

# *Hoyk Edit – Kanalas Imre*

## **Kecskemét klímaváltozási kihívásai és alkalmazkodási lehetőségei**

### Bevezetés

A klímaváltozási jelentések (VAHAVA, IPCC stb.), valamint a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia Duna–Tisza közti Homokhátságra vonatkozó összefoglalója alapján kijelenthető, hogy Magyarországon belül Kecskemét és térsége a klímaváltozás és a szárazodás hatásainak az egyik leginkább kitett terület.

A város időjárásának alakulásában már napjainkban is észlelhetünk módosulásokat a korábbi évtizedekhez képest, de a jövőben – várhatóan – jelentkező további klimatikus és környezeti változások komoly hatással lehetnek a térség, ezen belül is Kecskemét agrárgazdasági, vízgazdálkodási, termelésbiztonsági, energetikai, zöldfelület-gazdálkodási, humán-egészségügyi helyzetére, illetve ezeken keresztül a város hosszú távú üzemeltethetőségére, élhetőségére.

Tanulmányunkban rövid nemzetközi és hazai kitekintés után bemutatjuk az éghajlatváltozás napjainkban tapasztalható városi megnyilvánulásait, valamint a település természet- és környezetvédelmi állapotát, keretet adva az alkalmazkodási lehetőségeknek. Végezetül felvázoljuk a város előtt álló feladatokat, illetve javaslatokat teszünk az adaptáció hatékony megvalósítása érdekében.

### Az éghajlatváltozással kapcsolatos globális kihívások

A Föld klímájának változása önmagában természetes folyamat, ugyanakkor nem mindegy ennek léptéke. Míg a földtörténeti időszakokban több ezer, vagy több millió év kellett ahhoz, hogy az éghajlat számottevő mértékben változzon, napjainkra ez néhány évre, évtizedre rövidült. A lényeges különbség abban van, hogy amíg egy markáns, de viszonylag lassú változáshoz (pl. jégkorszak kialakulása) az ökoszisztéma, illetve az emberi civilizáció képes alkalmazkodni, a gyors változásokhoz nem (ld. biológiai sokféleség csökkenése), ami még abban az esetben is jelentős problémákat von maga után, ha a változás nem jelent gyökeres átalakulást.

A földi éghajlat változásának felgyorsulása az elmúlt évtizedekben – döntő mértékben – a káros antropogén tevékenységekkel áll összefüggésben. Ennek hátterében az ipari forradalmak óta folyamatosan növekvő károsanyag-kibocsátás, az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának drasztikus emelkedése

áll. Napjainkban a globális CO<sub>2</sub>-koncentráció elérte, illetve meghaladta a 410 ppm körüli értéket, ami utoljára 3-5 millió évvel ezelőtt, a pliocén földtörténeti kor derekán jellemezte a Föld légkörét. 2015 és 2019 között a szén-dioxid-koncentráció emelkedésének mértéke közel 20%-kal haladta meg az előző öt évi növekedést, ami több mint 50%-kal gyorsabb növekedési rátát jelent az elmúlt évtized átlagához képest.

Az IPCC legutóbbi, átfogó jelentése 2014-ben látott napvilágot, amelyben egyértelműen leszögezték, hogy az éghajlatváltozás jelenlegi mértéke az emberi tevékenység számlájára írható, amelynek megállítása érdekében drasztikusan csökkenteni kell az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátását globális szinten. Célkitűzésként a 2015-ös párizsi klímacsúcson elfogadták, hogy 2100-ra a globális átlaghőmérséklet 2 °C-nál nagyobb mértékben ne haladja meg az ipari forradalom (az 1750-es évek) előtt jellemző átlaghőmérsékletet, sőt, lehetőség szerint, 1,5 fokban kell limitálni a felmelegedést. A vállalások ellenére az üvegházhatású gázok kibocsátása az utóbbi évtizedben átlagosan 1,5 százalékot emelkedik évente, és 2018-ban rekordmagasságot ért el (55,3 gigatonna szén-dioxid egyenérték).

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) adatai szerint az Európai Unió a harmadik legnagyobb szén-dioxid-kibocsátó (9,8%) a világon, az Egyesült Államok (16%) és Kína (29%) után. Az üvegházhatású gázok 78%-a az energiaiparból származik Európában (2015). Ugyanakkor az Európai Unió élen jár a klímavédelem érdekében tett vállalások terén. Az EU Megújuló Energia Útitervében 2020-ra vállalt célkitűzések között szerepel, hogy az 1990. évi szinthez képest 20%-kal csökkentik az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását, 20%-kal növelik az energiahatékonyságot, illetve 20%-ra növelik a megújuló energiahordozók részarányát az energiatermelésben.

Ezeket a célokat az Európai Unió az új, 2030-as Klíma- és Energiapolitikai kerete alapján tovább szigorította. Ez alapján az 1990. évi szinthez képest 2030-ra a szén-dioxid-kibocsátás 40%-os csökkentését, a megújuló energiaforrások 27%-os részarányának elérését és az energiahatékonyság 27%-kal történő javítását kívánja elérni. Az Európai Parlament azonban még tovább ment, és a 2019. november 28-ai strasbourgi ülésén az egész Európai Unióra kiterjedő klímavészhelyzetet hirdetett. Elfogadott nyilatkozatukban azt várják, hogy jogszabály rögzítse, az EU-ban az 1990-es bázisidőszakhoz képest 2030-ra 55%-kal szorítsák vissza a CO<sub>2</sub>-kibocsátást, majd 2050-re fő célkitűzés legyen a teljes dekarbonizáció, ami az európai klímasemleges gazdaság megvalósítását jelenti.

Az uniós célkitűzések megvalósítása terén ugyanakkor az egyes tagállamok nem állnak azonos szinten. Magyarországon, több tagállamhoz hasonlóan, a jelenlegi folyamatok és intézkedések még nincsenek összhangban a felmelegedés 1,5, illetve 2 °C alatt tartásával. Az ALADIN-Climate (Aire Limitée Adaptation Dynamique Développement International) klímamodell és a RegCM (Regional Climate Model) klímamodell előreszámításai Magyarország esetében – az 1961–1990 referencia-időszakhoz képest – a 2071–2100 időszakra vonatkozóan 3-3,5 °C hőmérséklet-emelkedést jelez előre. A kedvezőtlen klímaszenáriók elkerülése és a globális klímavédelmi célok teljesítése gyors beavatkozásokat tesz szükségessé Magyarországról is.

## A klímaváltozás magyarországi hatásai

Magyarországon az országos átlaghőmérséklet 1,15 °C-ot emelkedett 1901 óta az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján. A melegedés legintenzívebb időszaka a nyolcvanas évek elején kezdődött: az 1981 óta eltelt évtizedek során körülbelül két héttel megnőtt a hóhullámos napok száma az ország középső és dél-alföldi területein. Ezenfelül egyes időjárási szélsőségek is gyakoribbá váltak. Kevesebb napon van csapadék, nőtt az aszály valószínűsége. Emellett a mérések szerint egyes területeken több mint 2 mm-rel megnőtt az egy napon érkező csapadék mennyisége 1961 óta, vagyis erősebbek, intenzívebbek a záporok, zivatarok, amelyek esetenként erős szellőkésekkel, jégesővel és villámlással járnak. Tehát a klímaváltozás Magyarországon leginkább az időjárási szélsőségek fokozódásában érhető tetten: növekvő átlaghőmérsékletek mellett a csapadék éves átlagos mennyisége nem változott, de annak eloszlása rendkívül kedvezőtlen. Növekszik az egységnyi idő alatt lehulló csapadék mennyisége, de nő az aszályos időszakok száma, és hosszabbodnak a nyári hóhullámos periódusok is.

Nyaranta 1,3-2,2 °C-kal nagyobb átlaghőmérsékletre számíthatunk már a 2021–2050-es időszakban, míg a 21. század utolsó évtizedeire több mint 3-3,5 °C átlaghőmérséklet-emelkedést jeleznek a klímamodellek.

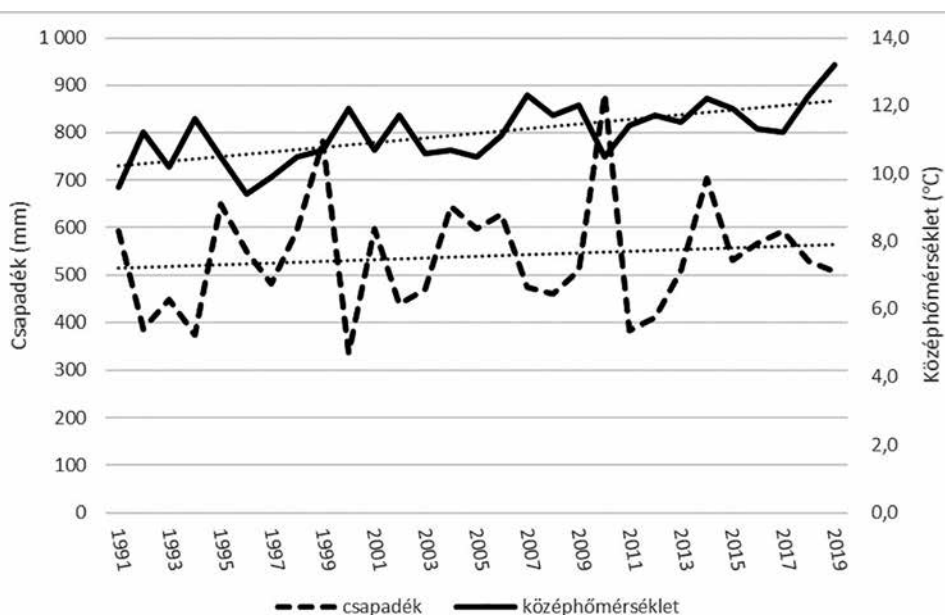
Ennek hatására az elkövetkező évtizedekben lehetséges az évszakok eltolódása, valószínűsíthető egyes szélsőséges időjárási jelenségek erősödése és gyakoriságuk növekedése, ami veszélyezteti természeti értékeinket, vizeinket, erdőinket, az élővilágot, a mezőgazdasági terméshozamokat, az épített környezetünket, a lakosság egészségi állapotát és életminőségét egyaránt.

Hazánkban az átlaghőmérséklet emelkedése mellett, a következő évtizedekre az éves csapadék átlagos mennyiségének csökkenése (2021–2050 között egyes régiókban a csökkenés mértéke elérheti, sőt meg is haladhatja a 100 mm-t) és a csapadékeloszlás átrendeződése (több csapadék télen, kevesebb nyáron) várható, továbbá a szélsőséges időjárási események gyakoriságának és intenzitásának növekedése (pl. hóhullámos napok számának és a száraz napok számának növekedése, szélsőséges csapadékeloszlás, extrém mennyiségű csapadékhullás előfordulása). A csapadék-utánpótlás, a felszíni és felszín alatti vizek minősége és mennyisége lesz a legkritikusabb kérdés. Az előrejelzések szerint az éghajlatváltozás az adott területek növény- és állatfajainak kipusztulását fel fogja gyorsítani, sőt akár a kipusztulások legfőbb okává is válhat a 21. század során.

## Az éghajlatváltozás megnyilvánulása Kecskeméten

Az éghajlati modellszámítások alapján az átlaghőmérséklet a Duna–Tisza közén a globális értékeknél is nagyobb mértékben fog növekedni. Ennek alapján a Homokhátság az ország egyik legsérülékenyebb, a változásoknak leginkább kitett térségének tekinthető. A következő 30 év során a Duna–Tisza közén az évi középhőmérséklet 0,5-1,9 °C-kal növekedhet, és ezzel párhuzamosan a csapadék mennyisége várhatóan közel 10%-kal csökkenni fog, illetve jellemző lesz a szélsőségek gyakoribb előfordulása; növekedhet a szárazabb időszakok hossza és csökken a csapadékosabb évek száma.

Kecskemét, mint a Homokhátság legnagyobb települése, egyben a régió legdinamikusabban fejlődő ipari centruma, jelentős kihívások előtt fog állni az elkövetkező évtizedekben, amelyek a klímaváltozás hatásaival és a környezetminőség változásával állnak összefüggésben. Az Országos Meteorológiai Szolgálat, valamint a Kecskeméten 2017 óta folyó saját méréseink adatai alapján elmondható, hogy az évi középhőmérséklet az elmúlt közel 30 év alatt (1991–2019) kb. 3,5 °C-kal (!) emelkedett – 9,6 °C-ról 13,2 °C-ra –, ami lényegesen több, mint az átlagos globális hőmérséklet-növekedés, illetve, mint a 2100-ig célként kitűzött 1,5-2 °C-os emelkedés. A csapadék mennyiségével kapcsolatban a klímamodellek kismértékű csökkenéssel számolnak az elkövetkező években. Ugyanakkor a mérési eredmények azt mutatják, hogy a csapadék éves mennyisége sokéves átlagban, számottevő mértékben nem csökkent az eltelt 30 év során, sőt kismértékű emelkedés is kimutatható (1. ábra).



Forrás: OMSz és saját mérések

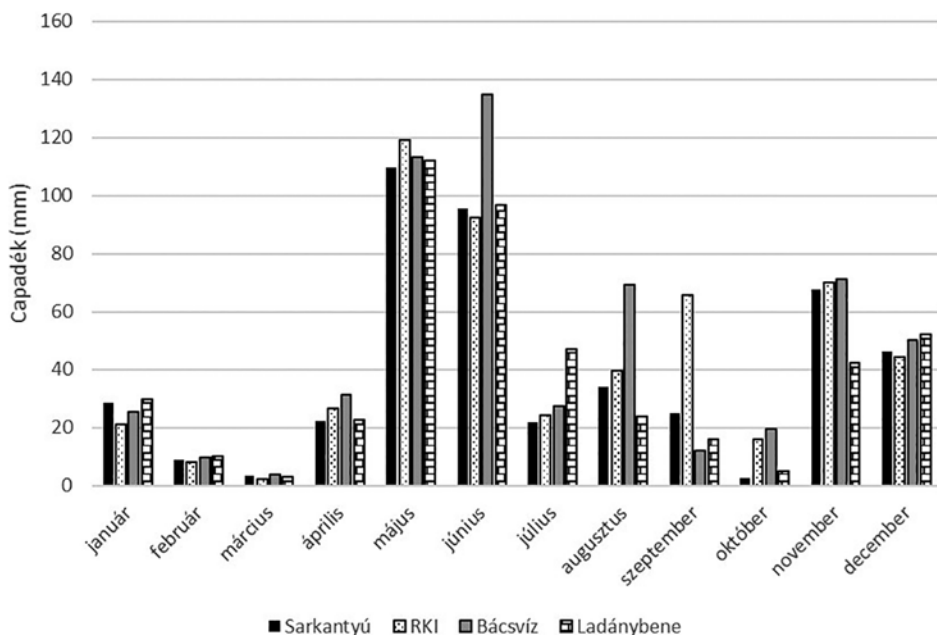
1. ábra: Évi középhőmérséklet és csapadékmennyiség alakulása Kecskeméten (1991–2019)

Amíg azonban a hőmérséklet alakulására a hűvösebb és melegebb évek váltakozása mellett alapvetően emelkedő tendencia jellemző, addig a csapadékkal kapcsolatban a kép kevésbé egyértelmű. Az éves csapadék mennyisége igen tág határok között változik – minimum: 337 mm (2000); maximum: 881 mm (2010) az elmúlt 30 év során –, ami önmagában is rámutat a csapadékhullás változékonyságára; ugyanakkor az éves mennyiségek elfedik az év közben tapasztalható szélsőségeket. Ebből a szempontból a mögöttünk álló év (2019) adatai jól érzékeltetik a csapadékkal kapcsolatos legfőbb problémát. 2019-ben Kecskeméten 506 mm eső esett, ami nagyjából megfelel a Duna–Tisza közére jellemző 500-550 mm-es

sokévi átlagnak. Érdeemes megvizsgálni ennek a mennyiségnek a havi eloszlását, amelyet a 2. ábra szemléltet.

Az ábra alapján látható, hogy gyakorlatilag egészen májusig aszályos évről beszélhetünk (pl. februárban 9-10 mm, míg márciusban 3-4 mm eső esett), majd május-június folyamán összesen közel 250 mm csapadék hullott, ami a teljes éves mennyiségnek a felét jelentette. Ez rendkívül szélsőséges eloszlásnak tekinthető, ami a jövőben várhatóan általános jelenséggé válik. Szintén igen nagy különbségek tapasztalhatók a város különböző pontjain a lehullott csapadékmennyiségben. Jelenleg Kecskemét négy pontján rendelkezünk meteorológiai mérőműszerekkel, amelyek elhelyezkedése a város eltérő beépítettségű részeit reprezentálják.

A 2. ábra alapján látható, hogy adott esetben 50%-os eltérés is tapasztalható a csapadékhullásban, néhány km-es távolságon belül. Egyes hónapokban (pl. június, augusztus, szeptember) a 40 mm-t is elérte a lehullott csapadékmennyiségben mért különbség. Ez az eltérés pedig jelentős kihívás elé állítja nem csupán a mezőgazdaságot, de a településeket is (ld. vízgazdálkodás, zöldfelület-fenntartás, homoktalajok deflációja, levegőminőség stb.).



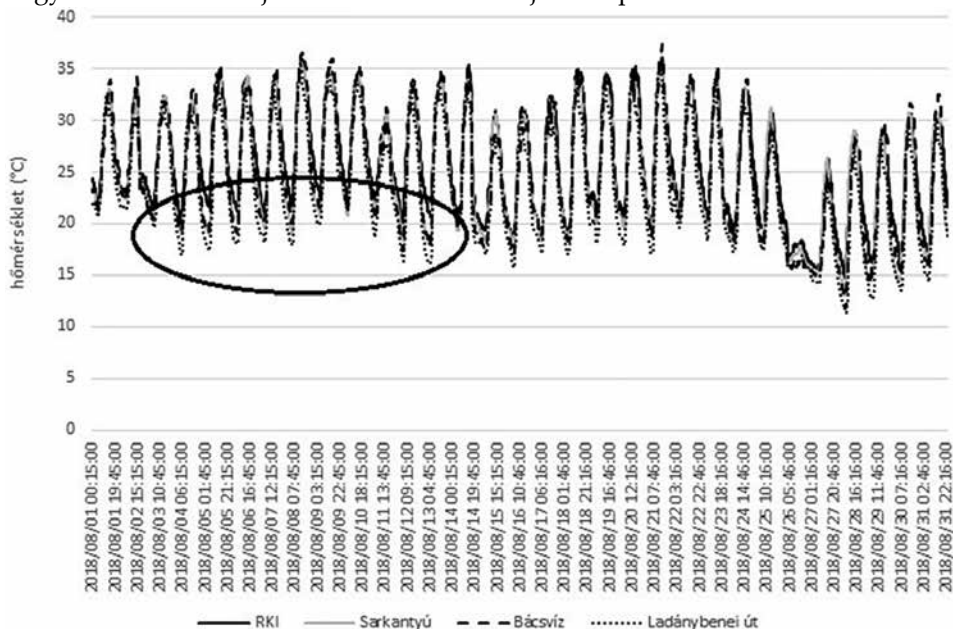
*Forrás: saját mérések*

2. ábra: Kecskemét havi csapadékösszegei 2019-ben

A középhőmérsékleti értékek folyamatos emelkedése mellett, fontos kiemelni a hóhullámos napok számának emelkedését, illetve a városi hősziget megjelenését. A klasszikus értelemben vett városi hősziget kialakulása minimum 100 ezer fős, alapvetően sűrűbb beépítéssel rendelkező városok esetében jellemző, nyári

időszakban, felhőtlen, szélmentes éjszakán. Kecskemét lakossága mintegy 110 ezer fő, így megfelelő időjárási feltételek esetén számítani lehet a városi hősziget megjelenésére.

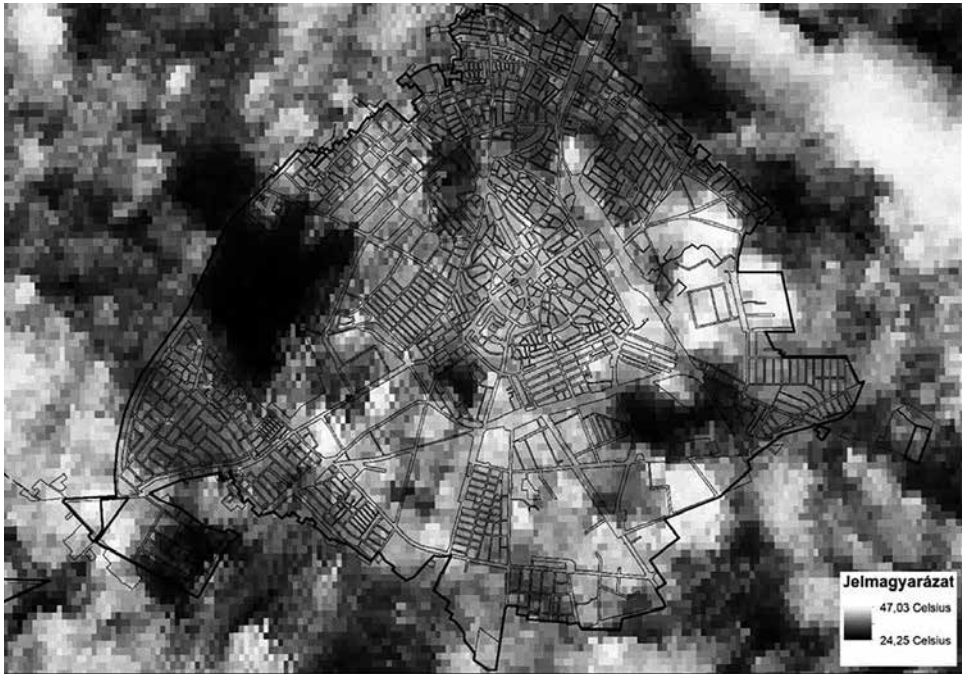
2018. augusztusi adataink (3. ábra) azt mutatják, hogy elsősorban a hónap első felében volt jelentős különbség az éjszakai hőmérsékletekben a belváros (RKI) és a városperem (Ladánybenei út) között. Az eltérés a 4-5 °C-ot is elérte, 17-22 °C közötti éjszakai minimum-hőmérsékletek mellett. Ez a tartomány éppen azt a kritikus 20 °C-os éjszakai hőmérsékletet mutatja, illetve lépi túl, ami már nagymértékben zavarja a belvárosban élők éjszakai pihenését.



Forrás: saját mérések

3. ábra: Kecskemét hőmérsékleti viszonyai (2018. augusztus 1–31.)

A város eltérő beépítettségű és burkolatú területei között a nappali felszíni hőmérsékletekben is jelentős eltérések tapasztalhatók. A kialakuló különbségeket jól érzékelteti, hogy az általunk vizsgált 2018. augusztus 30-i (felvétel időpontja délelőtt 10:51) napon a leghidegebb és legmelegebb felszínnek közötti hőmérséklet-különbség 22,78 °C-ra adódott (ennél a léghőmérséklet-különbség természetesen jóval kisebb, mint azt a műszeres méréseink is mutatják). A déli iparterület, valamint a repülőtér növényzet nélküli, óriási burkolt felületei a legerősebben felmelegedő részei a városnak, de a belváros szinte teljes területe, valamint a sűrűn beépített lakótelepek (pl. Széchenyiváros, Árpádváros) is az erősen felhevülő területek közé tartoznak. A zöldfelületek hőmérséklet-csökkentő szerepe alapvetően a nagyobb összefüggő területek esetén mutatható ki, mint például a Benkó Zoltán Szabadidőközpont, az Arborétum (a városi „zöld ék”), a Homokbánya, a Bácsvíz vízvédelmi területei, vagy a temetők (4. ábra).



*Forrás: LP DAAC*

*4. ábra: Felszíni hőmérséklet Kecskemét területén (2018. augusztus 30.)*

A burkolt felszínek túlzott felmelegedését a kisebb kiterjedésű zöldfelületek (Szabadság tér, Vasútkert stb.) nem tudják megakadályozni, ugyanakkor a fás vegetációnak az árnyékhatás révén ezeken a területeken is hőmérséklet-kondicionáló hatása van, ezért a zárt lombkorona kialakítása, megőrzése, illetve több szintű növényállomány telepítése kiemelt feladat.

A hőmérsékleti értékek és a csapadék jellemzői mellett a szélre vonatkozó adatok is megtalálhatók az 1. táblázatban.

Napjainkban, és a jövőben is fokozódó problémát jelent a szél erősségének növekedése és az erősen szeles napok számának gyarapodása. Az 1. táblázatban látható, hogy az átlagos szélesség 2,5-3 m/s között van Kecskemét esetében, ugyanakkor a szeles napok (amikor a szélerősség meghaladja a 10 m/s-os értéket) száma az elmúlt években 120 és 150 nap között változott. Fel kell hívni arra is a figyelmet, hogy az extrém szélességek kialakulása egyre gyakoribb. Saját méréseink alapján elmondható, hogy egyes esetekben a szélerősség elérheti a 80-100 km/h értéket, ami már komoly károkat tud okozni mind a természeti, mind az épített környezetben. A jövőben az erős szellőkészek gyakoribbá válására is lehet majd számítani, ami szintén a klímaváltozáshoz kötődő kihívásként jelentkezik.

1. táblázat: Kecskemét meteorológiai jellemzői

|  |                     |
|--|---------------------|
| a levegő évi középhőmérsékletének területi, sokévi átlaga            | 10,6 °C (1931–2014) |
| a levegő évi középhőmérsékletének területi átlaga az elmúlt öt évben | 11,8 °C (2014–2018) |
| a vegetációs időszak átlaghőmérséklete                               | 17,5 °C             |
| az eddigi leghidegebb év középhőmérséklete                           | 8,1 °C (1940)       |
| az eddigi legmelegebb év középhőmérséklete                           | 12,3 °C (2018)      |
| az évi abszolút hőmérsékleti maximumok átlaga                        | 34,0 °C             |
| az évi abszolút hőmérsékleti minimumok átlaga                        | -16,5 °C            |
| a potenciális párolgás sokévi átlaga                                 | 1024 mm (1970–1996) |
| a napfénytartam évi összegének területi, sokévi átlaga               | 2100 óra            |
| a csapadék évi összegének sokévi átlaga                              | 521 mm (1931–2014)  |
| a csapadék évi összegének az utóbbi 30 évének átlaga                 | 533 mm (1989–2018)  |
| a csapadék évi összegének eddigi legkisebb értéke                    | 337 mm (2000)       |
| a csapadék évi összegének eddigi legnagyobb értéke                   | 881 mm (2010)       |
| a leggyakoribb szélirányok   | ÉNy-i, (D-i)        |
| az átlagos szélesebség   | 2,5–3,0 m/s         |

Adatok forrása: OMSz, KSH

## Kecskemét jellemző természeti és környezeti folyamatai klímavédelmi törekvései

A klímaváltozás elleni küzdelem legfontosabb terepe a légkörbe jutó CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentése (pl. energiatakarékossággal, az energiahatékonyság növelésével, új gazdálkodási megoldások és technológiák felhasználásával, jelentős társadalmi szemléletváltással és a környezettudatosság növelésével), illetve annak kivonása a légkörből (jelenleg a leghatékonyabb módszer az erdők telepítése, a többszintű növényállomány telepítése, de emellett kísérleti ipari eljárások is léteznek a CO<sub>2</sub> szingas konverziójára).

Különösen fontos ez azért, mert 2019 májusában a globális légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció szezonális csúcsa elérte a 415 ppm-et (NOAA 2019), és az elmúlt évtized emelkedési ütemét figyelembe véve, a CO<sub>2</sub> szintje a 2030-as évek második felére elérheti a 450 ppm-es értéket, amit a globális átlaghőmérséklet-emelkedés +2 C°-os változásával mint kritikus értékkel kötnek össze (IPCC 2014).

A 2014-es évre a KSH adatai alapján az átlagos lakossági éves kibocsátást alapul véve, Kecskemét 640 820 t CO<sub>2</sub>-ot „bocsátott” a légkörbe (5,73 t/fő/év). Ezen értéket a villamosenergia- és gázfogyasztás éves adataival korrigálva, napjainkban éves szinten 770 229 tonna CO<sub>2</sub>-kibocsátás becsülhető (6,88 t/fő/év) (Hoyk et al. 2019). A megkötés oldalon a teljes vegetációt figyelembe véve a MOD17A3 v55 adatbázis elkészítésekor alkalmazott modell a város területére összesen 156 685 t

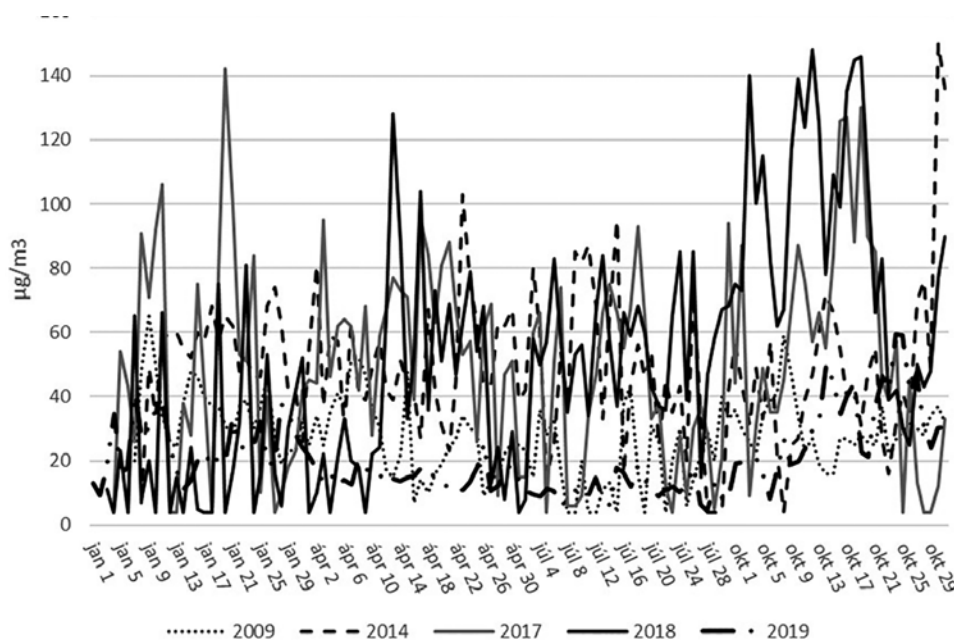
szén megkötését mutatta ki (1,4 t/fő/év), amelynek figyelembevételével a városi szintű egyenleg 613 544 tonnára adódik. Amennyiben csak az erdőterületeket vesszük figyelembe (ez azért pontosabb, mert például a mezőgazdasági kultúrák esetében a szén csak ideiglenesen kerül a növényekben és a talajban tárolásra) az éves abszorpció értéke már csak 33 440 t (az erdők aránya 10% a város teljes területéből a Corine Land Cover 2018 adatai alapján), így a légkörbe kerülő CO<sub>2</sub> mennyisége Kecskeméten meghaladhatja évente a 700 000 tonnát. Ennek alapján megállapítható, hogy a város „karbonlábnyoma” jelentős. A CO<sub>2</sub>-kibocsátás a legkedvezőbb esetben is minimum négyszeresen, illetve csak az erdőkkel számolva közel húszszorososan haladja meg a vegetáció által megkötött mennyiséget. Ez az érték ugyan a szénegyenleg vonatkozásában csak egy évre vonatkozó becslésen alapul, egyéb – környezetállapothoz kötődő – trendek (pl. gépjárművek számának és forgalmának növekedése, az elektromosáram- és gázfogyasztás emelkedése, a zöldfelületek csökkenése) arra utalnak, hogy 2014 óta a helyzet tovább romlott. Ez egyrészt aláhúzza a város vezetésének a Covenant of Mayors programban tett vállalásának fontosságát és szükségességét, másrészt mutatja, hogy az elmúlt évtizedekben már több szempontból is javasolt programok (pl. levegőtisztaság javítása, fenntartható városi mobilitás kialakítása, erdősítési és zöldfelület-fejlesztési program megvalósítása, városi csapadékvízmenedzsment-rendszer kialakítása, épületenergetikai korszerűsítések, távhőrendszer fejlesztése, a megújuló energiatermelés fokozása) sem halaszthatók tovább.

A környezetállapot egyik fontos mutatója a levegőtisztaság alakulása. A forgalomszámlálási adatok (Magyar Közút Nonprofit Zrt.) alapján, 2014 és 2018 között 12,4%-os közúti forgalomnövekedés volt mérhető Kecskemét közigazgatási területén belül. A gépjárműforgalom ilyen léptékű növekedésének megállítása Kecskemét számára létfontosságú, hiszen a közúti forgalomból származó CO<sub>2</sub> és egyéb légszennyező anyag kibocsátásnövekedése, továbbá a lakossági fűtés – nem környezetbarát módozatai – következtében gyakoribbá váltak, illetve a közeljövőben még sűrűbbé válhatnak a különböző légszennyező anyagok (pl. PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>) határérték-túllépései.

A hozzáférhető adatok közül az erősen közlekedésfüggő nitrogén-dioxid (NO<sub>2</sub>) koncentrációját szemlélteti az 5. ábra, amelyen 2009–2019 között az induló év, egy köztes év és a három utolsó év adatai láthatók minden évszak egy-egy hónapjára vonatkozóan.

A nitrogén-dioxid egészségügyi határértéke 85 µg/m<sup>3</sup> 24 órára vonatkozóan (adatforrás: <http://www.levegominoseg.hu>). Az 5. ábra alapján látható, hogy az elmúlt években (2017–2018) megszorodtak a határérték-túllépések, elsősorban a nyári és őszi időszakokban. A nitrogén-dioxid, mint szennyező anyag, nem csupán a közlekedéshez köthető, hanem pl. a lakossági fűtéshez is, ugyanakkor a nyári és őszi határérték-túllépések inkább a közlekedési eredetet valószínűsítik. Érdemes a havi átlagok százalékos emelkedését 2009 és 2018 esetében összehasonlítani. A januári értékeket ebben az esetben figyelmen kívül hagyjuk, tekintve, hogy 2017-et kivéve ebben a hónapban határérték-túllépés nem volt. A tavaszi időszakban (április) azonban már igen, amelynek átlagértékei alapján a NO<sub>2</sub>-koncentráció tíz év alatt 57%-kal emelkedett. Júliusban a növekedés mértéke

a két év viszonylatában már 169%, míg októberben 197%. A tetemes koncentráció-növekedések mellett, ugyancsak kedvezőtlen folyamatként értékelhető, hogy 2018 októberében a havi (!) átlag  $89,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  volt, ami felülmúlja a 24 órás határértéket.



Forrás: [www.levegominoseg.hu](http://www.levegominoseg.hu)

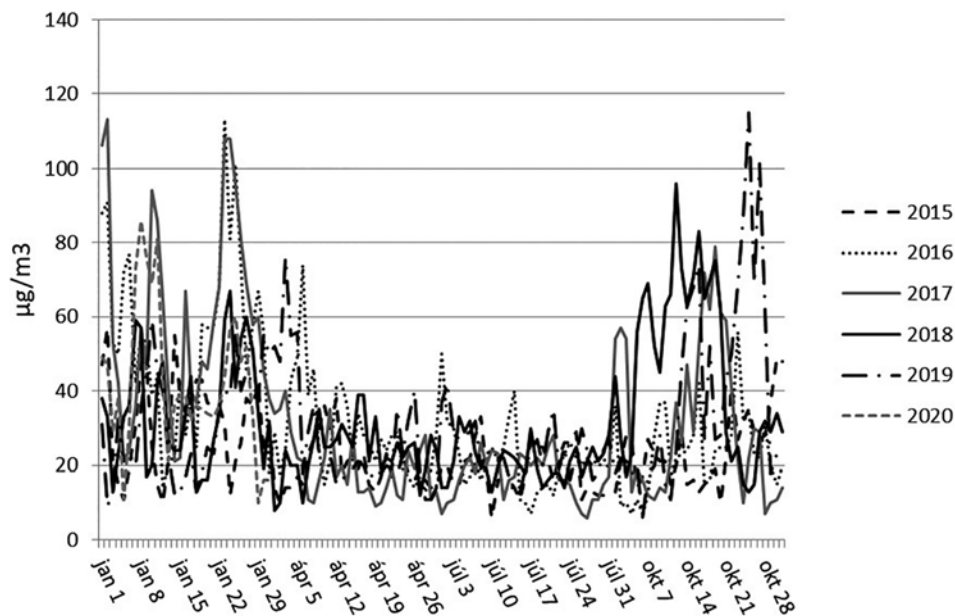
5. ábra: Nitrogén-dioxid-koncentráció Kecskeméten 2009–2019

A közlekedési eredetű károsanyag-kibocsátás többi elemének (pl. CO, CO<sub>2</sub>, NO, PM<sub>10</sub>) koncentrációja csak 2015-től hozzáférhető, és az adatsorok többsége meglehetősen hiányos. Kivételt a PM<sub>10</sub> (a levegőben lebegő szilárd és folyékony részecskék, más néven a „szálló por”) koncentráció jelent. Elmondható, hogy a 2015-től rendelkezésre álló adatsor szintén emelkedő koncentrációkat mutat, több határérték ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) túllépéssel, elsősorban 2016. és 2017. január, 2018. és 2019. október, valamint 2020. január hónapokban (6. ábra).

A Duna–Tisza közti Homokhátság és Kecskemét Magyarország környezetileg legérzékenyebb területei közé tartozik. A környezeti érzékenység része a természeti elemek (talaj, levegő, vegetáció, hidrológiai viszonyok) állapota. A levegőminőség alakulásához hasonlóan érdemes röviden áttekinteni a város és környékének talajtani, vegetációs, illetve hidrológiai viszonyait.

Kecskemét talajtani szempontból a Kiskunsági-homokhát és a Kiskunsági-löszöshát találkozásánál fekszik. A homoktalajok laza szerkezetű, jó vízáteresztő, rossz vízmegtartó képességű talajok, ami a kevés csapadékkal kombinálva gyors kiszáradást, aszályra, szélerezési kártételre való hajlamot eredményez. A löszös területek – elsősorban a településtől délre – jobb termőképességű, mezőgazdasági

művelésre eredményesebben alkalmazható talajokat jelentenek. A Homokhátság szárazodása évtizedek óta a süllyedő talajvízszintben követhető nyomon. Az elmúlt mintegy 40 évben a Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedés átlagos értéke 1,5-2 méter volt, ami helyenként a 6-7 méteres talajvízszint-csökkenést is elérte (Hoyk 2006; Iványosi Szabó – Hoyk 2016; Rakonczai – Fehér 2015). A felszín alatti vizek mennyiségének fogyása rávilágít a vízkészlettel való takarékoság kiemelt fontosságára és az öntözéssel kapcsolatos problémákra, ami nem csupán a mezőgazdaságot érinti hátrányosan, hanem a városi zöldfelület-gazdálkodást, a zöld infrastruktúra fenntartását is megnehezíti. Éppen ezért fontos hangsúlyozni azokat a megoldásokat, lehetőségeket, amelyek a vízmegtartásra, a csapadékvíz tárolására koncentrálnak.



Forrás: [www.levegominoseg.hu](http://www.levegominoseg.hu)

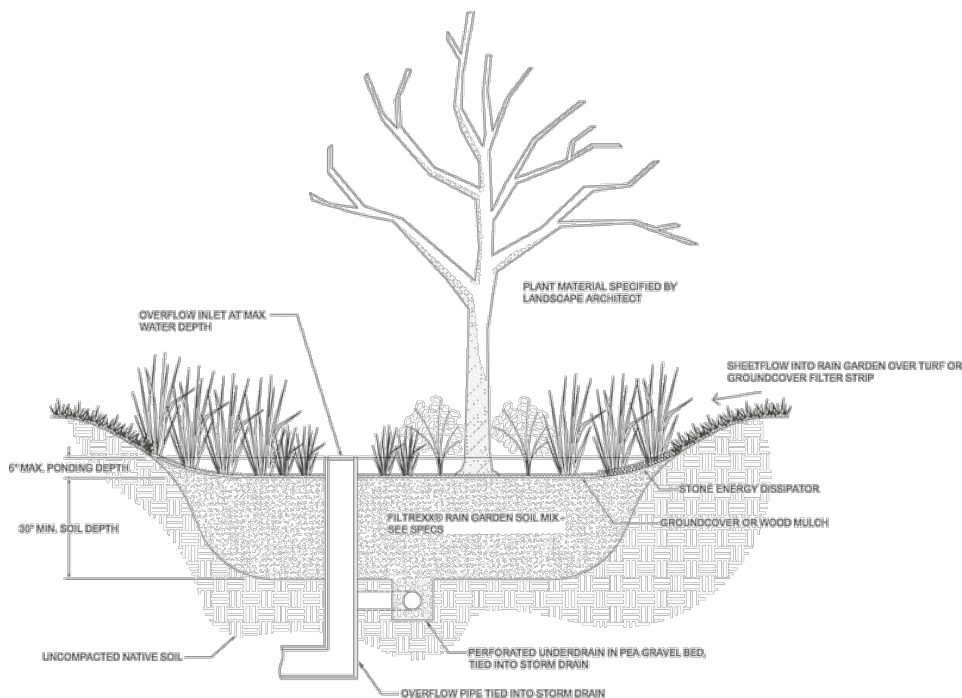
6. ábra: PM10 koncentráció Kecskeméten 2015–2020

A talajtakaró és a növényzet egymással szorosan összefüggő tényezők, meghatározzák egyrészt a tájak természetközelségének mértékét, másrészt az élhető környezet kialakítását települési környezetben. Ezenfelül befolyásolják a terület-használatot és a felszínborítás változását. Abban az esetben, amennyiben a terület-használat nem felel meg a természeti környezet által biztosított feltételeknek (pl. nem a talajadottságokhoz, klimatikus körülményekhez igazodik a mezőgazdasági termelés), tájhasználati anomáliáról beszélünk (Dóka 2011). Az elmúlt évtizedben a tájhasználati anomáliák száma Kecskemét térségében növekedett. Ennek egyik megnyilvánulása a zöldfelületek visszaszorulása – 2008–2018 között 30,7%-kal csökkent Kecskemét közigazgatási határán belül az önkormányzati tulajdonú zöldfelületek kiterjedése a KSH adatai alapján –, amelynek háttérben elsősorban a város déli ipari körzetének bővülése áll. A zöldfelületek rovására

gyarapodó beépítettség másik hátulütője, hogy az ipari létesítmények éppen azokra a területekre települtek, amelyek a város környékének legtermékenyebb termőhelyeit jelentik, ami igen markáns tájhasználati anomáliaként értelmezhető.

A zöldfelületek védelme mellett, a területhasználat/felszínborítás optimalizációja érdekében törekedni kell az ún. „kompakt” város kialakítására, ahol a különböző városi funkciók optimális elhelyezésével – a napi térpályák elemzése segítségével – csökkenthető lenne a város energia- és erőforrás-használata.

A városon belüli talajadottságok, ötvözve a légszennyezettséggel, kihívás elé állítják a zöld infrastruktúra bővítését és fenntartását. A rossz vízgazdálkodású, leromlott szerkezetű, rossz tápanyag-szolgáltató képességű városi talajokra csak tág tűrésű, adott esetben nem őshonos fás szárú vegetáció telepíthető eredményesen. Azokon a területeken, ahol a fás szárúak telepítése nem megoldható, ott is fontos lehet a talajtakaró növényzet kiválasztása, ami felhívja a figyelmet a körültekintő zöldfelület-fenntartás és fajtaválasztás fontosságára. A zöldfelületi infrastruktúra fejlesztése azonban igényelné a városi szintű vízgazdálkodási megoldások komplex alkalmazását is. Ezek sorában mindenképpen meg kell említeni a felszín alatti csapadékvíz-tárolási lehetőségek bővítését, valamint a felszíni szikkasztásra lehetőséget adó megoldásokat. Utóbbiak között a burkolt felületek csökkentése, a vízáteresztő burkolatok kialakítása, a meglévő burkolatok vízáteresztőre cserélése, illetve az ún. „esőkertek” kialakítása lényeges (7. ábra).



Forrás: <http://filtrex.hu/rain-garden/index.php>

7. ábra: Az esőkert keresztmetszeti kialakítása

Az esőkertek az 1990-es években jelentek meg az Egyesült Államokban, és az elmúlt 30 évben terjedtek el a világ számos pontján. Mesterségesen kialakított és növényzettel beültetett, mélyebben fekvő területet jelentenek a talajban, amelynek célja az esővíz felfogása, ideiglenes tárolása és szűrése. Nem keverendők össze az ún. bioárokkal, az esőkert ugyanis sík felület, míg a bioárok lejtős, amely elsősorban a víz elvezetését szolgálja, és csak másodsorban a tisztítását. Emellett az esőkert nem tévesztendő össze a kerti tóval sem, amelyben folyamatosan van jelen állóvíz; sem pedig az esővíz tárolására szolgáló mesterséges tóval (víztározóval), amely az esőkertnél sokkal több ideig tárolja az esővizet.

A zöld infrastruktúra mennyiségi és minőségi állapota különösen fontos a klímaváltozás negatív hatásainak mérséklése szempontjából. Elsősorban a belváros esetében fontos a növényzet árnyékolóképesége, ami mérsékelni tudja hőhullámos időszakokban a közterületek felmelegedését, valamint enyhítheti a városi hőszigetelést. Ehhez azonban egészséges, jól záródó lombkoronára, illetve több szintű növényállomány telepítésére van szükség. Kecskemét belvárosában az általunk elvégzett felmérés alapján (Hoyk et al. 2019) elmondható, hogy a fás vegetáció jelentős része nincs megfelelő egészségi állapotban. A fák nagyobb része 10-15 éven belül eléri életképesége felső határát.

Tekintve, hogy a város területén végbement változások (nagyarányú beépítések) csak korlátozottan teszik lehetővé a hagyományos értelemben vett zöldítést (parkok, fasorok, kertek stb.), a zöld infrastruktúra egyéb elemeire kell nagyobb figyelmet fordítani. A zöld tetők és zöld homlokzatok alkalmazása növeli a zöldfelületeket területi igény nélkül, hozzájárul a városi levegőminőség javulásához, az épületek árnyékolásához és szigeteléséhez, illetve esztétikai szerepe sem elhanyagolható. Sajnos a zöld infrastruktúrának ezek az elemei még csak elvétve fordulnak elő nem csupán Kecskeméten, de Magyarországon is.

## Feladatok és javaslatok a városi szintű klímaalkalmazkodás megvalósítására

A klímaváltozás már elérte azt a szintet, amelynek vannak visszafordíthatatlan következményei, hatásai. Ezekhez a klimatikus és környezeti meghatározottságú hatásokhoz alkalmazkodni kell, ami szükségessé teszi a helyi adaptációs elképzelések kidolgozását és megvalósítását.

Térségünkben a klímaváltozás várható negatív hatásaihoz való alkalmazkodás stratégiai jelentőségű feladat a Duna–Tisza közti Homokhátság ökológiai viszonyainak megőrzése és a fenntartható fejlődés feltételeinek biztosítása érdekében. Ennek központi eleme a helyi vízkészletekkel történő felelős gazdálkodás (pl. csapadék- és tisztított szennyvíz helyben tartása, takarékos vízhasználat) és a vízutánpótlás lehetőségeinek megteremtése, a földhasználat észszerű átalakítása, a zöldfelületekkel történő átgondolt gazdálkodás, valamint a környezetbarát (ökológiai alapú) várostervezés és -építészet, amelyek egyaránt szolgálják a térség természeti adottságainak megőrzését, a táji erőforrások fenntartható hasznosítását, illetve a város hosszú távú élhetőségének és működtethetőségének biztosítását.

A különböző nemzetközi és hazai kutatások megállapításai alapján, az éghajlatváltozás hatásai miatt, Kecskemétet és tágabb térségét a korábbinál gyakrabban és fokozottabban fenyegethetik az alábbi események:

- hóhullámok,
- tarló- és erdőtüzek,
- extrém időjárási események (pl. szélviharok, intenzív csapadékhullás, jégverés),
- szárazságok, aszály.

Ezek az események alapvetően befolyásolhatják nemcsak a helyi gazdálkodás és gazdasági teljesítmény alapjait és lehetőségeit, illetve az épített környezet üzemeltethetőségét és minőségét, hanem a társadalom egészségügyi állapotát is. Ezért az éghajlatváltozáshoz történő helyi alkalmazkodás elemi szükséglet, amely az elmúlt évtizedek egyik legnagyobb kihívása elé állítja napjaink társadalmát. A kihívásra adott válaszok pedig alapjaiban fogják meghatározni Kecskemét jövőbeli fejlődési lehetőségeit és hosszú távú élhetőségét.

Az éghajlatváltozás lehetséges hatásaihoz az alábbi alkalmazkodási lehetőségek körvonalazódnak:

Hóhullámokkal kapcsolatban:

- Kiemelten fontos annak elérése, hogy a hóhullámok hatására ne következzenek be zavarok a „kritikus infrastruktúrákban” (villamosenergia-, földgáz-, üzemanyag-, távhő-, ivóvíz- és szennyvízszolgáltatás; közúti és vasúti közlekedési infrastruktúra; távközlési és informatikai hálózatok), illetve e zavarok minél kisebb mértékűek legyenek.
- Szükség van városi hőszigetelés kidolgozására és elfogadására.
- Városökológiai kutatásokat kell indítani a környezeti folyamatok feltárása, a lehetséges hatások és megoldási lehetőségek pontos feltárása érdekében.
- A városi hőszigetelés mérséklése érdekében szorgalmazandó a reflektív burkolatok (pl. fal, tető, járda, parkoló, út) kialakítása, a megfelelő városzerkezeti és városépítészeti beavatkozások (pl. nyílt terek, átszellőzésre alkalmas utcakeresztek, egybefüggő nagy parkok kialakítása, hatékony köztéri és épületállományi árnyékolástechnika) megvalósítása.
- Megfelelő párologtatás feltételeinek biztosítása a város teljes területén (párkapuk, víztakarékos öntözési rendszer kiépítése, újabb felszíni záportároló kialakítása).
- Növénytelepítés, faültetés (mivel a fák nagymértékű párologtatásuknak köszönhetően csökkentik a nappali maximum-hőmérsékleteket, növelik a légnedvességet, segítenek az átszellőzésben, így meghatározó mikroklímabefolyásoló szerepük van).
- Alternatív épülethűtési módszerek elterjesztése az önkormányzati épületállományban.
- Intézményi készenléti és beavatkozási tervek elkészítése az egészségügyi, a szociális és az oktatási-nevelési területeken.
- A mentőszolgálatokkal, a kórházakkal és az egyéb civil szervezetekkel (pl. Magyar Vöröskereszt, Magyar Máltai Szeretetszolgálat) történő együttműködés és folyamatos kapcsolattartás rendszerének kialakítása, a kockázatok csökkentése érdekében.

Tarló- és erdőtüzekkel kapcsolatban:

- Fenn kell tartani, és szükség esetén javítani kell a tűzoltósági oltókapacitást (pl. oltóeszközök és oltóanyag biztosítása, önkéntes tűzoltók nagyobb számban történő bevonása).
- Készenléti tervek elkészítése a vészhelyzetek kezelése érdekében.
- Tűzérzékelő szenzorok telepítése szükséges a legveszélyeztetettebb területekre.
- Javítani kell a természet védelmével, a tüzesetek megelőzésével kapcsolatos lakossági tájékoztatást és szemléletformálást.

Extrém időjárási eseményekkel kapcsolatban:

- A területhasználat tervezése során ügyelni kell az ökoszisztéma-szolgáltatások hatékony használatára és a biodiverzitás megővésére (alapvető kérdés lesz az ökológiai kapcsolatok és a zöldövezeti hálózatok rendszerének kialakítása).
- Kiemelten fontos annak elérése, hogy az extrém csapadékesemények hatására ne következzenek be zavarok a „kritikus infrastruktúrákban”, de legalábbis e zavarok minél kisebb mértékűek legyenek.
- A víz- és hulladékkezelés tervezésekor az extrém időjárási jelenségek hatásait figyelembe kell venni, különösen a vízgazdálkodás és a csatornahálózat megfelelőségének vizsgálata során. Lényeges a nagy mennyiségű csapadékvíz megfelelő elvezetésének, illetve helyben (a város közigazgatási határán belül) történő tárolásának és hasznosításának megoldása.
- Támogatandó a megye területén működő jégkármentesítő rendszer további fejlesztése, tökéletesítése (lehetőség szerint környezetkímélő vegyületek alkalmazásával).
- A felszíni parkolás arányainak csökkentése a jégverésből adódó gépjármű-káresemények visszaszorítása érdekében.
- A városvédő erdősávok, zöldinfrastruktúra-elemek megerősítése a városi és település körüli homoktalajok megkötése, a szélerosóból adódó kiporzás megelőzése érdekében.
- A lakosság felkészítése a szélsőséges időjárási eseményekre és a klímaváltozás hatásaira.

Szárazságokkal, aszályal kapcsolatban:

- A település vízkészleteinek mennyiségi védelme érdekében kiemelt feladat a víztakarékosság fokozása.
- A vízbázis fenntartható módon történő hasznosítása miatt fontos feladat a vízfelhasználás városi szintű csökkentése, illetve a vízszükséglet kielégítéséhez más források (pl. csapadékvíz, tisztított szennyvíz) minél nagyobb mértékű igénybevétele.
- Szükség van a szürkevíz-hasznosítási módszerek alkalmazására és népszerűsítésére.
- Városi szintű csapadékvízgyűjtési, -kezelési és -hasznosítási rendszer kialakítása (pl. a vízkormányzás technikai feltételeinek megteremtése, felszíni és felszín alatti víztározók kialakítása, intelligens öntözési rendszerek), a vízviszszatartás és vízpótlás érdekében.

- A talajnedvesség megtartását előtérbe helyező talajkezelési és gazdálkodási gyakorlatok bevezetése, ösztönzése és népszerűsítése a mezőgazdaságban.
- Az öntözött területek kiterjedésének növelése mind a város parkjaiban, mind pedig a mezőgazdasági területeken.
- Hatékony és víztakarékos öntözési módszerek kifejlesztése, illetve alkalmazása a városban és közvetlen környezetében.
- Tájékoztatás, információnyújtás a gazdák részére; együttműködések kialakítása agrár-kutatóintézetekkel, klímakutatókkal, nemzetközi jó példák gyűjtése az agrárszektor klímaalkalmazkodása erősítésének szolgálatában.

Az alkalmazkodás hatékony megvalósítása érdekében hangsúlyos szerep hárul a közlekedési rendszer egészére és az energiagazdálkodásra. Fontos, hogy a város előre tudjon lépni a fenntartható közlekedésfejlesztés területén. Ennek keretében erősíteni kell a lágy közlekedési módokat (pl. gyaloglás, kerékpározás, elektromobilitás), bővíteni kell a P+R és B+R hálózatot a város agglomerációjában és az egyéb belterületi egységekben, fejleszteni kell a közösségi közlekedést, vizsgálni kell a különböző járműmegosztási lehetőségeket, valamint foglalkozni kell a környezeti alapú, intelligens forgalomirányítás alapjainak kidolgozásával. Támogatásra érdemes a város kötöttpályás közlekedési adottságainak minél nagyobb arányú kihasználása mind az – egyre növekvő arányú (napi szinten jelenleg 20 000 fő) – elővárosi közlekedésben, mind pedig a közúti tranzitforgalom és az ipari termeléshez kapcsolódó áruszállítás vasútra történő áterelése érdekében.

Kecskemét az energiaellátás szempontjából kiszolgáltatott. Az összes felhasznált energia döntő hányada a közigazgatási határon kívülről érkezik, ezért a városüzemeltetés során kiemelt figyelmet kell fordítani az energiabiztonság növelésére, az energiatakarékosságra (pl. panelkorszerűsítési program folytatása, intézményi fűtéskorszerűsítés és épületszigetelés, napelemek intézményi telepítése, a közvilágítás korszerűsítésének folytatása), az energiahatékonyságra (pl. a távhőellátás rendszerének komplex fejlesztése, városi szintű energiamentes-ment-rendszer kiépítése, létesítményüzemeltetés professzionalizálása), továbbá a megújuló energiahordozók nagyobb arányú használatára (pl. biomassza-fűtőmű építése, napelemfarmok telepítése [alulhasznosított területeken], hőszivattyúk használata, geotermális lehetőségek kiaknázása).

A megfelelő városi mikroklíma kialakítása és a CO<sub>2</sub>-elnyelés érdekében, növelni kell a városi zöldfelületek kiterjedését és javítani azok minőségét. Ehhez mindenképpen szükség van egy zöldfelületi infrastruktúrahálózat-fejlesztési tervre, valamint egy komplex települési vízgazdálkodási és csapadékvíz-hasznosítási tervre, illetve az abban foglaltak megvalósítására.

A CO<sub>2</sub>-elnyelő képesség növelése érdekében az alábbi intézkedések javasolhatók:

- A város zöldfelületi mutatóinak javítása, meglévő parkjainak, erdő- és faállományának fokozott védelme.
- A mezőgazdaság napjainkra elavult és alapvetően helytelen talajkezelési gyakorlatának megváltoztatása, az új módszerek terjesztése (a nagyobb ter-

mésmennyiség és a klímaváltozáshoz történő hatékonyabb alkalmazkodás érdekében).

- A városi és város környéki természetes élőhelyek védelme, az ökológiai folyosók rendszerének biztosítása, valamint a belterületi zöldfelületek és a külterületi erdőterületek – az ökológiai viszonyoknak megfelelő – növelése (lehetőség szerint őshonos és nem allergén fajtákkal).
- A már meglévő zöldített közterületek, közkertek, parkok megőrzése, ezek minőségi javítása (pl. többszintű növényállomány telepítése, csapadékvízzel történő öntözés feltételeinek javítása).
- Zöld tetők és zöld homlokzatok létesítése a város minél több épületén.
- Az alulhasznosított területeken újabb közösségi kertek, esőkertek, fásított területek, erdők kialakítása.
- A felszíni parkolók számának és területének csökkentése (felszín alatti parkolók, parkolóházak és automata parkolási rendszerek létesítése a kijelölt övezetekben), helyette parkok és zöld közterületek – többszintű növényállománnyal történő – kialakítása.
- Városi szintű csapadékvízmenedzsment-rendszer kiépítése, a vízkormányzás lehetőségeinek bővítése, víztározók (felszíni és felszín alatti) kialakítása, továbbá automata öntözési rendszerek telepítése a közparkokba.

Miközben a kecskeméti alkalmazkodási cselekvések hasznai egyértelműen Kecskeméten jelentkeznek, a helyi megelőzési cselekvések jótékony hatásai térségi és globális szinten eloszanak. Ennek ellenére, a döntően etikai megfontolásokon túl (a társadalom minden tagjának meg kell tennie minden tőle telhetőt az éghajlatváltozás mérséklése érdekében, függetlenül a hozzájárulás mértékétől) a város – már csak méreténél, pénzügyi, humán erőforrásain és kapcsolati tőkéjén keresztül is – felelős szűkebb térsége (pl. kistérség, megye) társadalmának segítségével, azok klímaváltozás hatásaira történő felkészítésében, példamutatásban és a jó gyakorlatok terjesztésében is.

A közigazgatási kereteken túlmutató térségi hatású gondolkodásnak és helyi alkalmazkodási program végrehajtásának már rövid távon is kézzelfogható eredményei lehetnek (pl. városökológiai kutatások elindulása, az ismeretek és tudásanyag bővülése, a környezetipar erősödése, és ehhez kapcsolódóan új termékek és szolgáltatások megjelenése, a kooperációs kapcsolatok szélesedése, jó gyakorlatok számának növekedése). A klímaváltozás negatív hatásaihoz történő alkalmazkodás során a klímatudatosság növelése közös települési felelősség, amelyben a városi döntéshozók, a vállalkozások, a szakmai szervezetek (kutatóintézetek, egyetemek, civil közösségek, érdekvédelmi szövetségek) és a lakosság egyaránt érintett.

2018-ban a Bács-Kiskun Megyei Önkormányzathoz hasonlóan a város is csatlakozott a Polgármesterek Klíma- és Energiaügyi Szövetségéhez (Covenant of Mayors), és ezzel vállalta, hogy a 2012-es bázisidőszakhoz képest 2030-ig 40%-kal csökkenti a CO<sub>2</sub> kibocsátását a kulcsfontosságú Covenant-ágazatokban (önkormányzati épületek és létesítmények, szolgáltató épületek és létesítmények, lakóépületek, közvilágítás, önkormányzati flotta, tömegközlekedés, magán célú kereskedelmi szállítás). A csatlakozásból fakadó kötelezettségek teljesítése érde-

kében a stratégiákban, akciótervekben és programokban megfogalmazott ajánlásokat, kívánalmakat, elfogadott terveket maradéktalanul meg kell valósítani, ellenkező esetben a 2030-ra kijelölt ambiciózus cél szinte elérhetetlennek tűnik.

A városvezetés részéről fontos a következetes kiállás a különböző (pl. Környezetvédelmi Program, Klímastratégia, Fenntartható Energia és Klíma Akcióterv, Településfejlesztési Koncepció, Integrált Településfejlesztési Stratégia) stratégiai dokumentumokban megfogalmazott elvek, célkitűzések, illetve a rögzített fejlesztési irányok mellett. A szükséges beavatkozásokat – a megfelelő társadalmi tájékoztatás és viták után – átgondoltan, a felelősök meghatározásával, ütemezett módon végre kell hajtani, amihez a szükséges forrásokat biztosítani kell. A stratégiai és szakágazati dokumentumok elkészítése nem cél, hanem eszköz a konkrét beavatkozások átgondolt és strukturált megvalósítására.

Támogatni kell minden klímavédelmi és alkalmazkodási kezdeményezést, amelyek mitigációs, illetve adaptációs célokat szolgálnak. Ezek egy része alulról jövő, mint pl. a „10 millió fa” mozgalom, vagy a „Fogadj örökbe egy parkot!” program. Másik része a szakmai szervezetektől származó javaslat (pl. vízgazdálkodás és vízvisszatartás, városökológiai kutatások elindítása, zöldfelülethálózat-fejlesztési terv készítése, energetikai koncepció megalkotása), amely alapvető és szükséges szakmai beavatkozásokat fogalmaz meg, de emellett szülehetnek szakmapolitikai előírások, illetve hatósági és politikai oldalról igényelt beavatkozások is, melyek ugyanúgy szolgálhatják a város érdekeit. Ezek mindegyikét érdemes konstruktív vitára bocsátani, és társadalmi konszenzust követően megvalósítani.

A települési szintű klímavédelem és alkalmazkodás elképzelhetetlen megfelelő szakmai felkészültség és együttműködő szakmai szervezetek helyi hálózata nélkül. Kiemelt fontosságú a helyi kutatások és vizsgálatok elindítása, a megfelelő (a város valós szükségleteit feltáró) programok és projektek kidolgozása, a forrásgeneráláshoz szükséges pályázati szakmai dokumentációk elkészítése, amely jól felkészült szakemberek alkalmazását és különböző szakmai szervezetek összefogását igényli. A szakembereknek kiemelt szerepet kell vállalniuk a lakosság oktatásában, tájékoztatásában, szemléletformálásában és az együttműködő szakmai hálózatok szervezésében és irányításában is.

A klímavédelem és adaptáció sikere nagyban függ a lakosság meggyőzésétől, illetve annak tudatosításától, hogy a klímaváltozás és annak hatásai nem a jövőben bekövetkező, lehetséges események víziója, hanem a jelen feszítő folyamatai. Ezeket a folyamatokat mindenki saját maga is megtapasztalhatja. Az egyes események bekövetkezése (pl. városi villámárvizek, szélviharok és jégverés kártételei, hóhullámok, jelentkező új járványok, vagy éppen az árvíz-belvíz-aszály okozta károk jelentkezése a mezőgazdaságban, melyek bevételkiesést, árualaphiányt és élelmiszer-drágulást válthatnak ki) nem véletlenszerű, hanem az éghajlat változásának hatásai. Ezeket a környezeti és klimatikus folyamatokat az egyes ember csak kismértékben tudja befolyásolni (környezettudatos gondolkodással és viselkedéssel), ugyanakkor a káros hatásokhoz – a jelenleginél sokkal hatékonyabban – lehet alkalmazkodni, az egyének szintjén is.

Összefoglalva a javaslatokat, megállapítható, hogy a város környezeti elemeinek állapota, klímakitettsége javítása, valamint a helyi környezeti és

klimavédelmi szempontok érvényesítése csak széles körű társadalmi összefogás keretében valósítható meg. Környezetünk védelme közös felelősség, amelynek részeként Kecskemétnek jó példát és elkötelezettséget kell mutatnia szűkebb és tágabb térsége minőségi életfeltételeinek hosszú távú biztosítása érdekében.

### *Felhasznált irodalom*

- Dóka R. (2011): *Tájhasználati változások, tájértékek és tájvédelem a Duna–Tisza közén*. In: Rakonczai J. (szerk.): *Környezeti változások és az Alföld*. Nagyalföld Alapítvány kötetei 7. Nagyalföld Alapítvány Békéscsaba, pp. 315–325.
- Hoyk E. (2006): *A szárazodás hatása a vegetáció alakulására homokhátsági szikes tavak példáján*. In: Kiss A., Mezősi G., Sümegey Z. (szerk.) *Táj, környezet és társadalom: ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére*. Szeged, SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, pp. 293–303.
- Hoyk E. – Kanalas I. – Farkas J. Zs. – Szemenyei Gy. (2019): *Környezeti kihívások a városfejlesztésben Kecskemét példáján*. In: *Alföldi Kaleidoszkóp. A magyar vidék a XXI. században*. Tanulmányok a 70 éves Csatári Bálint köszöntésére. Kecskemét, pp. 133–146.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014 – Synthesis Report. Summary for Policymakers*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)
- Iványosi Szabó A. – Hoyk E. (2016): *Kecskeméti táj, kecskeméti tájváltozások*. *Forrás*, 48. évf. 7–8. sz., pp. 10–35.
- KSH 2018: *Karbonlábnyom Magyarországon*. Statisztikai Tükör. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/karbonlabnyom.pdf>
- Láng I. – Csete L. – Jolánkai M. (szerk.) (2007): *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok*. Budapest, Szaktudás Kiadó, p. 220.
- Magyar Közút Nonprofit Zrt.: *Az országos közutak keresztmetszeti forgalma 2009–2017*
- Rakonczai J. – Fehér Zs. (2015): *A klímaváltozás szerepe az Alföld talajvízkészleteinek időbeli változásaiban*. *Hidrológiai Közöny*, 95:(1). pp. 1–15.  
<http://filitrexx.hu/rain-garden/index.php>  
<http://levegominoseg.hu/automata-merohalozat>  
<https://lpdaac.usgs.gov/>