merül bennük, hogy a rossz levegőminőség közvetve felerősítheti az éghajlatváltozás hatásait, növelve az egészségkockázatokat. Célszerű helyi konfliktusként definiálni azt, hogy a térség országos átlaghoz képesti rosszabb levegőminősége nem éri el a helyi népesség ingerküszöbét, miközben annak közvetlen veszélyei – több tüdőbeteg – egyértelműen hatással vannak az egészségi állapotra. Azonban a környezeti hatások mellett az életmódbeli tényezőknek is szerepe van a légzőrendszeri betegségekben, így például a dohányzás szintén hozzájárulhat a térségben gyakori tüdő- és egyéb légzőszervi betegségek magasabb arányához.

Végezetül az interjútapasztalatok alapján meg kell említeni, hogy a természetes élőhelyek csökkenése, valamint a turizmus is megjelentek a vélemények között a helyi sérülékenység feltárásakor. Mindkettő várható hatás esetében megjegyezhető, hogy közvetett szerepük van az egészségi állapot esetleges rosszabbodásában, például az életkörülmények átalakulása vagy az életminőség romlása kapcsán.

¹ Felmerülhet ezekkel kapcsolatban, hogy pl. az öntözés nem feltétlenül fenntartható válasz az éghajlatváltozásra, bizonyos tekintetben éppen növeli a sérülékenységet. Az öntözés akkor indokolt, amennyiben a vízkészlet oldalán is történik beavatkozás. Hosszú távon célszerű lenne, ha a mezőgazdaság „eltűrné” az időszaki vízborítást, teret biztosítva a vízbő időszakokban a víznek. Ha ez megtörténik, akkor lesz is miből öntözni. A vízelvezetést szorgalmazó intézkedések bizonyos tekintetben elavultak, esetenként növelik a sérülékenységet a lefolyás gyorsításával. A vízelvezető rendszerek többfunkciósá (vízmeztartásra is) való átalakítása; a csatornák átalakítása vízmeztartásra; vízmeztartás a felső vízgyűjtőkön stb. lehetnek jó megoldások.

Várható hatások	Várható egészséghatások sérülékenységi szerinti helyi értékelése az interjútagasztalatok alapján			
	Kitérttség	Érzékenység	Alkalmazkodóképesség	Jó gyakorlat
Hőhullámok	- Hőhullámok és aszály hatása gyakran együtt jelentkezik a térségben. - Városi hősziget-hatás lakótelepen, belvárosban felerősíti a hőhullámok hatását. - Hőhullámok száma, gyakorisága, hossza főleg a városban nőtt. - Trópusi éjszakák is gyakoriak Kazincbarcikán. - Hőingadozás általános probléma a térségben.	- Főleg gyermekek, idősek, szabadban dolgozók érzékenyek a hatásokra. - Előregedés általános jelenség a térségben. - Hátrányos helyzetben lévők szintén érzékenyek a hatásokra (Herbolya szegregátumban). - Egyes foglalkoztatók (BorsodChem) érzékenyebben reagálnak, mert sok munkavállaló szabadban dolgozik.	- Önkormányzatok anyagi helyzetétől is függ a közösségi védekezés (kistelepülések hátrányai). - Vízosztás, párapap alkalmazása. - Szociális hátrányok rontják az egyéni védekezés lehetőségeit (pl. Herbolya szegregátumban). - Idősek védekezési lehetőségei korlátozottak (falvakban). - Egyes közintézmények és foglalkoztatók rendelkeznek hőszigetelési-tervvel.	- Kazincbarcikán távhő-felügyeleti rendszer működik. - Közintézmények és lakóépületek energetikai megújítása, klimatizálása és szigetelése. - Zöldfelületek bővítése a városban. - Munkavédelmi lehetőségek bővítése (rugalmas munkarend). - Katasztrófavédelem honlapján megtalálható a légkondicionált épületek listája.
Aszály	- Általában a hőhullámokkal együtt jelentkezik a térségben. - Egyre gyakoribb mindenhol, kutak kiszáradhatnak. - Vidéki agrárterületeket érinti. - Kazincbarcikán nincs helyi ivóvízbázis.	- Mezőgazdaságból élőket jobban érinti. - Élelmiszertermelés átalakulása mindenkit érinthet. - Aszályok növelik az erdőtüzek kockázatát.	- Több öntözés agrárterületeken, háztáji művelésben, városi zöldfelületeken. - Öntözőberendezések kiépítése.	- Vízátvezető építése kistelepülések ellátására. - Faültetés városokban.
Villám-árjak, árjak, belvizek	- Térségben lejtésvízviszonyoktól függ a villámárvizek hatása. - Varbó veszélyeztetettség. - Radostyánban a villámárvízzel érintett területek a Táncsics utca, a József Attila utca, a Szederjes utca, a Rákóczi út felső vége. - Árvíz-veszély: Felső-Barcikán, Alsó-Barcikán, Tardona-patak menti utcákon. - Domboldal-as részek, külterületek, árterek belvízi kitérttsége.	- Sűrűn lakott területek érzékenysége nagyobb. - Hátrányosabb helyzetű területeken rossz állapotban van a csatorna-hálózat (Herbolya). - Mélyebb fekvésű területek nagyobb érzékenysége.	- Vízvezető rendszerek karbantartása. - Megfelelős szakemberek foglalkoztatása. - Csatornák karbantartása. - Gátelés Sajó mentén.	- Sajógalgóc-on vízvezető árokrendszer. - Zöldfelületek bővítése Kazincbarcikán. - Kampányok szemléletformálásra (tudatos vízhasználat).
Viharok	- A térségben általában gyakoribbak lettek. - Beépített területeken több a viharkár. - Kritikus infrastruktúra nagyobb veszélyeztetettség. - Erdőkben keletkezett károk növekedése.	- Kispalás tetőszerkezetű épületek könnyen megsérülhetnek, főleg Sajókazinc és Felső-Barcika városrészekben. - Ipari területek nagyobb érzékenysége, pl. villámcsapások miatt (BorsodChem Ipari Park).	- Faállomány karbantartása. - Épületek műszaki állapotának javítása. - Háztartások anyagi helyzete befolyásolja a lakóépületek állapotát és annak felújítását. - Herbolya városrészben rosszabb állapotú házak, lakások vannak: kevesebb az erőforrás a megújításhoz.	Panel-program csökkentette a lakótelepi épületek érzékenységét Kazincbarcikán.

1. táblázat: Az éghajlatváltozás várható egészségkockázatainak értékelése az interjútagasztalatok alapján Kazincbarcikán és térségében. Forrás: MBFSZ információi alapján saját szerkesztés

Összességében megállapítható, hogy az éghajlatváltozással összefüggő humán-egészségügyi sérülékenység leginkább a hőhullámok szerepén keresztül jelenik meg a térségben. Ezzel kapcsolatban egyértelmű a kitettség; a helyi érzékenységet növelő tényezők a demográfiai és a szociális helyzetből fakadnak; az alkalmazkodóképesség lehetőségei pedig nagymértékben függenek a közösségi – önkormányzati – forrásszerzési képességtől (pl. pályázatok). Az ok-okozati összefüggések és az egymásra ható mechanizmus megismerése érdekében a hőhullámok egészségkockázatainak vizsgálatát hatáslánc-elemzés formájában a következő alfejezet tartalmazza.

2.2. Hőhullámok egészséghatásaival kapcsolatos helyi sérülékenység

Az éghajlatváltozás okozta sérülékenység egyik formája a hőmérséklet-emelkedéssel összefüggésbe hozható hőhullámok számának, gyakoriságának és hosszának növekedése (Perkins-Kirkpatrick – Lewis 2020). A hőhullámok hatással vannak a társadalom és a gazdaság számos területére. Ezek egyike maga az emberi egészség és az egészségügyi ellátórendszer. A hőhullámok hatást gyakorolnak az egészségi állapotra, a megbetegedési és halálozási viszonyokra, valamint az egészségügyi ellátórendszer igénybevételére (García-Leon et al. 2021). Az általuk okozott egészségi kockázatokra és egészségügyi kihívásokra való felkészülés rendkívül aktuális feladat nemzeti, regionális és lokális szinten egyaránt.

A hőhullámok egészségkockázatai az éghajlatváltozás várható hatásai között kiemelt helyen szerepelnek Kazincbarcikán és térségében az interjútapasztalatok alapján. Ez a fő oka annak, hogy a hőhullámok egészséghatásaival összefüggésbe hozható klímasérülékenység vizsgálatára egy külön sérülékenységi hatáslánc-elemzés készült. Utóbbi célja egy olyan humán-egészségügyi hatáslánc definiálása, amely Kazincbarcika példáján keresztül mutatja be, hogy települési szinten a hőhullámok hogyan hatnak az emberi egészségre és az egészségügyi rendszerre. Ennek keretében kerül sor egy indikátoralapú területi hatáslánc-terv kifejlesztésére, amely a jövőben segítheti a hőhullámok egészséghatásaira való felkészülést és az alkalmazkodóképesség feltételeinek javítását a városban és a járásban. A humán-egészségügyi hatáslánc a sérülékenységvizsgálat integráns részét képezi, a hőhullámokkal szembeni egészségi/egészségügyi kockázatok komplex értelmezését biztosítva.

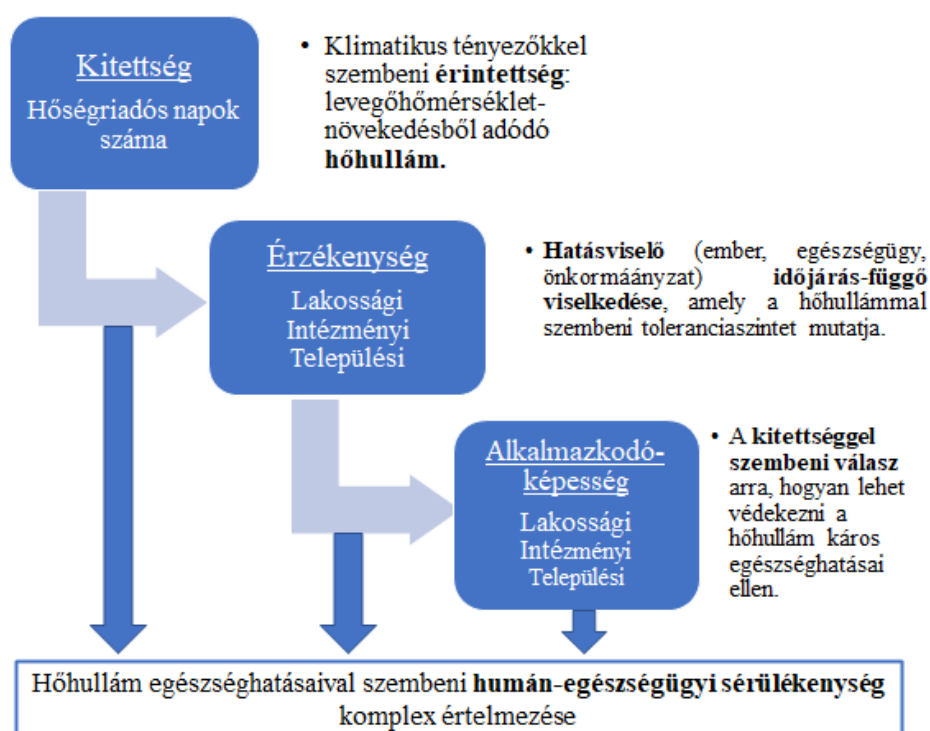
2.2.1. Hőhullámokkal kapcsolatos humán-egészségügyi sérülékenységi hatáslánc

A hőhullámok egészséghatásaival összefüggésbe hozható sérülékenységi hatáslánc kidolgozásához az éghajlati sérülékenységvizsgálat komplex módszertanát vettük alapul (Pálvölgyi et al. 2010 és Pálvölgyi et al. 2011). Az éghajlati hatás- és sérülékenységtértékelési keretrendszer (CIVAS: Climate Impact and Vulnerability Assessment Scheme) (IPCC (2007) különböző éghajlati, környezeti, társadalmi és gazdasági indikátorokat integrál regionális és helyi szinten egyaránt (Pálvölgyi – Selmeczi (szerk.), 2016). A CIVAS-modell alkalmazása, és részben továbbfejlesztése segítségével, a kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség mentén definiálhatók a sérülékenységi hatáslánc komponensei.

A **kitettség** jelenti azokat a klimatikus hatásokat, amelyekkel szemben nincs védettsége az egyes területeknek/ágazatoknak, lényegében az időjárási tényezőkkel (pl. levegőhőmérséklet) szembeni érintettségre utalva (Pittman et al. 2011). Az **érzékenység** a hatásviselő (pl. emberi egészség) időjárás-függő viselkedését jelenti, amely a

klímaváltozásból adódó hőhullámokkal szembeni toleranciaszintet mutatja (Páldy – Bobvos (2013)). Az **alkalmazkodóképesség** a kitettség (levegőhőmérséklet növekedése) szembeni, az érzékenység által is befolyásolt válasz arra, hogy hogyan tud a hatásviselő (esetünkben az emberi egészség) védekezni a hőhullám káros egészséghatásaival szemben. A **sérülékenységi hatáslánc végeredményben a kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség eredőjeként összegzi**, hogy milyen mértékű kitettséggel és érzékenységgel kell számolni a jövőben és milyen mértékben képesek az emberek, közösségek, intézmények, stb. alkalmazkodni a várható hatásokhoz és védekezni a kockázatokkal szemben (Uzzoli et al. 2019).

A sérülékenységi hatáslánc fő komponensei az alábbiak szerint specifikálhatók a hőhullámok egészséghatásainak vizsgálatában (2. ábra). A lényeg, hogy a **kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség definiálásában és mérésében az egészségi állapottal és az egészségügyi ellátással összefüggő aspektusok, indikátorok legyenek hangsúlyosak.**



3. ábra: Humán-egészségügyi sérülékenységi hatáslánc komponensei. Forrás: Uzzoli (2021).

A humán-egészségügyi sérülékenységi hatáslánc komponensei mérhetők a megfelelő statisztikai indikátorok kiválasztásával. Fontos szerephez jut az adatok területi bontása (települési, járási, megyei, országos, stb.). Az alábbi útmutató segítséget nyújt a hőhullám egészséghatásaival kapcsolatos sérülékenység komplex értelmezéséhez és egzakt módon történő méréséhez.

Kitettség

A **kitettség** alaptényezője esetünkben maga a **hőhullám**, ami alapvetően a **szélsőségesen magas napi hőmérsékletekkel** (középhőmérséklet, maximumhőmérséklet) azonosítható. Ez egy napig, néhány napig vagy akár több hétig is eltarthat, és általában az egyes országok által kidolgozott hőségriadó tervek alapját képezi. Néhány országban – pl. Nagy-Britanniában – a hőhullámok meghatározásában a hosszabb ideig tartó rendkívül meleg időjárás mellett a

magas páratartalom szerepét is figyelembe veszik. A Meteorológiai Világszervezet javaslatában a következő küszöbértékek szerepelnek a hőhullámok definiálására (www.wmo.int):

- napi középhőmérséklet 25°C vagy annál magasabb;
- napi maximumhőmérséklet eléri vagy meghaladja a 30°C -ot;
- éjszaka mért hőmérsékletek nem csökkennek 20°C alá (trópusi éjszaka);
- napi 25°C vagy annál magasabb középhőmérsékletek legalább 3-5 egymást követő nap folyamán fennállnak (hőségriadó terv fokozatai);
- emberi test hőérzetén alapuló hőérzet-hőmérséklet: levegőhőmérsékletből, a relatív nedvességből és a szélereősségből kalkulálható a minimum-, maximum- és a középhőmérsékletek alapján.

A kitettség, vagyis a hőhullámokkal szembeni érintettség méréséhez **napi középhőmérsékletet mérő meteorológiai adatokra van szükség**. Ezeket általában nagy felbontású regionális adatbázisok (pl. CarpatClim, ForeSee, ECA stb.) tartalmazzák, többnyire rácspontokra megadva (pl. $10^{\circ}10^{\circ}$ km-es rácsháló alapján). Az adatbázisban hosszú távú idősorok állnak rendelkezésre (pl. 1961–1990 vagy 1971–2010 közötti időszakokra), napi, havi, és éves léptékű meteorológiai paraméterekre vonatkozóan (pl. hőmérséklet, csapadék, napfénytartam stb.). Lényegében a kiválasztott meteorológiai adattár determinálja, hogy mekkora földrajzi területre, milyen felbontásban és időintervallumra állnak rendelkezésre az adatok.

A kitettség mérését érdemes a levegőhőmérséklet magasabb értékeihez (*hőségriadós nap: napi középhőmérséklet legalább 25°C*) és a hőségriasztás határértékéhez (*hőségriadós nap*) kötni (*hőségriadós napok száma*), amely jogszabályi kötelezettséggel jár a hatóságok és az önkormányzatok részéről². Ennek alapján tehát javasolt a kitettség mérésében a hőségriadó I. fokozatát, vagyis a figyelmeztető jelzést tekintetbe venni, amikor a napi középhőmérséklet eléri vagy meghaladja a 25°C -ot, amely már megterhelést jelent az emberi szervezet számára. Ha ezek a napok nem is követik egymást legalább három napon keresztül, *előfordulási gyakoriságuk* akkor is a nyári időszakban egy-egy nap során május 1. és szeptember 30. között folyamatos és megnövekedett hőhatást jelent az emberek számára, amely hatással lehet az egészségre.

A kitettség mérésében a napi középhőmérséklet mérése mellett szóba jöhet *a napi maximumhőmérséklet, éjszakai minimumhőmérséklet* (trópusi éjszaka), *páratartalom, hőérzet* mérése is. Szintén megfontolás tárgyát képezheti a városi hősziget-hatás figyelembe vétele és mérése, amelynek számos társadalmi és gazdasági befolyásoló tényezője van (pl.

² Hőségriadós nap meghatározása: Magyarországon a meteorológiai értelemben vett szélsőségesen meleg időszak (kánikula) egyben riasztási kötelezettséggel is együtt jár (www.met.hu). A hőségriadós napok – amikor a napi középhőmérséklet eléri vagy meghaladja a 25°C -ot – egymást követő száma az alapja a hőségriasztásnak, amelyről az országos tisztí főorvos tájékoztat. A hőségriasztás három fokozata a meteorológiai küszöbértékek és az intézményi kompetenciák alapján van meghatározva. A hazai hőségriadó fokozatai és szabályai alapján a hőhullámos nap a nyári hőséggel kapcsolatos szélsőséges időjárási helyzetek definiálására szolgál és a hőségriasztáshoz kötődik. A hőséggel kapcsolatban az országos tisztí főorvos jogszabályi felhatalmazás útján az alábbi fokozatokat adja ki a meteorológiai előrejelzéseken alapulva: I. fokozat – figyelmeztető jelzés, ha egy napig a napi középhőmérséklet eléri vagy meghaladja a 25°C -t; II. fokozat – riasztás. Az előrejelzés szerint a középhőmérséklet várhatóan legalább három egymást követő napon eléri (vagy meghaladja) a 25°C -t. A magas napi átlaghőmérséklet olyan környezet-egészségügyi kockázatot jelent a lakosság számára, amely indokolja az egészségügyi ellátó rendszer, az önkormányzatok figyelmeztetését és a lakosság hőhullám alatti rendszeres tájékoztatását; III. fokozat – riadó jelzés. Amennyiben várhatóan legalább három egymást követő napon eléri (vagy meghaladja) a napi középhőmérséklet a 27°C -t.

beépítettség, aszfaltozott utak hossza, zöldterületek nagysága); azonban ezek a mutatók inkább az érzékenység és/vagy az alkalmazkodóképesség mérésében jelenhetnek meg.

A kiterjedtség mérésében szintén fontos feladat a **területi bontás kiválasztása**. A **meteorológiai adatok rácspontra** állnak rendelkezésre, amiket nem lehet közvetlenül a településekhez rendelni, emiatt **célszerű** az adatokat **járásokra aggregálni**, ugyanis az érzékenység és az alkalmazkodóképesség méréséhez szükséges indikátorok is többségében járási adatok lesznek. Településen belül ugyanakkor érdemes a járáson belüli, valamint a településrészi különbségekre is figyelmet szentelni – amennyiben ezek nem követhetőek le hozzáférhető statisztikai adatokkal, akkor a sérülékenységvizsgálatok narratív összegzésében szükséges kitérni ezekre a települési/településrészi differenciákra.

Érzékenység

A humán-egészségügyi sérülékenységgel kapcsolatos érzékenység komplex összetevő, meghatározásában külön kell meghatározni a hatásviselőket, hogy végül azok hőhullámmal összefüggő érzékenységét mérni lehessen. A projekt célkitűzését tekintve a hőhullám egészséghatásai alapján javasolt figyelembe venni a **lakossági**, az **intézményi** és a **települési érzékenységet**.

Lakosság érzékenységét mérő indikátorok	Intézmények érzékenységét mérő indikátorok	Települési érzékenységet mérő indikátorok
<u>Demográfiai helyzet:</u> 5 év alattiak és 65 év felettiek aránya, <u>Egészségi állapot:</u> nyers halálozási arányszám, ok- és korszpecifikus halálozási arányszámok, légzőszervi és keringési rendszeri betegek aránya, mentális betegségek aránya stb.	<u>Egészségügyi ellátás:</u> mentőhívások száma, sürgősségi ellátásban teljesített munkaórák száma, betöltetlen háziorvosi és védőnői szolgálatok száma, egy háziorvosra és házi gyermekorvosra jutó lakosok aránya, üzemorvosok száma stb.	<u>Településméret:</u> lakónépesség száma, belterület nagysága, lakósűrűség stb. <u>Lakókörnyezet minősége:</u> komfort nélküli, szükség- és egyéb lakások aránya, beépítettség aránya stb.
<u>Munkaerő-piaci helyzet:</u> agrárkeresők és építőiparban foglalkoztatottak aránya, munkanélküliségi arány stb.	<u>Szociális ellátás:</u> házi ápolásban résztvevők száma, házi jelzőrendszeres ellátásban részesülők száma, szociális kedvezményekben részesülők száma, időszotthonok és bentlakásos intézmények kapacitásai, szociális munkások száma stb.	<u>Önkormányzati gazdálkodás:</u> települési költségvetés (bevételek kiadás aránya), hitelösszegek, helyi adók, központi normatív támogatás, stb.

2. táblázat: Javaslatok az érzékenység méréséhez felhasznált statisztikai indikátorokra és csoportosításukra.

Forrás: Uzzoli A. (2021).

- A **lakossági érzékenység** arra vonatkozik, hogy a helyi népesség demográfiai és munkaerő-piaci helyzete, illetve egészségi állapota milyen mértékben erősíti fel a hőhullámok egészséghatásait.
- A **közüntézmények** – többek között egészségügyi szolgáltatók – **érzékenysége** információt hordoz azok hőhullámok miatti megnövekedett és/vagy megváltozott igénybeviteléről, valamint mindezekre visszavezethető működési zavarairól (pl. többletfeladatok miatti kapacitáshiányok).
- A **települési érzékenység** függ az adott település méretétől, a lakókörnyezet minőségétől, vagy éppen a települési önkormányzat gazdálkodási lehetőségeitől és

erőforrásaitól, amelyek alapvetően befolyásolhatják klímaváltozással és a hőhullámokkal szembeni érzékenységüket.

Az érzékenység méréséhez több és különféle társadalmi / gazdasági mutató felhasználása lehetséges, amelyek az emberek, az intézmények és a települési önkormányzatok, mint hatásviselők érzékenységéről adnak tájékoztatást (1. táblázat).

A lakossági érzékenységre vonatkozó mutatók információkat szolgáltatnak a helyi népesség demográfiai (életkor) és munkaerő-piaci helyzetéből (pl. *foglalkozás, munkanélküliség*) fakadó egészségkockázatairól (pl. szabadban való munkavégzés) és a sérülékeny társadalmi csoportok jelenlétéről (pl. *kisgyermekek, idősek aránya a népességben belül*). A lakosság érzékenységében az egyik meghatározó tényező a helyi népesség egészségi állapota: ezzel kapcsolatban hangsúlyozni kell Kazincbarcika országos átlagokhoz képesti hátrányosabb helyzetét. Magasabb a *halálozási arányszám* szintje, alacsonyabb a *várható élettartam*, sokan halnak meg *krónikus betegségekben*, magas a *dohányzók aránya*, a levegőszennyezettségéből fakadóan sokan szenvednek *felső légúti betegségektől*. **Az intézmények érzékenységét mérő mutatók** között olyanok szerepelnek, amelyek közvetlenül is információt hordoznak az egészségügyi szolgáltatások igénybevételéről (pl. *megbetegedési adatok*) és utalnak a túlterheltségre, többletfeladatokra (pl. *betöltetlen háziorvosi szolgálatok száma*). Ennek analógiájára hasonló indikátorkészlet állítható össze a szociális ellátás, a kultúra és sport, vagy az oktatás intézményi érzékenységére vonatkozóan. **Település specifikus érzékenység terén** a településméret (pl. *lakónépesség száma, belterület nagysága*) és a lakókörnyezet minősége (pl. *komfort nélküli lakások, beépítettség*) is erősen befolyásolhatják az önkormányzatok éghajlatváltozással és hőhullámmal szembeni érzékenységét. Önmagában az önkormányzatok pénzügyi helyzete (*vagyona, erőforrásai, állami támogatások*) a finomhangolást is lehetővé tevő mutatója lehet az éghajlatváltozással szembeni érzékenységnek.

Az **érzékenység méréséhez felhasználható statisztikai indikátorok rugalmasan változtathatók** annak függvényében, hogy a humán-egészségügyi sérülékenység meghatározásában hogyan alakulnak a vizsgálati szempontok. Azonban **az érzékenység méréséhez a felhasznált statisztikai mutatók összevonására van szükség**, amely módszertanilag többféleképpen valósítható meg (Pálvölgyi et al. 2011, Uzzoli et al. 2019).

Az érzékenység mérőszámainak kiválasztásában szintén releváns szempont, hogy azok **milyen területi bontásban érhetők el**. A javasolt indikátorok többsége járási szinten nyilvánosan hozzáférhető adat, és több évre, illetve hosszabb időszorra is elérhetőek. A járási szintű adatok használatának előnye, hogy Kazincbarcika és környezete kapcsolatát (pl. ingázás) együttesen lehet értelmezni. Járási szintű adatok letölthetők a KSH és a NATÉR adatbázisokból. A települési adatok köre már korlátozott: egy részük népszámlálási (a legutóbbi egyelőre 2011. évi), másik részük T-STAR, TEiR és NATÉR adat, és csak regisztrált felhasználók számára érhetőek el. Minél kisebb egy település, jellemzően annál kevesebb települési szintű adat áll róla rendelkezésre. A legtöbb települési adatot a városokra és a járásközpontokra vonatkozóan lehet beszerezni (pl. a településfejlesztési stratégiák készítéséhez szükséges települési adatokat).

A sérülékenységi hatáslánc többdimenziós elkészítésében **nagy szükség volna településeken belüli adatokra**, amelyek településrészenként is mérhetővé tehetik a lakosság, az intézmények és az önkormányzatok érzékenységét. Tény, hogy számottevő különbségek

vannak településeken belül, pl. a népesség egészségi állapotában. Ez önmagában is indokolja a településrészenkénti adatok felhasználását, de ezek automatikusan nem állnak rendelkezésre; elő- vagy összeállításukat végeredményben hatóságok, közintézmények és az önkormányzatok végezhetik. Pl. a NEAK-tól önköltségen igényelhetők egészségügyi adatok szolgáltatókra vonatkozóan, vagy az önkormányzatok felkérhetik intézményeiket saját adatgyűjtésre; és maguk a települési önkormányzatok is dolgozhatnak saját adatbázisaikból. Azonban ezeknél az intézményi adatbázisoknál minden esetben figyelmet kell fordítani a személyes adatok deperszonalizációjára és a GDPR-szabályozások európai és hazai feltételeinek betartására.

Alkalmazkodóképesség

Az érzékenységhez hasonlóan a hőhullámok esetében **az alkalmazkodóképességet szintén elsősorban a lakossági, intézményi és települési adaptáción keresztül érdemes meghatározni.** Ennek megfelelően a lakossági alkalmazkodóképesség jelenti az egyéni elhárítási lehetőségeket (pl. nyári utazás, légkondicionáló beszerelése, kiköltözés a városból); az intézmények felkészülését (pl. cselekvési terv készítése, munkavédelmi előírások); vagy éppen a közösségi – települési – védekezést (pl. helyi szabályozás) is. A hőhullámok várható egészséghatásai esetében a lakossági, az intézményi és a települési/önkormányzati alkalmazkodóképességet nagymértékben befolyásolja az adott terület fejlettsége és a helyi lakosság életminősége (2. táblázat).

A települési önkormányzatok alkalmazkodóképességét a *kedvezményezett települések/járások besorolásához használt komplex index* segítségével, a lakosságit pedig az emberi fejlettség mutatójával (*Human Development Index, HDI*) lehet mérni. Mindkét komplex indexhez a felhasznált statisztikai indikátorok települési és járási szinten is beszerezhetők. Az alkalmazkodóképesség mérésében előnyt jelentenek a településrészenkénti és/vagy intézményi adatok: ezek összeállítását intézhetik az önkormányzatok is saját hatáskörben. Pl. településszerkezeti tervek alapján összeírhatják a *beépítésre váró telkek méretét*. Szintén az önkormányzatok összegyűjthetik az adatokat arról, hogy helyi szinten *mekkora kiterjedésű területet lehet a jövőben belterületi zöldfelület-gazdálkodás* (pl. faültetés) *alá vonni*, amely elősegítheti a hőhullámokkal szembeni alkalmazkodást. Ezeknél a lehetőségeknél érdemes mérlegelni azt is, hogy e megoldások közül melyek azok, amik hasznosak egyúttal a BorsodChem számára is, valamint van-e bármilyen lehetőség arra ilyen esetekben, hogy ezeket a BC finanszírozza vagy technikai segítségnyújtást adjon. Mindez hozzájárulhat a cég társadalmi felelősségvállalásához is. Az intézményi alkalmazkodóképességről szolgáltatathat információkat egy olyan helyi adatbázis kialakítása is, amely tartalmazza, hogy az *adott intézmény mennyire energiahatékonyan működik, hány db klimatizált helyiséget tartalmaz*, az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás jegyében benne *milyen adaptációs fejlesztési projektek valósultak meg*, az intézmény *rendelkezik-e hőhullámhoz kötődő cselekvési tervvel* stb.

Összességében tehát a humán-egészségügyi sérülékenységgel összefüggő alkalmazkodóképesség mérésénél **nagyobb hangsúllyal jelenhetnek meg a helyi települési és településrészenként rendelkezésre álló adatok/információk**, amelyek önkormányzati és/vagy intézményi adatgyűjtésre épülhetnek. Ezek a saját gyűjtésű adatok rugalmasan változtathatók annak függvényében, hogy a humán-egészségügyi sérülékenység meghatározásában hogyan alakulnak a vizsgálati szempontok. Azonban **az**

alkalmazkodóképesség méréséhez a felhasznált statisztikai mutatók összevonására van szükség, amely módszertanilag többféleképpen valósítható meg. A kapcsolódó szakirodalomban elérhető módszertani eszköztár segítséget nyújt a kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség komplex mérőszámainak összevonásában is, amely alapján kiszámítható a sérülékenység (Pálvölgyi et al. 2011, Uzzoli et al. 2019).

Lakossági alkalmazkodóképesség indikátorai	Intézményi alkalmazkodóképesség indikátorai	Települési/önkormányzati alkalmazkodóképesség indikátorai
Emberi fejlettség mutatója (HDI) az alábbi indikátorok alkalmazásával: 1) születéskor várható átlagos élettartam (hosszú és egészséges élet); 2) alacsony és magas iskolai végzettségűek aránya (oktatásban megszerzett tudás); 3) egy állandó lakosra jutó személyi jövedelemadó-alapot képező jövedelem (életszínvonal).	Intézményi adatgyűjtés alapján saját adatbázis kialakítása az alábbi szempontok alapján: beépítésre váró ingatlanok özszerülete; újonnan elültetett fák száma az elmúlt 5 évben; intézményi energiahatékonyságot növelő beruházások száma az elmúlt 5 évben; klimatizált helyiségek száma; rendelkezik-e cselekvési tervvel hőhullám idejére az intézmény stb.	Kedvezményezett települések / járások besorolásához használt komplex index alapján (összesen 24 indikátor alkalmazásával) (106/2015. (IV.23.) Korm. rendelet)

3. táblázat: Javaslatok az alkalmazkodóképesség méréséhez felhasznált statisztikai indikátorokra és csoportosításukra. Forrás: Uzzoli A. (2021).

2.2.2. A hőhullámok egészséghatásaival kapcsolatos jellemzők Kazincbarcikán és térségében

A hőhullámokkal összefüggő sérülékenységi hatáslánc elemzés felhívja a figyelmet arra, hogy a jövőben Kazincbarcikán és a járásban fel kell készülni a hőhullámok várható egészséghatásaira és egészségügyi következményeire. A sérülékeny társadalmi csoportok azonosítása, az intézmények és munkaadók felkészítése, valamint az egyéni és közösségi alkalmazkodóképesség javítása érdekében **szükséges megnevezni a lehetséges kockázatokat, elsősorban a helyspecifikus jellemzők kiemelésével.** Általában megállapítható az interjútapasztalatok alapján, hogy a helyi szereplők véleménye szerint a hőhullámok szerepe és egészséghatásai egyaránt érintik Kazincbarcikát és a városkörnyéki településeket (pl. Berente, Radostyán, Parasznia). Az interjúalanyok véleményei megerősítették azt is, hogy a hőhullámok száma, gyakorisága és hossza is folyamatosan növekedett a térségben az elmúlt évtizedekben, egyre inkább érzékelhető kihívásként jelentkezve. A következmények közvetlenül vagy közvetve mindenkit érintenek, de egyes társadalmi csoportok adott földrajzi helyen való magasabb arányú jelenléte miatt a hatások eltérő intenzitása tapasztalható egyes területeken (pl. városon belül, város – vidék megoszlásban).

Kazincbarcika egyes városrészeiben eltérő módon jelenhetnek meg a humán-egészségügyi sérülékenység különböző formái, azaz a városon belüli területi különbségek relevánsak lehetnek a felkészülés és az adaptáció javításában. Egyes sűrűn beépített településrészek (Újkazinc, Belváros) a népesség jobban érintett a hőhullámok kockázataival (pl. városi hősziget-hatás Egressy Béni út mentén). A városi hősziget-hatás jelenlétében egyébként markáns város – vidék megoszlás figyelhető meg: a jelenség csak a városban és annak egyes részeiben van jelen, tehát Kazincbarcika térségében nem jelentkezik helyi jellegzetességként. A városi lakótelepen a panelprogram ház- és lakásfelújításai, illetve a parkosított

közterületek sokat segítenek a hőhullámokhoz való alkalmazkodásban. Kazincbarcika Herbolya városrészben ugyanakkor a hátrányos szociális helyzetű emberek nehezebben képesek alkalmazkodni az éghajlatváltozás kihívásaihoz. **Az egyes járási települések (pl. Berente) és kazincbarcikai városrészek (pl. Belváros) hőhullámokkal szemben érzékenységét befolyásolja az időskorú népesség magasabb aránya,** akik különösen sérülékeny társadalmi csoportnak tekinthetők, és akikre a helyi egészségügyi és szociális ellátórendszernek nagyobb figyelmet kell fordítania. Ezzel szemben pl. *Varbón és Tardonán* a sok beköltözővel fiatalodik a lakosság: ezeken a településeken a kisgyermekek – 5 év alattiak – magasabb aránya hívja fel a figyelmet a potenciális sérülékenységre a hőhullámok idején. Veszélyeztetettségük csökkentése szintén kihívás a helyi bölcsődei és óvodai ellátás számára nyári időszakban (pl. árnyékolás, szabadban tartózkodás idejének megtervezése, folyadék-utánpótlás).

A térségben az utóbbi években megfigyelhető hőhullámok és a nagyobb mértékű hőingás a munkáltatókra, a településüzemeltetésre és a közintézményekre is nagyobb terheket rónak. A hőhullámok idején megnőhet az üzemi balesetek valószínűsége, illetve a szabadban dolgozók jobban ki vannak téve a hőhullámok okozta veszélyeztetettségnek: ez a helyzet pl. a BorsodChem Zrt., Barcika Centrum Kft. vagy az ÉRV Zrt. (Észak-magyarországi Regionális Vízművek) esetében kiemelt kihívásként jelentkezik. Általában a településüzemeltetés számára fontos *a helyi épületállomány energetikai korszerűsítése*, ami magában foglalja az épületek *hőigényének és hőleadásának csökkentését, a szabályozható belső hőmérséklet kialakítását, a megfelelő árnyékolástechnika alkalmazását.* A városi távhő-, víz- és villamosenergia-szolgáltatásnak fontos feladat a nyári hőhullámok nyomon követése a lakossági igények egyik napról a másikra való változása miatt. A városüzemeltetés az évek folyamán szembesült azzal, hogy Kazincbarcikán és térségében folyamatosan növekedett az igény a *köztéri ivókutak, párapapuk és zöldfelületek* kialakítására. A helyi turizmus fejlesztésében is a jövőben kiemelten érdemes kezelni a nyári szabadidős programok feltételeinek kialakítását (pl. „vizes” turizmus, azaz a vízparti rekreációs lehetőségek biztosítása, legyen az természetes víz vagy mesterséges fürdő, strand révén).

A térség egészségügyi ellátórendszere az alapellátástól kezdve a járóbeteg-szakellátáson keresztül a fekvőbeteg-ellátásig már évekkel ezelőtt szembesült **a hőhullámok egészségkockázatainak növekedésével.** Általában a **hőstressz** miatt növekszik a mentőhívások száma a hőhullámok idején, ami a sürgősségi ellátás leterheltségével jár együtt. Sokszor kell a szabadban dolgozókhöz is kihívni a mentőket. Az általános rosszullét miatt többen fordulnak a háziorvoshoz is panaszaikkal a nyári hőhullámok idején. **A kimerültség, kiszáradás, koncentrációs zavarok mindenkit érinthetnek,** de a rosszabb egészségi állapot (*hátrányos helyzetűek*), a krónikus betegségek magasabb előfordulása (*idősek*), gyengébb immunrendszer (*kisgyerekek*) miatt **egyes társadalmi csoportok érzékenyebben reagálnak a hőhullámokra, ezáltal nő a sérülékenységük.** A hőhullámok idején különösen figyelni kell az olyan krónikus betegek, akik keringési rendszeri, vese- és endokrin betegségekkel, illetve folyadékháztartási problémákkal küszködnek. Az egészségügyi alapellátás minden településen elérhető, azonban a Kazincbarcikától távolabbi helyeken élők számára a városi egészségügyi szolgáltatások nagyobb távolságra találhatóak.

2.3. Javaslatok a felkészülést és az alkalmazkodóképességet növelő lehetséges beavatkozásokra

Kazincbarcika és térsége humán-egészségügyi kihívásainak vizsgálata nemcsak az országos átlaghoz képesti rosszabb népegészségügyi viszonyok miatt aktuális téma, hanem szembe kell nézni azzal is, hogy a jövőben az éghajlatváltozás egészséghatásai fokozódni fognak, ez pedig növeli az egészségügyi ellátórendszer igénybevételét, amely végső soron a helyi egészségügyi szolgáltatások növekvő terheire vezet majd. A térségben is kulcskérdés a helyi szintű felkészülés és klímaadaptáció elősegítése, pl. **klíma-egészségügyi hálózat fejlesztésén** keresztül.

A kutatási előzmények között az éghajlati sérülékenységvizsgálat járási szintű eredményei felhívták a figyelmet arra, hogy **a Kazincbarcikai járásban az éghajlati sérülékenységek fokozódása a kisebb mértékű kitérttség mellett elsősorban a nagyobb mértékű érzékenységből és az alkalmazkodóképesség alacsonyabb szintjéből fakad** (Pálvölgyi et al. 2011, Uzzoli et al. 2019). Az elkövetkezendő években fokozottan figyelni kell helyi szinten az éghajlatváltozás várható egészségkockázataira, különös tekintettel **az egészségügyi ellátás ennek megfelelő szolgáltatásaira és kapacitásaira**. A jövőben szintén fel kell készülni a nyári időszakokban a hőségriadós napok számának növekedésére is, amely a hőhullámok gyakoriságát, és ezzel a hőstressz egészségi és egészségügyi kockázatait növelheti.

Általában **az éghajlatváltozás térségben várható egészségkockázataira való felkészülés** megköveteli **a sérülékeny társadalmi csoportok helyzetének felmérését**, amely a helyi egészségügyi és szociális alapellátás feladata lehet önkormányzati koordináció mellett. Az egészségkockázatok ismeretében – különös tekintettel a hőhullámokra – szükséges **a helyi közszolgáltatások és közintézmények feladatainak és kompetenciáinak megtervezése, átszervezése**. E változtatások a különböző **cselekvési tervekbe** beépíthetők. Ezzel párhuzamosan szintén **ki kell építeni települési szinten az információáramlás csatornáit**, amelyek elsődleges szereppel bírnak egy lehetséges veszélyhelyzet következményeinek kezelésében. Ezeket az információáramlási csatornákat **nemcsak az egyes hatóságok egymás közötti és önkormányzattal való kommunikációjában** kell megteremteni, **hanem a lakosság felé is** széleskörű és azonnali tájékoztatást kell kialakítani. Mindezek kidolgozásában az országos szinten bevett gyakorlatok helyi adaptációját javasolt megvalósítani.

Az éghajlatváltozás helyi várható egészséghatásainak megismerésében, az azokra való felkészülésben és a hatékony adaptáció kialakításában alapvető feladata van a **szemléletformálásnak**. Ennek lehetséges eszközei a **felvilágosító, ismeretterjesztő kiadványok** (pl. egészségfüzet) és **megelőző programok** (pl. egészségnap) szervezése Kazincbarcikán és a térségben. Fontos lenne, hogy **a helyi oktatási rendszer is szerepet kapjon** a felkészülés és az alkalmazkodóképesség feltételeinek javításában. Ezt lehet azzal kezdeni, hogy az éghajlatváltozás **várható térségi hatásainak és egészségkockázatainak megismerése beépül a helyi tantervekbe**.

A helyi környezeti és természeti adottságok alapján javasolt a jövőben annak megfontolása, hogy **érdemes lehet települési és járási szinten a hőségriadó-terv fokozatait 25°C alatti hőmérséklethez kötni**, ugyanis az átlagos levegőhőmérséklet a térségben alacsonyabb az országoshoz képest, így az attól való kisebb eltérés is már megterhelő lehet a helyi lakosság

számára. Ennek előfeltétele a **megfelelő jogszabályi környezet kialakítása**. A *helyi környezeti feltételek kedveznek a szmoghelyzet kialakulásának*, amely növeli a hőhullámok és a légzőszervi betegségek kockázatát. Mindezek miatt **célszerű a helyi egészségtervet összehangolni a hőségriadó-tervvel**.

A Kazincbarcikai járásban a népesség egészségi állapota rosszabb az országos átlagnál, és kiváltképp a (közlekedési terhelés és ipari termelés okozta) **nagyobb mértékű levegőszennyezés** miatt magas a krónikus légzőszervi megbetegedések aránya. Javasolt ezért az egészségi állapot helyi jellemzői alapján figyelembe venni a hőhullám okozta egészségkockázatok nagyobb előfordulási gyakoriságát, például asztma, allergiás tünetek, szív- és érrendszeri betegségek esetében. Külön figyelmet érdemes fordítani arra is, hogy a hőstressz növelheti a mentális zavarok (ingerültség, depressziós tünet együttes) kockázatát.

A rosszabb egészségi állapot a térségben társadalmi hátrányokkal (depriváció, szegregáció) és gazdasági lemaradással párosul, ami nagymértékben csökkenti az emberek és a közösségek éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási lehetőségeit. A jövőben gondot okozhat, hogy az alacsonyabb mértékű kitettség a járásban és a városban nagyobb fokú érzékenységgel és az alkalmazkodóképesség alacsonyabb szintjével jár együtt, amely **együttesen növelheti a sérülékenységet**. Mindezek miatt is javasolt a térségben az **éghajlatváltozás várható kockázataira való felkészülést és az alkalmazkodóképesség feltételeit javító fejlesztési projektek, beruházások megvalósítása**. Ezek egyik markáns csoportját alkotják azok a beavatkozások, amelyek a **közüintézmények, középületek energiahatékonyságának növelésére** irányulnak, **környezettudatos technológiai megoldások** mellett (pl. zöldhomlokzatok a hőhullámok ellen).

A hőhullám egészségkockázatai mindenkit érintenek (pl. hőstressz miatti fáradékonyság, rossz közérzet, koncentráció- és teljesítmény-csökkenés, alvászavarok), de vannak olyan **sérülékeny társadalmi csoportok** (pl. 5 év alattiak, 65 év felettiek, szabadban dolgozók, mélyszegénységben élők), akik esetében kiemelt kockázattövekedéssel jár a hőhullámos napok számának emelkedése. Helyzetük megismerése és egészségvédelmük kapcsán javasolt **a helyi (egészségügyi és szociális ellátási) jelzőrendszer megerősítése** a városban található **közüintézmények együttműködése, partnerségi hálózata** révén. **Az előregedés általános jelenség a térségben**, előrehaladott folyamat a kistfalvakban, ami még inkább aláhúzza a felsorolt intézkedések szükségességét.

Javasolt **nyári időszakban a helyi egészségügyi kapacitások előre tervezése a hőhullámok idején** megnövekedett igénybevételek okán és egyúttal cselekvési tervek kidolgozása az egészségügyi intézményekben. **Hasonló cselekvési tervek** – illeszkedve a helyi hőségriadó-tervhez – **az egyéb közüintézményekben** (szociális szolgáltatások, óvoda, bölcsőde stb.) **is elkészíthetők**.

A **helyi munkaadók** (nagyvállalatok, kis- és közép vállalkozások, önkormányzat – utóbbi a Közmunka Program által) is folyamatosan szembesülnek azzal, hogy nyári időszakban a **munkarend időbeli eltolásával, fokozott munkavédelemmel** szükséges a munkavállalóikat védeni a hőhullámokkal szemben. **Különösen veszélyeztetettek a szabadban dolgozók** és a nyáron is többretegű munkavédelmi ruházatot viselő dolgozók (pl. a BorsodChemnél jelentős az ilyen munkavállalók aránya). Javasolt a nagyobb foglalkoztatók számára **a helyi adottságokhoz és a munkavállalói sajátosságokhoz alkalmazkodó munkahelyi hőségriadó**

terv készítése, amely magában foglalja a munkarend rugalmas átalakítását és az egyéb munkavédelmi előírásokat hőhullámok idején.

Kiemelten fontos arra is figyelmet fordítani, hogy Kazincbarcika egyes városrészeiben eltérő módon jelenhetnek meg a humán-egészségügyi sérülékenység különböző formái, azaz a városon belüli területi különbségek relevánsak lehetnek a felkészülés és az adaptáció javításában. Egyes sűrűn beépített településrészekben (Újkazinc, Belváros) a népesség jobban érintett a hőhullámok kockázatai által (városi hősziget-hatás). A lakótelepen a Panel-programban felújított házak és lakások, illetve a parkosított közterületek sokat segítenek a hőhullámokhoz való alkalmazkodásban. *Kazincbarcika Herbolya városrészben viszont a hátrányos szociális helyzetű emberek nehezebben képesek alkalmazkodni az éghajlatváltozás kihívásaihoz.* Az 1. táblázat érzékenység-oszlopa is feltünteti a különböző érintett csoportokat.

Összességében az éghajlatváltozás várható egészséghatásaival és egészségügyi következményeivel kapcsolatos **felkészülés és alkalmazkodóképesség javítása** kiemelt feladat Kazincbarcikán és térségében. A humán-egészségügyi sérülékenység mérséklése érdekében a lehetséges beavatkozásokat **ágazatközi együttműködésekre és partnerségi hálózatra épülő integrált szemlélettel célszerű megtervezni.** *A helyi szinten (járás, település) szükséges intézkedéseket és akcióterveket tartalmazó stratégiai fejlesztési dokumentumok irányelveit* – pl. Integrált Településfejlesztési Stratégia, Településfejlesztési Koncepció, Városi Egészségterv, Környezetvédelmi Program stb. – **érdemes összhangba hozni az éghajlatváltozás elleni küzdelem célkitűzéseivel.** Mindezek mellett kiemelt feladat lehet a közeljövőben **térségi alkalmazkodási stratégia** kidolgozása, amelyben az éghajlatváltozás várható egészségkockázataival összefüggésben a felkészülés és az adaptáció feltételeinek javítását a **releváns helyi szereplők** – önkormányzat, közintézmények, kis- és középvállalkozások, nagyvállalatok, civil szervezetek stb. – **együttműködésében** lehet megvalósítani.

3. A VÍZGAZDÁLKODÁST ÉRINTŐ ÉGHAJLATI SÉRÜLEKENYSÉG

A klímaváltozás hatásai a vízgazdálkodásra általánosságban

A klímaváltozás vízgazdálkodási hatásai jól dokumentált kutatási területnek tekinthető. Az alapadatok (csapadékadatok, vízjárás, vízmérleg stb.) mérése hosszú évtizedek óta megvalósul, a jövőbeli tendenciák vizsgálatára is számos modell áll rendelkezésre. A vízgazdálkodás infrastrukturális elemeinek, műtárgyainak, a közművagyonnak a jellemzői, szükséges fejlesztési igényei is egyre pontosabb adatbázisok alapján mérhetők fel.

Magyarország medencejellegű fekvésének következtében alvízi ország, ugyanakkor területén hegyvidéki, dombvidéki és síkvidéki területek egyaránt előfordulnak. A sajátos vízgazdálkodási helyzetet tovább árnyalja, hogy a Kárpát-medence területén az óceáni, nedves kontinentális, száraz kontinentális és mediterrán éghajlati hatások egyaránt jelentkeznek.

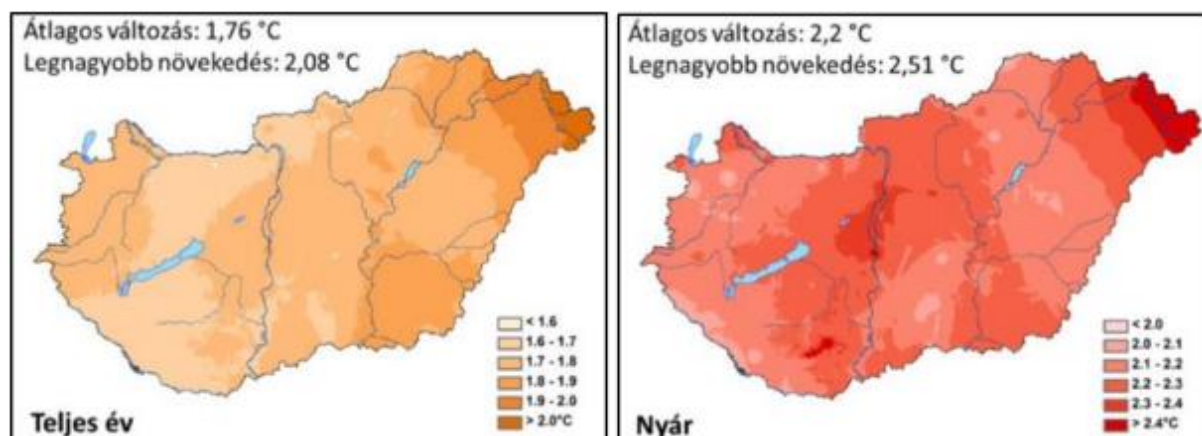
A hazai éghajlati-, klímavédelmi- és vízügyi kutatások, jelentések egybehangzóan az alábbi vízgazdálkodási területeket jelölik meg klímaváltozás hatásai által érintetteként:

- *aszály;*
- *belvíz;*
- *árvíz, villámárvíz;*
- *felszíni vízkészletek mennyisége és minősége;*
- *felszín alatti vizek mennyisége;*
- *csapadékvíz-gazdálkodás.*

A megkutatottság mértékének, valamint a sajátos földrajzi-, éghajlati- és vízgazdálkodási adottságoknak a figyelembevételével és a nemzetközi kitekintés elhagyásával, az éghajlatváltozás vízgazdálkodásra gyakorolt hatásai hazai tapasztalatainak összefoglalására tesz kísérletet a következő néhány alfejezet.

3.1. Az éghajlatváltozás kockázatai hidrológiai szempontból

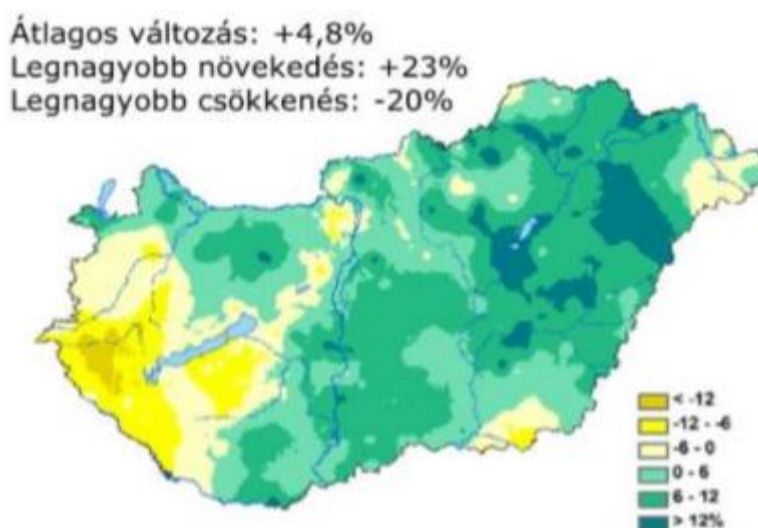
A vízgazdálkodás helyzetének magyarországi vizsgálatakor néhány éghajlati tényező múltbeli változását és jelenlegi helyzetét érdemes kiemelni. Az információk a CARPATCLIM adatbázis NATÉR rendszeren keresztül elérhető adataira alapulnak. A hazai klimatikus viszonyokat már önmagában az a tény is plasztikusan bemutatja, hogy 1901 óta eltelt időszakban az átlaghőmérséklet 1,23 °C értékben emelkedett, ami jelentősen meghaladja az ugyanerre az időszakra vonatkozó globális növekedés 0,9 °C-os értékét. Magyarországon a tavaszok és a nyarak melegek leginkább. Az 1980-as évektől mutatható ki egyértelműen az átlaghőmérséklet intenzív emelkedése. A legerőteljesebb melegedés az ország ÉK-i térségében mutatható ki, de általánosságban is elmondható, hogy nyugatról kelet felé nő a felmelegedés mértéke.



4. ábra Az éves és a nyári átlaghőmérséklet 1981-2018 közötti változásának területi eloszlása. Forrás: OMSZ.

Az évszakos változásokat tekintve a nyarak átlaghőmérsékletének növekedése volt a legintenzívebb, átlagosan 2,2 °C, legnagyobb mértékben Északkelet-Magyarországot érintve (2,4 °C).

A hőmérséklet alakulásán kívül természetesen a csapadék mennyisége, és annak térben- és időben történő eloszlása van a legnagyobb közvetlen hatással a vízgazdálkodásra. A lehullott csapadék éves összege 1961 és 2018 között országos átlagban közel 4,8%-kal nőtt. Az országon belüli területi különbségek jelentősek. Míg a Dunántúl nyugati és déli területein 10-15 %-os csökkenés volt mérhető, addig az ország keleti harmadában 15%-os emelkedést regisztráltak. Szembetűnő, hogy egymással szinte szomszédos kistájakra hullott csapadékmennyiség változásának mértékében akár 10-15% különbség is előfordulhat (lásd a Sajó-völgy és a Bükk-fennsík példáját).



5. ábra Az éves csapadékösszeg 1961-2018 közötti változásának területi eloszlása (%). Forrás: OMSZ

Az éghajlatváltozás okozta szélsőséges időjárási események gyakoriságában és intenzitásában már napjainkban is számottevő emelkedés mutatkozik. A napi csapadékinintenzitás nyáron nagyobb lett. Országosan 1,6 mm a növekedés, ami arra utal, hogy a csapadék egyre inkább rövid ideig tartó, intenzív záporok, villámlással, intenzív jégesővel, szélviharral kísért zivatarok formájában éri el a felszín hazánkban.

3.1.1. Az éghajlatváltozás vízgazdálkodási hatásai Magyarországon az elmúlt évtizedekben

A 3. fejezet elején felsorolt, a hazai éghajlati-, klímavédelmi- és vízügyi kutatások, által beazonosított klímaváltozás által érintett vízgazdálkodási területek kapcsán az alábbi megállapítások tehetők:

Aszály

Az **aszály** leggyakoribb kiváltója a tartós csapadékhiány. A hazai aszályos időszakok jellemzően az alföldi területeken kaptak nagyobb figyelmet a korábbi években, hiszen a síkvidéki mezőgazdasági területeken már néhány hetes száraz periódus is kimutatható gazdasági károkat okozott. A 2010-es évektől vált egyértelművé, hogy az aszályos időszakoknak igen szerteágazó hatásai vannak (turizmus, mezőgazdaság, vízellátás stb.).

Belvíz

A belvíznek a hazai szakirodalomban közel 50 definíciója van. A síkvidéken összegyülekező, hosszabb, rövidebb időszakokra felszíni vízborítást eredményező belvíz megítélése meglehetősen negatív. A korábbi évtizedekben egyértelműen az elvezetés alapú „védekezési” szemlélet uralkodott. Az utóbbi években már megjelent a „belvíz gazdálkodás” kifejezés, ami magában hordozza a belvizek hasznosításának lehetőségét is. A többletvizek visszatartása és hasznosítása is jellemzően a nagyobb öntözési igénnyel rendelkező alföldi területeken jellemző.

Az elmúlt évtizedekben különösen belvizes évek voltak: 1999, 2006, 2010 és 2013. Az utóbbi években megfigyelhető, hogy a csapadékviszonyok alakulásán túl a vonalas infrastrukturális elemek (jellemzően közúti közlekedés nyomvonalai) felszíni lefolyási viszonyokat jelentősen megváltoztató tulajdonságai teljesen átrajzolták néhány térség belvízjárta területeinek térképét. A jellemzően nagyobb töltéstartással rendelkező, többsávos utak tipikusan olyan létesítmények, amelyek nem csak a felszíni lefolyási viszonyokat módosítják jelentősen, de még a felszín alatti áramlási viszonyokat is befolyásolják és jelentős tényezői a belvizek kialakulásának (Barta K. – Szatmári J. 2010.).

Árvíz

A mérések kezdete óta az OMSZ által regisztrált legcsapadékosabb év a 2010-es esztendő volt, amely hatalmas árhullámokat is hozott. Ugyanakkor az éghajlat szélsőséges irányba történő változását mutatja, hogy a legszárazabb év rögtön az utána következő, 2011-es év volt, amely igen komoly aszályos időszakot eredményezett. A Duna sok rekordot megdöntő árvize is az elmúlt évtizedben (2013) következett be. Általánosságban elmondható, hogy a folyóvizek mentén található területek árvízvédelmét biztosító védművek szintjének kiépítettségét meghatározó mértékadó árvízszint (MÁSZ) felülvizsgálatára volt szükség. Ennek oka az volt, hogy a 2000-es években több olyan árvíz hullám is levonult a hazai folyókon (adott folyó esetében több is), amely módosította a legnagyobb víz (LNV) értékeit. A töltésépítés- és rekonstrukció szükségességére nem csak a MÁSZ felülvizsgálatok miatt van szükség. A levonuló árvizek dinamikájában is kimutathatók változások, amik a töltések magasításán túl a töltéstartások megerősítésének kérdését is felvetik – ld. a 2010. évi árvízi helyzet töltésszakadásait pl. a Sajó folyó mentén.

Villámárvíz

A domb- és hegyvidéki területeken általános tapasztalat, hogy a 2010-es évtizedben megszorodtak a villámárvizek. A korábban kuriózumnak tekintett jelenség több település esetében már szinte éves gyakorisággal jelentkezik. A villámárvizek részletesebb ismertetése a következő fejezetekben történik.

Felszíni vízkészletek mennyisége és minősége

A felszíni folyóvizek vízkészletének alakulását a szélsőségek gyakoriságának növekedése jellemezte az elmúlt két évtizedben. A legnagyobb vizek értékeinek növekedése bemutatásra került az árvírről szóló bekezdésben. A folyók legkisebb vízszint (LKV) értékei is csökkentek (pl. Duna 2018). A kisvizes időszakokhoz jellemzően romló vízminőségi paraméterek is társulnak, lecsökken az oldott oxigén tartalom, ennek következtében növekedhet a víz szerves anyag tartalma, illetve a kis hígítási képesség miatt valamennyi szerves- szervesetlen szennyező koncentrációja megnő a vízben. Drámaibb vízkészlet-csökkenések történtek az állóvizek esetében. A hazai nagy tavak (Balaton, Velencei-tó, Fertő-tó) mindegyikénél visszatérő probléma lett az elmúlt években, az aszályos időszakok utáni vízkészlet csökkenés. A Velencei-tó esetében 2021-ben kritikus szint alá csökkent a vízkészlet. Az alföldi kistavak esetében pedig több esetben már csak a mesterséges vízpótlás bevezetésével volt elkerülhető a tó kiszáradása (pl. Kunfehértó). Mind a vízfolyások, mind az állóvizek esetében jelentős problémát okoznak a kisvizes időszakok köthető vízhőmérséklet növekedések.

Felszín alatti vízkészletek mennyisége és minősége

A klímaváltozás hatásai a sekély porózus vízkészletekkel (leegyszerűsítve a talajvízzel) kapcsolatosan merültek fel az elmúlt évtizedekben. A probléma jellemzően az alföldi homokos területeken jelent már térségi szintű problémát, de egyéb síkvidéki területeken is süllyedtek a talajvízszintek. A mélyebb rétegek felszín alatti vízkészletei kevésbé kitettek a klímaváltozás hatásainak, de a növekvő kommunális és ipari vízigény kielégítése néhány vízbázis esetében már jelenleg is rontja az adott víztest mennyiségi állapotát.

Csapadékvíz-gazdálkodás

A településüzemeltetés hazai gyakorlatában évtizedekig a csapadékvíz elvezetése volt az általános gyakorlat. Az elmúlt években stratégiai szinten már következetesen a csapadékvíz-gazdálkodás kifejezés a használatos, ami a területre hulló csapadék gyűjtését, tározását, hasznosítását is tartalmazhatja, a helyi adottságoknak megfelelően. Számos településen valósultak meg a csapadékvíz átmeneti tározását biztosító létesítmények, műszaki megoldások. A célzott hasznosításra ugyanakkor már kevesebb referencia található. A forráshiányos települések esetében pedig továbbra is a csapadékvíz elvezetését célzó rendszerek fejlesztése történik. Az 1970-80-as években tervezett és kivitelezett csapadékvízgyűjtő hálózatok, amelyek a hazai nagyvárosok többségében találhatók, sokkal kisebb csapadékeseményekre lettek méretezve, mint amik napjainkban előfordulnak. Ezért szinte bármelyik idősebb rendszerrel rendelkező településen előfordult már belterületi elöntés, ami a csapadékvíz-elvezető rendszer kapacitáshiánya vagy karbantartásának elmaradása miatt alakult ki. A tapasztalat azt mutatja, hogy a domborzati viszonyok mellett sokkal jelentősebb tényező a települések burkolt felületeinek aránya.

3.1.2. Várható éghajlati és sérülékenységi tendenciák

A klimatikus paraméterek változásait több regionális modell eredményei alapján is vizsgálták az elmúlt években. A NATÉR rendszerben az éghajlati paramétereken túl jelenleg 16 témakörrel találhatók adatok, amelyek bemutatják az éghajlatváltozás várható hatásaival, a kitettség, érzékenységgel, alkalmazkodóképességgel és sérülékenységgel kapcsolatos kutatási eredményeket.

A rendelkezésre álló modelleredmények alapján az éves átlaghőmérséklet Magyarország és a Kárpát-medence területén várhatóan növekedni fog a XXI. században. A melegedés mértéke nagyban függ attól, hogy milyen forgatókönyvet használnak a modellkísérletekben. Visszafogott antropogén tevékenység mellett (RCP4.5 forgatókönyv) az éves átlaghőmérséklet 2021–2050-re átlagosan 1-2°C-kal, míg 2071–2100-ra 2-3°C-kal emelkedhet az 1971–2000 időszakhoz képest. Gyorsan emelkedő szennyezőanyag-kibocsátás mellett (RCP8.5 forgatókönyv) viszont az éves átlaghőmérséklet akár 3,5-4,5°C-kal is emelkedhet a Kárpát-medencében a 2071–2100 időszakra. **A modelleredmények nyáron fokozottabb, télen mérsékeltebb emelkedést prognosztizálnak.** A hőmérséklettel kapcsolatos szélsőségek egyértelműen a melegedés felé mozdulnak el, tehát **a hóhullámos (és aszályos) időszakok gyakoribbá válnak, a fagyos napok száma csökken.** Az átlaghőmérséklet és a szélsőségek gyakoriságának növekedése is az alföldi területeket érinti legnagyobb mértékben, de a hegyvidéki területek érintettsége is jelentősnek mondható.

A csapadék jövőben várható változásának iránya és mértéke sokkal kevésbé egyértelmű, mint a hőmérsékleté, és nem mutat összefüggést a szimulációban alkalmazott antropogén kibocsátási forgatókönyvvel. A modellszimulációk többsége alapján a század első felében **kismértékű csökkenés várható a csapadékok nyári mennyiségében, míg tavasszal és télen növekedés várható.** Nagy biztonsággal egyedül az **őszi csapadékok mennyiségének növekedése** jelenthető ki a modellek eredményei alapján. A múltban a leghosszabb száraz időszakok (amikor a napi csapadékösszeg 1 mm alatti) nyáron átlagosan 15 napig, míg ősszel és télen átlagosan 21-22 napig tartottak. A hazai szimulációk eredményei alapján **a 2021–2050 időszakban tavasszal és nyáron hosszabb, míg ősszel és télen rövidebb száraz periódusokra számíthatunk.** A száraz időszakok maximális hossza a nyári félévben növekszik: az évszázad végére ez akár 6 napos emelkedést is jelenthet, ugyanakkor egyes modellkísérletek a csökkenés lehetőségét is mutatják. A csapadékinzertitás tekintetében ősszel, nyáron és télen is növekedésre lehet számítani, egyedül a tavaszi hónapokban nem kell számottevő változásra készülni. A fenti kisebb összefoglaló alapján a vízgazdálkodással szorosan összefüggő klimatikus hatások a következők lehetnek.

Aszály

A regionális klímamodellek egyértelmű melegedést vetítenek előre a század hátralévő időszakára, illetve az aszályos időszakok gyakorisága is növekedni fog. Az évszázad első felében az aszály jellemzően az alföldi területeken fog kiemelt problémaként jelentkezni, de az **évszázad végére már az északi, hegyvidéki és dombosági területek jelentősebb érintettsége is várható.** A talajvízszint süllyedése, a talaj romló nedvességmegtartó képessége növeli az aszályhajlamot, nő az aszályos évek gyakorisága, **az aszály a mainál nagyobb térségre terjedhet ki.**

Belvíz

A belvizek várhatóan szélsőséesebb jelleggel fognak megjeleni az országban, amelynek több oka is lehet. A belvízi elöntések gyakoriságát VIZIGEKRE bontva bemutató adatok szerint is látható a tendencia, amely szerint az utóbbi években gyakrabban, nagyobb területet érintő belvizek alakultak ki az országban.³ A hóolvadás utáni időszakos vízborítottság-gyakorisága csökkenni fog, ugyanakkor a **téli eső** formájában hulló csapadék mennyisége és intenzitása is várhatóan emelkedni fog, tehát **többször is kevésbé kiszámítható módon alakulhatnak ki belvizek** ebben az időszakban. A **tavaszi és nyári** aszályok gyakoriságának növekedésével viszont **csökkenhet** a vegetációs **időszakokban előforduló belvizek gyakorisága.**

Árvíz

Az átlagos évi lefolyás folyóink többségén csökken, és éven belüli átrendeződése várható: **a lefolyás télen nő, nyáron csökken és hosszan tartó alacsony vízállás alakul ki.** A nagy folyók vízjárására vonatkozóan azonban nem állnak rendelkezésre olyan modellszámítások, amelyek a hosszú távú folyamatokat a klímamodell-eredmények figyelembevételével becsülik. Általánosságban elmondható, hogy **a téli eső eredetű árvizek kockázata növekedni fog, a hóolvadásos eredetű árvizek bizonytalanabbá válnak, a villámárvizek kockázata pedig egyértelműen növekszik.** A nagy árvízi fővédművekkel ellátott folyókról a **domb- és hegyvidéki kisvízfolyások felé fog áthelyeződni az árvízvédekezés súlypontja**⁴. Hirtelen megnövekvő vízállásra, nagyobb vízhozamokra kell számítani az intenzív csapadéktevékenységek következtében, azonban egyéb esetekben extrém kisvizek lesznek a jellemzőek. **A kisvízfolyások vízhozama szélsőséessé válik, a csapadékhányos nyári időszakban tartósan kiszáradhatnak,** ugyanakkor az egyre gyakoribbá váló extrém csapadékesemények a villámárvizek gyakoriságát is növelhetik.

Villámárvíz

A fentiekben leírt várható változások következtében **a villámárvizek gyakorisága a Dunántúli és az Északi-középhegység területén fog növekedni.** A villámárvizek hatásait a következő fejezetek mutatják be részletesebben.

Felszíni vízkészletek mennyisége és minősége

Az előrejelzések alapján a felszíni vízkészletek – ezen belül az állóvizek különösen – vízmérlege romlani fog. Az éghajlatváltozás következtében főként a hőmérsékletemelkedés és annak nyomán a párolgás fokozódása jelent kihívást. A víz hőmérséklet emelkedik, ami rontja a vízminőséget, emellett a jégjelenségek csökkennek. **A folyamat az állóvizeket fokozottan érinti (az algásodási folyamatok egyre nagyobb gondot fognak okozni), de a folyóvizek esetében is romolhatnak a mennyiségi és a minőségi paraméterek a vízmérleg módosulásának következtében.**

A felszíni vízkészletekre alapuló **ipari (technológiai és hűtő) víz igénye az átlaghőmérséklet emelkedése nyomán fokozódni fog.** Az ipari kapacitások növelése szintén növeli mind a

³<https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/81E46637-D6E2-469B-A482-298613A06132/1.%20melleklet%20Belvizi%20veszelyterkepezes%20eredmenyei.pdf>

⁴ A kisvízfolyásokra több javaslat is megfogalmazásra kerül a 3.3. fejezetben taglalt alkalmazkodási lehetőségek között.

hűtő, mind a technológiai vízigényt. **Az ipari vízigény növekedése jelentős problémát okozhat a szélsőségesebb vízjárásúvá váló vízfolyások esetében a kisvízi időszakokban.** Akár a vízfolyás vízkészletének mennyiségi állapotát is jelentősen ronthatja a fokozott vízkivétel, de szélsőséges esetekben akár rendelkezésre sem fog állni a szükséges ipari vízmennyiség az aszályos időszakokban.

Felszín alatti vízkészletek mennyisége és minősége

Az éghajlatváltozás következtében a csapadékvízviszonyok átrendeződése zajlik, a téli félév csapadékmennyisége növekszik, a nyári félévé pedig csökken. Ezzel párhuzamosan folyamatosan csökken a csapadékos napok száma, ugyanakkor növekszik a csapadékesemények intenzitása. E folyamatok eredményeként **a lefolyás növekedésével és a beszívárgás csökkenésével számolhatunk, ezáltal mérséklődik a felszín alatti vizek természetes utánpótlása.** Ez a negatív hatás rövidebb-hosszabb távon **káros kihatással lehet a felszín alatti áramlási rendszerekre is, ami az ivóvízkészleteink mellett a mélyebb elhelyezkedésű ásvány-, gyógyvíz- és hévízkészleteinkre is kihat.**

A lakosság fokozódó ivó- és öntözővíz-felhasználása is azokban az időszakokban fog jelentkezni, amikor a felszín alatti vízkészletek utánpótlódása erősen lecsökken, tehát **az aszályos, vízhiányos időszakokban.** A folyamat elsősorban a talajvizek mennyiségi állapotára nézve jelent kockázatot, főként a fúrt kutakon keresztül.

Csapadékvíz-gazdálkodás

A csapadékvíz-gazdálkodást erősen **befolyásoló tényező a (nyári)csapadékintenzitás várható változása, illetve az extrém csapadékesemények gyakoriságának változása.** Várhatóan egyre **gyakrabban fordulhatnak elő olyan csapadékesemények, amelyek ártalommentes levezetésére nem alkalmasak az idősödő, alulméretezett gyűjtőrendszerek.** A rendszerek időszakos átméretezése sem fenntartható folyamat. A csapadékvíz-gazdálkodás és az integrált települési vízgazdálkodás koncepciójának sokkal inkább megfeleltethető **a csapadékvizek hálózatba kerülő mennyiségének csökkentése, időszakos tározása és hasznosítása, illetve kivezetése zöldfelületi elemekre.** A települések rendelkezésére álló források (pl. TOP Plusz, KEHOP Plusz) is azokat a megoldásokat támogatják a jövőben, amelyek komplex módon kezelik a csapadékvíz gyűjtését, elvezetését, tározását és hasznosítását.

3.1.3. Kazincbarcika és térsége vízgazdálkodásának helyspecifikus sérülékenysége

Kazinbarcika és térsége esetében több helyi sajátosság is erősen befolyásolja a vízgazdálkodás sérülékenységét. A helyi szereplőkkel készült interjúk is megerősítik, hogy a Sajó közelsége meghatározza a város és a térség mindennapjait. Az **árvízi kockázat folyamatos a Sajó menti térszíneken,** ahol több nagyobb ipari szereplő telephelye és fontos közúti és vasúti létesítmények is találhatóak. A **villámárvizek** tekintetében *Kazincbarcikán alapvetően a Tardona-patak menti területek* lehetnek érintettek, de az elmúlt évek időszakos elöntéseinek helyszínei ismeretében kijelenthető, hogy a csapadékvíz-elvezető hálózat aktuális állapotának a függvénye, hogy mely településrész vagy utca károsodhat egy-egy jelentősebb csapadékesemény után. A város belterületét több övárak is védi a külvizektől, azonban az extrém csapadékeseményekhez történő alkalmazkodás újabb beavatkozásokat igényel. A térség kistelepülésein – a burkolt felületek alacsonyabb aránya miatt – a villámárvizek kialakulását jelentősebben befolyásolják a domborzati viszonyok, ezért

hangsúlyosabbak lehetnek a patakmedrekhez és a külterületekhez kapcsolódó beavatkozások. A hirtelen érkező, nagy hozamú esők, a duzzadó agyagtalaj felerősíthetnek egyes, az épített környezetet is fenyegető **földtani veszélyforrásokat** (pl. partfalomlás, földcsuszamlás, sárfolyás) is. A bányászat és ipar létesítményei közül a **bányászati meddőhányók**, ipari zagytározók szigetelése, stabilitása sérülhet az éghajlatváltozás hatására erősödő csapadék okozta erózió miatti talajvízszint-emelkedés okozta talajmechanikai változások, mozgások következtében. A térségben az elmúlt években már volt példa meddőhányó anyagának elmosására villámárvíz következtében (Parasznya, 2016.). A hasonló káresemények megelőzése érdekében felül kell vizsgálni a létesítmények állékonyságát.

Térségi szintű sajátosság, hogy az **ivóvízellátás** egy olyan regionális (ÉRV Zrt.) rendszerhez kapcsolódik, amely **jellemzően felszíni vízkészletből biztosítja az ivóvizet**. A Lázberci víztározót ugyan karsztos eredetű víz táplálja a Bán-patakon keresztül, de a fogyasztókhoz történő eljuttatást hosszú idejű felszíni tározás előzi meg, ami meghatározza az ivóvíz minőségét – és a klímaváltozásnak való kitettséget is. A megfelelő ivóvízminőség biztosítása érdekében az ÉRV Zrt. egy többszörösen továbbfejlesztett membrános víztisztítási technológiát alkalmaz, amelynek korlátozott a kapacitása. A klímaváltozás következtében a párolgás fokozódása várható, illetve növekedni fog az állóvizek hőmérséklete is. Ez elősegítheti a *Lázberci tározóban* – már jelenleg is gondot okozó – algásodási folyamatot. Minél nagyobb tisztítási fokú membrános rendszer alkalmazása válik indokolttá az ivóvíz tisztításához, **várhatóan annál kisebb lesz a tisztítási kapacitás, ami meghatározza a szolgáltatható ivóvíz mennyiségét**. A hóhullámos napok számának várható növekedése a **lakossági vízigények növekedését** is előrevetíti, amihez szükséges a közszolgáltató tisztítási kapacitásait hozzáigazítani. Az ivóvíz-szolgáltatás sérülékenységet növeli, hogy a Lázberci víztározó funkciója kettős: ivóvíz biztosítása és árvízi csúcscsökkentés. A száraz periódusok mellett a nagyvízi időszakokban az esetleges vészleürítések és a tározott víz zavarosságának foka is erősen befolyásolhatja az ivóvíz-tisztítási kapacitást, mivel a membrános technológiák erősen érzékenyek a víz lebegőanyag-tartalmára.

A száraz periódusok nem csak az ivóvíz-szolgáltatásra lehetnek hatással. Az **aszály** tematikáját számos helyi szereplő kiemelte a klímaváltozás hatásai közül, annak ellenére, hogy a térség nem kifejezetten agrárjellegű terület. Ennek ellenére a helyi gazdálkodók – függetlenül a helyi GDP-ben képviselt arányuktól- minden esetben a térség stratégiai fontosságú szereplői, akik kiemelt építőkövei a helyi ellátási láncoknak. Az **aszályos időszakokban jelentkező fokozódó öntözési igény már jelenleg is megfogalmazódott**, a rendelkezésre álló **vízkészletek azonban mennyiségükben és elérhetőségükben korlátozottak**.

A csapadékhányos és az extrém csapadékos időszakokkal kapcsolatosan lehet említeni a térség egyik legnagyobb ipari szereplőjéhez, a *BorsodChemhez kapcsolódóan* az **ipari vízigények kérdéskörét**. A BorsodChem ipari víz igényét a Sajó folyóból elégíti ki, amely ipari vizet (az ÉRV Zrt.-hez hasonlóan) membrános technológiával kezel. E tisztítási technológia rendkívül érzékeny a lebegőanyag tartalomra, ezért az **árvizek, villámárvizek hatására megnövekvő hordalékmennyiség** akár meg is akadályozhatja az ipari víz kivételét. Az **extrém alacsony vízállások pedig mennyiségi oldalról, illetve a magasabb vízhőmérséklet miatt korlátozhatják vagy akadályozhatják az ipari víz Sajóból történő kivételét**. Az említett folyamatok gyakoriságának növekedése erősen befolyásolhatja a BorsodChem teljes gyártási tevékenységét.

A **felszín alatti vizek** tekintetében *Kazincbarcika*n a **talajvizet** kell kiemelni, ami a hegyvidéki területek felől áramlik a *Sajó völgyének irányába*. A **belterületen számos ponton pinceázásokat okoz a magas talajvízszint**. A *Sajó völgyében (Kazincbarcika belterületének északi részén)* talajvíz süllyesztő kutak létesítésére volt szükség a károk megelőzése érdekében. A **kitermelt talajvizek hasznosíthatóságát akadályozza, hogy a város területének több pontján szennyezett a talaj**, ennek következtében a talajvizek is terheltek. A szükséges kármentesítések, szennyezések felszámolása után a folyamatosan kinyert talajvíz hasznosítása is lehetségessé válna. Speciális felszín alatti víz a **bányavíz**, amelynek nagy mennyiségű kitermelése valósult meg az elmúlt évtizedekben. A **bezárt bányatelkeken** azóta megszűnt a vízkitermelés, de a **felszín alatti víz szintjének emelkedésével több ponton fakadóvizek jelentek meg**. Ezek felszíni bevezetése részben a Tardona-patakba történik (*Herbolya városrész*). A **bányavizek hasznosíthatóságát (pl. zöldfelületek öntözése) helyi szinten érdemes vizsgálni**.

Az erdőgazdálkodás vízügyi aspektusai

Kazincbarcika és térsége magas erdősültsége számos kihívás elé állítja a szakembereket a klímaváltozásnak köszönhetően, ugyanakkor a helyzet rengeteg lehetőséget is rejt magában, többek közt a vízgazdálkodási alkalmazkodóképesség növelésének területén.

Mára sajnálatos valóság, hogy a párás klímát kedvelő lucfenyő fokozatosan kipusztul hazánkban. Az erdészeti kutatások által készített előrejelzések alapján 2050-re a bükk számára alkalmas termőhelyek is eltűnnek az országból, a legszárazabb erdészeti klímátípus, az erdős sztyepp területe sokszorosára növekszik.

Az erdők állapotának romlása nem csak a faanyagellátásra gyakorol kedvezőtlen hatást. Csökkennek, beszűkülnek, esetenként meg is szűnnek az erdők által a társadalom számára nyújtott, széles körű ökoszisztéma szolgáltatások (a talaj, a vízkészletek és a települések védelme, levegőminőség javítása, rekreáció stb.), amelynek gazdasági és szociális hatásai szinte felbecsülhetetlenek.

A térségi interjúk alapján **az új kártevők megjelenése, az erdőterületek szárazodása jelenti a** kiemelt problémákat, illetve utóbbi hatására megnövekedhet – az egyébként jellemzően emberi eredetű – erdőtüzek kiterjedésének és kárainak mértéke. A 4. táblázat összegzi a települési interjúkon az alanyok által azonosított klímahatásokat, érzékenységi tényezőket, létező válaszleépés-típusokat és a helyiek által jó gyakorlatoknak tartott megoldásokat. A leírtak így nem a szerzők álláspontját jelentik, hanem a helyi interjúkon elhangzottak kerültek összefoglalásra, áttekinthető módon⁵.

⁵ Nem jelent meg a helyi vélemények között például a helyi vízháztartás javítása; a belvíz és a villámárvizek megtartása, megfelelő tározása; az összegyülekezés és lefolyás lassítása a felső vízgyűjtőkön; a kritikus lefolyású területeken a földhasználat váltás propagálása.

Várható hatások	Várható hidrológiai hatások sérülékenység szerinti helyi értékelése az interjútapasztalatok alapján			
	Kitétség	Érzékenység	Alkalmazkodóképesség	Jó gyakorlat
Belvíz	A többletvizek és a magasabb szintű talajvíz következtében keletkezik, de a domborzati hatások is erősen befolyásolják.	Belvizes településrészek jellemzően nem, de pangó vizes helyzetekre érzékeny helyek ismertek a vizsgált térségben (pl. kazincbarcikai Tesco környéke).	Többletvizek időszakos elvezetése.	Az interjúban említésre nem került, de a Kazincbarcikán található talajvízcsapoló kutak megelőzik a mélyebben fekvő területek belvizesedését.
Aszály	- Általában a hőhullámokkal együtt jelentkezik a térségben. - Egyre gyakoribb mindenhol, kutak kiszáradhatnak. - Vidéki agrárterületeket érinti. - Kazincbarcikán nincs helyi ivóvízbázis. - Ipari víz igény kielégítése veszélyeztetett. - Erdőterületek fokozottan érintettek.	- Mezőgazdaságból élőket érinti elsősorban. - Élelmiszertermelés átalakulása mindenkit érinthet. - Aszályok növelik az erdőtüzek kockázatát. - Erdők szárazodása, kártevők szaporodása.	- Több öntözés agrárterületeken, háztáji termelésben, városi zöldfelületeken. - Öntözőberendezések kiépítése. - Alternatív ipari víz beszerzési lehetőségek.	- Víztározók építése kistelepülések ellátására. - Faültetés városokban.
Villámárvizek, árvizek	- Kistelepülések általános veszélyeztetettsége. - Kazincbarcika egyes településrészeinek veszélyeztetettsége (ami a vízelvezető rendszer állapotának függvényében változhat). - A szélsőségeség irányába elmozduló csapadékmintázatok következtében egyre több árvízre és hirtelen lezúduló csapadékokra kell számítani. - A Sajó árveit szinte valamennyi interjúalany említette.	- Sűrűn lakott területek érzékenysége nagyobb. - Hátrányosabb helyzetű területeken rossz állapotban van a csatornahálózat (pl. Herbolya). - Mélyebb fekvésű területek nagyobb érzékenysége. - Kazincbarcikán az iparterület egy része a Sajó hullámterén található.	- Vízelvezető rendszerek karbantartása. - Külterületi övök-rendszerek kiépítése - Megfelelő szakemberek foglalkoztatása. - Csatornák karbantartása. - Gátemelés Sajó mentén.	- Sajógalgócon vízelvezető árokrendszer. - Zöldfelületek bővítése Kazincbarcikán. - Kampányok szemléletformálásra (tudatos vízhasználat). - Berente csapadékvíz elvezetés.
Extrém csapadékesemények	- Viharkárok, jégesők. - Belterületi elöntések, - Folyók, patakok hordalékkal terheltté válnak.	Ipari víz kivétele korlátozottá válik a lebegőanyag tartalom miatt.	- Belterületi csapadékvíz-elvezető rendszerek karbantartása, fejlesztése - Alternatív ipari víz beszerzési lehetőségek.	Nem került említésre.

4. táblázat: Az éghajlatváltozás várható kitétségi, érzékenységi és alkalmazkodóképességi dimenzióinak megjelenése a települési interjúkban. Forrás: Saját szerkesztés, az MBFSZ-től kapott információk alapján

Meg kell jegyezzük, az interjútapasztalatok is alátámasztják, hogy **a belvíz definícióját nem csak a szakemberek, hanem gyakorlatilag minden érintett több jelentéssel ruházza fel.** A jellemzően síkvidéki belvízi jelenséget többen a domboldalakhoz kötötték. Érdeemes megjegyezni, hogy éppen Kazincbarcika vasútvonal közelében fekvő belterülete (a Sajó terasza) tekinthető belvízzel veszélyeztetett területnek. A feltöltött folyóvölgy és a dombság találkozása – egy kis területen – síknak tekinthető és a folyó felé áramló felszín alatti vizek elősegítik a talajvíz felszínre jutását és az időszakos vízállásos területek kialakulását.

3.2. Extrém csapadékeseményekkel kapcsolatos helyi sérülékenység

Az éghajlatváltozás hazai hatásaival kapcsolatosan – földrajzi térségtől függetlenül – minden esetben indokolt kitérni a **vízügyi, hidrológiai hatásokra, sérülékenységre**, hiszen van olyan neves szakember, aki szerint **a klímaváltozás hazai hatásainak 60-70%-a közvetlenül köthető a vízgazdálkodáshoz** (Szöllősi-Nagy). Jelen vizsgálatnak nem célja cáfolni vagy igazolni az előbbi állítást, de az tény, hogy az elmúlt évek egyik leggyakrabban vizsgált sérülékenységi tematikája a vízügyi. Jelen elemzés során **a vízügyi szakterület alatt nem csupán a vízrendezéssel kapcsolatos szakágakat értjük:** az érzékenységvizsgálat kitekint az *ivóvíz-szolgáltatásra, a szennyvízkezelésre és az ipari víz felhasználására is, amelyek* – az országos átlagtól jelentősen eltérve – **a legnagyobb arányban az éghajlatváltozásnak leginkább kitett felszíni vízkészletekre támaszkodnak a térségben.**

A domb- és hegyvidéki területeken – a korábbi hazai vizsgálatokra alapozva – **kézenfekvő a villámárvizekkel kapcsolatos hatáslánc vizsgálata.** A NATÉR rendszerben bemutatott elemzések alapján a térség településeinek villámárvizekkel kapcsolatos sérülékenysége a kismértékűtől a közepesen át a fokozottan sérülékeny kategóriákba tartozók között váltakozik, ami jelzi a **Kazincbarcika és térsége villámárvizekkel kapcsolatos általános érintettségét**, de csak néhány esetben vetít előre kiugró kockázatokat. Érdeemes megjegyezni, hogy a NATÉR rendszeren belül a villámárvizekkel szembeni sérülékenység esetében a vízgyűjtő morfológiai jellemzői (alak, méret, lejtő meredeksége), a növényborítottság, illetve a 30 mm-t meghaladó napi csapadékesemények alapján kerültek osztályozásra az egyes vízfolyások, illetve települések.

A CLIMCOOP projekt keretében 2021. szeptember hónapjában lefolytatott térségi interjúk rámutattak, hogy a különböző települések vezetői és a különböző szakterületeken tevékenykedők mennyire **eltérően ítélik meg a villámárvizek szerepét és kockázatát Kazincbarcikán és a környező kistérségeken.** A fentiek alapján sem lehet úgy értékelni, hogy a városban (szemben a térsége kisebb településeivel) nagyobb problémát okoznának a villámárvizek, mint a hasonló domborzati környezetben elhelyezkedő egyéb települések esetében.

Az elmúlt évek vízkárainak áttekintése során azonban egyértelművé vált, hogy (csak a 2010-es évtizedet vizsgálva is kijelenthetően) **Kazincbarcikán több olyan jelentősebb csapadékeseményhez köthető időszakos belterületi elöntés alakult ki**, ami átmenetileg akadályozta bizonyos városrészekben a szabad közlekedést, illetve kisebb károkat okozott. A vízkár-kialakulás településen belüli elhelyezkedésének vizsgálata egyértelműen kirajolja, hogy nem elsődlegesen a domborzati viszonyok és a növényborítottság mértéke határozta meg a haváriák kialakulását. **A legfontosabb tényezők a csapadékvíz-elvezető rendszer kapacitása, aktuális állapota (átfolyók eltömődése, karbantartás hiánya), illetve a speciális hidraulikai viszonyok kialakulása** lehetett. **A térség kistérségein** (amelyek közül több

esetében is tapasztalhatók voltak villámárvíz jelenségek az elmúlt évtizedben), ahol a belterületeken jóval alacsonyabb a beépítettség mértéke, kisebb a jelentősége a csapadékvíz-elvezető rendszereknek, és jelentősebb tényezőként jelennek meg a NATÉR rendszerben is megismert domborzati, növényborítottsági paraméterek.

A villámárvizek által okozott belterületi időszakos elöntéseken túl, **az egész térség közszolgáltatásának biztonságát és az ipari termelés üzemmenetét is veszélyeztetik a rendkívüli csapadékesemények.** A regionális ivóvíz-szolgáltatás víztisztítási technológiája, illetve Kazincbarcika legnagyobb ipari szereplőjének, a BorsodChemnek az ipari vizet tisztító technológiája egyaránt érzékenyek a felszíni víz lebegőanyag tartalmára. A rendkívüli csapadékesemények hatására ez a lebegőanyag tartalom az érintett felszíni vizekben jelentősen megnövekedhet, ami befolyásolja a közműszolgáltatást és az ipari víz kivételét egyaránt. Ezeknek az eseményeknek a gyakoriságnövekedésére mind a városüzemeltetés, mind az ipari termelés szereplőinek fel kell készülnie.

A fentieket figyelembe véve, a **vízügyi hatáslánc felállítása során** nem kizárólag a villámárvizek vizsgálata történik meg, hanem **a térségi specifikumoknak megfelelően az extrém csapadékeseményekkel szembeni sérülékenység összetettebb elemzése** valósul meg.

3.2.1. Extrém csapadékesemények általi sérülékenységi hatáslánc

A térségben a klímaváltozás hatására kiemelt kockázatot jelentenek a **csapadéktendenciákban és -mintázatokban várható változások**, amelyek mellett a **gyakoribbá és hevesebbé váló viharok és a villámárvíz kockázatok** jelentenek problémát (SECAP, 2018). Az 1970-2000-es időszakhoz képest, a csapadékösszeg várható tendenciáit tekintve a közeli- és távoli jövőben is növekedés (0-50 mm) várható éves szinten. Évszakos tekintetben télen növekedés (0-50 mm) prognosztizálható, míg nyáron csökkenő és növekvő tendenciák is (-25 - +25 mm) előfordulhatnak. Ugyanakkor **a csapadék intenzitása és az extrém csapadékmennyiségű napok száma, a különböző vihartípusok gyakorisága** egyértelmű **növekedést mutat**, így a 30 mm-t meghaladó csapadékos napok száma a 2021-2050-es időszakban megduplázódhat, a 2071-2100-as időszakban akár megháromszorozódhat Kazincbarcika térségében, **növelve a térségben kiemelt problémaként jelentkező villámárvíz és viharok kockázatát.**

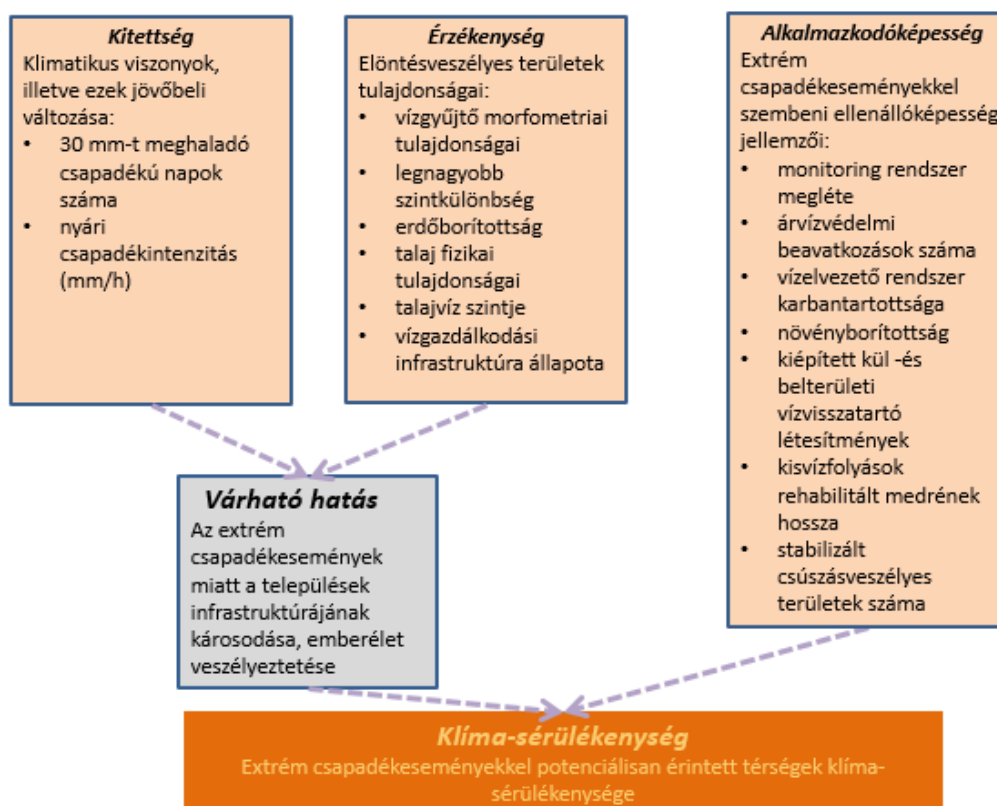
Az elmúlt évek káreseményei alapján megállapítható, hogy **a 2010-es jelentősebb árvízi helyzet óta** (Sajó), kimutathatóan **megszaporodtak a villámárvizek, belterületi elöntések Kazincbarcikán** (2015 óta évente legalább egy alkalommal). A **környező településeken szintén** regisztráltak villámárvizekhez kapcsolható káreseményeket és szintén megszaporodtak a 2010-es évtizedben a lokálisan gondot okozó, akár káreseményt generáló extrém csapadékesemények (pl. *Berente, Radostyán, Tardona, Varbó, Dédestapolcsány, Parasznya*).

A szeptember folyamán lefolytatott térségi interjúk során a megkérdezettek az általuk érzékelt legfőbb klímahatások között az aszály, a hőhullámok emberi egészségre gyakorolt hatásai és a viharok mellett a **villámárvizeket és a belterületi csapadékvíz-elöntéseket** nevezték meg legjelentősebb kihívásként, ami alátámasztja, hogy **az extrém csapadékesemények már jelenleg is jelentős hatással vannak a települések infrastruktúrájára és a lakosságra.**

Az éghajlatváltozás hatására gyakoribbá váló extrém csapadékesemények gyakorisága ráadásul a jövőben várhatóan növekedni fog, ami a közvetlen hatásokon túl számos hatásviselőt negatívan fog érinteni. Tekintettel arra, hogy **a meghatározó kitettség mutató a 30 mm napi csapadékösszeggel jellemezhető napok száma**, ezek gyakoriságának növekedésével a térség kitettsége is egyértelműen növekszik. A NATÉR adatbázisában a domb- és hegyvidéki települések vízgyűjtőinek és kifolyási pontjainak villámárvizekre történő érzékenység vizsgálata történt meg. A módszertan alapvetően kiterjeszthető kisebb térségek vizsgálatára is, néhány helyspecifikus tényezővel kiegészítve (ld. kitettség és érzékenység bemutatása).

A lentebb bemutatott, Kazincbarcikára és térségére alkalmazni tervezett vizsgálati módszertan így a NATÉR alapokat viszi tovább.

Extrém csapadékeseményekkel szembeni sérülékenység vizsgálat



6. ábra: Az extrém csapadékeseményekkel szembeni sérülékenység vizsgálata. Forrás: MBFSZ szerkesztés

Kitettség

Az intenzív csapadékhullás beázásokhoz, villámárvízhez vagy belterületi csapadékvíz-elöntésekhez vezethet (a vizsgált térségben mindhárom verzió jellemző), **elsősorban az alapincézett épületeket és a mélyebb fekvésű településrészeket** veszélyeztetve, de a csapadékvíz-elvezető rendszer aktuális állapotának függvényében **Kazincbarcika viszonylag magasabban fekvő településrészein** is kialakulhatnak időszakos elöntések. A város mélyebben fekvő térszínein jelentősen befolyásolja a kitettséget a talajvíz szintje. **A Sajó völgyében és a folyó alacsonyabb terasz-szintjein** jellemzően magas **a talajvíz nyugalmi**

szintje, ami kedvez az extrém csapadékhelyzetek utáni elöntések kialakulásának. A magasabb térszínű településrészekben is jelentősen befolyásolja a kitettséget a felszín alatti víz mozgása, növelve a talajok vízzel való telítettségét és egyben csökkentve a csapadékok elszívargásának lehetőségét. A villámárvizekkel kapcsolatos sérülékenységvizsgálat során a NATÉR kapcsolódó elemzéseinek eddigi megközelítése szerint a **legfontosabb mutató a kitettség meghatározásához a 30 mm-t meghaladó csapadékkal érintett napok éves átlagos száma.** E mutató a kazincbarcikai térségi vizsgálatok során is alkalmazható. A NATÉR a kitettség paraméterének vizsgálatához három klimatológiai adatforrást használ fel: a CarpatClim mért adatokat tartalmaz az 1961-1990-es évek átlagára vonatkozóan, míg az Aladin és a RegCM modellek két jövőbeli időszakra (2021-2050 és 2071-2100 közötti évek átlagára) jelez előre.

Az átlagos csapadékösszegek és időtartamok ismeretében elemezhetjük a csapadékintenzitást (mm/h) is. A csapadékintenzitásnak határozott éves menete van, nyári maximummal, téli minimummal. Általános hazai trend, hogy az elmúlt 20 évben növekedett a csapadékintenzitás az – eleve magasabb értékekkel jellemezhető - nyári hónapokban. A legnagyobb arányú intenzitásnövekedés a tavaszi hónapokban volt mérhető, de még a téli hónapok csapadékainak intenzitásában is egyértelmű növekedés mutatható ki.

A kisebb térségi, helyi viszonyok pontosabb feltárása érdekében **érdemes megvizsgálni, hogy a korábban kialakult belterületi elöntésekhez milyen értékű napi csapadékmennyiségek társíthatók.** Amennyiben a város csapadékvíz-elvezető rendszere – vagy annak bizonyos szakaszai – már alacsonyabb napi csapadékmennyiség lehullása esetén sem tudják ellátni alapfunkciójukat, **érdemes lehet a NATÉR tematikájában alkalmazott értéket a helyi viszonyokhoz igazítva alkalmazni.** Amennyiben a sérülékenységvizsgálat során indokolttá válna a kitettség mutatójának kvantitatív módosítása, a hatáslánc terminológiája akkor is megfelel a szakmai definícióknak, mivel több klímamodellben is a 20 mm napi csapadékösszeg is már az extrém mértékű besorolásba került. A múltbeli időszakok kitettségi mutatóinak egységes előállításához a vizsgált térséget magába foglaló meteorológiai adatbázisra (pl. E-OBS, CarpatClim, DanubeClim, stb.) lesz szükség. Mindegyik felsorolt adatbázisban elérhetők napi adatok a csapadékra vonatkozóan.

Érzékenység

A klímaváltozás következményeként várhatóan megnő az extrém csapadékesemények éves gyakorisága és az egyes események intenzitása is. Bizonyos feltételek fennállása esetén az extrém csapadékesemények következtében villámárvizek alakulhatnak ki. **A villámárvizek kialakulásának legfontosabb feltételeit tekinthetjük az extrém csapadékeseményekkel kapcsolatos érzékenységi mutatók gerincének.**

A NATÉR módszertana alapján meghatározásra kerültek a **domb- és hegyvidéki kisvízfolyások vízgyűjtőinek és kifolyási pontjainak villámárvizekkel kapcsolatos érzékenységét jellemző mutatók** köre. Fontos peremfeltétel, hogy a vízfolyások vízgyűjtőinek mérete meghaladja a 2 km²-t, de ne érje el az 1000 km²-t. A vízgyűjtők morfológiai jellemzői, amelyek egyben érzékenységi mutatók a vizsgálat során:

- **vízgyűjtő alakja** (körhöz való hasonlóság);
- **lejtésviszonyok, lejtőszög;**

- **legnagyobb szintkülönbség.**

Egyéb mutatók, amelyek szintén vízgyűjtő szintjén vizsgálandók:

- **erdőborítottság;**
- **talajok tulajdonságai** (elsősorban fizikai tulajdonságok).

Kazincbarcika és térsége esetében a fenti paramétereket vizsgáló elemzések már rendelkezésre állnak. A helyi viszonyok pontosabb jellemzése érdekében azonban érdemes néhány további mutatót is megvizsgálni. A bevezetésben bemutatásra került, hogy a villámárvizek érzékenységi mutatói jól alkalmazhatók a térség kistelepüléseire, ahol a domborzati és növényborítási paraméterek határozzák meg elsősorban az extrém csapadékeseményekre való érzékenységet. **Kazincbarcika városias jellegű területén ennél több tényező is jelentősen befolyásolja azt, hogy az extrém csapadékesemények hatására kialakulnak-e elöntések vagy sem.** A külterületről származó külvizek ellen több övárak védi a települést, amelyek levezetik a vizeket. Ennek ellenére a belterületen továbbra is jellemzőek az időszakos elöntések, ami a belterületi csapadékvíz-elvezető rendszer kapacitáshiányára és/vagy nem megfelelő műszaki állapotára utal⁶. **Kazincbarcika érzékenységeinek vizsgálata során ezért figyelembe kell venni a csapadékvíz-elvezető rendszer állapotát, hálózati kialakítását, amelynek jellemzése a kapacitáshiány (liter/perc) meghatározásával történhet.** Amennyiben a mutató pontos meghatározásához nem áll rendelkezésre megfelelő adat, érdemes településrészenként meghatározni azt, hogy mely helyszíneken nem megfelelő az elvezető rendszer műszaki állapota, hiszen ez jelentősen hátráltathatja az alkalmazkodóképességet.

Kazincbarcika sajátos elhelyezkedése miatt a talajvízszint is jelentősen befolyásolhatja a villámárvizek, vízborítások kialakulását, illetve azok mértékét, időbeli kiterjedését. **Magasabb talajvízszintek esetében gyorsabban kialakulnak a villámárvizek, mértékük is nagyobb lehet, illetve levonulásuk is elhúzódhat.** Ezért Kazincbarcika esetében javasolt a **belterületre** fókuszálva vizsgálni a **talajvízszint felszínhez viszonyított nyugalmi szintjét (méter).**

Szintén a bevezetésben történt utalás a közműszolgáltatás és az ipari tevékenység kapcsán az ivóvíz és az ipari víz kivételének és kezelésének extrém csapadékeseményekkel szembeni érzékenysége, az alkalmazott technológiák egyenes következményeként. Ezeket figyelembe véve célszerű az **ivóvízbázis, illetve az ipari vizet szolgáltató víztest (Sajó) vízkészletéhez kapcsolódó érzékenységi mutató** vizsgálata. Érzékenységi mutató lehet: **ivóvíz/ipari víz zavarossága (z°) és összes lebegőanyag-tartalma (mg/l).**

Alkalmazkodóképesség

Az extrém csapadékeseményekhez történő, az alkalmazkodóképességet növelő beavatkozások során – függetlenül az érintett település méretétől – minden esetben össze kell hangolni a kül- és belterületi intézkedéseket.

Az alkalmazkodóképesség két nagyobb logikai egységre bontható.

⁶ Hangsúlyozni kell, hogy a megállapítás a jelenlegi térségi helyzetre utal. Akármennyire is elavult megoldás vízügyi szempontból a csapadékvíz-elvezetés, jelenleg ez történik Kazincbarcikán. A javaslatok között viszont már a vízviszátartás és a beszívárogtatás növelése jelenik meg.

- Az extrém csapadékesemények következtében kialakuló villámárvizek, vízborítások szintjének csökkentése (esetleg megakadályozása),
- és a kialakuló vízhatások közvetett következményeinek kezelése.

A villámárvizek kialakulását vagy szintjének mérséklését az érzékenységet jellemző mutatók javítását célzó beavatkozásokkal lehetséges elősegíteni. **Monitoring rendszer** üzemeltetésével lehetséges figyelemmel kísérni a mutatók változását (vízszint, vízhozam, talajvízszint, lebegőanyag tartalom, vízelvezető hálózat hidraulikai állapotának vizsgálata) és megkezdeni a szükséges műszaki beavatkozásokat. A **monitoring rendszerek kiépültsége** megfelelő adaptációs mutató lehet.

Árvízvédelmi beavatkozások a kisvízfolyások esetében a leggyakrabban nem védműveket jelenthetnek, hanem a meder morfológiai átalakítását, revitalizációját, ami megnöveli a víztest kapacitását. Ezek kiegészítésére a belterületet védő övárok-rendszerek és vízviisszatartó létesítmények (záportározók, bögék), továbbá hordalékfogók mind csökkenthetik a villámárvizek kockázatát. Nyomon követésük kiemelten **e beavatkozások utóbbi évtizedben megvalósult számán** vagy **valamilyen naturáliával /hossz, m², stb./ történő jellemzésen** keresztül történhet.

A külterületen a **növényborítás mértéke (m², %)** meghatározó lehet a medren kívüli vízviisszatartás szempontjából, amelyet kiegészíthet a belterületi zöldfelületek bekapcsolása az időszakos vízviisszatartásba, beszivárgtatásba, többletvizek időszakos elhelyezésébe.

A csapadékvíz-elvezető hálózat kapacitásának növelésével és folyamatos karbantartásával (mutatószinten az **ezeket célzó aktuális beavatkozások száma, outputjai** által lekövetve) szintén jelentősen csökkenthető a belterületi haváriák száma és mértéke. Emellett érdemes megvizsgálni, hogy a meglévő csapadékvíz-elvezető hálózatban vannak-e hiányzó hálózati elemek vagy alkalmazhatóak-e olyan hálózati átkötések, amelyekkel szintén csökkenthetőek lennének a belterületi vízelöntésekől származó károk. A nagy városi infrastruktúrák terhelését csökkentő kiegészítő megoldások is alkalmazhatók: pl. ingatlanokon belüli csapadékvíz-visszatartás, -tárolás és -hasznosítás.

A domb- és hegyvidéki területeken általánosan, így Kazincbarcika térségében is jellemző a csuszamlás veszély növekedése az extrém csapadékesemények következtében. A **mozgásveszélyes területek stabilizálása** (mérnökgeológiai beavatkozásokkal) fontos alkalmazkodóképesség fejlesztő intézkedés lehet. Ezek követése az **ezt célzó beavatkozások számával (db)** vagy **az érintett területek kiterjedésének változásával (m²)** történhet meg.

Az előbb ismertetett mutatók összevetésével megadható, hogy egy adott település milyen mértékben tud alkalmazkodni a **várható hatásokkal** szemben. Az egyedi alkalmazkodó képességi mutatók normalizálásával, majd aggregálásával lehet meghatározni az aggregált komplex alkalmazkodóképességi mutatót, amelyet a sérülékenység számításához normalizálás után fel lehet használni.

Az **iparivíz ellátás** folyamatos biztosítása érdekében meg kell vizsgálni az alternatív vízbeszerzési lehetőségeket is, amelyek megfelelő és állandó minőségű vizet biztosítanak, de nem terhelik tovább a terület vízteteinek mennyiségi állapotát. **Kézenfekvő tehát vizsgálni az alkalmazkodóképesség kapcsán a térség jelenlegi- és jövőbeli elvezetett bányavizeinek hasznosíthatóságát is.**

3.3. Az alkalmazkodóképesség növelését célzó beavatkozások lehetséges köre

A 2022 folyamán elkészülő, Kazincbarcika önkormányzat és a BorsodChem tervezett közös klímastratégiájának adaptációs intézkedéseit megalapozandó a megismert vízügyi sérülékenységi tematikák kapcsán a lehetséges válaszlépések között térségi/vízgyűjtőterületi szintű és lokális, üzemi szintű beavatkozások egyaránt javasoltak.

3.3.1. Térségi szintű beavatkozások

Ivóvíz-szolgáltatás biztonságának növelése

- A térség ivóvízellátása gyakorlatilag egészében felszíni vízkészletből származik. A tisztítási technológiai kapacitása erősen behatárolja a szolgáltatható ivóvíz mennyiségét. Ezért célszerű az ivóvízkezelő kapacitás méretezését a jövőbeli hóhullámos időszakok várható terheléseire méretezni, felkészülni a megnövekedő vízigény kielégítésére.
- Az ivóvízbázisok megőrzését szolgálhatja a sérülékeny vízbázisok kizárólag ivóvíz céljára történő hasznosítása, az egyéb célú – nem feltétlenül ivóvíz minőségű vizet igénylő – vízhasználatok más forrásból történő biztosításával.
- Az egyre jelentősebb hálózati veszteségek csökkentésével a korlátozott ivóvíz-kapacitások felesleges terhelése is jelentősen csökkenthető.

Monitoringrendszer létrehozása és üzemeltetése

- A felszíni vizek mennyiségi paramétereinek, meteorológiai adatoknak és a települési vízgazdálkodáshoz kapcsolódó infrastruktúra állapotát jellemző paramétereknek a folyamatos monitorozása, a villámárvizek előrejelzése és a hosszabb távú fejlesztési igények megalapozása érdekében.

Kisvízfolyások mederrehabilitációja

- Tardona-patak mederrehabilitációja az alsó szakaszon a meder nagyobb kapacitása, a természetközeli meder és parti zóna kialakításának érdekében, valamint Kazincbarcika belterületének hóhullámokkal szembeni alkalmazkodóképességének javításáért, a kedvezőbb mikroklima elősegítésére.
- A mederrehabilitáció során a meder természetes formájának visszaállítása a cél, amely elősegíti a part menti növényzónák megtelepedését.
 - A természetesebb meder kialakítása érdekében csak a legszükségesebb földmunkák és kotrás elvégzése javasolt.
 - A rézsűket, partfalbiztosításokat természetes anyagokkal javasolt kialakítani és átalakítani.
 - A hosszanti átjárhatóságot surrantókkal célszerű biztosítani, szintén természetes anyagok felhasználásával.
- A mederrehabilitáció többcélú beavatkozás: ökológiai, lefolyás sebességének csökkentése, meder kapacitásának növelése, a meder esésének és érdességének optimalizálása, a megfelelő áramlási sebesség kialakítása érdekében.

Lefolyálassító beavatkozások kisvízfolyásokon

- A hegyvidéki kisvízfolyások mederrehabilitációja – többek közt – a lefolyás lassítását szolgálják (ld. VGT műszaki intézkedések tartalma).
- Természetközeli vízvisszatartási és hordalékfogó (rönkfa gátak, üledékfogó medencék, vízfolyás természetes meanderezésének visszaállítása, oldaltározó kialakítása, hiányzó parti sávok kialakítása) elemeket tartalmazó beavatkozások végrehajtása a térség kisvízfolyásain.

Árvízi biztonság növelése

- Árvízvédelmi művek állapotának felülvizsgálata, az árhullámok változó dinamikájának való megfelelés érdekében.

Erdészeti területek vízháztartásának javítása

- Nagy lejtőszögű erdős területeken a növényborítottság folyamatos fenntartása.
- Erdei talajok szervesanyag tartalmának növelése⁷, a nagyobb vízraktározó-képesség elérése érdekében.
- Vízvisszatartási létesítmények (pl. erdészeti tározók) kialakítása az erdősült területek vízháztartásának javítása érdekében és a megfelelő mennyiségű tűzvíz biztosítása érdekében.

3.3.2. Lokális-, városi- és üzemi szintű beavatkozások

Integrált Települési Vízgazdálkodási Tervek elkészítése

- A települések valamennyi vízgazdálkodással kapcsolatos feladatát (ivóvíz, belvíz, árvíz, szennyvíz, csapadékvíz, vízrendezés, felszín alatti vizek, stb.) integráltan kezelő tervek kidolgozása és a bennük meghatározott feladatok ütemezett végrehajtása.
- Az önálló integrált települési vízgazdálkodási tervek összehangolása lehetőség szerint vízgyűjtőterületenként (Az ITVT-k alapvetően települések közigazgatási területére készülnek. Ezért célszerű szomszédos településeket (amelyek vízgyűjtője közös) összehangolni.).

Belterületi csapadékvíz-visszatartás és -hasznosítás

- Belterületek burkolt felületeire hulló csapadékok beszivárgását szolgáló megoldások (záportározók, szikkasztómezők), majd a maradék mennyiség zöldfelületeken történő hasznosítása.
- Csapadékvizek tisztítása (pl. szűrőmezőn) hasznosítás előtt.
- A tározók, szűrőmezők, szikkasztómezők integrálása a városi vizes élőhelyekbe, zöldfelületi elemekbe.
- Szürkevíz-használatot népszerűsítő szemléletformálás.

⁷ Ehhez az egyik jó módszer, hogy nem hoznak ki minden faanyagot a vágások után a területről, hanem legalább a kis átmérőjű, kisebb értékű faanyagot a talajon hagyják korhadni. A többi a természet dolga. Ha a jelenlegi gyakorlattól eltérően nem „pucolnák” ki teljesen a faanyagot a területről, az hektáronként több tonna szerves anyag helyben maradását eredményezné a talajokban. Ha kívülről viszünk be a rendszerbe szerves anyagot az technikailag megoldható ugyan, de irreálisan költséges.

- A települések belterületén történő vízvisszatartási megoldások (vízvisszatartás, elszivárogtatás) alkalmazásakor érdemes figyelmet fordítani a talajvízszint növekedés esetén potenciálisan bekövetkező pinceelöntések kérdéskörére.
- Felmerülhet városi klímastratégiák vízügyi lába esetében a burkolt felületek felületek (lakópark, lakótelep, bevásárló központok vagy ipari területek - ezek esetében a lefolyás közel 100%-os) terjedésének megállítása, átalakítása beszivárgást segítő felületekké. A legfontosabb itt is a lefolyás lassítása és a beszivárgás növelése, javítása. Ez alapvetően üdvözlendő gondolat, de figyelembe kell venni Kazincbarcika helyi sajátosságait. A városban már jelenleg is gondot okoz a felszín alatt a völgy felé áramló víz mennyisége és szintje. Pincék, alagsorok veszélyeztetettek folyamatosan, még a jelenlegi szilárd burkolati arány mellett is. Ha nullára szeretnék csökkenteni a beszivárgást gátló burkolatokat, akkor ez a vízmennyiség megjelenne a felszín alatt, még jelentősebb károkat okozva, illetve a város mélyebb fekvésű területein fakadna később a felszínre, ahol már jelenleg is apasztani kell a talajvizet időszakosan, hogy elkerüljék a károkat (ezt az anyagban be is mutattuk). A beszivárgás növelése szerepel a javaslatok között, de a burkolt felületek 0 közelébe történő redukálást óvatosan kell kezelni, mint célt, mert ezzel egy másik problémát eszkalálnánk a kezelhetőség mértékén túl.

Terepi lefolyási modellek készítése

- A villámárvizek kialakulásának megelőzése érdekében több műszaki megoldás létezik. Ezek optimális alkalmazása, valamint a beavatkozások ideális helyszíneinek meghatározása érdekében célszerű vízgyűjtő alapú lefolyási modelleket készíteni az érintett kisvízfolyások esetében.

Ingatlanon belül történő csapadékvíz-visszatartás és -hasznosítás

- Kertvárosi vagy kertes házas övezetekben az ingatlanokon belüli csapadékvízgyűjtés felszíni vagy felszín alatti (ciszterna) tárolókban történő visszatartásának és hasznosításának (pl. gyeplocsolása) elősegítése.
- Nagyobb ingatlan-beruházások esetében a csapadékvíz felszín alatti tározásának előírása város építési szabályzatában.
- A szabályozás műszaki kereteinek részletesebb vizsgálata szükséges.

Zöldfelületi elemek integrálása a csapadékvíz-hasznosításba

- Extrém csapadékesemények során az elvezető rendszer kapacitását túl a kezelendő vizek kivezetése a város mélyebb fekvésű zöldfelületi elemeire (parkok, játszóterek stb.), majd elszikkasztása.
- Visszatartott csapadékvizek (és bányavizek) hasznosítása a zöldfelületeken öntözővízként.

Beszivárgást elősegítő burkolatok alkalmazása

- Közterületek burkolatainak felújítása vagy fejlesztése során a csapadékvizeket részben áteresztő burkolatok előnyben részesítése.

- Jelentős méretű burkolt felületeket tartalmazó ingatlanfejlesztések (lakóparkok, ipari területek, kereskedelmi létesítmények, parkolók) esetében javasolt a csapadékvíz részben áteresztő burkolatok alkalmazása.⁸

Bányavíz hasznosítási lehetőségének vizsgálata

- A fakadó bányavizek gyűjtése – szükség szerint kezelése – hasznosítása Kazincbarcika zöldfelületein.
- Bányavizek hasznosítási lehetőségének vizsgálata a BorsodChem iparivíz igényének kielégítése érdekében
 - jelenlegi fakadóvizek hasznosítása;
 - potenciális új bányaterületek jövőbeni bányavizeinek felmérése, vizsgálata.

Ipari- és technológiai vízigények csökkentése, ipari telephelyek vízgazdálkodásának fejlesztése

- Hűtővizek, kondenzvizek, technológiai vizek újrahasználatának vizsgálata.
- Csapadékvíz gyűjtése és hasznosítása telephelyen belül.
- Szürkevíz-hasznosítás telephelyen belül.

⁸ Figyelembe kell venni itt is, hogy Kazincbarcikán jelenleg nagyságrenddel nagyobb probléma a talajok vízzel telítettsége, a magas talajvízszint és a fakadóvizek, mint a talaj kiszáradása.

4. A TELEPÜLÉSFEJLESZTÉS ÉS -ÜZEMELTETÉS SÉRÜLÉKENYSÉGE KAZINCBARCIKÁN ÉS TÉRSÉGÉBEN

A települések sajátos entitások: gyakorlatilag a **társadalom**, az általa működtetett **gazdaság** és az ezek fizikai kereteit adó **épített és természetes környezet fizikai koncentrációját** jelentik a földrajzi térben. Abban a földrajzi térben, ahol maga a **klímaváltozás is hat, és amelynek hatásaira és következményeire helyben, települési szinten kell megtalálni a megfelelő válaszlépéseket**. A településügy összetett, számos ágazatot horizontális jelleggel átfogó témakör. A klímaügy szintén holisztikus jellege azt eredményezi, hogy a két terület számos ponton ad sajátos metszetet. A lakó- és középületeket, közmű- és közlekedési infrastruktúra elemeket érő időjárási hatások; a különböző létesítményeket (hulladéklerakók, zagytározók, meddőhányók) érintő víz- és szélkárok; a helyi lakosságot sújtó nyári hőhullámok; a település turizmus szektorát érő klímahatások és ezek forgalomra, kínálatra vonatkozó következményei; a gazdasági szervezeteket, üzemeket érő időjárási eredetű káresemények; a szélsőséges csapadékmintázatok kettőssége, az aszály-periódusok városi zöld és kék infrastruktúrát sújtó időszakitól kezdve egészen az extrém csapadékhullás eredményezte ár-, villámár- és belvízhelyzetekig, belterületi elöntésekig számos ponton érintik a települési fizikai állományokat, a lakosságot, és a gazdasági szektorokat.

Az alábbi sérülékenységi fejezet e hatásterületek összességére igyekszik kitérni Kazincbarcika és szűkebb környéke kapcsán. A tanulmány először a vonatkozó sérülékenységi tematikákat meghatározó klimatikus, településhálózati, vízrajzi, területhasználata tényezőket veszi sorra a városban és környezetében. Mindezt a hatáslánc vizsgálatban már részletesen elemzett épületállomány-sérülékenység bemutatása követi a viharkárokkal szembeni veszélyeztetettség szempontjából: mint a településügy térrétegében belül Kazincbarcika és térségében a leginkább aktuális sérülékenység alszempontra. Ezt követően a fejezet kitér a további, településfejlesztéssel/településüzemeltetéssel összefüggésbe hozható tematikákra is.

4.1. A település-sérülékenységi tematikákat meghatározó tényezők a térségben

Kazincbarcika, földrajzi pozícióját tekintve a Bükk hegységtől északra elterülő dombvidéken helyezkedik el, a Tardona-patak és a Sajó összefolyásánál. A medencehelyzetű település és térsége az utóbbi folyó szűk völgyében fekszik, ebbéli pozíciójából adódóan időjárását jellemzik a szélsőségek, így a környezeténél nagyobb napi hőingás vagy a környező hegyvidékhez képest kevesebb csapadék. Mindez az infrastruktúra elemek terhelését (hőtágulás-összehúzódás), a száraz periódusok gyakoribb jelentkezését, valamint a villámárvizek kialakulásának esélyét növelik. A medence területének majdnem fele ártéren helyezkedik el, így a térség számára a folyami árvizek is komoly kihívást jelentenek. A Sajó jobb partján csuszamlások is megfigyelhetők; ezek a földtani veszélyforrásokkal szembeni kitettségre is utalnak.

A város és térsége legjelentősebb vízfolyásai tehát a Sajó, valamint mellékpatakjai, a Tardona, a Harica és a bele folyó Nyögő; valamint a Lázberci tározót tápláló Bán-patak. E folyók és patakok rendszeresen megáradnak, komoly kihívások elé állítva az érintett településeket (Dövényi, 2012). A szélsőségesé váló csapadékmintázatok és a geomorfológiai viszonyok miatt a villámárvizek gyakorisága a közeljövőben vélhetően tovább növekszik majd

a térségben. A régió talaj- és rétegvizekben is gazdag. Nagyobb mesterségesen kialakított állóvizei között a terület szélén elhelyezkedő Lázberci tározó túl horgásztavakat (Varbó, Múcsony, Szuhakálló, Berente) említhetünk, a központi városban pedig a kazincbarcikai Csónakázó-tó és a Minivadon ökológiai és rekreációs funkciót is betöltenek. A tavak és a körülöttük lévő zöldterületek megléte ráadásul növeli a város alkalmazkodóképességét a hőhullámos napokon.

A város és térsége éghajlata a mérsékelt hűvös-mérsékelt száraz kontinentális éghajlati kategóriába sorolható. Földrajzi elhelyezkedéséből adódóan Magyarország hűvösebb vidékei között tartják számon: éves középhőmérséklete 9-10°C, a téli hónapoké -1 és -2°C; a nyáriaké +18 és +19°C között alakul. A csapadékösszeg éves átlaga 550-600 mm, télen átlagosan 75-100 mm, nyáron 200-225 mm csapadék hullik, míg tavasszal és ősszel 125-150 mm.

Kiemelt klímakockázat a térségben **az átlaghőmérséklet és a hozzá kapcsolódó szélsőséges hőmérsékletű napok számának emelkedése**, valamint a **csapadéktendenciákban és -mintázatokban várható változások**, amelyek következményeként a gyakoribbá és hevesebbé váló viharok és a villámárvíz kockázatok jelentenek problémát (SECAP, 2018). A NATÉR rendszer országos vizsgálataiból⁹ kiindulva az 1970-2000-es időszakhoz képest a csapadékösszeg várható tendenciáit tekintve a közeli- és távoli jövőben is növekedés (0-50 mm) várható éves szinten, évszakos tekintetben télen növekedés (0-50 mm) prognosztizálható, míg nyáron csökkenő és növekvő tendenciák is (-25 - +25 mm) előfordulhatnak. Ugyanakkor a **csapadékintenzitás és az extrém csapadékmennyiségű napok száma, a különböző vihartípusok gyakorisága várhatóan növekszik**, így a 30 mm-t meghaladó csapadékos napok száma a 2021-2050-es időszakban megduplázódhat, a 2071-2100-as időszakban pedig akár a triplájára is emelkedhet Kazincbarcika térségében, növelve a helyben eleve kiemelt problémaként jelentkező villámárvíz és viharkárok kockázatát.

Éghajlatváltozáshoz kapcsolódó veszély típusa	Kockázati szint	Intenzitás várható változása	Gyakoriság várható változása
Szélsőséges meleg	++	növekszik	növekszik
Szélsőséges hideg	++	csökken	csökken
Szélsőséges csapadék	+++	növekszik	növekszik
Árvíz	++	növekszik	növekszik
Aszályok	+	növekszik	növekszik
Viharok	+++	növekszik	növekszik
Földcsuszamlások	++	növekszik	növekszik
Erdőtüzek	++	növekszik	növekszik

5. táblázat: Az éghajlatváltozás várható tendenciái Kazincbarcikán. Forrás: Kazincbarcika város SECAP-ja alapján MBFSz szerkesztés

⁹ A globális klímamodellek a földi rendszer kölcsönhatásainak és az éghajlatváltozás nagyskálájú jellemzőinek vizsgálatára használhatók. A részletek feltárására a NATÉR regionális éghajlati modelleket alkalmaz, amelyek a globális modelleredményekből kiindulva írják le egy kiválasztott földrajzi terület meghatározó folyamatait. A várható változásokat többnyire 30-éves jövőbeli időszakokra vizsgálják, ezek közül kitüntetett a 2021–2050 időszak, amely a következő évtizedekre szóló tervezés szempontjából lényeges és a 2071–2100 periódus, amely a hosszú távú adaptációs stratégiák kidolgozásához fontos. A jövőre vonatkozó modelleredményeket általában a közelmúltbeli állapotokat jellemző ún. referenciaidőszaktól vett eltérések formájában adjuk meg, hogy az átlagos modellhibákat kiküszöböljük. Az OMSZ-nál két regionális modellel, az ALADIN-Climate és REMO modellekkel készülnek szimulációk, átlagos (SRES A1B), illetve gyorsan növekvő ütemű (RCP8.5) antropogén szennyezőanyag-kibocsátást feltételezve. A hazai modellfuttatások eredményeit kiegészítik és tovább árnyalják a EURO-CORDEX együttműködés MBFSZ által feldolgozott és a NATÉR rendszerben elérhető adatai. A EURO-CORDEX keretében több regionális modellel és többféle (pl. az RCP4.5 átlagos és az RCP8.5 gyorsan emelkedő) kibocsátási szcenárióval készültek Európát lefedő szimulációk, lehetővé téve az ensemble megközelítést.

A szélsőséges csapadékesemények és az egyéb időjárási extrémítások gyakoribb előfordulásával és intenzitásuk növekményével is számolhatunk. A szeptember folyamán lefolytatott térségi interjúk során a megkérdezettek az általuk **érezelt legfőbb klímahatások** között **az aszály, a hőhullámok emberi egészségre gyakorolt hatása, a villámárvizek és belterületi csapadékvíz-elöntések** mellett a **viharkárokat nevezték meg legjelentősebb kihívásként**. A viharokkal kapcsolatos károk kiváltó oka településenként eltér, de **a szél, a jégverés, és az extrém csapadékesemények a legjellemzőbbek**. Hóviharok gyakorlatilag nincsenek télen, az évszak utóbbi évtizedeket jellemző enyhülése miatt.

4.1.1. Településhálózati sajátosságok

Kazincbarcika településszerkezetének és urbanizációs fokának alakítói **a természeti adottságok mellett a gazdasági folyamatok, az iparvárosi múlt és jelen**. A szerves, történelmi fejlődési pályát befutó településekhez képest a településszerkezet erőteljesen mutatja a szocialista monofunkciós ipar- és gazdaságfejlesztés jegyeit (Halász, 2018). A város borsodi iparvidék egyik központja, Miskolctól északra, a Sajó-völgyben, a 26-os főút és a Miskolc-Bánréve-Ózd vasútvonal mellett, a megye harmadik legnagyobb településhálózati központja. Némileg meglepő módon még a megyeszékhely vonzáskörzetéhez tartozik; Berentével és Sajószentpéterrel gyakorlatilag egy összenőtt településeggyüttest, konurbációt alkot (Dövényi et al., 2010).

A mai település 1947-ben jött létre, Sajókazinc bányászfalu és Barcika összevonásával, majd az új nagyközség 1954-ben városi címet is nyert, magába olvasztva egyúttal Berente falut is, a későbbi vegyi üzemnek helyet biztosító településrészként. 1999-ben aztán az iparüzési adó aránytalan elosztására hivatkozva Berente újra különvált Kazincbarciktól, az egy főre vetített adóbevétel szempontjából Magyarország leggazdagabb településévé válva.

A táj domborzati viszonyai, a dombsági térszínek dominanciája erőteljesen befolyásolják a helyi klímahatások megjelenését is a várostervezés irányainak befolyásolása mellett (Sikos, 1995; Csurák, 2004). Kazincbarcika „V” alakjának oka, hogy a relatíve szűk Sajó-völgyben nem nagyon volt mód térigényes beruházásokra (lakónegyed- és ipari üzem-építés); így a Tardona-patak völgye irányába fejlődött tovább a város az '50-es évektől kezdve.

A völgyhálózathoz illeszkedő **főútvonal-struktúra metszéspontjában a városháza, a bíróság és kereskedelmi egységek heterogén egyvelege** került kialakításra. **Az egységes jellegű szocialista realista városközpontot** tágas közttereivel az Egressy Béni út mentén hozták létre (Kazincbarcika ITS, 2014, Halász, 2018). **A belvárost tízemeletes szovjet házgyári panellakások veszik körül**, a város lakásállományának mintegy kétharmadát adva. **Sajókazinc, Alsó- és Felsőbarcika a város kisebb történelmi magjait** képezik, templomok köré épült kertes házi övezetekkel (Halász, 2018). A Sajó mentén, Észak-Kazincbarcikán, és már Berente közigazgatási területén is ipartelepek húzódnak.

A kazincbarcikai **településrészi szegregáció jellegzetes helyszíne a Herbolyai régi telep**, a város peremén (Kazincbarcika ITS, 2014). A városban a gettósodás már a szocializmusban elkezdődött, főként a cigányok és elszegényedett bányászok lakta árvízveszélyes Sajó parton. Később az ezt felszámolandó belvárosi kényszerbetelepítések célpontja a korábbi értelmiségi lakók által elhagyott lakások lettek a 70-es években. A rendszerváltás utáni szelektív gazdasági migrációs nyomásra az értelmiségi réteg megmaradt hányadának jelentős része is elhagyta a belvárost, így szociálisan és etnikailag is homogén gettók alakultak ki (Halász,

2018). **A város szélén, a már külterületi hétvégi házas, zártkertes területeket** a településen belüli migrációs folyamatok érintették, a rendszerváltás óta lezajlott több hullámban érkező gazdasági válságok eredményeként. A vegyiművek dolgozói számára egykoron parcellázott, olcsón megszerezhető telkeken, komfort nélküli épületekben, borospincékben, földbe vájt barlangokban és fólia sátrakban élnek a társadalom periferiájára került egzisztenciák. A 2010-es években áttelepítések és házbontások után az üresen álló panelházi lakásokba próbálják elhelyezni a szegény, ámde beilleszkedni szándékozó, feltörekvő lakosságot (Halász, 2018). **A nyugati városrész [Hámán Kató út – Építők útja – Tavas köz] leromlott épületállománya** is gyengébb alkalmazkodóképességű lakosságot feltételez a településen belül.

A **lakóépületek**, különösen az '50-es, '60-as években épült **tömbházak leromlott állományai**, valamint a **zártkerti építmények** az éghajlatváltozással összefüggő szélsőséges időjárási eseményekkel szemben erőteljes érzékenységet mutatnak. A **nagyszámú panellakás** pedig a **hőhullámokkal szemben sebezhető**, súlyos egészségügyi kockázatokat vetítve előre közép- és hosszú távon. A **Sajó-menti területek lakás- és épületállománya** a vélhetően egyre **gyakoribbá és súlyosabbá váló árvíz- és belterületi elöntés események** szempontjából sérülékenyek.

A térség egészét tekintve a lakásállomány a települések többségében **nem kifejezetten idős, és néhány fiatalodó településen fokozatosan újulnak meg a lakások** (Varbó, Tardona). E téren vegyes a kép Kazincbarcikán, mind az új építésű házakat tömörítő, mind az iparszerű lakótelep-építéssel jellemezhető, mind pedig XX. század közepi telepek is előfordulnak a különböző városrészek szerint elkülönülve. **Több völgyi fekvésű település vagy kazincbarcikai településrész is kifejezetten érzékeny a villámárvizek hatásaira**, melyek általában útelöntéseket és épületkárokat okoznak.

4.1.2. Társadalmi adottságok

A **különböző települések társadalmi összetétele, szociális jellemzői** a sérülékenységvizsgálatok esetében kisebb részben érzékenységi, **nagyobb részben alkalmazkodóképességi tényezők**. Az általában érzékenyebbnek vagy gyengébben alkalmazkodónak tekintett csoportok (pl. *csecsemők, idősebbek, rosszabb anyagi helyzetű vagy képzetlen csoportok*) nagy aránya az adaptáció hatékonyságának kérdésessége mellett, a klímapolitikai megközelítések harmadik pillére, a szemléletformálás kapcsán is kérdéseket vet fel. A lakónépesség klímatudatossági, helyi alkalmazkodási akciókban való aktív szerepvállalása nem valósulhat meg anélkül, hogy e rétegek kellő információkkal rendelkezzenek a klímaváltozásról és a lehetséges alkalmazkodási módokról. Ehhez azonban egy bizonyos fokú képzettség megléte szükséges.

A központi város és térsége kapcsán elmondható, hogy **a települések többsége előregedő korszerkezetű**; ugyanakkor pl. *Varbón* és *Tardonán* a sok beköltözővel fiatalodik a lakosság. A települések többségére nem jellemző kifejezetten a nagyszámú anyagi vagy munkaerőpiaci szempontból hátrányos helyzetű lakosság jelenléte, ami viszont valamelyest csökkenti a hatásokkal szembeni potenciális érzékenységet. Az **érzékenységi** tematikában a terepi vizsgálataink interjúalanyai közül is többen kiemelték, hogy bár a város és környéke előregedő korszerkezetű, de az utóbbi időben több fiatal is helyben (Kazincbarcikán, kiemelten a BorsodChemnél) tud munkát találni, aminek hatására maradnak a városban vagy a környékén. Ez abból a szempontból is kedvező folyamat, hogy valamelyest mérsékli az

előregedést, így a várhatóan alacsonyabb adaptációs potenciálú lakosság arányát. Ugyanakkor Kazincbarcika környékén **hátrányos helyzetű társadalmi csoportokat tömörítő települések** (pl. *Múcsony*) is előfordulnak, és magán **Kazincbarcikán belül is léteznek ilyen településrészek** (pl. *Herbolya*), jelezve e terek potenciálisan nagyobb lakossági érzékenységet.

4.2. Azonosított klímahatások

A klímahatások előzetes azonosításához 2 fő forrást használtunk: áttekintettük a térséget és központi városát érintő **helyi, térségi és országos szintű ágazati** (pl. klímapolitikai, környezetvédelmi stb.) és **területi, települési fejlesztési és rendezési tervdokumentumokat**, valamint **interjúkat folytattunk helyi szereplőkkel** a klímaváltozáshoz való adaptáció lehetőségei kapcsán.

A közvetlenül Kazincbarcikát érintő klímaváltozási hatások közül **a stratégiai tervezési dokumentumokban leggyakrabban említett hatásként a hőhullámok gyakoriságának és intenzitásának megnövekedése, valamint a szélsőséges csapadékviszonyok fokozódása került beazonosításra**. Ezekkel összefüggésben a sérülékenységi tematikák kapcsán elsősorban az **árvíz- és belvízveszélyeztetettségi témakörök**, valamint **az aszályok, a hőhullámok egészségügyi hatásai**, a helyi viszonyok miatt is **fokozottan veszélyeztetett vízbázisok** és az **erdőterületek problémái** kerültek tárgyalásra.

A beszélgetések kapcsán általánosan elmondható, hogy Kazincbarcikán és térségében a települési **interjúalanyok tisztában vannak a klímaváltozás jelenségével**. Komoly problémának tartják a jelenségkört, amivel foglalkozni, felmerülő kihívásait pedig kezelni kell. Az **érezelt klímahatások** közül az interjúalanyok többsége szerint a legjelentősebbek az **aszály, a hőhullámok emberi egészségre gyakorolt hatása, a villámárvizek és belterületi csapadékvíz-elöntések**, illetve **a viharok**. Ezek közül az aszály és a hőhullámok egészséghatásainak kiváltó okaik hasonlóak, így ezeket gyakran egyszerre említették a megkérdezettek.

Tematika	Kitettség	Érzékenység	Alkalmazkodóképesség	Jó gyakorlat
Viharkárok és az épületállomány sérülékenysége	- Földrajzi fekvéséből kifolyólag a vizsgált térség fokozottan kitett a viharok károknak. - A települési vezetők a viharokat jellemzően megemléstették, mint éghajlatváltozáshoz kapcsolódó kitettségi tényezőt. - A szélviharok, a jégverések és nagy intenzitású csapadékesemények károkozása gyakran megjelenik a felsorolásokban, melyek közül településenként eltérően értékelik a domináns tényezőt. - Villámtevékenység elsősorban az ipari létesítmények (pl. BorsodChem) esetében merült fel fő kitettségi problémaként - Emellett a szélviharok és földcsuszamlások károkozásai is megjelennek időszakosan. - Árvíz gyakoriságának növekedése.	- Kazincbarcika panelházai és szocialista realista stílusú lakótelepei leromlott állapotúak. - Szegregátumok és egyes külterületek (pl. pincék, lakóhelynek nehezen nevezhető hajlékok) lakói olykor közvetlen életveszélybe is kerülhetnek viharok során. - Egyes településeken (pl. Múcsony) az idősebb lakásállomány jelenik meg, mint érzékenységi témakör. - BorsodChem telephelyének magasabb épületei érzékenyek fokozottan a szélviharokkal szemben. - Áradásokhoz kapcsolódóan is megjelennek épületkárok.	- A jelentősen leromlott állapotú lakásállománnyal rendelkező városrészek felújítása a lakók és olykor a társasházak rossz anyagi helyzetéből, illetve eladósodottságából kifolyólag nehezen megvalósítható. - Az elvándorló fiatal réteg nem érzi érintettnek magát, így hosszútávon nem tekintik érdeküknek a lakásállomány felújítását. - Említésszinten megjelenik a régi, leromlott épületek elbontása, valamint villanyvezetékek kicserélése, mint tematikus alkalmazkodási válaszlépés.	- Releváns (pl. átfogó épület-felújítási program) jó gyakorlat nem került említésre. - BorsodChem kínai tulajdonosai által gyakran javasolt fejlesztési ötletek között vélhetően a villámtevékenységgel szembeni ellenállóképesség növelése is megjelenik (konkrét említésre nem kerültek konkrétan ilyenek).
Természetes és természetközeli területek a kül- és belterületen: zöldfelület menedzsment	- Aszályok és hóhullámok a városi zöldfelületekben, valamint a háztáji kertekben időszakosan jelentős károkat okoznak. (A térség mezőgazdasága nem jelentős.) - Tavaszi aszályos időszakok súlyos károkat okoznak az erdőben, így például az erdősítést is akadályozzák. - Hóhullámok és aszályos időszakok a kocsányos tölgyesek pusztulása kapcsán jelentenek komoly gondot, de a melegedés miatt a lucfenyők magasabbra húzódása is megfigyelhető. - Száraz periódusok során a villámtevékenységből kifolyólag is megjelennek erdőtűzök (döntően azonban emberi tevékenység hatására keletkeznek). - Extrém csapadékesemények és áradások az erdőben okoznak károkat, olykor földcsuszamlásokat. - Biotikus kártevők, mint pl. allergén és invazív növényfajok, vagy szúnyog, poloska, harlekinkatica megjelenése a belterületen, míg a gypjas és araszolólepke a külterületen (pl. erdők) is komoly károkat okoznak.	- A településfejlődésből és -szerkezetből kifolyólag a mesterségesen kialakított városi zöldfelületek fokozottan kitettek az éghajlatváltozás hatásainak. - A lakónépesség és egyes gazdálkodók tevékenységei kapcsán kialakuló erdőtűzök gyakorisága magas a térségben.	- Létező lakossági igény az ökoszisztéma-szolgáltatások fejlesztésére komoly adaptációs potenciált jelent. - Erdők eltérő tulajdonosi viszonyai (állami, magán) nehezítik az alkalmazkodást. - Egyelőre locsolással próbálják a belterületi zöldfelületeket megmenteni az aszályos időszakokban (ez hosszútávon nem fenntartható). - Faültetéssel próbálják a belterületi zöldfelületek mennyiségét és minőségét is javítani, ami további alkalmazkodási előnyökkel (pl. árnyékoló hatás, hősziget intenzitásának mérséklése) is jár.	- Faültetési programok. - Automata öntözőrendszer koncepciója került említésre kazincbarcikai vezetők részéről.
Belterületi vízrendezés: a településügy neurálgikus pontja a térségben	- Árvíz, villámárvíz és belvíz - noha a fogalmak pontos ismerete nem jellemző az interjúalanyokra, a lényegi kérdéseken ez érdemben nem módosít: az áradások gyakran problémát okoznak a térségben. - A szélsőséges irányába elmozduló csapadékmintázatok következtében egyre több árvízre és hirtelen lezúduló csapadéokra kell számítani. - Aszályos időszakok gyakoriságának növekedése szintén jellemző, ami hatással van a települési vízrendezésre.	- A folyók nagy áradásai a Sajó-völgyben ismert veszélyforrások. Ezek kapcsán a jövőben sem számíthatunk érdemi javulásra. - A villámárvizek a dombsági környezet és a megváltozott látszó meteorológiai feltételek miatt további kockázatot jelentenek; már nem csupán a folyók mentén éreztetve hatásukat (zöldfelületek csökkenése, „lebetonozások” fokozzák az érzékenységet.) - A rossz állapotú vízelvezető rendszerek többször is említésre kerültek. - Belvizes településrészek jellemzően nem, de pangó vizes	- Extrém csapadékeseményekkel szembeni védekezés kapcsán a vízelvezető rendszerek fejlesztése és karbantartása jelenik meg a települési vezetők válaszaiban. Azonban kiemelésre kerülnek a forráshiányból adódó problémák is, miszerint önerőből nem tudnak relevánsan fellépni (Berente tekinthető kivételnek). - A települések egyelőre elsősorban az elhárításra koncentrálnak, nem a vízmegtartásra.	- A 2010-es árvíz után megújult a csapadékvíz-elvezető rendszer és a Sajó menti gátrendszer is. - Berente mélyárkos vízelvezető rendszere. - Betongyűrűs csapadékvízgyűjtő rendszer kiépítésének tervét is felvették, ehhez infrastruktúra elemek már beszerzésre kerültek (Parasznya). - Édesvíztározó létesítése (Parasznya).

Tematika	Kitettség	Érzékenység	Alkalmazkodóképesség	Jó gyakorlat
		helyzetekre érzékeny helyek ismertek a vizsgált térségben (pl. kazincbarcikai Tesco környéke). - A BorsodChem a Sajó mentén az árvízi elöntések által veszélyeztetett. - Ugyancsak a BorsodChem telephelyén kisvízi időszakban, nyáron a kevés (és meleg) hűtési célú víz rendelkezésre állása is gondot okoz a hűtőtornyok megfelelő működéséhez.	- A BorsodChem árvízvédelmét a gátmagasítás (véltetőn) megoldotta. - A BC rendelkezik vízkár-elhárítási tervvel is. - A hűtővíz kérdése ugyanitt már komolyabb probléma, amit átmeneti víztározó létesítésével terveznek megoldani.	- Övások rendszere terve, egyelőre forráshiány miatt szintén csak, mint koncepció került említésre. - A tágabb térségben (Bódva mentén) záportározók kerültek kialakításra.
A felmelegedés települési következményei	- Hőhullámok gyakorisága, hossza és intenzitása nő. - Városi hősziget hatás a sűrűbben beépített kazincbarcikai településrészen. - Az általános melegedéssel párhuzamosan az aszályhajlam is növekszik.	- Települések döntő hányada öregedő népességű, így fokozottan érzékeny a szív- és érrendszeri betegségekkel kapcsolatban. - Idősebb lakosság mortalitása hőhullámok idején. - Panellakások és leromlott állapotú egyéb társasházak lakóinak éjjeli regenerálódása ellehetetlenül. - Kültéren dolgozók (pl. közmunkások, BorsodChem munkavállalói) extrém meleg napokon fokozottan kitéttek.	- A párapuk létesítése és a vízosztás egy bevált gyakorlat, amelynek folytatása nem igényel komoly forrásbevonást. - Klimatizált középületek, helyiségek megnyitása. - Parkosítás, belterületi zöldfelületek fejlesztése. - Városi víztestek növelése, kialakítása. - Kültéri munkavállalókra való fokozott odafigyelés, munkaszervezés. - Településeknek jellemzően nincs hőségriadó terve (egyes intézményeknek, pl. kórház van).	A felsorolt intézkedések egyre több helyen megvalósításra is kerülnek.
A közlekedési és közmű infrastruktúrát fenyegető veszélyek	- Áradások kialakulásához vezető szélsőséges csapadékesemények gyakorisága és intenzitása várhatóan nőni fog. - Viharok és egyéb szélsőséges időjárási események gyakorisága szintén nő. - Ezekhez kapcsolódóan a földcsuszamlások (és egyéb lejtős tömegmozgások) megjelenése várható. - Villámcsapások gyakorisága a növekvő zivatarintenzitással szintén növekszik. - Növekvő hóingadozás.	- Az áradások, földcsuszamlások, fakidőlések az úthálózatot, hidakat és egyéb vonalas létesítményeket (pl. villanyhálózatot) veszélyeztetik. - Hőhullámok kapcsán fellépő fokozott energiaigény kiszolgálása bizonytalanná válhat egyes nyári időszakokban.	- Az egyes hatótényezőkkel kapcsolatosan korábbiakban felsorolt faktorok határozzák meg a tematikus alkalmazkodóképességet. - Az út- és közműhálózat karbantartására az interjúalanyok válaszaik jellemzően nem térnek ki. - Barcika Centrum Kft. a városi távhőszolgáltatás gerinchálózatának és bekötővezetékeinek megújítását tartja szükségesnek.	Az út- és közműhálózat kapcsán az interjúalanyok válaszaik jó gyakorlatokra jellemzően nem tértek ki.
A térségi turizmus komplex sérülékenysége	- Extrém időjárási események károkozása. - Hőhullámok megjelenése. - Évszakok eltolódása, átmeneti évszakok „megszűnése”.	- Kültéri, nagyobb volumenű rendezvények (pl. Kolorfesztivál) fokozott érzékenysége a hirtelen lecsapó viharokkal szemben. - Biotikus károkozók (pl. szúnyogok) számának növekedése.	- Egyelőre nem számolnak a turisztikai attrakciók kapcsán az adaptációs lépések meghozásának szükségességével, noha a kültéri események potenciálisan érintettek a klímahatásokkal szemben. - Egyes esetekben a korábban felsorolt témakörökhöz kapcsolódó alkalmazkodási lépések (pl. vízfelületek kialakítása, bővítése) érinthetik a turizmus fejlesztését is.	- A turizmusfejlesztés, rendezvényszervezés kapcsán az interjúalanyok válaszaik jó gyakorlatokra jellemzően nem tértek ki. - Varbón a fedett rendezvényterek és ezek funkcióinak bővítését valósítják meg.

6. táblázat: Az éghajlatváltozás várható kitettségi, érzékenységi és alkalmazkodóképességi dimenzióinak megjelenése a települési interjúkban.

Forrás: Saját szerkesztés, az MBFSZ-től kapott információk alapján

4.3. Viharkárok és az épületállomány sérülékenysége

A következőkben a NATÉR rendszer által általánosan alkalmazott **CIVAS modell logikáján végig haladva mutatjuk be Kazincbarcika városra és térségére a települési klímahatások közül az épületállomány viharsérülékenységét**, mint a településügy, településüzemeltetés egyik kulcsfontosságú területét, és az önkormányzat és az iparvállalat közös klímastratégiáját megalapozó helyzetfeltáró vizsgálatainak során körvonalazódó tematikák közül az egyik leggyakrabban felmerülő résztéma logikai keretrendszerét.

4.3.1. Várható hatás: a települések épületállományára gyakorolt éghajlati hatások erősödése

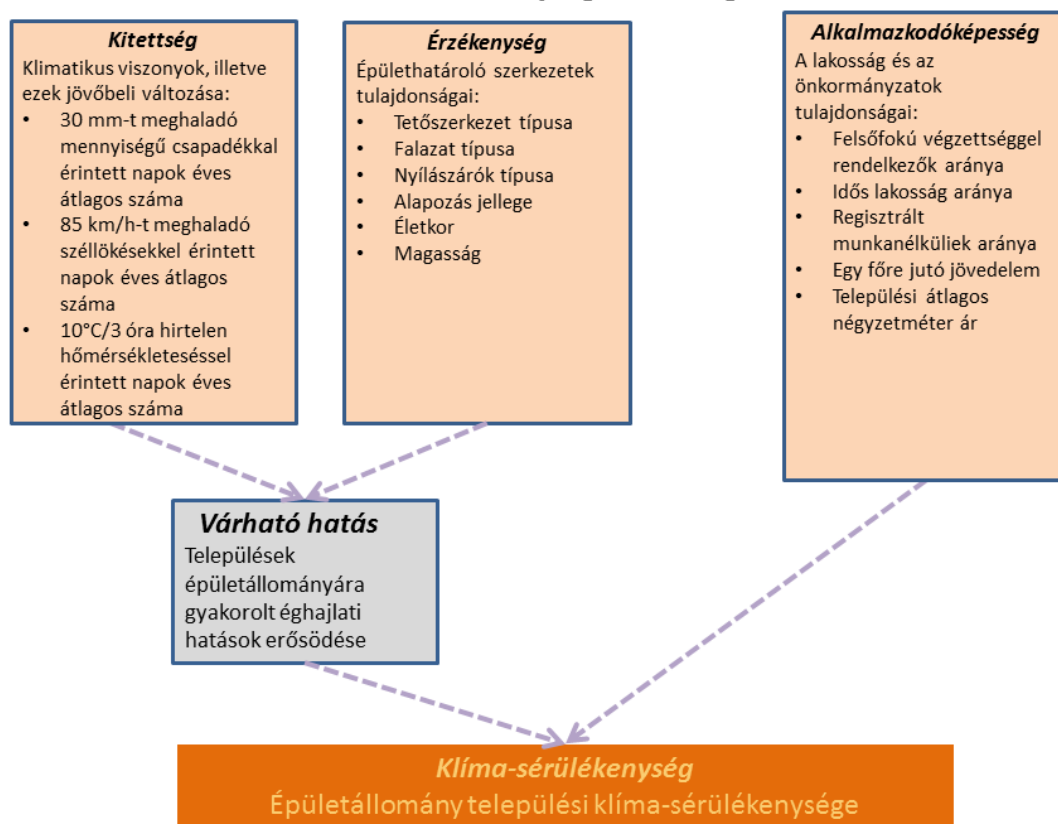
Az éghajlatváltozás hatására gyakoribbá és hevesebbé váló viharok és áradások jelentős negatív hatással lehetnek a települések épületállományára. A klimatikus tényezőkben várhatóan bekövetkező változások, valamint egy adott település épületállományának, mint hatásviselő rendszernek érzékenysége együttesen határozzák meg, hogy a klímaváltozás hatásainak következtében várhatóan milyen mértékű változásra lehet számítani az épületkárokból. **A várható hatás tehát, amely a települések épületállományára gyakorolt éghajlati hatások erősödésében nyilvánul meg, a kitettségi és érzékenységi mutatók kombinálásával** (a legfrissebb, 2017-20 közötti fejlesztési fázisból származó NATÉR módszertanban pl. összeszorzásával) **állítható elő.** Az épületek viharok általi veszélyeztetettsége előzetes helyzetfeltáró vizsgálataink alapján **mind Kazincbarcikán, mind a város környezetét alkotó települések zömében jelen lévő probléma**, sérülékenységének vizsgálata így a közös önkormányzati-iparvállalati klímastratégia előkészítésének részeként is javasolt.

A NATÉR 2017-20 közötti, második fejlesztési fázisa során a Lechner Nonprofit Kft. által készített, *A magyarországi épületállomány éghajlatváltozási sérülékenység-vizsgálatát települési szinten lehetővé tevő módszertan* (LTK, 2018) című tanulmány segítségével becslés adható a települések épületállományának sérülékenységére. E tanulmány az alapja a külön NATÉR modulként, az ÖDE részeként létrehozott kalkulátornak is.

Kazincbarcikára és térségére ez a módszertan különösebb probléma nélkül alkalmazható, ugyanis a Magyarországon elérhető, szükséges adatokon alapul és a vizsgálati módszer alapvetően hazai településekre lett kifejlesztve. Logikájának lényege, hogy a klímaváltozás hatásai az épületeket sokféleképpen érinthetik; a különböző épülettípusok érzékenysége pedig eltérő. A modell a CIVAS-logika alapján dolgozik: kitettségi mutatókat összesít (pl. jelentős csapadékú napok száma), az érzékenységet pedig maga számítja a települési épületállományok korszerkezete és építőanyag szerinti összetétele alapján. A járásszékhely városok és a 10000 fő feletti települések esetében KSH adatok alapján kalkulálja az érzékenységi mutatót a rendszer; míg a kisebb települések maguk tudják az épületállományuk jellemző adatait rögzíteni a modulban, besorolva az egyes lakó- és középületeiket a felkínált 17 épülettípus valamelyikébe. A rendszerben rögzített érzékenységi adatokat felhasználva a települési épületállomány sérülékenységét a bevitt (vagy 10 ezer fő feletti települések esetében korábban betöltött) adatok alapján a rendszer maga kalkulálja.

A lentebb bemutatott, Kazincbarcikára és térségére alkalmazni tervezett vizsgálati módszertan így a NATÉR alapokat viszi tovább.

Épületek viharokkal szembeni sérülékenységeinek vizsgálat



7. ábra: Az épületállomány viharokkal szembeni sérülékenységeinek vizsgálata. Forrás: MBFSZ

4.3.2. Kitétttség: vihar-hőingás és intenzív csapadékhullás gyakoriságnövekménye

Az épületek szerkezetében bekövetkező károkat jellemzően a hőmérséklet, a csapadék és a szél hatásai okozzák. Viharok idején rövid idő alatt a hőmérséklet széles skálán mozoghat (néhány óra alatt 10-15°C-ot is esve). Mindez az építőanyagok idő előtti előregedését okozza (LTK, 2018). Az intenzív csapadékhullás beázásokhoz, villámárvízhez vagy belterületi csapadékvíz-elöntésekhez vezethet (a vizsgált térségben mindkét utóbbi verzió jellemző). E károk elsősorban az alápincézett épületeket és a mélyebb fekvésű településrészeket veszélyeztetik. Bizonyos körülmények között az épületek süllyedését is előidézí, ami veszélyeztetí a funkciószerű használatot. Az alapozás nélküli épületek különösen nagy veszélynek vannak kitéve az extrém mennyiségű csapadékhullás okozta elöntések során. A széllelőkések mértékének és gyakoriságának növekedése, illetve a szél erőteljesebbé váló nyomó- és szívóhatása a tartószerkezetekben okozhatnak jelentős károkat, különösen az épületek szélnek kitett olyan felületein, mint pl. a tetőszerkezetek vagy a nyílászárók). A települési interjúk válaszádoínak nagy része hangsúlyozta, hogy a térségben a **viharokkal kapcsolatos károk** jelentősek. Ezek kiváltó oka településenként eltér, de a **szél, a jégverés, és az extrém csapadékesemények a legjellemzőbbek**. Hóviharok gyakorlatilag nincsenek télen, az évszak utóbbi évtizedeket jellemző enyhülése miatt.

Az épületállománnyal kapcsolatos sérülékenységvizsgálat során a NATÉR kapcsolódó elemzéseinek közelítésében három mutató szükséges a kitettség meghatározásához: **a 30 mm-t meghaladó csapadékú napok éves átlagos száma; a 85 km/h-t meghaladó széllesek** (szélvészek, orkánok) **napjainak éves átlagos száma**; valamint **a hirtelen hőmérsékletesést** (legalább 10°C / 3 óra) **mutató napok éves átlagos száma**. Ezek az indexek a NATÉR épületállománnyal kapcsolatos települési sérülékenységvizsgálata során is a módszertan részét képezték, így érdemes a kazincbarcikai térségi vizsgálatok során is alkalmazni őket.

A múltbeli időszakok kitettségi mutatóinak egységes előállításához a vizsgált térséget magába foglaló meteorológiai adatbázisra (pl. E-OBS, CarpatClim, DanubeClim, stb.) van szükség, a jövőre vonatkozó vizsgálatokhoz pedig az EURO-CORDEX adatbázisból kiválasztott klímaszimulációk adatait érdemes felhasználni. Mindegyik felsorolt adatbázisban elérhetők napi adatok a hőmérsékletre, csapadékra és szélre vonatkozóan.

4.3.3. Érzékenység: az épületállományok települési sajátosságai

A viharok során fellépő erős széllel, nagy mennyiségű csapadékkal és hirtelen hőmérsékletváltozással szemben leginkább az épületek határoló szerkezetei érzékenyek. A tetőszerkezet (típus szerint lehet lapos és magas), a falazat (felmenő fal, lábazati fal), a nyílászárók, valamint az alapozás megléte/hiánya tartoznak az érzékenyek számító épülethatároló szerkezetek közé.

Meghatározható, hogy ezek a szerkezeti elemek milyen hatásokkal szemben sérülhetnek, illetve pontosítható az adott hatással szembeni érzékenységük. Egy adott épülettípus érzékenységének meghatározásához szükséges még az „életkor”-, és a „magassági” tényezők figyelembevétele is. Az „életkor-tényező” az épületszerkezet öregedését hivatott kifejezni, azonos anyagból készült épületek esetén az idősebb épület érzékenysége a nagyobb. A „magasság-tényező” a szél-kitettséget hivatott kifejezni, minél magasabb az épület, annál inkább érzékeny lesz a szél hatásaival szemben. Ezeknek a tényezőknek együttes értékelésével adható meg az a komplex mutató, amely majd megmutatja, hogy egy adott épülettípus mennyire érzékeny a fenti klímahatásokra.

Mivel a különböző épülettípusok eltérő mértékben érzékenyek az egyes hatásokra, **fontos egy, az egész lakóépület-állományt reprezentáló tipológiát alkalmazni**, amelyben a különböző épülettípusok elkülöníthetők (többek között az építés ideje, az épület magassága és az építőanyag alapján). A magyarországi épülettípusok tipizálása egy már alkalmazott és bevált módszer alapján készült a NATÉR említett moduljában, ahol a tipológia a KSH adatbázisából származó, az **épület méretére** (lakásszáma), a **falazat anyagára**, az **építés idejére**, valamint az **épület szintszámára** vonatkozó adatokat integrálta. A Kazincbarcika környéki településekre és a városon belül az egyes településrészek épületállományára is érdemes ezekre az adatokra alapozva a tipológiát elkészíteni, figyelembe véve a felmerülő adatelérhetőségi korlátokat.

A településszintű érzékenységi mutató tehát az épülettípusok érzékenységének és az adott típus települési darabszámának figyelembevételével határozható meg. Egy település épületállományának klimatikus érzékenységét e szerint az határozza meg, hogy a területén mekkora arányban található meg a különböző érzékenységű épületek. Az

érzékenységvizsgálatokhoz szükség lesz lehetőség szerint mindenhol a lehető legalacsonyabb szintű, települési adatok felhasználására.

A lakásállomány a térségi interjúk tapasztalata alapján **a települések többségében nem kifejezetten idős, és néhány fiatalodó településen fokozatosan meg is újulnak a lakások** (Varbó, Tardona). E téren **vegyes a kép Kazincbarcikán**, új építésű házakat tömörítő, iparszerű lakótelep-építéssel jellemezhető és XX. század közepi lakótelepek egyaránt előfordulnak a különböző városrészek szerint elkülönülve. **A város ipari dominanciájú, erőltetett fejlesztése**, szocialista bánya- és iparvárosi múltja a **településszerkezetben jól nyomon követhető**, melynek hatására **olyan városrészek** jöttek létre, **melyek az éghajlatváltozás hatásaival szemben kevésbé ellenállóak**. Ehhez kapcsolódóan kell kiemelni, hogy **vélhetően éppen e városrészekben élnek a klímaváltozás egészségügyi hatásaival szemben talán legkevésbé felkészült társadalmi rétegek** (előregedett, szegény és önmagukat is elhanyagoló társadalmi csoportok). Az 50-es és 60-as években épült korszerűtlen, „sztálinbarokk” **tömbházak** a szélsőséges időjárási eseményekkel szemben nem tekinthetők hosszútávon ellenállónak. Felújításuk még csupán szórványosan kezdődött meg, és félő, hogy e folyamatokba az itt élő legszegényebb csoportok nehezen tudnak majd bekapcsolódni (ha egyáltalán anyagilag képesek lesznek erre). Hasonlóan rossz helyzetben vannak a városban nagy arányban jelen lévő **panellakásokban élők**, hiszen a hőhullámok ezekben az épületekben olykor elviselhetetlenné válnak. **A Sajó áradásai** kapcsán **érintett városrészek** felkészülése szintén súlyponti kérdés, hiszen a jövőben további áradásokra kell készülni a térségben is.

4.3.4. Alkalmazkodóképesség: a lakosság társadalmi-gazdasági, és az önkormányzat gazdasági helyzete

Az épületállomány viharokkal szembeni érzékenysége (és így a klímaváltozáshoz köthető hatások károkozása) különböző alkalmazkodóképességi beavatkozásokkal csökkenthető. Az, hogy egy adott településnek, településrésznek (illetve az ott élőknek) milyen lehetőségei vannak az **alkalmazkodási lehetőségek kihasználására**, az **elsősorban a lakosság társadalmi-gazdasági, illetve az önkormányzat gazdasági helyzetétől függ**. Közrejárhatnak ebben ugyanakkor egyéb szempontok is, mint a klímaváltozással kapcsolatos ismeretek megléte, a hosszú távú tervezésre való fogékonyság stb. Az önkormányzatok szabályozási eszközökkel is elősegíthetik az alkalmazkodást, a klímaváltozás szempontrendszerét beépítve a településfejlesztési dokumentumaikba. A Lechner Tudásközpont által a NATÉR keretében készített sérülékenységvizsgálati módszertanban a hazai települések épületállománnyal kapcsolatos alkalmazkodóképességének meghatározásakor 4 fő témakört vizsgáltak (1) **lakossági tudás- és tudatosság**; 2) **társadalom**; 3) **intézményi és önkormányzati tudatosság**; 4) **gazdasági erőforrás**).

A módszertan Kazincbarcikára és térségére, mint Magyarországon belüli területre gond nélkül alkalmazható, a szükséges adatok rendelkezésre állnak. Kazincbarcikán belül a településrészi bontás bizonyos adatok esetében már kérdéses (pl. *tudás és tudatosság* esetén a felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya, a jövedelem/fő adatok; a *társadalom* témakörön belül az idős lakosság /65 év felettiek/, illetve a regisztrált munkanélküliek aránya). Az *önkormányzati tudatosság* pl. a szerint számszerűsíthető, hogy a klímatudatosság megjelenik-e egyáltalán a különböző városfejlesztési dokumentumokban, és ha igen, akkor milyen mélységben. Ez a mutató szintén települési szinten értelmezhető és Kazincbarcika és

térsége esetében is előállítható egy helyi vizsgálat keretében. A településrészi különbségek (klímatudatosság, reagálási hajlandóság és képesség, tájékozottság, attitűd) megfogása vagy narratív leírásokkal, vagy intenzív kérdőívezéssel, személyes kapcsolatfelvétellel támogathatók valamelyest, ám mindez igen nagy élőmunka- és időigényes munkafázis lenne. A *gazdasági erőforrások* témakörén belül az ingatlanárak hasonlóképp primer adatgyűjtésből kerülhetnek be a vizsgálatba. Hasznát tekintve az ingatlanár-adatok részben utalnak arra, hogy az épület korszerűbb, de arra is, hogy a lakói magas jövedelemmel rendelkeznek, ezáltal meg tudják engedni maguknak a korszerűsítő építkezési beavatkozásokat.

Az előbb ismertetett mutatóknak az összevetésével megadható, hogy egy adott település épületállománya milyen mértékben tud alkalmazkodni a **várható klímahatásokhoz**. Az egyedi alkalmazkodóképességi mutatók normalizálásával, majd aggregálásával lehet meghatározni az aggregált komplex alkalmazkodóképességi mutatót, amelyet a sérülékenység számításához normalizálás után fel lehet használni.

4.3.5. A települési épületállományok komplex sérülékenysége

A sérülékenység számítása során egy adott település sérülékenysége a települési várható hatás- és aggregált alkalmazkodóképességi mutatójának kombinálása alapján születik meg. Beavatkozások nélkül a jövőben hevesebbé és gyakoribbá váló viharok jelentős anyagi károkat okozhatnak az épületekben, akár emberéleteket is veszélyeztetve, így a tematika vizsgálata és a legsérülékenyebb települések, településrészek beazonosítása mindenképp indokolt a városban és térségében.

4.4. Természetes és természetközeli területek a kül- és belterületen: zöldfelület menedzsment

Kazincbarcika teljes, 36,64 km²-es területéből **8,82 km² belterület, 27,82 km² pedig külterület** (KSH, 2020). A város összes területéből 50%-ot lombervelű erdők, 15%-ot nem összefüggő települési szerkezetű területek, 12%-ot komplex művelési szerkezetű mezőgazdasági területek, 7%-ot rétek és legelők, 5%-ot nem öntözött szántók, 4-4%-ot átmeneti erdős-cserjés területek, vagy ipari/kereskedelmi területek tettek ki 2018-ban, a maradék 2%-on pedig egyéb agrárterületek, lerakók és infrastrukturális területek osztoztak (TelR, EEA). Az arányokból látható, hogy **az erdők a település jelentős részét elfoglalják**; a lakosság eloszlása, valamint a beépítettség egyenlőtlen. Ennek következtében bizonyos nagy beépítettségű és népsűrűségű településrészekben kialakulhatnak hőszigetek, ahol a hőhullámokkal szembeni fokozott sérülékenységgel számolhatunk (*Belváros, Újkazinc* stb.).

A város Energia- és Klíma Akcióterve (SECAP, 2018) szerint **a településen található zöldfelületek legfőbb gyengesége a felszabdalt jellegük**, aminek okán sérül ökoszisztéma szolgáltatásaik (pl. mikroklima kiegyenlítése, talajvíz-háztartás befolyásolása, zajhatás csökkentése, átszellőzés biztosítása) ellátásának színvonala/lehetősége. **A belterületi zöldfelület-ellátottság a város déli részén, a megújult központban és a Völgy parkban kiemelkedő.** A más településrészekben elhelyezkedő közparkok funkcionális értéke általában alacsony. A város településfejlesztési koncepciója (2015) szerint, amíg a városközponti zöldterületek fejlesztése folyamatosan történik, addig **a lakótelepek zöldfelületei eltérő állapotúak**: magas zöldfelületi aránnyal bírnak ugyan, de állapotuk és növényállományuk nem mindenhol megfelelő. Főleg a pihenőpark funkciót látják el, sok esetben azonban funkciótlanok. Összességében **jelentős kiterjedésűek a megfelelő állapotú és kezelésű**

intézményi zöldfelületek. A település jellegzetes tájképi adottságú, kiemelt **rekreációs potenciállal rendelkező területei a Belváros közeli Csónakázó-tó, valamint a Herbolymbánya környéki tavak** (Minivadon) környéke.

A fő közlekedési utak fasorainak fajösszetétele, kiterjedése és állapota változó. A fásítás jellemzően szakaszosan történik, az egységes fasorok nem gyakoriak. Kedvező helyzetet teremt, hogy a település széles úthálózattal rendelkezik, melyek mentén zöldfelületek kialakítása és fejlesztése egyaránt jól megvalósítható. A települési SECAP megfogalmazza, hogy városi faállomány-nyilvántartás jelenleg nem áll rendelkezésre, ami egyben **kihangsúlyozza a jelen projekt keretében elkészítendő, vonatkozó kataszter szükségességét** (SECAP, 2018).

A városi és települési zöldfelületek jellemzően önkormányzati kezelésben vannak, és a térségben általában jól karbantartottak, kezelésük a megkérdezett válaszadók többsége szerint rendben működik. **Az interjúk során a zöldfelületekkel kapcsolatos meglátások a viharkárokhöz vagy a villámárvízi/csapadékvíz-elöntésekhez és hőhullámokhoz képest kisebb súllyal, s gyakorisággal** kerültek szóba. *Radostyán* említette konkrétan, hogy faültetéssel igyekeznek növelni az árnyékos felületek nagyságát, *Varbó* pedig a zöldfelületek locsolásával igyekszik ellensúlyozni a szárazságokat, míg a lakosság számára a kútúrásban és az esővízgyűjtésben látják a megoldás lehetőségét. Az árnyékos felületek növelése érdekében faültetéssel szintén számolnak. *Kazincbarcika önkormányzati és hatósági interjúalanyai* is a folyamatos öntözésben látják a megváltozott éghajlati viszonyokhoz való alkalmazkodás lehetőségét. A parkosítás során több zöldterület kialakítása a cél, a létező zöldterületeken pedig fontos a több keményszárú növény (azaz fa) ültetése. Mindezt az önkormányzat egy automata zöldfelület-öntözőrendszer kiépítésével biztosítaná, de ennek jelenleg nagyon költségesnek tűnik a kiépítése. Volt interjúalany, aki szerint a legjobb megoldás az aszálykárokkal szemben a folyamatos öntözés mellett a városi zöldfelületeken nyáron a fű hosszabbra hagyása lehet, mert ezzel is csökkenthető a károsodás. Az interjúalanyok egy része elégedett a városi zöldfelület aránnyal, mások szerint, bár az elmúlt években intenzív parkosítás zajlott a városban, mégis több zöldfelületre és azok folyamatos öntözésére lenne szükség az aszályokkal szembeni hatékony fellépésért.

4.5. Belterületi vízrendezés: a településügy neuralgikus pontja a térségben

A településüzemeltetés egyik neuralgikus pontja a csapadékvizek kezelése (gyakrabban az elvezetése, ritkábban a tározása), főként olyan dombvidéki, hegylábi települések esetében, ahol a villámárvizek, extrém csapadékvíz-elöntések esélye jóval nagyobb az országos átlagnál. **Kazincbarcika földrajzi fekvéséből és domborzati viszonyaiból kifolyólag éghajlatváltozási szempontból fokozottan érzékeny természeti környezetben fekszik.** A már eddig is tapasztalt éghajlati **változások és a klímamodellek által prognosztizált jövőbeni trendek** is mind alátámasztják a fenti kihívásoknak való **fokozott kitettségét**, amelyet a geomorfológiai viszonyok több szempontból is tovább súlyosbítanak. A zárt medencék, nagy reliefenergiájú térszínek és a szűk völgyek által határolt térségek a **megváltozó csapadékmintázatok, a szélsőséges csapadékeloszlások, a forró-száraz, aszályos periódusokat hirtelen követő, lezúduló csapadékos** időszakok kapcsán is érintettek válhatnak. A **(villám)árvizek és belvíz-elöntések** egyértelműen veszélyt jelentenek már a közeljövőben is. **A meredek völgy- és domboldalak** a csapadékvízviszonyok megváltozása

következtében ráadásul kevésbé tudnak ellenállni a talajpusztulásnak, majd az azt követő **tömegmozgásos folyamatoknak**.

A közvetlenül Kazincbarcikát érintő klímaváltozási hatások közül a stratégiai tervezési dokumentumokban az egyik **leggyakrabban említett hatásként a szélsőséges csapadékviszonyok fokozódása került beazonosításra**. Ezzel összefüggésben a sérülékenység kapcsán elsősorban az **árvíz- és belvízveszélyeztetettség témakörök, a fokozottan veszélyeztetett vízbázisok** problémái kerültek tárgyalásra. Egyes településrészek említése a dokumentumokban csupán az árvízvédelmi (és részben belvízvédelmi) kérdések esetében jelenik meg, például *Barcika-Alsóvárosnak*, mint a város legmélyebben és a Sajóhoz legközelebb fekvő településrészének árvíz- és belvíz-veszélyeztetettsége. A *Belváros* zárt és a *Kertváros* felszíni vízelvezetésének hiányosságaiból fakadó elöntésveszély szintén kiemelt problémakörként jelentkezik az anyagokban.

A **kitettségi** tematikánál több interjúalany (*Kazincbarcika, Tardona, Parasznya, Varbó, Radostyán, Berente*) említette, hogy a **villámárvizek veszélyeztetik a települést vagy annak egy részét** (Kazincbarcika esetében például a Sajó folyó és a Tardona-patak áradásai *Felső-Barcika, Alsó-Barcika* és *Herbolya* városrészeket érintik), amelyek általában a **nagyobb csapadékesemények és a domborzati viszonyok hatására** alakulnak ki. A **villámárvizekkel szembeni kitettséget** pedig érzékenységi faktorként növeli, hogy a csapadékvíz elvezető rendszereket sokszor elhanyagolják, a zöldfelületeket pedig lebetonozzák.

A térség települései: erős forrás-determináltság; a vízelvezető rendszerek fejlesztésére és karbantartására kulcsszempontként tekintés, a vízvi sszatartás még távolabbi megoldás

Berente településvezetése hangsúlyozta, hogy a csapadékvíz-elvezető rendszer remekül ellátja feladatát, még nagyobb esőzések idején is, ennek karbantartása kiemelt feladat. *Radostyán* Gazdasági Programja és Településfejlesztési Koncepciója is említést tesznek a villámárvizek problémájáról. Fontosnak tartják a vízelvezető rendszer karbantartását, de tervezik egy övárók rendszer létrehozását is, *Parasznya*val konzorciumban. Utóbbi település határában két 50 m³-es édesvíztároló létesült ivóvíz tárolására, tervezik további 2 db 50 m³-es víztároló létesítését, amelyek *Parasznya*t és *Varbó*t el tudnák látni aszályos időszakban. A villámárvizek elleni fellépés kulcsa a településvezetés szerint a rendelkezésre álló pályázati lehetőség. *Múcsonyban* az árvízkarók elhárítását egyfelől a helyi szakemberhiány akadályozza, hiszen elmondásuk szerint a civil lakosság kevésbé tud vagy akar részt venni a villámárvizek elleni küzdelemben. Másfelől a jelentős forráshiányt nevezik meg a csapadékvíz-elvezető rendszer felújításának gátjaként. 2011-2012-ben már kikövezték a Szuha-patak medrét, valamint megmagasították a gátakat, így az óta nem önt ki. *Tardona* Gazdasági Programjában szerepel a vízelvezető rendszer fejlesztése, de ezekhez itt is forrásokra lenne szükség. A tervek között elsősorban az elhárítás dominálna, mivel a vízmegtartást biztosító záportároló kialakítása még költségesebb. Egy ilyennek a kialakítása tervben van a település határában, de ez egyfelől forrásigényes, másfelől pedig a tulajdonviszonyok rendezésére lenne szükség. *Varbón* is a vízelvezető rendszer fejlesztését/karbantartását nevezték meg a legfontosabb feladatként, amit pályázatból finanszíroznának.

Az azonosításra került klímahatások és a kapcsolódó sérülékenységi tematikák kapcsán **meghozott vagy javasolt válaszlépések** közül a vizsgált tervdokumentumokban **leggyakrabban a vízkárokhoz kapcsolódó beavatkozási lehetőségek** kerülnek tárgyalásra. Az ár- és belvízvédelmi intézkedések esetében felismerhető, hogy a víz gyors elvezetését szorgalmazó és a vízmegtartást előnyben részesítő válaszlépések egymással párhuzamosan jelennek meg az áttekintett anyagokban. **Az interjúalanyok nagy része is a villámárvizek és**

az extrém csapadékesemények ellen a vízvezető rendszer karbantartását és fejlesztését jelölte meg feladatként. A természetközeli, vízmegtartást is szolgáló övások rendszerek több interjúban is felmerültek megoldásként, ám azzal az észrevétellel, hogy ezek kialakítása gyakran elvéri a tulajdonviszonyok mozaikosságán. A legtöbben alapvetően továbbra is szürkeinfrastruktúra alapú vízvezetést vélik a leghatékonyabb megoldásnak. Kazincbarcikán is hangsúlyos elem az árvíz- és villámárvíz-veszélyeztetettségre reagálva a 2010-es nagy árvíz után megújult csapadékvíz elvezető rendszer és a Sajó folyó melletti gátrendszer.

Kazincbarcika és BorsodChem: kiépített rendszerek, szükséges karbantartás

Kazincbarcikán az önkormányzati, a szociális szféra-beli és a gazdasági szereplők beszámolóí szerint a csapadékvíz-elvezető rendszer kiépítése és karbantartása folyamatosan zajlik, de további fejlesztésre is szorul. Megfelelő forrás rendelkezésre állása esetén ez meg is történik. Szintén megoldásként nevesítik a gátmagasítást és a csatornahálózat bővítését/kiszélesítését és a mederkotrát is a szükséges helyeken. Ennek akadálya, ha természetvédelmi vagy magánterületeken kellene véghezvinni a beavatkozást, mert ott a tulajdonviszonyok miatt nehezebb ezeket kivitelezni. A villámárvíz-elöntésekkel szemben a vízvezető csatornák rendszeres karbantartásán túl a zöldfelületek növelése és a vízviasszatartás is megoldást jelenthet. Megoldásként említi néhány válaszadó, hogy a kárelhárításhoz az elöntések pontosabb előrejelzése, valamint a lakosság összefogása szükséges. A Katasztrófavédelem munkatársai gyakran szerveznek kampányokat, felvilágosító, szemléletformáló eseményeket a veszélyekre való felkészülés, azok lehetséges elkerülése kapcsán. Az elmúlt évtizedben a Tardona-patak mentén történtek beavatkozások, mely sikeresnek bizonyult, mert az elmúlt években nem öntött ki a patak. 2010-et követően vízvezető rendszer és gátak is kiépültek a Sajó és a Tardona mentén. A BorsodChem rendelkezik vízkár-elhárítási tervvel. A cég tervei között szerepel több átmeneti víztározó létesítése vízkivétel céljából, valamint olyan technológiák alkalmazása, amelyek segítik a szennyvíz visszaforgatását. A vállalat terjeszkedik is; az új telephelyen is igyekeznek csapadékvíz-gyűjtésre és a technológiai-víz visszaforgatására alkalmas technológiákat alkalmazni a kisvízes időszakok kivédése érdekében.

4.6. A felmelegedés települési következményei

A klímaváltozás egyik legalapvetőbb hatása a folyamatos felmelegedés, az évi és kiemelten a nyári átlaghőmérsékletek tendenciózus növekménye. Ennek következményeivel, a hőhullámok egészséghatásaival, és a zöldfelületek kiszáradásával külön fejezet és alfejezet is foglalkozik a sérülékenységvizsgálatban, itt most csak annyiban térünk ki a kihívásterületre, amennyiben az alapvető eleme a településüzemeltetésnek.

A közvetlenül Kazincbarcikát érintő klímaváltozási hatások közül a stratégiai tervezési dokumentumokban a villámárvizek és viharkárok melletti másik **leggyakrabban említett hatás a hőhullámok gyakoriságának és intenzitásának megnövekedése.** A lefolytatott interjúk válaszai között is gyakori panasz, hogy az aszályal együtt szoktak jelentkezni a **napokon át tartó hőhullámok**, amelyek különösen **megviselik a panellakótelepeken, belső városrészekben élő lakosságot.** Kazincbarcika egyes sűrűben beépített településrészein (Újkazinc, Belváros) különösen az idős, szív-és érrendszeri betegségben szenvedő emberek kitéttek a hőhullámoknak.

Az **alkalmazkodóképesség** és a **kapcsolódó konkrét válaszlépések** kapcsán megállapítható, hogy a települési önkormányzatok pályázati, vagy kivételes esetben saját forrásokból (Berente) **energetikailag igyekeznek korszerűsíteni a közintézményeiket. Extrém melegben a településeken vízosztás történik,** Berentén és Kazincbarcikán **párakapukat** is felállítanak,

az ÉRV Zrt. is kitelepül vizet osztani. Az aszálykárok ellen folyamatos locsolással igyekeznek védekezni. **A tervdokumentumokban** az azonosításra került klímahatások és a kapcsolódó sérülékenységi tematikák kapcsán meghozott vagy javasolt válaszlépések közül is **leggyakrabban a hőhullámokhoz kapcsolódó beavatkozási lehetőségek** kerülnek tárgyalásra, melyek mellett **a zöldfelületek bővítése és az energetikai korszerűsítések** jelennek meg.

Kazincbarcikán több interjúban is felmerült, hogy a lakások klimatizálása miatt megnövekednek nyáron az energiaigények és ezeket egyes településrészek elavult hálózatai nem biztos, hogy megfelelően tudják biztosítani. A városban **tervben van a városi távhőszolgáltatási gerinchálózat megújítása**, mellyel külön-külön lehetne szabályozni 25 hőközpontot. Jó gyakorlatként említették az interjúalanyok a bizonyos **óvodák, és a kórház tetőszerkezetén kiépített napelemrendszereket**. A hőhullámokkal szemben szintén potenciális válaszlehetőség a zöldfelületek, a városi víztestek, és a vízparti rekreáció lehetőségeinek növelése Kazincbarcikán.

A melegedő klíma másik következménye az **allergén növények és a betegségterjesztő állati vektorok között új fajok megjelenése a városban és térségében**. A város és a környező települések önkormányzatainak, valamint a megkérdezett egyéb szakterületi vagy civil interjúalanyoknak véleménye szerint **az allergén növények jelenléte jelenleg nem okoz különösebb gondot**, elterjedési területük eddig nem növekedett jelentősen, a parlagon hagyott területeket igyekeznek kezelni. **Az állati betegségterjesztők közül a csípőszúnyogok jelenléte már komolyabb, az elmúlt években fokozódó probléma**. A kistelepüléseken ezzel nem tudnak mit kezdeni, eszköz hiányában; inkább a Kazincbarcika által évente többször is végzett szúnyoggyérítésben bíznak a nyári időszakokban.

4.7. A közlekedési és közmű infrastruktúrát, kiemelten a villamosenergia rendszert fenyegető veszélyek

A közlekedési és közmű-infrastruktúra elemek sérülékenysége kapcsán **alapvetően az épületkároknál és a vízkároknál elmondottak ismételhetők meg**. Környezeti adottságait tekintve Kazincbarcika és dombvidéki környezetének kistelepülései fokozottan kitettek a villámárvizek és a belterületi csapadék-elöntés hatásainak. A helyzetet súlyosbítja, hogy a Sajó jobb partján csuszamlás-formák is jelentkeznek, amik földtani veszélyforrások. **A települések és a város úthálózatának egyes elemeit** (pl. *Tardona, Radostyán, Parasznya* települések mélyebb fekvésű pontjain, *Kazincbarcikán pedig a Sajó és a Tardona mentén* elhelyezkedő útvonalakat) így **a különböző eredetű elöntések, az ipari üzemek épületeit, tetőszerkezeti és egyéb magasépítésű elemeit, valamint a magasabban futó légvezetéseket a viharok, villámcsapások veszélyeztetik**. A BorsodChem kötelékébe tartozó interjúalanyaink kiemelték: a vállalatnál a villámlás, a széllökések és a földcsuszamlások jelentik a legnagyobb gondot.

Az energetikai hálózatok és létesítmények közül **egyértelműen a villamos-energia ellátó rendszerek a leginkább kitettek az éghajlatváltozás következményeinek**, ezek közül is legfőképp a tartóoszlopok és feszítőoszlopok, légkábelek, valamint egyes átjátszó állomások, akkumulátorházak. A tartóoszlopok és feszítőoszlopok közötti lényeges különbség, hogy ha a szél eldönti a tartóoszlopot, akkor a többi is eldől, de a feszítőoszlop megállítja az ún. dominóeffektust, azaz a sorban kidőlést.

A villamos energia infrastruktúrát közvetlenül károsító szélsőséges időjárási helyzetek négy fő csoportba sorolhatók:

- *Téli vegyes halmazállapotú csapadékrendszerek – ónos eső, tapadó hó, jég;*
- *Viharciklonok –orkán erejű szél, akár tornádó;*
- *Zivatarokhoz kapcsolódó jelenségek- villámlás – szélvihar;*
- *Hőhullámok rendszerkárosító hatásai.*

Ezek közül **a két legfontosabb meteorológiai paraméter**, ami a tartóoszlopok és légkábelek statikai és műszaki méretezését erőteljesen befolyásolja, **a jegesedés és a szél**. Térségenként eltérő éghajlati feltételeket vesznek figyelembe tervezésükkor, amit részletesebben a tervezési szerződésben szabályoznak, a vonatkozó szabvány szerint. A szélteherre alapvetően nem szoktak különbséget tenni, de a jégre igen.

A villanyoszlopoknál három biztonsági kategória van:

- terhek, amelyek 50 éves előfordulási valószínűséggel,
- terhek, amelyek 150 éves előfordulási valószínűséggel,
- terhek, amelyek 500 éves előfordulási valószínűséggel okoznak kárt.

Az első kategória például egy szántóföldi tartóoszlop esetében veendő figyelembe. Az előfordulási valószínűség ebben az esetben azt jelenti, hogy átlagosan 50 évente következik be olyan esemény, ami feldönti az oszlopot. A második kategória esetében (például egy autópályánál) erre az átlagosan 150 évente bekövetkező károkozásra kell méretezni az infrastruktúra ellenállását, ezért itt sokkal erősebb oszlopszerkezeteket szoktak telepíteni. A harmadik szint az atomerőművek esetében alkalmazandó.

Kazincbarcikán a villamos energetikai hálózat fenntartását és üzemeltetését a városban 2021 szeptemberétől a MVM ÉMÁSZ Áramhálózati Kft. végzi a korábbi ELMŰ-ÉMÁSZ társaság után. 2021. szeptember 1-jétől az MVM Next vette át az ELMŰ-ÉMÁSZ-tól az egyetemes áramszolgáltatást a teljes városi szolgáltatási területen.

Mint említettük, **a városban a lakások klimatizálása miatt megnövekednek nyáron az energiaigények** és ezeket **egyes településrészek** elavult hálózatai nem biztos, hogy megfelelően tudják biztosítani, ilyenkor **a hőhullámok vezetékrendszereket és trafóházakat érintő hatásai is okozhatnak rendszerproblémákat.**

A városban 2021. július 25-én a Mesevár Tagóvoda melletti trafóházban történt meghibásodás ún. „kábelrobbanás” miatt –amely valószínű a nyári forrónapok következtében alakult ki –áramszünetet eredményezve a belváros egy jelentős részén, amely miatt például a városi vízijáték-show programjai is megszakadtak.

Ugyanakkor figyelembe kell venni **a magánházak és lakóépületek, valamint közintézmények tetőszerkezetén kiépített napelemes rendszereket** is, amelyek többlet energiát biztosíthatnak, és szigetüzemben hozzájárulhatnak egyes létesítmények energiaellátásához, az esetleges szélsőséges időjárási események bekövetkeztekor kialakuló áramszünetek idején.

Fontos fejlesztés valósult meg 2021-ben a városban, amely **az időjárásfüggő szél- és naperőművek a vállalat portfóliójába, illetve a magyar villamosenergia-rendszerbe való integrációját segíti elő** és az áramhálózat kiszabályozását tudja támogatni. **Az ALTEO Nyrt. a Kazincbarcikai Fűtőerőmű területén építette fel a második energiatárolóját, 5 MW-os teljesítménnyel.** 2021. november 3-án sor került az energiatároló létesítményének ünnepélyes átadó ünnepségére.

4.8. A térségi turizmus komplex sérülékenysége

A turizmus a **gazdasági ágazatok közül az éghajlati elemek változásának az egyik leginkább kitett alszektor**, hiszen természetéből fakadóan a földrajzi helyek fizikai tényezőihez (éghajlat, növényzet, vízrajzi és domborzati adottságok stb.) szorosan kötődik. Az éghajlati elemekre egy oldalról erőforrásként tekint, de e tényezők változásai komolyan befolyásolják is egy adott desztináció vonzerejét: korlátozhatnak vagy fokozatosan ellehetetleníthetnek adott kínálati elemeket, ugyanakkor újabb alternatív termékek kialakítását is ösztönözhetik.

A klímaváltozás következtében a közvetlen klímaparaméterek változása, mint a felmelegedés (pl.: szárazabb forróbb nyarak), a csapadék mennyiségének változása (pl.: nyári csapadékos napok számának csökkenése), az átlagértékekben (pl.: száraz aszályos időszakok hosszának növekedése) és a szélsőségekben (pl.: hőmérsékleti szélsőségek fokozódása, rövid idő alatt lehulló intenzív csapadékesemények gyakoriságának növekedése, extrém viharesemények) megfigyelhető módosulások alapvetően befolyásolják egy térség turizmusát. **Elsősorban a szabadtéri turizmus típusok** (pl. természetközeli aktív turizmus, épített értékekre koncentráló örökségturizmus, tóparti üdülőturizmus) **érzékenyek** a klimatikus viszonyok változása tekintetében. **Ezek közül az első kettő Kazincbarcika és térsége kapcsán is releváns** (kiránduló útvonalakkal teli hegyvidék a környéken, Kolorfesztivál a városban és a környező településeken).

A változó klíma egyszerre befolyásolja a keresleti és kínálati oldalt. A turizmusra hatnak továbbá a klímaváltozás következményeként fellépő közvetett éghajlati hatások (pl. ár- és belvívvesztély növekedése, villámárvizek gyakoriságának növekedése, évszakok egybemosódása), amelyek helyileg jelentkező természeti hatásokat eredményeznek – hóhullámokat, aszályokat, árvizeket és villámárvizeket, élőhely degradációt, invazív fajok elterjedését, illetve levegő- és vízminőség romlást. Mindezek társadalmi és gazdasági következményei – emberi egészségre gyakorolt káros hatás, épített környezet (műemlékek, épületek) és infrastruktúra degradálódása, a biodiverzitás csökkenése, vagy a turistaforgalom visszaesése – szintén érintik a turizmust.

A NATÉR turisztikai modulja a turizmus éghajlati sérülékenységének témakörét kutatta, a fogadóterületek jellemző kitettségi, érzékenységi, alkalmazkodóképességi és sérülékenységi jellemzőit komplex mutatókkal vizsgálva 3 kiemelt hazai turisztikai termékre (vízparti fürdő-; városnéző kulturális örökségi; és természetközeli aktív turizmus) a hazai járásokban. A vizsgálat célja annak kutatása volt, hogy az adott turizmus típusnak leginkább megfelelő potenciál hol áll rendelkezésre az országban; és ennek ellenpontjaként mely térségek a legsérülékenyebbek az éghajlati elemek változása és saját adottságaik szerint. Az eredmények alapján az időbeli változások sajátos mintát mutatnak: összességében **várhatóan némileg romlik a különböző turisztikai termékek helyzete az évszázad során. A trendnek csak a leginkább bevezetett desztinációk tudnak majd valamennyire ellenállni**

szakmai tapasztalatuk és meglévő infrastruktúrájuk révén. Kivételt jelent a városnéző turizmus, ahol alig romló vagy stagnáló országos trend látszik. **Kazincbarcika térsége a vizsgálatok szerint a jelenlegi** (véltetően gyengébb társadalmi alkalmazkodóképességi és turisztikai szakmai adataiból is fakadó) **sérülékenyebb helyzete a század végére valamelyest javul**, párhuzamosan a forróbbá váló Alföld romló sérülékenységgel, hiszen a hazai összevetésben viszonylag hűvösebb domb- és hegyvidéki közeg mind a városlátogatásra, mind a környék aktív turizmusára relatíve kedvezőbb körülményeket kínál majd. Természetesen ettől még nem lesz a régió turisztikai kulcsdesztináció, ahhoz a jelenleg erőteljesen lokális hatókörű vonzerőt jelentő rendezvény- és bakancsos turizmus kínálat jelentős fejlesztésére lenne szükség.

Interjúalanyaink zöme szerint a turizmus egyelőre marginális jelentőségű szektor a város és a térség gazdaságában, egyedül a kulturális/rendezvényszervezői területen dolgozó, vagy kifejezetten turisztikai irányba mozduló falvakból származó alanyok nevezték kulcsfontosságú területnek. **Az azonosított klímakihívások, érintett szakterületek között is ritkán bukkant fel a válaszok között a turizmus kérdésköre**, ahol igen, ott is abban a konnotációban, hogy a kültéri rendezvényeket a szélsőséges időjárás adott esetben könnyen tönkre teheti, de a rendezők igyekeznek a lehető legjobban felkészülni ezekre. A különböző hazai vonatkozó szakpolitikai anyagok leggyakoribb turisztikai vonatkozású adaptációs javaslata, vagyis **a turisztikai „alkalmazkodási” közelítésmód térhódításának**, a klímatudatos gondolkodásnak, a várható hatásokra való felkészülésnek, a negatívumok kivédésére fókuszáló tevékenységeknek az **ösztönzése** Kazincbarcika rendezvényei és térségének (jobbára lokális vonzerejű) aktív turizmusa kapcsán is megfontolandó a jövőre nézve, ám valóban nem ez a terület lesz a klímaadaptáció leginkább súlyponti eleme a térség klímapolitikájában.

4.10. Ajánlások válaszlépésekre, kapcsolódó intézkedésekhez

A 2022 folyamán elkészülő, Kazincbarcika önkormányzat és a BorsodChem tervezett közös klímastratégiájának adaptációs intézkedéseit megalapozandó a megismert település-sérülékenységi tematikák kapcsán a lehetséges válaszlépések a következőben összegezhetők, indikatív ajánlasként:

- **A helyi fejlesztéspolitikai és fejlesztési, rendezési tevékenységek klímabaráttá tétele**
 - **Települési/járási szintű, alkalmazkodási hangsúlyú klímastratégiák kidolgozása**, a bennük foglalt intézkedések következetes megvalósítása, és a vonatkozó akcióknak a települések éves költségvetési terveibe való rendszeres beépítése;
 - **A klímaalkalmazkodás szempontjainak a településfejlesztési és településrendezési tervekbe**, valamint az építésgazdaság helyi stratégiai és tervdokumentumaiba való következetes beépítése és megjelenítése;
 - **A helyi építési és területhasználati előírások klímaváltozási szempontú felülvizsgálata**, szigorítása és következetes betartatása;
- **A fizikai környezet adaptációs képességének fokozása:**

- **A viharokkal szemben leginkább sérülékeny települési épületállomány felmérése és lehetőség szerint alkalmazkodási szempontú rehabilitációja**
 - Kazincbarcikán és kapcsolódó útmutatások kidolgozása a környező településeken a megrongálódott lakóházak számára
- **Infrastrukturális elemek fejlesztésekor, megújításakor** (pl. bicikliút, szabadidő park, sportkomplexum, épület-felújítás, vezetékcserék) **az időjárásnak ellenállóbb megoldások alkalmazása/előnyben részesítése;**
- **A közösségi közlekedési hálózat felkészítése** a szélsőséges időjárási jelenségekre Kazincbarcikán és térségében;
- **„Alternatív”, környezetbarát egyéni közlekedési formák igénybevételének ösztönzése**
 - közlekedési elektrifikáció támogatása,
 - közösségi kerékpár szolgáltatás kialakítása Kazincbarcikán;
- **Utak tervezése során** a hőmérséklet várható emelkedésének, a **hőhullámok gyakoribbá válásának figyelembe vétele;**
- **felszínmozgásokra érzékeny területek felmérése,**
 - a meglévő meddőhányók, továbbá a potenciálisan lerakásra kijelölt területek klímareziliencia szempontú felülvizsgálata
 - és a szükséges állagerősítő beavatkozások elvégzése;
- a térségben a **villamosenergia-ellátás és egyéb közműhálózatok légvezetékeinek, tartó- és feszítőoszlopainak tervezésekor a várható klímafolyamatok és az általuk okozott szélsőérték változások figyelembe vétele;**
- A Kazincbarcikán működő távhő-felügyeleti rendszer továbbfejlesztése, a hőközpontok valós időben figyelése segítségével a hibák elhárítása;
- **a települési csapadékvíz-gazdálkodás rendszerek klímabiztos ki- vagy átalakítása,**
 - a csapadék biztonságos összegyűjtése, visszatartása és hasznosításának ösztönzése,
 - a **csapadékvíz- elvezető rendszerek karbantartása és továbbfejlesztése;**
 - **települési ár- és belvízvédelmi infrastruktúra műszaki felmérése és a szükséges beavatkozások elvégzése,** a jelenlegi gyakorlattal szemben az időszakos többlet vízmennyiség biztonságos tározása és száraz időszaki felhasználása;
 - **A térség településein jellemző a jövőre való előre tekintés hiánya és a településvezetések szerint a jelenlegi válaszlépések elegendőek.** A jelentkező válaszlépések között túlsúlyban vannak az elvezetés-központú, utólag reagáló, a problémát tünetileg kezelő és nem megelőző elképzelések, különböző (anyagi, szabályozási, tájékoztatási, szemléletbeli) okok miatt...

- ...ezért nagyobb tér adandó belterületi csapadékvíz-gazdálkodásban a **vízvisszatartó, természetközeli megoldásoknak** a szürkeinfrastruktúra fejlesztésével járók helyett:
 - pl. települések körüli övárók rendszerek létrehozása,
 - záportározók és szükség tározók,
 - esőkertek létesítése;
 - települések körüli övárók-rendszerek kialakítását gátló tényezők (pl. tulajdonviszonyok mozaikossága) feltárása és kezelése;
 - természetesen elöntésjárta területek megfelelő funkciókkal (pl. sportpálya) felruházása;
- A BC terjeszkedése révén létrejövő új telephelyen is **csapadékvíz-gyűjtésre és a technológiai-víz visszaforgatására alkalmas technológiák** alkalmazása a kisvizes időszakok kivédése érdekében;
- A BC gyártási technológiája során keletkező szennyvíz hűtésre visszavezethetővé tétele;
- **Szélsőséges melegben**
 - a létező beavatkozások folytatása (párakapuk felállítása és vízosztás),
 - és újakkal kiegészítése (klimatizált középületek megnyitása és ezek listájának önkormányzati médiákban való közzététele a Katasztrófavédelemmel együttműködésben, árnyékolók kialakítása),
 - és egységes rendszerbe szervezése;
- **Zöldfelületek kataszterezése, tervszerű és városrész-specifikus bővítése és minőségi fejlesztése**
 - mennyiségi és minőségi zöldterület-fejlesztés a lakótelepekre koncentrálva,
 - tervszerű faültetés, közutak menti fasorlétesítés az árnyékos felületek növeléséért,
 - a zöldfelületi rendszertervezési, -létesítési, valamint a megszüntetést és fakivágást érintő szabályrendszerének részletes felülvizsgálata,
 - zöldfelületek automatikus öntözését lehetővé tevő rendszerek kiépítése,
 - parlagfűvel borított területek kezelése,
 - **Barnamezős területek** (használaton kívüli ipari/kereskedelmi területek, felhagyott és kármentesített bányaterületek) **funkciómegújító revitalizációja** (pl. napelem park, közösségi terek stb. létrehozása);
- **Alkalmazkodó turisztikai válaszlépések ösztönzése** a helyi attrakciók és szolgáltatók esetében:
 - pl. energia- és víztakarékos fejlesztések,
 - árnyékolók és esőtetők kihelyezése a szabadtéri rendezvényeken,

- árnyékoló és egyéb építészeti megoldások alkalmazása az attrakciók épületein,
- fedett rendezvényterek létrehozása az időjárástól független rendezvényszervezés biztosítására),
- turisztikai „alkalmazkodási” közelítésmód térhódításának, a klímatudatos gondolkodásnak, a várható hatásokra való felkészülésnek, a negatívumok kivédésére fókuszáló tevékenységeknek az ösztönzése;
- **Önkormányzati és oktatási intézményi szemléletformálási programok támogatása**
 - tudatosító kampányok, pl.: tudatos vízhasználat népszerűsítése,
 - iskolában folyó környezeti nevelés folytatása, támogatása,
 - a klímaváltozás következtében előforduló hatásokra való felkészülés fontosságára figyelemfelhívó kampányok, felvilágosító, szemléletformáló események, tematikus hetek rendezése,
 - beszélgetések szervezése meghívott előadókkal;
 - Óvodai és általános iskolai nevelésben a szülők felé továbbadandó jó gyakorlatokat népszerűsítő kezdeményezések ösztönzése:
 - intézményi komposztálók beszerzése,
 - iskolai/óvodai zöldségtermesztés elindítása,
 - újabb, intézményen belüli zöldfelületek létesítése, amelyeket a gyermekekkel együtt gondoznak,
 - végzős osztályok általi faültetés;
 - A helyi nevelési intézmények zöld óvoda- és madárbarát intézmény címekre való pályázatainak támogatása
- Környezetvédelemmel és természetvédelemmel kapcsolatos projektek kialakítását célzó települési pályázatok generálása, szakmai támogatása a térség kistelepülésein
- **BC gyakorlat folytatása, amely szerint minden beruházás előtt egy megvalósíthatósági tanulmányt készít, ennek részeként egy fenntarthatósági fejezet kidolgozásával, ebben a települési klímaalkalmazkodási kérdésekre kiemelt figyelem szentelésével;**
- A kullancsok, egyiptomi csípőszúnyog és más állati betegséghordozók, valamint allergén növényfajok elterjedtségének kontrollálása, a fertőzöttség monitorozása.

4.11. Összegzés

A leírtak alapján a következő összegző gondolatok fogalmazhatók meg:

- **A településügy komplex, horizontális jellegű szakterület;** azzal, hogy része a települések fejlesztése, üzemeltetése és rendezése, számos szakterületet integrál (vízügy, környezetügy, agrárium, ipar, szociális ügyek, egészségügy, oktatás, turizmus stb.). Így a települések klímásérülékenysége sem közelíthető egydimenziós, határozott szakterületi szűkítésű megoldásokkal.

- **A jelen tanulmány is több olyan szakterületet választott ki és elemez**, amelyek a települések működésének integráns részét képezik és amelyekre a település klíma és annak rövid-, közép- és hosszú távú változása kihat.
- A vizsgáltra **kijelölt szakterületek indokoltságát az előzetes helyzetfeltáró statisztikai és szakirodalmi vizsgálatok; a kazincbarcikai és térségi, valamint vonatkozó nemzeti stratégiai tervdokumentumok elemzése; valamint helyi, térségi, saját készítésű szakmai mélyinterjúk tapasztalatai képezték.**
- Ezek alapján a **várost és térségét leginkább érintő, települési vonatkozású klímasérülékenységi tematikák** a települési épület- és közmű és közlekedési infrastruktúra elemeket érintő **viharkárok**; a települési **zöldfelületek klímasérülékenysége**; a **villámárvíz és csapadékeredetű extrém belterületi elöntések** általi veszélyeztetettség; az **aszályok és hóhullámok** okozta különböző **emberi egészséghatások** növekvő jelentkezése; valamint kisebb mértékben a **helyi turizmus, rendezvény szervezés klímakitettsége**.
- **A település önkormányzatok a felsorolt ügyek kapcsán alapvetően jól informáltak, lehetőségek szerint válaszlépésben is gondolkodnak.**
- Egyes esetekben (villámárvizek) ugyanakkor **több interjúalanynál is előkerül a probléma felismerése, de súlyának, jelentőségének csökkentése, és a jelenlegi válaszlépések elegendőnek tartása**, a jövőre való előre tekintés hiánya. Ugyanezen a területen a létező válaszlépések között is **túlsúlyban vannak az utólag reagáló, a problémát tünetileg kezelő és nem megelőző elképzelések**, különböző (anyagi, szabályozási, tájékoztatási, szemléletbeli) okok miatt.
- Más területen (pl. turizmus) még nem is érzik a konkrét hatásokat, vagy maga az ágazat nem rendelkezik meghatározó súllyal a térség gazdaságában.
- **Legegységesebb a viharkárokkal szembeni települési sérülékenység megítélése.** Az interjúalanyok nagy többsége szerint a problematika jelen van a térségben és fokozódott az elmúlt évtizedekben.
- Külön kiemelik a **szélviharok**, a hirtelen fellépő **extrém esőzések**, a **villámcsapások** és a **jégverés** okozta káreseményeket.
- Teljes az egyetértés abban is: a kihívásra **reagáló és felkészülési beavatkozások** nélkül a jövőben a klímaprojekciók szerint várhatóan még **intenzívebbé és gyakoribbá váló viharesemények jelentős anyagi károkat okozhatnak az épületekben**, akár **emberéleteket is veszélyeztetve**, így a tematika vizsgálata és kezelése kiemelt beavatkozási terület kell legyen a várost, az üzemet és térségüket érintő klímastratégiában.
- **A válaszlépések és a helyi tapasztalatok alapján a 2022 során elkészülő stratégia intézkedéseire is kirajzolódnak inputok**, elsődlegesen az alábbi területeken:
 - települési/járási szintű, alkalmazkodási hangsúlyú klímastratégiák kidolgozása, a bennük foglalt intézkedések következetes megvalósítása;
 - klímaalkalmazkodás szempontok településfejlesztési és településrendezési tervekbe; helyi építési és területhasználati előírásokba való beépítése;

- viharkárokkal szemben leginkább sérülékeny települési épületállomány felmérése és rehabilitációja;
- Az infrastrukturális elemek fejlesztésekor, megújításakor fontos az időjárásnak ellenállóbb megoldások alkalmazása/előnyben részesítése, a közösségi közlekedési hálózat felkészítése;
- felszínmozgásokra érzékeny területek felmérése; a települési csapadékvíz-gazdálkodás rendszerek klímabiztos ki- vagy átalakítása és a vízviszatarató, természetközeli megoldások preferálása;
- a zöldfelületek tervszerű és városrész-specifikus bővítése és minőségi fejlesztése;
- az alkalmazkodó turisztikai válaszlépések ösztönzése
- és az önkormányzati és oktatási intézményi szemléletformálási programok támogatása.

5. IRODALOMJEGYZÉK

- COM (2003): European Environment and Health Strategy. Commission of the European Communities, Brussels. 34 p.
- Czirfusz Márton – Hoyk Edit – Suvák Andrea (szerk.) (2015): Klímaváltozás – Társadalom – Gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Publikon Kiadó, Pécs. 306 p.
- Ferencz Zoltán – Antal Z. László – Páldy Anna (szerk.) (2020): Éghajlatváltozás és egészség. Jelentés. Társadalomtudományi Kutatóközpont, Budapest.
- García-Leon, D. – Casanueva, A. – Standardi, G. – Burgstall, A. – Flouris, A. D. – Nybo, L. (2021): Current and projected regional economic impacts of heatwaves in Europe. *Nature Communications* 12:5807.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. 6th Report. (<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>)
- IPCC (2014): Climate Change 2014 – Synthesis Report. Summary for Policymakers. 5th Report.
- https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf
- IPCC (2007): Climate Change – Impacts, Adaption and Vulnerability.
- (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf)
- Király Gábor (2015): A magyarországi népesség „status quo” morbiditási és mortalitási jövőképe 2016 és 2051 között. In: Czirfusz Márton – Hoyk Edit – Suvák Andrea (szerk.) (2015): Klímaváltozás – Társadalom – Gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Publikon Kiadó, Pécs. pp. 167-178.
- Kiss Gábor – Sütő Attila (2021): A LIFE-CLIMCOOP keretében készülő, közös települési-iparvállalati klímastratégiát megalapozó sérülékenység-vizsgálathoz kapcsolódó terepi interjúzás eredményei. Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főosztálya, Budapest. 31 p.
- Páldy Anna – Erdei Eszter – Bobvos János – Ferenczi Emőke – Nádor Gizella – Szabó Judit (2004a): A klímaváltozás egészségi hatásai. *Egészségtudomány* 48 (2-3), pp. 220-236.
- Páldy Anna – Bobvos János – Nádor Gizella – Erdei E. – Kishonti Krisztina (2004b): A klímaváltozás egészségi hatásainak vizsgálata: nemzeti egészségügyi hatásbecslés. (http://mta.hu/mta_hirei/a-klimavaltozasegeszsegi-hatasai-felkeszules-a-nyari-hosegre-3251/)
- Páldy Anna – Bobvos János (2013): A klímaváltozás egészségi hatásai. In: Ember, I., Pál, V. and Tóth, J. (szerk.): *Egészségföldrajz. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest.* 443–460.
- Pálvölgyi Tamás – Czira Tamás – Dobozi Eszter – Rideg Adrienn – Schneller Krisztián (2010): A kistérségi szintű éghajlat-változási sérülékenységvizsgálat módszere és eredményei. *Klíma-21 Füzetek* 62, pp. 88–102.
- Pálvölgyi Tamás – Czira Tamás – Bartholy Judit – Pongrácz Rita (2011). Éghajlati sérülékenység a hazai kistérségek szintjén. In: Bartholy Judit – Bozó László – Haszpra László (szerk.): *Klímaváltozás – 2011 — Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére.* Magyar Tudományos Akadémia - Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. pp. 236-256.
- Pálvölgyi Tamás – Selmeczi Pál (szerk.) (2016): Tudásmegosztás, alkalmazkodás és éghajlatváltozás. Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Nemzeti Alkalmazkodási Központ, Budapest.
- Pálvölgyi Tamás (2008): Gazdaság, társadalom, infrastruktúra. In: Harnos Zs. – Gaál M. – Hufnagel L. (szerk.): *Klímaváltozásról mindenkinek.* Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
- Perkins-Kirkpatrick, S.E. – Lewis, S.C. (2020): Increasing trends in regional heatwaves. *Nature Communications* 11: (3357).
- Pittman, J. – Wittrock, V. – Kulshreshtha, S. – Wheaton, E. (2011): Vulnerability to climate change in rural Saskatchewan: Case study of the Rural Municipality of Rudy No. 284. *Journal of Rural Studies* 2011/1. pp. 83–94.
- Uzzoli Annamária – Szilágyi Dániel – Bán Attila (2018): Climate vulnerability regarding heat waves – a case study in Hungary. *Deturope* (10): 3. pp 53-69.
- Trájer Attila János – Páldy Anna – Varga Ildikó – Nyárai Orsolya (2020): Az éghajlatváltozás hatásai az emberek, a növények és az állatok egészségére. In: Ferencz Zoltán – Antal Z. László – Páldy Anna (szerk.) (2020): *Éghajlatváltozás és egészség. Jelentés. Társadalomtudományi Kutatóközpont, Budapest.* pp. 15-54.

- Uzzoli Annamária – Szilágyi Dániel – Bán Attila (2019): Az éghajlatváltozás egészségkockázatai és nép-egészségügyi következményei – A hőhullámokkal szembeni sérülékenység területi különbségei Magyarországon. Területi Statisztika 59(4), pp. 400–425.
- Uzzoli Annamária (2015): Klímamodellek a társadalmi alkalmazkodásban – A sérülékenységvizsgálatok hazai eredményei és tapasztalatai. In: Czirfusz Márton – Hoyk Edit – Suvák Andrea (szerk.): Klímaváltozás - társadalom - gazdaság: Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. 302 p. Publikon Kiadó, Pécs pp. 109-126.
- WHO (2018): Health and Climate Change Global Survey. (<https://www.who.int/activities/monitoring-science-and-evidence-on-climate-change-and-health/health-and-climate-global-survey>)

Internetes források:

- <https://www.met.hu/KRITeR/hu/kezdő/>
- www.wmo.int
- www.ksh.hu
- <https://www.teir.hu/>
- <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

ENGLISH SUMMARY

Climate vulnerability regarding health risks in the city Kazincbarcika and its neighbourhoods

Climate change is the single biggest health threat that humanity is facing with. It affects the social and environmental determinants of health e.g., clean air, safe drinking water, sufficient food and secure shelter. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) has concluded that to avert catastrophic health impacts and prevent millions of climate change-related death all over the world in the near future. The climate crisis threatens health globally, but the relevant health risks can be also experienced at regional and local level too.

The aim of the chapter is to present the most important health risks regarding climate change in the city of Kazincbarcika and its region (Kazincbarcika micro region, LAU 1). The applied method is based the Climate Impact and Vulnerability Assessment Scheme (CIVAS) model integrating the analysis if exposure, sensitivity and adaptive capacity. The primary inputs of this analysis are coming from in-depth interviews which were made with relevant local stakeholders.

The study consists of three major structural parts. Firstly, climate-sensitive health risks are defined especially focusing on their regional appearance in the Carpathian Basin as well as in Hungary. Secondly, an impact chain analysis were elaborated based on a climate vulnerability model regarding heat waves and their health effects. Thirdly, some potential recommendations are given for evidence-based decision-making in improving of preparedness and adaptation.

Climate change is already impacting health in different ways, including increasingly frequent extreme weather events, such as heatwaves, storms and floods causing death or illness; the disruption of food systems, increases in food-, water- and vector-borne diseases, and mental health issues. Furthermore, climate change is undermining many of the social determinants for good health, such as livelihoods, equality and access to health care as well as social supporting structures. These climate-sensitive health risks are disproportionately felt by the most vulnerable and disadvantaged groups, including children, elderly people, poor communities, people working in open air, and by those with underlying health conditions. According to the interviews, the most important expected effects of climate change in Kazincbarcika district are heat waves, floods and flash floods, storms, droughts and wildfires. Besides of them air pollution has also relevant role in climate-sensitive health risks in this geographical area. Climate change impacts health both directly and indirectly, and are strongly mediated by environmental, social and public health determinants. The primary health outcomes regarding climate-sensitive health risks in Kazincbarcika district are as follows: chronic diseases such as cardiovascular or respiratory illness, growing excess to death, injuries, heat stress, water-borne diseases and vector-borne diseases. Impacts on health care facilities are coming from overloaded services and lower level of medical capacities.

In the short- to medium-term, the health impacts of climate change will be determined mainly by the vulnerability of populations, their resilience to the current rate of climate

change and the extent and pace of adaptation. In the longer-term, the effects will increasingly influence the quality of local health care services.

Climate change has increased the frequency and severity of heat waves in Hungary and the geographical area of Kazincbarcika and its neighbourhoods in the recent decades. This is the main reason that heatwaves caused health effects are the most relevant among climate-sensitive health risks in the examined geographical location. The length, frequency and intensity of heat waves is expected to increase in the future. It is necessary to strengthen the preparedness and adaptation of local health care systems. The applied impact chain based on climate vulnerability assessment helps to measure health risks of heat waves. Climate vulnerability assessment, integrating the analysis of exposure, climate sensitivity and adaptive capacity, considers the expected health effects and the consequences of the heat waves on health care at local level. Exposure means the changing climatic factors based on long time series data obtained from the given climate model (CarpatClim) in the particular geographical location (Kazincbarcika district). Sensitivity means the weather-dependent behaviour of the affected (e.g. human health) parties. Adaptive capacity reflects the quantity and quality of responses to the health effects of heat waves and its consequences on health care. The applied impact chain contains adequate indicators. Measuring exposure is based the number of heat wave days. Sensitivity is determined using a total of 20 socio-economic indicators. The adaptive capacity depends to a significant extent on the individual protection opportunities (e.g. summer travelling, installation of air conditioner, moving out from the city), which are strongly related to the socio-economic development of the given area. The complex index of adaptive capacity is built on the use of two complex indicators to measure local development and quality of life. On the one hand, local development is identified with the application of the complex indicator, used in the government decree Nr. 290 of November 26, 2014 on the classification of beneficiary districts. This complex indicator consists of a total of 24 statistical indicators. On the other hand, quality of life is identified with the Human Development Index, which is calculated based on the average life expectancy at birth, the proportion of people with the lowest and highest education level, and the personal income tax base income per resident.

As a result of vulnerability assessments, vulnerability defined at district (LAU1) level provides important information in a complex way on the exposure, sensitivity and adaptive capacity of this area to climate change and heat waves. On the one hand, its regional pattern draws attention not only to the city and countryside relation, but also to the regional inequalities within the city Kazincbarcika. On the other hand, there is a segregated neighbourhood within Kazincbarcika which is the most vulnerable to the risks of heat waves. Thirdly, it can be observed that the urban area is more vulnerable, primarily due to the higher proportion of built-up areas and the larger population density in given parts of the town. Fourthly, in the extremely vulnerable areas (e.g. Herbolya neighbourhood, small villages), the moderate exposure is accompanied by higher sensitivity and worse adaptive capacity. At the same time, in other areas the moderate exposure can be compensated by the higher level of socio-economic adaptive capacity.

According to the results of this study the following conclusions can be drawn. Both natural environment and socio-economic environment influence climate vulnerability and its socio-spatial inequalities in Kazincbarcika district. In the area lower level of exposure accompanies

with higher level of sensitivity and this situation results in more serious vulnerability in the region and within the city. The emergency calls are increased caused by the increasing frequency of heat waves, so it is necessary to develop preparedness and adaptation of local health care services.

At the end of the study some recommendations are provided for local decision-making. For example, elaboration of Local Action Plans for local services and employers based on heat waves alarm can help to increase preparedness. Making co-operations between health care and social care services can strengthen adaptive capacity. Local development strategies has to be developed further through the involvement of real local measures for enhancing preparedness and adaptation.

Climate vulnerability regarding water management in the city Kazincbarcika and its neighbourhoods

The aim of the study is to present the most important water management risks regarding climate change in the city of Kazincbarcika and its neighbourhoods.

The study consists of three major structural parts. First, it determines the effects of climate change on water management in Hungary in recent decades. Secondly, an impact chain analysis is made based on climate vulnerability model regarding extreme precipitations. Thirdly, some potential recommendations are given for evidence-based decision-making in improving of preparedness and adaptation.

Climate change affects the following water management sectors:

- drought,
- waterlogging,
- flood,
- flash floods,
- water quality and quantity
- groundwater quality and quantity,
- storm water management.

The study identified both the current situation of the sectors and the expected changes.

Changes in climatic parameters have also been studied in recent years based on the results of several regional models. In addition to climate parameters, the NAGiS system currently contains data on 16 topics that present research findings on the expected impacts of climate change, exposure, sensitivity, adaptability and vulnerability.

According to the study, the involvement of all water management sectors will increase in the future. The negative effects are mainly in the areas of drought, flash flood and storm water management.

In the second major part of the study, a vulnerability study related to extreme precipitation was carried out, as part of which a chain of effects was identified. The basis of the study was

a questionnaire survey in the town of Kazincbarcika and neighbouring villages. The investigation was complemented by an examination of the highest precipitation and damage events in the last 20 years.

Several special results were obtained during the vulnerability study related to extreme precipitations events. Flash floods are already known processes in the mountainous areas of Kazincbarcika and its surroundings. Both the regional drinking water provider and BorsodChem Ltd. Use special membrane technology for the treatment of drinking water and industrial water. The vulnerability study found that extreme precipitation could significantly reduce treatment capacity during the production of drinking water and industrial water. There may even be a temporary shortage of industrial water or less drinking water available to the population.

The study found that a link between water management and forestry will also be needed. Only by working together between the two disciplines will it be possible to protect urban areas from lightning and stop the drying up of forest areas.

At the end of the water management study, the elements of adaptation at the regional level are presented:

- Increasing the safety of drinking water supply,
- establishment and operation of a monitoring system,
- small watercourse bed rehabilitation,
- flood safety,
- forest areas water regime repair.

The elements of adaptation at the local level:

- Preparation of Integrated Municipal Water Management Plans,
- city inland storm water retention and utilization,
- runoff model (urban area and terrain),
- retention and utilization of rainwater inside property,
- use of green areas of storm water management,
- infiltration pavements,
- mining water recovery,
- reduction of industrial water and process water volume,
- development of industrial water management.

Settlement-development related risks and vulnerability in Kazincbarcika and its hinterland

Settlements are special entities: in the geographical space they are physical concentration of society, economy and their physical framework the built and natural environment. In a given geographical territory that is affected itself by climate impacts and their consequences appropriate responses must be found at the municipal level. Municipal affairs are complex issues covering many sectors (water management, environment, agriculture, industry, social affairs, health, education, tourism, etc.). Thus, the climate vulnerability of settlements cannot be approached with one-dimensional solutions or by a definite narrowing of the field.

The holistic nature of the climate issue also results in the two areas having a specific intersection at a number of points. Weather events have impact on residential and public buildings, utilities and transport infrastructure elements; water and wind damage affect various facilities (landfills, depots); summer heat waves affect the local population; the tourism sector of the settlement is affected by climate effects and their consequences for traffic and supply; extreme weather-related events cause damage to economic organizations and plants; the duality of extreme rainfall patterns (from extended drought periods affecting urban green and blue infrastructure to extreme rainfalls causing floods, lightning and inland water inundations) affect the physical communities and the population in many respects.

The respecting vulnerability analysis section of this study seeks to cover all of these impact areas in relation to Kazincbarcika and its immediate surroundings. The study first enlists the climatic, settlement network, hydrographic and land use factors that determine the relevant vulnerability topics in the city and its surroundings. This is followed by the presentation of the vulnerability of the building stock to storm damage in detail through an impact chain study; as the most relevant vulnerability aspect within Kazincbarcika and its area. After that, the study also covers other climate adaptation topics related to settlement development / settlement operation. The introduced fields were chosen on the basis of the preliminary statistical and literature research; the analysis of Kazincbarcika's and other relevant regional/national strategic planning documents; and the experience of local self-conducted professional in-depth interviews.

Based on these, the settlement-related climate vulnerability topics most affecting the city and its area are storm damage affecting the municipal and residential buildings, utilities and transport infrastructure; the climate vulnerability of urban green spaces; vulnerability to lightning and extreme rainfall floods; the growing incidence of various human health effects caused by droughts and heat waves; and, to a lesser extent, the climate exposure of local tourism and event management.

The local governments seem to be basically well informed in connection with the enlisted issues, and, if possible, they are also thinking about the potential responses. In some cases (e.g. flash floods), however, several interviewees recognize the problem, but reduce its weight and significance, and consider their current responses to be sufficient, showing the lack of foresight for the future. In the same field, the post-reactive, symptomatic and non-preventive ideas prevail among the existing responses, for various (financial, legislative, information availability, differences in attitude) reasons. In other areas (e.g. tourism) specific

climate change impacts are not even felt or the sector itself does not have significant weight within the region's economy.

The most frequently mentioned elements of settlement vulnerability were storm damages. The vast majority of interviewees say the challenge exists in the area and has intensified in recent decades. Several mentions were made of damages caused by windstorms, sudden extreme rains, lightning and hail.

There is also full agreement that, without adaptation to and preparation for the enlisted impacts climate change challenges that are expected to intensify and become more frequent in the future could cause significant material damage to buildings, even endangering human lives, so the related research activities and adaptation actions have to be a priority in a climate strategy covering the city, the plant and their neighbourhood.

Based on the interview responses and experience of the field works, some preliminary inputs could also be provided for the elaboration of measures within the 2022 strategy, primarily in the following areas:

- elaboration of local/regional climate strategies with an emphasis on adaptation and the consequent implementation of these actions included in the strategies;
- climate adaptation aspects have to be integrated into in settlement development and physical planning plans; local building and land use regulations;
- as a basis of building stock rehabilitation, surveying the municipal building stocks to identify the most vulnerable elements to storm damage;
- during the development and renewal of transport and public utility infrastructure elements, it is important to apply / prefer more weather-resistant solutions, and propagate the preparation of the public transport network;
- surveying the territories sensitive to surface movements;
- climate-proof installation or conversion of municipal storm water management systems and giving preference for water-retaining, nature based solutions;
- planning and implementing the maintenance and expansion of green spaces;
- encouraging adaptive tourism responses
- and supporting municipal and educational institutional awareness-raising programs.