

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Meteorológiai Tanszék

## **Turisztikai klimatológiai vizsgálatok**

### **Békéscsaba-Gyula térségében**

Szakdolgozat



Készítette:

**Kovács Attila**

Témavezető:

**Németh Ákos**

Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

Tanszéki konzulens:

**Havasi Ágnes**

ELTE, Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2010

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	3
2. A turizmus fogalma, felosztása .....	4
3. Hazánk gyógyidegenforgalma .....	6
4. A klímaterápia módszerei .....	7
5. Gyógyhelyek és szerepük az egészségvédelemben .....	9
6. Az alföldi klíma, Gyula mint gyógyhely .....	12
7. A turizmus és a klíma kapcsolata .....	14
8. Eszköztár: hagyományos paraméterek – bioklíma indexek .....	16
8.1 Az energiaegyensúlyi egyenlet és a bioklíma modellek .....	16
8.2 Az átlagos radiációs hőmérséklet és az ezen alapuló PMV és PET index .....	18
8.2.1 A $T_{mrt}$ – átlagos sugárzási hőmérséklet .....	19
8.2.2 A PMV index .....	20
8.2.3 A PET index .....	20
9. Turisztikai klimatológiai elemzések .....	22
9.1 Vizsgálatok a hagyományos meteorológiai elemeken keresztül .....	22
9.2 Bioklíma-elemzés a PET index alapján .....	32
10. Összefoglalás .....	40
Melléklet .....	41
Köszönetnyilvánítás .....	44
Irodalomjegyzék .....	45

## 1. Bevezetés

Egy terület idegenforgalmi vonzerejét elsősorban a meglévő adottságok határozzák meg. A dél-alföldi régió esetében először a természeti értékeket kell kiemelni. A termál- és gyógyvizek, folyók és holtágak, a természetvédelmi területek, a napsütéses órák magas száma speciális lehetőségeket kínálnak.

Nemzetközi hírű gyógyfürdőjének köszönhetően Gyula a régió idegenforgalmi központja lett. A törökök által felépített első közfürdő megnyitása óta Gyula eljutott odáig, hogy manapság évente több százezer turista keresi fel az 1959-ben megnyitott Várfürdőt és környékét. A városban szerencsésen található a kedvező földrajzi adottság, a műemlékekben gazdag, különlegesen szép városkép, a történelmi hangulat és a gyógyturizmus.

A város, különösen a vár és a várfürdő környéke speciális mikroklímával rendelkezik. A Körösök és a folyók menti erdők, a közeli Bihari hegyek, a parkok és terek árnyat adó fái, a fürdőnek helyet adó kastély 200 éves ősparkja kedvezően befolyásolják a város levegőjét. Ezen adottságok és a kellemes, napsütésben gazdag éghajlat azt eredményezték, hogy 1985-ben a gyógyfürdő környéke gyógyhely lett.

A klimatikus adottságok szerepét azért kell hangsúlyozni, mert az éghajlati viszonyokat fokozottan figyelembe kell venni a gyógyidegenforgalomban részt vevők számára. A klimatikus faktorok, tehát lényegében a környezetváltozás jelenti az elsődleges terápiás hatást azon turisták számára, akik egy gyógyhelyet felkeresnek. A hely, a régió speciális klímájának köszönhetően – túl a gyógyvizek ismert jelentőségén – számottevő egészségjavulást érhetnek el (*Vajda és Vadas, 1990*).

A fenti kedvező, általam is gyakran felfedezett és megfigyelt adottságok miatt vizsgáltam Gyula térségének esetében a turizmus és a klíma kapcsolatát. Céлом rávilágítani az éghajlat és a turisztika viszonyára, a klíma turistára gyakorolt hatásaira.

Dolgozatomban két szemszögből közelítettem meg a turisztikai klimatológiai vizsgálatokat: egyrészt a jól ismert - a turisztikai forgalmat is befolyásoló - hagyományos meteorológiai elemeken (hőmérséklet, csapadék, napsugárzás) és az ezekkel kapcsolatos szélsőségeken keresztül, másrészt pedig bioklimatológiai elemzést végeztem a PET bioklíma index segítségével, amely nem pusztán meteorológiai paramétereken, hanem emberi (perszonális) tényezőkön is alapul. Ezáltal még komplexebb módon lehet vizsgálni egy-egy térség klímáját.

Céлом választ keresni arra, hogy az elmúlt évtizedek során mekkora mértékű és milyen irányú tendencia volt tapasztalható a térség éghajlatában, bioklimájában.

## 2. A turizmus fogalma, felosztása

A szabadidő hasznos eltöltése, a kikapcsolódás életszükségletté vált. Napjainkban egyre nagyobb teret nyer az egészségtudatos életmód; az ember keresi azokat a lehetőségeket, amelyekkel a jó közérzetét megtarthatja, a mindennapos stresszhelyzeteket, az urbanizációs ártalmakat mellőzheti.

A turizmus az egyik legdinamikusabban fejlődő gazdasági ág, üzleti tevékenység. A turizmus fogalmát sokan és sokféleképpen próbálták meghatározni az elmúlt évtizedekben. A Hágai Nyilatkozat (1989) szerint: „A turizmus magában foglalja a személyek lakó- és munkahelyén kívüli minden szabad helyváltoztatását, valamint az azokból eredő szükségletek kielégítésére létrehozott szolgáltatásokat”. A turizmus lényege az ideiglenes kiszakadás az állandó környezetből, az ember egysíkú életvitelén kívüli hosszabb vagy rövidebb távú helyváltoztatás. A turizmus másrészt az igények kielégítésére létrehozott szervezeti feltételek, valamint szolgáltatások együttese (*Bodnár, 2005*).

*Kaspar és Fekete (1997)* hangsúlyozza, hogy az idegen helyen tartózkodó személy számára ez a terület sem a szokásos munkahely, sem a tartós lakhely nem lehet. A lakástól kis távolságra irányuló és korlátozott időtartamú üdülési fogalmat is turizmusnak tekinthetjük.

A nemzetközi turizmus, idegenforgalom alanyai a látogatók, akik kirándulók és átutazók (24 óránál kevesebb tartózkodási idő az országban), illetve turisták (24 órát meghaladó ideig tartózkodik a desztinációban) lehetnek (*Hutiray, 1998*).

Az idők folyamán a turizmus alanyának magatartását és tevékenységét kutatva több elméleti modell született. Főként a helyváltoztatás indítóokait, a motivációkat (húzóerőket) vizsgálták és kevésbé a szükségletet. *Kaspar és Fekete (1997)* a következő motivációcsoportokat különíti el:

- fiziológiai motivációk (ide tartozik a pihenés, a gyógyulás és a sport, amelyeknek az üdülő-, gyógy- és sportturizmust felelteti meg),
- pszichikai motivációk, amely egyfajta élményturizmust jelent; az ember motivációi a mindennapi elszigeteltségből való kitörés, a feszültségek levezetése, az élmény iránti vágy,
- társadalmi motivációk (barátok meglátogatása, társasági kapcsolatok ápolása),
- kulturális motivációk (más országok, hagyományaik megismerése, vallási és művészeti érdeklődés),
- státusz-motivációk (személyes kibontakozás, oktatási és továbbképzés, az elismerés iránti vágy).

A turizmus motívumainak sokfélesége miatt a turisztika formái, fajtái is igen szerteágazók. A motiváció mellett a környezet változatossága és a turizmus jelenségeire ható külső okok és hatások változása is ezt okozza. A dolgozatom szempontjából hangsúlyos egészség- és gyógyturizmus elhelyezkedését vizsgálva megállapítható, hogy *Bodnár (2005)* tartózkodási idő szerint csoportosítva hosszú idejű turizmusnak veszi a gyógyturizmust, legalább három hetes tartózkodást feltételezve. Fő tevékenységi forma alapján megkülönbözteti egyebek mellett a pihenési (üdülő-) turizmust, a gyógyturizmust és a termálturizmust. Hangsúlyozza az üdülés gyógyító, rekreációs szerepét és a szabadidő eltöltésének egy hasznos lehetőségét. A gyógyidegenforgalom esetében kiemeli a gyógyhelyek és a klimatikus üdülőhelyek betegségmegelőző, testi és szellemi frissítő, rehabilitációs tulajdonságait.

*Hutiray (1998)* elkülöníti a szabadidős (vakációs) illetve a hivatásturizmus fogalmát a finanszírozás szempontjából közelítve. Az előbbi típus közé sorolva megtalálható az üdülturizmus – amelyet huzamosabb ideig egyetlen helyen történő pihenésként definiál – és a gyógyturizmus, amely gyógyvízen vagy klímán alapuló lehet.

*Kaspar és Fekete (1997)* a motivációk szerint csoportosítva a pihenési célú turizmus közé helyezi a fizikai és szellemi rekreáció céljából történő közeli nyaralást és a gyógyüdülést. Szintén aláhúzza a természetes gyógyító tényezők (víz, gázok, klíma) pszichikai és testi gyógyulást elősegítő hatását.

A turisták igényeinek sokféleségéhez kapcsolódóan az idegenforgalmi kínálat – az a vonzóerő, amely egy hely felkeresésére, igénybevételére készíti az embereket – is több összetevőt foglal magába.

Kiemelkedők az adott terület természeti adottságai: a földrajzi fekvés, a hegy- és vízrajzi, topográfiai viszonyok, a növény- és állatvilág minősége és a klíma. A régió éghajlata a szezonális lehetőségek egyik alapja lehet (*Vajda és Vadas, 1990*). Fontos hangsúlyozni, hogy mindegyik tulajdonság a pihenni, gyógyulni vágyó számára a terápia szempontjából kedvező, de adott esetben az állapotán jelentősen rontó is lehet.

A természeti értékeken kívül szükség van „mesterséges” létesítményekre is, amelyeket idegenforgalmi infrastruktúrának nevez a szakirodalom. Az általános infrastruktúrán túl a turisztikai tevékenységeket lehetővé tevő nyilvánosan használt létesítményeket értjük alatta. Klimatikus gyógyhelyeken például a klímakúrára alkalmas terápiái lehetőségeket nyújtó épületek, gyógyházak, a tájképileg kedvező helyen levő napozó csarnokok, nagy parkok és erdő, gyógyutak terepkúra-gyakorlatokhoz, gyógyparkok, a sport- és pihenőpázsitok vehetők számba. Mindezek a természeti tényezőket gyógyászati eszközként használják fel (*Hutiray, 1998*).

### 3. Hazánk gyógyidegenforgalma

Magyarország legnagyobb gazdasági és egyben idegenforgalmi tartaléka a termálturizmus, amelynek az átlagosnál nagyobb a jövedelemteremtő képessége. A regenerálódásnak, az egészség fenntartásának, egészségvédelemnek egyre nagyobb szerepe lesz a jövőben. Mint a gazdaság működtető ereje, a gyógyidegenforgalom fejlesztése gazdasági szükségszerűség. Termál- és gyógyvízkincsünk ma már része az ország legfontosabb vonzereinek, image-alakító tényezőinek.

A termálturizmus az idegenforgalom speciális ága, amelyben a vendégforgalomra egy természeti képződmény, a melegvíz kondíciójavító, rekreációra alkalmazható tulajdonságai hatnak vonzerőként. Ennek ága a gyógyturizmus, amikor a vendég hosszabb időt eltöltve adott helyen gyógyul, munkavégző-képességét megújítja egészségügyi ellátás keretében (Vajda és Vadas, 1990).

A gyógy- és termálturizmusban a turizmus hagyományos ágával összehasonlítva számos egyedi vonást fedezhetünk fel:

- a szezonális korlátozó hatása nem érvényesül,
- az átlagos tartózkodási idő 10 napnál is hosszabb (szemben a más ágazatokra jellemző 3-5 napnál),
- a fajlagos pénzköltés 35 %-kal nagyobb (a gyógyászati szolgáltatások igénybevétele miatt) (Bodnár, 2005).

Hazánk hidrológiai adottságai kitűnőek, a termálvíz-kincsünkre bármikor lehet építeni szolgáltatásainkat. Földtani viszonyaink miatt az európai 33 m-es átlaggal szemben geotermikus gradiensünk (az egységnyi mélységváltozásra eső hőmérsékletnövekedés) átlagosan 18 m, ezzel egyedülálló helyet foglalunk el Európában. Hazánk a 35 °C-nál melegebb gyógyforrásokban leggazdagabb ország a kontinensen. Területének kétharmadán találhatóunk hévizeket - ez világviszonylatban is páratlan. E kiváló adottságnak köszönhetően római és török korból visszanyúló fürdő-kultúrával rendelkezünk, amely a XIX. sz. végéig a természetesen előtörő hőforrásokra épült, majd új lendületet kapott a fúrással feltárt termálvíz-készlet révén.

A külföldiek jelentős része gyógyfürdőink vonzása miatt érkezik hazánkba, ehhez megfelelő fogadóképesség kiépítése szükséges, így idegenforgalmunk egyenletesebb területi lefedettségű és szezonális eloszlású lehet. A kilátásokat erősítheti napjaink természetes gyógy-módcentríkussága, mind többen ismerik el a természet (akár a klíma) adta lehetőségek szerepét a rehabilitációban és a prevencióban.

## 4. A klímaterápia módszerei

Gyakran érezzük, hogy napos, kellemes időben mennyire vágyunk a szabadba, egy borult, esős napon ennek még a gondolata is borzongató. Rosszkedvű ember gyakran keres menedéket egy szép tavaszi sétában, ahol mindössze a napsütés hamar jobb kedvre derítheti. Az ember és az időjárás, illetve a gyógyítás és az éghajlat kapcsolata a mindennapokban nyilvánvaló.

A klímaterápiával szembeni hagyományos elvárás, hogy a betegség gyógyítása vagy a panaszok enyhülése következzen be azáltal, hogy pusztán a megfelelő klímának tesszük ki a beteget. A klímaterápia két legfontosabb tényezője a nyugodt pihenés és a természetes tényezőkhöz való alkalmazkodás. Ez azt jelenti, hogy olyan környezetben találhatunk nyugalmat, amely távol van a szennyező és allergén anyagoktól, a stresszt kiváltó tényezőktől (magas hőmérséklet és páratartalom). Az adaptációt kiváltó ingerek az UV sugárzás, a látható fény, az oxigén csökkenő parciális nyomása nagy magasságokban, a nagy szélesség és az alacsony hőmérséklet. A gyógyklíma hagyományosan kímélő vagy inger jellegű lehet. Előbbi a nyugodt pihenés, utóbbi a környezeti tényezőkhöz való adaptáció esetében jelentkezik. A kímélő és ingerklíma relatív fogalmak, ugyanis ami adott helyen és körülmények között inger, máshol éppen a nyugalmat jelentheti (*Rákóczi et al., 2002; Németh, 2008*).

A klimatikus tényezők az élő szervezetek tartalékerejét mobilizálják, alkalmazkodóképességét növelik. Ezáltal egyszerre legyőzhető a kóros folyamatok és csökkenthető a szellemi és fizikai fáradtság. Tehát eszköz a rehabilitáció és a rekreáció megvalósulásához. Egyéb gyógymódokkal a hatás felerősödik. A komplex terápia hatásosságát fokozza több empirikus adat, az ún. termikus hatáskomplex, amely kialakítja a hőérzetet és az egész klímaterápia legfontosabb tényezőjét adja. A termikus hatáskomplex magában foglalja a levegő hőmérsékletét, a légnyomást, a páratartalmat, a szélereősséget, a tengerszint feletti magasságot, a rövid- és hosszuhullámú sugárzásokat. Ezen tényezők ismerete elengedhetetlen a helyes terápia megválasztásához (*Vajda és Vadas, 1990; Rákóczi et al., 2002*).

A klímaterápia fő alkalmazási területeit a bőr és a légutak krónikus megbetegedései jelentik, de alkalmazható számos más panasz és betegség esetén, valamint a súlyos betegségeket követő lábadozás elősegítésére is. Egyértelműen bizonyított a magashegyi vagy a tengerparti klímaterápia jelentékeny hatása az atopikus, a bőr és légúti megbetegedésekre.

Gyors és tartós tünetmérséklés érhető el csontritkulás, szív- és koszorúér-betegségek, évszaktól függő hangulatromlás vagy depresszió esetén is (*Schuh*, 2009).

A klíma gyógytényezőként való felhasználása a klímagyógyintézményekben (például gyógyfürdők, szanatóriumok, gyógyüdülők és gyógy szállók, gyógyvízivócsarnokok, gyógybarlangok) történik, ahol több klimatikus tényező – napfény, páratartalom, hőmérséklet, a levegő tisztasága – nyújt segítséget a kezelésben. A hazai szakirodalom a tengerszint feletti magasság és a nagyobb vízfelület közelségének függvényeként a következő gyógyklímátípusokat különíti el (*Vajda és Vadas*, 1990; *Németh*, 2008):

1. tengerparti klíma
2. tavi klíma
3. erdős-dombos vidék klímája
4. középhegységi klíma (500-1000 m)
5. magashegységi klíma (1000 m felett)
6. alföldi klíma.



## 5. Gyógyhelyek és szerepük az egészségvédelemben

Az ország természeti erőforrásai közé tartoznak a gyógyhelyek és a gyógyfürdők. A mai korszerű betegellátási formák ellenére is nagy szerephez jutnak a természetes gyógytényezők, nemcsak a betegségek gyógykezelésében, hanem a prevencióban és az utókezelésben is (*Rákóczi et al., 2002*).

Magyarországon a természetes gyógytényezők, a fürdő- és klímagyógyintézetek, illetve a gyógyhelyek definíciójával, a velük kapcsolatos működési feltételekkel, valamint az engedélyezési eljárásokkal az egészségügyről szóló *1997. évi CLIV. törvény* és a végrehajtásáról szóló *74/1999. (XII.25.) EüM rendelet* (a természetes gyógytényezőkről) foglalkozik.

Az *1997. évi CLIV. törvény XVI. fejezetének 238. § (1) bekezdése* szerint „Természetes gyógytényező az olyan természetes ásványvíz, természetes iszap, a talajból nyert egyéb természetes anyag (továbbiakban együtt: talajból nyert természetes gyógytényezők), felszíni éghajlat, felszín alatti klíma (továbbiakban együtt: éghajlati gyógytényezők), amely bizonyítottan kedvező élettani hatással rendelkezik vagy gyógyászati célra felhasználható.”

A természetes gyógytényezők a *238. § (2) bek.* alapján a következők lehetnek:

1. természetes ásványvíz
2. természetes gyógyvíz
3. természetes gyógyiszap
4. gyógyklíma
5. gyógybarlang
6. gyógyhatásra utaló tényező.

„*238. § (3) Gyógyászati célokra csak a Kormány rendeletében megjelölt hatóság (a továbbiakban: hatóság) által elismert természetes gyógytényező használható fel.*”

A *241. § (1) bek.* értelmében a gyógyhely megjelölést olyan elismert természetes gyógytényezővel rendelkező település (településrész) kaphat, amely a külön jogszabályi feltételeknek megfelelően erre a miniszter által kijelölt hatóságtól engedélyt kapott.

A *74/1999. (XII.25.) EüM r. 2. § (1) alapján* „A gyógyhely megnevezés egy terület megjelölésére akkor használható, ha azt - a (2) bekezdésben foglalt feltételek fennállása esetén - az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (a továbbiakban: ÁNTSZ) Országos Tisztifőorvosi Hivatala (a továbbiakban: OTH) gyógyhellyé nyilvánítja.”

A (2) bek. szerint ahhoz, hogy valamely település egésze vagy meghatározott része gyógyhellyé nyilvánítható legyen, sok feltételnek meg kell feleljen a terület:

- a) elismert természetes gyógytényezővel (gyógyvíz, éghajlat stb.) rendelkezzen,
- b) a természetes gyógytényező igénybevételének gyógyintézményi feltételei (például gyógyfürdő, gyógyszálló) biztosítottak legyenek,
- c) a gyógyítás zavartalanságát és a betegek nyugalmát biztosító környezeti feltételek (kiemelten védett területre előírt levegőtisztaság, fokozottan védett területnek megfelelő zajszint, rendezett zöldterületek stb.) adottak legyenek,
- d) a pihenés infrastruktúrájának (közművek, közlekedés, hírközlés, kommunális szolgáltatások, ellátó, szolgáltató intézmények stb.) kiépítettsége megfeleljen.

A rendelet további pontjai értelmében a gyógyhellyé nyilvánítási kérelemhez csatolni kell az Országos Meteorológiai Szolgálatnak a terület éghajlati adottságait a tervezett gyógyászati tevékenység szempontjából értékelő szakvéleményét (ezen kívül még nagyon sok szakhatósági véleményezést kell mellékelni). A kiadott engedélyek 20 évig érvényesek, ha a körülmények nem változnak. Ugyanazt a települést vagy településrészt nem lehet gyógyhellyé és üdülőhellyé is nyilvánítani.

Egy gyógyhelyet elnyerni szándékozó település(rész)nek egy sor minimális követelményt kell teljesítenie. Közel sem elegendő egy gyógyfürdő megléte, bármennyire is színvonalas az, és ugyancsak kevés egy zöld fürdőterület, térben sokkal tágabb viszonyokra is figyelni kell. Azonnal elutasításra kerül egy gyógyhelynek szánt terület, ha például egy forgalmas főút, egy ipari terület, egy zajjal járó építkezés közelében szeretnék kiépíteni. Barátságos környezetet kell teremteni, pihenésre alkalmas jelleggel. Mindent alá kell rendelni a vendég érdekeinek, a gyógyulása, a természetes gyógytényezők hatékony érvényesülése az első és legfontosabb szempont. Hiába van jelen a klíma természeti gyógyító eszköze, ha a gyógyhelyi jelleg alkalmatlan a gyógyuláshoz, megelőzéshez.

Meg kell óvni a levegő tisztaságát, a zajártalmat minimálisra kell csökkenteni, gondoskodni kell a növényzet, domborzat, felszíni és felszín alatti vizek védelméről (Németh, 2008). A gyógyhelyi környezet megóvása érdekében az elsődleges teendő a források védelme: az ásvány- és gyógyvizek fizikai tulajdonságainak, összetételének folyamatos ellenőrzése, a környezet higiéniájának fenntartása. Ez nemcsak a víz védelmére, hanem a táj szeretetére is kihat (Vajda és Vadas, 1990).

Hazánkban az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) Országos Gyógyhelyi és Gyógyfürdőügyi Főigazgatósága (OGYFI) látja el a természetes gyógytényezőkkel kapcsolatos hatósági, szakmai irányító és felügyeleti tevékenységeket és

vezet nyilvántartást az ásvány- és gyógyvizekről, a gyógyfürdőkről és az egyéb természetes gyógytényezőkkel kapcsolatos minősítésekről.

Az 1. táblázat mutatja az ország jelenlegi nemzetközileg elismert gyógyhelyeit.

1.	Miskolc-Lillafüred
2.	Harkány
3.	Sopron-Balf
4.	Gyöngyös-Kékestető
5.	Hévíz
6.	Balatonfüred
7.	Parád
8.	Hajdúszoboszló
9.	Zalakaros
10.	Bükfürdő
11.	Eger
12.	Debrecen
13.	Gyula

*1. táblázat – A jelenlegi országos törzskönyvi nyilvántartás a magyarországi gyógyhelyekről  
(ÁNTSZ OGYFI alapján)*

## 6. Az alföldi klíma, Gyula mint gyógyhely

Hazánk viszonylag kis mérete és kiegyenlített domborzati viszonyai miatt nagy éghajlati különbségeket nem várhatunk az országon belül. Mégsem mindegy azonban, hogy valaki egy enyhébb dombos-hegyes vidéken vagy az Alföld más szempontból kedvező, melegebb és szárazabb éghajlatán keres a gyógyulásához megfelelő klimatikus körülményeket. *Rákóczi et al.* (2002) a Dél-Alföld nagy részét a meleg-száraz éghajlati kategóriába sorolja, hangsúlyozza azonban a terület éghajlati változékonyságát. A régió csekély tengerszint feletti magasság különbsége az éghajlat egyöntetűségével jár, ami elvileg a mikroklímák viszonylagos szegénységét okozza. Mégis éppen az alföldi gyógyhelyek környezetében találhatunk jelentős mikroklimatikus különbségeket, amiknek döntően az Alföld jellegzetes mezőgazdasági művelés alatt álló területeitől eltérő erdők, ligetek, folyók menti árterek jelenléte az oka (*Rákóczi et al.*, 2002).

Az alföldi bioklímatípus jellegzetessége a napfényes órák magas száma, az alacsony páratartalom, a viszonylag kevés csapadék. Jellemző a nagy téli-nyári és éjszakai-nappali hőmérsékletingadozás. Az alföldi klíma tehát erős ingerklíma, amely a szervezet regenerálódását, a tbc-s megbetegedések, vérszegénységi tünetek, csontgümőkór gyógyítását segítheti elő. Ellenjavallt fokozott ingerlékenység esetén (*Németh*, 2008).

A Dél-Alföld igen gazdag hévizekben, melyek nagy része gyógyhatású. Gyula fürdőváros és elismert gyógyhely klímája kevésbé szélsőséges, mint például az Alföld közepéé. Az évi 2000 óra körüli napfénytartam, a magas nyári napok és gyakori hőségnapok száma szabadtéri fürdőzésre kedvezővé teszi. A Dél-Alföld keleti határszélén az Alföld más területeihez képest a csapadék több, szélsőségesen nagy hozamok is előfordulnak. Itt a táj zöldebb képet mutat, ami a gyógyhelyi jelleg tekintetében mindenképpen kedvező. Van annyira szélsőséges azonban az éghajlat, hogy Gyula éghajlata is kifejezetten ingerklíma.

A város gyógyvizét hat mélyfúrású kútból nyerik, melyek közül a legmelegebb 93 °C hőfokú, a legmélyebb 2500 m. A gyulai víz az alkáli-hidrogénkarbonátos-kloridos gyógyvizek csoportjába tartozik. Az egyik kút az alkalikus jelleg mellett magas bróm- és jódtartalommal is rendelkezik. A gyógyvíz kiválóan alkalmas mozgásszervi megbetegedések, helyi idegbántalmak, gyomorbántalmak, krónikus nőgyógyászati megbetegedések kezelésére, baleset utáni rehabilitációra (*Vajda és Vadas*, 1990; *Németh*, 2008; *Bagyinszki és D. Nagy*, 2003).

Ám a kedvező gyógyvízadottság még nagyon kevés a gyógyhelyi jelleg eléréséhez. Gyula esetében is hozzájárult sok egyéb tényező, döntően kettőt kell kiemelni: a város kedvező földrajzi fekvését és a városon belül a fürdő tökéletes elhelyezkedését. Az infrastrukturális kínálatban még van pótolni- és javítanivaló.

A város határában egyesül a Fehér- és Fekete-Körös a Kettős-Körössel. A folyók mentét nagy kiterjedésű erdőségek kísérik, közel a Bihar-hegység, a városban elterülő parkok mind gyógyhelyi jelleget nyújtanak, a levegőminőségre jótékony hatással bírnak. Mindehhez rendezett városkép, műemlékek és rendezvények sora, történelmi hangulat járul – kedvezően hatva a vendégek hangulatára, közérzetére.

A Várfürdő a világon egyedülállóan az egykori Almásy-kastély 200 éves, 8,5 ha-os parkjában létesült csendes területen, természetesen forgalmas úttól messze. A kastély ősparkja a fürdő területével együtt természetvédelmi terület. Impozáns megjelenésű kocsányos tölgyek, platánok, hársak, gyertyánosok adják a hely botanikai értékét. A fürdő területét örökzöldek és virágágyások is gazdagítják (*Bagyinszki és D. Nagy, 2003; Szelekovszky, 2008*). A fürdő épületeinek és a medencéknek az elhelyezésekor elsőrendűen fontosnak tartották, hogy a kastélypark fáit kevésbé érintse az építkezés, s ne zsúfolják össze a fürdővendégeket. A medencék széttelepítésével pedig sikerült elérni, hogy nyári csúcsidőszakban is lehet csendes pihenőhelyet találni a fürdőben (*Ambrus, 1999*). A vendégek a park mikroklímáját kihasználva sétautakon élvezhetik a klíma gyógyító hatását a fürdő területén és környékén, ami hozzájárul gyógyulásukhoz, jó közérzetükhöz.

## 7. A turizmus és a klíma kapcsolata

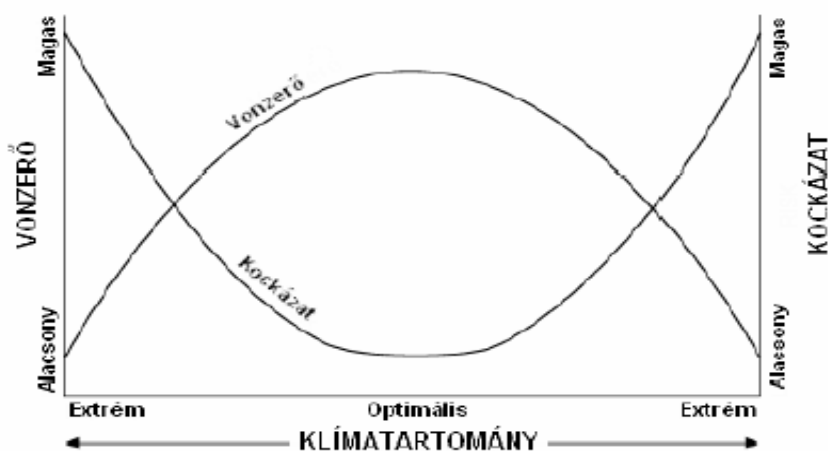
A bioklimatológia olyan interdiszciplináris tudományág, amely a légkörben lejátszódó folyamatok és az élő szervezet (növények, állatok és az ember) viszonyát vizsgálja. Legfőbb feladata annak tanulmányozása, hogy a klíma és az időjárás hogyan, milyen mértékben befolyásolja az élőlények életét, komfortérzetét. Három területe a város-, az agroklimatológia és a humán bioklimatológia, mely utóbbi a klimatikus viszonyok emberi szervezetre gyakorolt hatásait kutatja. A humán bioklimatológia egyik legfiatalabb, még kevésbé ismert résztudománya a turisztikai klimatológia. Hazai szinten e klasszikus határtudomány térhódítása az elmúlt évekbeli egyre gyarapodó bioklimatológiai vizsgálatok és a turizmus mint gazdasági motor előretörésének köszönhető.

A turisztika és a klíma kölcsönös kapcsolata a mindennapokban magától értetődő. Egy turisztikai desztináció vonzerejét a földrajzi elhelyezkedésen, az adott természeti értékeken, látnivalókon túl az éghajlat talán még jobban meghatározza. Éven belüli változékonysága megszabja, hogy alkalmas-e a turizmusra, ha igen, ott mely turisztikai ágak fejlődhetnek ki, a későbbiekben pedig befolyásolja az idegenforgalmi szezon hosszát és milyenségét (nyári vagy téli, főszezon vagy szezonon kívüli, állandó vagy alkalmi turizmus). E jellemzők pedig elsőrendű befolyásoló tényezők az adott terület gazdasági nyereségére, a turizmus szektor jövedelemteremtő képességére. Az időjárás és a klíma alapvetően három módon kapcsolódik a turisztikához:

- **korlátozó** tényező lehet a turizmus szempontjából (például egy esős nyár, csekély hóvastagság télen),
- **döntő** faktor a turisztikai kereslet szemszögéből,
- egészségügyi **kockázati** tényező (például túlzásba vitt napozás egy tengerparton).

A turisták több összetevőt mérlegelnek turisztikai célterületük megválasztásakor, figyelembe véve a klíma által felállított korlátokat. Nyáron a Mediterrán térségbe indulók a napfénytartamot, a lehetséges csapadékot veszik figyelembe, és elvárják a magas hőmérsékletet. Télen a síelni vágyók a meglévő hótakaró vastagságát, az újabb havazás lehetőségét, nagyobb időtávlatban a síelésre alkalmas szezon hosszát nézik. Leginkább a hallomásból szerzett információk és a média hat rájuk. Ezek alapján reagál az egyén, hogy optimális, kielégítő, vagy elfogadhatatlan a választott régió klímája és ezáltal a leendő „kényelme”.

A 1. ábra mutatja, hogy az optimális klímaterület esetében a legkisebb a kockázati tényező és érthetően a legmagasabb a célterület vonzereje, extrém klíma (túl meleg, túl hideg, sok csapadék) esetén fordítva.



1. ábra – A turisztikai potenciál és a klíma kapcsolata (C. R. de Freitas (2003) alapján)

A turisztikai klimatológiával foglalkozó klimatológusoknak világosan le kell írniuk az egyéni reakciók és az éghajlati tényezők közötti kapcsolatot. Segíteniük kell az egyént döntésének meghozatalában, hogy melyik régió mikor és mire alkalmas a klímától függően. Információkat nyújtanak a tervezésben a rekreációra kedvező időszakokról, körülményekről. A turisztikai keresletet befolyásolni tudják azáltal, hogy leírják a turistáknak fontos klimatikus tényezőket és az esetleges extrém értékeket. Túl a turizmus és a klíma kapcsolatának minőségi és mennyiségi leírásán, a turisztikai klimatológia egyik irányelve az extrém időjárási helyzetek következményeinek alakulása az idegenforgalmi keresletre és a klímaváltozás hatása az üzleti tevékenységre, az optimális vagy alkalmatlan szezonális időszakok változására.

Nikolopoulou és Steemers (2003) három csoportra osztja az ember (például egy turista) komfortérzetére ható éghajlati tényezőket: fizikai, fiziológiai, pszichológiai.

- Fizikai kategóriához tartozik például a csapadék (esős, havas napok száma) vagy a szél komfort- és hőérzet-befolyásoló tulajdonsága,
- fiziológiai tényező a hőmérséklet, a relatív nedvesség,
- pszichológiai faktor a látási viszonyokkal, felhőzettel kapcsolatos tulajdonságok, például a tiszta, kék ég hatása a komfortérzetre.

Szabadtéri komfortvizsgálataik során arra a következtetésre jutottak, hogy a pusztán fiziológiai megközelítés helytelen, figyelembe kell venni a pszichológiai tényezők szerepét, a szubjektív reakciókat is.

## 8. Eszköztár: hagyományos paraméterek – bioklíma indexek

Az ember életére nagy befolyással bír a természeti környezete. A kapcsolat kölcsönös: a környezet hat az egyedre, az egyed pedig alakítja környezetét viselkedésével. A természeti környezet négy csoportját különíthetjük el: termikus (hőmérsékleti), aktinikus (sugárzási), levegőkémiai és neurotrop (földmágnesség, kozmikus jelenségek) (Bártfay, 1997). A humán biometeorológiai és a turisztikai klimatológiai vizsgálatokban a termikus környezet bír döntő jelentőséggel.

A hőmérsékleti környezet jellemzéséhez a jól ismert ún. hagyományos meteorológiai paraméterek segítségével folyamodhatunk, úgy mint átlagos felszínközeli hőmérséklet, relatív nedvesség, szélesebesség, sugárzási viszonyok. Mindezek együtt a legfőbb meghatározói hőérzetünknek - ez azonban közel sem minden, a tudomány ennél már előrébb tart. Az utóbbi időkben a humán bioklimatológiai kutatások egyik központi témája a testet körülvevő termikus környezet fiziológiai szempontú értékelése, mert a hőmérsékleti környezet viszonyai alapvetően meghatározzák a test energiaegyenlegét (Höppe, 1993). E kutatások olyan megfoghatatlan és komplex tulajdonságot, mint a termikus környezetünkhöz fűződő emberi érzést próbálnak számszerűsíteni. E fiziológiai értékelés olyan módszerek, ún. bioklíma indexek bevezetésével történik, amelyek képesek valamilyen kapcsolatot létesíteni a hagyományos, hőérzetünket befolyásoló meteorológiai paraméterek és az emberi szervezetre vonatkozó perszonális tényezők között (VDI, 1998). Ily módon komplex humán komfort és kvantitatív hőstressz értékelés készíthető a várostervezésben (pl. Gulyás *et al.*, 2004, 2005) és a turizmus szektorban – mindkét esetben a komfortosabb környezet kialakítását segítve. Ugyanakkor a turisztika más okból is igényel komplex termikus bioklíma-kutatást, mégpedig a globális klímaváltozás miatt, amely a turizmusra is hatással van. Ehhez egyszerűen a hőmérsékletátlagok vagy a csapadékösszegek változásának vizsgálata nem elegendő, a bioklíma indexek segítségül hívása sokkal hasznosabb, mint egyedül néhány hagyományos klímaméter vizsgálata.

### 8.1 Az energiaegyensúlyi egyenlet és a bioklíma modellek

Az ember állandó, kb. 37 °C-os testhőmérsékletét a változó külső körülmények között is biztosítani kell. Ehhez szervezetünknek igen kifinomult hőszabályozó rendszert kell



működtetnie. Hideg időben ennek érezhető jele a didergés, meleg esetén pedig az izzadság párologtatása.

Hőérzetünk akkor ideális (komfortos), ha testhőmérsékletünk az életfolyamatokhoz szükséges, állandó szinten van. Ennek biztosítója szervezetünk termikus egyensúlya környezetével, hőtermelésünk és hőleadásunk kiegyenlítetttsége. A komfortállapot a szervezet által megtermelt vagy felvett és a leadott hőáram révén kialakuló elégedett tudatállapotot jelenti. A hőcsere hővezetés, sugárzás, konvekció és párolgás útján történhet.

A hőnyereség és -veszteség egyensúlya az energiamegmaradás törvényén alapszik. Szervezetünk és a környezet közötti energiaáramlási folyamatokat számszerűsíteni tudjuk, ezáltal az emberi komfortérzet vagy hőérzet becsülhető. A számítások alapja az energiaegyensúlyi vagy hőháztartási egyenlet:

$$M+W+R+C+E_D+E_{Re}+E_{Sw}+S=0,$$

ahol

$M$  (metabolism-anyagcsere) az anyagcsere általi energiatermelés a táplálék oxidációja révén,

$W$  a fizikai munkavégzés, teljesítmény,

$R$  a test nettó sugárzási egyenlege,

$C$  a szenzibilis (konvektív) hőáram,

$E_D$  a látens hőáram, a víztartalom párolgása és a keletkező vízgőz bőrön át történő kivezetése,

$E_{Re}$  a légzés általi hőáramlás,

$E_{Sw}$  az izzadság párologtatása által elvont hő,

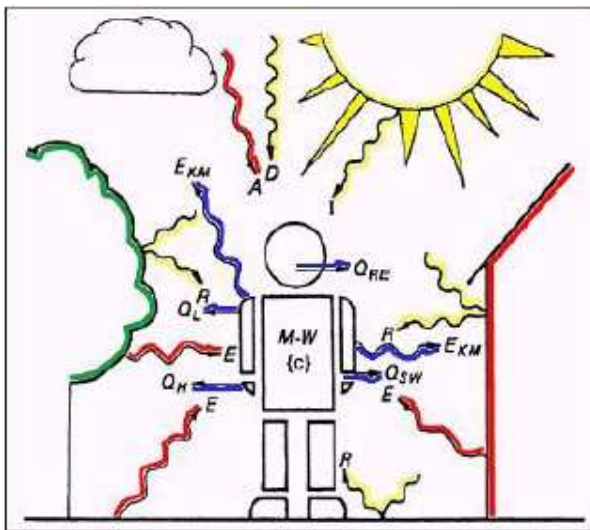
$S$  a tárolt hőáram.

Az energianyereség pozitív, az energiaveszteség negatív előjelű. Az  $M$  mindig pozitív, az  $E_D$ ,  $E_{Sw}$  és a  $W$  mindig negatív (Höppe, 1999 alapján).

A külső körülmények a testünk és a környezet közötti anyagcserét alapvetően meghatározzák. Különösen nagy változékonyságot mutat a nettó sugárzási egyenleg ( $R$ ), amely naps időben nagyobb energiát szolgáltathat saját belső hőtermelésünkénél, míg borús, hűvös időben növeli testünk hőveszteségét. A külvilág ingereire az ember tudatosan is válaszol viselkedése és ruházata révén. A ruházat hőmegtartó képességének számszerűsítésére vezették be a *clo* mértékegységet. 1 *clo* annyi ruha, amiben az ember normál irodai körülmények között (kb. 20 °C-on) kellemesen érzi magát (1 *clo* a klasszikus öltönyviselet,

0,5 clo a nyári, míg 2 clo a téli ruha, a legmodernebb poláröltözet pedig 4 clo) (Kis-Kovács, 2008).

Az utóbbi évtizedekben számos bioklimatikus klímamodellt fejlesztettek ki, amelyek az emberi test energiaegyenlegének leírását kísérik meg, például a MEMI-modell (Munich Energy Balance Model for Individuals) vagy a Freiburgban a Központi Orvosmeteorológiai Intézetben kifejlesztett Klima-Michel modell, melynek összetevőit a 2. ábrán láthatjuk. Ezek a modellek a hagyományos meteorológiai elemeken kívül a hő- és közérzetet nagymértékben meghatározó két másik fiziológiai faktort, a ruházatot és az emberi aktivitást is tartalmazzák.



**2. ábra** – A Klima-Michel modell (klí, n.d.)  
*I: direkt napsugárzás, D: diffúz napsugárzás,*  
*A: atmoszféra sugárzása, R: reflexsugárzás,*  
*E: hőszugárzás, E<sub>KM</sub>: veszteség (test hőszugárzása),*  
*M: belső hőtermelés, W: munkavégzés,*  
*Q<sub>H</sub>: konvekció, Q<sub>Re</sub>: légzés, Q<sub>Sw</sub>: verejtékezés,*  
*Q<sub>L</sub>: látens hőáram/*

## 8.2 Az átlagos radiációs hőmérséklet és az ezen alapuló PMV és PET index

A bioklíma modellek több paraméter (meteorológiai paraméterek, aktivitás, ruházat, felszín sugárzásmódosító jellemzői, albedó stb.) figyelembe vételével, bioklimatikus indexek segítségével próbálják a lehető legpontosabban megbecsülni a testet érő klimatikus terhelést, például a termikus stressz hatását az emberi egészségre (Gulyás *et al.*, 2005). Az emberi hőérzetet igen nehéz leírni, így az elmúlt évtizedekben több mint 100 különböző hőérzetindexet fejlesztettek ki. Ezek között vannak egyszerűbbek, melyek csak egy vagy kevés paramétert vesznek figyelembe, és fiziológiai jelentőségük hiánya miatt korlátozott szerephez jutnak (Mayer és Höppe, 1987), de nagyon gyakran használják őket – hátrányuk ellenére is – a könnyű kezelhetőségük miatt (Höppe, 1999). Ilyen index többek között az effektív hőmérséklet, a wind chill index, a hőstressz index, a Thom-féle termohigrometrikus index.

Ezért a kutatások arra irányulnak, hogy megpróbálják figyelembe venni az ember hőháztartását befolyásoló összes tényezőt és a szubjektív komfortérzetet. Olyan módszereket és mutatókat fejlesztettek és fejlesztenek ki ma is, melyek ötvözik a meteorológiai és a termofiziológiai paramétereket.

A két leggyakrabban alkalmazott, a humán energiaegyensúlyi modelleken alapuló bioklíma index a PMV index (Predicted Mean Vote – prediktált hőérzet index vagy jóérzésindex) és a PET index (Physiological Equivalent Temperature – fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet). Mindkét index az ún. átlagos sugárzási (sugárzási) hőmérséklet (Mean Radiant Temperature –  $T_{mrt}$ ) értékén alapszik.

### 8.2.1 A $T_{mrt}$ – átlagos sugárzási hőmérséklet

Az átlagos sugárzási hőmérséklet a környezet sugárzási viszonyait fejezi ki. A legfontosabb meteorológiai input paraméter az emberi energiaegyensúly vizsgálatához főként nyári, napsütéses időben. A legerősebb hatással bír a PMV és PET értékekre. Definíció szerint annak a fekete testnek tekintett (emissziós koefficiens  $\varepsilon = 1$ ) környezetnek a hőmérsékleti mérőszáma, ahol az emberi testet olyan energiaterhelésnek tesszük ki, amely ugyanolyan hőérzetet kelt a szervezetben, mint az adott pillanatban a testet körülvevő valós környezetnek a sugárzási viszonyai, amelyek igen változatosak lehetnek nyílt térben (*Matzarakis et al.*, 1999). A  $T_{mrt}$ -t olyan összefoglaló paraméternek lehet tekinteni, amely a rövid- és hosszúhullámú sugárzási fluxus hatásait ötvözi. Elképzelve olyan °C-ban kifejezett összenergia-bevételt (-kiadást) fejez ki, amely a külső környezet minden irányából érkezik, és az emberi szervezet hőháztartását pozitívan befolyásolja (*Matzarakis*, 2002).

Kiszámítási módja mérési eljárás alapján, mely kísérletileg igen bonyolult, időigényes és drága (*Matzarakis et al.*, 2007). Meg kell mérni az egyetlen személyre eső rövid- és hosszúhullámú sugárzási fluxust piranométerrel ill. pirgeométerrel, melyeket hat irányba kell betájolni (a négy égtáj irányába, lefelé és felfelé) (*Fanger*, 1972; *Höppe*, 1992). Ebből az átlagos sugárzási fluxussűrűséget ( $S_{str}$ ) ki lehet számolni a következő módon (*Höppe*, 1992):

$$S_{str} = a_k \sum_{i=1}^6 K_i F_i + a_l \sum_{i=1}^6 L_i F_i$$

Itt  $K_i$  a rövidhullámú (napsugárzás),  $L_i$  a hosszúhullámú (földi) sugárzási fluxus;  $a_k$  a rövidhullámú és  $a_l$  a hosszúhullámú sugárzás abszorpciós együtthatója;  $F_i$  a vizsgált felszín

sugáriránnyal bezárt szöge. Ezután a Stefan-Boltzmann-törvény alapján lehet kiszámolni a  $T_{mrt}$ -t (°C-ban):

$$T_{mrt} = \sqrt[4]{\frac{S_{str}}{a_l \sigma}} - 273,15$$

ahol  $\sigma$  a Stefan-Boltzmann-állandó.

A levegő hőmérséklete és a  $T_{mrt}$  között a legnagyobb különbség télen merül fel nagy szélsőségek esetén, vagy nyáron nyugodt, napos időben (Höppe, 1999). Ezekben az esetekben extrém hideg és meleg stresszt lehet tapasztalni.

### 8.2.2 A PMV index

A komplex fiziológiai szempontú bioklimatológiai kutatásokat kezdetben benti környezetben, a tökéletes irodai környezet megteremtése céljából végezték. A belső terek légkondicionálásán, fűtésén és szellőztetésén volt a hangsúly olyan mértékben, hogy a bent tartózkodók „kényelmesen” érezzék magukat (Höppe, 1999). Fanger, dán kutató vezetésével alkották meg a PMV jóérzésindexet. A PMV eredetileg 7 fokozatú tapasztalati komfortskálán (majd továbbfejlesztve 8 fokozatú skálán: -3,5 és +3,5 közötti értékek alapján) mutatja az emberi testben a termikus környezet hatására kialakuló hőérzetet (Fanger, 1972; Mayer és Matzarakis, 1998). Ha a PMV index értéke 0, akkor az emberek túlnyomó többsége, legalább 95 %-a jól érzi magát (a hőcsere kiegyensúlyozott, a bőr- és maghőmérséklet megfelelő, az izzadás mértéke nem zavaró). A +3-as érték már extrém hőterhelést, míg a -3-as érték extrém hideget jelent (Kis-Kovács, 2008).

A PMV tapasztalati skálája (nem hőmérséklet jellegű mennyiség) és az eredetileg épületen belüli klíma-komfortérzet meghatározására kifejlesztett volta miatt kissé nehézkesen használható a mindennapi életben (Gulyás et al., 2004; Matzarakis et al., 1999).

### 8.2.3 A PET index

A PMV indexnél fiziológiailag komplexebb bioklíma index a fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet, amely a MEMI energiaegyensúlyi modellen alapul. Hőmérséklet jellegű mennyiség, egysége (°C) könnyebben értelmezhető a humán biometeorológiában kevésbé jártasak, pl. a várostervezők, de a köznép számára is (Matzarakis et al., 1999), ezért az egyik legnépszerűbb és legelterjedtebb index. A PET az adott körülmények között kialakuló

hőérzetet egy referenciakörnyezetre vetíti át, mégpedig egy benti, irodai helyiségre, ahová nem tűz be a nap, nincs légmozgás. Definíció szerint annak a zárt helyiségnek (irodának) a hőmérsékleteként értelmezhető, amely ugyanazt a hőterhelést fejt ki az emberi szervezetre (ugyanolyan fiziológiai reakciókat vált ki, pl. verejtekezési ráta, átlagos bőr- és maghőmérséklet) mint a testet éppen az adott körülmények között körülvevő külső környezet. Az adott körülmény klimatikus (gőznyomás, szélsébség) és fiziológiai (aktivitás, ruházat) állandó paramétereket jelent. A referenciaklímán tartózkodó személy belső hőtermelése 80 W, a ruházatának hőszigetelő képessége 0,9 clo (Höppe, 1999).

Egy példaként azt mondhatjuk leegyszerűsítve, hogy ha a PET érték 42 °C, akkor egy átlagos, hétköznapi ruhájú, kényelmesen dolgozó irodai alkalmazott egy 42 °C-os irodában érezné úgy magát, mint egy kint tartózkodó ember a tűző napon. Így a laikusok is össze tudják hasonlítani benti és kinti termikus állapotukat.

A levegő hőmérséklete és a PET érték között a legnagyobb különbség egy forró nyári napon, direkt sugárzásban (PET érték akár 20 °C-kal is magasabb lehet az aktuális hőmérsékletnél), vagy pedig egy téli, szeles napon (15 °C-kal alacsonyabb is lehet a PET) figyelhető meg.

A 2. táblázat a PMV és a PET értékek egymáshoz viszonyított küszöbértékeit mutatja be aszerint, hogy milyen hőérzetnek felelnek meg az egyes fokozatok és mekkora fiziológiai stresszt jelentenek az emberi szervezet számára.

PMV	PET (°C)	hőérzet	fiziológiai stressz szint
-3,5	4	nagyon hideg	extrém hideg stressz
		.....	.....
-2,5	8	hideg	erős hideg stressz
		.....	.....
-1,5	13	hűvös	közepes hideg stressz
		.....	.....
-0,5	18	kissé hűvös	gyenge hideg stressz
		.....	.....
0,5	23	komfortos	nincs termikus stressz
		.....	.....
1,5	29	kissé meleg	gyenge meleg stressz
		.....	.....
2,5	35	meleg	közepes meleg stressz
		.....	.....
3,5	41	forró	erős meleg stressz
		.....	.....
		nagyon forró	extrém meleg stressz

2. táblázat – A PMV és a PET indexértékek egymásnak megfelelő küszöbértékei, az emberi hőérzet és a fiziológiai stressz szintjei alapján (standard feltételek: belső hőtermelés 80 W, ruházat hőszigetelő képessége 0,9 clo) (Mayer és Matzarakis, 1998 alapján)

## 9. Turisztikai klimatológiai elemzések

Két szempont alapján vizsgáltam Gyula fürdőváros térségében a klíma és a turizmus viszonyát. Általános éghajlati elemzést végeztem a hagyományos meteorológiai elemek felhasználásával, melyek leginkább befolyásolják a klíma turizmusra gyakorolt hatását (hőmérséklet, csapadékösszeg, napfénytartam). Elemeztem a hőmérsékleti szélsőségeket, küszöbnapokat. Ezután pedig komplexebb módon, a PET bioklíma index segítségével vizsgáltam a terület bioklimáját, az emberi szervezetet érő termikus stressz mértékét.

Gyulán nincs az Országos Meteorológiai Szolgálatnak (OMSZ) állomása, így a városhoz legközelebbi, a békéscsabai szinoptikus állomás mérési adatait használtam fel az elemzésekhez. Az adatsorokat (1961-től 2009-ig) az OMSZ bocsátotta rendelkezésemre. Ezen időszak alatt a békéscsabai állomás gyakran változtatta helyét: a város öt különböző pontján működött (az egyik helyszín mindössze 1961 első öt hónapjára korlátozódott). Fontos hangsúlyozni, hogy költözések miatt az adatsorok inhomogének. Ugyanakkor a mai és egykori állomások Gyula központjától légvonalban nagyjából 9-15 km-re találhatók, így megfelelően képesek reprezentálni a város éghajlati viszonyait.

### 9.1 Vizsgálatok a hagyományos meteorológiai elemeken keresztül

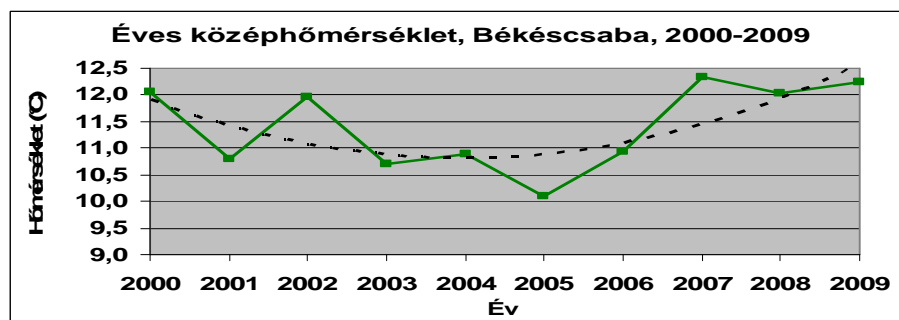
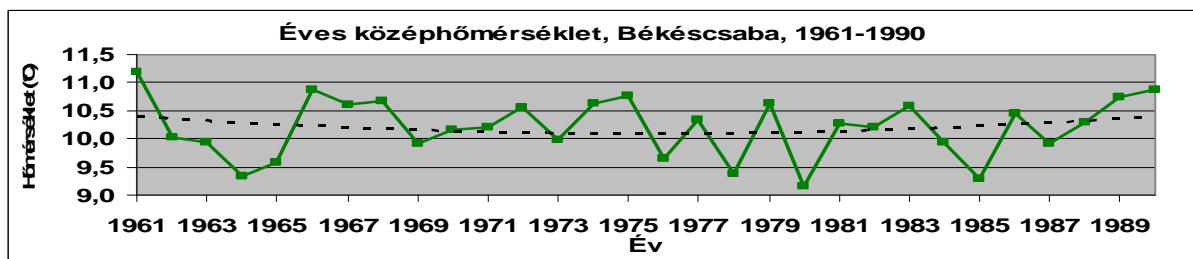
Az elemzéshez a békéscsabai napi átlaghőmérséklet, minimum- és maximumhőmérséklet (előző nap 19 h-tól 19 h-ig), napfénytartam- és csapadékösszeg, és napi jellemző csapadék alakok adatokat használtam fel 1961. január 1-jétől 2009. december 31-ig terjedő időszakban. Kiszámoltam e paraméterek éves átlagait, illetve az éves napfénytartam- és csapadékösszegeket. Majd sokévi átlagokat számoltam két standard klimatológiai időszakra: 1961-1990-re és 1971-2000-re. Megnéztem a 2000-2009-es sokévi átlagokat is. Megfigyeltem, hogy milyen mértékű változások történtek (3. táblázat).

Időszak	1961-1990	1971-2000	2000-2009
Napi átlaghőmérséklet (°C)	10,2	10,3	11,4
Napi átlagos minimumhőmérséklet (°C)	5,3	5,3	6,3
Napi átlagos maximumhőmérséklet (°C)	15,7	15,9	17,0
Napi átlagos napfénytartam (óra)	5,5	5,7	6,2
Évi átlagos napfénytartam (óra)	2016	2067	2266,5
Napi átlagos csapadékösszeg (mm)	3,0	3,0	3,0
Évi átlagos csapadékösszeg (mm)	558,8	554,5	555,4

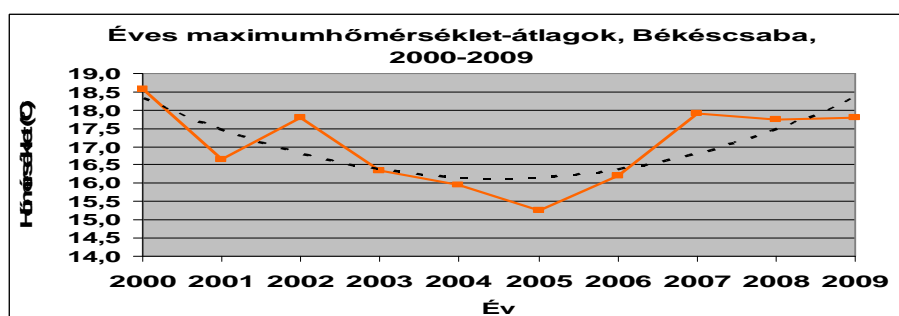
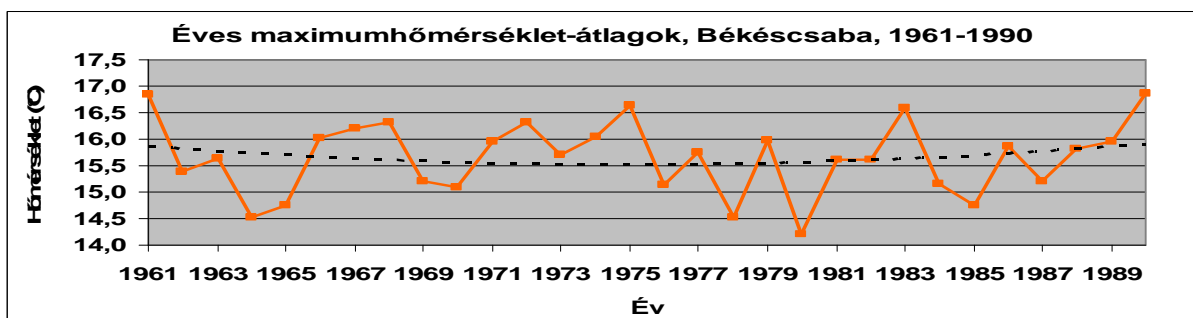
3. táblázat – Három időszak sokévi átlagainak összehasonlítása (Békéscsaba)

A két 30 éves standard klimatológiai időszakot összevetve a legnagyobb mértékű változás az évi napfénytartamban történt, 51 órát növekedett. A hőmérséklet- és csapadékértékekben jelentős eltérés nincs. Az utóbbi 10 év átlagait is figyelembe véve már nagyobb változások láthatók. Minden érték nő, nagyjából 1 °C-os az emelkedés a hőmérsékletekben, és az előbbinél jóval nagyobb mértékű évi napfénytartam-növekedés figyelhető meg: 199,5 óra.

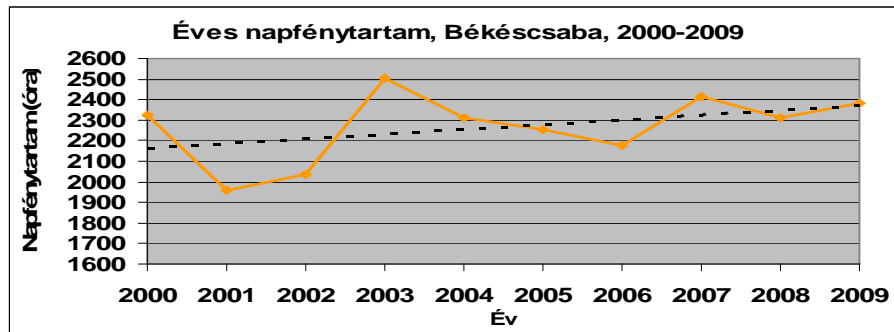
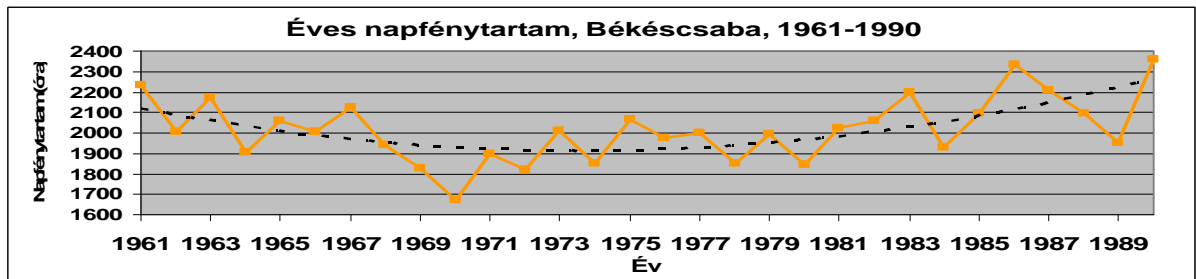
Diagramokon ábrázoltam az egyes paraméterek évi menetét polinomiális trendvonalakkal 1961-1990 és 2000-2009 között.



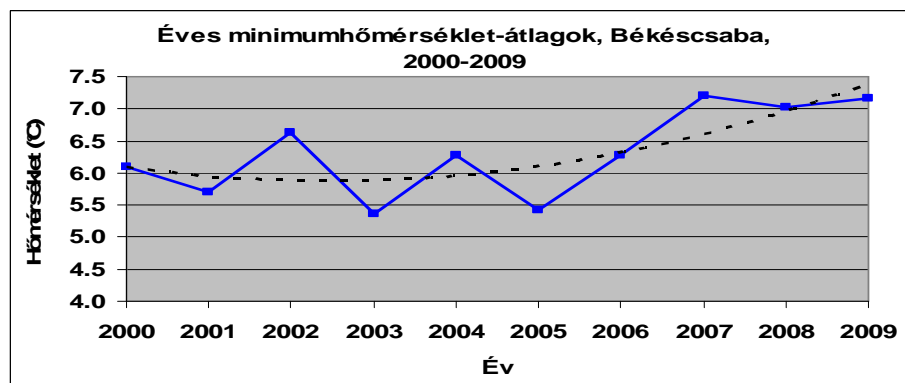
3. ábra – Évi középhőmérséklet, 1961-1990 és 2000-2009



4. ábra – Évi maximumhőmérséklet, 1961-1990 és 2000-2009



5. ábra – Évi napfénytartam, 1961-1990 és 2000-2009



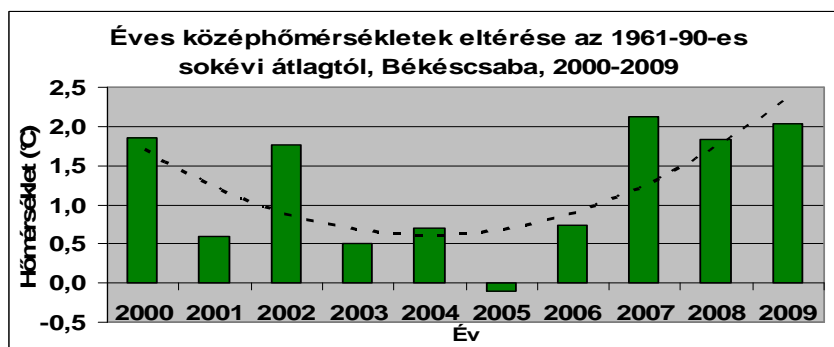
6. ábra – Évi minimumhőmérséklet, 2000-2009

Szembevetően a hőmérsékleti ábrákon az utóbbi évek magasabb értékei, az emelkedő trendvonal. Megjelennek a 11, sőt a 12 °C feletti középhőmérsékletek, és nincsenek 10 °C alatti értékek. A maximumhőmérsékletek 15-18 °C, míg 1961-1990 között 14-17 °C között alakulnak. Az évi napfénytartam esetében az 1970-es évek közepétől növekvő a ráta, a '80-as évek végén megjelenő 2300 óra feletti értékek gyakorivá válnak 2000-2009 között, míg 1900 óra alatti értékek már nincsenek (3-5. ábra). Érdeemes kiemelni a minimumhőmérséklet-átlagok alakulását 2000-2009 között (6. ábra). 1961-2000 között a legmagasabb éves átlag 6,4 °C volt, míg az elmúlt években 4 db ennél nagyobbat is találhatunk, köztük van az utóbbi három év. Az évi csapadékösszegek a Melléklet 1. ábráján láthatók. A viszonylag kiegyenlített értékeket (500-600 mm) tekintve leszűrhető, hogy az 1961-1990-es és a 2000-2009-es időszakokban nincs jelentős egyirányú pozitív vagy negatív tendencia.

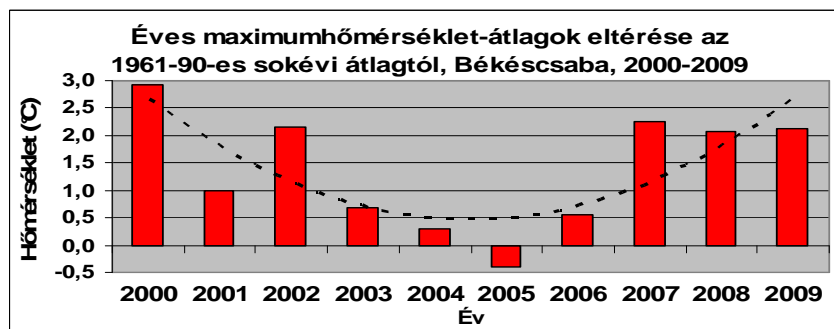


Következő lépésként megvizsgáltam, hogy az utóbbi években (2000-2009) mennyivel tértek el az egyes paraméterek éves átlagértékei az 1961-1990-es és az 1971-2000-es sokévi átlagoktól (mivel a két időszak sokévi átlagai között nem nagyok a különbségek paraméterenként, nem várhatunk látványos különbségeket köztük). Az eltéréseket oszlopdiaqramokon ábrázoltam.

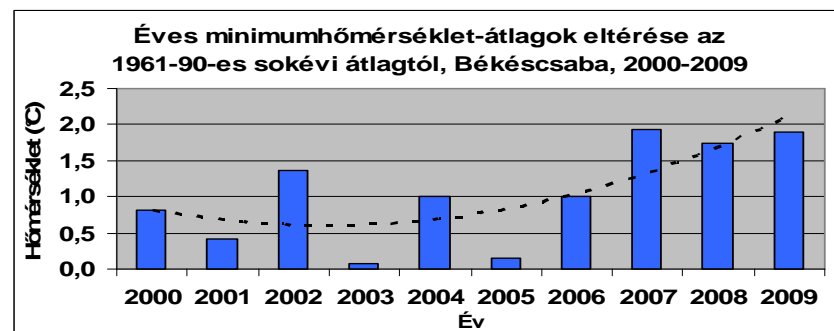
A 7-9. ábrán az évi közép-, maximum- és minimumhőmérsékletek eltéréseit látjuk az 1961-1990-es referencia időszakhoz képest. Az első két paraméter esetén mindössze a 2005-ös évben volt negatív eltérés. Az utóbbi három évben pedig kiugró, 2 °C körüli pozitív anomália figyelhető meg, és feltűnő a 2000-es és a 2002-es év nagymértékű pozitív eltérése is. Hasonló tapasztalható a minimumhőmérsékleteket tekintve 2007-2009 között, emellett itt már mindegyik évben pozitív az irány.



7. ábra – Az évi középhőmérsékletek eltérése az 1961-1990-es időszakhoz képest

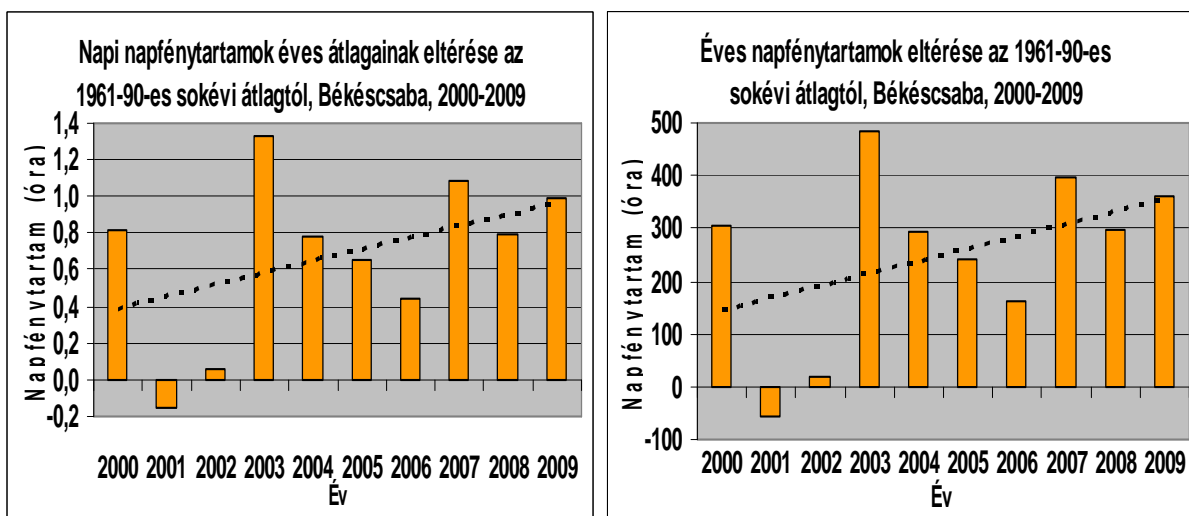


8. ábra – Az évi maximumhőmérséklet-átlagok eltérése az 1961-1990-es időszakhoz képest



9. ábra – Az évi minimumhőmérséklet-átlagok eltérése az 1961-1990-es időszakhoz képest

A napi napfénytartamok éves átlagai és az évi napfénytartamok terén is csak 2001-ben negatív az eltérés, 2002-ben minimális pozitív anomália látható, a többi évben pedig 0,4-1,3 óra a többlet az előbbi, és 162-485 óra az utóbbi esetében (10. ábra).



10. ábra – A napi (balra) és évi napfénytartamok eltérése az 1961-1990-es időszakhoz képest

A csapadékösszegek vizsgálatánál a legszembetűnőbb az, hogy az utóbbi négy évben jóval kisebb mértékben térnek el az értékek a sokévi átlaghoz képest, mint korábban. A 2000-es és a 2002-2003-as év nagy negatív anomáliáját leszámítva a pozitív eltérések dominálnak, de határozott egyirányú trend nincsen (Melléklet 2. ábra).

Elmondható, hogy a turizmus szempontjából mindenképpen kedvező irány az elmúlt évek növekedő, illetve a korábbi időszakoknál magasabb évi közép-, maximum- és minimumhőmérsékletei. A gyógyulni vágyó, klímaterápia alatt álló turista számára talán még inkább fontosabb a napi és évi napfénytartamok nagymértékű emelkedése az elmúlt években.

Ezek után a turizmus számára ugyancsak mérvadó hőmérsékleti szélsőséges küszöbnapokat vizsgáltam az előzőekhez hasonló módon. A következő kitüntetett napok számát elemeztem:

1. Zord nap: napi minimumhőmérséklet  $\leq -10$  °C
2. Téli nap: napi maximumhőmérséklet  $\leq 0$  °C
3. Fagyos nap: napi minimumhőmérséklet  $\leq 0$  °C
4. Nyári nap: napi maximumhőmérséklet  $\geq 25$  °C
5. Hőségnap: napi maximumhőmérséklet  $\geq 30$  °C
6. Forró nap: napi maximumhőmérséklet  $\geq 35$  °C
7. Mediterrán éjszaka (túl meleg éjjel): napi minimumhőmérséklet  $\geq 20$  °C.

Emellett még három esetet tekintettem:

1. Csapadékos nap: amikor a napi csapadékösszeg  $\geq 0,1$  mm
2. Havas nap: amikor hó, hózapor vagy havas eső hullott
3. Zivataros nap: amikor zivatar volt (lehet csapadék nélkül vagy jégesővel is).

Két klimatológiai időszak, 1961-1990 és 1971-2000, illetve 2000-2009 sokévi átlagait vettem a fenti küszöb- és jelzőnapok esetében és megvizsgáltam, milyen irányú és mértékű változások tapasztalhatók. Az eredményeket a 4. táblázat tartalmazza.

<b>Időszak</b>	<b>1961-1990</b>	<b>1971-2000</b>	<b>2000-2009</b>
<b>Csapadékos</b>	139	138	138
<b>Havas</b>	34	33	27
<b>Zivataros</b>	31	36	26
<b>Zord</b>	13	12	10
<b>Téli</b>	26	25	24
<b>Fagyos</b>	96	97	88
<b>Nyári</b>	82	84	101
<b>Hőség</b>	20	24	38
<b>Forró</b>	0,7	1,7	4,6
<b>Mediterrán éj</b>	0,8	1,0	3,8

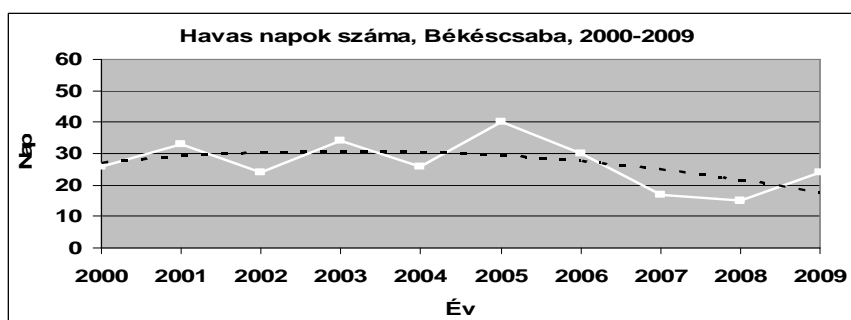
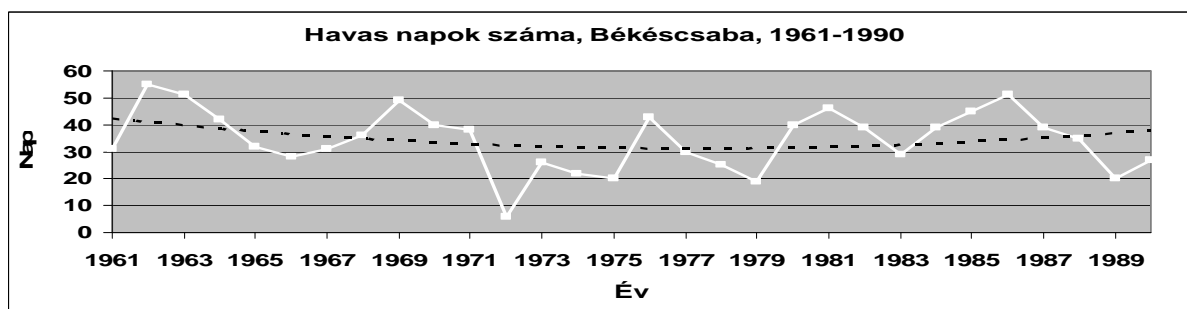
*4. táblázat – Különböző jelző- és küszöbnapok száma három időszak sokévi átlagai alapján (Békéscsaba)*

A legfeltűnőbb tendencia a nyári, a hőség-, a forró napok és a mediterrán éjjelek számának nagymértékű növekedésében mutatkozik. Az elmúlt évek sokévi átlagai kiugróak a két standard időszakhoz képest. Ugyanakkor a hideg szélsőségű napok száma csökkent, ám ez kisebb mértékű, mint az előzőek növekedései. A havas és zivataros napok száma is csökkent az utóbbi 10 év átlagait tekintve, a csapadékos napok száma viszont nem mutat említésre érdemes változást.

A cél, hogy megfigyeljük, a küszöb- és jelzőnapok terén az elmúlt 10 évben mekkora pozitív vagy negatív eltérések voltak az 1961-1990-es sokévi átlaghoz képest, és melyik dominál közülük. Ehhez először a referencia időszakra és az utóbbi évekre ábrázoltam az éves meneteket.

Nagyjából egyenletesen, kb. 140 csapadékos napot várhatunk egy évben, mint ahogy a *Melléklet 3. ábráján* látható. Az elmúlt években kissé növekvő tendencia állapítható meg. Szélsőségesebb a havas napok számának alakulása. 15-40 havas nap a megszokott az utóbbi években, az 1960-as és '80-as évekre igencsak jellemző 40-55 közötti értékek már nem voltak az elmúlt évek során. Csökkenő trend mutatkozik, ez főként a 2007-es és 2008-as évek

köszönhető, ekkor szokatlanul kevés (17 és 15) havas nap volt, ennél kevesebb 1961-2000 között mindössze egyszer fordult elő (11. ábra).



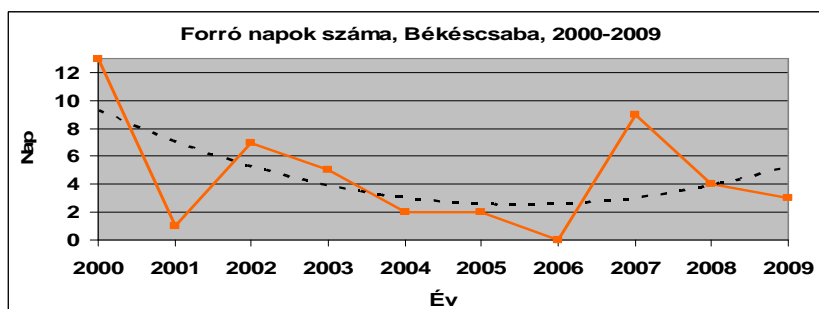
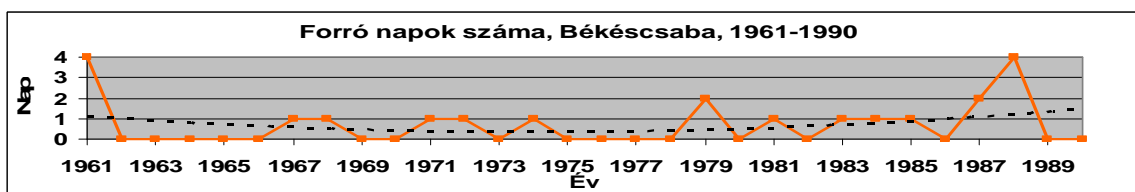
11. ábra – A havas napok száma, 1961-1990 és 2000-2009

Átlagosan évi 25 körüli zivataros nappal számolhatunk, az utóbbi évek kissé emelkedő tendenciáját a 2007-es és 2008-as év magas száma okozza, ugyanakkor épp e 39 és 36 körüli értékek voltak jellemzők 1961-2000 között, míg 2002-2006 és 2009 zivataros napjainak 15-25 közötti alacsony száma csupán kétszer volt az 1961-2000 közötti 40 évben (ha nem számítjuk az 1961-1964 közötti valószínűtlenül alacsony 0-4 közötti értékeket) (Melléklet 4. ábra).

A fagyos, téli és zord napok száma 2000-2009 között csökkenő tendenciát mutat. Az utóbbi kettő küszöbnap elmúlt évi értékei az 1961-1990-es időszakban is jellemzőek voltak, viszont ha a fagyos napokat nézzük, látható például, hogy 2000-2009 között 6 db 90 alatti fagyos napú év volt (köztük az utóbbi négy), míg 1961-2000 közötti 40 évben mindössze 8 db, az is egymástól távoli években (Melléklet 5. ábra).

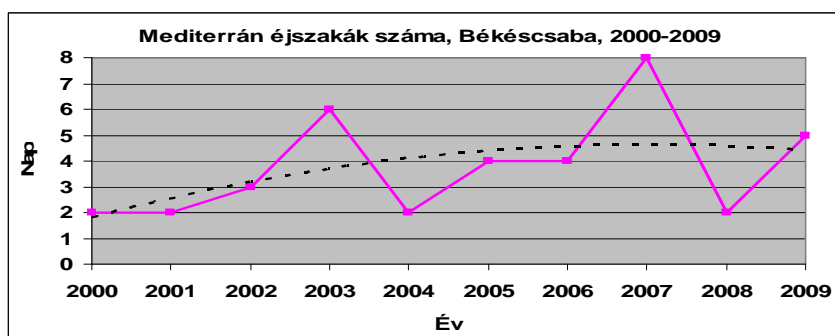
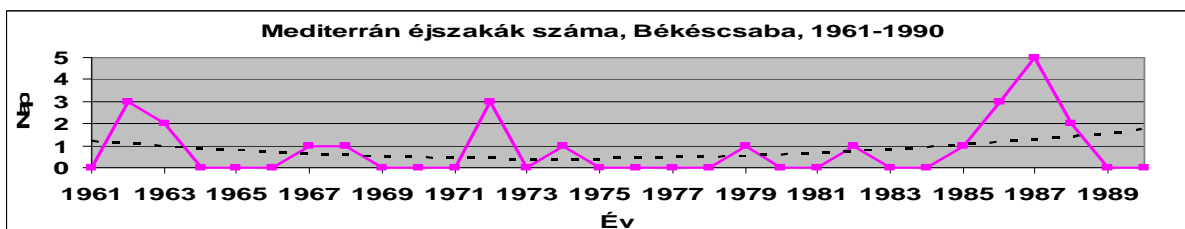
A meleg szélsőségű küszöbnapok számának 2000-2009-es átlaga jelentősen nagyobb, mint az 1961-1990-es és a 1971-2000-es sokévi átlag. Így nem meglepő, hogy például a nyári napok száma 1961-től számolva épp a 2009-es évben volt az eddigi legmagasabb (124) és 2003-ban is alig maradt el ettől (123) (Melléklet 6. ábra). A hőségnapokat tekintve megállapítható, hogy 1961-1990 között 33 ilyen nap volt a legtöbb egy év alatt, 2000-2009 között viszont mindössze három évben maradt ez alatt, a 2003-as és 2007-es 61 és 50 nap példátlanul magas, ahogy a Melléklet 7. ábráján is látható. Forró nap 1961-1990 között átlagosan majdnem 1 db volt, míg 2000-2009 között már közel 5 db-ot várhattunk. A standard

időszakban 0 vagy 1 db volt a jellemző, kétszer fordult elő a maximum, 4 db forró nap, míg 2000-ben 13, 2002-ben 7, 2003-ban 5, 2007-ben pedig 9 ilyen küszöbnap volt (12. ábra).



12. ábra – A forró napok száma, 1961-1990 és 2000-2009

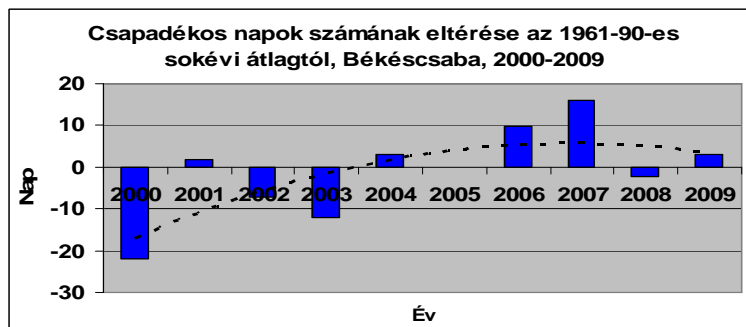
Hasonló tapasztalható a mediterrán (túl meleg) éjjelek számában is. 1997-ig majdnem minden második évben nem is volt túl meleg éjjel, 1997-től legkevesebb 2 db ilyen éj már minden évben előfordult. 1961-1990-ig – mint ahogy a 13. ábrán megfigyelhető - ritkaság volt a kettő vagy annál több mediterrán éjszaka, az utóbbi években viszont megszorodtak – néhány kiugróan magas érték is megjelent.



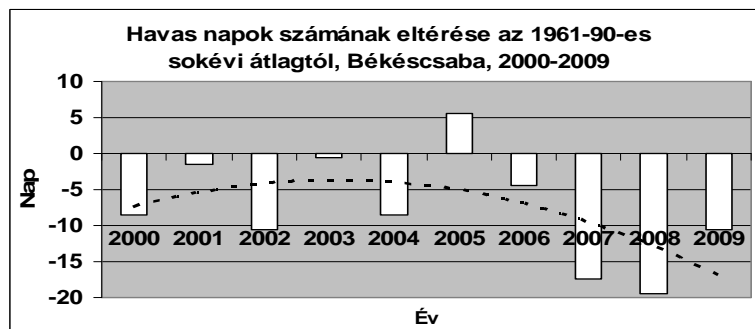
13. ábra – A túl meleg éjjelek száma, 1961-1990 és 2000-2009

A következőkben a jelző- és küszöbnapok utóbbi évekbeli átlagainak az 1961-1990-es és az 1971-2000-es sokévi átlagtól vett eltéréseit vizsgáltam és ábrázoltam. A csapadékos

napok a 14. ábrán láthatók. Emelkedő a tendencia, amely 2000 és 2002-2003 jelentős negatív (22, 7 és 12 nap) és 2006-2007 kiemelkedő pozitív (10 és 16 nap) anomáliáinak köszönhető. A többi évben csak minimális eltérések figyelhetők meg. Havas nap (15. ábra) csak 2005-ben volt több a sokévi átlagnál (6 nappal) és különösen az elmúlt három évben nagymértékben kevesebb, ezért csökkenő trend mutatkozik.

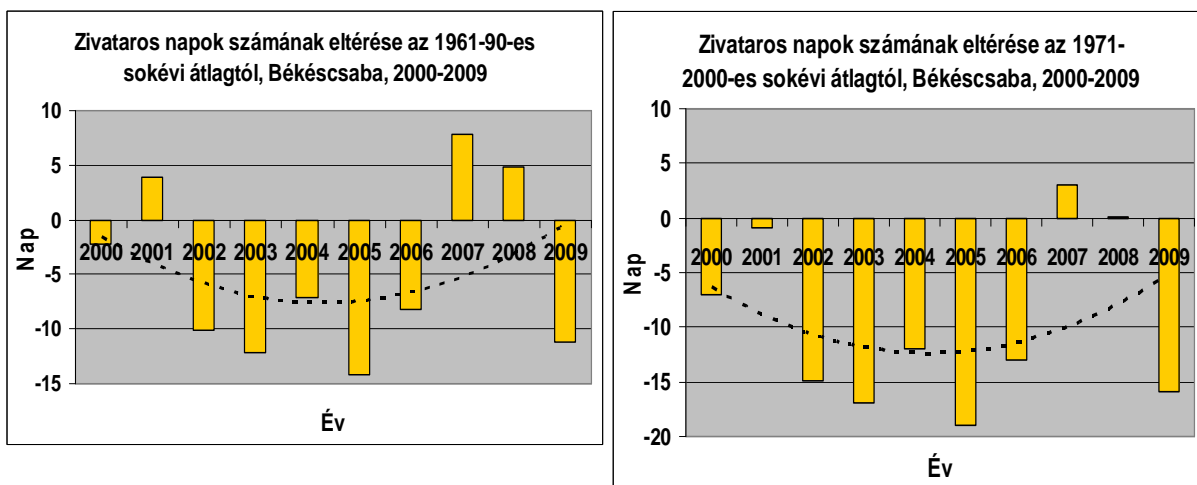


14. ábra – A csapadékos napok számának eltérése az 1961-1990-es időszakhoz képest



15. ábra – A havas napok számának eltérése az 1961-1990-es időszakhoz képest

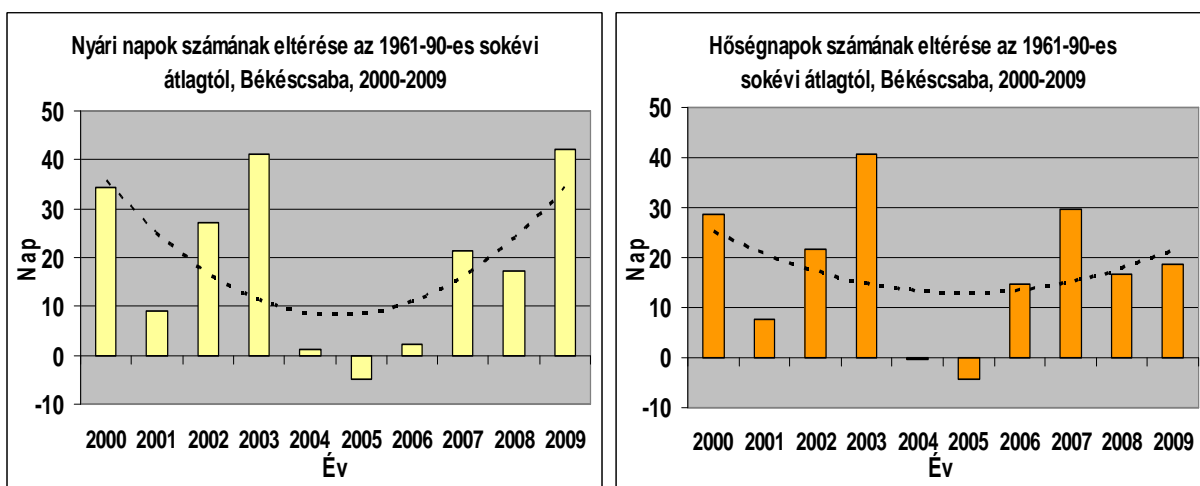
A zivataros napok terén is a negatív eltérés dominál. 2001, 2007 és 2008-ban volt több zivataros nap az 1961-1990-es sokévi átlagnál, míg az 1971-2000-esnél pedig már csak 2007-ben, a többi évben még nagyobb mértékű negatív anomália látható (16. ábra).



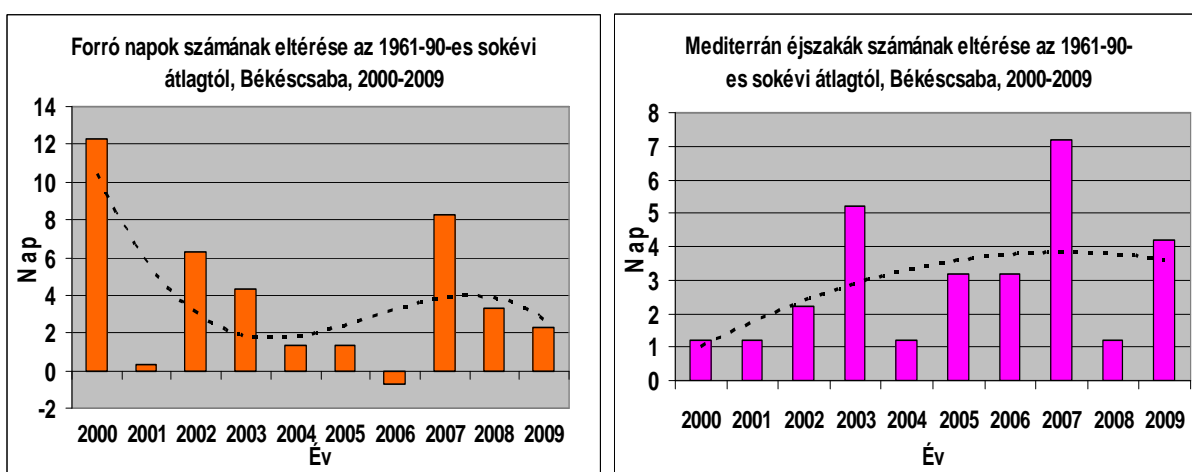
16. ábra – A zivataros napok számának eltérése az 1961-1990-es és az 1971-2000-es időszakoktól

A hideg küszöbnapok (zord, téli, fagyos) mindegyikénél negatív dominancia érvényesül, és hasonló képet mutatnak: 2003-ban markáns pozitív (16, 12 és 26 nap), míg 2007-2008-ban (és a fagyos nap esetén 2009-ben is) markáns negatív anomália (2007-ben -13, -11 és -34; 2008-ban -11, -13 és -22; a fagyos nap esetén 2009-ben -28 nap), a többi évben csak kicsi eltérés látható. A fagyos napok alakulását a *Melléklet 8. ábrája* mutatja.

Ha a meleg szélsőségű napokat nézzük, még egyöntetűbb megállapításokat tehetünk. A nyári napok esetében többlet érvényesül – eltekintve 2004-2006 minimális eltéréseitől –, méghozzá igen jelentős a pozitív eltérés: +9-42 nap, a legkisebb 2001-ben, míg a legnagyobb 2009-ben (*17. ábra*). A hőségnapok tekintetében csak 2005-ben találunk negatív értéket, 2004-ben stagnálást, a többi évben itt is számottevő többletet (+8-41 nap) láthatunk a *17. ábrán*. A nyári naphoz hasonlóan kiemelkedik a 2003-as év, de 2000 és 2007 is igen kiugró.



*17. ábra* – A nyári napok (balra) és a hőségnapok számának eltérése az 1961-90-es időszakhoz képest



*18. ábra* – A forró napok (balra) és a túl meleg éjszék számának eltérése az 1961-90-es időszakhoz képest

Forró nap csak 2006-ban negatív eltérésű (-1 nap), 2002-2003-ban és legnagyobb mértékben az emlékezetesen forró 2000 és 2007-ben (+12 és +8 nap) tér el jelentősen pozitív irányba a sokévi átlagtól. A mediterrán éjszaka az egyetlen küszöbnap, ahol mindegyik évben csak többletnap van, e paraméter esetén a 2009-es +4, a 2003-as +5 és a 2007-es +7 nap igazán nagy értéket jelent, hiszen a '61-90-es sokévi átlag még 1 napnál is kisebb (18. ábra).

Összegzésképpen megállapítható, hogy a hideg szélsőségű és a havas napok számának elmúlt évtizedek alatt lejátszódó csökkenő iránya a turisztika számára pozitívum, hasonlóan a zivataros napok kisebb száma is mindenképpen kedvező. Ugyanakkor a meleg szélsőségű küszöbnapok utóbbi évekbeli növekedése egy egyéntől függő határig előnyös, de a hőség-, még inkább pedig a forró napok és a túl meleg éjszék komoly növekvő üteme a fiziológiai és termikus stressz szempontjából hátrányos.

## 9.2 Bioklíma-elemzés a PET index alapján

Szemléletesebb turisztikai klimatológiai elemzés nyerhető, ha nem egy-egy meteorológiai mérőszámot (pl. a léghőmérsékletet) vizsgálunk, annak különböző átlagai és összegei alapján jellemezzük egy térség klímáját, hanem olyan komplex fogalmakat tekintünk, mint az emberi hőérzet, illetve a szervezetet érő klimatikus terhelés. Ily módon humán komfort és fiziológiai hőstressz értékelés készíthető, amely hasznos lehet például várostervezés céljából, de a turizmus szektor számára is. Az ilyen bioklimatológiai vizsgálatokhoz a meteorológiai paramétereken kívül a terület földrajzi, morfológiai, geometriai, illetve a klíma hatásainak kitett személy perszonális adatai is szükségesek. Ezen faktorokat a bioklíma indexek ötvözik.

A legelterjedtebb és a vizsgálatokhoz leghatékonyabb indexet, a fiziológiailag ekvivalens hőmérsékletet (PET) hívtam segítségül Gyula térségének bioklimatológiai elemzéséhez. Az indexet a RayMan-modell segítségével számoltam ki, amelyet a Freiburgi Egyetemen Andreas Matzarakis és munkatársai fejlesztettek ki. Elsősorban városi környezet bioklíma-vizsgálatához lett megalkotva, de más alkalmazott bioklimatológiai, például turisztikai klimatológiai kutatásokra is felhasználható.

A következő input paramétereket használtam fel a RayMan-modellhez:

1. *Meteorológiai paraméterek:* az OMSZ által rendelkezésemre bocsátott, a békéscsabai állomásokon mért napi levegőhőmérséklet (°C), relatív nedvesség (%), szélsebesség (m/s),



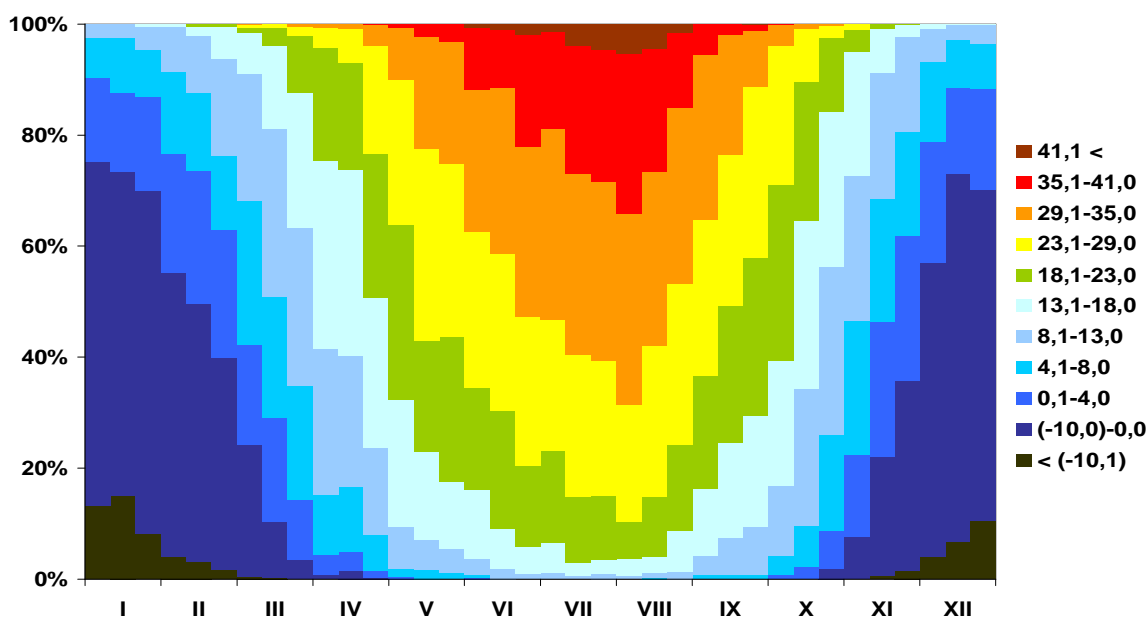
felhőborítottság (okta) adatok, az 1961.06.01-2009.12.31-es időszakra. A nemzetközi bioklimatológiai szakirodalomnak megfelelően a napi, 12 UTC-s adatokat használtam fel.

(Az 1961-es évet adathiány miatt csak június 1-jétől tudtam az elemzésbe vonni: a későbbiekben a bioklíma-diagramok, PET átlagok, hőstresszes napok vizsgálatánál figyelembe vettem a maradék hat hónapot, viszont nem ábrázoltam ezt az évet a kilógó éves átlagérték és a téli és tavaszi adathiány miatt az éves és évszakos PET átlag ábráin.)

2. *Földrajzi adatok:* az időszak állomásainak földrajzi szélesség, hosszúság koordinátái, tengerszint feletti magasságai, az időzóna.

3. *Perszonális adatok:* a nemzetközi szakirodalomban meghatározott standard értékeket használtam fel: 35 éves, 175 cm magas, 75 kg súlyú álló pozíciójú férfi, ruházata 0,9 clo, 80 W munkát végez.

Ezek alapján a program kiszámolta a 12 UTC-s PET értékeket. Majd dekádós relatív gyakoriságot számoltam minden évre, így elkészítettem a teljes időszak (1961-2009), illetve összehasonlítás céljából a standard klimatológiai időszakok (1961-1990 és 1971-2000), illetve az utóbbi 10 év (2000-2009) ún. bioklíma-diagramjait. A vízszintes tengelyükön az év napjai vannak dekádonként csoportosítva, míg a függőleges tengelyeken az egyes PET indextartományok relatív gyakorisága látható. A tartományokat a nemzetközi szakirodalomban elfogadott, s a korábbi 2. táblázatban (21. old.) látható hőérzet és fiziológiai stressz szint határok alapján tekintetem, amelyeket később hazánkban, majd Közép-Európában máshol is kiegészítettek a hideg oldalon két tartománnyal (-10,0-0,0 és < -10,1 °C). A teljes időszak bioklíma-diagramja a 19. ábrán látható.



19. ábra – Bioklíma-diagram a PET index alapján, Békéscsaba, 12 UTC, 1961-2009

Látható, hogy a komfortos PET tartomány zöld színnel van ábrázolva, az ettől egyre sötétebb árnyalatú meleg, illetve hideg színek egyre inkább magasabb, illetve alacsonyabb PET tartományokat képviselnek. Megfigyelhető, hogy július utolsó, de még inkább augusztus első dekádjában van kitéve a szervezet legnagyobb mértékben a meleg és extrém meleg stressznek, a komfort-tartomány pedig ekkor a legkisebb relatív gyakoriságú a turisztikai időszak alatt (május 1-szeptember 30.). Mindemellett leszűrhető, hogy például egy vízparti nyaralást erre az időszakra érdemes tervezni, ekkor várható a „legjobb idő”.

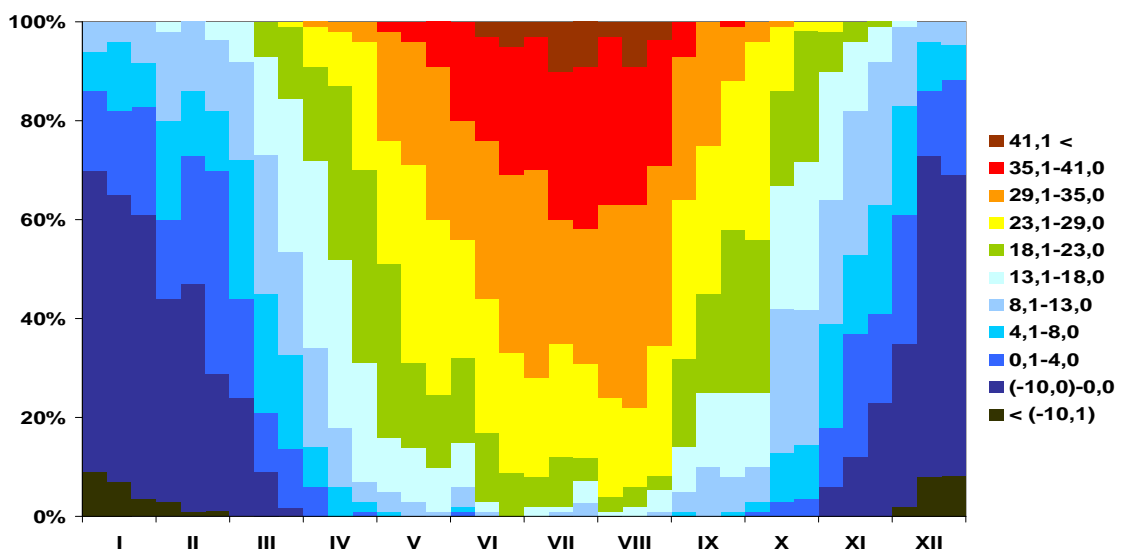
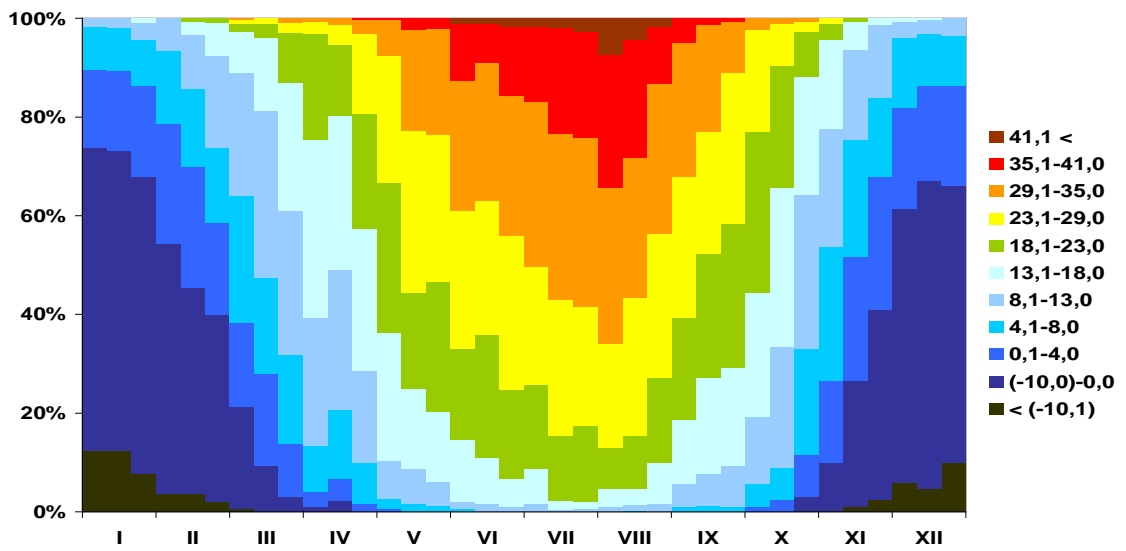
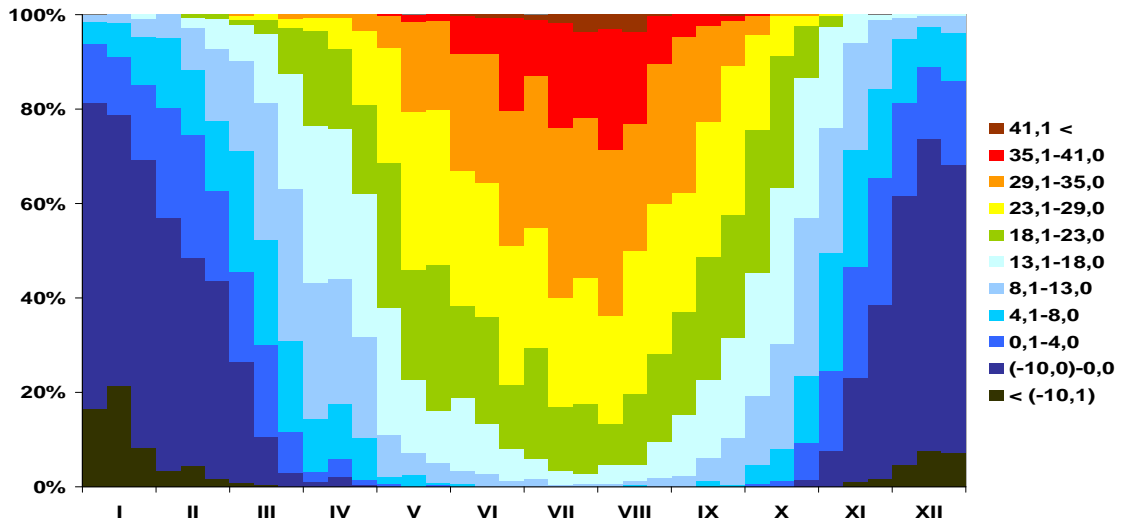
Az 5. táblázatban láthatjuk az éves, évszakos, illetve a turisztikai periódus PET átlagait a teljes időszakra és a neki megfelelő hőérzet és fiziológiai stressz szintet.

<b>PET (°C), 12 UTC</b>	<b>1961-2009</b>	<b>Hőérzet</b>	<b>Fiziológiai stressz szint</b>
<b>Éves</b>	14,6	kissé hűvös	gyenge hideg stressz
<b>Tavas</b>	15,4	kissé hűvös	gyenge hideg stressz
<b>Nyár</b>	29,1	meleg	közepes meleg stressz
<b>Ősz</b>	14,8	kissé hűvös	gyenge hideg stressz
<b>Tél</b>	-1,7	nagyon hideg (fagyos)	extrém hideg stressz
<b>Turisztikai idény</b>	26,8	kissé meleg	gyenge meleg stressz

5. táblázat – PET átlagok és a neki megfelelő hőérzet és stressz szint, Békéscsaba, 12 UTC, 1961-2009

Érdeemes megfigyelni, hogy láthatók-e különbségek, színeltolódások a bioklíma-diagramokon, ha a teljes időszak helyett rövidebb periódusokat, a két standard klimatológiai időszak (1961-1990 és 1971-2000), illetve az utóbbi 10 év (2000-2009) diagramjait tekintjük és hasonlítjuk össze (20. ábra). Látványos eltérések láthatók. Feltűnő, hogy egyre nagyobb teret hódítanak a meleg, és egyre kisebbet a hideg színek. A két standard időszak között is tapasztalhatók ezek a különbségek, még látványosabb viszont a 2000-2009-es diagram összevetése a többivel. A meleg és extrém meleg stresszes időszakok mindinkább hosszabb időszakot és nagyobb relatív gyakoriságot képviselnek, mintegy „szétterülnek” a meleg színek. Ugyanakkor a hideg és extrém hideg stresszt reprezentáló kék árnyalatú színek „összehúzódnak” az egymás utáni diagramokon. Kiemelendő, hogy a zöld színt képviselő komfortos, stressz nélküli időszakok gyakorisága a 2000-2009-es nyári időszakra kicsivé válik. Érdekeség, hogy az utóbbi években már nem augusztus első 10 napján a legnagyobb a meleg stressz, hanem július második és harmadik, ill. augusztus második dekádjában.

Összegzésképpen leszűrhető, hogy egyre nagyobb fokú meleg fiziológiai stressz éri a turistát, ezáltal pedig a diszkomfort érzetük növekszik.



20. ábra – Bioklíma-diagramok a PET index alapján, Békéscsaba, 12 UTC  
1961-1990 (felső), 1971-2000 (középső), 2000-2009 (alsó)

Következő lépésben kiszámoltam a három időszak éves, évszakos és a turisztikai idény PET átlagait és megfigyeltem, történtek-e változások (6. táblázat).

PET (°C), 12 UTC	1961-1990	1971-2000	2000-2009
Éves	14,2	14,2	16,0
Tavasza	15,0	15,2	17,2
Nyár	28,3	28,7	31,2
Ősz	14,6	14,1	16,1
Tél	-2,0	-1,4	-0,7
Turisztikai idény	26,1	26,3	28,6

6. táblázat – PET átlagok, Békéscsaba, 12 UTC, 1961-1990, 1971-2000 és 2000-2009

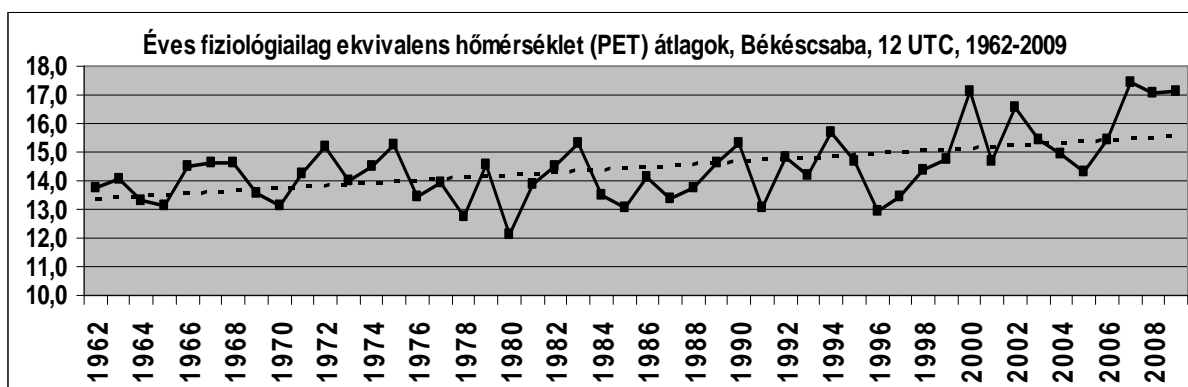
A 7. táblázat pedig a PET index átlagainak az egyes időszakok közötti változásait mutatja.

$\Delta$ PET(°C), 12 UTC	1971/2000-1961/1990	2000/2009-1971/2000
Éves	0,04	1,80
Tavasza	0,21	1,97
Nyár	0,45	2,52
Ősz	-0,47	1,97
Tél	0,61	0,74
Turisztikai idény	0,17	2,28

7. táblázat – A PET index időszakonkénti változásai, Békéscsaba, 12 UTC

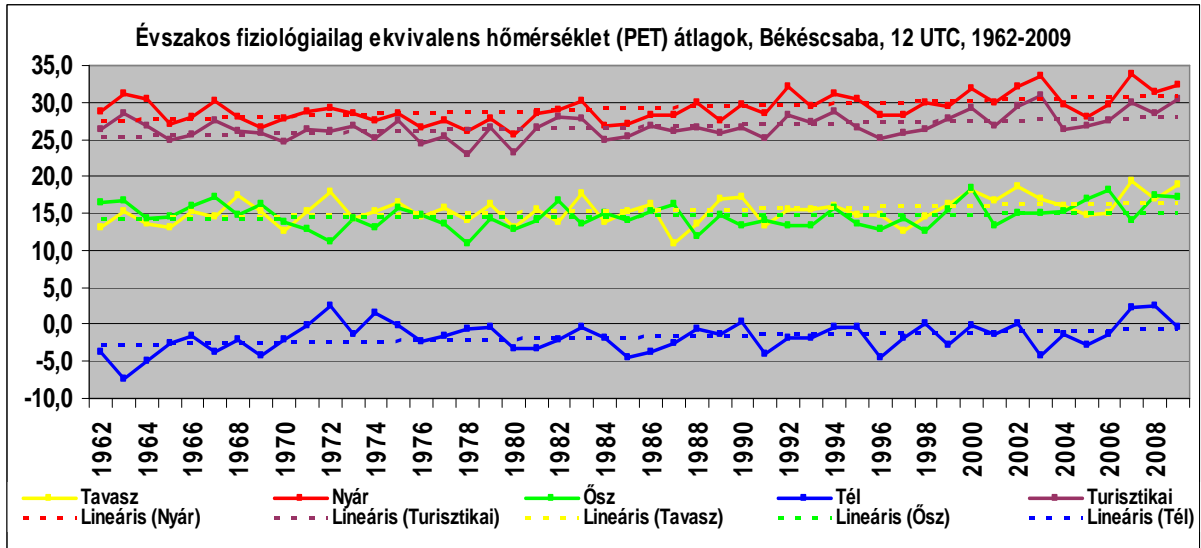
A két standard időszak között a legnagyobb mértékű PET átlag növekedés nyáron és télen van. Az utóbbi 10 évet is tekintve már sokkal nagyobb fokú emelkedés figyelhető meg. A téli évszakban nő a legkevésbé, külön kiemelendő viszont a nyári és a turisztikai idény hatalmas 2,52, illetve 2,28 °C-os PET növekedése. Ez megerősíti a bioklíma-diagramokon is látható változásokat, a meleg termikus stressz és a hőérzet növekvő, a hideg stressz csökkenő ütemét.

Az éves PET átlagok menete a 21. ábrán látható. Az értékek 12,1 °C (1980) és 17,4 °C (2007) között szóródnak. A trend növekvő, feltűnőek az utóbbi évek magasabb értékei. Évente átlagosan 0,07 °C-kal növekszik a PET értéke.



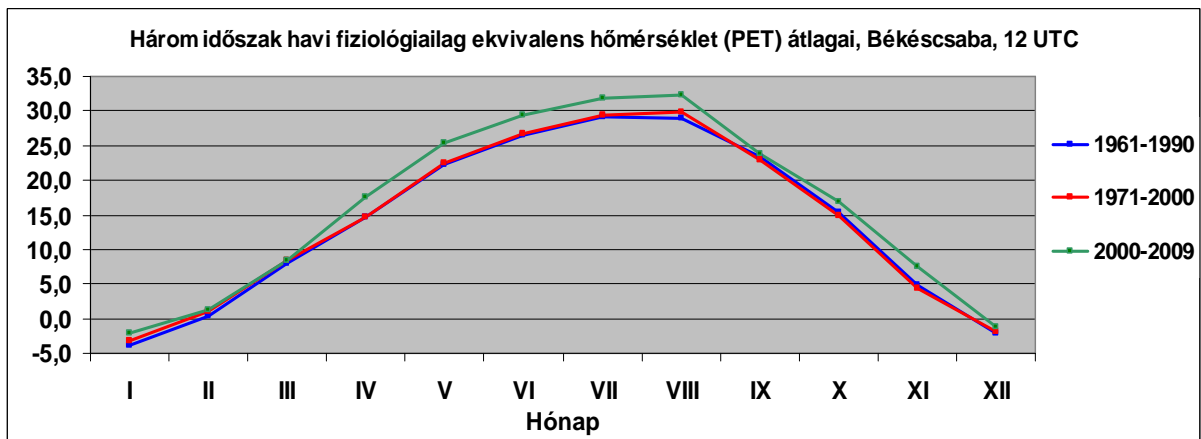
21. ábra – Éves fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet (PET) átlagok, Békéscsaba, 12 UTC, 1962-2009

Külön vizsgálva az évszakokat és a turisztikai időnyt látható, hogy a trend mindenhol növekvő, a legkisebb ősszel, 0,02 °C, télen 0,07 °C, nyáron 0,08 °C, míg tavasszal 0,12 °C. A turisztikai időnyben 0,09 °C a PET növekedés. A téli emelkedés kedvező (kisebb hideg stressz), a többi viszont előnytelen a turisták komfortérzete szempontjából (22. ábra).



22. ábra – Évszakas PET átlagok, Békéscsaba, 12 UTC, 1962-2009

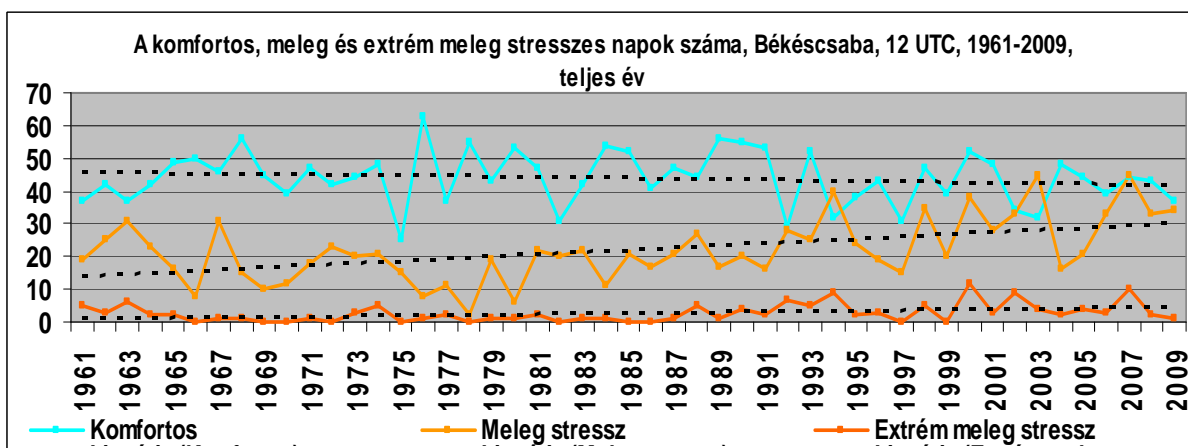
Megvizsgáltam a havi PET átlagok változásait is, összehasonlítottam a két standard időszak és az utóbbi évek havi meneteit, amelyek a 23. ábrán tekinthetők meg. Látható, hogy míg a két standard időszak között van átfedés, addig a 2000-2009-es értékek március kivételével már minden hónapban magasabbak a másik két időszaknál, különösen tavasz végén, nyáron és ősz végén. Az átlagos növekmény: 0,19 °C a két standard időszak között, 1,80 °C 2000-2009 ill. 1971-2000 és 1,99 °C 2000-2009 ill. 1961-1990 között.



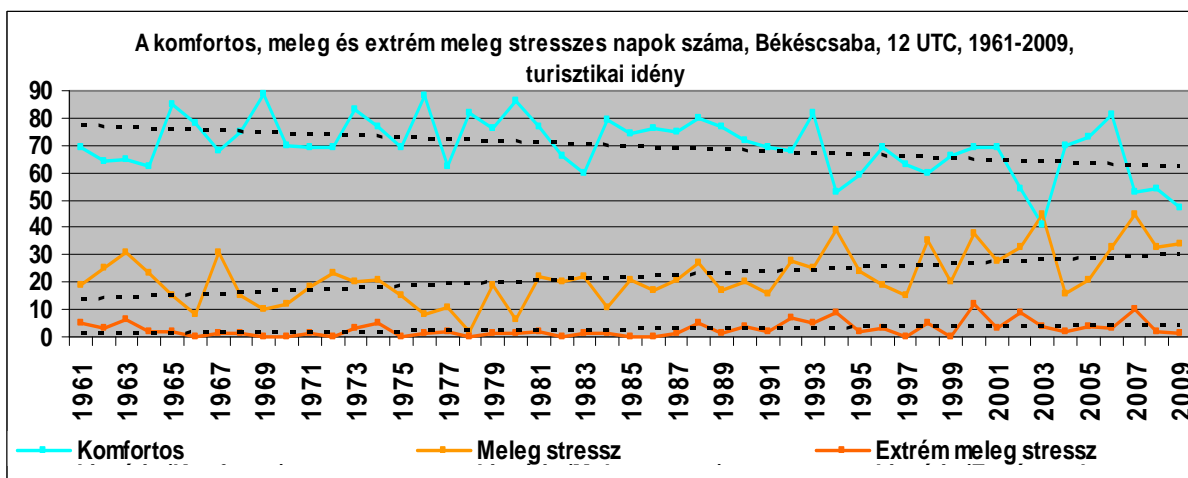
23. ábra – Három időszak havi PET átlagainak összehasonlítása, Békéscsaba, 12 UTC

Mivel a magas PET értékek a turisták komfortérzetét kedvezőtlenül befolyásolják, megvizsgáltam, hogyan alakult az elmúlt mintegy 50 évben a meleg és extrém meleg stresszes, illetve a komfortos napok száma. Az elemzést külön elkészítettem egész évre és csak a turisztikai szezonra (május 1-szeptember 30.). A nemzetközi szakirodalom alapján meleg stresszes napnak a 35 °C vagy afeletti, míg extrém meleg stresszesnek a 41 °C vagy afeletti PET-tel rendelkező napokat, komfortosnak pedig a teljes éves vizsgálatnál a 18-23 °C közötti, míg a turisztikai időny esetében pedig a 18-29 °C közötti napokat tekintettem.

A 24. ábra mutatja a teljes év, a 25. ábra pedig a turisztikai szezon vizsgálatát. A tendencia egyértelmű: a meleg és extrém meleg stresszes napok száma növekszik, míg a komfortos napok száma csökken. Különösen figyelemreméltó az utóbbi néhány év nagyobb mértékű változása.



24. ábra – Különböző stressz szintek változása a PET index alapján, Békéscsaba, 12 UTC, 1961-2009, teljes év



25. ábra – Különböző stressz szintek változása a PET index alapján, Békéscsaba, 12 UTC, 1961-2009, turisztikai periódus (május 1-szeptember 30.)

E kedvezőtlen, a turisták kényelmét negatív irányba befolyásoló trend megmutatkozik a 8. táblázatban bemutatott eredményeken is. A három időszakra kiszámoltam a stresszes napok sokévi átlagait. Látszik, hogy már a standard időszak alatt is megfigyelhetők a változások, míg az utóbbi évekre még nagyobb ütemű lett ez az előnytelen tendencia. A meleg és extrém meleg stresszes napok nagymértékben nőnek (12,6 ill. 2,5 nappal), míg a komfortos napok száma 2,6 nappal csökken. Az extrém eltérésekben komoly szerepet játszhat a 2007-es rendkívül intenzív és hosszan tartó hőhullám. Az időszakok közötti változások a 9. táblázatban láthatók.

Napok száma / Időszak	1961-1990	1971-2000	2000-2009
<b>Komfortos</b>	45,6	44,7	42,1
<b>Meleg stresszes</b>	17,7	20,0	32,6
<b>Extrém meleg stresszes</b>	1,6	2,5	5,0

8. táblázat – A stresszes napok sokévi átlagainak időszakonkénti összehasonlítása, Békéscsaba, 12 UTC

$\Delta$ Napok száma	1971/2000-1961/1990	2000/2009-1971/2000
<b>Komfortos</b>	-0,9	-2,6
<b>Meleg stresszes</b>	2,3	12,6
<b>Extrém meleg stresszes</b>	0,9	2,5

9. táblázat – A stresszes napok időszakonkénti változásai, Békéscsaba, 12 UTC

A bemutatott bioklimatológiai vizsgálatok legfontosabb mondanivalója, hogy a turisták számára hátrányos trend figyelhető meg klimatológiai szempontból. Mind nagyobb meleg és extrém meleg stressz éri őket, komfortérzetük pedig csökkenőben van. A gyógyulni, feltöltődni vágyó szervezet kevésbé tud alkalmazkodni az extrémebb fiziológiai stresszhatáshoz, csökkenhet a klíma jótékony hatása.

Az emelkedő PET értékek pedig melegező bioklimát jeleznek. Fontos kiemelni, hogy a PET index rendkívül komplex, sok input adatot tartalmazó volta miatt megfelelően képes reprezentálni egy térség bioklimáját és az egyén hőérzetét. A PET-tel történő vizsgálat a témában kevésbé jártasak, a pihenni vágyó turisták számára is hasznos információkat nyújt könnyű kezelhetősége, mindenki számára érthető °C-alapú skálája miatt. A bioklíma-diagramok közérthetően képesek mutatni a szervezetre ható klíma okozta hideg vagy meleg fiziológiai stresszt, melyet a mindennapi élet során mindenki tapasztal. Definíciója alapján bárki össze tudja hasonlítani a kinti és a benti (irodai) termikus állapotát.

## 10. Összefoglalás

Dolgozatomban Gyula kiemelt turisztikai célterület, gyógyhely éghajlatát és bioklimáját vizsgáltam 1961-2009 közötti meteorológiai adatok felhasználásával. A város és a várfürdő elhelyezkedése sajátos mikroklímát eredményez, melyet sokszor tapasztalok én is. A természeti környezet eredményeként hatékonyan érvényesülhet a klíma gyógyító hatása.

Kétféle módon végeztem elemzést: hagyományos meteorológiai elemek és bioklíma index segítségével. A hazai és nemzetközi szakirodalomban leggyakrabban vizsgált és példákkal bemutatott PET indexet használtam, amellyel megfelelően lehet jellemezni a bioklimát hazai klimatikus viszonyok közt. Célom volt megfigyelni, hogy az elmúlt mintegy ötven évben mekkora és milyen irányú változások történtek a térség éghajlatában. Az utóbbi tíz év átlagait hasonlítottam össze két korábbi standard klimatológiai időszak átlagaival meteorológiai paraméterek, küszöbnapok és a PET index alapján.

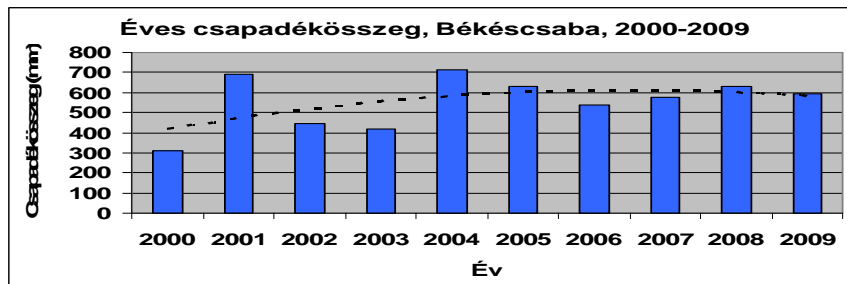
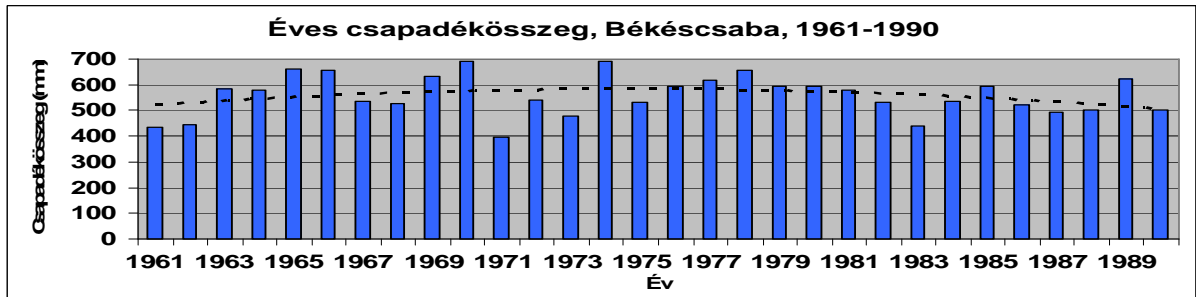
Az elemzések eredményei azt mutatják, hogy a meleg szélsőségű küszöbnapok esetében nagyfokú emelkedő tendencia figyelhető meg; hasonló látható a közép-, minimum- és maximumhőmérsékletek, illetve a napfénytartam terén is. A hideg küszöbnapokat csökkenő trend jellemzi, ez viszont kisebb mértékű, kevésbé látványos. Az utóbbi években a havas és zivataros napok számában is csökkenés tapasztalható. Ugyanakkor a csapadékösszegek és a csapadékos napok száma nem mutat lényeges változást. A PET index alapján elkészített bioklíma-diagramok a meleg fiziológiai stressz növekvő, a hideg stressz csökkenő ütemét mutatják. Egyre több meleg és extrém meleg stresszes nap terheli szervezetünket, ezáltal a diszkomfort érzetünk erősödik.

A vizsgálatok egyik legfontosabb következtetése, hogy a csapadékösszeget és a csapadékos napok számát kivéve minden más elemzett paraméter esetén az utóbbi tíz évben sokkal nagyobb mértékű változás történt, mint korábban. Erősödő melegedő trend látható a klímában és bioklimában, emiatt a pihenni vágyók komfortérzete a nyári félévben csökkenhet.

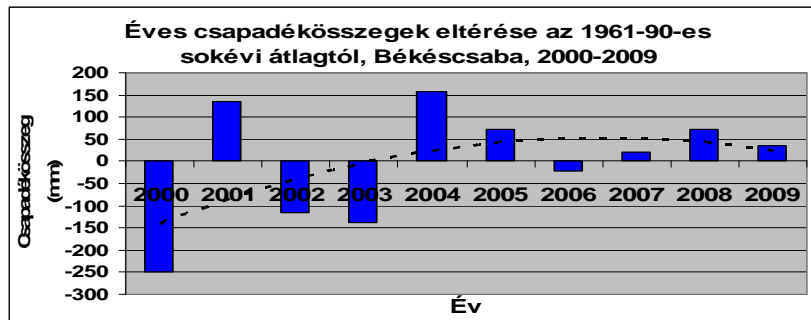
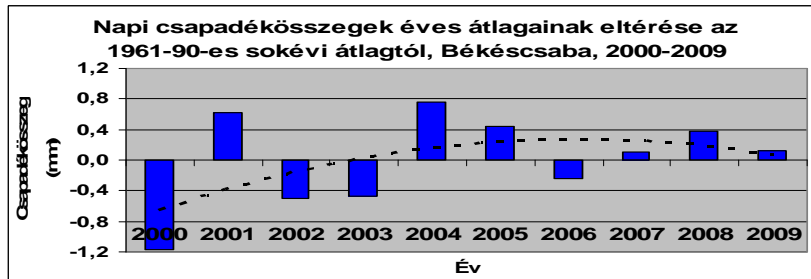
Kétséget kizáróan változik a klíma, ami a turizmus szektorra is hatással van és lehet, ha a trend marad. Pozitívum lehet a gazdaságnak a turisztikai szezon hosszabbodása, a nagyobb fajlagos költség. Negatív hatás lehet a túlszűfolt strandok, a megnövekedő turistaforgalom, mely a gyógyhelyek szempontjából fokozottan hátrányos. Bizonyos extrém időjárási események (viharok, hőhullám) is korlátozó tényezők lehetnek. A látható melegedés fokozódó fertőzéseket (pl. szalmonella) vonhat magával. E lehetséges hatások miatt komplex tervek kidolgozására van szükség a fenntartható turizmus érdekében, amiben a klimatológusoknak is nagy szerep jut.



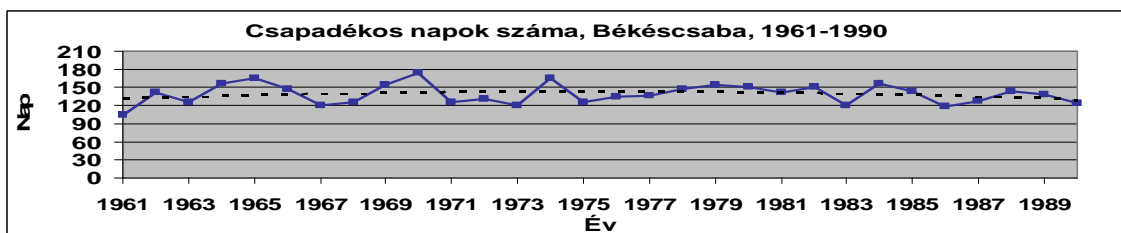
## Melléklet

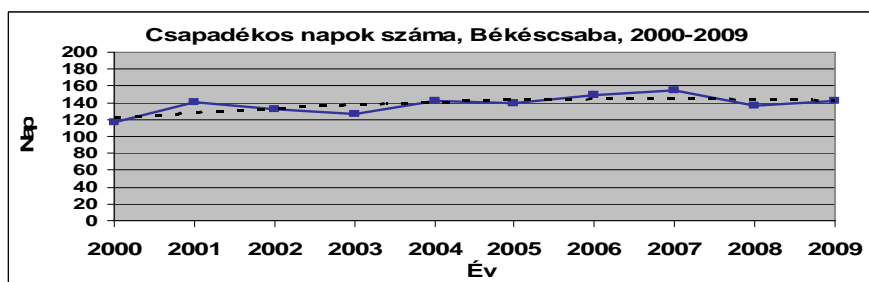


1. ábra – Évi csapadékösszegek, 1961-1990 és 2000-2009

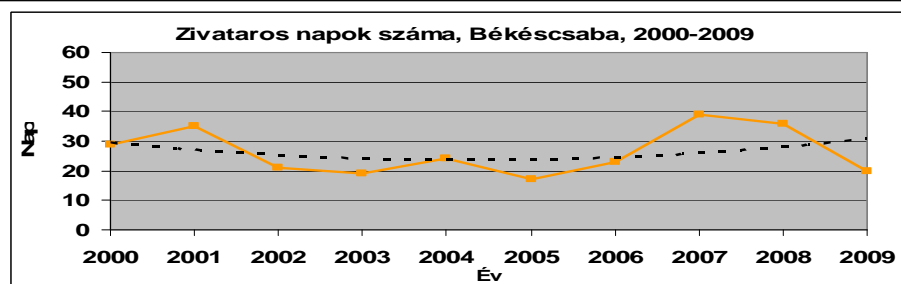
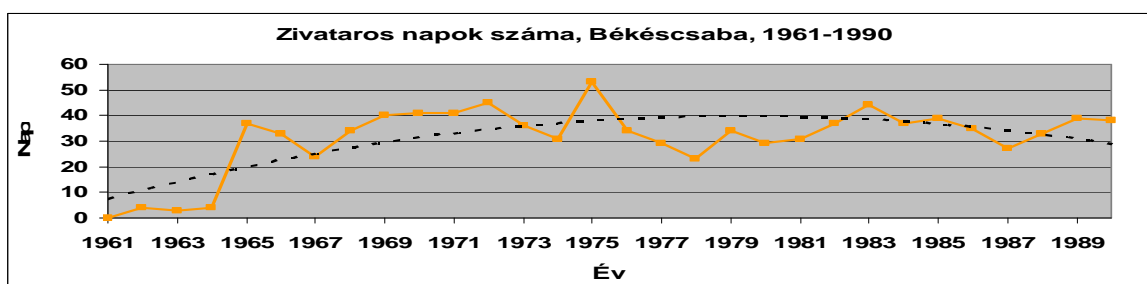


2. ábra –A napi (fent) és évi (lent) csapadékösszegek eltérése az 1961-1990-es időszakhoz képest

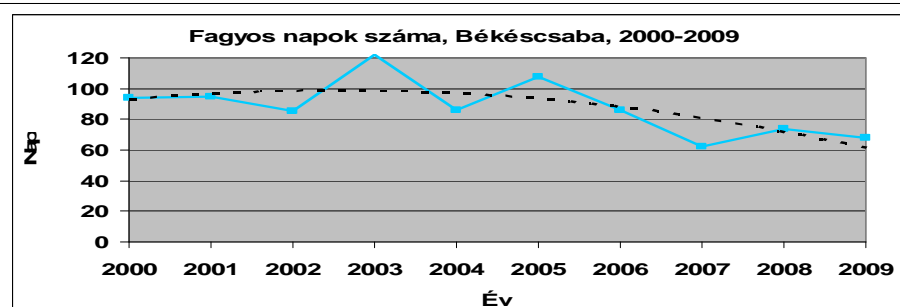
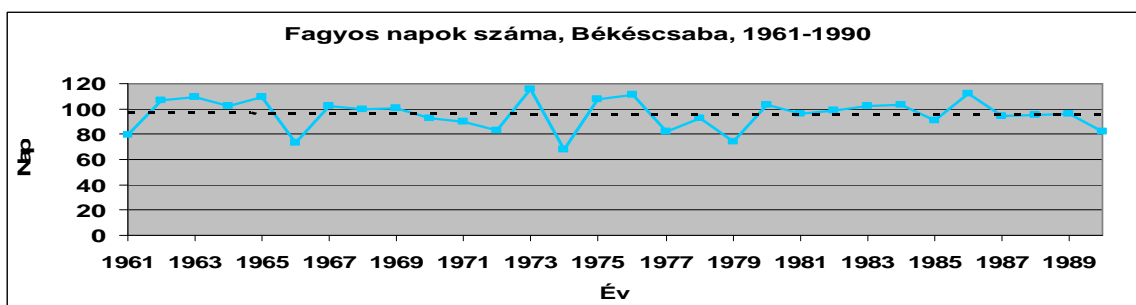




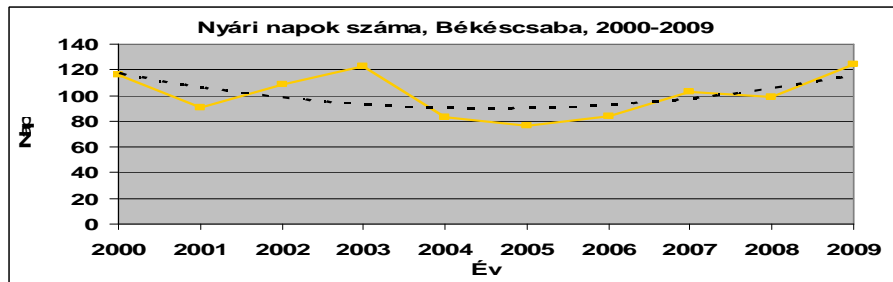
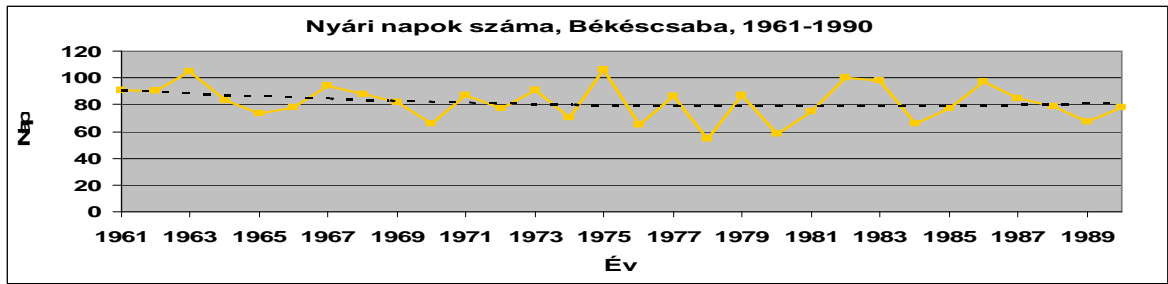
3. ábra – A csapadékos napok száma, 1961-1990 és 2000-2009



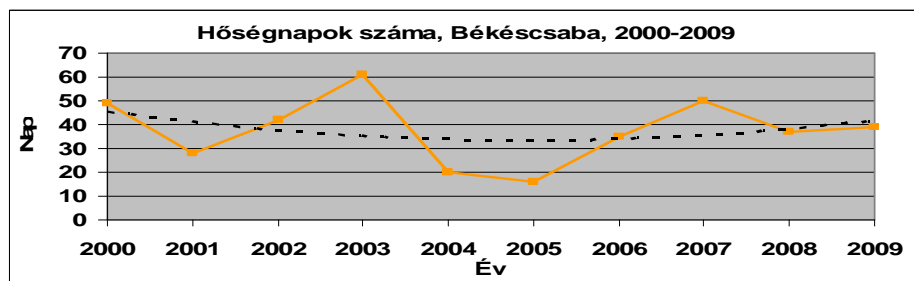
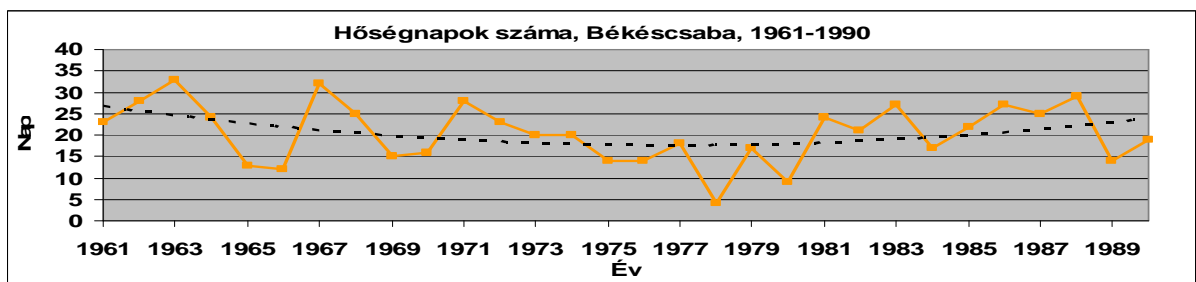
4. ábra – A zivataros napok száma, 1961-1990 és 2000-2009



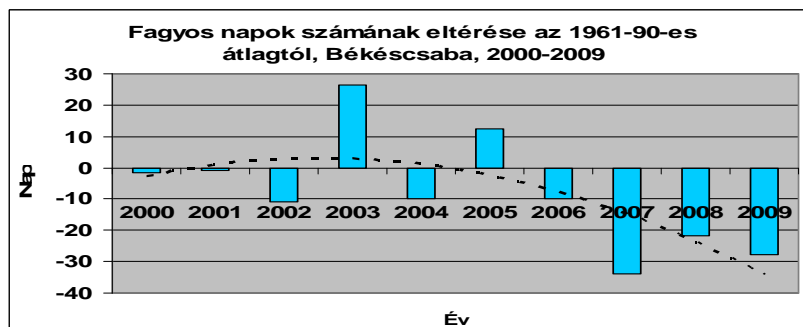
5. ábra – A fagyos napok száma, 1961-1990 és 2000-2009



6. ábra – A nyári napok száma, 1961-1990 és 2000-2009



7. ábra – A hőségnapok száma, 1961-1990 és 2000-2009



8. ábra – A fagyos napok számának eltérése az 1961-1990-es időszakhoz képest

## **Köszönetnyilvánítás**

Szeretném megköszönni témavezetőm, Németh Ákos segítségét, javaslatait, a felmerült gondok orvoslását.

Hálával tartozom Havasi Ágnes tanszéki konzulensemnek hasznos tanácsaiért, gyors segítségnyújtásaiért.

Köszönöm az Országos Meteorológiai Szolgálatnak az adatsorokhoz való hozzáférést, a problémák megoldásában nyújtott segítséget.

Végül, de nem utolsósorban hálás vagyok Nővéremnek, aki a szakdolgozatírás tapasztalataival felvértezve végig lelkesített és biztatást nyújtott.

## Irodalomjegyzék

- Ambrus, Z. (1999): *Békés megye kézikönyve*. Ceba Kiadó, Hatvan, p. 857
- Bagyinszki, Z., D. Nagy, A. (2003): *Gyula régen és ma, I. kötet*. Gyulai Évszázadok Alapítvány, Gyula, p. 112
- Bártfay, E. (1997): *A humánmeteorológia alapjai*, pp. 619-630. In: Szász, G., Tőkei L. (szerk.): *Meteorológia: mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 722
- Bodnár, L. (2005): *Az idegenforgalom hazai és nemzetközi vonatkozásai*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, p. 382
- Fanger, P. O. (1972): *Thermal Comfort*. McGraw Hill, New York
- Gulyás, Á., Unger, J., Matzarakis, A. (2004): A városi környezet mikroklimatikus jellemzőinek bioklimatológiai szempontú elemzése Szeged példáján. *Hungarian Geographical Conference*, 2004, p. 11
- Gulyás, Á., Unger, J., Matzarakis, A. (2005): Eltérő belvárosi mikrokörnyezetek hatása a humán bioklimatikus komfortérzetre. *Légtér*, **50/1**: 9-14
- Freitas, C. R. de (2003): Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *Int. J. Biometeorol.*, **48/1**: 45-54
- Höppe, P. R. (1992): Ein neues Verfahren zur Bestimmung der mittleren Strahlungstemperatur im Freien. *Wetter und Leben*, **44**: 147-151
- Höppe, P. R. (1993): Heat balance modelling. *Experientia*, **49/9**: 741-746
- Höppe, P. R. (1999): The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int. J. Biometeorol.*, **43/2**: 71-75
- Hutiray, J. (1998): *Turisztikai alapismeretek*. Kereskedelmi és Idegenforgalmi Továbbképző Kft., Budapest, p. 76
- Kaspar, C., Fekete, M. (1997): *Turisztikai alapismeretek. 1.füz. A turizmus mint tantárgy, a turizmus alanya és tárgya*. Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Főiskola, Magyar-Svájci Turisztikai Továbbképző Intézet, Budapest, p. 116
- Kis-Kovács, G. (2008): *Emberi hőérzet, hőhatás, hőstressz*, pp. 51-69. In: Holicska, Sz. (szerk.): *Emberpróbáló időjárás: orvosmeteorológiáról mindenkinek*. Athenaeum 2000 Kiadó, Budapest, p. 255

- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M. G. (1999): Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int. J. Biometeorol.*, **43**/2: 76-84
- Matzarakis, A. (2002): Validation of modelled mean radiant temperature within urban structures. *AMS Symposium on Urban Environment*, Norfolk, UK, 7.3.
- Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H. (2007): Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the RayMan model. *Int. J. Biometeorol.*, **51**/4: 323-334
- Mayer, H., Höppe, P. R. (1987): Thermal comfort of a man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, **38**/1: 43-49
- Mayer, H., Matzarakis, A. (1998): Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component. *Proceedings of the Int. Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island*, Fujisawa-Japan, pp. 155-168
- Németh, Á. (2008): *Bioklimatológia*, pp. 180-200. In: Holicska, Sz. (szerk.): *Emberpróbáló időjárás: orvosmeteorológiáról mindenkinek*. Athenaeum 2000 Kiadó, Budapest, p. 255
- Nikolopoulou, M., Steemers, K. (2003): Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, **35**/1: 95-101
- Rákóczi, F., Drahos, Á., Ambrózy, P. (2002): *Magyarország gyógyhelyeinek éghajlata*. Oskar Kiadó, Szombathely, p. 143
- Schuh, A. (2009): *Bioklíma: az időjárás hatása az ember egészségére*. Corvina, Budapest, p. 138
- Szelekovszky, L. (2008): *Kastélyok és kúriák Békés megyében*. Körös-Maros Nemzeti Parkért Egyesület, Békéscsaba, p. 107
- Vajda, R., Vadas, V. (1990): *Magyarország gyógyidegenforgalma I-II*. Kereskedelmi és Idegenforgalmi Továbbképző Vállalat, Budapest
- VDI (1998): *Methods for the human-biometeorological assessment of climate and air hygiene for urban and regional planning*. Part I: Climate, VDI guideline 3787, Beuth, Berlin

Internet:

Az egészségügyről szóló 1997. évi CLIV. törvény

74/1999. (XII.25.) EüM rendelet (a természetes gyógytényezőkről)

Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Országos Gyógyhelyi és Gyógyfürdőügyi

Főigazgatósága: <http://www.antsz.hu/portal/portal/ogyfi.html>

(klí, n.d.) [http://www.geolinde.musin.de/klima/stadt/klima\\_bel4.jpg](http://www.geolinde.musin.de/klima/stadt/klima_bel4.jpg).