

Terápiás lehetőségek és eredmények extrém földtani környezetben

Juhász Eleonóra

gyógytornász, antropológus-humánbiológus

Doktori (PhD) értekezés

Tudományos témavezető:

Dr. Lénárt László

c. egyetemi docens, PhD

Doktori Iskola vezetője:

Prof. Dr. Dobróka Mihály

egyetemi tanár

Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola

Miskolci Egyetem

Miskolc, 2018.

Tartalomjegyzék

Ábrajegyzék.....	4
Táblázatjegyzék.....	6
Rövidítések	8
Szómagyarázat.....	9
1. Bevezetés.....	12
2. Célkitűzés	14
3. Szakirodalmi áttekintés	15
3.1. A vizsgálati terület bemutatása	15
3.2. Természetes gyógytényező, gyógybarlang, gyógyhely	17
3.3. Hazai gyógybarlangok	18
3.4. Barlangi hatótényezők biológiai hatásai, azok mértékének és vizsgálatának optimumai	21
3.5. Terápiás célú klímavizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlangban	25
3.5.1. Csepegés-hozammérés módszertana és eredményei	26
3.5.2. Léghőmérséklet-mérés módszertana és eredményei	29
3.5.3. Hőtérképezés módszertana és eredményei	32
3.5.4. Radon-mérés módszertana és eredményei	35
3.5.5. Páratartalom-mérés módszertana és eredményei	39
3.5.6. Huzatmérés módszertana és eredményei.....	40
3.5.7. Porkoncentráció-mérés módszertana és eredményei.....	42
3.5.8. A relatív páratartalom és hőmérséklet egyidejű mérésének módszertana és eredményei	43
3.5.9. A levegő kémiai, bakteriológiai, mikrobiológiai és a víz kémiai vizsgálatának módszertana és eredményei.....	43
3.6. Terápiás célú klímavizsgálatok a miskolctapolcai Tavas-barlangban	47
3.6.1. Feltárt források a Tavas-barlangban.....	47
3.6.2. Léghőmérséklet-mérés módszertana és eredményei	48
3.6.3. Páratartalom-mérés módszertana és eredményei	50
3.6.4. Radon-mérés módszertana és eredményei	50
3.6.5. Huzatmérés módszertana és eredményei.....	51
3.6.6. A levegő kémiai vizsgálatának módszertana és eredményei	52
3.6.7. Levegő-mikrobiológiai mérések módszertana és eredményei	53

3.7. A légző- és keringési rendszer jellemzői nyugalomban és terhelés alatt.....	54
3.8. Légúti szűkülettel járó kórképek.....	54
3.9. Fizioterápia a rehabilitációban.....	55
3.10. Evidenciák a szpeleoterápiában.....	57
4. Módszerek	58
4.1. Klímaparaméter vizsgálatok	58
4.2. Gyógyászati vizsgálatok	60
4.2.1. Vizsgált személyek.....	60
4.2.2. Vizsgálati módszerek	61
4.2.3. Kezelések	65
4.3. Adatfeldolgozás	69
5. Eredmények.....	71
5.1. Klíma vizsgálatok eredményei.....	71
5.1.1. Műszerek pontosságának ellenőrzése.....	71
5.1.2. Mérési eredmények	74
5.2. Gyógyászati vizsgálatok eredményei.....	89
5.2.1. Mozgásszervi résztvevők kiindulási állapota objektív paraméterek alapján	89
5.2.2. Légzőszervi betegek kiindulási állapota objektív paraméterek alapján	91
5.2.3. Kezelések eredményessége	95
5.2.4. Szaturáció-mérés eredményei	101
5.2.5. Szubjektív paraméterek eredményei kezelés előtt és után	102
6. Következtetések.....	106
Summary.....	127
Köszönetnyilvánítás	128
Irodalomjegyzék	129
Közlemények	137
Mellékletek jegyzéke.....	140

Ábrajegyzék

3-1. ábra Vizsgálati és adatszolgáltató helyek térképi elhelyezkedése (Saját szerkesztés).	15
3-2. ábra A Szent István-barlang alaprajza (Forrás: http://www.geocaching.hu)	16
3-3. ábra A Tavas-barlang alaprajza az 1997-es barlangfelmérés alapján (Forrás: Lénárt, 2016)	16
4-1. ábra UC Mote Mini vezeték nélküli szenzor	58
4-2. ábra A klímavizsgálat mérési helyei szenzor azonosítókkal a barlangfürdő alaprajzán	59
4-3. ábra Testsúlymérés az Egészségügyi Kar egyik gyakorlójában (Saját fotó)	61
4-4. ábra Az Újcsarnok medence és a Régi-barlang találkozási pontja (Saját fotó)	65
4-5. ábra Vízalatti torna az Újcsarnok medencében az Újdögöny mellett (Saját fotó)	66
4-6. ábra Vízalatti torna a miskolctapolcai tornamedencében (Saját fotó)	66
4-7. ábra Légzőtorna a lillafüredi gyógybarlang Fekete-termében (Saját fotó)	67
4-8. ábra A miskolctapolcai Tavas-barlang (Barlangfürdő) galériája (Saját fotó)	68
4-9. ábra Klímateri pihenés a miskolctapolcai Tavas-barlang (Barlangfürdő) galériáján (Saját fotó)	68
4-10. ábra Légzőtorna a miskolctapolcai Tavas-barlang (Barlangfürdő) galériáján (Saját fotó)	69
5-1. ábra A nyári méréssorozat kalibrálási időszakának hőmérséklet eredményei	71
5-2. ábra A nyári méréssorozat kalibrálási időszakának páratartalom eredményei	72
5-3. ábra A nyári méréssorozat kalibrálási időszakának légnyomás eredményei	72
5-4. ábra Az őszi méréssorozat kalibrálási időszakának hőmérséklet eredményei	73
5-5. ábra Az őszi méréssorozat kalibrálási időszakának páratartalom eredményei	73
5-6. ábra A Termál-forrás mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei a nyári mérés során	74
5-7. ábra A Termál-forrás mérőhely légnyomás eredményei a nyári mérés során	75
5-8. ábra A Barlang kijárata mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei a nyári mérés során	75
5-9. ábra A Barlang bejárata mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei a nyári mérés során	76
5-10. ábra A Barlang belső mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei a nyári mérés során	76
5-11. ábra A Barlang belső mérőhely légnyomás eredményei a nyári mérés során	77
5-12. ábra A barlang léghőmérséklet eredményei a nyári mérés során	77
5-13. ábra A barlang páratartalom eredményei a nyári mérés során	78
5-14. ábra A barlang légnyomás eredményei a nyári mérés során	78
5-15. ábra Felszíni óránkénti léghőmérséklet értékek a nyári mérés során	79
5-16. ábra Felszíni csapadék értékek a nyári mérés során	79
5-17. ábra A Barlang kijárata mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei az őszi mérés során	80
5-18. ábra A Barlang belső mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei az őszi mérés során	80

5-19. ábra A Termál-forrás mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei az őszi mérés során	81
5-20. ábra A Barlang bejárata mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei az őszi mérés során	81
5-21. ábra A barlang léghőmérséklet eredményei az őszi mérés során	82
5-22. ábra A barlang páratartalom eredményei az őszi mérés során	82
5-23. ábra Felszíni léghőmérséklet értékek az őszi mérés során	83
5-24. ábra Felszíni csapadék értékek az őszi mérés során	83
5-25. ábra A Termál-forrás vízhőmérséklete 2012- 2014. években	84
5-26. ábra A felszíni óránkénti hőmérséklet 2013. június-július időszakban	86
5-27. ábra A Barlang belső mérőhely hőmérséklet eredményei 2013. június-július időszakban	86
5-28. ábra A felszíni óránkénti hőmérséklet 2013. szeptember-október időszakban	86
5-29. ábra A Barlang belső mérőhely hőmérséklet eredményei 2013. szeptember-október időszakban	87
5-30. ábra Légzőszervi betegek funkcionális súlyossági szintjei standard limitek alapján (n=98)	94
5-31. ábra A Szent István-barlang függőleges vetülete (Saját szerkesztés Székely (2003) alapján)	98
5-32. ábra Klímateri és kórházi szaturáció-mérés átlagértékei csoportonként	101
5-33. ábra Egészségesek, mozgásszervi problémával élők és légzőszervi betegek SF-36 normaértékei	103

Táblázatjegyzék

3-1. táblázat A csepegés-hozamok átlagértékei évenként (ml/óra) (Lénárt, 2003)	27
3-2. táblázat A csepegés-hozamok statisztikai értékelése az 1990-2003 évek adatai alapján (ml/óra) (Lénárt, 2003)	29
3-3. táblázat Léghőmérsékleti átlagértékek évenként (°C) (Lénárt, 2003)	30
3-4. táblázat A léghőmérséklet statisztikai értékelése az 1989-2003 évek adatai alapján (°C) (Lénárt, 2003)	32
3-5. táblázat A Fekete-teremben mért maximális hőmérsékletemelkedések (°C) (Saját szerkesztés Lénárt (1994) és Lénárt (1995) nyomán)	33
3-6. táblázat A Fekete-terem radon-aktivitáskoncentrációjának átlagai szezonálisan 1992-1997 évek adatai alapján (Bq/m ³)(Lénárt, 1997).....	36
3-7. táblázat A radon-koncentráció statisztikai értékelése az 1992-1997 évek adatai alapján (Bq/m ³) (Lénárt, 1998)	37
3-8. táblázat Páratartalom átlagértékek évenként (%) (Lénárt, 2003)	39
3-9. táblázat A páratartalom statisztikai értékelése az 1994-2003 évek adatai alapján (%) (Lénárt, 2003)	40
3-10. táblázat A relatív páratartalom és hőmérséklet egyidejű mérésének adatai mérési helyenként (Saját szerkesztés Karlowitz, Varga, (2001) alapján)	43
3-11. táblázat Számított Ca és Mg aeroszol koncentrációk a levegőben (Lénárt, 2009)	45
3-12. táblázat A csepegő víz Ca és Mg tartalma (Lénárt, 2009)	46
3-13. táblázat Az aeroszol mintavétel környezetében lévő közetek és a képződmény összetétele (Lénárt, 2009).....	46
3-14. táblázat A léghőmérséklet statisztikai értékelése (°C) (Lénárt, Munkácsi, 1997)	49
3-15. táblázat A radon-aktivitáskoncentráció átlagai (Saját szerkesztés Lénárt, Munkácsi (1997) alapján).....	50
4-1. táblázat A klímavizsgálati mérési helyek, időszakok és a szenzorok azonosítói.....	59
5-1. táblázat A nyári méréssorozat kalibrálásának statisztikai eredményei	72
5-2. táblázat Az őszi méréssorozat kalibrálásának statisztikai eredményei	73
5-3. táblázat A Barlang belső mérőhely hőmérséklet és páratartalom eredményeinek statisztikai jellemzői	84
5-4. táblázat A Termál-forrás és a Barlang belső mérőhely légnyomás eredményeinek statisztikai jellemzői	85
5-5. táblázat Felszíni léghőmérséklet statisztikai jellemzői	85
5-6. táblázat A Termál-forrás, a Barlang bejárat és Barlang kijárat mérőhelyek mérési eredményeinek statisztikai jellemzői a nyári mérés során.....	87
5-7. táblázat A Termál-forrás, a Barlang bejárat és Barlang kijárat mérőhelyek mérési eredményeinek statisztikai jellemzői az őszi mérés során.....	87
5-8. táblázat Mozgásszervi résztvevők adatainak leíró statisztikája kezelés előtt csoportonként (n=70).....	89
5-9. táblázat Kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelés előtt a mozgásszervi résztvevőknél (n=70)	90
5-10. táblázat A diagnózisok gyakoriság eloszlása csoportonként a légzőszervi betegek körében (n=114)	91

5-11. táblázat Légzőszervi betegek adatainak leíró statisztikája kezelés előtt csoportonként (n=114)	92
5-12. táblázat Kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelés előtt a légzőszervi betegeknél (n=114)	93
5-13. táblázat Kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelés után a mozgásszervi résztvevőknél (n=67)	96
5-14. táblázat Járási sebesség kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelés előtt és után a légzőszervi betegeknél.....	98
5-15. táblázat Kérdőív normaértékeinek leíró statisztikája kezelés előtt csoportonként (n=184)	102
5-16. táblázat Padló érték gyakoriság eloszlása csoport és terápiás helyszín szerint.....	104
5-17. táblázat Kérdőív normaértékeinek leíró statisztikája kezelés után csoportonként (n=160)	104
6-1. táblázat Saját készítésű funkcionális mérőskála paraméterei és értékhatárai	123
6-2. táblázat Két módszerrel meghatározott funkcionális kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelések előtt.....	124
6-3. táblázat Két módszerrel meghatározott funkcionális kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelések után.....	125

Rövidítések

AB	asthma bronchiale
AP	akaratlagos apnoe idő
BMI	Body Mass Index, testtömeg-index
BP	testi fájdalom dimenzió
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease, krónikus obstruktív légzőszervi megbetegedés
FEV ₁	forszírozott kilégzési térfogat az első másodpercben
FEV ₁ %	a FEV ₁ érték százalékos aránya a referenciaértékekhez
GH	általános egészség dimenzió
ISZB	ischaemiás szívbetegség
MH	mentális egészség dimenzió
OGYFI	Országos Gyógyhelyi és Gyógyfürdőügyi Főigazgatóság
P	pulzusszám
RE	érzelmi szerep dimenzió
PF	fizikai működés dimenzió
REP	COPD következtében kialakult funkciózavar miatt szükséges rehabilitáció ellátási program
RP	fizikai szerep dimenzió
SF	szociális működés dimenzió
SF-36	Medical Outcome Study Questionnaire Short Form 36-item, életminőséget vizsgáló általános kérdőív
SZAT	szaturációs érték
VT	vitalitás dimenzió
6MWD	6 Minute Walk Distance, 6 perces járásteszt

Szómagyarázat

Akaratlagos apnoe idő: légzés visszatartási idő

Állóképesség: az emberi szervezet, fáradással szembeni ellenálló képessége, hosszan tartó erő kifejtés esetén

Balneoterápia: gyógyfürdő-kezelés, melynek hatásosságában a víz fizikai tulajdonságai és a benne oldott ásványi anyagok bőrön keresztül történő felszívódása játszanak szerepet

Betegségek etiológiája: betegségek okai, háttere

Bőrredő: a bőr alatti zsír izomról való elemelésével képezhető

Deszaturációs állapot: a véroxigén telítettség értéke kórosan alacsony

Dyspnoe: légszomj érzete, egy nem ismert idegi mechanizmus mentén a légzőrendszeri érző impulzusok integrálódnak az agykéregben;

Evidencia: bizonyíték

Exacerbáció: akut fellángolás

Életminőség: szubjektív tünet, melynek műszeres meghatározása nem lehetséges. Az a távolság, ami a beteg ember vágyai, igényei és a számára elérhető lehetőségek között van.

Fizioterápia: a természetben előforduló energiák felhasználása gyógyászati céllal

Forszírozott kilégzési térfogat az első másodpercben (FEV₁): egy dinamikus légzésfunkciós paraméter, melynek értékét befolyásolja a légzőizmok ereje, a mellkas és a tüdő rugalmassága, a légutak ellenállása és a kilégzési áramláslimitálás. A FEV₁% a FEV₁ érték százalékos arányát fejezi ki az életkor, nem, testmagasság szerinti referenciaértékekhez.

Gerinc aktuális hossza: az első nyakcsigolya és a keresztcsont teteje közötti egyenes távolság

Gerinc valódi hossza: az első nyakcsigolya és a keresztcsont teteje közötti távolság a gerincre simítottan

Gyógybarlang: olyan barlangképződmény vagy más földalatti térség, melynek, mint természetes gyógytényezőnek, a bizonyított gyógyhatású különleges légköri viszonyait kezelésre használják fel

Gyógyhely: az a terület, melyet gyógyhellyé nyilvánítottak és rendelet szerint elismert természetes gyógytényezővel rendelkezik

Hidroterápia: vízgyógyászat, melynek hatásosságában a víz fizikai tulajdonságai játszanak szerepet

Hipoventiláció: a percnként ventilált levegő térfogatának lecsökkenése

Hypoxia: zavart szöveti oxigénellátás

Hypoxiás hypoxia: a szervezet alacsony oxigén mennyisége miatt zavart a szöveti oxigénellátás

Időszakos forrásbarlang: a barlang bejáratán időszakosan van vízkilépés. A barlang klimatikus jellemzőit a patak csak részben határozza meg, valószínűbb a „száraz” barlangi légtér szerepe.

Immerzió: a szegycsont tetejéig vízbe merített, függőleges testhelyzet

Inhaláció: folyékony, vagy szilárd porlasztott anyag légutakba juttatása

Ischaemiás szívbetegség: egy gyűjtőfogalom, melybe azok a betegségek tartoznak, melyek kóroki alapja a szív vérellátásáért felelős, úgynevezett koszorús erek szűkülete. A szűkület következtében az erek nem képesek kellőképp ellátni a szív falát oxigénnel és tápanyaggal és ischaemiás tünetek jelennek meg.

Kardiovaszkuláris: szív és érrendszeri

Karsztbarlang: a karsztos kőzettestek belsejében található ember által járható járatok

Karsztosodás: az folyamat, melynek során különféle karsztformák jönnek létre szénszavas vízben jól oldódó, elsősorban karbonátos kőzetben

Klímaterápia: a fizioterápia egyik ága, mely az adott földrajzi helyzethez kötött éghajlati viszonyok szervezetre gyakorolt hatásaival foglalkozik

Klímatéri tartózkodás: a kezelés barlangi klímátérben kivitelezett légzőtornából és pihenésből áll

Légúti hiperreaktivitás: légúti túlérzékenység, mely gyulladás által indukált késői reakció

Légzésfunkció: műszeres vizsgálóeljárás, mely lehetővé teszi a légzés során a különféle fizikai paraméterek, úgy, mint térfogat, sebesség, nyomás, idő, gázkoncentráció közötti összefüggések vizsgálatát

Légzésrehabilitáció: magába foglal minden olyan tevékenységet, amelyet bármilyen okból kialakult légzéskárosodás esetében végzünk

Légzőtorna: légzésritmusban végeztetett törzselmozdulásokból álló gyakorlatsor

Maximális pulzus: az egy perc alatti maximális szívösszehúzódások száma maximális terhelés alatt

Megnyugvási pulzus a terhelés befejeződése után bizonyos idő elteltével mért pulzusszám

Mobilitás: a gerinc, mellkas stb. motoros jellemzője, mely kifejezi a szegmentum mozgékonyágát

Mobilizálás: a kezelés lényege a szegmentum átmozgatása

Nyugalmi pulzus: 5-10 perc relaxáció után, fekvő testhelyzetben, nyugodt körülmények között mért pulzusszám

Obstrukció: légúti szűkület

Pozicionálás: a kezelés lényegét a beteg megfelelő testhelyzete jelenti

Pulzusszám: vagy szívfrekvencia, az egy perc alatti szívösszehúzódások száma

Sószoba kezelés: inhalációs kezelés egy mesterségesen kialakított különleges levegőjű helységben

Szaturáció: véroxigén telítettség

Szisztémás: az egész szervezetet érintő

Szomatometria: testmérés, melynek legáltalánosabb módszertana az antropológiai

Szpeleoterápia: a klímaterápia speciális formája, a terápia során a barlangi klímátér gyógyhatását használjuk ki

Tartáshiba: a gerinc rendellenes íveltsége a szagittális síkban az élettani görbületekhez képest

Tartásjavítás: a torna gyakorlatsora az antigravitációs izmok erősítését célozza meg, nyújtásokkal kombinálva

Termálvíz: forrásból, vagy fűtő kútból nyert víz, melynek hőmérséklete a kifolyásnál 30°C-nál magasabb

Természetes gyógytényező: bizonyítottan kedvező élettani hatással rendelkező vagy gyógyászati célra felhasználható természetes hatótényező, mely lehet talajból nyert, vagy éghajlati

Víz alatti torna: kombinált kezelés, hidroterápia és mozgásterápia egyben

1. Bevezetés

A légzés jelentősége, hogy a környező levegőből biztosítja az emberi szervezet számára az élethez szükséges oxigént. Az utóbbi évtizedekben tapasztalható gyors ütemű globális népesség növekedés maga után vonja a városi népesség számának emelkedését is. Az egyre növekvő városokban felerősödött a bioklimatikus stressz, mely egészségügyi problémákat jelenthet az ott élők számára. A klímaváltozás Kárpát-medencére előre jelzett tendenciái, Magyarország klimatikus háttéradottságai és a krónikus légzőszervi betegek számának robbanásszerű emelkedését jósló értékelések, mind-mind azt sürgetik, hogy napjaink rekreálódni, gyógyulni, rehabilitálódni vágyó emberének biztosított legyen a kedvezőbb összetételű, különleges gyógyhatású légtér elérésére.

A gyógyító tevékenységekben végbemenő változásokért az egészségügy szemléletváltása is felelős. Egyik legnagyobb eredménye annak felismerése, hogy az egészségügyi ellátás minőségét a beteg szempontjából kell megítélni. A hagyományos kezelési elvekről a hangsúly fokozatosan helyeződik át a klinikai kutatási eredményeken alapuló kezelésekre. A gyógyhelyi orvoslást, a balneológiát, az orvosi hidrológiát és a klímaterápiát a fizikális medicinában és a rehabilitációs szakmán belül egyre jobban elismerik. Az elmúlt évtizedben a terápiák élettani hatásairól és költséghatékonyságáról számos tudományos közlemény jelent meg. A barlangkezelés Kelet- és Közép-Európában széles körben elterjedt, nagy múltra visszatekintő, népszerű kezelési eljárás (Nagy, 2017).

A karsztbarlangok terápiás célú felhasználása különleges természettudományos és egészségtudományos tudományközi tématerület. Kutatások Miskolcon két karsztbarlangban, a hűvös lillafüredi Szent István-barlangban és a meleg légterű, miskolctapolcai Tavas-barlangban, ismertebb nevén Barlangfürdőben, több évtizedes múltra tekintenek vissza. A hidrogeológusok, barlangászok, orvosok és számos egyéb szakember közös munkájának köszönhetően ismereteink folyamatosan bővülnek e téren. A kutatásokba doktorandusz hallgatóként, gyógytornászként 2009 évben, az "Egészségturisztikai kutatóközpont létrehozása, innovatív egészségturisztikai termékek kifejlesztése (EM_ITN3_07-egeszseg) című projekt keretén belül kapcsolódtam be.

A mozgást, melynek számos dimenziója lehetséges, mindig az adott környezetben értékeli a gyógytornász. Az extrém földtani környezetben kivitelezett programok a természeti dimenzió értékelésére is alkalmat adtak számomra, mely különleges lehetőség a terápiás

gyakorlatban. Törekedtem a bizonyíték alapú fizioterápia elveinek követésére, figyelembe venni az alanyt, az elvárásait, a rendelkezésre álló evidenciákat, a tapasztalatokat azért, hogy a legjobb döntést hozzam a terápiás programok és a beavatkozások kiválasztásánál. A barlangi környezet struktúráját, hidrológiai rendszerét, levegőjének hatótényezőit és azok biológiai hatásait a doktori iskolában szerzett földtudományos ismereteim alapján tudtam értelmezni, elemezni, összefoglalni és a terápiás eredmények tükrében értékelni.

Jelen tanulmány a rendszeresen szervezett és kivitelezett, egymásra épülő terápiás programok eredményei alapján készült, melynek szükségességét az adta, hogy a rendelkezésre álló irodalmi adatok és saját eredmények ellenére továbbra is kérdéses az, hogy a karsztbarlangokban kivitelezett speleoterápia milyen mértékben járul hozzá az egyéb fizioterápiás és gyógyszeres kezelések hatékonyságához.

2. Célkitűzés

A szakirodalmi vizsgálatok alapján a lillafüredi Szent István-barlang gyógyhatása bizonyítottnak tekinthető. A miskolctapolcai Tavas-barlang (Barlangfürdő) gyógyhatását vizsgálati eredményei azt alátámasztani látszanak. A terápiára használt hazai barlangok hatásosságát orvosi módszerekkel vizsgálták, fizioterápiai tanulmányt nem találtunk. Kutatásaink célja az volt, hogy a két barlang klimatológiai és gyógyászati vizsgálati eredményeit összegezzük és saját mérésekkel azokat tovább bővítsük.

Kutatásaink a miskolctapolcai Tavas-barlang esetében arra irányultak, hogy:

- összegezzük az eddig végzett terápiás célú klímavizsgálatok eredményeit és hatótényezzőnként értékeljük azokat;
- vizsgáljuk a Barlangfürdő klímáparamétereit a déli járatrendszerben;
- összevetessük eredményeinket a barlang más járataiban végzett korábbi mérések eredményeivel és a klíma jellemzésével a barlang gyógyászati hasznosíthatóságnak lehetőségét értékeljük;
- vitelezzünk ki terápiás programokat klímateri helyszínen és nem klímateri helyszínen több betegségcsoport bevonásával;
- jellemezzük a programok résztvevőit fizioterápiai és szomatometriai módszerekkel;
- mutassuk ki a terápiák eredményességét és a kedvező változásokat elemezzük a természeti gyógytényezők mentén;

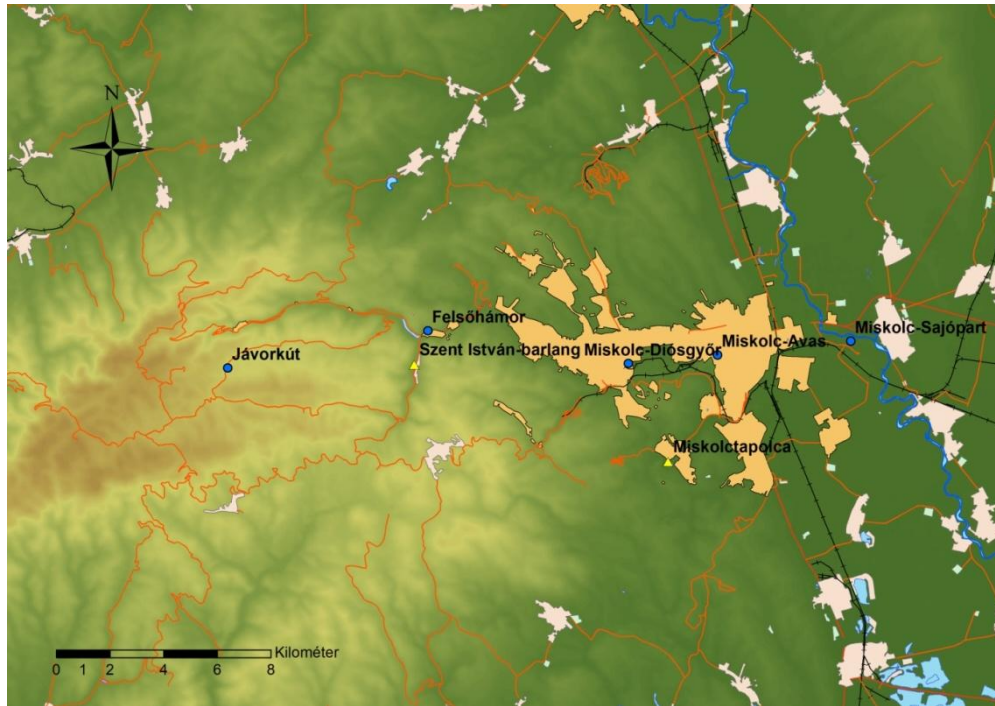
A lillafüredi Szent István-barlang esetében:

- szintén végezzük el az eddig végzett terápiás célú klímavizsgálatok eredményeinek összegzését és hatótényezzőnkénti értékelését;
- jellemezzük a miskolci légzőszervi rehabilitációs programban részt vevő betegek fizikai állapotát fizioterápiai és szomatometriai módszerekkel;
- összefüggést keressünk a betegek állapota és a szpeleoterápiai indikáció és kontraindikáció között;
- elemezzük a gyógybarlangban kivitelezett terápia felépítését a természeti környezet és a betegek állapota szempontjából;
- mutassuk ki a rehabilitációs program eredményességét és ítéljük meg a barlangi terápia szerepét a programon belül;

3. Szakirodalmi áttekintés

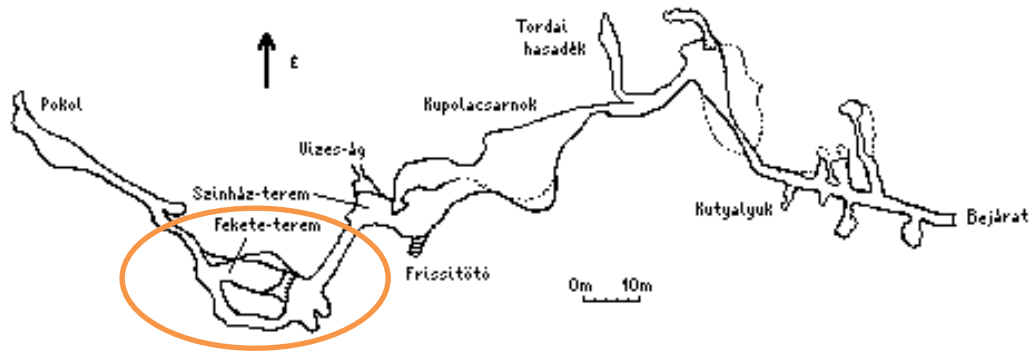
3.1. A vizsgálati terület bemutatása

A terápiás programok helyszínei két miskolci karsztbarlang, a lillafüredi Szent István-barlang és a miskolctapolcai Tavas-barlang, mint extrém földtani környezet voltak. Ezek térképi elhelyezkedését mutatja a 3-1. ábra.



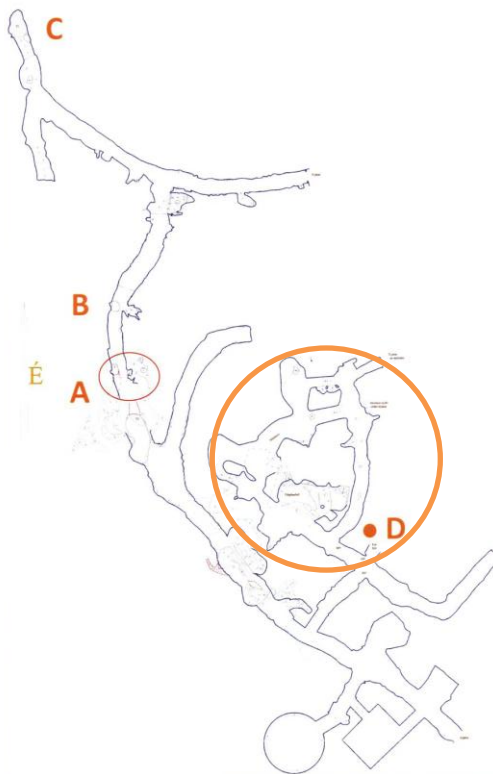
3-1. ábra Vizsgálati és adatszolgáltató helyek térképi elhelyezkedése (Saját szerkesztés)

A Szent István-barlang Lillafüreden, a Miskolc-Eger közút mellett található, a Palota Szállótól 500m-re, délre. Bejárata a Szent István-oldal tövében 318m tengerszint feletti magasságban nyílik (Kordos, 1984). A barlang 710m hosszan ismert, a kiépített járat nyolc, egymással természetesen, vagy mesterségesen összekapcsolt teremrendszerből áll (Karlowits, Varga, 2001). A barlang alaprajza a 3-2. számú ábrán látható. A középső triász korú, erősen tektonizált mészkőben a Bükk Nagy-fennsíkjának keleti peremén elhelyezkedő Létras-lápa - István-lápa térségéből a víznyelőkön keresztül a felszínről a mélybe jutó víz alakította üregrendszerét. Időszakos forrásbarlang, mely háromszintes. Az alsó szint állandóan víz alatt áll, a középső járószint általában száraz, csupán a nagy árvizek esetén kerül víz alá. A felső szinten csepegő vizek vannak jelen, melyek a barlang dús cseppkőképződményeit hozták létre (Nagyné Váradi, 1997).



3-2. ábra A Szent István-barlang alaprajza (Forrás: <http://www.geocaching.hu>)

Miskolctapolca (3-1. ábra) a Bükk-hegység délkeleti lábánál, a Várhegy 225m-es keleti lábánál fekszik. Forrásos területe évszázadok óta ismert, kedvelt üdülő- és fürdőhely. Itt végződik a Bükk-hegység nyugati-északnyugati, keleti-délkeleti peremi törésvonala, mely lehetővé tette, hogy a hegység karsztrendszerén átáramló víz itt a felszínre törjön. A Tavas-barlang üregeit a pleisztocén végén az alulról felszálló hévizek oldották ki a kb. 230 millió éves triász mészkőben (3-3. ábra, 1. melléklet).



3-3. ábra A Tavas-barlang alaprajza az 1997-es barlangfelmérés alapján (Forrás: Lénárt, 2016)

A kúrtók a barlangban a jégkorszak végén nyíltak a felszínre. Mintegy húsz-huszonötezer évvel ezelőtt jelent meg a völgytalp felszínén a víz (Balázs, 1997). A barlang teraszbarlang, melyben a forrástevékenységek helyét a pannon-pleisztocén kori kiemelkedések módosították. A barlang látványosságai a gömbüstös, gömbüstsoros kúrtók, elvértve cseppkövek láthatóak benne (Lénárt et al., 2006).

A barlang fürdőként való hasznosítását kezdetben a járatainak mélyén fakadó meleg vizű források által képezett kis tavak tették lehetővé. A természetes járatokat kitöltő termális forrásvíz átlaghőmérséklete 25°C feletti, ezért a meleg légterű barlangok közé tartozik. A hévizek oldásos nyomai arra utalnak, hogy az egykori források hőmérsékletei a jelenleginél jóval melegebbek voltak a barlangban (Lovasi, 1994; Lénárt et al., 2006). A Termál kút vize jó minőségű víz, fürdésre alkalmas, kémiai összetétele alapján kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos, kis mértékben jódot, brómot, fluort, szabad szénsavat tartalmaz (Bársonyos, 1984; Ortó, 2004; Szablyár, 2005; Fedor, 2009).

3.2. Természetes gyógytényező, gyógybarlang, gyógyhely

Az egészségügyről szóló 1997 évi CLIV. törvény XVI. fejezete a természetes gyógytényezők, fürdő- és klímagógyintézetek, illetve a gyógyhelyek meghatározásait tartalmazza. A 238. § (1) bekezdése szerint természetes gyógytényező az olyan talajból nyert természetes gyógytényező és éghajlati gyógytényező, amely bizonyítottan kedvező élettani hatással rendelkezik vagy gyógyászati célra felhasználható. A felszín alatti klíma az éghajlati gyógytényezők közé tartozik.

A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvényben a „barlangok védelme” című fejezet 48.§-a szerint bizonyos feltételek esetén egy barlangot gyógybarlanggá lehet nyilvánítani.

A 15/2009. (V.11.) EüM rendelettel módosított, a természetes gyógytényezőkről szóló 74/1999. (XII. 25.) EüM rendelet 1. számú melléklete alapján a gyógybarlang megnevezés az alábbi esetekben használható: „Gyógybarlang (barlangterápiás intézet): megfelelően kialakított és berendezett természetes barlangképződmény vagy más földalatti térség (bánya, táró) amely egyes betegségek kezelésére, a bizonyítottan gyógyhatású különleges légköri viszonyait használja fel. A létesítményhez funkcionálisan kapcsolódik a betegek elszállásolására alkalmas felszíni épület, a kezelés azonban járóbeteg-ellátás keretében is igénybe vehető.” 74/1999. (XII. 25.) EüM rendelet 10-13§-ai tartalmazzák a minősítés

részleteit, a hatótényezők alkalmazhatóságára vonatkozó szabályokat. A rendelet 2. §-ának (1) bekezdése szerint a gyógyhely megnevezés egy terület megjelölésére akkor használható, ha azt az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) Országos Tisztiorvosi Hivatala szervezetében működő Országos Gyógyhelyi és Gyógyfürdőügyi Főigazgatóság (OGYFI) gyógyhellyé nyilvánítja. Gyógyfürdő, klímagyógyintézet gyógyhellyé való minősítésének folyamatát szintén ennek a rendeletnek a §-ai tartalmazzák. A rendelkezésre álló természetes gyógytényező gyógyfürdő esetében a gyógyvíz, klímagyógyintézet esetében az éghajlat.

3.3. Hazai gyógybarlangok

„Ahány barlang, annyi sajátos mikroklíma-rendszer.” Klímájának elemei közül a legtöbb, az összes karsztbarlangra jellemző. Mégsem alkalmas gyógyításra minden barlang. Feltételezhetően nem egyformán jelentős mindegyik hatótényező, továbbá lényeges az együttes jelenlétük a sajátos környezetben (Tardy, 1984). A Jakucs L. (1984) által összefoglalt barlangi legfőbb rész-hatótényezőket az 2. *számu melléklet* tartalmazza.

A barlangok bioklimatológiai rendszere felépíthető a Bradke-féle közérzeti index alapján. Ez esetben, a barlangban tartózkodó ember közérzetét erőteljesen befolyásoló barlangi sajátosságok közül figyelembe vett a környezet hőmérséklete, nedvességi viszonyai és légáramlása. A meleg-érzetet keltő barlangok index-értéke 5,0 fölötti és mozgásszervi betegek kezelésére szolgálnak a terápiás gyakorlatban. A komfort-érzetet keltő barlangok index-értéke 2,1-5,0 közé esik, a hűvös-érzetet keltőké pedig 0,1-2,0 közötti. A hűvös barlangok évi közepes hőmérséklete 0,1-12,0°C, a komfortéi ettől melegebbek, de nem érik el a 20°C-ot. Mindkét barlangtípus felhasznált a légzőszervi betegek ellátásában (Fodor, 1981). Az OGYFI nyilvántartásában jelenleg öt hazai gyógybarlang szerepel.

A **Béke-barlang** Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, Jósvalő településen található. A gyógybarlanggá minősítést 1969-ben kapta meg (460/Gyf/1969., Eü.K.21/1969.). A barlangrendszer mintegy 7,2km hosszú az Aggteleki-karszton (Szablyár, 2005). A barlang önálló vízrajzi rendszerű, felszín alatti boltozott völgyhálózat, mely az aggteleki mészkő fennsíktól délre elterülő agyagos-kavicsos pannon üledékkel fedett vízgyűjtő felszín áradmányvizeit vezeti le (Kordos, 1984). A Főágban a Komlós-patak csordogál végig. Léghőmérséklete 10°C körüli (Kerényi et al., 1965). A barlangban a kísérleti terápiák 1954-ben kezdődtek el, majd a gyógyterem kialakítását követően 1959 májusától zajlottak

1962-ig. Egy újabb mesterséges táro kiépítését követően 1965-ben ismét elindultak a kúrák a barlangban. A gyógyintézményi háttér egy szezonális befogadó képességű szanatóriumi faház volt, melyet később téliesítettek és kibővítettek. A betegforgalom az elmúlt években jelentősen lecsökkent, mivel a kezelések önköltségesek (Ambrus, 2010). Két betonburkolatú kúratermének alapterülete összesen 340m^2 , légtérfogatuk 1050m^3 . Egyidejűleg 60 beteg kényelmes befogadására alkalmas. A barlangterápia 3 hétig tart, 6 órás tartózkodással. A terápiás eredmények megmutatkoznak a vizsgált köpet, köhögés, gyógyszerszedés, fulladás és légzésfunkciós értékek alakulásában (Kerényi et al., 1965; Kirchnopf, 1966).

A **Kórház-barlang** Veszprém megyében, Tapolca településen a Városi Kórház alatt van. A gyógybarlanggá minősítést 1981-ben kapta meg (590/Gyf/1981., Eü. K.2./1982.). A barlang 4000m^3 légterű, 340m hosszú (Lengyel, 2017). Keletkezése a harmadkor végén zajlott, amikor a Tapolcai-medence mészkő alapzatában keletkezett hatalmas repedések mentén a Bakony karsztos felszínén beszivárgó és a Balaton felé folyó csapadékvíz a föld alatt üregeket tudott kioldani a szarmata korú mészkőben (Kordos, 1984). A Kórház-barlang hidrológiai rendszert alkot a Tapolcai-tavasbarlanggal. A Kórház-barlang száraz barlang, a Tavas-barlangtól északra helyezkedik el, a nagyméretű oldási zónákat a meleg vizű feltörések formálták. Átlagos hőmérséklete $13\text{--}15^\circ\text{C}$. A Tavas-barlangban nincsenek nagy kiterjedésű természet alkotta termék, átlagos hőmérséklete $19,5^\circ\text{C}$ (Fodor 1975, Szablyár, 2005). A tudományos igényű gyógyító munka már a 70-es években elkezdődött (Horváth, 1983). A barlangterápia 3 hétig tart, 4 órás tartózkodással, légzőtornával kiegészítve (Ambrus, 2010). A klímater könnyen elérhető, a kórház és a barlang között lift működik. A terápia eredményességét a tünetek lényeges csökkenése mutatja, melyet a légzésfunkciós vizsgálatok alátámasztanak (Horváth et al., 1979; Horváth, 1983; Horváth, 1984).

A **Szemlőhegyi-barlang** Budapesten a II. kerületben, Budán található. A gyógybarlanggá minősítést 1991-ben kapta meg (91/Gyf/1991., KEF-11350/2012). A barlang a Budai-hegységben található, a Szemlőhegy északi lejtője alatt. Aragonitbarlang, melyet a pleisztocén korszak végére hévízbetörés formált meg (Szablyár, 2005). Átlagos hőmérséklete 10° körüli. Bognár Cs. (2013) mérései szerint $13,6^\circ\text{C}$ -os. Kísérleti jelleggel a terápiát az „Óriás-folyosóban” 1990-ben indították el. A minősítést követően a barlangban 1993. május 1. óta folyik barlangterápiás kezelés. A kórházi háttérrel a budai Szent János

Kórház biztosítja. A barlangterápia 3 hétig tart, 3 órás tartózkodással, mely légzőtornával van kiegészítve (Ambrus, 2010). A terápia eredményességét a tünetek enyhülése mutatja, valamint a gyógyszermentes időszakok elérése. Megelégedettségi kérdőív, életminőségi teszt kitöltése is jelen van. (Laczkovits, 1990; Laczkovits, Oláh, 1992)

A **Szent István-barlang** Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, Miskolc-Lillafüreden található. A minősítést 1992 évben kapta meg (40.398/1992. 27/ Gyf/1992./NK.19.) és a barlangterápiás részleget gyógyászati szempontból országos kategóriába sorolták. Miskolc-Lillafüred klimatikus gyógyhelyi címmel rendelkezik. A barlang vizsgálati paramétereit a minősítéskor a *3. számú melléklet* tartalmazza. A „Fekete-teremben” a klímaterápiás kezelések 1990 májusában indultak meg, azóta a barlangban a légzőszervi betegek csoportos kezelése kúrák formájában folyamatos. Délelőtt a felnőttek csoportja, délután pedig a gyerekeké tartózkodik a klímaterben. A felnőtt és a gyerekcsoport között kettő óra terápiás szünet van. A barlangterápia 3 hétig tart, 2,5 órás tartózkodással, légzőtornával kiegészítve (Ambrus, 2010). A Légzőszervi Rehabilitációs Osztály, mint bázisintézmény a gyógybarlanggá nyilvánított kúrahellyel terápiás egységet képez, közöttük a távolság kb. 20km. A kialakított kúratér turista forgalomtól elzárt, 30 beteg elhelyezésére alkalmas (*4. számú melléklet*). Mérete 400m², bejáratától való távolsága 176m (Munkácsi, 2005b). Eredeti állapotában agyagos-köves üledékkel feltöltött volt, nyitott kürtökkel, hasadékokkal, világítás nélkül. A szigorú természetvédelmi előírások betartása mellett a járószinttel együtt öt vízszintes pihenőszintet alakítottak ki. A támfalak betonba ágyazott termésköböl készültek, a szintek között védőkorlátok lettek elhelyezve, a pihenőszintek murvával borítottak. A terem világítása több fokozatú, a nyitott kürtök és járatok ráccsal lettek lezárva, védőháló rögzíti az esetlegesen pergő köveket. A karsztvízszint emelkedését jelzőberendezés jelzi. Van lehetőség jelzésre a terem és a pénztár között is (Nagyné Váradi, 1997).

A betegvizsgálati és terápiás eredmények publikáltsága alacsony, az irodalomban leginkább utalások formájában találhatóak meg. A konkrét mérési adatok száma kevés, fizioterápiái nincs közöttük. Legnagyobb arányban a 40-60 éves korosztályt kezelték, a 60 év fölöttiek aránya alacsony volt. A betegek körében 60 év felett több volt a férfi, a fiatalabbak között több a nő. Az asthma bronchialeban szenvedő betegek aránya alacsony. A kezelések előtt általános és kardiopulmonális állapotfelmérés történik, ha szükséges terheléses vizsgálat. A terápia összetettségét a gyógyszeres kezelés, a fizioterápiás

eljárások és az életmód terápia adja. Fizioterápiás kezelések a barlangterápia, az inhaláció, a mesterséges sóterápiás helységben tartózkodás, a kerékpártréning, víz alatti gerinctorna tornamedencében, esetleg gyógyúszás a Barlangfürdőben. A kezelések után állapotfelmérő és nyomon követő kérdőívek, életminőséget mérő tesztek használatosak. Kerékpártréning alatt pulzus, vérnyomás, pulzoximetriás adatok kerülnek rögzítésre, a dyspnoe és lábfáradás mértékét Borg-skálával mérik. Az eredményességet mutatja, hogy a betegek állóképessége javult, a terhelési tolerancia nőtt, a dyspnoe érzés csökkent, az életminőség javult, ritkábban szorulnak sürgős, intenzív kórházi ellátásra, a tünetmentesség 6-8 hónapos is lehet. Csökkent a gyógyszerigény, javultak a légzésfunkciós paraméterek. A mérhető paraméterek az esetek 60%-ában mutattak javulást (Gondkiewicz et al., 1992; Munkácsi, 2001; Munkácsi, 2004; Munkácsi, 2005a; Munkácsi, 2006).

Az **Abaligeti-barlang** Baranya megyében, Abaliget településen található. A gyógybarlanggá minősítést 2000-ben kapta meg (241/Gyf/2000.). A barlang a Nyugat-Mecsek közepén a Bodó-hegy lábánál fekszik, 219m tengerszint fölötti magasságban nyílik, hossza 1km. Középső triász időszakai anizuszi mészkőben alakult ki, az újpleisztocén-óholocén időszakban. Átlagos hőmérséklete 11,0-11,7°C, maximuma 12,8°C (Szablyár, 2005; Fodor, 1981). Minősítése már 1966-ban napirenden volt. 1971-ben kezdte meg működését az Abaligeti Szanatórium, a Baranya Megyei Kórház részvételével. 1996 óta nincs a működéshez szükséges felelős kórház, így a minősítés elnyerése ellenére szünetel a kezelés. A barlangterápiás kúra 4 hétig tartott, délelőtt 2 órás és délutáni 1 órás tartózkodással, légzőtornával (Ambrus, 2010). A terápia eredményességét mutatja, hogy a tünetek enyhültek, vagy megszűntek, a betegek közérzete javult, kevesebb gyógyszerre volt szükségük (Balikó, 1997).

3.4. Barlangi hatótényezők biológiai hatásai, azok mértékének és vizsgálatának optimumai

„Nem ismerjük a barlangi mikroklíma összes alkotóelemét, azt, hogy ez miképp szerveződik integrált rendszerbe, s mindezek biológiai hatását külön-külön és összességében.” (Horváth, 1992). Andrik P. szerint egy-egy gyógybarlang gyógyhatását inkább a beteganyag empirikus megfigyelése, a gyógyulás ténye és a számokkal kifejezhető gyógyhatás alapján véleményezik, mint az elemek koncentrációinak előzetes ismerete alapján (Lénárt, Munkácsi, 2016).

A barlangban a levegő, saját tömegéhez viszonyítottan, igen nagy felületen érintkezik az őt körülvevő szubsztrátummal, azaz a körülzáró kőzettel, a mederfeneket kitöltő hordalékkal, esetleg nyílt víztükörrel együtt. A kőzet fizikai tulajdonságainak hatásának érvényesülése váltja ki azt a folyamatot, melyet speleó-meteorológiai transzformálódásnak nevezünk, s eredményeként a legkülönbözőbb fizikai állapotú felszíni légtömegek, stabilis fizikai állapotú barlangi levegővé alakulnak át. Az irodalom kiemeli, hogy a gyógybarlangok semmilyen paraméter alapján sem tekinthetők statikus térnek, a legfontosabb megszorításokat a bioklimatikus tényezőknél a változások alacsony határértékei jelentik (Fodor, 1984; Jakucs, 1984). Roda I. és Rajman L (1975) a speleoklimatikus terápia mérhető feltételeinek normáit felszíni és felszín alattiakra osztotta. A felszín alatti feltételek optimális mértékére és azok vizsgálatára vonatkozó irodalmi adatok az alábbiak.

Meghatározó a terápiás termék, barlangi **járatok, üregek mérete**. Vizsgálatok szerint gyógyászati célra azok a közepes méretű termék a legalkalmasabbak, amelyek a barlangnak a felszínre kivezető nyílásaitól távol esnek és kiegyenlített a klímájuk (Fodor, 1981). Az irodalom nem tartalmaz objektív értékeket a terápiás terem optimális méretére vonatkozóan.

Hűvös légterű barlangterápiára csak a barlangból kifelé történő, nem túl intenzív **légmozgás** az optimális. A horizontális légmozgás nem haladhatja meg a 15cm/s-t (Roda, Rajman, 1975). Kis áramlási sebességet is mérni tudó műszerrel célszerű mérni, legalább évszakonként és legalább egy teljes napon keresztül, óránkénti mérési sűrűséggel (Lénárt, 2010).

A barlangi levegő **nedvességtartalma** 80% alá ritkán csökken. A relatív magas, abszolút értékét tekintve viszont alacsony páratartalomból az következik, hogy viszonylag ritkán lép fel hidegérzet a barlangban. A testfelületen minimális a párologtatás, ugyanakkor a tüdőn keresztül jelentős mennyiségű folyadékot adhat le a szervezet (Mucsi, Mucsi, 1987). A belélegzett hideg barlangi levegő víztartalma $9,3\text{g/m}^3$, mely az orrban $28\text{-}30^\circ\text{C}$ -ra melegszik fel. A relatív nedvessége 30-33%-ra csökken, mintegy kiszárad, s így az alsóbb légutakban vizet tud felvenni. A kilélegzett levegő hőmérséklete $35\text{-}36^\circ\text{C}$, vagyis m^3 -ként 39-42g vizet tartalmaz. A légutakon keresztül óránként ez 20g víz leadásának felel meg, m^3 -enként pedig 30g-nak. A városi levegőben való tartózkodás csak 5-7g óránkénti vízleadásra ad módot (Kerényi et al., 1965; Fodor, 1975; Fodor, 1981). A barlangi relatív légnedvesség értékének 95-100% között kell lennie (Roda, Rajman, 1975). Mérése

bizonytalan, mivel a műszerek a 80-100% közötti méréstartományban pontatlanok. Lehetséges az abszolút nedvességtartalom meghatározása is, de nehézkes. A relatív értéke pontatlanabb és legalább egy éves rendszeres mérés célszerű (Lénárt, 2010).

A barlang **hőmérséklete** a bejárat szakasz kivételével általában az adott hely átlagos léghőmérsékletével és igen kis változással jellemezhető. A hűvös gyógybarlangok hőmérséklete körülbelül $10 \pm 1^\circ\text{C}$ -ban határozható meg (Roda, Rajman, 1975). Laczkovits G. (1990) szerint $10-13^\circ\text{C}$. A meleg barlangok léghőmérséklete 20°C feletti (Fodor, 1981). Legalább egy évi rendszeres, esetleg folyamatos mérés elvégzése indokolt, legalább tizedfokos beosztású műszerrel (Lénárt, 2010).

Az állandó és időszakos **horizontális vízfolyások** megfigyelése fontos, bizonyos körülmények között áradást okozhatnak, a levegő összetételére is extrém hatással lehetnek. A barlangi patakok és talajvíz nem veszélyeztetheti a betegek testi épségét. **Vertikálisan beszivárgó vizek jelenléte és minősége.** A csepegő vizek alkotják a speleoaeroszol diszpergált fázisát, mely a fő komponenseket hordozza. A levegő negatív töltésű erős ionizáltságának intenzitása szintén összefügg a vertikálisan beszivárgó vizek intenzitásával (Roda, Rajman, 1975).

Ha az eddig említett feltételek optimálisak, a **levegő maximális tisztasága** biztosított nagymértékű öntisztulása miatt (Roda, Rajman, 1975). A barlangba bekerülő fizikai, vagy biológiai származású szennyező anyagok, baktériumok, porok, pollenek stb. a vízgőz-kicsapódási folyamat eredményeként, fokozatosan szedimentálódnak. Néhány tájékoztató érték megszerzése biztosabbá teszi a terápiás tervezést (Lénárt, 2010).

A barlangi levegő összetétele az alapgazokat tekintve, közel azonos a felszíni levegőével (Fodor, 1981). Az úgynevezett nyomanyagok tekintetében azonban, az eltérés jelentős a barlangok levegője és a felszíni légtömegek között (Cser, Gádos, 1982). Az aeroszoltartalom genetikusan jellemző a vizsgált barlang levegőjének minőségére, hatással van a gyógybarlangok hatásfokára. Az **aeroszol alacsony pH értéke** meghatározza a barlang öntisztuló képességét, értéke nem haladja meg a 4,0-4,5-et (Roda, Rajman, 1975). A barlangi levegő aeroszol **elemösszetételét és méreteloszlását** érdemes meghatározni. A földkéreg eredetű elemek főleg a durva frakcióban találhatóak meg. A különböző aerodinamikai átmérőjű részecskéknek különböző az egészségügyi hatása. A nagyobbak lerakódnak az orrban, torokban, légcsőben, s nagy valószínűséggel csak a $2\mu\text{m}$ -nél kisebb

átmérőjű részecskék érik el a tüdőt. Az aeroszol részecskék kondenzációs magvakként viselkednek és eredeti méretük sokszorosára duzzadhatnak a higroszkópikus növekedés következtében. Gyógyászati szempontból jelentős komponens a kalcium, mely gyulladásgátló, simaizom-görcsoldó és nyákoldó hatású. Valamint a magnézium, mely a nyálkahártyán a kalciumhoz hasonló lokális hatással bír és idegi nyugtató hatású. A kalcium és a magnézium nagyobb tömege a durva frakcióban van jelen, eloszlásuk a megfelelő mérettartományban viszonylag egyenletes, így a tüdő valamennyi régiójába képes eljutni (Kertész, 2000; Kertész et al., 2002). Az optimális koncentrációkra vonatkozóan azonban az irodalmi adatok eltérőek (Takács, 1972; Lénárt, 2009). Az szpeleo-aeroszol mennyiségének és ionösszetételének meghatározására legalább elfogadható több helyen elvégzett, egy éves csepegés-mérés is, vagy komoly kémiai háttérrel feltételező aeroszol vizsgálat (Lénárt, 2010).

A **széndioxid** térfogataránya a legtöbb barlangban lényegesen eltér a felszíni levegőben található arányától, átlagosan annak mintegy 15-szöröse (Gádos, 1989). A magasabb CO₂ tartalom biológiai funkciói közül kiemelt a légzésintenzitást növelő, a görcsoldó és a kalcium-ionizálódást segítő hatása. A maximális koncentráció nem haladhatja meg az 1,5tf%-ot (Roda, Rajman, 1975). Karsztbarlangokban, a relatív zárt mélyedésekben a feldúsulásával, illetve a betegek által termelt gáz mennyiségével is számolni kell. Ezért az alapos, időben és térben kiterjedt vizsgálata elengedhetetlen (Lénárt, 2010).

Andrik P. szerint a gyógybarlangok levegőjében jelenlevő makro és mikroelemek kíváncsi koncentrációjára vonatkozó határértékek jelenleg nem ismertek. Egyrészt azért, mert a működő gyógybarlangok földrajzi és fizikai viszonyai egymástól eltérőek. Másrészt azért, mert egy-egy barlangban a barlangi környezet komplex hatása érvényesül. A fény, a hő, a páratartalom, a levegő kémiai és mikrobiológiai állapota, de ugyanígy a beteg elhelyezése és ellátása is (Lénárt, Munkácsi, 2016).

A barlangi levegő és víz viszonylag erősen radioaktív. **Radon-tartalma** időben és térben változó (Géczy, 1989; Géczy et al., 1995). A radon és leánytermékek sugárdózisa nem okoz egészségkárosodást. Biológiai szempontból jelenléte fontos, lokálisan hat a nyálkahártyára, szisztémásan fájdalomcsillapító, a kapillárisok fejlődését fokozza, hatására stimulálódik az adrenalin termelés, javul az immunrendszer aktivitása (Nagy et al., 2008). Az optimális szint vitatott, a szakirodalom inkább beavatkozási szintet említ. Méréseire

minimálisan egy éves vizsgálat szükséges, integráló, vagy folyamatos radon-mérő műszerrel (Lénárt, 2010).

A barlang levegője, vizei és talaja nem tartalmazhatnak az emberi szervezetre káros vegyületeket. Összetételük és mikrobáik az általános közegészségügyi normáknak megfelelőek (Roda, Rajman, 1975).

A **légnymérés** a barlangban az adott tengerszint feletti magasságnak felel meg, a változékonysága nem jelentős. A frontok hatása ritkán és tompán érzékelhető. Legalább egy éves rendszeres mérés szükséges, folyamatos méréssel esetleg a külszíni hatásokra való reagálás is meghatározható (Lénárt, 2010).

A barlang **zajainak** vizsgálatára különleges esetekben szükség lehet, de nem szokványos (Lénárt, 2010).

3.5. Terápiás célú klímavizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlangban

A barlangban Kessler H. vezetésével a VITUKI, 1955-ben csepegés hozamméréseket kezdett el. Az 1955-1970 közötti mérési eredményeket Böcker T. dolgozta fel (Böcker, 1975; Böcker, 1975). Mivel a csepegés-mérő helyek nyáron is aktívak voltak, alapgondolata az volt, hogy nyáron is van beszivárgás.

Sebős K. (1931) szerint a barlang átlagos léghőmérséklete 9,6-10,8°C. Borbély S. szerint, 1957. január 6-án a Fekete-terem hőmérséklete 9,4°C volt és február 10-én 9,6°C-os. Szabó L. 1959. augusztus 23-án 11,5°C-ról számolt be. Loksa I. léghőmérséklet adatai az 1958-1959 évekből valók, a Bástyánál 9,2°C-ot, az Oszlopok-csarnokánál 9,8°C-ot, a Pokol bejáratánál 9,1°C-ot mért (Lénárt, 1991a). Szabó Gy. (Szabó, 1963; Szabó, 1964) szerint a barlang átlagos hőmérséklete 10°C alatti, relatív páratartalma 98-100% közötti. A Fekete-terem hőmérséklete 9,4°C-os, jelentős napi ingadozás nélküli. Vízszintes légmozgás nyitott bejáratú ajtónál csak a Nagy-teremig észlelhető. A belső termekben csak minimális a vertikális légmozgás. Lénárt L. 1979-1980 között a barlang léghőmérsékletét a bejáratától a Pokol-ág végéig, a teljes barlangszakaszban 4,8-10,4°C közöttinek találta, átlagosan 8,2°C-osnak. A relatív páratartalom átlagát 94%-osnak határozta meg (Lénárt, 1991a; Nagyné Váradi, 1997).

Szabó Gy. 1961 évi méréssorozata alapján nyitott ajtó mellett a Nagy-teremig van vízszintes légmozgás, melynek értéke a talajtól mért távolság és a bejáratától mért távolság függvényében 0-66cm/s között változó volt. A kürtőkben zárt ajtónál 5cm/s, nyitott ajtónál 20cm/s felfelé történő volt a légmozgás, mely a Bástya környékén 1,6-8,3cm/s erősségű (Lénárt, 1991a).

1988-2008 között Lénárt L. vezetésével terápiás célú barlangklimatológiai méréssorozatok történtek, melyben közreműködött a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai - Mérnökgeológiai Tanszéke, a debreceni MTA Atommagkutató Intézete és a miskolci Borsod Megyei KÖJÁL (majd ÁNTSZ). A méréseket a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Szervezete Tudomány és Technika Háza megbízásából végezték, majd a szervezési feladatokat 1995-ben a miskolci Szent Ferenc Kórház vette át. A vizsgálatok célja az adatgyűjtés és azok értékelése volt a hűvös légterű barlang gyógybarlanggá minősítése érdekében, majd a minősítést követően a további adatgyűjtés a terápia biztonságos feltételeinek biztosítását szolgálta. Rendszeres csepegés-hozam-, léghőmérséklet-, radon-koncentráció-, páratartalom- és huzatmérés, valamint aeroszol-vizsgálat történt. Elvégezték a levegő kémiai, bakteriológiai és mikrobiológiai és a víz kémiai vizsgálatát. Karlowits T. és Varga A. 2001 évben a barlangi levegő porkoncentrációjának mérését és a relatív páratartalom és hőmérséklet egyidejű vizsgálatát végezték el. Részletesen ezeket a terápiás célú méréssorozatokot mutatjuk be a szakirodalom alapján, melyek mérési helyeit és azok fajtáit az *5. számú melléklet* mutatja. A barlangban történt fényerősség-mérés (Lénárt, Bereczki, 1987), de a konkrét mérési adatok nem elérhetőek.

3.5.1. Csepegés-hozammérés módszertana és eredményei

1990-ben a csepegés-hozam méréséhez 5 darab 12 literes csepegés-mérő edényt helyeztek el. A fedővel lezárt vödörbe a kicsepegett vizet, gumicső vezette be. 1995 évben az edények elhelyezésén és számán változtattak. A Bástyánál és a Hídnál, a Bányatárhoz és a Fekete-terem bejárata közötti területnél 1-1 darab és a Fekete-teremben 2 darab mérőedényt helyeztek el. A mérések legalább havi gyakorisággal történtek, az adatokat ml/óra egységben adták meg (Lénárt, 1991a; Lénárt, 1995).

Az 1990-2003 között mért csepegés-mérési eredmények évenkénti átlagértékeit az *3-1. számú táblázat* mutatja.

3-1. táblázat A csepegés-hozamok átlagértékei évenként (ml/óra) (Lénárt, 2003)

	Bástya (1)	Bástya (2)	Oszlopok-csarnoka (3)	Híd (3a)	Fekete-terem (4)	Fekete-terem (5)
1990	*0,16	*0,65	*0,14	-	*3,45	*1,28
1991	*0,53	0,85	0,16	-	3,79	0,79
1992	-	0,67	0,22	-	2,31	1,17
1993	-	0,62	0,21	-	2,30	*0,24
1994	-	0,58	*0,20	*2,00	2,14	0,18
1995	-	1,28	-	*2,93	2,79	0,46
1996	-	0,74	-	*3,97	3,02	0,7
1997	-	0,72	-	3,15	2,44	1,36
1998	-	0,78	-	4,11	1,81	0,37
1999	-	*0,60	-	*2,49	*2,29	*0,55
2000	-	0,70	-	3,10	2,41	1,14
2001	-	0,47	-	2,88	1,76	0,84
2002	-	*0,22	-	2,22	2,01	0,35
2003	-	-	-	3,38	2,35	0,98

*Adathiányos év

1995 évben 15 alkalommal történt mérés. Az év csepegés-hozama kevésbé volt kiegyenlített, mint az előző évben. A barlangban a tavaszi hóolvadás erős maximumokkal a Hídnál jelent meg. A csepegés-átlagok csaknem mindenütt emelkedtek az előző évhez képest, legjelentősebben a Fekete-terem 5. mérőhelyen. Csepegésben gazdagabb volt ez az év a korábbiak átlagához képest (Lénárt, 1995).

1996 évben 16 alkalommal történt mérés. Az év csepegés-hozama kevésbé volt kiegyenlített, mint az előző évben. A barlangban a tavaszi hóolvadás erős maximumokkal a Hídnál jelent meg, illetve a nyári csapadék hatása a Fekete-teremben, a Hídnál és a Bástyánál jelentkezett. A csepegés-átlagok csaknem mindenütt emelkedtek az előző évhez képest, legjelentősebben a Hídnál, a 3a. mérőhelyen. Csepegésben jelentősen gazdagabb volt ez az év a korábbiak átlagához képest a csapadék viszonyoknak köszönhetően (Lénárt, 1996).

1997 évben 15 alkalommal történt mérés. Az év csepegés-hozamai általában alacsonyabbak voltak, mint az előző évben. Az őszi esőzések és a tavaszi hóolvadás erős maximumokkal a Hídnál és a Fekete-teremben jelentek meg, kapcsolódva az előző év végi magas értékekhez. Legjelentősebb a Hídnál a 3a. mérőhelyen volt a csökkenés. Az ez évi csepegés átlagok a korábbiak átlagával megegyező volt, kivéve az 5. mérőhelyet. Ott jelentősen magasabbat mértek (Lénárt, 1997).

1998 évben 13 alkalommal történt mérés. Az év csepegés-hozamai alacsonyabbak voltak, mint az előző évben. Az év végi esőzések erős maximumokkal a Hídnál és a Fekete-teremben jelentek meg, elérve, illetve meghaladva az előző év végi magasabb értéket. A csepegés átlagok 2 helyen csökkentek, 2 helyen emelkedtek az előző évhez képest. Legjelentősebb csökkenés a Fekete-terem 5. mérőhelyen volt, a legjelentősebb emelkedés pedig a Hídnál, a 3a mérőhelyen. Az ez évi csepegés-átlagok a korábbiak átlagának csupán a 2. mérőhely felelt meg (Lénárt, 1998).

1999-2000 években 18 alkalommal történt mérés. Az átlagos csepegés-hozamok a Fekete-teremben magasabbak voltak az 1998-as év átlagaihoz képest, de a többi helyeken alacsonyabbak. A 2000 év tavaszának végén történt hóolvadás, illetve az esőzések miatt, azok erős maximumokkal jelentek meg. Az 1990-2000 évek adatai alapján azt mondhatjuk, hogy az 1999-2000 évek csepegés-hozamai az eddigi évek átlagának nem feleltek meg. Három helyen alacsonyabbak a csepegés-hozamok, egy esetben pedig magasabb volt (Lénárt, 2000).

2001 évben 14 alkalommal történt mérés. Az év csepegés-hozamai az előzőhöz képest alacsonyabbak voltak. A 2001 év tavaszának végén történt hóolvadás, illetve esőzések, minden mérőhelyen erős maximumokkal jelentkeztek. Részben kissé meghaladva, de részben meg sem közelítve az előző évi magasabb értékeket. A 2001 év csepegés-hozamai az eddigi évek átlagának nem feleltek meg. Három helyen alacsonyabbak a csepegés-hozamok, egy esetben pedig magasabb volt (Lénárt, 2001).

2002 évben 13 alkalommal történt mérés. A 2002-es év csepegés-hozamai a Fekete-terem egyik mérőhelyén alacsonyabb, a másikon magasabb volt az előző év csepegés átlagaihoz képest. Az előző évhez képest a többi helyen szintén magasabbakat észleltek. A 2002 év nyarának esőzései minden mérőhelyen erős maximumokkal jelentek meg. Azonban ezek az előző évek tavaszi értékeit meg sem közelítették. A 2002 év csepegés-hozamai az addigi évek átlagának kb. megfeleltek, bár alacsonyabbak voltak (Lénárt, 2002).

2003 évben 14 alkalommal történt mérés. A 2002-es év csepegés-hozamai a Fekete-terem mindkét mérőhelyén, valamint a Hídnál magasabbak voltak az előző év csepegés átlagaihoz képest. Az előző évekhez képest igen jelentős kiugrás volt tapasztalható a Fekete-terem egyik mérőhelyén a nyári értékekben. Valamint ennek a teremnek a másik mérőhelyén az őszi értékek is magasabb hozamot mutattak az előző évekhez viszonyítva.

A 2003 év csepegés-hozamai a korábbi vizsgált évek átlagainak kb. megfelelnek, de azoknál általában kissé magasabbak (Lénárt, 2003).

Az 1990-2003 évi adatokból számított átlagértékek, szélső értékek és szórások alakulását a 3-2. számú táblázat mutatja.

3-2. táblázat A csepegés-hozamok statisztikai értékelése az 1990-2003 évek adatai alapján (ml/óra) (Lénárt, 2003)

	Bástya fent	Bástya lent	Oszlopok- csarnoka	Híd	Fekete-t. falnál	Fekete-t. lépcső
n (db)	13	142	41	114	166	162
Max (ml/ó)	2,86	4,69	0,28	9,26	8,99	2,85
Átlag (ml/ó)	0,44	0,75	0,20	3,12	2,44	0,76
Min (ml/ó)	0,00	0,21	0,03	0,08	0,37	0,06
Szórás (ml/ó)	0,75	0,50	0,05	1,54	1,08	0,63
Rel. eltér (%)	69,54	67,05	23,79	49,19	44,40	83,45

Az Oszlopok-csarnoka a legkiegyenlítettebb csepegés-hozam tekintetében. A régebbi és megszüntetett Bástya mérőhely a legváltozóbb. A kúrahelyen a csepegés-hozamok változása a két szélsőérték között volt. A később is megfigyelt helyek közül a Fekete-termi 5. mérőhely a legváltozóbb. Ugyanakkor a szintén Fekete-termi 4. mérőhely a legkiegyenlítettebb (Lénárt, 2003).

3.5.2. Léghőmérséklet-mérés módszertana és eredményei

A hőmérséklet mérését 1989-ben 1 darab, majd 1990-ben további 3 darab tizedfok beosztású higanyos állandó beépítésű hőmérő elhelyezésével kezdték meg, melyeket a barlang falára fixen rögzítettek. A szakaszos mérések legalább havi gyakorisággal történtek, az adatokat Celsius fokban (°C) adták meg (Lénárt, 1991a). 1994-ben a Híd és a Fekete-terem közt is méréseket kezdtek (Lénárt, 1994). 1995 évben a hőmérők elhelyezésén változtattak. 1-1 darab hőmérőt helyeztek el a Nagy-teremben és a Hídnál, 2 darabot a Fekete-teremben (Lénárt, 1995). 1997-ben a hőmérők elhelyezésén ismét változtattak. 1-1 darab hőmérőt helyeztek el a Nagy-teremben a Hídnál és a Fekete-teremben. A Fekete-teremben higanyos állomáshőmérőt és folyamatos mérést biztosító DATAQUA mérőműszert helyeztek el 1997-ben (Lénárt, 1997). Ezt követően 1997 novemberétől a Fekete-teremben, az egyik eltörött hőmérő helyett, az állomáshőmérőként

működő pszichrometer száraz hőmérőjének adatait használták fel, megfelelő korrekcióval (Lénárt, 1998).

A fixen beépített hőmérők által mért értékek évenkénti átlagai a 3-3. számú táblázatban láthatóak. A barlangban a léghőmérsékleti átlagok befelé haladva emelkednek. A külszíni átlagnak megfelelő érték az Oszlopok-csarnokától alakul ki.

3-3. táblázat Léghőmérsékleti átlagértékek évenként ($^{\circ}\text{C}$) (Lénárt, 2003)

	Nagy- terem (1)	Bástya (2)	Fekete- terem (2a)	Oszlopok- csarnoka (3)	Híd (3a)	Fekete- terem (4mért)	Fekete- terem (4korr)
1989	-	-	-	-	-	-	*9,1
1990	*8,90	*10,18	-	*10,10	-	-	9,88
1991	8,46	9,80	-	9,96	-	-	9,97
1992	8,37	9,66	-	9,85	-	-	10,03
1993	7,88	9,41	-	9,72	-	-	10,05
1994	8,57	*9,63	*10,10	-	9,72	-	10,00
1995	8,38	-	10,02	-	*9,63	9,93	9,87
1996	7,95	-	*10,08	-	9,95	10,07	9,90
1997	8,05	-	-	-	9,89	9,97	9,89
1998	7,96	-	-	-	10,02	-	10,01
1999	*8,85	-	-	-	*10,13	-	*9,95
2000	8,04	-	-	-	9,94	-	9,94
2001	8,56	-	-	-	9,91	-	9,93
2002	8,59	-	-	-	9,87	-	9,88
2003	8,42	-	-	-	9,89	-	9,93

*Adathiányos év

1995 évben a Fekete teremben lévő 4-es hőmérő adatainak volt a legkisebb amplitúdója, de azért lefutása közel sem volt sima. Tendenciái nem illeszkedtek a többihez, azokkal ellenütemben mozogtak. A rendelkezésre álló kúra előtti és alatti adatok eltérései a várthoz képest jobban szórtak, ám az ez évi adatsor kiegyenlítettebb volt a korábbiakhoz képest. Ez évben $0,02^{\circ}\text{C}$ -kal melegebb volt a Nagy-teremben a korábbi mérések átlagához (1989-1995 közötti $8,36^{\circ}\text{C}$) viszonyítva, a Fekete-teremben $0,07^{\circ}\text{C}$ -kal és a Hídnál $0,05^{\circ}\text{C}$ -kal hűvösebb volt (1989-1995 közötti $9,94^{\circ}\text{C}$ és $9,68^{\circ}\text{C}$) (Lénárt, 1995).

1996 évben is a Fekete-teremben lévő 4-es hőmérő adatainak lefutása közel sem volt sima. A változások tendenciája a Hídnál és a Fekete-teremben közel azonos volt. A rendelkezésre álló kúra előtti és alatti adatok eltérései a várthoz képest jobban szórtak és az ez évi adatsor kevésbé volt kiegyenlített a korábbihoz képest. Ez évben $0,34^{\circ}\text{C}$ -kal hűvösebb volt a Nagy-teremben és a Fekete-teremben $0,03^{\circ}\text{C}$ -kal a korábbi mérések (1989-1996 közötti $8,29^{\circ}\text{C}$ és $9,93^{\circ}\text{C}$) átlagához viszonyítva (Lénárt, 1996).

1997 évben is a Fekete-teremben lévő 4-es hőmérő adatainak változása látszott. A Hídnál lévő 3a hőmérő kevésbé változékony hőmérsékletet jelzett, a tendencia ez évben emelkedő jellegű volt. A változások tendenciája a Hídnál és a Fekete-teremben részben azonos, részben eltérő volt. A rendelkezésre álló kúra előtti és alatti adatok eltérései a várthoz képest jobban szórtak, ám az ez évi adatsor kiegyenlítettebb a korábbiakhoz képest. Ez évben $0,17^{\circ}\text{C}$ -kal hűvösebb volt a Nagy-teremben és a Fekete-teremben $0,08^{\circ}\text{C}$ -kal a korábbi mérések (1989-1997 közötti $8,22^{\circ}\text{C}$ és $9,94^{\circ}\text{C}$) átlagához viszonyítva (Lénárt, 1997).

1998 évben a Fekete-teremben lévő 4-es hőmérő adatai nem változtak jelentősen. A Hídnál lévő 3a hőmérő ehhez hasonlóan kevésbé változékony hőmérsékletet jelzett, a tendencia ez évben is emelkedő jellegű volt. A változások tendenciája a Hídnál és a Fekete-teremben részben azonos, részben eltérő volt. Ez évben $0,26^{\circ}\text{C}$ -kal hűvösebb volt a Nagy-teremben és $0,16^{\circ}\text{C}$ -kal a Hídnál a korábbi mérések (1989-1998 közötti $8,22^{\circ}\text{C}$ és $10,02^{\circ}\text{C}$) átlagához viszonyítva, viszont a Fekete-teremben $0,07^{\circ}\text{C}$ -kal melegebb volt (1989-1998 közötti $9,94^{\circ}\text{C}$) (Lénárt, 1998).

1999-2000 években a Fekete-teremben lévő 4-es hőmérő adatai nem változtak jelentősen. A Hídnál lévő 3a hőmérő még kevésbé változékony hőmérsékletet jelzett. A változások tendenciája a Hídnál és a Fekete-teremben részben azonos, részben eltérő volt. Ez évben $0,17^{\circ}\text{C}$ -kal hűvösebb volt a Nagy-teremben a korábbi mérések (1989-2000 közötti $8,21^{\circ}\text{C}$) átlagához viszonyítva, a Fekete-teremben (1989-2000 közötti $9,94^{\circ}\text{C}$) azonos és a Hídnál (1989-2000 közötti $9,89^{\circ}\text{C}$) melegebb volt $0,05^{\circ}\text{C}$ -kal (Lénárt, 2000).

2001 évben a Fekete-teremben lévő 4-es hőmérő adatai nem változtak jelentősen. A Hídnál lévő 3a hőmérő kissé változékony hőmérsékletet jelzett. A korábbi évek átlaga az ez évi Fekete-termi átlaggal gyakorlatilag megegyeztek, a Híd környékén kissé magasabbak voltak. A változások tendenciája a Hídnál és a Fekete-teremben részben azonos, részben eltérő volt. Ez évben $0,31^{\circ}\text{C}$ -kal melegebb volt a Nagy-teremben és $0,02^{\circ}\text{C}$ -kal a Hídnál a korábbi mérések (1989-2001 közötti $8,25^{\circ}\text{C}$ és $9,89^{\circ}\text{C}$) átlagához viszonyítva, viszont a Fekete-teremben $0,01^{\circ}\text{C}$ -kal hűvösebb volt (1989-2000 közötti $9,94^{\circ}\text{C}$) (Lénárt, 2001).

2002 évben a Fekete-teremben lévő 4-es hőmérő adatai nem változtak jelentősen. A Hídnál lévő 3a hőmérő kissé változékony hőmérsékletet jelzett. A korábbi évek átlaga az az ez évi Fekete-termi átlaggal gyakorlatilag megegyeztek, a Híd környékén ténylegesen

megegyeztek. A változások tendenciája a Hídnál és a Fekete-teremben részben azonos, részben eltérő volt. Ez évben 0,31°C-kal melegebb volt a Nagy-teremben a korábbi mérések átlagához (1989-2002 közötti 8,28°C) viszonyítva, a Fekete-teremben 0,05°C-kal és a Hídnál 0,02°C-kal hűvösebb volt (1989-2002 közötti 9,93°C és 9,89°C) (Lénárt, 2002).

2003 évben a Fekete-teremben lévő 4-es hőmérő és a Hídnál lévő 3a hőmérő adatai kissé változékonyabb hőmérsékletet jeleztek. Az ez évi értékek a Fekete-teremben és a Híd környékén ténylegesen megegyeztek a korábbi évek átlagával. A változások tendenciája a Hídnál és a Fekete-teremben részben azonos, részben eltérő volt. Ez évben 0,13°C-kal melegebb volt a Nagy-teremben a korábbi mérések átlagához (1989-2003 közötti 8,29°C) viszonyítva, a Fekete-teremben és a Hídnál pedig az átlagos hőmérsékleti viszonyok uralkodtak (1989-2003 közötti 9,93°C és 9,89°C) (Lénárt, 2003).

Az 1989-2003 évi adatokból számított átlagértékek, szélső értékek és szórások alakulását a 3-4. számú táblázat mutatja. A Fekete-terem évi adatsora kiegyenlítettebb a többi mérési ponthoz képest. Hőmérsékleti átlaga némileg változó.

3-4. táblázat A léghőmérséklet statisztikai értékelése az 1989-2003 évek adatai alapján (°C) (Lénárt, 2003)

	Nagy- terem	Bástya	Fekete- terem	Oszlopok- csarnoka	Híd	Fekete-t. (4mért)	Fekete-t. (4korr)
n (db)	171	51	21	42	120	180	180
Max (°C)	9,7	10,5	10,25	10,4	10,2	10,6	10,3
Átlag (°C)	8,29	9,66	10,03	9,85	9,89	10,05	9,93
Min (°C)	5,9	8,1	9,9	9,3	9,4	9,1	9,1
Szórás (°C)	1,02	0,66	0,07	0,32	0,16	0,24	0,14
Rel. eltér (%)	12,34	6,80	0,66	3,25	1,60	2,38	1,40

3.5.3. Hőterképezés módszertana és eredményei

A Fekete-terem hőterképezésére folyamatos hőmérsékletmérés történt. 1994. október-december időszakban próba jelleggel, majd folyamatosan 1996 márciusáig. A mérést 2 darab elektronikus hőmérő végezte folyamatosan 7 mérési ponton, 20 perces mérési gyakorisággal. A műszerek elektronikusan tárolt adatait havonta nyerték és °C-ban adták meg. A műszer pontossága $\pm 0,1^\circ\text{C}$ volt. A mérési pontok a következők voltak:

1. A Fekete-terembe való beérkezés előtti hely a járat tetején.
2. A folyamatos radon-mérő műszer mellett.
3. A Pokol felé vezető folyosó kezdeténél, a rács előtt.
4. A beépített higanyos hőmérő mellett.
5. A terem tetején, a kürtő alatt és a kúratelep fölött.
6. A teremnek a Hídhöz vezető oldaljáratában a vasrácsra.
7. A legfelső korlátsoron a fal mellett.

A mért adatokat a 4. és 6. pont mellett lévő higanyos hőmérők adataival korrigálták (Lénárt, 1994).

A Fekete-teremben a betegek és világítótestek okozta maximális hőmérsékletemelkedést a $T_{\max}-T_{\min}$ különbséggel adták meg, az értékeket az 3-5. számú táblázat mutatja.

A kezdeti mérési eredmények (1994. 10. 30 - 12. 01. között 2310 adat mérőhelyenként) alapján az 1°C-t meghaladó értékek a betegek közelében elhelyezett hőmérők környezetében alakultak ki. Az annál alacsonyabb értékeket a terembe behúzó légáramlat csökkentette le a tapasztalt mértékre. Lénárt L. 1986-os mérései szerint a biztonsági világítást adó lámpatestek tartósan 0,3-0,5°C és reflektorok 1°C-ot meghaladó hőmérsékletemelkedést okoznak a lámpáktól távolabb is, melyek helyi légmozgásokat hoznak létre. Ezekkel az eredményekkel megegyezők voltak az 1994 évi tapasztalatok (Lénárt, 1994).

3-5. táblázat A Fekete-teremben mért maximális hőmérsékletemelkedések (°C) (Saját szerkesztés Lénárt (1994) és Lénárt (1995) nyomán)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1994. 10. 30-12. 02.	0,70	1,11	0,85	1,49	0,63	0,38	1,54
1995. 01. 12-02. 16.	0,80	1,15	1,30	1,40	0,45	1,50	2,22
1995. 01. 23-01. 29.	0,80	1,00	0,80	1,15	0,40	0,45	1,20
1995. 01. 25.	0,25	0,95	0,45	1,00	0,20	0,25	1,20
1995. 06. 01-07. 16.	1,60	1,10	1,40	1,20	0,25	0,50	1,25
1995. 06. 19-06. 25.	0,85	1,00	1,25	1,00	0,25	0,35	0,80
1995. 06. 20.	0,55	0,60	0,90	0,65	0,15	0,20	0,75

A Fekete-terem **téli időszakának** (1995. január 12 - február 16. között 2515 adat mérőhelyenként) hőmérsékletváltozása azt mutatta, hogy a terem legvédettebb részén, a 7.

mérőhelyen a legnagyobb a felmelegedés mértéke. Ezen kívül, még három helyen észleltek 1,5°C fok körüli hőmérsékletemelkedést. Feltűnő, hogy a terem kelet-nyugati irányban mintegy kettévágja, a terem keleti végén lévő kürtőből lefolyó felszínről származó hidegebb levegő. Ezt a betegek kevésbé tudják felmelegíteni, s ez a levegő a Bányatáró felé gyakorlatilag kifolyik a barlangból. Téli időszakban a friss levegő utánpótlás biztosított, viszont mértéke nem túl nagy ahhoz, hogy ne történjen meg a felmelegedése. Az egy hetes periódusban (1995. 01. 23 - 01. 29. közötti 504 adat mérőhelyenként) kissé változtak a viszonyok. A 2., 4., 7. mérési pontokon megmaradt a jelentős felmelegedés. Viszont az 1., 3., 6. mérési pontokon, ahol a terem levegős járatokon keresztül érintkezik a barlang többi részével, lényegesen kisebb a volt változás. Azaz, a hőcsere sokkal intenzívebb. A napi, kúra alatti elemzés (1995. 01. 25. 72 adat mérőhelyenként) alapján a hőelvezetés kifejezett a 3., 1., 6., 5. mérőpontokon, a terem nyitott légtereire felé. A másik három ponton, ami a terem belső légterét jelenti, jellemző volt a jelentős hőmérsékletemelkedés.

A **nyári időszakban** (1995. 06. 01 - 07. 16. között 3245 adat mérőhelyenként) a hőmérsékletemelkedés számottevően alacsonyabb és a felszínről történő beáramlás hatása némileg tompább. A magasabb hőmérséklet-emelkedésű részek áttevődnek a barlang egyéb részei felé, az 1., 3. mérési pontokhoz. Ez a tendencia hetes elemzési időszakban (1995. 06. 19 - 06. 25. között 504 adat mérőhelyenként) is megfigyelhető volt, némileg tompábban. A legmelegebb hely áttevődik a Pokol felé vezető folyosó becsatlakozásához. Nyáron arrafelé nincs érdemi légcsere, csak télen. A napi elemzés (1995. 06. 20. 72 adat mérőhelyenként) kissé alacsonyabb hőmérsékletemelkedéseket mutatott.

A maximumok télen a betegek közelében elhelyezett hőmérők közelében alakultak ki. Nyáron viszont a terembe bevezető, illetve kivezető járatszakaszokon. Az alacsonyabb értékeket a terembe behúzó légáramlat csökkentette le a tapasztalt mértékűre. Illetve, a barlang egyéb részeivel való közvetlen kapcsolat miatt nem tudták a teremrész levegőjét a betegek és a lámpatestek felmelegíteni (Lénárt, 1995).

A Fekete-terem léghőmérsékletének változása eltérő a többi hely változásától, aminek oka elsősorban a kúrázó csoport jelenléte és a világítótestek hőmérsékletemelő hatása. A mérésekkel nyomon követhető volt a csoport érkezése, tevékenységének változása, mint például lepihenés. Továbbá távozása, amikor is a villanyokat lekapcsolták. A hőmérsékleti maximum a kúra megkezdése után 12-15 perc alatt kialakul, utána minimálisan csökken és

állandóvá válik. Majd kivonuláskor ismét megemelkedik. Az elemzés arra mutatott rá, hogy a kúrák felmelegítő hatása gyorsabban érvényesül, a visszahűlésre lényegesen több idő kell. A déli, csoportok közötti látogatásmentes időszakban a terem nem tud visszahűlni eredeti szintjére. Az eredeti hőmérséklet csak éjjel alakul ki, a délelőtti és délutáni kezelési időszak alatt a regenerálódás nem következik be. A hétvége is visszahűlési periódus, mivel kúramentes. Naponta, a kis megszakítással egymást követő kúrák, lényegében léghőmérsékleti szempontból folyamatos terhelésnek tekinthetők. A felnőtt csoportok által kiváltott hőmérsékletváltozás nagyobb volt a gyermek csoportokhoz képest (Lénárt, 1995).

3.5.4. Radon-mérés módszertana és eredményei

A radon mérését a barlangban 1988 októberében 6 darab LR-115 II. típusú szilárdtest nyomdetektor kihelyezésével kezdték meg. A Fekete-teremben is volt műszer. A filmek cseréjét átlagosan havonta végezték el (Lénárt, 1989a; Lénárt, 1989b). A későbbiekben már csak 1-1 darab eszközt helyeztek a Nagy-terembe, a Meseországba, a Színház-terembe és a Fekete-terembe. Majd az első kettőt megszüntették és egy újat létesítettek a Bástyánál (Lénárt, 1992). 1994 évben történt még szakaszos mérés a Fekete-teremben és a Bástyánál (Lénárt, 1994). 1992-ben a Fekete-teremben folyamatos mérést biztosító DATAQUA elektronikus radon-mérő műszert helyeztek el. A műszert a teremben a betegek fölött lógatták be a térbe. A radon-mérés folyamatosan, 60 perces mérési gyakorisággal történt. A műszer 1998-ban meghibásodott (Lénárt, 1992). 1997 évben szilárdtest nyomdetektoros radon mérő kihelyezésére került sor a Bástya alatt (Lénárt, 1997). 2002 évben a legalább 24 órás valós idejű radon-koncentráció méréssorozathoz 3 nagyérzékenységű radon monitor került elhelyezésre. 2 darab a Fekete-terembe egymástól kb. 10 méter távolságra, 1 darab pedig a Bányatárhoz. A 2 óránként vett aeroszol minták analízisével meghatározták a radon és rövid életidejű leánytermékei közötti egyensúlyhiány mértékét, ennek időbeli alakulását. A leánytermékek koncentrációjának meghatározására egy hirtelen mintavételes, az Pb-214 és a Bi-214 béta mérésén alapuló technikát alkalmaztak (Lénárt, 2002). 2003-ban a radon átlagos koncentrációját vizsgálták NRPB típusú nyomdetektorok alkalmazásával (Lénárt, 2003).

Az 1988. október 28. és 1989. augusztus 26. közötti mérési periódus eredményei az időbeli változást úgy ítélték meg, hogy a minimum és a maximum között az kb. négyszeres. Ez az

effektus a szellőzés évszakosan váltakozó hatásának tulajdonítható. A napszakos ingadozások is jelentősek lehetnek (Lénárt, 1989a).

Az 1988. október és 1989. november közötti mérési periódus eredményei alapján a radon-aktivitáskoncentrációk időbeli változása a téli minimum és a nyári maximum között közel hétszeres. Átlagos értéke $0,55\text{ kBq/m}^3$ (Lénárt, 1989b). 1990-ben az átlagos érték 660 Bq/m^3 volt (Lénárt, 1990). 1992-ben a Fekete-teremben mért átlag 580 Bq/m^3 és a Bástyánál 629 Bq/m^3 volt (Lénárt, 1992).

1993-ban a Fekete-teremben mért átlag 486 Bq/m^3 és a Bástyánál 521 Bq/m^3 volt. A mért változások tendenciái hasonlóak voltak a folyamatosan mérő műszer és a nyomdetektor esetében (Lénárt, 1993). 1994-ben a Fekete-teremben mért átlag 494 Bq/m^3 és a Bástyánál 468 Bq/m^3 volt (Lénárt, 1994). 1995-ben az érték kissé alacsonyabb volt 499 Bq/m^3 (Lénárt, 1995). 1996-ban 591 Bq/m^3 (Lénárt, 1996), 1997-ben 570 Bq/m^3 volt az átlagos radon-koncentráció (Lénárt, 1997).

Az 1992-1997 évek folyamatos mérési adataiból szezonális átlagokat számítottak (3-6. táblázat).

3-6. táblázat A Fekete-terem radon-aktivitáskoncentrációjának átlagai szezonálisan 1992-1997 évek adatai alapján (Bq/m^3) (Lénárt, 1997)

Nyár (április-október)	Ősz (október-november)	Tél (november-március)	Tavaszi (március-április)
863	509	249	223

Az évenkénti elemzés alapján, telente gyakorlatilag azonosak a radon-aktivitáskoncentrációk, míg a többi évszak értékei jelentősen változnak. A maximum nyáron, a minimum koncentráció télen adódott, ezen értékek arány 3,87. A betegekre a legmagasabb érték sem jelent veszélyt. Az egyes szezonok közötti eltérések szignifikánsak voltak. Kivéve az adathiányos tavaszi időszakot (Lénárt, 1998).

Az 1992-1997 évi adatokból számított átlagértékek, szélső értékek és szórások alakulását a 3-7. számú táblázat mutatja.

Az értékek alapján a betegeket radonból származó káros alfa-sugárzás nem fenyegeti. Az 566 Bq/m^3 átlagérték mellett, a maximum elérte az óránkénti mérésekből származó 1316 Bq/m^3 -es napi átlagértéket. Az óránkénti vizsgálat $1400\text{--}1900\text{ Bq/m}^3$ értéket is elért, egy-egy óra időtartamig. A napi átlagos radon-szinteknek a gyakorisága és azok tartóssága

azt mutatta, hogy a mért értékek 25%-a, a 200-300Bq/m³-es napi átlagértékeket nem haladja meg. 100Bq/m³ alatt, illetve 1500Bq/m³ felett is található néhány tized %-nyi mért érték. A Fekete-teremben mért értékek 53%-a 600Bq/m³ alatti és 47%-a e feletti érték. 1000Bq/m³ felett mért átlagértékek 10%-a található (Lénárt, 1998).

3-7. táblázat A radon-koncentráció statisztikai értékelése az 1992-1997 évek adatai alapján (Bq/m³) (Lénárt, 1998)

	Fekete-terem
n (db)	43176
Max (Bq/m ³)	1615
Átlag (Bq/m ³)	566
Min (Bq/m ³)	89
Szórás (Bq/m ³)	328
Rel. eltér (%)	57,84

A nyári magasabb érték nem jelent kiemelkedő veszélyt, mivel a betegek mindössze 3 hétig, napi 3 órát tartózkodnak a barlangban. Másrészt, amikor nyáron ebben a barlangban magas a radon-terhelés, a lakóterekben alacsony. Télen a helyzet fordított (Lénárt, 1998).

A 2002 évi mérésekre augusztus 17-18-án, valamint november 16-17-én került sor, szombati és vasárnapi időszakokban, amikor barlangterápiás kezelés nem folyt, sem látogatók, sem karbantartók nem voltak a barlangban.

Az augusztusban regisztrált radon-koncentráció értékek sem idő-, sem helyfüggést nem mutattak. A 4. ágyson, középén, 13 órán át végzett mérések átlagértéke 588 ±12Bq/m³ volt. Az ápoló személyzet tartózkodási helyén mért 51 db 30 perces adat (25 és fél óra) 596Bq/m³ átlagot mutatott, 3,9% szórással. Ehhez képest a Bányatárónál a radon koncentrációja mintegy 20%-kal alacsonyabb volt és egy igen enyhe napi menetet is mutatott. A délutáni-esti órákban egy minimum mutatkozik, majd éjjeltől hajnalig nő a radon-szint. Itt a hőmérséklet is alacsonyabb 0,2°C-kal, ami megerősíti azt a konklúziót, hogy a Fekete-terem és a Bányatáró között nincsen, vagy legalábbis elhanyagolható a légcseré, amely kedvezően befolyásolja a terápia alapját képező barlangi klímát. A fenti adatok lényegesen alacsonyabbak, mint amelyeket a korábbi években ezen a helyen, úgynevezett integráló típusú mérési technika alkalmazásával mértek más kutatók.

A novemberi mérésakor az időjárás viszonylag enyhe volt, a külső hőmérséklet nem sokkal különbözött a barlangi hőmérséklettől. Ilyen klimatikus körülmények esetén egy teremben a radon koncentrációja igen érzékenyen reagál a barlang légkörzésében beálló változásokra. A hirtelen koncentrációváltozásokra felkészülve, rövid, 10 perces mérési időket választottak. Az adatok egy nyugodt, stabil klímájú barlangi teret mutattak. A mért értékek átlaga 421Bq/m^3 volt, ami 30%-kal alacsonyabb a nyáron mérténél. 191 adatot tartalmaz a radon idősor, a légnyomás a hőmérséklet és a relatív páratartalom mellett. Figyelemre méltó, hogy a november 17-én hajnalban megindult hirtelen és jelentős légnyomás emelkedés semmi hatást nem gyakorolt a teremben a radon koncentrációjára. A hőmérséklet most is a nyáron mért $10,13^\circ\text{C}$ értéket mutatta.

Az évi átlagos radon-szint kb. 400Bq/m^3 -re tehető. Amennyiben a Fekete-teremből légjáratok vezetnek más, tőle magasabban elhelyezkedő üregekhez, s azok valamelyike a felszínre nyílik, akkor télen, még az ősszel mérténél is alacsonyabb radon-szint valószínűsíthető. A vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy a korábbi radon mérések jelentősen felülbecsülték a Szent István-barlangra jellemző radon-szinteket.

Radon-dozimetriai szempontból azonban, az úgynevezett egyensúly ekvivalens radon koncentráció a döntő, amihez a leánytermékek koncentrációjának ismerete is szükséges volt. Az augusztusi vizsgálat idején 12 leánytermék koncentráció mérését végezték el, nagyjából 2 órás intervallumokban. Az aeroszol mintavétel az ápoló személyzet tartózkodási helyén, 1-1,5m magasságban, a terem közepének irányában történt. A radon bomlástermékének, a Po-218-nak a koncentrációja a radonéval összhangban nem mutatott időbeli változást. Az egyensúlyhiány, vagyis a leánytermék hiányának mértéke, ugyanakkor elég tetemes, mintegy 30%-os volt. Ez értelmezhető azzal, hogy a terem nem túl nagy mérete, továbbá a nagy rendelkezésre álló felület, például a falak, berendezési tárgyak, korlát, kedvező feltételeket teremtenek a leánytermékek kitapadására. Ennek köszönhetően az adatokból számolható egyensúlyi tényező értéke igen közel áll ahhoz, ami közönséges beltéri terekre, például lakásokra is jellemző. Ez azonban annak is köszönhető volt, hogy a mérések idején minimális volt a mozgás, a teremben kizárólag a mérést végző 2 személy tartózkodott. A gyakoribbá váló mozgás, a takarók használata, ami megnöveli az aeroszolkoncentrációját, lehetővé teszi az Pb-214 és a Bi-214 nagyobb hányadának a felületekre történő kitapadást. Az egyensúlyi tényező mozgás nélküli időszakban 0,5. A terápiás időszakokban számottevően megnő az egyensúlyi tényező, elérheti akár a 0,7-0,8-

as értéket is. Átlagosan 0,33-0,66 intervallumba esett. A vizsgálat eredményei alapján elmondható, hogy a tapasztalt alacsony radon-szintek miatt, ez nem vezethet a személyzet sugárterhelésének megnövekedéséhez (Lénárt, 2002).

2003. május - október között integráló típusú méréseket végeztek a Fekete-teremben és a Csanyiki Szanatórium sókamrájában. Az átlagos radon koncentráció eredményei a korábban tapasztalt értékekhez jól illeszkedőek voltak. A betegek átlagos sugárterhelése a Fekete-teremben 0,1-0,24mSv intervallumba esett, a sókamrában kisebb volt, mint 0,01. A személyzet terhelése várhatóan ennél egy nagyságrenddel nagyobb. Ezek az értékek a lakosság természetes forrásból származó éves effektív dózisa alá esnek (2,4mSv). (Lénárt, 2003).

3.5.5. Páratartalom-mérés módszertana és eredményei

A páratartalom mérésére Assmann-féle pszichrometert alkalmaztak. 1992 évben tájékoztató jelleggel mérések történtek márciusban 4 helyen és novemberben 5 helyen a barlang teljes hosszában (Lénárt, 1992). 1994 évtől a mérések rendszeresen történtek legalább havi gyakorisággal 2 mérőhelyen, majd 3 és 1999-től 5 helyen (Lénárt, 1995; Lénárt, 2000).

1992-ben a páratartalom-mérés eredményei márciusban a külszínen 63%, a Nagy-teremben 95%, a Bástya fölött 98% és a Fekete-teremben 99% voltak. Novemberben a külszínen 97%, az ajtó és a Kutyaluk között 97%, a Nagy-teremben 98%, a Bástya fölött 98% és a Fekete-teremben 99% voltak (Lénárt, 1992). Az 1994-2003 évek páratartalom mérési eredményeinek évenkénti átlagértékei az 3-8. számú táblázatban láthatóak.

3-8. táblázat Páratartalom átlagértékek évenként (%) (Lénárt, 2003)

	Külszín	Nagy-terem	Bástya	Híd	Fekete-terem
1994	-	-	-	*95,0	*95,2
1995	-	-	-	96,1	96,2
1996	-	-	-	96,2	96,2
1997	-	-	*95,2	96,1	95,9
1998	-	-	93,9	95,7	95,8
1999	*77,2	*89,9	*95,8	*95,2	*94,9
2000	*83,4	86,9	92,9	94,9	94,9
2001	83,1	87,6	92,6	93,2	95,0
2002	75,2	85,1	93,7	95,4	95,7
2003	87,6	87,0	93,6	95,6	96,2

*Adathiányos év

Az 1994-2003 évi adatokból számított átlagértékek, szélső értékek és szórások alakulását a 3-9. számú táblázat mutatja.

3-9. táblázat A páratartalom statisztikai értékelése az 1994-2003 évek adatai alapján (%) (Lénárt, 2003)

	Külszín	Nagy-terem	Bástya	Híd	Fekete-terem
n (db)	58	59	73	118	118
Max (%)	100,0	97,6	98,8	98,8	100,0
Átlag (%)	82,11	86,89	93,5	95,42	95,72
Min (%)	49,0	61,5	88,7	87,1	92,9
Szórás (%)	10,82	6,3	2,01	1,63	1,33
Rel. eltér (%)	13,18	7,25	2,15	1,71	1,39

A Fekete-teremben és a Hídnál a páratartalom adatok gyakorlatilag azonosak voltak a vizsgálati években. A mérések annak ellenére folytatódtak, hogy a korábbi évek mérési tapasztalatai mutatták, hogy a páratartalom jelentősen nem változhat a barlang belsőbb részein. A barlang átlagos páratartalma a külső részeken 82-94%, a terápiára használt részeken 95-96% körüli. A változásának jellege a csepegés-hozamok változásával mutatott szoros kapcsolatot, mértéke a tapasztalatok szerint nem jelentős (Lénárt, 2003).

3.5.6. Huzatmérés módszertana és eredményei

A huzat mérését hődrótos anemometerrel végezték. 1991 évben mérés történt télen és tavasszal 1-2 óránként, zárt bejárati ajtónál (Lénárt, 1991a; Lénárt, 1991b). 1992-1993 években szakaszosan, negyedéves gyakorisággal, 28-32 órás időtartamban, 2-3 óránkénti mérésekkel. Az értékelések a Fekete-terem méréseire vonatkozóak. Vizsgálati helyek:

1. Ajtótól kb. 8m-re befelé.
2. Kutalyuktól kb. 8m-re befelé.
3. A Nagy-terem és az Óriás-terem közötti átjáróban.
4. A Bástya fölötti tetőn.
5. A Bányatáróban a Hídnál.
6. A Fekete-terem bejáratánál.
7. A Fekete-teremben a Pokol bejáratánál.
8. A Fekete-terem közepén.
9. A Fekete-terem legfelső teraszán a kürtő alatt, talajszinttől 30cm-re.

1991-ben a 6-7. mérőhelyeken egy függély mentén 10cm, 100cm és 180cm magasságban, a 9. mérőhelyeken egy pontban zajlott a mérés (Lénárt, 1991a). 1992-1993-ban az 1-7. mérőhelyeken egy függély mentén 10cm, 100cm és 180cm magasságban, a 8-9. mérőhelyeken egy pontban zajlott a mérés (Lénárt, 1992). Az 1992 évi mérések kúra nélküli időszakban és az 1993-asok kúra alatt történtek (Lénárt, 1992; Lénárt, 1993).

1996 évben 5 alkalommal történt huzatmérés a barlangban (Andrik, 1996).

Az 1991 évi mérések azt mutatták, hogy azonos helyen a szelvényben elfoglalt helytől függően egyszerre be és kifelé történő áramlás létezik. Továbbá, hogy a bejáraton át történő légmozgás mellett a kürtőkön át történő légmozgás is megvan. Sőt, a barlang belső részein ez az uralkodó. A Fekete-terem teraszánál, 30cm-ben télen és tavasszal is befelé húzó a légáramlat. A terembe bevezető bejárat közepén lévő függélyben az áramlási irányok és sebességek erősen változnak, télen a változás mértéke nagyobb. A téli légmozgás sebességének átlaga 4,49cm/s, a tavaszié 2,14cm/s. Mind télen, mind tavasszal döntően befelé húzó légmozgás tapasztalható és télen kb. a duplája. Télen tehát jobb a szellőzés. A téli adatok kevésbé ingadozóak, stabilabb a légkörforgalom. A légmozgás iránya a terápia szempontjából pozitív és mértéke megfelelő ahhoz, hogy a levegő mindig tiszta és friss legyen (Lénárt, 1991a).

1992 évi eredmények alapján a Fekete-teremben a huzat iránya és nagysága részben a külső klimatikus viszonyoktól függ. Vizsgálatokkal ennek pontosítása szükséges. A Fekete-terem bejáratában, az alsó zónákban a külső hőmérséklet emelkedésével csökken a behúzó huzat erőssége, majd a hőmérséklet növekedésével nő a kihúzó légáramlat erőssége. A Pokol bejáratában, az alsó zónákban csaknem állandóan behúzó légáramlat uralkodik. A középső zónák váltakozva kihúzóak vagy behúzóak. A felső zónákban a Fekete-terem bejáratánál a behúzó, a Pokol bejáratánál kihúzó jelleg dominál. A Fekete-terem tetején állandóan behúzó légáramlat uralkodik, a középső teraszon ez mindig kihúzó (Lénárt, 1992).

Az 1991-1993 évekre vonatkozóan vizsgálták a Fekete-terem és a Pokol bejárat esetében a huzatirányok és a külső hőmérséklet összefüggéseit. A Fekete-termi alsó zónában a külső hőmérséklet emelkedésével előbb arányosan csökken a behúzó légáramlat erőssége, majd a továbbiakban arányosan nő a kihúzó légáramlat erőssége. A terem közepén kifelé húzó légmozgás tapasztalható hőmérséklettől függetlenül. A terem huzatviszonyaira a bejárat

táró nagy hatással van, de a Pokol szerepe sem hagyható figyelmen kívül. A terem huzatviszonyaira jelentősen hat a betegek és a lámpatestek hőmérsékletemelő hatása (Lénárt, 1993).

Az 1996 évi eredmények szerint a légáramlás a Fekete-teremben 0,205m/s, 0,12 m/s, 0,29 m/s, 0,3 m/s, 0,25 m/s volt. A kúrázók által 0,1-0,4°C-kal megemelt léghőmérséklet, mint többlet hő a Fekete-terem belső huzatviszonyait kedvezően befolyásolja (Andrik, 1996).

3.5.7. Porkoncentráció-mérés módszertana és eredményei

1995 évben kettő alkalommal és 1996 évben egy alkalommal 3 hónapos ülepedő pormérés történt, Msz 21454/1-83 módszerrel $16\text{g/m}^2 \cdot 30$ nap határértékkel (Andrik, 1995; Andrik, 1996). 2001 évben a szemcseszám meghatározásához Zeiss K10 konimétert használtak. A porminták értékelését Leitz-Metalloplan mikroszkópra épített digitális képelemző berendezéssel végezték. A képelemző program segítségével meghatározták az egyes szemcsék maximális és átlagos vetületi méretét. Az 1-5 μm mértet-tartományokba eső frakciókból gyakorisággörbéket készítettek. A barlangban általában 1m magasságban, a Fekete-teremben 30cm magasságban történt a mintavételezés a terápia közben és a terápia befejezése után 30 perccel. A levegőminták mérete 50-100cm³ volt (Karlowitz, Varga, 2001).

1995-1996 években a mérések nem jártak értékelhető eredménnyel a mennyezetről lepergett kalcit szemcsék által meghamisított értékek miatt (Andrik, 1996).

A 2001 évi porképek elemzése azt mutatta, hogy a kezelés alatt vett levegőmintákban több szilárd részecske volt, mint a kezelés utániakban. A kezelés alatt lényegesen durvább szemcse kerül a levegőbe. A szemcsegyakoriság görbék ezeket az eredményeket megerősítették. A levegőben jelen lévő porlasztott víz parányi cseppekbe összeállva megköti a levegőben jelen lévő porszemcséket, majd kicsapódva kivonja azt a légtérből. A barlangi levegő ezért tekinthető szinte teljesen pormentesnek. Azonban a látogatott barlangok esetében jelentős lehet a porterhelés. Ez azonban szintén kivonódik, ha kellő idő áll rendelkezésre a barlangi levegő regenerálódásához (Karlowitz, Varga, 2001).

3.5.8. A relatív páratartalom és hőmérséklet egyidejű mérésének módszertana és eredményei

2001 évben modern félvezető technikát alkalmazó, jelentős mérési pontosságú Rotronic fejlesztésű GT-L kézi készülékkel végezték (Karlowitz, Varga, 2001).

A különböző helyeken mért paraméterek adatait a 3-10. számú táblázat mutatja. A bejáratától a barlang belseje felé haladva a hőmérséklet csökken, a relatív páratartalom nő. A két változás fordított arányban van egymással (Karlowitz, Varga, 2001).

3-10. táblázat A relatív páratartalom és hőmérséklet egyidejű mérésének adatai mérési helyenként (Saját szerkesztés Karlowitz, Varga, (2001) alapján)

	Hőmérséklet (°C)	Relatív páratartalom (%)	Hőmérséklet (°C)	Relatív páratartalom (%)
	2001. 09. 28.		2001. 10. 05.	
Táró	11,6	80,6	11,1	81,9
Kutya-lyuk	10,8	82,7	10,7	85,7
Nagy-terem	10,2	85,2	10	87,3
Kupola	10,4	86,9	10,3	87,5
Bástya	10,3	87,2	10,4	87,8
Éléskamra	10,3	87,5	10,9	87,7
Bányatáró	10,1	88,3	10,2	88,1
Fekete-terem	9,9	89,9	9,9	88

3.5.9. A levegő kémiai, bakteriológiai, mikrobiológiai és a víz kémiai vizsgálatának módszertana és eredményei

1992 szeptemberében kúra alatti CO₂ mérés történt a Fekete-teremben (Lénárt, 1992).

1996 évben öt alkalommal történt mérés. A levegőből az ammónia meghatározása Msz 21456/6-82 módszerrel történt, a nitrogénoxidok meghatározása Msz 21456/4-77, a széndioxid vizsgálata Msz 21455/4-75 módszerrel, levegő bakteriológiai és mikrobiológiai vizsgálatok ülepítéssel módszerrel. Ülepítés után inkubáció, telepszámlálás és identifikáció. A csepegő víz kémiai és bakteriológiai vizsgálata Msz 448 szerint történt. Terheléskor a betegek száma 20-30 fő között volt. Mintavételi pontok:

1. A Fekete-terem alsó harmadában, a járószint felett 60-100 cm-re.
2. A barlang előtt, a bejárat felett, közúttól 15-20m-re (Andrik, 1996).

2008 évben az aeroszol felfogására használt mintavételi rendszert helyezték ki, melynek lényege, hogy a barlang levegőjét adott ideig egy 0,4µm pórusméretű membránszűrőn

átszívták, ahol is az ennél nagyobb méretű aeroszol részecskék visszatartódtak. A membránról 5ml 1mol/l sósavval oldották fel az aeroszolt. Az oldatokat Ca és Mg komponensekre atomabszorpciós módszerrel, illetve emissziós spektrometriás módszerrel elemezték (Lénárt, 2009).

1992. szeptemberben a kúra alatti CO₂ mérés eredménye 0,3-0,4% volt. Szükséges lenne a rendszeres mérés (Lénárt, 1992).

Az 1996. novemberben a levegő kémiai vizsgálati eredmények a Fekete-teremben a következők voltak. **NO₂** 11µg/m³ (nincs kúra), 5µg/m³ (kúra alatt) 6µg/m³ (kúra alatt) 4µg/m³ (kúra előtt) 1µg/m³ (kúra alatt). **NH₃** 6µg/m³ (nincs kúra), 6µg/m³ (kúra alatt). **Na** 0,287mg/m³ (kúra alatt) 0,147 mg/m³ (kúra alatt). **K** 0,165mg/m³ (kúra alatt) 0,25mg/m³ (kúra alatt) 0,05mg/m³ (kúra előtt). **Ca** 0,18 mg/m³ (kúra alatt). **Mg** 0,03mg/m³ (kúra alatt) 0,017mg/m³ (kúra alatt). **CO₂** 0,01tf% (nincs kúra), 0,0149tf% (kúra alatt) 0,0143tf% (kúra alatt) 0,0142tf% (kúra előtt) 0,0189tf% (kúra alatt).

A széndioxid koncentráció a kúra résztvevőinek kibocsátása miatt egy nagyságrenddel nagyobb, mint a kint mért. Ezzel szemben a közlekedésből és emberi jelenlétből származó szennyezők gyakorlatilag nincsenek jelen a barlangban. A Na, K, Ca és Mg koncentrációk a kimutathatósági határ nagyságrendjébe estek, ezért ezek a mérési adatok nem adtak érdemi információkat (Andrik, 1996).

1996. 01. 29. napon, kúra nélkül a Fekete-terem baktérium telepszám alapján tiszta-kissé szennyezett légkörű (normál agaron 17/petricsésze/óra, véres agaron 11/petricsésze/óra) volt. Kórokozó baktérium negatív. Gomba telepszám 52/petricsésze/óra.

1996. 02. 14. napon, kúra alatt a Fekete-terem baktérium telepszám alapján tiszta-kissé szennyezett légkörű (normál agaron 32/petricsésze/óra, véres agaron 34/petricsésze/óra) volt. Kórokozó baktérium negatív. Gomba telepszám 90/petricsésze/óra. A barlang előtt a légkör tiszta-kissé szennyezett (normál agaron 9/petricsésze/óra, véres agaron 13/petricsésze/óra) volt. Kórokozó baktérium negatív.

1996. 05. 20. napon, kúra alatt a Fekete-terem légköre baktérium telepszám alapján tiszta-kissé szennyezett (normál agaron 24/petricsésze/óra, véres agaron 34/petricsésze/óra) volt. Kórokozó baktérium negatív. Gomba telepszám 10/petricsésze/óra. A barlang előtt a légkör tiszta-szennyezett (normál agaron 61/petricsésze/óra, véres agaron

70/petricsésze/óra) volt. Kórokozó baktérium negatív. Gomba telepszám 66/petricsésze/óra.

1996. 08. 07. napon a kúra előtt a Fekete-terem baktérium telepszám alapján tiszta-kissé szennyezett légkörű (normál agaron 12/petricsésze/óra, véres agaron 8/petricsésze/óra) volt. Kórokozó baktérium negatív. Gomba telepszám 8/petricsésze/óra. A barlang előtt tiszta-kissé szennyezett volt a légkör (normál agaron 49/petricsésze/óra, véres agaron 54/petricsésze/óra). Kórokozó baktérium negatív. Gomba telepszám 102/petricsésze/óra.

1996. 11. 06. napon kúra alatt a Fekete-terem légköre baktérium telepszám alapján tiszta-kissé szennyezett (normál agaron 10/petricsésze/óra, véres agaron 11/petricsésze/óra) volt. Kórokozó baktérium negatív. Gomba telepszám 6/petricsésze/óra. A barlang előtt a légkör szennyezett (normál agaron 90/petricsésze/óra, véres agaron 80/petricsésze/óra) volt. Kórokozó baktérium negatív (Andrik, 1996).

A víz kémiai vizsgálati eredményei az alábbiak voltak. Na 1,419mg/l, K 0,494mg/l, ammónium 0,03mg/l, nitrát 37mg/l, kalcium 99mg/l, Mg 0,8mg/l, klorid 6mg/l, szulfát 106mg/l, kémiai oxigénfogyasztás 1,55mg/l, pH 6,98, hidrogén-karbonát 128mg/l, lúgosság 2,1mmol/l, összes keménység 141mgCao (Andrik, 1996).

A 2008 évi mintavételi eredmények által számított Ca és Mg aeroszol koncentrációkat a 3-11. számú táblázat mutatja.

3-11. táblázat Számított Ca és Mg aeroszol koncentrációk a levegőben (Lénárt, 2009)

Mérés ideje, száma	Hely	Átszívott levegő (m ³)	Szűrőtípus	Ca µg/m ³	Mg µg/m ³
2008. 11. 18. 834/1	Fekete-terem 2 szint	0,8	Millipore 0,45µm	6,1	0,56
2008. 11. 18. 834/2	Fekete-terem 0 szint	0,8	Whatman GF/F	-	-
2008. 12. 12-13. 838/1	Fekete-terem 2 szint	1,6	Millipore 0,45µm	-	-
2008. 12. 12-13. 838/2	Fekete-terem 2 szint	1,6	Millipore 0,45µm	0,52	0,03
2008. 12. 12-13. 838/3	Fekete-terem 2 szint	3,4	Millipore 0,45µm	0,34	0,09
2008. 12. 12-13. 838/4	Fekete-terem 2 szint	3,67	Millipore 0,45µm	-	-
2008. 12. 12-13. 835/5	Híd előtti tér	3,2	Millipore 0,45µm	0,49	0,05

2008. november 18-án 7-9 óra közötti időben kettő mintavétel történt 800l/óra levegőátívási sebesség mellett, 60 perc mintavételi idővel. Ekkor a barlang száraz volt, a csapadékmentes őszt követően csepegés alig volt megfigyelhető. A december 12-13-án történt mintavétel 18-09 óra közötti időben volt. A barlang talaja nedves volt az előző napokban esett csapadék miatt, több helyen intenzív csepegés volt tapasztalható. A második mintavételkor mért kalcium koncentrációk csaknem egy nagyságrenddel kisebbek az első adataihoz viszonyítva (Lénárt, 2009).

Az aeroszol gyűjtés helyén csepegő vízmintát vettek, melynek összetétele a 3-12. számú táblázatban látható.

3-12. táblázat A csepegő víz Ca és Mg tartalma (Lénárt, 2009)

Mérés száma	Hely	Ca mg/dm ³	Mg mg/dm ³
838/11	Bányatáró előtti terem	78,4	2,4
838/12	Bányatáró előtti terem	87,3	
838/13	Fekete-terem 2 szint	72,8	

Ezen összetétel adatok alapján kiszámították azt a folyadék aeroszol mennyiséget, amely a mért kalcium mennyiségét hordozza. Ez kb. 80 μ l oldat/m³. Valamint azoknak a szilárd aeroszol részecskéknak a méretét, amelyek a csepegő oldat szétporlasztásával és bepárlódásával keletkezhetnek. A mintavételi módhoz egy adott szemcseméret fölötti aeroszol frakció tartozik. A gyógyászati effektus szempontjából a 0,1 μ m fölötti tartományt tekintik lényegesnek (Lénárt, 2009).

Az aeroszol mintavétel környezetéből vett közetszemcse és képződménytöredék kalcium és magnézium tartalmát a 3-13. számú táblázat mutatja. E szerint a közet csaknem tiszta kalcium-karbonát.

3-13. táblázat Az aeroszol mintavétel környezetében lévő kőzetek és a képződmény összetétele (Lénárt, 2009)

Mérés száma	Forrás	Ca mg/g	Mg mg/g	CaCO ₃ m/m%	MgCO ₃ m/m%
833/14	Agyaggal kifolyt szemcse	395	0,79	98,9	0,28
833/15	Fal alkotó	388	2,31	93,1	0,81
833/16	Fal alkotó	353	2,12	88,3	0,74
833/17	Képződmény	401	0,33	100,3	0,12

Elektronmikroszkóppal a felfogott részecskék méretét és egyedi szemcseösszetételét meghatározták. Ez alapján a felfogott nagy szemcsék 9 μ m, a kis részecskék 2 μ m részecske-átmérőjűek. A mikroszondás elemanalízis a szemcsealkotó elemek minőségi

jellemzésére alkalmasak, de az intenzitásarányok alapján számolt %-os viszonyuk nem ad helyes képet a szemcsét alkotó elemek százalékos összetételéről. Összegezve a barlangi aeroszol mintavétel során a szűréssel felfogott aeroszolban $0,45 < d < 10\mu\text{m}$ mérettartományban tiszta, illetve változó mértékben szennyezett kalcium-karbonátból álló részecskéket azonosítottunk. A száraz barlangban mért kalcium koncentráció $6,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10°C). Ez az adat nagyságrendileg jól egyezik (kétszerese) mások által más barlangban mérttel. Akár helyesek is lehetnek a mérési adatok, csak másak voltak a fizikai-kémiai mérései viszonyok. Az aeroszol koncentráció és a barlang nedvességtartalma közötti összefüggés valódiságát további mérésekkel kell alátámasztani (Lénárt, 2009).

3.6. Terápiás célú klímavizsgálatok a miskolctapolcai Tavas-barlangban

1997-ben Lénárt L. vezetésével terápiás célú barlangklimatológiai mérésorozatok történtek, melyben közreműködött a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai - Mérnökgeológiai Tanszéke, a debreceni MTA Atommagkutató Intézete és a miskolci Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei ÁNTSZ. A méréseket a miskolci MIVÍZ Kft. megbízásából végezték. A vizsgálatok célja az adatgyűjtés és azok értékelése volt a meleg légtérű, komfortérzetet keltő gyógybarlang minősítés érdekében, mely a fürdő mögötti tárórendszerben kerülhetne kialakításra. Léghőmérséklet, páratartalom, huzatmérés, radon koncentrációmérés, levegő kémiai és mikrobiológiai vizsgálatok történtek. A mérési helyeket és azok fajtáit az 6. számú melléklet mutatja.

3.6.1. Feltárt források a Tavas-barlangban

A tárórendszer által feltárt forrásokat „A”, „B”, „C”, „D” betűk mutatják a 3-3. számú ábrán és az 1. és 6. számú mellékleti ábrán.

Az „A” forrás a tervezett klímaterápiás hely centrumában található, hőmérséklete a vizsgálat elvégzésekor $22,6^\circ\text{C}$ volt. A csúcshőmérséklet, 26°C tartós szivattyúzás után volt elérhető. A forrásnál a táró szintje 103,4mBf-i értékű. A vizsgálat során a vízszintet a kb. 126,5mBf-i értékben rögzítették a több m^2 -es vízfelületet. A vízfelület fölött a légtér hőmérséklete mindössze $21,5^\circ\text{C}$ volt, azaz a légtér a víztömeg fűti.

A „B” forrást az előzőtől É-ra, attól mintegy 10m távolságban található. A táró felmérését végző barlangkutatók szerint a két vízfelület között légtér összeköttetés van.

Hőmérsékletét szintén 22,6°C volt, s a vízszint is megfelelt az előző pontban mért értékeknek.

A „C” forrást az úgynevezett „hidegvíz-kutató táróban” találták. Hőmérséklete mindössze 12,6°C volt, azaz a régi megközelítés szerinti kevert zónában helyezkedik el. A tárószakasz léghőmérséklete mindössze 15°C volt. Ez a tárószakasz a léghőmérséklete miatt nem alkalmas a tervezett klímaterápiás kezelésre.

A „D” forrás a terület legfontosabb melegvíz-kivételi helye, a Termál-forrás. Vízszintjének és vízhőmérsékletének 1992-1997 közötti alakulása alapján 8-9m-es vízszinttel és 2-4°C-os ingadozással lehet számolni. Ezek a tervezett gyógyhely kialakításánál figyelembe veendő tényezők. A maximális vízszint a táró jelenlegi járószintje alatt kb. 2m-el jelölhető meg, a maximális vízhőmérséklet az akkor mért értéket 8°C-al haladta meg. A forrás 1986-1996. közötti vízminőségi értékeinek megadásával, a táróban kialakítandó gyógyhely levegőkémiai viszonyaira utalást adtak (Lénárt, Munkácsi 1997).

3.6.2. Léghőmérséklet-mérés módszertana és eredményei

1997. október 6-27. időszakban a tárórendszerben elhelyezett 4 csatornás DATAQUA hőmérsékletmérő műszerrel 4 helyen végeztek folyamatos hőmérséklet-mérést, az adatok óránkénti rögzítésével. Ekkor a tárók szellőzése közel természetes volt, mivel azok csak a régi, rosszul záródó ajtókkal voltak lezárva. A mérések folytatásaként a 3. mérőhely környékén egy függély mentén helyeztek el 4 hőmérőt, melyek a vízfelülettől indulva összesen 7,2m függőleges távolságot fogtak át. Október 30. és november 22. között folyamatos mérést végeztek, az adatokat óránként rögzítették. A tárók szellőzése még ekkor is közel természetes volt. A november 22. és 25. közötti mérésekkor már 10 percenként rögzítettek adatokat úgy, hogy a tárórendszer két végpontján lévő ajtókat ideiglenesen fóliával lezárták a mérés megkezdése előtti napon (Lénárt, Munkácsi, 1997).

A mérések eredményeit a 3-14. számú táblázat mutatja.

Az 1-es mérőhely átlagos léghőmérséklete a kívánnál alacsonyabb és a szórása is magas volt. Emiatt ezt a tárószakaszt a klímaterápiába nem javasolták bevonni. A 2-es és 4-es mérőhelyeken a mérést befejezték, habár az előbbi hőmérsékleti szempontból alkalmas lett volna, míg az utóbbi kevésbé. A tervezett igénybevételnek megfelelően a 3-as helyen elemezték az adatokat (3-3. ábra „A” vízfelület melletti terület). Az egyes magasságokban

elhelyezett mérési helyek között nagy különbségeket nem találtak. Azonban a táró talpszintjén beáramló hideg levegő változékonyabbá teszi a léghőmérsékletet a többi helyhez képest. Az ajtók lezárását követően sem voltak nagy különbségek a mérési helyeken, de a táró talpszintjén beáramló hideg levegő számottevően változékonyabbá teszi a léghőmérsékletet a többi helyhez képest. A november 23 napi léghőmérsékleti viszonyok vizsgálata azt mutatta, hogy a vízfelület fölött és a szelvény legmagasabb pontján a napi hőmérsékletingadozás nem több mint, negyed °C fok. A legnagyobb ingadozás itt is 1°C alatt marad, tehát ez a terület is kiegyenlített léghőmérséklettel jellemezhető.

3-14. táblázat A léghőmérséklet statisztikai értékelése (°C) (Lénárt, Munkácsi, 1997)

		1-es mérőhely	2-es mérőhely	3-as mérőhely	4-es mérőhely
10.06-10.27	Átlag (°C)	16,38	21,27	21,20	21,31
	Max (°C)	19,30	22,03	22,12	22,76
	Min (°C)	13,97	20,54	20,37	20,15
	Szórás (°C)	1,11	0,38	0,40	0,56
	Rel. elt. (%)	6,77	1,80	1,91	2,63
		+3,5m	+/-0,0m	+1,7m	-3,8m
10.30-11.22	Átlag (°C)	21,92	21,89	21,99	21,91
	Max (°C)	24,34	24,69	24,65	24,43
	Min (°C)	18,35	17,89	18,20	18,07
	Szórás (°C)	1,42	1,50	1,49	1,46
	Rel. elt. (%)	6,48	6,84	6,79	6,64
11.22-11.25	Átlag (°C)	20,56	20,18	20,56	20,83
	Max (°C)	20,76	20,81	20,96	21,03
	Min (°C)	20,42	19,88	20,32	20,21
	Szórás (°C)	0,05	0,16	0,12	0,10
	Rel. elt. (%)	0,23	0,81	0,60	0,50
11.23	Átlag (°C)	20,58	20,28	20,62	20,84
	Max (°C)	20,76	20,81	20,96	20,99
	Min (°C)	20,51	20,00	20,39	20,72
	Szórás (°C)	0,06	0,23	0,17	0,07
	Rel. elt. (%)	0,27	1,14	0,83	0,35

Összefoglalva, az első mérési periódusban a mért értékek 20,4-22°C között változtak, a külső hőmérséklet változásának megfelelően. Ekkor gyakorlatilag az É-i bejárat nyitott volt. A második mérési szakaszban a függély mentén elhelyezett hőmérők általi adatok a hőmérséklet 17,9-24,7°C közötti változását mutatták. A harmadik mérés idején, már az ajtók ideiglenes lezárása után a hőmérséklet 19,88-21,03°C között változott. Az ingadozás maximuma a padlósínten volt tapasztalható (0,93°C) a legalacsonyabb pedig a legmagasabb mérőhelynél (0,34°C) (Lénárt, Munkácsi, 1997).

A mérési eredmények alapján az „A” vízfelület mellett, a 3. mérőhely közelében lévő terület a léghőmérsékleti viszonyok alapján meleg légterű, komfortérzetet keltő klímaterápiás célokra igénybe vehető (Lénárt, 2016).

3.6.3. Páratartalom-mérés módszertana és eredményei

A páratartalom mérésére pszichrometert alkalmaztak. A mérés helyei az „A” vízfelület közelében (tervezett kúrahely) és a „C” vízfelület közelében voltak (Lénárt, Munkácsi, 1997).

A tervezett kúrahelyen a páratartalom 99%-os volt, a klímaterápia céljaira megfelelő. Míg a másik mérőhelyen mért érték csupán 85%, ez a terület kevésbé alkalmas klímaterápiára (Lénárt, Munkácsi, 1997).

3.6.4. Radon-mérés módszertana és eredményei

1997. november 22-23. napokon történtek mérések, egy 1 óra 35 perces, majd egy 27 órás (Lénárt, Munkácsi, 1997).

A vizsgálati periódusban mért radon-aktivitás koncentráció átlagait a 3-15. számú táblázat mutatja.

3-15. táblázat A radon-aktivitáskoncentráció átlagai (Saját szerkesztés Lénárt, Munkácsi (1997) alapján)

Mérési hely	Átlagos radon-szint (Bqm ⁻³)	
	11.22. 12:15 – 13:50	11.22. 14:00 – 11. 23. 17:00
Behúzó légáramban a lezárt ajtó alatt	140	-
Vakjárat elágazásánál az „A” víz mellett	162	334
Vakjárat végén	169	317

A „Bővítés” szakaszba a „lezárt” ajtón keresztül a külső, hidegebb barlangiárat felől mintegy 10%-kal inaktívabb levegő érkezett a vizsgált időszakban. Mutatva az egyik külső légbeáramlási, egyben radon hígítási irányt. Magában a járatban az egynapos időszakon az átlagos radon-koncentráció 300-330Bqm⁻³ nagyságrendű volt. Ez megfelel más magyarországi barlangokban téli időszakban mért átlagos radon-szinteknek. A radon-szint napi menete 2-3 faktorral változott. A változás összefüggésben lehet a fürdő üzemeltetésével is. Úgy, mint ajtók zárása, nyitása, vízszintváltozások, vízkiemelés. Más publikált adatok szerint az évi átlagos radon-koncentráció a barlangban 500Bqm⁻³.

Figyelembe véve, hogy a vizsgálati napon mért átlagos radon-szint ennek a fele, a nyári időszakban ez 1000Bqm^{-3} körüli értéket valószínűsít.

Összefoglalva a valószínűsíthető radon-szintek a legalacsonyabbak közé tartozóak Magyarországon. Ennek megfelelően az ott tartózkodó személyek radon leánytermékektől származó sugárterhelése (hasonló jellegű elfoglaltság mellett, mint más barlangokban), kisebb, mint a többi hazai barlangban. A „Bővítés” szakasz kiépítettségének bármely jövőbeni változtatása során, a kialakuló radon-szintek változhatnak. Időben ezzel a vizsgálattal egybeeső, de más célú mérési eredmény alapján kialakított lényeges megállapítás, hogy a barlangban található vizekben ennél nagyságrendileg, akár 100-szor magasabb értékek is előfordulnak. Az utóbbi radon forrás, a dögönyözőknél és azok környezetében a kigázosodás miatt, lényegesen befolyásolja a radon-szinteket. Ennek tisztázására folyamatos, hosszabb idejű párhuzamos mérések javasoltak, mind a vizekben, mind a levegőben (Lénárt, Munkácsi, 1997). Bársonyos szerint (1984) a barlangfürdő vizének rádiumemanáció tartalma 0,35 milli-mikro Curie. A vízből feltörő gázok rádiumemanáció tartalom 1,4 milli-mikro Curie.

3.6.5. Huzatmérés módszertana és eredményei

A huzatmérés hődrótos anemometerrel történt 1997. november 22-23. napokon (Lénárt, Munkácsi, 1997).

Az 1-1' szelvényben tapasztaltak szerint, az ideiglenes lezárás és a táró fala között van légmozgás. A befelé történő légmozgás nagysága 5-8cm/sec-ra tehető, a kifelé történő mozgás sebessége ennek kb. a fele. A 2-2' szelvényben a teljes felületen történik levegő beáramlás a Termál-forrás felől. Értéke 2-5cm/sec-ra tehető, intenzitása a forrástér nyitottságától függ. A 3-3' szelvényben a víz felé 2-4cm/sec-os áramlást tapasztaltak az 1-es és 2-es szelvény felől. A víz fölött viszont felfelé 4-7cm/sec-os légáramlást. Ily módon itt valószínűleg a kürtőhatás irányítja a légmozgást. A 4-4' szelvényben is az 1-1' szelvényben észlelteket tapasztalták, de kissé jelentősebb beáramlással és kevesebb kiáramlással. Az előbbieken említett kürtőhöz innen jelentősebb levegőmennyiség áramlik, mint a másik ajtótól. Itt viszont a keveredési zóna lényegesen kisebbnek tűnt. A táróban a mérések alkalmával jelentős pormennyiség verődött fel. Ennek egy része nagyon gyorsan kiülepedett, illetve eltávozott a felfelé történő légmozgással. Egy része azonban nem tudott eltávozni a Barlangfürdő felől jövő meleg levegő leszorító hatása miatt. A

táróban történő vízszintes légmozgás a táró alját a portól megtisztította, fenti részét a fenti okok miatt nem. Az átmeneti rész a 2-2' és a 3-3' huzatmérési helyen található, a vakjárat előtt.

A huzatviszonyok elemzése alapján a 3-3' mérési helyen a klímaterápia megindításának nem látták akadályát (Lénárt, Munkácsi, 1997).

3.6.6. A levegő kémiai vizsgálatának módszertana és eredményei

A nitrogén-dioxid (NO_2), az ammónia (NH_3) és a széndioxid (CO_2) mérése két mintavételi helyen 1997. december 3-án történt. A nitrogén-dioxid meghatározása a Msz 21 456/4-77, az ammóniáé a Msz 21 456/6-82, a széndioxid vizsgálata pedig, a Msz 21 455/4-75 mérési módszerrel történt. A nitrogéndioxid kimutatási határa $<0,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ volt.

A kalcium (Ca) és a magnézium (Mg) mérése három mintavételi helyen 1997. november 13-án (3-as), december 3-án (1-es) és 4-én (2-es) történt az egyes mérőhelyeken. A mérendő levegő Ca és Mg koncentrációját savas mérőoldaton történő átszívás után atomabszorpciós spektrométerrel határozták meg. A Ca kimutatási határa $<0,08\mu\text{g}/\text{m}^3$ és a Mg-é $0,04\mu\text{g}/\text{m}^3$ volt (Lénárt, Munkácsi, 1997).

A NO_2 szennyezés általában közlekedési és fűtési eredetű. Miskolc város környezeti levegőjének átlagos NO_2 koncentrációja 1996 fűtési félévében $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ volt, nem fűtési félévében pedig $28\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ez alapján természetes, hogy ez a szennyező anyag a miskolctapolcai Tavas-barlang levegőjében egyik mérőhelyen sem volt jelen mérhető mennyiségben.

Az NH_3 átlagos koncentrációja a környezeti levegőben $7-10\mu\text{g}/\text{m}^3$ között van. Ettől mindkét barlangi mintavételi ponton jóval magasabb NH_3 koncentráció volt mérhető. Az 1. mérőhely mérési eredménye $45\mu\text{g}/\text{m}^3$ és a 2. mérőhelyé $86\mu\text{g}/\text{m}^3$ volt. A jelenség magyarázatát nem ismerjük és a vizsgálat erre nem is terjedt ki. Azonban felmerült lehetséges okként a felszín alatti bomló fumaradványok jelenléte. Az NH_3 pontos mennyiségét és eredetét a további vizsgálatoknak kell meghatározniuk a megfelelően kitisztított üregrendszerben.

A CO_2 koncentráció mindkét mintavételi ponton megegyezett a környezeti levegő CO_2 koncentrációjával. Az 1. mérőhely mérési eredménye $0,026\text{tf}\%$ és a 2. mérőhelyé

0,0224tf% volt. Mivel a táró még nem kellően zárt üreg, így a gyógybarlangokra jellemző magasabb koncentráció nem volt jelen. De a későbbiekben a légtér jobb zárása és új létesítésű vízfüggönyből történő CO₂-kiválás után, ez várható.

A Ca és a Mg koncentrációja, mindhárom mérési ponton a környezeti levegőben mérhető értékek nagyságrendjébe estek. A Ca koncentrációja az 1-es mérőhelyen 5µg/m³, a 2-esen 1,5µg/m³ és a 3-ason 2,7µg/m³ volt. A Mg esetében a 3-as mérőhelyen 0,15µg/m³ volt, míg a másik két mérőhelyen nem volt differens. Miskolc város levegőjének átlagos Ca és Mg tartalma 1993-ban 2,1µg/m³ és 0,3µg/m³ volt. A Ca és a Mg a barlangok kőzetéből származik, nedves levegőben az aeroszol, míg száraz levegőben a porszemcsék hordozzák. Várható a jövőben, hogy amennyiben az új táró levegőjének az aeroszol tartalma emelkedik, megtelnek a „karsztvíz tavacsák”, a csepegő víz mennyisége megemelkedik, kialakításra kerül mesterséges vízfüggöny, a Ca és Mg koncentráció is növekedni fog. A barlang Dögönyözőjénél (3-as mérőhely) mért irreálisan alacsony értékek miatt, feltétlenül ismételt mérésekre van szükség, a felmerült mérési hiba lehetősége miatt.

A levegőkémiai vizsgálatok a klímaterápia beindításának lehetőségét nem zárták ki, de bizonyos kontrollmérések elvégzésére feltétlenül szükség van (Lénárt, Munkácsi, 1997).

3.6.7. Levegő-mikrobiológiai mérések módszertana és eredményei

A december 3-án a „Meleg” teremben a kürtő alatt (1-es) és a „Hideg” terem végében (2-es) végeztek méréseket. Ülepítés 30 és 60 percig módszerrel az 1-es ponton 1-1,5m, a 2-es ponton kb. 1m magasságban (Lénárt, Munkácsi, 1997).

A „Meleg” barlangszakasz levegőjének baktérium tartalma Némedi minősítése szerint tiszta-kissé szennyezett volt. Mivel fekáliás eredetű baktériumok, kórokozók és feltételes kórokozók nem tenyészttek ki a levegőből, a minősítés inkább tiszta lehet. A levegőben előforduló mikrobák egyébként közönségesek a külső légtérben. A barlang levegőjében előforduló penészgombák a külső légtér közönséges tagjai és mindenképpen a külszínről erednek. A gomba telepszám csökkenése várható a barlangszakasz lezárása, a munkálatok befejezése és a légkör „nyugalma” után. A terápia megindulása kezdetén vizsgálatokkal kell megállapítani a barlangterem öntisztuló képességét, amely felvilágosítást fog adni a maximális kúrázó létszámról, a kúracsoportok lehetséges számáról, azaz a barlang befogadó képességéről.

A mikrobiológiai vizsgálatok a klímaterápia beindításának lehetőségét nem zárták ki, de bizonyos kontrollmérések elvégzésére feltétlenül szükség van (Lénárt, Munkácsi, 1997).

3.7. A légző- és keringési rendszer jellemzői nyugalomban és terhelés alatt

A légzés azon folyamatok összessége, amelyek az oxigén felvételét és a szén-dioxid leadását hajtják végre. A légzés szabályozását a központi idegrendszer különböző szintjén elkülöníthető légzőközpontok végzik a perifériáról érkező impulzusok és a vér kémiai összetételének változásaihoz illeszkedően (Frenkl, 2005). Nyugalomban kb. 500 ml-es ki és belégzéssel, 14-16/perc frekvenciával lélegzik egy egészséges egyén. Terhelés hatására a légzés fokozódik. Növekszik a légzésszám, mélyebbek lesznek a légvételek, kitágulnak a légutak. Emelkedik a pulzusszám is (Pavlik, 2011).

A mélyebb légvétel számos előnyt jelent. A kilégzéshez a mellkasfalban tárolt nagyobb rugalmas energia fog hozzáadódni, alaposabban átszellőzik a tüdő. A légzés intenzitásával együtt növekszik az átszellőzött léghólyagok száma, kb. 130/perc körüli pulzusszámnál fordul elő egészségesben, hogy minden léghólyag átszellőzik. A mélyebb légvétel nagyobb mellkasi szívóhatást eredményez, ami a keringésre, a vénás visszaszívásra van jótékony hatással, valamint hamarabb növekszik a légzőfelület (Pavlik, 2011).

A légzési teljesítmény a légzőizmok tevékenységét, energiafelhasználását jelenti. Nyugodt légzésnél, egészséges emberben ez csekély, a szervezeti energiafogyasztásnak közel 1 %-a. A légzőizomzat energiafelhasználása nagy terhelésnél az összes energiafelhasználás 10-15%-át, szélsőséges esetben 20%-át teszi ki (Pavlik, 2011). A terhelés után a pulzusszám megnyugvása exponenciális, jellemzi a szervezet kondicionális állapotát. Mérsékelt információértékű a 3-6 perces terhelés végi pulzus megemelkedettsége (Frenkl, 2005).

3.8. Légúti szűkülettel járó kórképek

Az obstrukció limitálja a kilégzési áramlást. Oka leggyakrabban a légúti nyálkahártya duzzanata, a légút falának simaizom görcse, légúti váladék, valamint a tüdőszövet rugalmasságának csökkenése. A kórképek etiológiájában környezeti faktorok és genetikai tényezők, melyek felelnek a szervezet sajátosságaiért, egyaránt szerepet játszanak (Pocket Guide to COPD, 2017).

A krónikus obstruktív légúti betegség (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) abban különbözik az asztma bronchialétól (AB), hogy a légáramlást korlátozó

rendellenességek nagyrészt irreverzibilisek (Szima, Kiss, 2006; Pocket Guide to COPD, 2017). A COPD lassan és fokozatosan súlyosbodó funkciózavar, melynek kórlefolyását emelkedő áramlási ellenállás és a légúti tartalékok többnyire progresszív csökkenése jellemez. A fiziológiásnak tekinthető évi 20-30ml FEV₁ csökkenéssel szemben COPD-ben ez az érték elérheti a 60-80ml-t is (Somfay, 2016). Szisztémás megbetegedés, melynek következtében számos társbetegség jelenik meg. Közülük gyakoriságukat tekintve kiemelkednek a kardiovaszkuláris megbetegedések (Smith, 2014; Alexy et al., 2016). Legalább minden harmadik COPD-s beteg kardiálisan érintett (Mannino, 2015). A felnőttkori asthma bronchiale rohamokban jelentkező spontán, vagy gyógyszerre szűnő nehézlégzés. Klinikai megjelenése igen változatos (Magyar, 2006; Pocket Guide to COPD, 2017).

A légzőrendszert átmenetileg, vagy tartósan irritáló környezeti anyagok, mint például dohányfüst, por, allergének stb. légúti gyulladást hoznak létre. Ennek a légúti hiperreaktivitásnak a mértéke és kiterjedése döntő az obstrukció kialakulásában és felel a létrejövő falszerkezeti változásokért. Vezető tünet a köhögés és a fokozatosan kialakuló nehézlégzés (Magyar, 2006). A légző mozgások csökkennek, megjelennek a mellkas és a háti gerinc deformitásai, tovább rontva a kilégzési áramlást (Némethné Gyurcsik Zs, 2013).

Hipoventiláció során csökken a tüdő szellőzése. A hipoventiláció elhízásban is megjelenhet a mellkasi mozgások akadályoztatása miatt (Pavlik, 2011). A hypoxiás hypoxiában a szervezet oxigén mennyisége a beszűkült a légző felület miatt alacsony, ezért zavart szenved a szervezet oxigén ellátása (Pavlik, 2011). Deszaturációs állapotban a véroxigén telítettség értéke kórosan alacsony, 90% érték alatti (Varga, 2014).

A krónikus obstruktív tüdőbetegek kezelése során, a tüdőszövetet, a légzésmechanikát érintő kóros folyamatok mellett, a jelentős társbetegségeket is szükséges figyelembe venni. A lejátszódó kórfolyamatok következtében a krónikus tüdőbetegek fizikai aktivitása csökken, a nehézlégzés fokozódik, a betegek dekondicionálódnak. Az inaktivitás, az izoláció és a depresszió megjelenése és súlyosbodása az életminőség romlásához vezet (Varga, 2014; Guenette et al., 2014).

3.9. Fizioterápia a rehabilitációban

„Általában pedig alapelveként elfogadott, hogy mindenféle rehabilitációs munka legfontosabb komponense a fizioterápia.” (Lengyel, 2017).

A mai értelemben komplex légzésrehabilitációnak tekinthető tevékenység körvonalai az 1970-es évek végén rajzolódtak ki, melyben egyre nagyobb hangsúlyt kap a gyógytorna (Lengyel, 2014). A rehabilitációs program fizioterápiás eljárásait a csapat vezető orvos irányítja gyógytornász segítségével. A gyógytornász értékeli a rehabilitáció hatását, az elért eredményeket, mint például a csökkent mellkasi mobilitás és a kondíció változását (Varga, 2014). A légzésrehabilitációban három feladat köré rendeződik a fizioterápia szerepe. A légutak átjárhatóságának biztosítása, a ventiláció támogatása, javítása és az általános állóképesség javítása. Az állóképesség, a terheléstűrés, jelentősen befolyásolja az életminőséget (Barnai, 2017). A légzési fizioterápia tágabb tevékenységi körébe tartoznak az általános légzőgyakorlatok. A légzőtorna hatására a gerinc és a mellkas mobilizálódik, helyes légzésmechanikát alakít ki, ritmizál, nő a rekesz kitérése, valamint a tüdő légzőfelülete, váltakozva fokozódik és csökken a hasüri nyomás (Némethné Gyurcsik Zs, 2013; Zaletnyik, 2014). Módszerei továbbá a mellkasi fizioterápia, a mobilizálás, a pozicionálás, a fizikai tréning, a vegetatív tónus egyensúlyát befolyásoló módszerek. A pozicionálás célja lehet a légzési munka csökkentése, a légzési térfogat növelése, vagy a légúti váladék ürülésének megkönnyítése (Zaletnyik, 2014). A krónikus légzőszervi betegek esetében a balneoterápia az inhalációs kezelések formájában jön szóba. A különféle sókban gazdag ásványvizek, gyógyvizek közül kiemelt a NaCl tartalom, mely lokális ingert gyakorol a légutak nyálkahártyájára. Elősegíti a köpet ürülését, gyorsítja a hurutos tünetek elmúlását, enyhíti a dyspnoet. Sószoja kezelés során szintén a belélegzett levegő magas NaCl tartalmát használjuk a légutak helyi kezelésére.

Habár a kórházi körülmények közt végzett rehabilitáció jelentős kiadásokat igényel, kimutatható, hogy a rehabilitációnak gazdasági tekintetben is van haszna. Csökken az akut fellángolások száma, az orvosi vizitek száma, a sürgősségi ellátás igénybe vétele, a kórházi felvételek száma valamint az ápolási és táppénzes napok száma (Lengyel, 2014). A légzésfunkciós vizsgálatok nem alkalmasak a rehabilitáció eredményeként kialakuló változások értékelésére (Lengyel, 2014). A nyugalmi légzésfunkciós vizsgálatok során inkább testalkati mutatókat látunk, a légzőrendszer teljesítőképességét alig (Neilly, 1992; Frenkl, 2005). Helyére olyan vizsgálati módszerek léptek, melyek egzaktak, jól reprodukálhatóak és az általuk regisztrált változások alapvetően az alkalmazott rehabilitációs eljárások eredményeként értékelhetők. A változás jól megítélhető a 6 perces járástesztrel, a kerékpár-ergometria és az aktivitás mérésének eredményeivel, valamint az életminőséget vizsgáló eljárásokkal (Lengyel, 2014).

A derékfájdalommal kapcsolatban megjelent kontrollált vizsgálatok eredményei szerint a problémák 85%-ában pontos kóroki, anatómiai diagnózis nem fogalmazható meg. Kezelésében a mindössze néhány napig tartó tehermentesítés szerepel, majd a beteg aktivitásának megőrzése és hangsúlyozása gyógytornász közreműködésével. Nem jellemző egyetlen mozgásterápiás módszer kiemelése a derékfájdalom kezelésében (Monek, 2017). A tartásjavítás a kezelés lényegi része lehet. A víz alatti torna hidroterápia és mozgásterápia kombinálása, melynek kivitelezése csoportosan, tornamedencében történik. A betegenként szükséges alapterület 4m^2 , az optimális víz hőmérséklet $31\text{-}33^\circ\text{C}$ (Csermely, 2002). A kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos fürdők esetében a kalcium bőrön keresztül történő felszívódása egyelőre nem bizonyított (Bender, 2008). Fizioterápiában a vizek hőmérséklet szerinti felosztása az alábbi. A 28°C -nál alacsonyabb hőfokú hideg víz, a $28\text{-}31^\circ\text{C}$ közötti hűvös, a $34\text{-}35^\circ\text{C}$ közötti indifferens, a $36\text{-}39^\circ\text{C}$ közötti meleg és a 40°C -os forró (Csermely, 2009).

3.10. Evidenciák a szpeleoterápiában

„Az állandó hőmérsékletű, hűvös, magas páratartalmú levegőn való napi 3-4 óra tartózkodás, az itt végzett légzőtorna és fizikai tréning, edző hatású és preventív a későbbi légúti fertőzések, és hurutos tünetek tekintetében. A barlangkúra után csökken az exacerbációk száma.” (Lengyel, 2017).

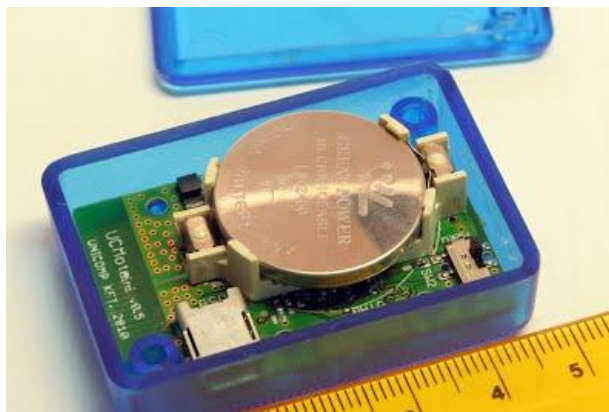
Klinikailag releváns szpeleoterápiai kutatási eredmény kevés számú érhető el. Horváth Tibor és munkatársai a tapolcai Kórház-barlangban kezelt 4000 beteg 10 éves kezelési eredményeit dolgozták fel. A légúti obstrukció és a FEV_1 szignifikáns és hosszan tartó javulásáról számoltak be. Baemon, Falkenbach és munkatársai kontrollált klinikai tanulmányok meta-analízisét végezte el. A konklúzió az volt, hogy a fellelhető, értékelhető tanulmányokban nem bizonyítható a hatás krónikus aszthmában. Randomizált, kettős vak vizsgálatok kellenek a barlangkezelés hatásának igazolására (Nagy, 2017).

4. Módszerek

4.1. Klímaparaméter vizsgálatok

A lillafüredi Szent István-barlang klímájának elemzését a szakirodalmi terápiás célú klímavizsgálatok eredményeinek feldolgozásával, míg a miskolctapolcai Tavas-barlang klímájának elemzését a szakirodalmi terápiás célú klímavizsgálatok és saját mérési eredményeink feldolgozásával végeztük.

A miskolctapolcai Tavas-barlang déli, barlangfürdőként használt járatrendszerében a klímavizsgálatokat az UC Mote Mini vezeték nélküli szenzorok (4-1. ábra) alkalmazásával végeztük. A műszert a Szegedi Tudományegyetem „Szenzorhálózat alapú adatgyűjtés és információfeldolgozás” (TÁMOP-4.2.2-08/2008-0001) című projekt keretein belül fejlesztette és biztosította a mérés időtartamára. A szenzorok kihelyezése, üzembe helyezése viszonylag egyszerű, kis költséggel üzemeltethető, lehetőséget biztosít a vezeték nélküli kommunikációra. A műszer pontossága hőmérséklet tekintetében $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$, páratartalom mérésnél $\pm 2,0\%$ és légnyomás adatok rögzítésénél -20 - 85°C és 300 - 1100 mbar tartományban $\pm 2,5$ mbar. A szenzorok 15 percenkénti adatrögzítést biztosítanak (Muladi, Csépe, 2012; Muladi et al. 2013; Csépe-Muladi, 2016).

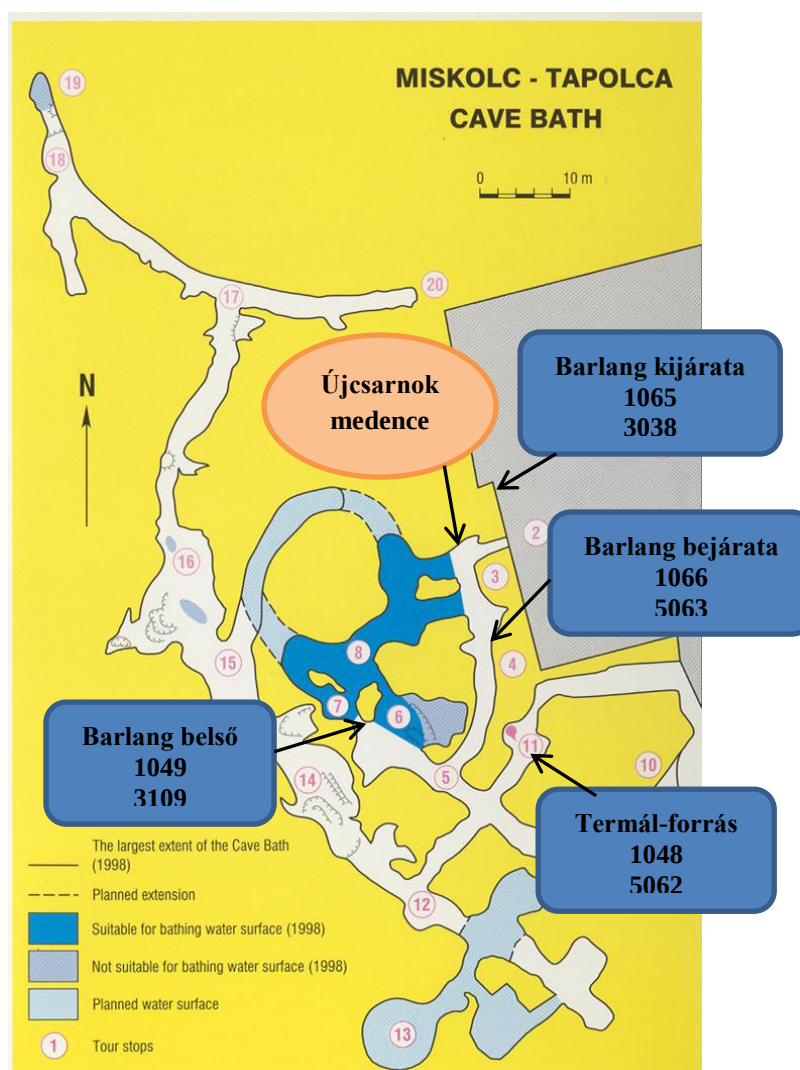


4-1. ábra UC Mote Mini vezeték nélküli szenzor

Vizsgálataink mérési időszakait, a mérési helyeket és a szenzorok azonosító számait 4-1. számú táblázat, a szenzorok térképi elhelyezkedését a 4-2. számú ábra mutatja. A műszereket a járatok falán 2m magasságban helyeztük ki (7. melléklet).

4-1. táblázat A klímavizsgálati mérési helyek, időszakok és a szenzorok azonosítói

Mérési hely	Első méréssorozat		Második méréssorozat	
	Szenzor azonosító	Mérési időszak	Szenzor azonosító	Mérési időszak
Termál-forrás	1048	2013.06.12- 2013.09.07.	5062	2013.09.09- 2013.10.30.
Barlang bejárata	1066	2013.06.12- 2013. 06.18.	5063	2013.09.09- 2013.10.30.
Barlang kijárata	1065	2013.06.12- 2013.07.05.	3038	2013.09.09- 2013.10.30.
Barlang belső	1049	2013. 06.12- 2013.07.03.	3109	2013.09.09- 2013.10.05.



4-2. ábra A klímavizsgálat mérési helyei szenzor azonosítókkal a barlangfürdő alaprajzán

(Saját szerkesztés Lénárt L., Stuhán G. (1999) alaprajza alapján a TKM kiadványsorozatból)

Az első, nyári méréssorozat során, mind a négy mérőhelyen hőmérséklet és páratartalom mérés történt, valamint a Barlang belső és a Termál-forrás mérőhelyeken légnyomásmérés is. A második, őszi méréssorozat során, mind a négy mérőhelyen hőmérséklet és páratartalom mérés történt.

A vizsgálati eredmények értékeléséhez felszíni klímaadatokat és a miskolctapolcai Termál-forrás vízhőmérsékleti adatait használtuk fel. Az egyes adatszolgáltató mérőállomások elhelyezkedését a 2-1. számú ábra mutatja. 2011-2014 évek napi csapadék adatait az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság szolgáltatta három miskolci csapadékmérő állomásról (Felsőhárom, Miskolc-Sajópart, Jávorkút-automata). 2011-2016 évek napi és 2013. június 1-október 31. időszak óránkénti hőmérséklet adatait az Országos Meteorológiai Szolgálat szolgáltatta a Miskolc-Avas, illetve Miskolc-Diósgyőr Tűzoltó laktanya mérőállomásokról. 2009-2014 évek havi minimum három és 2011. 11. hónaptól napi Termál-forrás vízhőmérsékleti adatait a miskolci MIVÍZ Kft. szolgáltatta.

4.2. Gyógyászati vizsgálatok

4.2.1. Vizsgált személyek

A tanulmányban összesen 184 egyén vett részt, átlagos életkoruk $57,9 \pm 8,71$ év volt, közülük 141 nő (76,6%).

A mozgásszervi panasszal élő egyéneknél a tanulmányban való részvétel feltétele a 40-60 év közötti életkor, az aktív életmód és a több éve fennálló derékfájdalom volt, valamint az, hogy a kezelés ideje alatt egyéb más kezelés nem történhet. Diagnosztizált gerincbetegség meglétét nem kértük. A résztvevők a programokra előzetes tájékoztatás után önként jelentkeztek. A krónikus légzőszervi betegek a vizsgálatok ideje alatt a miskolci Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház Légzőszervi Rehabilitációs Osztályának kezeltjei voltak. COPD, vagy asthma bronchiale diagnózisú betegeket vontunk be a vizsgálatokba. A részvétel az osztályt vezető főorvos elrendelése alapján történt. A betegek 6 csoportba kerültek besorolásra panaszuk, betegségük, valamint a terápiás helyszín alapján:

1-es csoport: a miskolctapolcai Barlangfürdőben kezelt mozgásszervi panasszal élő felnőttek csoportja (n=60)

2-es csoport: a miskolctapolcai tornamedencében kezelt mozgásszervi panasszal élő felnőttek csoportja (n=10)

3-as csoport: a lillafüredi gyógybarlangban és kórházban is kezelt felnőtt krónikus légzőszervi betegek csoportja (n=19)

4-es csoport: a miskolctapolcai Barlangfürdőben kezelt felnőtt krónikus légzőszervi betegek csoportja (n=15)

5-ös csoport: a lillafüredi gyógybarlangban kezelt felnőtt krónikus légzőszervi betegek csoportja (n=64)

6-os csoport: a kórházban kezelt felnőtt krónikus légzőszervi betegek csoportja (n=16)

4.2.2. Vizsgálati módszerek

A mozgásszervi panasszal élő résztvevőket a Miskolci Egyetem Egészségügyi Karán vizsgáltuk (4-3. ábra). Tekintettel arra, hogy ezek a személyek nem álltak orvosi kezelés alatt, előzetesen általános orvosi vizsgálaton vettek részt, melyet a kar belgyógyász szakorvosa végzett el. Visszamértünk minden résztvevőt, aki a megbeszélte időpontban megjelent.



4-3. ábra Testsúlymérés az Egészségügyi Kar egyik gyakorlójában (Saját fotó)

A légzőszervi betegek folyamatos orvosi megfigyelés alatt álltak vizsgálataink alatt. A visszaméréseken azokat a betegeket vizsgáltuk, akik legalább 10 kezelésen részt vettek. A résztvevők írásban és szóban is tájékoztatást kaptak a vizsgálat céljáról, menetéről és önkéntes részvételéről. A vizsgálati adatok név nélkül szerepelnek és csak a felmérést végző személyek nyernek abba betekintést. A vizsgálat során bárki visszaléphetett, bármely időpontban külön indoklás nélkül. A vizsgálat megkezdése előtt a résztvevők

aláírásukkal igazolták, hogy megismerték a tájékoztatást és önkéntesen vesznek részt a felmérésben.

Szomatometria. A testmagasságot falra szerelhető, egyszerű testmagasság mérővel mértük 0,5 cm-es pontossággal. A testtömeget digitális személymérlegen mértük 0,1 kg pontossággal. Az Adolphe Quetelet képlet alapján (testtömeg [kg] / testmagasság² [m²]) meghatároztuk a testtömeg-indexet (Body Mass Index, BMI) és kategorizáltuk (8. melléklet) az elhízás mértékét (Simonyi et al., 2017). Mértük a tomporkerületet, mint a legnagyobb csípőtáji kerületet 1 mm pontossággal. A testösszetételt 5 helyen mért bőrredő összegével becsültük 1mm pontossággal. Mértük a bicepsz redőt a bal felkar elülső oldalán, a tricepsz redőt a bal felkar hátulsó oldalán, a bal lapocka alatt a lapocka alatti redőt, a törzs bal oldalán a csípőnél a csípő redőt, a hason köldöknél pedig a has redőt (Oscar, 1998). A méréshez bőrredő-mérő egyszerű, műanyag calipert használtunk.

Testtartás. A gerinchossz mérése 1 mm pontossággal történt. A gerinc fiziológiás szagittális síkú gerincgörbületének állapotát, ez által a tartáshibákat, a Delmas-index-szel (a gerinc aktuális hossza / valódi hossza x 100) számoltuk ki és az értékeket kategorizáltuk (8. melléklet) (Balogh, 1999).

A **gerinc mobilitását** egyszerű funkcionális tesztekkel határoztuk meg. Az előrehajlás tesztje során, talajon, nyújtott ülő helyzetben hajol a résztvevő addig előre, amíg lehetséges. Ebben a helyzetben az orr-térd, vagy orr-comb függőleges távolságot mértük 1 mm pontossággal. Az oldalra hajlás tesztje során, széken ülve hajol a résztvevő oldalra, amíg lehetséges. Ebben a helyzetben a középső ujj-talaj függőleges távolságot mértük 1 mm pontossággal. A jobbra és balra hajlás értékek különbségét adtuk meg, kifejezve ezzel az elmozdulás aszimmetrikusságát. Mindkét teszt értéke csökken, ha a terápia eredményes.

Mellkas mobilitás. Mértük a mellkas kerületét a maximális belégzési és kilégzési helyzetben a lapocka alsó szögletének magasságában 1 mm-es pontossággal. A mellkas kitérésének értékét a két méret különbségéből kaptuk meg, 5 cm felett normál értékű (Oscar, 1998; Némethné Gyurcsik, 2013).

Az **állóképesség** meghatározása egyszerű funkcionális tesztekkel történt. Mértük az akaratlagos apnoe időt (AP). Az AP időt ülve, maximális belégzési helyzetben mértük 0,1 mp pontossággal. A három próbálkozásból a legjobb értéket használtuk fel (Barnai, 2007).

A 6 perces járásteszt (6 MWD) a járástávolságot határoztuk meg adott idő alatt. A kivitelezéshez egy 80m hosszú folyosót jelöltünk ki, az időt stopperórával mértük. Az értékeket 0,1 m pontossággal adtuk meg. Kiszámítottuk a járási sebességet, m/s-ban adtuk meg, az értékeket kategorizáltuk (8. melléklet) (Barton, 2000).

A **funkcionális állapotot** az Egészségügyi Szakmai Kollégium által meghatározott rehabilitációs ellátási programok szabálykönyve „COPD következtében kialakult funkciózavar miatt szükséges rehabilitáció, ellátási program” alapján ítéltük meg (8. melléklet) (REP 2012). A funkcionális állapot minősítését a 4-2. táblázatban bemutatott értékhatárokkal és módosításokkal végeztük.

4-2. táblázat Módosított REP táblázat a funkcionális állapot meghatározásához (Saját szerkesztés a REP (2012) alapján)

	Súlyos	Közepesen súlyos	Enyhe
6 perces járásteszt (m)	< 249	250-349	350 <
FEV ₁ % (%)	< 49	50-79	80 <
Társbetegség: ISZB, elhízás	-	2	0-1
súlyos, ha a fenti három kategóriából mindháromban súlyos, kettőben súlyos és egyben közepes, egyben súlyos és kettőben közepes közepesen súlyos, ha köztes állapot; enyhe, ha a fenti három kategóriából egyben közepes kettőben enyhe, mindhárom enyhe			

Kizárólag objektív adatokat használtunk fel. A társbetegségek közül kettőt vizsgáltunk, az ischaemiás szívbetegséget (ISZB) és az elhízást. Aki mindkettő társbetegséget hordozta, közepesen súlyos kategóriába került. Mivel a társbetegségek értékelésekor súlyos minősítést értelmezni nem lehetett, a standard „súlyos” állapot értékhatárait kibővítettük. Azt a beteget is súlyosnak minősítettük, aki egy eredményében súlyos és kettőben közepesnek mutatkozott.

A **szaturáció és pulzus** méréséhez egyszerű csiptethető szaturáció mérőt használtunk. A bőrön keresztüli mérés nem jár tűszúrással, egyszerű, de nem túl pontos eljárás. Klímaterben szaturáció mérés történt a terápiás szakaszok között 4 pillanatban. A terápiás helyre való megérkezéskor (SZAT1), az első pihenő végén (SZAT2), a légzőtorna végén (SZAT3) és a második pihenő végén (SZAT4). Szaturáció mérést végeztünk a kórházi terápia előtt és után (SZAT2-3). A szaturáció 90% értékig normál értékű.

Járástoneszthez kapcsoltan pulzusmérést végeztünk 5 pillanatban. A nyugalmi pulzust (P_{NY}) csendes, ingermentes szobában 10 perces fekvő helyzetű pihenés után kaptuk. Az enyhe terhelés (P_{ET}) értéket felkelést követően egy kb. 20m-es séta után kaptuk, a teszt rajtvonalánál. A maximális terhelés (P_{MAX}) pulzusszámát a teszt végén álló helyzetben mértük. A megnyugvási pulzust ülve mértük teszt után 1 ($P_{1'}$) és 3 ($P_{3'}$) perc elteltével. Az életkori maximális pulzust ($P_{220-évek}$) a $220 - \text{életkor}$ számítással végeztük. Pulzusmegnyugvás normális, ha 3 perc elteltével 30%-os az esés. A nyugalmi pulzus normális 60-100/perc között.

Légzésfunkció. A forszírozott kilégzési térfogat az első másodpercben (FEV_1) mérése PIKO1 digitális Peak Flow Meter segítségével történt a klímaterben, literben megadva. Légzésfunkciós vizsgálatot végeztünk a rehabilitációs osztály ambulanciájának MicroLab 3500 Spirometer MK8 (Viasys Healthcare) típusú gépével. Az adatok közül a FEV_1 és a $FEV_1\%$ értékeket használtuk fel. A mérés során mindig három fújást végeztettünk fél perces pihenőkkel és a legnagyobb értéket fogadtuk el.

Betegdokumentáció elemzés. Az osztályos betegdokumentáció adott számunkra adatokat a légzőszervi betegek esetében. A korábbi zárójelentésből megkaptuk a pontos orvosi diagnózist és az ISZB esetleges meglétét. A légzésfunkciós vizsgálati leletből rögzítettük a FEV_1 és a $FEV_1\%$ adatokat. Ezeket a leleteket a beteg lakhelyének megfelelő szakambulancián készítették és a protokoll szerint az előjegyzett betegek magukkal hozzák az osztályos felvételhez.

Az **életminőség** vizsgálatához a Medical Outcome Study Questionnaire Short Form 36-item (SF-36) kérdőívet használtuk (9. melléklet). A kérdőív 36 egyszerűen megválaszolható kérdést tartalmaz. Ezek 8 kérdéscsoportba rendezhetők, a különböző életminőségi dimenzióknak megfelelően. Fizikai működés (PF), Fizikai szerep (RP), Testi fájdalom (BP), Általános egészség (GH), Vitalitás (VT), Szociális működés (SF), Érzelmi szerep (RE) és Mentális egészség (MH). Az értékelés egy 0-100-ig terjedő skálán történt. Az összpont száma minél magasabb, annál egészségesebbnek érzi magát az egyén. Az elektronikus kalkulátor a skálaértékeket transzformálja 0-100 tartományra (%), ez a normaérték. Megadtuk a skála és a norma értékeket is, utóbbiakat a magyar általános populáció normaadataihoz hasonlítottuk (Ware et al., 1993; Mahler, Mackowiak, 1995; Czimbalmos, 1999; Varjú, 2008).

4.2.3. Kezelések

A lillafüredi és miskolctapolcai vizsgálati helyszínek térképi elhelyezkedését a 3-1., a 3-2. és a 3-3. számú ábra mutatja.

Az **1-es csoport kezelései** 2010. március 01 - április 09. és 2011. szeptember 12. - október 21 között zajlottak. „Komplex hidro-, mozgás- és szpeleoterápia a miskolctapolcai Barlangfürdőben”. Csoport létszáma 30-30 fő. Terápia helye a miskolctapolcai Barlangfürdő Újcsarnok medencéje (4-4., 4-5. ábra) és a hozzá tartozó természetes vizes járatok, melynek neve „Régi-barlang”. Víz mélysége 100cm, hőmérséklete 31°C. Vízfelület nagysága 340m². Gyakorisága 3 alkalom hetente. A kúra hossza 6 hét. Kezelés hossza 60 perc, reggel 8.00-9.00 óráig.



4-4. ábra Az Újcsarnok medence és a Régi-barlang találkozási pontja (Saját fotó)



4-5. ábra Víz alatti torna az Újcsarnok medencében az Újdögöny mellett (Saját fotó)

A **2-es csoport kezelései** 2011. október 3 - november 11. között zajlottak. „Víz alatti torna a miskolctapolcai tornamedencében”. Csoport létszáma 10 fő. Terápia helye a miskolctapolcai Barlangfürdő nem klímateri tornamedencéje (4-6. ábra). Víz mélysége 120cm, hőmérséklete 32-33°C. Vízfelület nagysága 32m². Gyakorisága 3 alkalom hetente. Kúra hossza 6 hét. Kezelés hossza 30 perc, délután 18.30-19.00 óráig.



4-6. ábra Víz alatti torna a miskolctapolcai tornamedencében (Saját fotó)

A **3-as csoport kezelései** 2012. december - 2013. január időszakban zajlottak. „Lillafüredi szpeleoterápia, kórházi csoportos légzőtornával kiegészítve”. A rehabilitációs program inhalációs terápiából, szpeleoterápiából, vízi csoportos gerinctornából, sószoba kezelésből állt. A programon kívül egy délutáni csoportos légzőtorna kezelést is végeztünk. Csoport létszáma 1-6 fő. Kúra hossza 3 hét. Kezelés gyakorisága naponta. A klímateri terápia egy tartózkodás. Terápia helye a Fekete-terem (4-7. ábra). Kezelés hossza 2,5 óra, 9.00-11.30 óráig. Szakaszai: lejutás a terápiás terembe, elhelyezkedés a padokon (30 perc), 30 perc pihenés, 30 perc légzőtorna, 30 perc pihenés, összepakolás, visszajutás (30 perc). A 30 perces csoportos légzőtorna délután 15.30-16.00 óráig zajlott az osztály tornatermében.



4-7. ábra Légzőtorna a lillafüredi gyógybarlang Fekete-termében (Saját fotó)

A **4-es csoport kezelései** 2013. május 20 - június 7. között zajlottak. „Miskolctapolcai szpeleoterápia”. A rehabilitációs program inhalációs terápiából, szpeleoterápiából, vízi csoportos gerincmobilizáló tornából, sószoba kezelésből állt. Csoport létszáma 15 fő. Kúra hossza 3 hét. Kezelés gyakorisága naponta. A klímateri terápia egy tartózkodás. Terápia helye a barlangfürdő galériája (4-8. ábra). A galéria a 10,5m magas klímaterben 4,5m magasságban található. Alapterülete 90m². Kezelés hossza 1,5 óra, reggel 8.00-9.30 óráig. Szakaszai: 30 perc pihenés, 30 perc légzőtorna, 30 perc pihenés (4-9., 4-10. ábra).



4-8. ábra A miskolctapolcai Tavas-barlang (Barlangfürdő) galériája (Saját fotó)



4-9. ábra Klímateri pihenés a miskolctapolcai Tavas-barlang (Barlangfürdő) galériáján (Saját fotó)



4-10. ábra Légzőtorna a miskolctapolcai Tavas-barlang (Barlangfürdő) galériáján (Saját fotó)

Az 5-ös csoport kezelései 2013. június - július és 2014. november - 2015. március időszakban zajlottak. „Lillafüredi szpeleoterápia”. A rehabilitációs program inhalációs terápiából, szpeleoterápiából, vízi csoportos gerincmobilizáló tornából, sószoba kezelésből állt. Csoport létszáma 15-22 fő. Kúra hossza 3 hét. Kezelés gyakorisága naponta. A klímaterápiás tartózkodás. Terápia helye a Fekete-terem. Kezelés hossza 2,5 óra, 9.00-11.30 óráig. Szakaszai: lejutás a terápiás terembe, elhelyezkedés a padokon (30 perc), 30 perc pihenés, 30 perc légzőtorna, 30 perc pihenés, összepakolás, visszajutás (30 perc).

A 6-os csoport kezelései 2015. október – 2016. január időszakban zajlottak. „Kórházi egyéni légzőtorna”. A rehabilitációs program inhalációs terápiából, egyéni légzőtorna és sószoba kezelésből állt. Kúra hossza 3 hét. Kezelés gyakorisága naponta. A 30 perces egyéni légzőtorna helyszínei a betegszobák voltak.

4.3. Adatfeldolgozás

A klíma paraméterek értékelését a Microsoft Excel program segítségével végeztük. Leíró statisztikai eljárások közül az átlagot és a szórást használtuk az adatok bemutatására.

A fizioterápiás paraméterek értékeléséhez a számításokat az SPSS 22.0 statisztikai programmal készítettük. Leíró statisztikai eljárások közül az átlagot és szórást használtuk az adatok bemutatására. Folytonos eloszlású változók esetén kétmintás Student-féle t-próbát alkalmaztunk a csoportok közötti jelentős eltérések meghatározására. Eltérést kerestünk a kiindulási állapotokat leíró szomatometriai, mobilitási, állóképességi és

légzésfunkciós paraméterek között. A változások értékelésénél folytonos eloszlású változók esetén egymintás Student-féle t-próbát alkalmaztunk. A terápiák eredményességét csoportonként a jelentősen javuló szomatometriai, mobilitási, állóképességi, légzésfunkciós paraméterek és az egészségérzeti kérdőív eredményeivel írtuk le. Az eredményeket $p \leq 0,05$ esetén tekintettük szignifikánsnak.

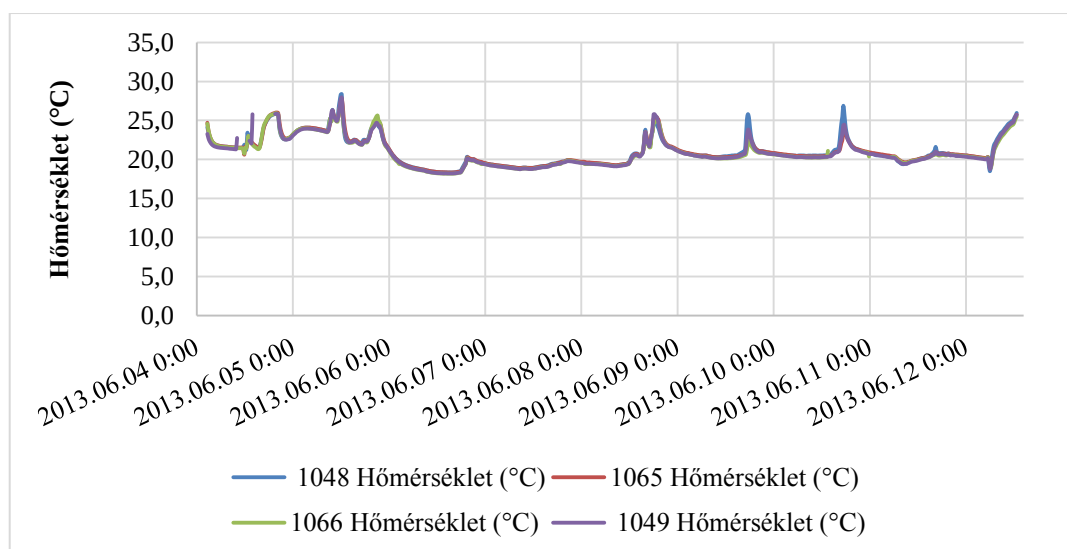
5. Eredmények

5.1. Klíma vizsgálatok eredményei

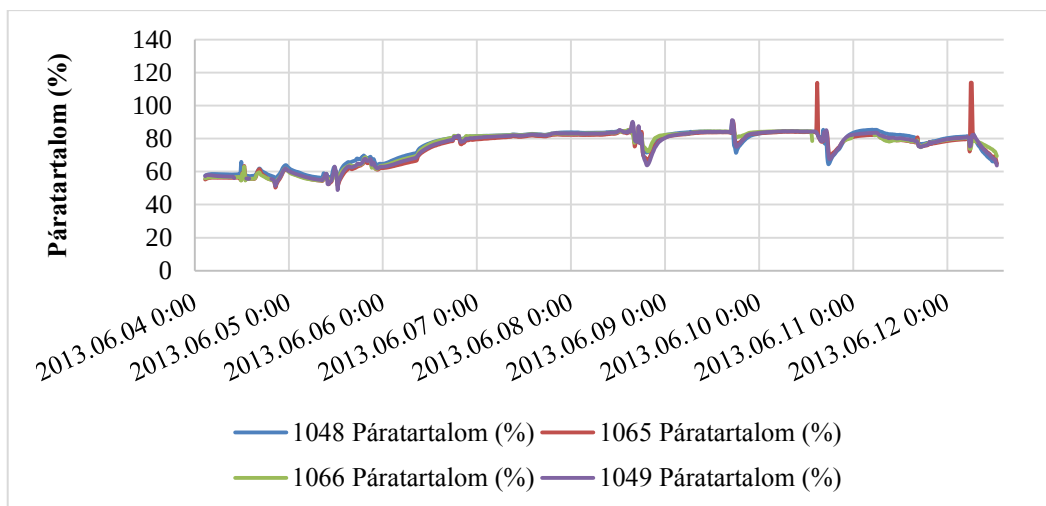
5.1.1. Műszerek pontosságának ellenőrzése

A szenzorok kihelyezése és a méréssorozat elkezdése előtt az úgynevezett kalibrációs időszakban elvégeztük a műszerek pontosságának, megbízhatóságának ellenőrzését. A kalibrálási időszak értékelésének alapja az, hogy az egyes szenzorok azonos körülmények között rögzített mérési eredményeit értékeljük. A vizsgálat során alkalmazott szenzorok elindítását követően ellenőrizhető a működésük, majd egy légmentes dobozba kerülnek a kalibrációs időszakra. Az ellenőrzést mindkét méréssorozat előtt elvégeztük. A műszereket az első (nyári) mérés előtt 2013. 06. 04-06. 12. között 9 napig, a második (őszi) előtt 2013. 09. 10-09. 19. között 10 napig vizsgáltuk. A nyári mérési eredményeket az 5-1., 5-2., 5-3. számú ábra mutatja, az ősziét az 5-4., 5-5. számú.

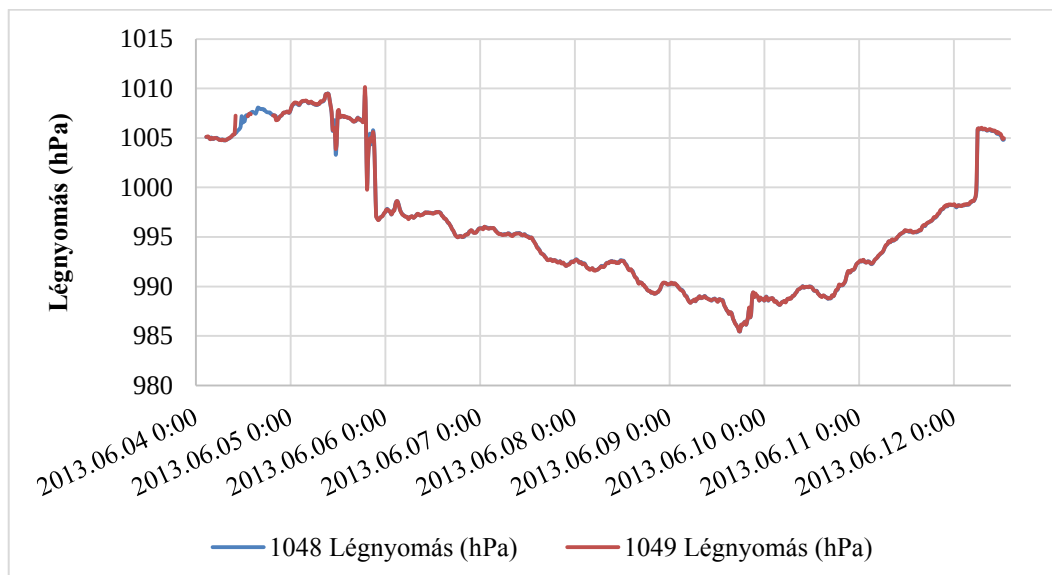
Mindkét vizsgálati időszakban a 4-4 műszer mérési adatsorát először a mérési időpontok alapján összerendeztük. A 15 perces mérési gyakorisághoz tartozó hőmérséklet, páratartalom és légnyomás adatok átlagát és a mért értékek átlagtól való eltérésének abszolút értékét kiszámoltuk. Az így megkapott eredményssorok minimum, maximum, átlag és szórás értékeit adtuk meg. A nyári kalibrálási időszakban rögzített adatok statisztikai értékelését az 5-1. táblázat tartalmazza, az ősziét az 5-2. táblázat.



5-1. ábra A nyári méréssorozat kalibrálási időszakának hőmérséklet eredményei



5-2. ábra A nyári méréssorozat kalibrálási időszakának páratartalom eredményei

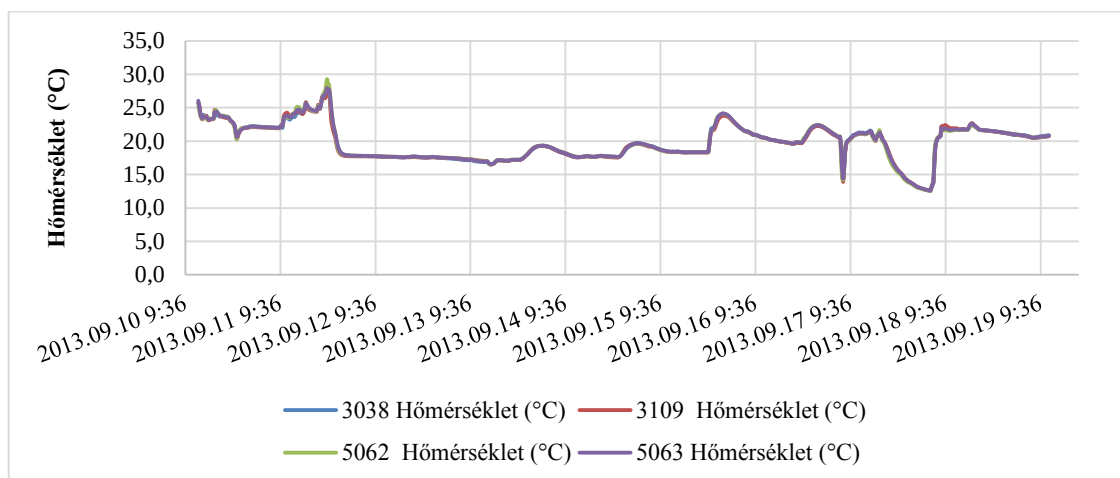


5-3. ábra A nyári méréssorozat kalibrálási időszakának légnyomás eredményei

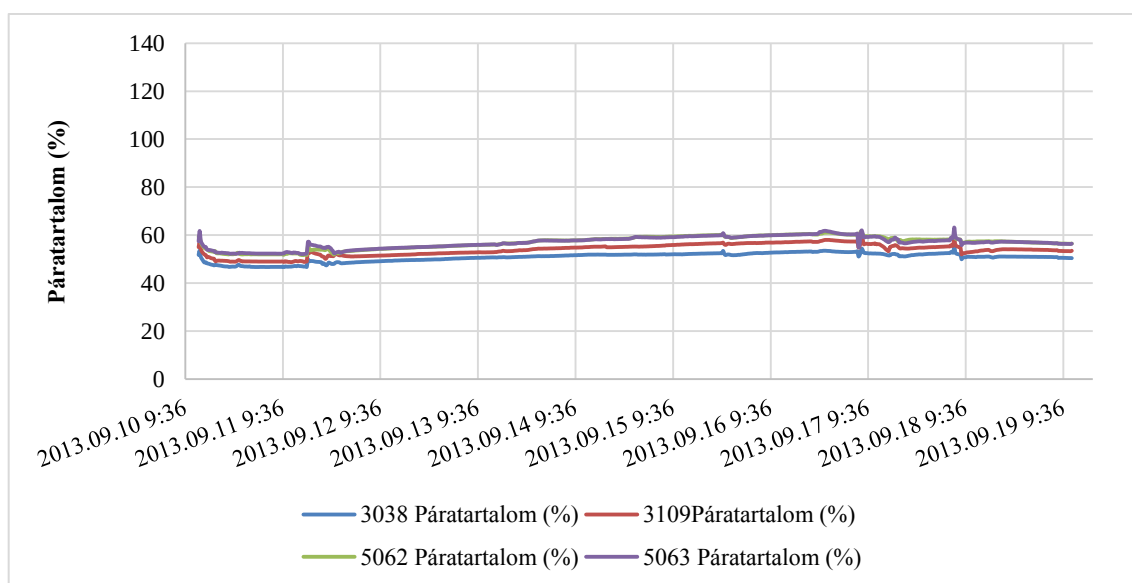
5-1. táblázat A nyári méréssorozat kalibrálásának statisztikai eredményei

	Hőmérséklet °C				Légnyomás hPa		Páratartalom %			
	1048	1065	1066	1049	1048	1049	1048	1065	1066	1049
átlag	0,12	0,10	0,10	0,08	0,02	0,02	1,14	1,20	5,39	2,71
minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
maximum	2,36	1,51	1,58	2,84	0,88	0,88	8,58	5,27	4,91	5,09
szórás	0,21	0,12	0,14	0,13	0,04	0,04	0,92	0,61	0,86	0,65

A nyári kalibrálási időszakban nyert hőmérséklet adatok átlagtól való eltérésének abszolút értékei 0,0-2,84°C között változtak. A légnyomás adatok 0,0-0,88hPa között és a páratartalom eredmények 0,0-84,16 % között.



5-4. ábra Az őszi mérőssorozat kalibrálási időszakának hőmérséklet eredményei



5-5. ábra Az őszi mérőssorozat kalibrálási időszakának páratartalom eredményei

5-2. táblázat Az őszi mérőssorozat kalibrálásának statisztikai eredményei

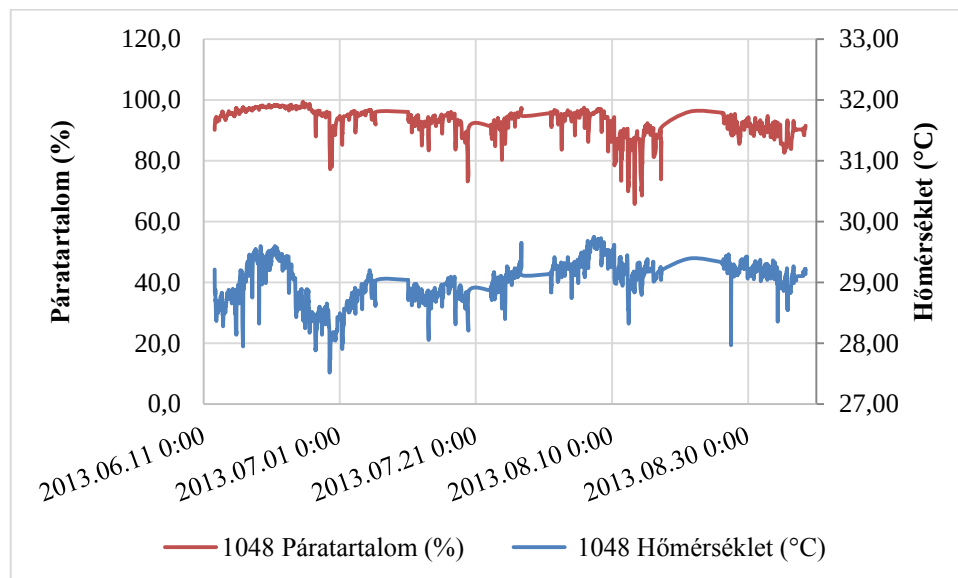
	Hőmérséklet °C				Páratartalom %			
	5062	3038	5063	3109	5062	3038	5063	3109
átlag	0,06	0,08	0,07	0,03	3,87	0,79	2,32	2,33
minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77	0,01	0,64	0,32
maximum	0,80	1,15	1,29	0,70	5,10	1,74	3,75	3,93
szórás	0,08	0,10	0,13	0,05	0,60	0,27	0,39	0,32

Az őszi kalibrálási időszakban a hőmérséklet adatok átlagtól való eltérésének abszolút értékei 0,0-1,29°C között változtak és a páratartalom eredmények 0,01-5,1% között.

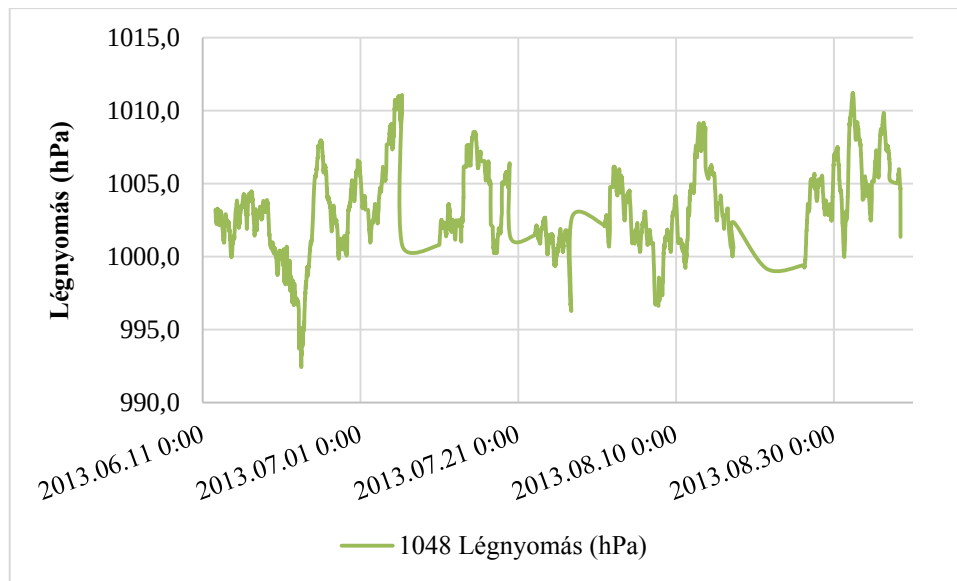
A műszerek kalibrálása során nyert mérési eredmények értékelése alapján a műszerek mérési pontossága mindkét vizsgálati időszakban elfogadható szintűek voltak.

5.1.2. Mérési eredmények

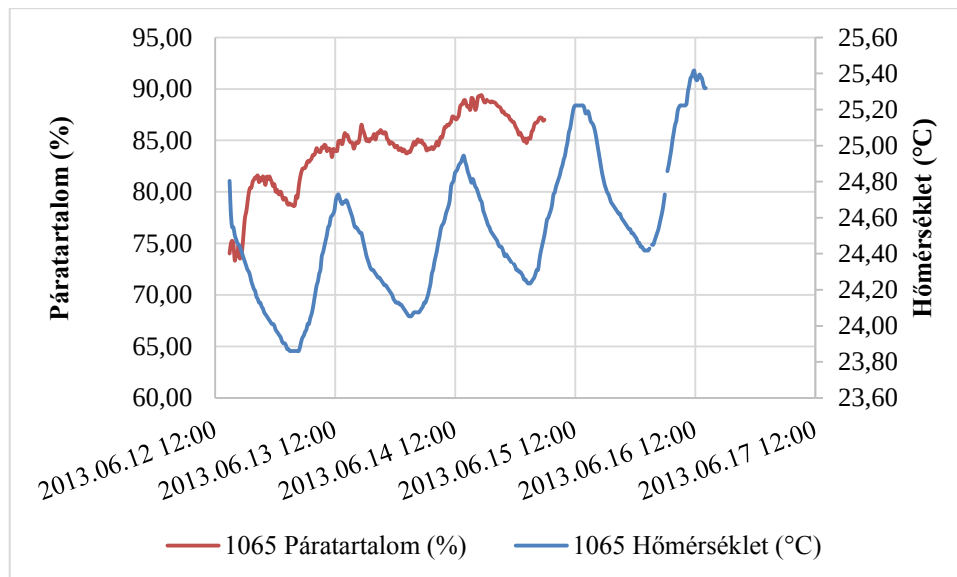
Az első mérési időszakban kapott eredményeket mérőhelyenként ábrázoltuk (5-6. - 5-11. ábra). A szenzorok telepítését követően rögzített hőmérséklet adatok mutatták, hogy a műszer minimális hőmérsékletváltozásokra is jól reagált. A hőmérséklet-változásokkal összhangban a páratartalom és a légnyomás adatokon is megfigyelhetők voltak a változási trendek. Az egyes paraméterek változásai ugyan abban az időben következtek be, mint a hőmérséklet változása.



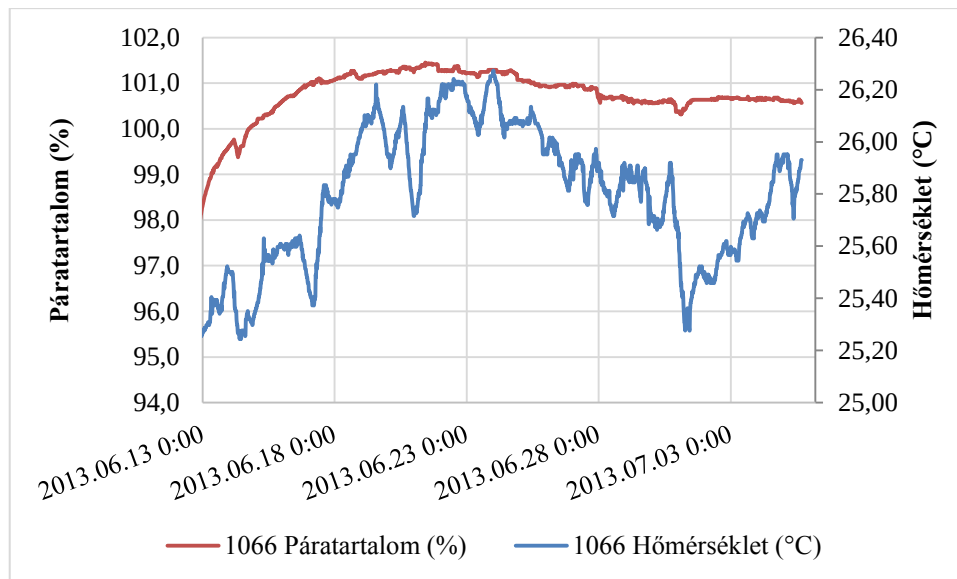
5-6. ábra A Termál-forrás mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei a nyári mérés során



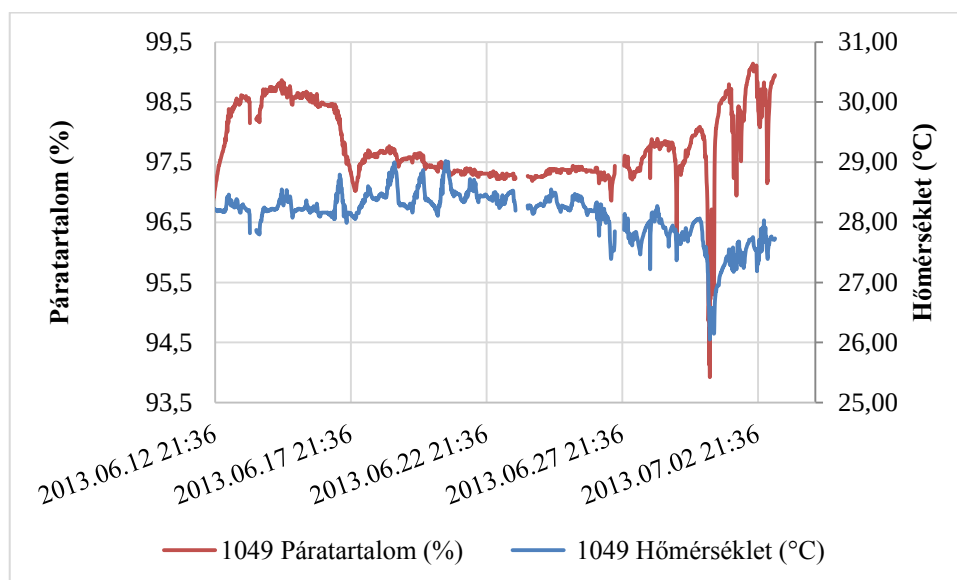
5-7. ábra A Termál-forrás mérőhely légnyomás eredményei a nyári mérés során



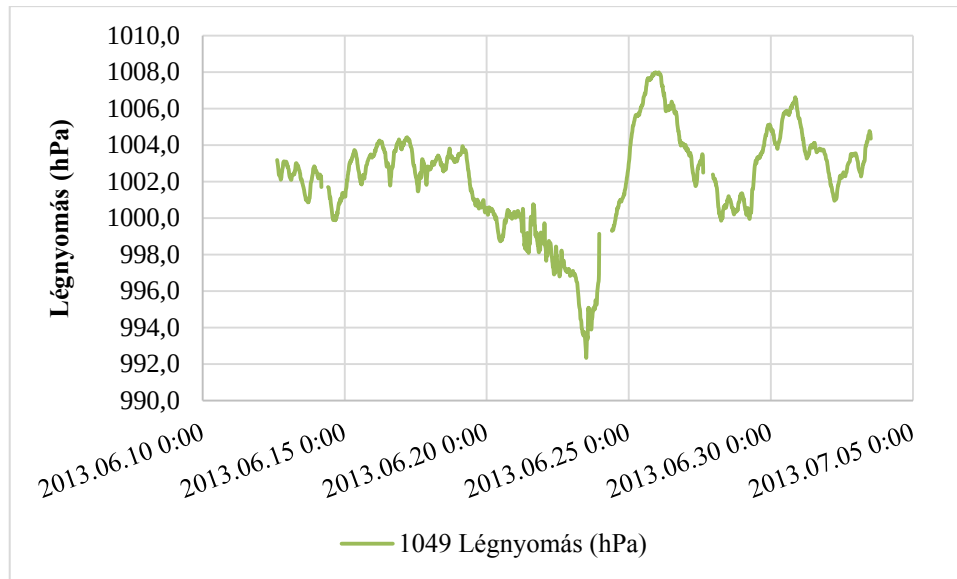
5-8. ábra A Barlang kijárata mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei a nyári mérés során



5-9. ábra A Barlang bejárata mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei a nyári mérés során

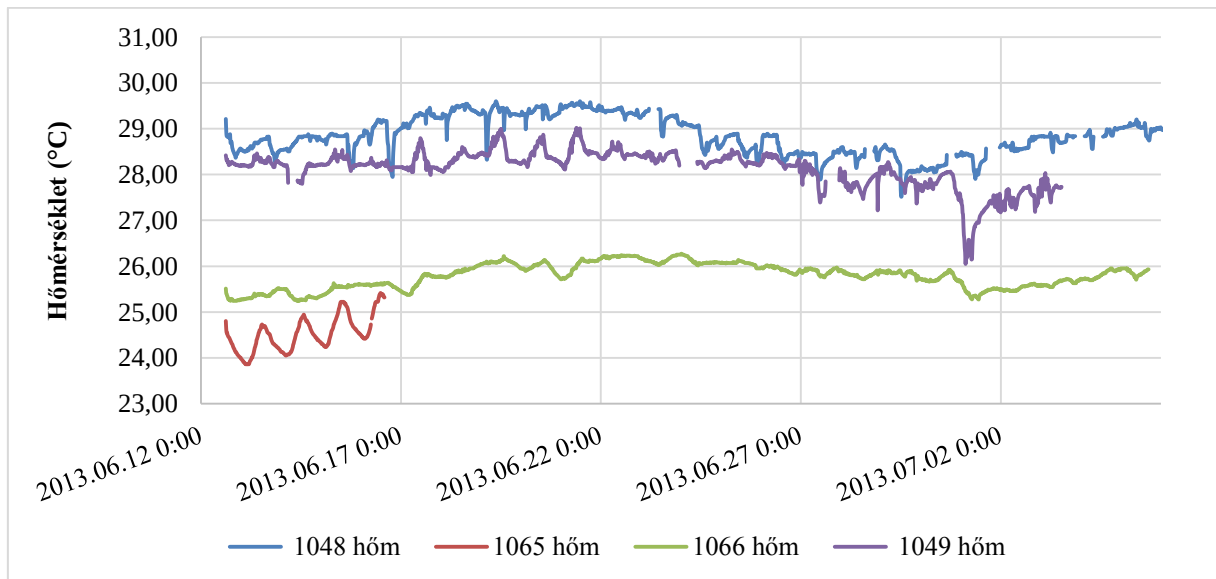


5-10. ábra A Barlang belső mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei a nyári mérés során

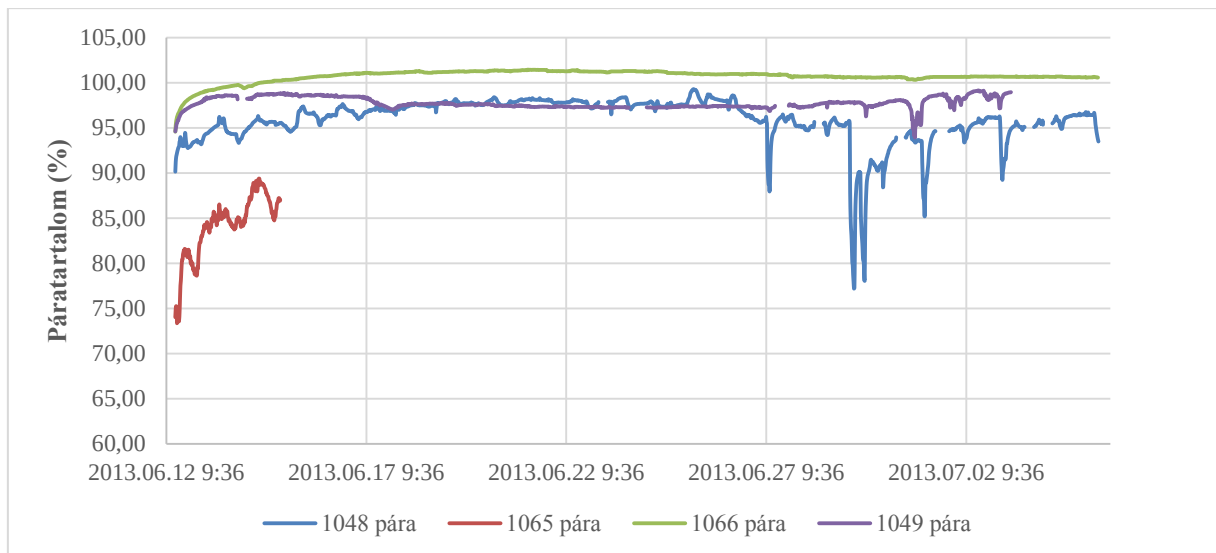


5-11. ábra A Barlang belső mérőhely légnyomás eredményei a nyári mérés során

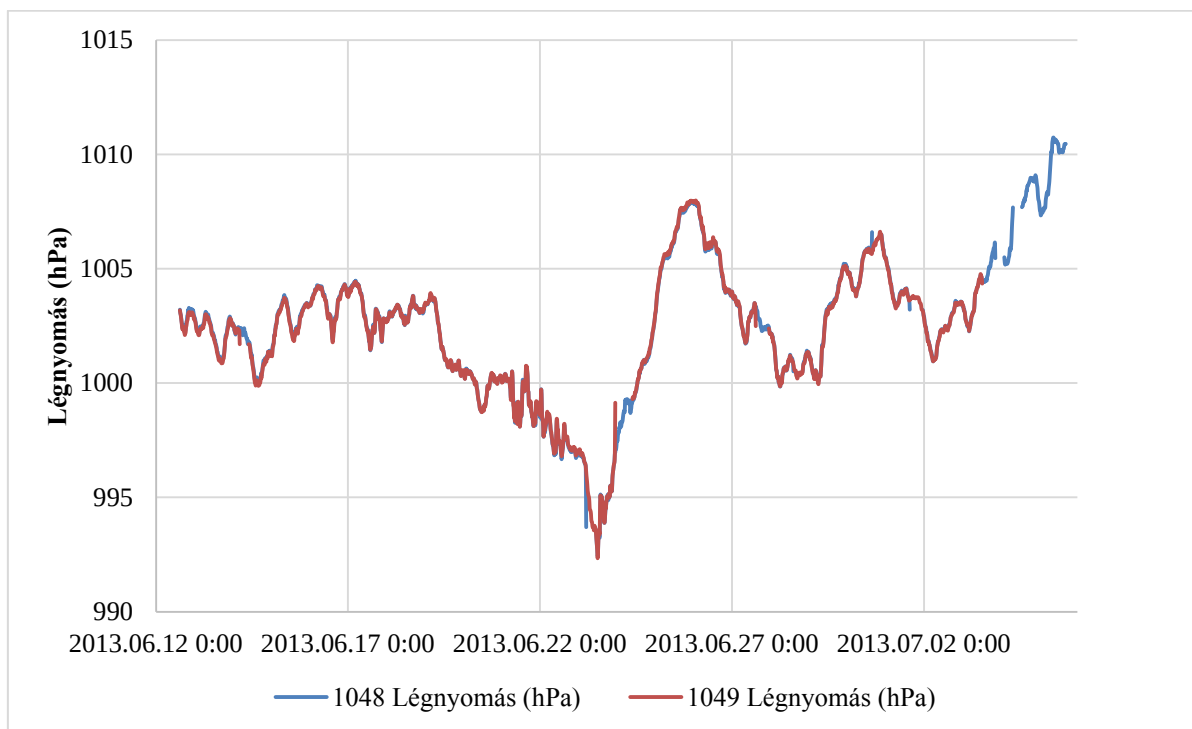
A négy különböző helyszínen telepített műszer 2013. 06. 12-2013. 07. 05. időszakban mért eredményeit klímaméterenként is ábrázoltuk. A léghőmérsékleti eredményeket az 5-12. számú ábra mutatja, a páratartalom az 5-13. számú ábrán látható és légnyomás eredmények az 5-14. számú ábrán vannak feltüntetve.



5-12. ábra A barlang léghőmérséklet eredményei a nyári mérés során

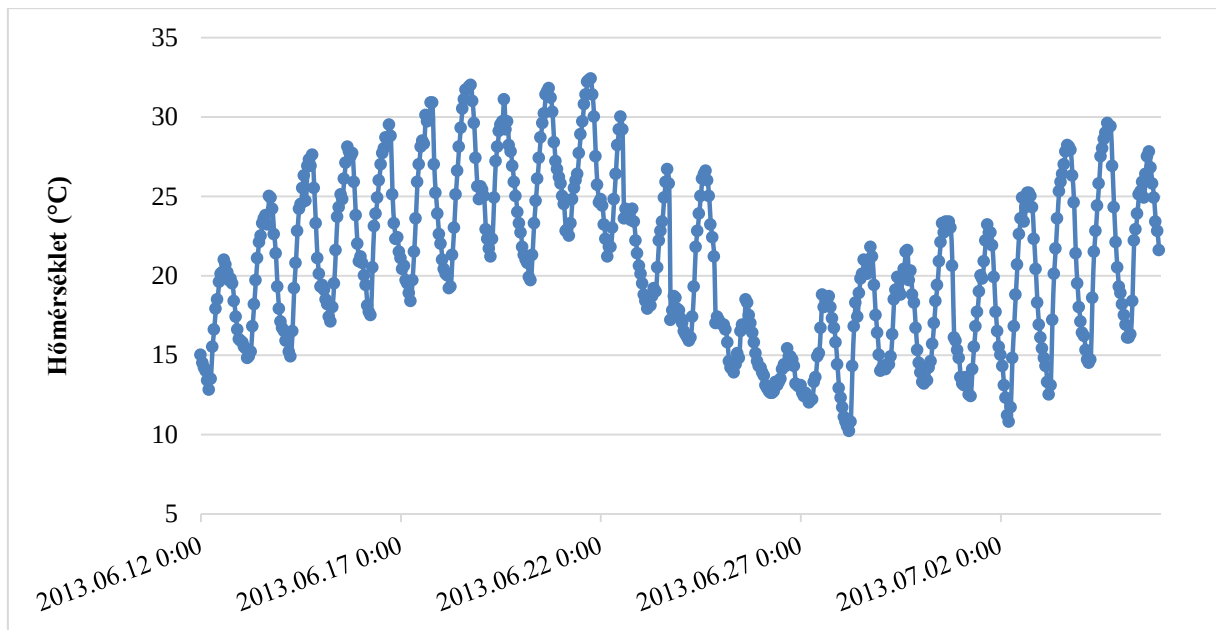


5-13. ábra A barlang páratartalom eredményei a nyári mérés során



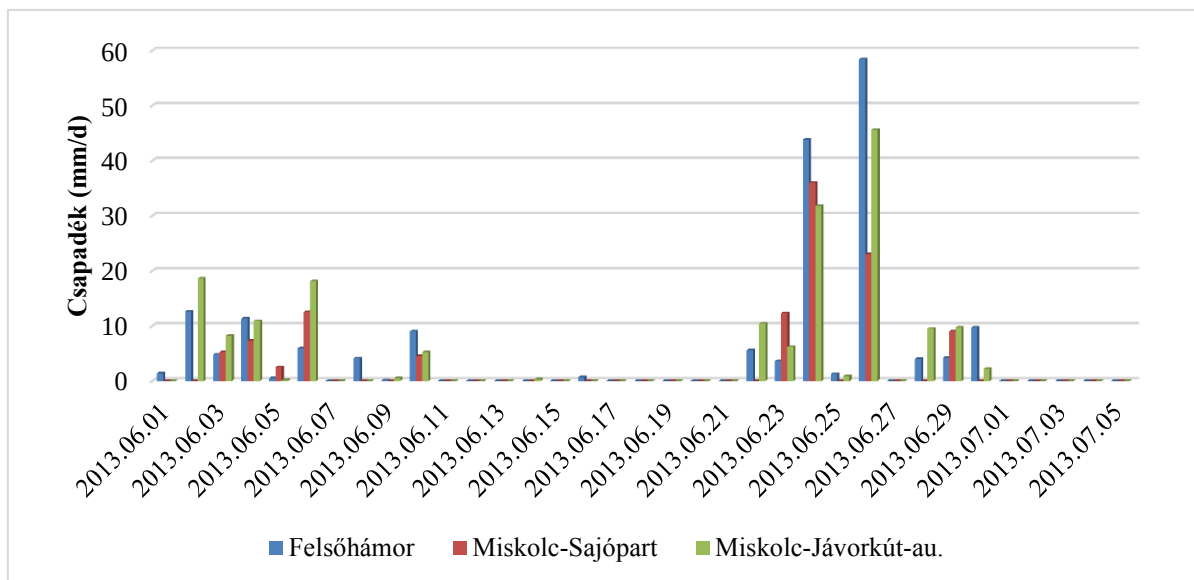
5-14. ábra A barlang légnyomás eredményei a nyári mérés során

Az Országos Meteorológiai Szolgálat által szolgáltatott miskolci felszíni napi léghőmérséklet adatokat a 10. számú melléklet tartalmazza. Az 5-15. számú ábra a nyári méréssorozat alatti felszíni óránkénti hőmérsékletet mutatja, melyet a léghőmérsékleti adatok értékeléséhez felhasználtuk.



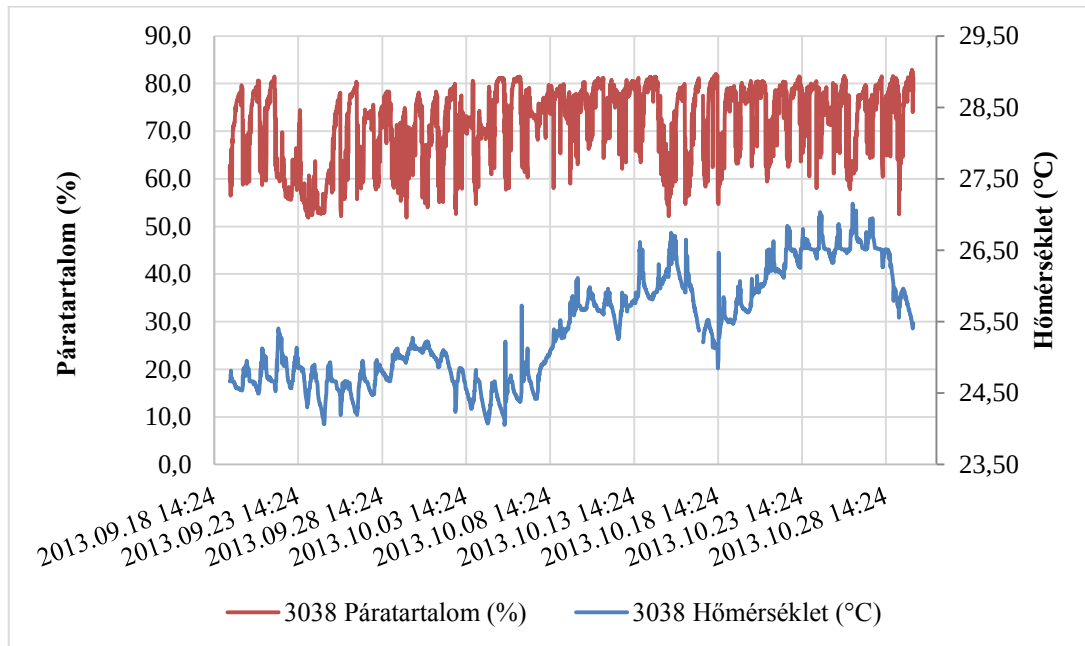
5-15. ábra Felszíni óránkénti léghőmérséklet értékek a nyári mérés során

Az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság által szolgáltatott miskolci csapadékmérő állomások napi csapadék mennyiség adatait a 11. számú melléklet tartalmazza. Az 5-16. számú ábra a nyári méréssorozat alatti felszíni napi csapadék értékeit mutatja mérőhelyenként.

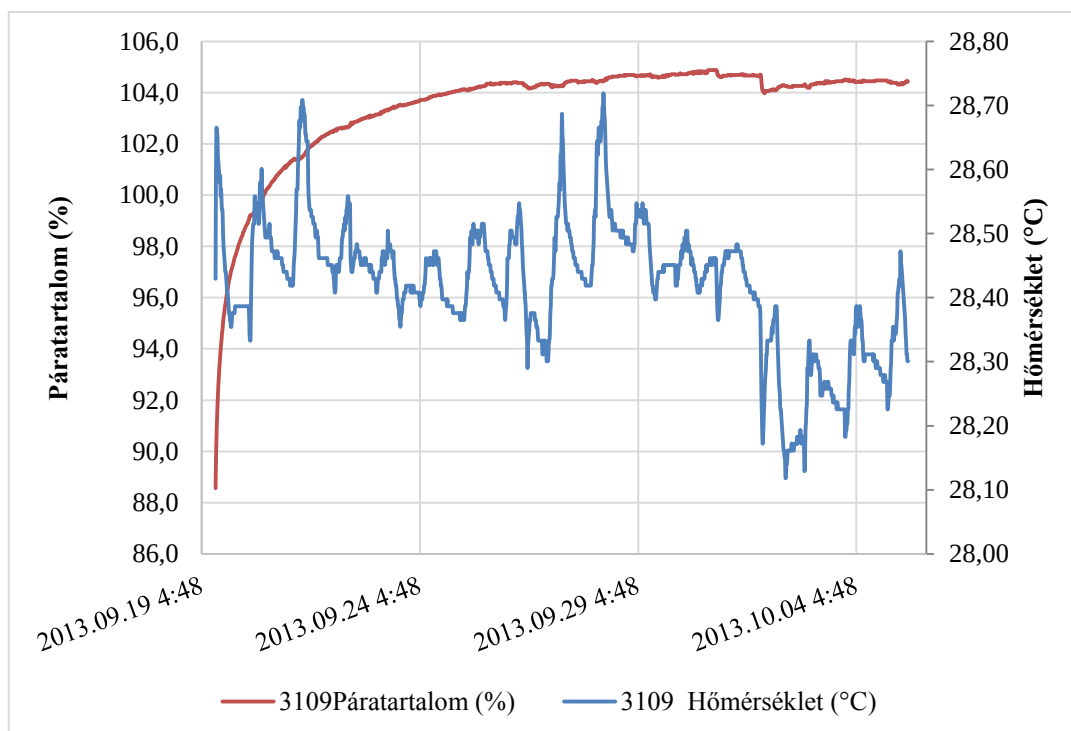


5-16. ábra Felszíni csapadék értékek a nyári mérés során

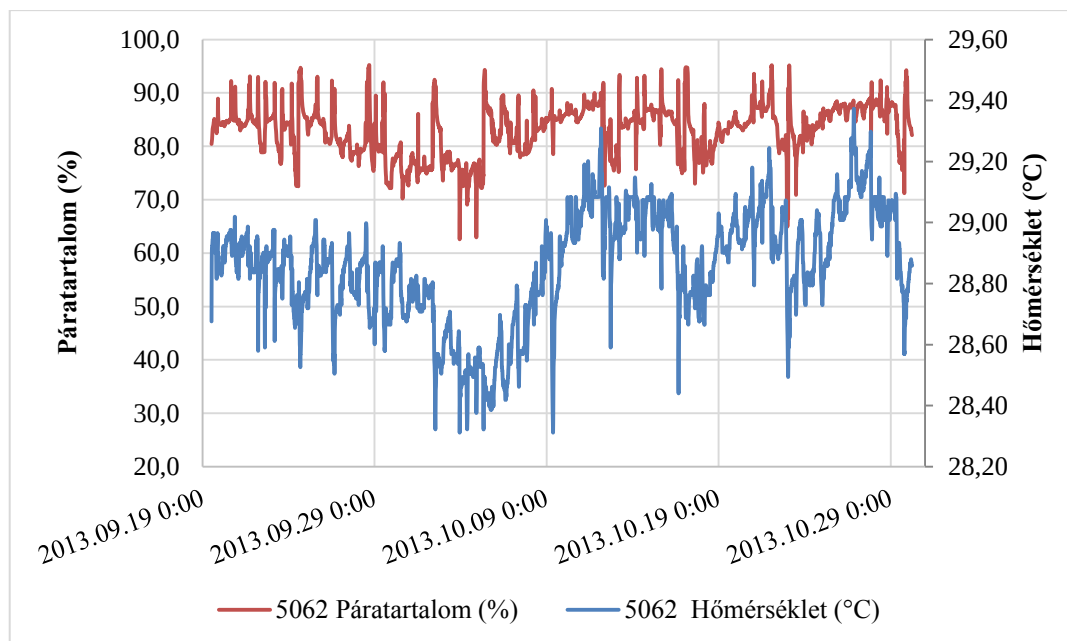
A második mérősorozat eredményeit mérőhelyenként (5-17. - 5-20. ábra) és klímaméterenként (5-21. - 5-22. ábra) szintén ábrázoltuk.



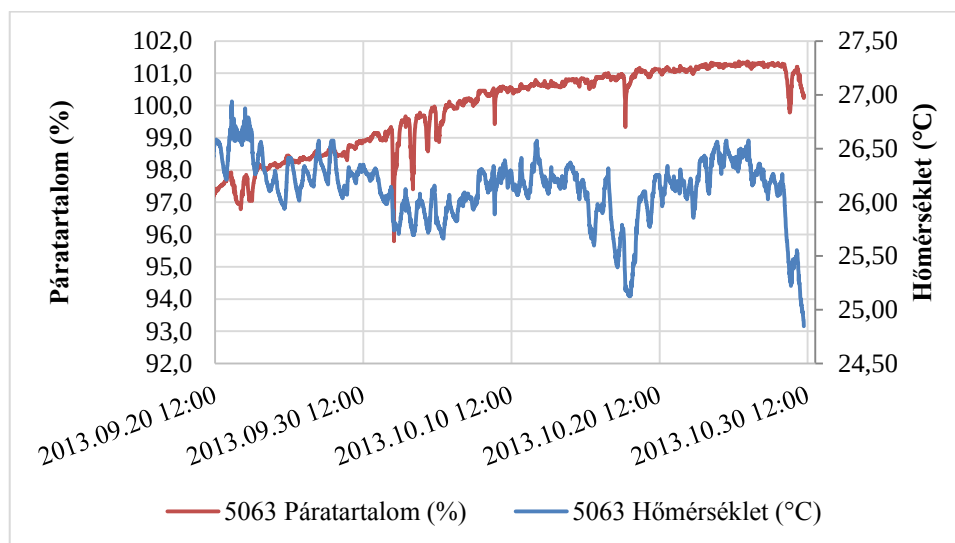
5-17. ábra A Barlang kijárata mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei az őszi mérés során



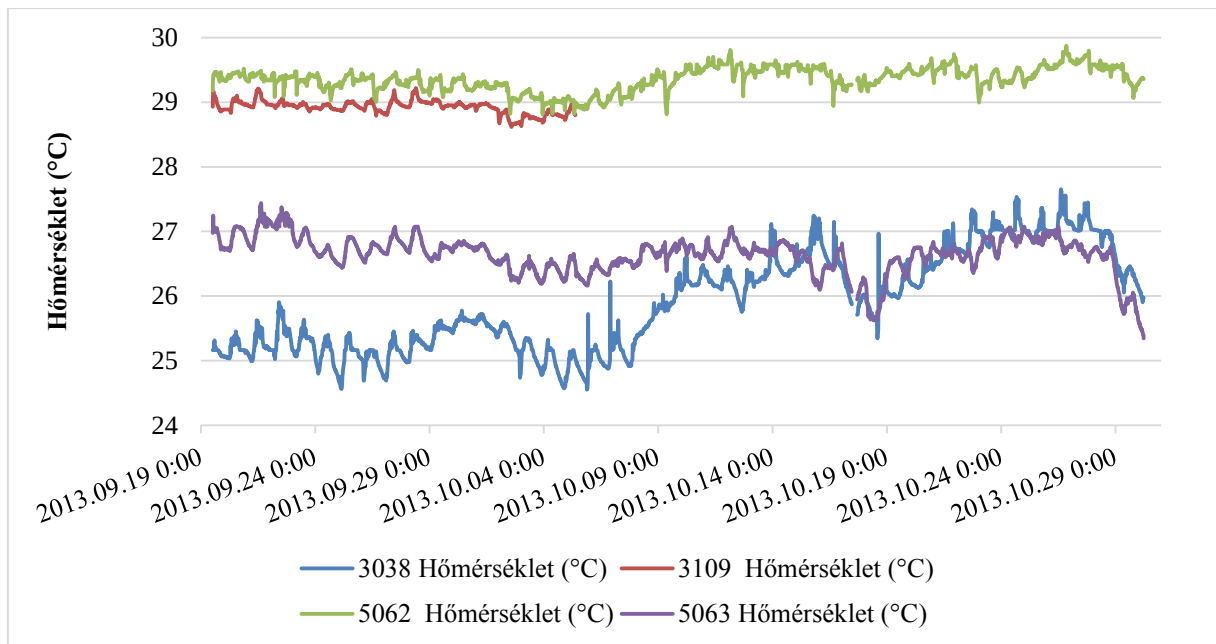
5-18. ábra A Barlang belső mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei az őszi mérés során



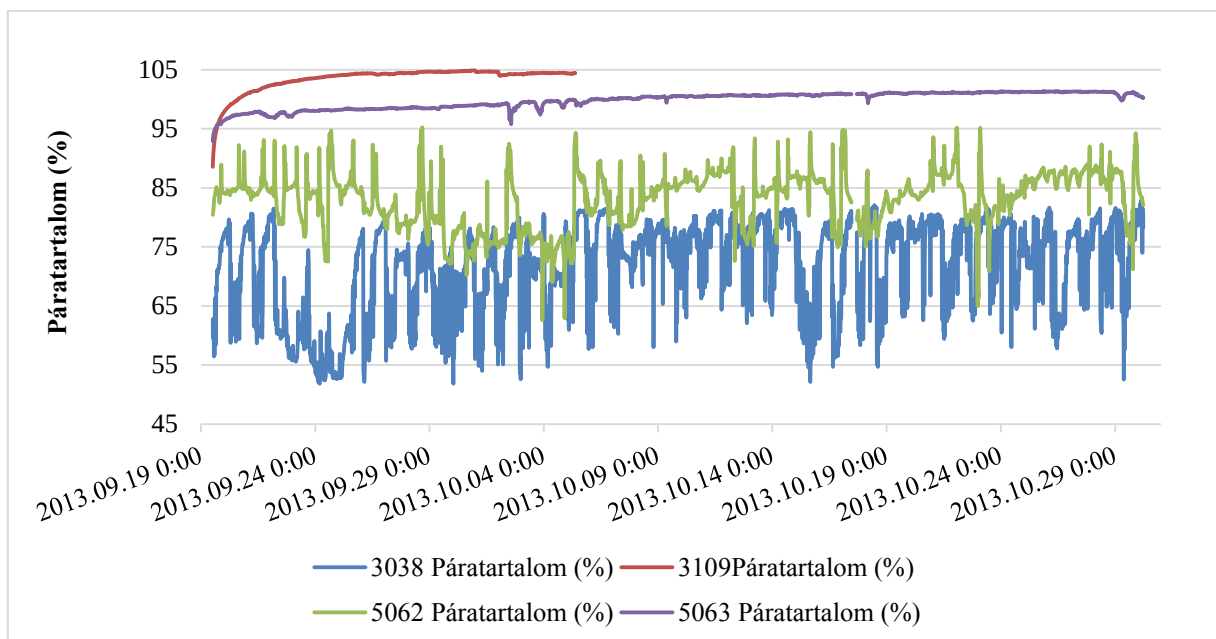
5-19. ábra A Termál-forrás mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei az őszi mérés során



5-20. ábra A Barlang bejárata mérőhely páratartalom és hőmérséklet eredményei az őszi mérés során

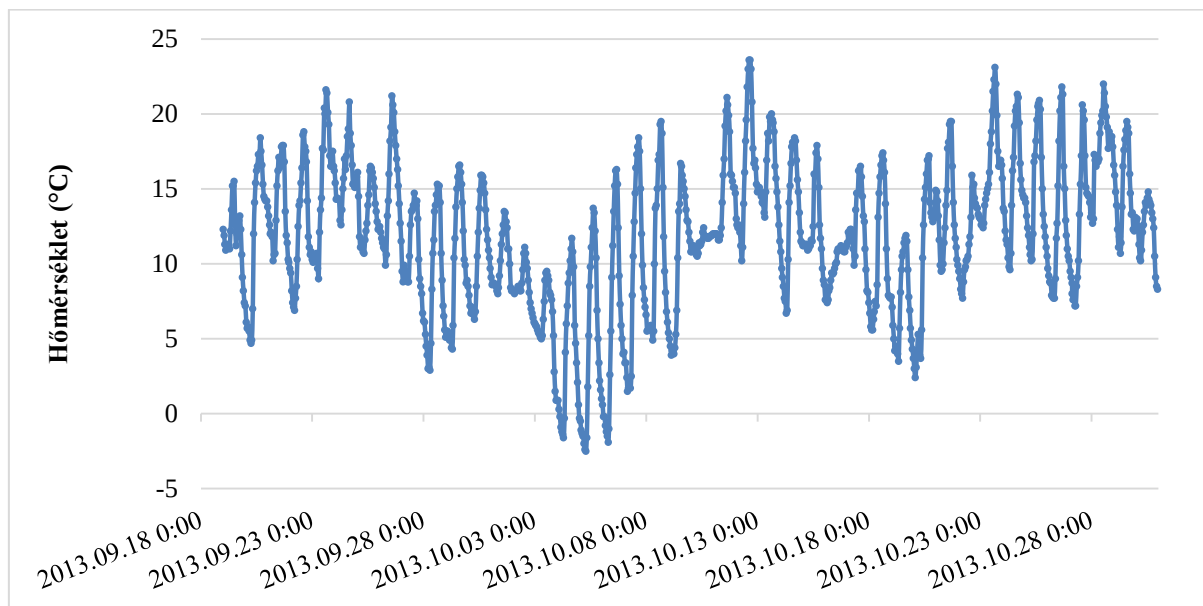


5-21. ábra A barlang léghőmérséklet eredményei az őszi mérés során

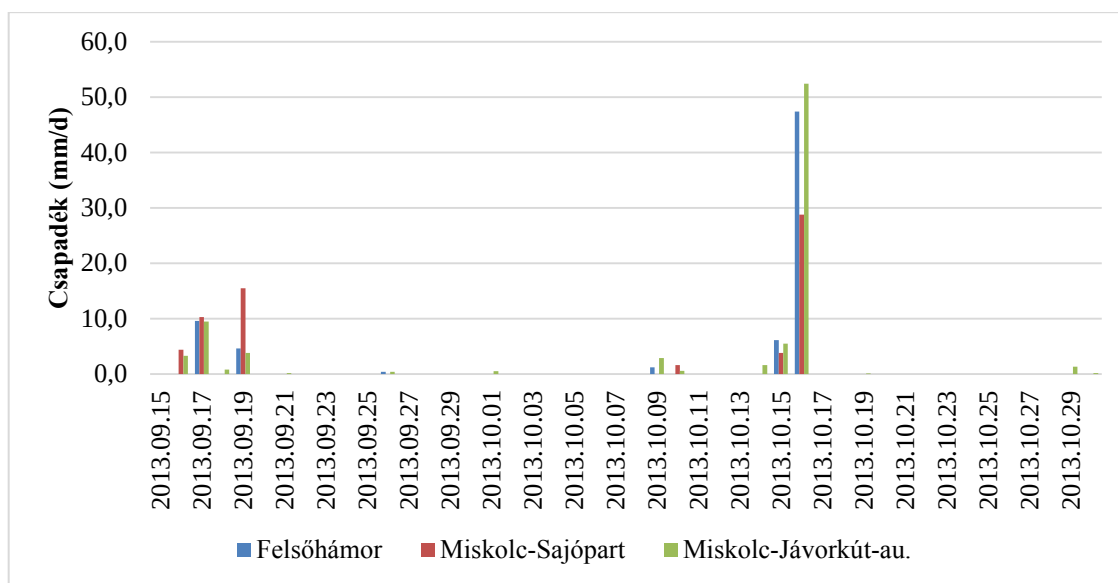


5-22. ábra A barlang páratartalom eredményei az őszi mérés során

Az 5-23. számú ábra az őszi mérésorozat alatti felszíni óránkénti hőmérsékletet mutatja, az 5-24. számú ábra a felszíni napi csapadék értékeit mérőhelyenként.

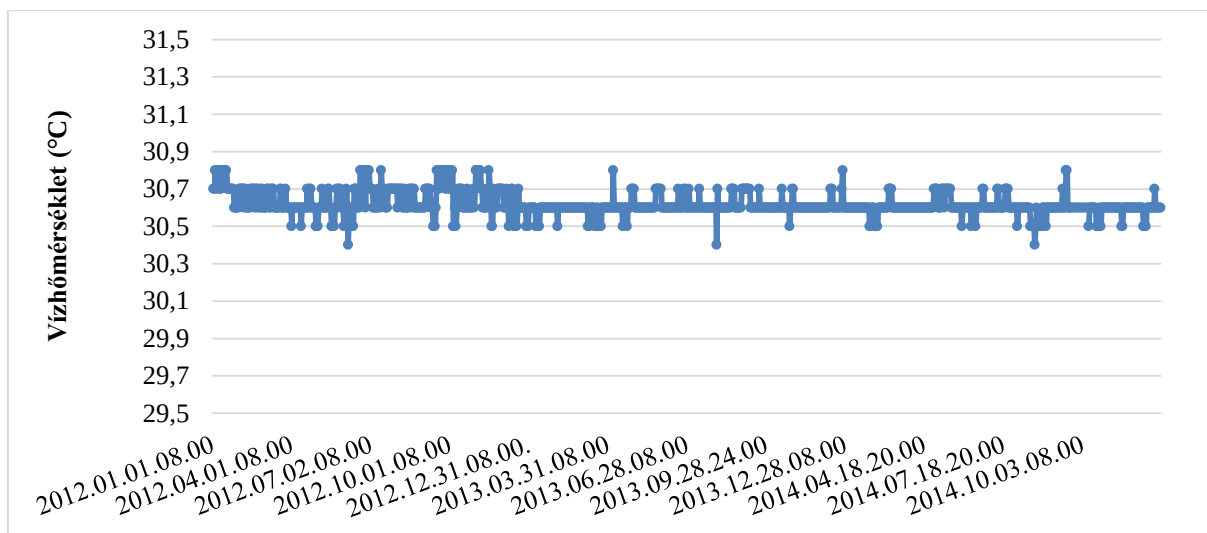


5-23. ábra Felszíni léghőmérséklet értékek az őszi mérés során



5-24. ábra Felszíni csapadék értékek az őszi mérés során

Az elemzésekhez felhasználtuk a miskolci MIVÍZ Kft. által szolgáltatott Termál-forrás vízhőmérsékleti adatokat (12. melléklet). A 2012. január 1. - 2014. december 31. között hetente, azonos időpontban, reggel 8 órakor mért adatokat az 5-25. számú ábra mutatja. Ez alapján, a vizsgálati időszakban a víz hőmérséklete kiegyenlített volt, 30,0-31,0°C között változott, éven belüli ingadozása mindössze 1,0°C volt.



5-25. ábra A Termál-forrás víz hőmérséklete 2012- 2014. években

A mérőhelyenkénti értékeléshez a mérési időszakok eredményeinek leíró statisztikáját elkészítettük. Az 5-3. számú táblázat a Barlang belső mérőhely hőmérséklet és páratartalom adatainak minimum, maximum, átlag és szórás értékeit tartalmazza. A nyári időszakban a hőmérséklet 26,0-29,0°C volt, az átlag 28,1°C. Az őszi mérés során még kisebb intervallum között változott 28,1-28,7°C, átlaga 28,4°C volt. A páratartalom nyáron 93,9-99,1% volt, átlag 97,7%. Ősszel nagyobb értékek között változott 88,6-104,9%, átlaga 103,5% volt.

5-3. táblázat A Barlang belső mérőhely hőmérséklet és páratartalom eredményeinek statisztikai jellemzői

	Barlang belső			
	Nyári mérés (1049)		Őszi mérés (3019)	
	Hőmérséklet °C	Páratartalom %	Hőmérséklet °C	Páratartalom %
minimum	26	93,9	28,1	88,6
maximum	29	99,1	28,7	104,9
átlag	28,1	97,7	28,4	103,5
szórás	0,4	0,6	0,1	2

Légnyomás-mérés június-július között két helyen, a Termál-forrásnál és a barlang belsejében történt (5-4. táblázat). Az értéke 992,4-1010,7hPa, illetve 992,3-1008,0hPa között ingadozott.

5-4. táblázat A Termál-forrás és a Barlang belső mérőhely légnyomás eredményeinek statisztikai jellemzői

Légnyomás (hPa)		
	Termál-forrás (1048)	Barlang belső (1049)
minimum	992,4	992,3
maximum	1010,7	1008,0
átlag	1002,5	1002,1
szórás	3,0	2,8

A 26,0-29,0°C közötti szűk intervallumban változó léghőmérséklethez jelentősen hozzájárul az egész évben kiegyenlített forrás vízhőmérséklete, valamint a fűtött vizű medencék jelenléte. Újbarlang rész medencéinek vize 33-34°C-os, az Újcsarnok medencéé 31°C. A barlang belsejében kiegyenlítettek a páratartalom és légnyomás paraméterek értékei is. A miskolctapolcai barlangfürdő belsejében a szenzorok eredményei alapján, a klimatikus viszonyok kiegyenlítettek.

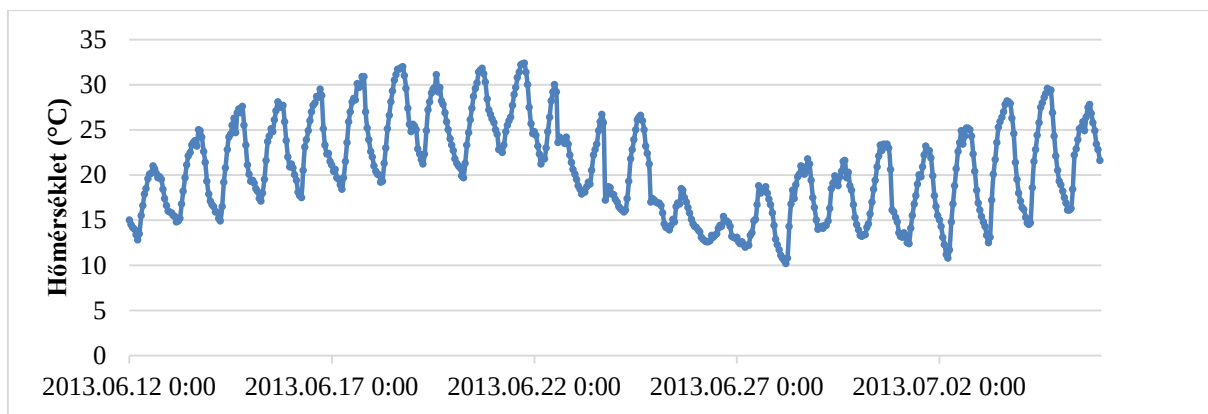
Az azonos időszakok felszíni hőmérsékleti jellemzőit az 5-5. számú táblázat mutatja be mérési időszakonként.

5-5. táblázat Felszíni léghőmérséklet statisztikai jellemzői

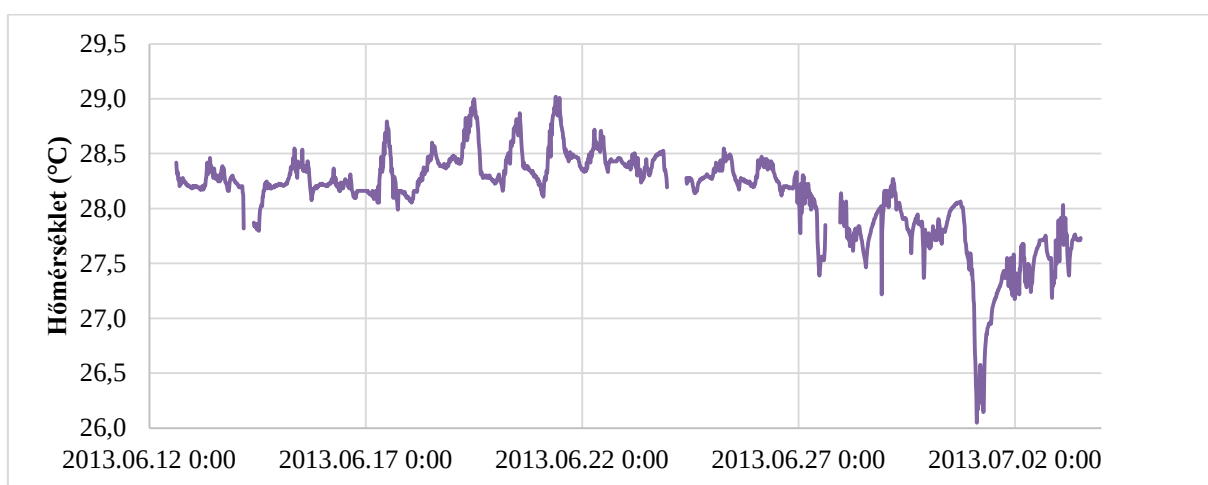
	Felszíni léghőmérséklet °C	
	Nyári mérés	Őszi mérés
minimum	10,2	-2,5
maximum	32,4	23,6
átlag	20,8	11,8

A felszínen bekövetkező hőmérsékletingadozás a szenzorok mérési eredményei alapján néhány tized °C-ra csökken a barlang belsejében. A felszín és a barlang közötti légcserre következményeképpen mérhető hőmérsékletingadozás nagyon kicsi. A barlang klímáját tehát kis mértékben befolyásolja a felszíni hőmérséklet, és a többi klimatikus jellemző változása.

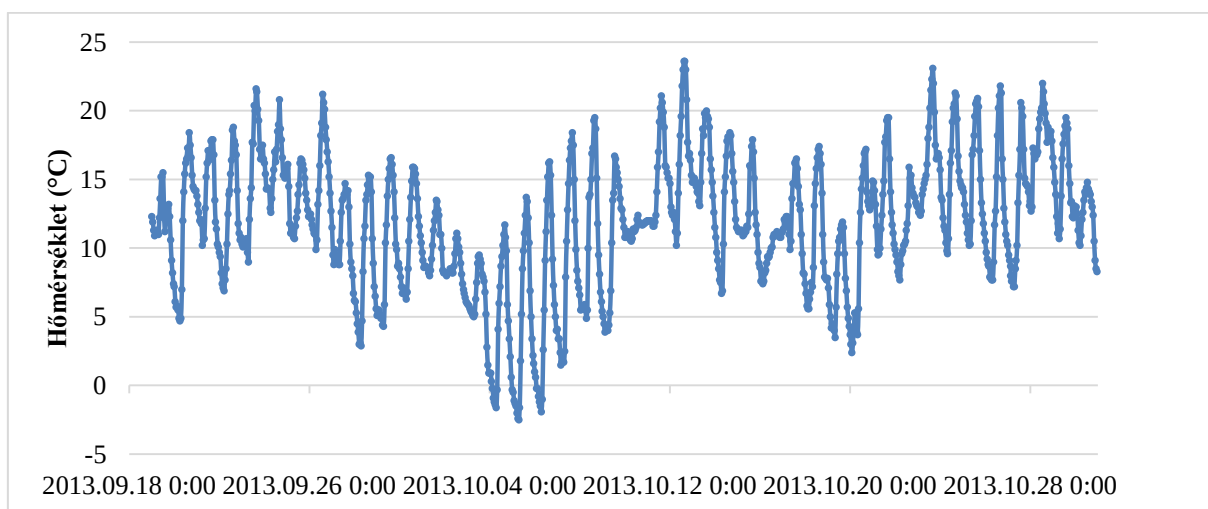
A felszíni hőmérséklet napi ingadozását (5-26., 5-28. ábra), a szűk intervallum között változó barlangi léghőmérséklet (5-27., 5-29. ábra) tompítottan követi mindkét mérési időszakban.



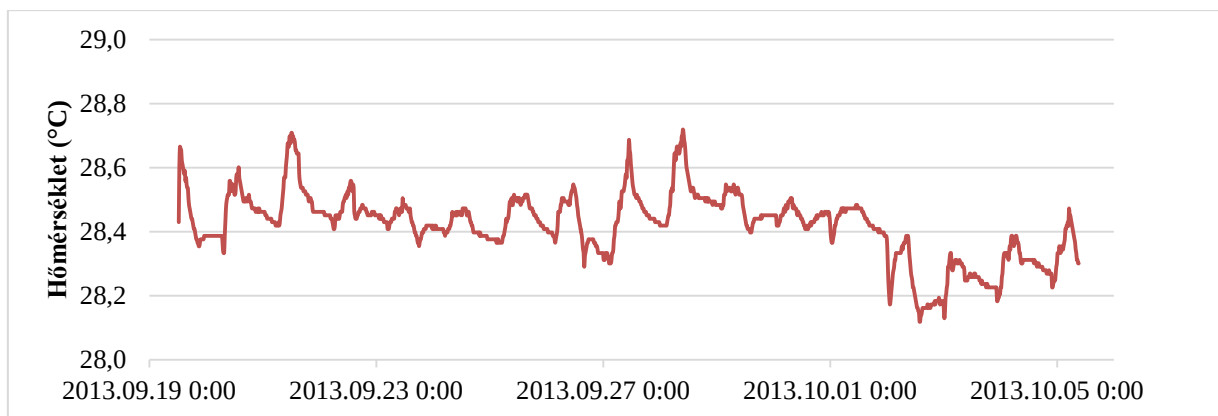
5-26. ábra A felszíni óránkénti hőmérséklet 2013. június-július időszakban



5-27. ábra A Barlang belső mérőhely hőmérséklet eredményei 2013. június-július időszakban



5-28. ábra A felszíni óránkénti hőmérséklet 2013. szeptember-október időszakban



5-29. ábra A Barlang belső mérőhely hőmérséklet eredményei 2013. szeptember-október időszakban

A Termál-forrás, a Barlang bejárat, valamint a Barlang kijárat mérőhelyek hőmérséklet, páratartalom és légnyomás nyári adatainak minimum, maximum, átlag és szórás értékeit tartalmazza az 5-6. számú táblázat. Az őszi adatok az 5-7. számú táblázatban láthatók.

5-6. táblázat A Termál-forrás, a Barlang bejárat és Barlang kijárat mérőhelyek mérési eredményeinek statisztikai jellemzői a nyári mérés során

	Termál-forrás			Barlang bejárat		Barlang kijárat	
	Hőmérs. °C	Páratart. %	Légnyom. hPa	Hőmérs. °C	Páratart. %	Hőmérs. °C	Páratart. %
min.	27,5	65,8	992,4	25,2	94,6	23,9	73,4
max.	29,7	99,3	1011,2	26,3	101,5	25,9	114,1
átlag	29,0	93,1	1003,3	25,8	100,7	24,7	100,3
szórás	0,3	4,2	3,0	0,3	0,7	0,5	15,0

5-7. táblázat A Termál-forrás, a Barlang bejárat és Barlang kijárat mérőhelyek mérési eredményeinek statisztikai jellemzői az őszi mérés során

	Termál-forrás		Barlang bejárat		Barlang kijárat	
	Hőmérs. °C	Párat. %	Hőmérs. °C	Párat. %	Hőmérs. °C	Párat. %
minimum	28,3	62,6	24,8	92,9	24,1	51,8
maximum	29,4	95,2	26,9	101,4	27,2	82,9
átlag	28,9	83,0	26,1	99,8	25,4	71,8
szórás	0,2	4,7	0,3	1,4	0,8	7,8

A nyári időszakban a felszínen a léghőmérséklet 10,2-32,4°C között változott, átlaga 20,8°C volt. Ősszel ezek az értékek -2,5-23,6°C között adódtak, átlaguk 11,8°C volt (5-5. táblázat).

A barlang be- és kijáratánál a hőmérséklet átlaga kis intervallum között változik, azonban a felszíni hőmérséklet átlagához jobban közelítenek, mint a belső mérőhelyek értékei. A felszínnel való aktívabb kapcsolat megmutatkozik a barlangrendszer kijáratához közeli területeken jellemző hőmérsékletben. A bejárat léghőmérséklete a teljes mérési periódus alatt 24,8-26,9°C a kijáraté 23,9-27,2°C közötti volt, mely alacsonyabb a barlang belsejében jellemző magas 26,0-29,0°C léghőmérsékletéhez képest. A nappalok és éjszakák változásával bekövetkező felszíni hőmérsékletváltozások mindhárom mérési helyen, nyomon követhetőek voltak. A statisztikai jellemzők és a korábbi diagramok alapján ez a két mérőhely hőmérséklet és páratartalom tekintetében kiegyenlített, azonban nagyobb mértékben reagál a felszíni meteorológiai jellemzők változásaira.

A Termál-forrásnál a nyári hónapokban a hőmérséklet 27,5-29,7°C között változott, átlagosan 29,0°C volt. A hidegebb szeptember-októberi mérések alkalmával a mért értékek hasonlóak voltak 28,3-29,4°C, átlagosan 28,9°C volt. Az adatok közötti szórás is hasonló a két időszakban, nyáron 0,3°C és ősszel 0,2°C. A léghőmérsékletben ezen a ponton évszakos változás nem volt megfigyelhető. Az eredmények alapján a mérőhely hasonló jelleget mutatott a Barlang belső mérőhely léghőmérsékleti jellemzőivel. Azonban a páratartalom értékei nagyobb szélső értékek között változtak, 62,6-99,3% közötti lett a két mérési sorozatban.

A teljes mérési periódust eredményei alapján a legmagasabb a léghőmérséklet, 29°C a Termál-forrás mérőhelyen volt. A Barlang belseje átlagosan 28,3°C-os volt. A Barlang bejárat mérőponton 26°C és a Barlang kijárat ponton 25,1°C volt az átlagos hőmérséklet. Ez alapján a barlang déli járataiban a léghőmérséklet átlagosan 27,1°C. A nyári és az őszi értékek mérőhelyenként kis eltérést mutattak, ezért feltételezhetően az átlagok az éves értékeket reprezentálják. A páratartalom a Barlang belső és a Barlang bejárat mérőpontokon magas, és hasonló értékű 100,6% és 100,3%. A Termál-forrás mérőhelyen 88,1% és a Barlang kijáratnál 86,1%.

A barlangban a léghőmérséklet és a páratartalom egész évben kiegyenlített és magas. Kimutatható a Tavas-barlang kapcsolata a felszínnel, a barlangi klíma a felszín évszakos és napszakos változásaitól alig befolyásolt. Azonban egyedi klímáját döntően határozza meg a közel állandó hőmérsékletű termálvíz jelenléte. A barlang vizsgált szakasza morfológiája, bejáratainak elhelyezkedése miatt jól szellőző barlangnak tekinthető.

5.2. Gyógyászati vizsgálatok eredményei

Az eredményeket betegcsoportonként mutatjuk be, mozgásszervi résztvevők 1-es, 2-es csoport és légzőszervi betegek 3-as, 4-es, 5-ös, 6-os csoport felosztásban. A terápiák előtti mérési eredmények kiértékelése után funkcionális deficitet fogalmaztunk meg, majd ezek alapján a kezelési célokat. A változásokat a kezelési célok elérése mentén értékeltük.

5.2.1. Mozgásszervi résztvevők kiindulási állapota objektív paraméterek alapján

A mozgásszervi résztvevők egyéni mérési eredményeit a 13-15. számú melléklet tartalmazza. Az 1-es csoportban 51 nő és 9 férfi, a 2-es csoportban 8 nő és 2 férfi volt. Mindkét csoportban magasabb volt a nők aránya.

Az eredmények átlagban és szórásban az 5-8. számú táblázatban láthatóak.

5-8. táblázat Mozgásszervi résztvevők adatainak leíró statisztikája kezelés előtt csoportonként (n=70)

Mérési paraméter	1-es csoport (n=60)	2-es csoport (n=10)
Kor (év)	52,09 ±6,31	52,79 ±6,48
BMI	29,45 ±5,25	32,56 ±9,39
Redő összeg (mm)	177,52 ±47,74	188,00 ±58,20
Tompor terület (cm)	105,69 ±8,92	100,27 ±10,63
FEV ₁ (l)	2,43 ±0,60	2,00 ±0,65
Mellkas kitérés (cm)	2,92 ±1,41	1,92 ±0,50
Előrehajlás (cm)	33,77 ±14,07	23,02 ±8,03
Oldalra hajlás különbsége (cm)	2,27 ±1,49	1,65 ±0,91
AP idő (s)	35,06 ±16,13	38,18 ±15,71
6 MWD (m)	549,34 ±69,22	532,69 ±66,40

Az 1-es és 2-es csoportokat azonosnak tekintettük a kezelések előtt, mivel közöttük életkori, szomatometriai, légzésfunkciós, vagy állóképességi szignifikáns eltérést nem

találtunk. Szignifikáns eltérés csupán mobilitásban volt kimutatható. A mellkas kitérésének átlaga szignifikánsan kisebb ($p < 0,001$) volt a 2-es csoportban. Az előrehajlás értékének átlaga szignifikánsan az 1-es csoportban volt kisebb ($p < 0,01$). A mobilitási eredményeink a gerinc és a mellkas csökkent mozgékonyágát mutatták mindkét csoport esetében.

A résztvevőket jellemeztük az elhízás mértéke, a tartáshibák típusa és a járási sebesség alapján (16-17. számú melléklet). Az egyes kategóriák előfordulási gyakoriságát csoportonként az 5-9. számú táblázat mutatja.

Legmagasabb a túlsúlyos és az I. fokú elhízottak aránya. Ebbe a két kategóriába együttesen az 1-es csoport résztvevőinek 81,7%-a és a 2-es csoport 70 %-a beletartozott. Kóros elhízás mindkét csoportunkban előfordult. A súlyfelesleg mindkét csoportunkban jelentős probléma volt.

5-9. táblázat Kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelés előtt a mozgásszervi résztvevőknél ($n=70$)

Kategória	1-es csoport ($n=60$)	2-es csoport ($n=10$)
Elhízás mértéke		
normál	6	1
túlsúlyos	29	3
I. fokú elhízott	20	4
II. fokú elhízott	1	0
kórosan elhízott	4	2
Tartáshibák		
nincs	14	2
statikus gerinc	34	8
dinamikus gerinc	12	0
Járási sebesség		
nagyon lassú	2	0
lassú	5	2
normál	30	5
gyors	21	3
nagyon gyors	2	0

A fiziológiás gerincűek aránya mindkét csoportban alacsony volt. Tartáshiba az 1-es csoport résztvevőinek 76,7%-ánál és a 2-es csoport 80%-ánál fordult elő, a leggyakoribb tartáshiba a statikus gerinc. A megfelelő állóképességgel rendelkezők aránya mindkét csoportban magas volt. Az 1-es csoportban a résztvevők 88%-a képes volt a normál, vagy annál gyorsabb sebességű járásra. A 2-es csoportban ez az arány 80% volt. Előfordult azonban lassú, vagy nagyon lassú járásra képes résztvevő is.

A megállapított funkcionális deficittek tehát a gerinc és a mellkas csökkent mozgékonyága, a súlyfelesleg, a tartáshibák megléte volt. A résztvevők állóképességét megfelelően ítéltük meg. Mozgásszervi panaszai hétköznapokban állhatnak az általunk kimutatott deficittek.

Kezelési célok:

- súlycsökkentés
- testösszetétel kedvező irányú befolyásolása
- tartásjavítás
- a gerinc és a mellkas mobilizálása
- állóképesség javítása

5.2.2. Légzőszervi betegek kiindulási állapota objektív paraméterek alapján

A légzőszervi betegek egyéni mérési eredményeit a *18-22. számú melléklet* tartalmazza. A 3-as csoportban 15 nő és 4 férfi, a 4-esben 11 nő és 4 férfi, az 5-ösben 46 nő és 18 férfi és a 6-osban 10 nő és 6 férfi szerepelt. Minden csoportban magasabb volt a nők aránya.

Az egyes légzőszervi diagnózisok, valamint a vizsgált társbetegség gyakoriságának eloszlását az *5-10. számú táblázat* mutatja.

5-10. táblázat A diagnózisok gyakoriság eloszlása csoportonként a légzőszervi betegek körében (n=114)

n	COPD	AB	ISZB	nincs	n
19	10	9	3-as	8	11
15	9	6	4-es	6	9
64	31	33	5-ös	26	38
16	8	8	6-os	12	4
114	58	56	52	62	114

COPD=Chronic Obstructive Pulmonary Disease, AB=Asthma bronchiale,
ISZB=Ischaemiás szívbetegség

A COPD/asthma bronchiale arány kiegyenlített volt a 3-as, az 5-ös és a 6-os csoportokban. Eltérés a 4-es csoportban jelentkezett, itt jelentősen magasabb a COPD-ben szenvedő betegek aránya. A 3-as, a 4-es és az 5-ös csoportokban a betegek átlagosan 40%-a szenvedett kardiális társbetegségben, míg az az érték 75% volt a 6-os csoport betegeinél. A betegek mérési eredményei átlagban és szórásban az *5-11. számú táblázatban* láthatóak.

5-11. táblázat Légzőszervi betegek adatainak leíró statisztikája kezelés előtt csoportonként (n=114)

Mérési paraméter	3-as csoport (n=19)	4-es csoport (n=15)	5-ös csoport (n=64)	6-os csoport (n=16)
Kor (év)	61,2 ±8,11	62,8 ±10,4	60 ±7,33	66,4 ±7,22
BMI	29,82 ±4,75	27 ±4,17	29 ±4,65	30,6 ±6,0
Redő összeg (mm)	147,6 ±44,42	147,4 ±49,09	161,23 ±51,38	152,13 ±47,21
Mellkas-kitérés (cm)	2,92 ±1,62	2,76 ±2,06	2,68 ±1,19	2,55 ±0,94
AP (s)	31,86 ±14,83	33,61 ±15,07	26,41 ±14,71	22,03 ±10,30
6 MWD (m)	382,13 ±53,15	396,85 ±110,44	427,55 ±73,51	310,68 ±70,43

A 3-as, a 4-es és az 5-ös csoportokat azonosnak tekintettük a kezelés előtt. A csoportokban hasonló volt és nem túl magas az ISZB meglétének gyakorisága, közöttük életkori, szomatometriai, vagy állóképességi szignifikáns eltérést nem találtunk. A 6-os csoport, jelentős eltéréseket mutatott a másik három légzőszervi csoporthoz képest. Az ISZB gyakorisága magas volt. A betegek szignifikánsan idősebbek voltak ($p<0,05$) és alacsonyabb állóképességgel rendelkeztek (AP $p=0,05$ és a 6 MWD $P<0,001$). A mobilitási eredményeink a mellkas csökkent mozgékonyágát mutatták minden csoport esetében.

A betegeket jellemeztük az elhízás mértéke, a tartáshibák típusa, a járási sebesség és funkcionális állapotuk alapján (23-27. számú melléklet). A megállapított kategóriák előfordulási gyakoriságát csoportonként az 5-12. számú táblázat mutatja. A 3-as, a 4-es, az 5-ös csoportokban legmagasabb a túlsúlyos és az I. fokú elhízottak aránya. Ebbe a két kategóriába együttesen a 3-as csoport betegeinek 78,9%-a, a 4-es csoport 73,3%-a és az 5-ös csoport 70,3%-a beletartozott. A 6-os csoportban a II. fokú elhízottak aránya is magas. A súlyfelesleg minden csoportunkban jelentős probléma volt.

A tartáshibák elemzésekor a csoportok között jelentős eltéréseket találtunk. A 3-as csoportban a normál gerincűek aránya közel egyező volt a tartáshibával rendelkezők arányával és a jellemző tartáshiba a dinamikus gerinc. A 4-esben a normál és a tartáshibás résztvevők aránya közel egyező, ám a statikus gerinc volt a jellemző tartáshiba. Az 5-ösben a normál gerincűek aránya alacsony volt, a betegek 26,6%-a. Itt a statikus gerinc volt a jellemző tartáshiba. A 6-osban a normál gerincűek aránya szintén alacsony, a betegek 31,3%-a, a jellemző tartáshiba a dinamikus gerinc volt.

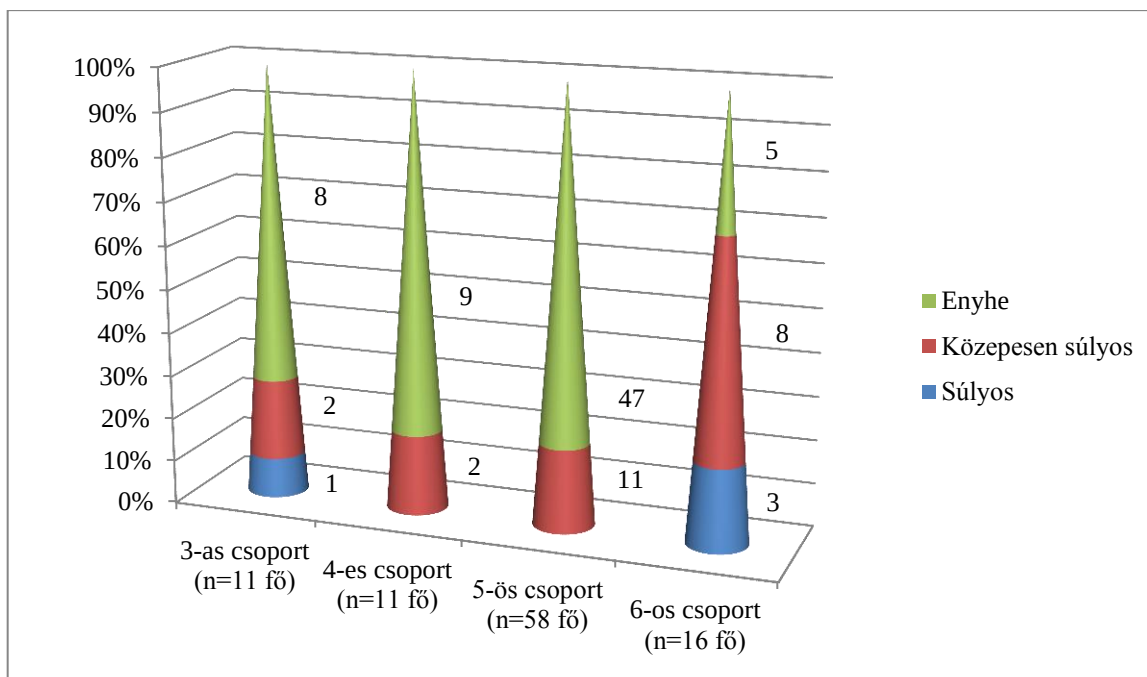
5-12. táblázat Kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelés előtt a légzőszervi betegeknél (n=114)

Kategória	3-as csoport (n=19)	4-es csoport (n=15)	5-ös csoport (n=64)	6-os csoport (n=16)
Elhízás mértéke				
sovány	1	0	1	0
normál	2	3	10	2
túlsúlyos	6	9	31	7
I. fokú elhízott	9	2	14	3
II. fokú elhízott	1	1	7	4
kórosan elhízott	0	0	1	0
Tartáshibák				
nincs	9	7	17	5
statikus gerinc	3	6	38	4
dinamikus gerinc	7	2	9	7
Járási sebesség				
nagyon lassú	10	10	30	15
lassú	9	3	20	1
normál	0	1	11	0
gyors	0	1	3	0

Alacsony állóképesség jellemezte csoportjainkat. A betegek jelentős része csupán nagyon lassú járásra volt képes, arányuk a 3-as csoportban 52,6%, a 4-es csoportban 66,7%, az 5-ös csoportban 46,9%. A 6-osban ez az arány igen magas 93,8% volt. Normál sebességű, vagy gyors járásra képes beteg nem volt a 3-as és a 6-os csoportban.

A funkcionális állapotot megítélni 96 beteg esetében tudtuk. Kategorizáláshoz légzésfunkciós saját mérési eredmények az 5-ös csoport 2. vizsgálati periódusának betegeinél (5_35-5_64) álltak rendelkezésre, a többi csoportban a betegdokumentáció adataira támaszkodtunk. A FEV₁ érték nem volt elérhető minden betegnél, hiányzó adat esetén nem volt lehetőség a beteg kategóriába sorolásra. A csoportonkénti elemezést követően, a súlyossági szintek eloszlási gyakoriságát az 5-30. ábrán ábrázoltuk.

A 3-as, a 4-es és az 5-ös csoportokban az enyhe állapotú betegek aránya magas, 72,7%, 81,8%, illetve 81% volt. A 6-os csoportban arányuk alacsony 31,3%, a betegek fele középsúlyos állapotú volt.



5-30. ábra Légzőszervi betegek funkcionális súlyossági szintjei standard limitek alapján (n=98)

Az 5-ös csoportban a 2. vizsgálati periódusban a járásteszthez kapcsolatosan végzett pulzusz mérés eredményeink szintén mutatták az alacsony állóképességet (28. melléklet). A nyugalmi pulzus egyéni értékei a normál tartományban maradtak, átlaga 74,1/perc. A járásteszt utáni maximális pulzus eredmények átlaga 103,5/perc volt. A számított élettani maximumtól, mely 159,7/perc lett, a kapott érték 35,2%-kal maradt el. A nyugalmi és a maximum közötti pulzustartálék tartomány meglehetősen alacsony. Az enyhe terheléses pulzusátlag 90,7/perc volt, mely a betegeink által teljesített maximumnak a 87,6%-a. A megnyugvási pulzusadatok csökkentek a mérési pillanatokban. Az 1. perc végén kapott átlagos érték 88/perc volt, ez 15 %-os csökkenést jelentett a maximumhoz képest. A következő 2 perc elteltével 83,4/perc lett az átlag, mely 20%-kal kevesebb, mint a maximum érték. A kell értéktől az elmaradás 10%-os volt.

A 3-as, a 4-es és az 5-ös csoportok betegeinek funkcionális deficitjei az alacsony állóképesség, a súlyfelesleg, a mellkas csökkent mozgékonyasága és a nem túl gyakori, de többféle tartáshibák voltak. Funkcionális állapotuk jellemzően enyhe volt. A 6-os csoportunk betegeinek funkcionális deficitjei a nagyon alacsony állóképesség, a jelentős súlyfelesleg, a mellkas csökkent mozgékonyasága és a gyakori tartáshibák voltak. Funkcionális állapotuk közép-súlyos volt. Ebben a csoportban az életkor jelentősen magasabb volt a többi csoporthoz képest.

Kezelési célok:

- mellkas mobilizálása
- állóképesség javítása
- funkcionális állapot javítása

5.2.3. Kezelések eredményessége

Terápiák után 67 fő mozgásszervi résztvevőt és 93 fő légzőszervi résztvevőt vizsgáltunk. A visszamérések csoportonkénti bontását és az egyéni kezelési számokat a *29. számú melléklet* mutatja. A légzőszervi betegek jelentős részét, 18%-át nem tudtuk visszamérni. Ennek okai kórházi hazaengedés, családi ok, heveny felső légúti megbetegedés, vagy baleset voltak.

Az 1-es csoportban, a miskolctapolcai Barlangfürdőben kivitelezett komplex fizioterápiával kezelt mozgásszervi résztvevők között 58 főt mértünk vissza. A résztvevők átlagosan 14,5 kezelést kaptak. Az egyéni mérési eredményeket a *30-31. számú melléklet* és a kategorizálás eredményeit a *32. számú melléklet* tartalmazza.

A terápiák kivitelezéséhez a fürdő infrastruktúrája és napirendje illeszkedő volt. A természeti környezet egy páratlan terápiás kombinációs lehetőséget biztosított számunkra. A rendelkezésre álló vízfelület méretét tekintve alkalmas volt a nagy létszámú csoportok terápiájának kivitelezésére. A beépített élményelem, a sodrófolyosó, kihasználható volt a mozgásterápia tréning részében. Izomerősítésre alkalmasak voltak a medence elülső részében lévő padkák, lépcsők. A víz hőmérséklete indokolta, hogy mozgásszervi betegek esetében a hidroterápiát mozgásterápiával egészítsük ki. A hűvössége nem okozott mellékhatásokat. A bemerülés mértéke azonban alacsony. A vízmélység csupán kb. 50%-os immerziót biztosított az átlagos magasságú résztvevőink számára. Ez nehezítette a gerinc felsőbb szakaszainak a mobilizálását, nem tehermentesítődnek kellően az alsó végtagi ízületek. Ugyanakkor beiktathatóak voltak járó és futógyakorlatok is az úszóelemek mellett. A barlangi környezet páratlan szépségével járult hozzá a terápia lazító elemeihez.

A kivitelezett komplex hidro-, mozgás- és klímaterápiás kezelés szomatometriai, állóképességi és mobilitási szignifikáns javulást eredményezett. Csökkent a redő összeg ($p < 0,001$), nőtt az AP idő ($p < 0,05$) és a járástávolság ($p < 0,001$). Nőtt a mellkas kitérése

$p < 0,001$) és csökkent az oldalra hajlás különbsége ($p < 0,05$). A BMI szignifikáns kedvezőtlen változást mutatott ($p < 0,05$).

A kategorizálás eredményeit tekintve az elhízás mértékének arányaiban nincs kedvező változás (5-13. táblázat). Az egyéni kedvező változás minimális, 2 fő az I. fokú elhízott kategóriából a túlsúlyosba lépett. Jelentősen javult a testtartás. 13 fővel nőtt a tartáshibával nem rendelkezők száma, ez 23,3%-os javulást jelentett. Az állóképesség javulását mutatta, hogy normál, vagy attól gyorsabb járásra a résztvevők 96,6%-a volt képes. Ez 8,6%-os javulást jelentett. Gyors járásra 4 fővel több, nagyon gyors járásra pedig 9 fővel több volt képes. Lassú járás kategóriákba már csak 2 fő tartozott.

5-13. táblázat Kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelés után a mozgásszervi résztvevőknél ($n=67$)

Kategória	1-es csoport ($n=58$)	2-es csoport ($n=9$)
Elhízás mértéke		
normál	5	1
túlsúlyos	27	3
I. fokú elhízott	21	3
II. fokú elhízott	1	0
kórosan elhízott	4	2
Tartáshibák		
nincs	27	2
statikus gerinc	25	7
dinamikus gerinc	6	0
Járási sebesség		
nagyon lassú	0	0
lassú	2	0
normál	20	5
gyors	25	1
nagyon gyors	11	3

A 2-es csoportban, a miskolctapolcai tornamedencében kivitelezett fizioterápiával kezelt mozgásszervi résztvevők között 9 főt mértünk vissza. A résztvevők átlagosan 13,8 kezelést kaptak. Az egyéni mérési eredményeket a 33. számú melléklet és a kategorizálás eredményeit a 34. számú melléklet tartalmazza.

A terápiák kivitelezéséhez a fürdő infrastruktúrája és napirendje illeszkedő volt. A barlangfürdő gyógymedencéje a terápiás épületszárnnyban van elhelyezve, mely a barlangi klímától teljesen elzárt. Ezáltal egy fontos gyógytényező kihasználhatósága elvész,

fizioterápiái különleges terápiás kombinációs lehetőség nem volt. A gyógymedence befogadó képessége jelentősen korlátozta a csoport létszámát. A terápia szempontjából a víz indifferens hőmérséklete optimális volt. Az immerzió kedvezőbb, mint a barlangi medence esetében. A mélyebb bemerülés folyamatosabban biztosította a gerinc víz alatti szituációját, az alsó végtag tehermentesítése tökéletesebb. A medencetér jól felszerelt, korlátok és ellenállást adó eszközök segítették a hatékony terápia kivitelezését.

A kivitelezett víz alatti mozgásterápia szomatometriai, állóképességi és mobilitási szignifikáns változást eredményezett. Csökkent a redő összeg ($p < 0,05$) és csökkent a tomporkerület ($p < 0,05$). Nőtt a járástávolság ($p < 0,01$) és a mellkas kitérése ($p < 0,01$), csökkent az oldalra hajlás különbsége ($p < 0,01$).

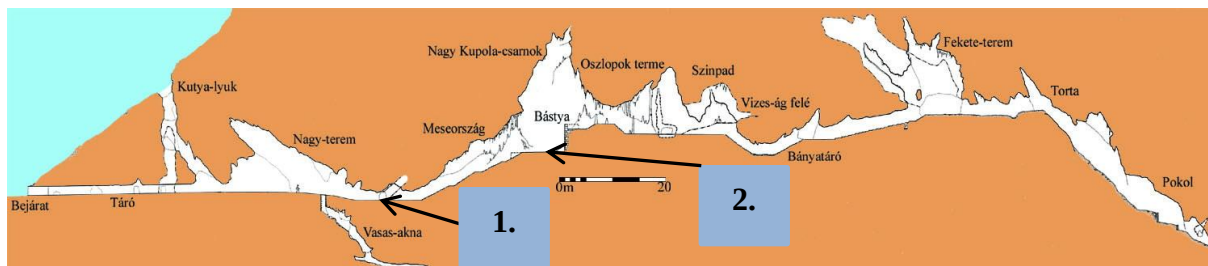
A kategorizálás eredményeit tekintve az elhízás mértékének arányaiban nincs kedvező változás (5-13. táblázat). Az egyéni kedvező változás minimális, 1 fő az I. fokú elhízott kategóriából a túlsúlyosba lépett. A tartáshibával nem rendelkezők aránya nem változott. Az állóképesség javulását mutatta, hogy a résztvevők normál, vagy attól gyorsabb járásra voltak képesek. Ez 20%-os javulást jelentett. Nagyon gyors járásra már 3 fő képes volt, míg a terápia előtt senki.

A 3-as csoportban, a csoportos légzőtornával kiegészített lillafüredi gyógybarlangi szpeleoterápiában részesült krónikus légzőszervi betegeknek 10 főt mértünk vissza. A betegek átlagosan 12 kezelést kaptak. Az egyéni mérési eredményeket és a kategorizálás eredményeit a 35. számú melléklet tartalmazza.

A csoport az osztály rehabilitációs programját végezte. A terápia része volt a lillafüredi gyógybarlangban kivitelezett szpeleoterápia. Külön elemként beiktattunk egy délutáni csoportos kórházi légzőtornát. A terápiás helyszínre való buszos utazást, a hálósákokat és a nővéri kíséretet az osztály biztosította. A terápiák kivitelezéséhez a barlang infrastruktúrája és napirendje illeszkedő volt. A terápiás terem elérése mintegy 20 perces barlangi klímán történő séta a betegek számára. A barlang függőleges vetületi ábráján (5-31. ábra) látható, hogy ez a kb. 220m hosszú út közel 4 emeletnyi szint megmászását jelenti. A járást nehezíti az olykor a csepegő víztől, vagy sártól síkos járda és lépcsősor.

Az út csak megállásokkal teljesíthető a betegek számára. Az első (ábrán 1.), egy hosszabb vízszintes út megtétele után van a Nagy-teremben. A beteg ekkor mintegy „megszokja” a

barlangi klímát, a megváltozott látásviszonyokat, s egyben pihen. A második megállás (ábrán 2.) egy 72 nagy lépcsőfokból álló és igen meredeken emelkedő, megterhelő szakaszt követően van a Kupola-csarnokban. Az út további részében emelkedés és lejtés váltakozik, a terápiás teremig már nincs több megállás. A Bástyának kiképzett magaslaton keresztül folytatódik az út 30 lépcsőfok megtételével. Az Oszlopok-csarnoka után közvetlenül a Színház-terembe érünk, ahonnan 17 lépcsőn át megyünk le a Bányatárho és további 32 lépcsőfokon keresztül jutunk el a Fekete-teremhez.



5-31. ábra A Szent István-barlang függőleges vetülete (Saját szerkesztés Székely (2003) alapján)

A fekvőhelyek több szinten kerültek kialakításra. Ha a csoport létszáma nagy a légzőtorna gyakorlatainak kivitelezésekor a hely már meglehetősen szűkös.

A kezelés állóképességi szignifikáns javulást eredményezett. Az AP idő ($p < 0,05$) és a járástávolság nőtt ($p \leq 0,001$). Az állóképesség javulását mutatta a kategorizálás elemzése is (5-14. táblázat). Normál, vagy attól gyorsabb sebességű járásra már 6 fő képes volt, míg a terápia előtt senki. A lassú és nagyon lassú járásra képes betegek aránya 60%-kal csökkent.

5-14. táblázat Járási sebesség kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelés előtt és után a légzőszervi betegeknél

	3-as csoport		4-es csoport		5-ös csoport		6-os csoport	
	Előtte (n=19)	Utána (n=10)	Előtte (n=15)	Utána (n=10)	Előtte (n=64)	Utána (n=58)	Előtte (n=16)	Utána (n=15)
Járási sebesség								
nagyon lassú	10	2	10	4	30	11	15	8
lassú	9	2	3	3	20	22	1	6
normális	0	4	1	3	11	21	0	1
gyors	0	2	1	0	3	3	0	0
nagyon gyors	0	0	0	0	0	1	0	0

A 4-es csoportban, a miskolctapolcai Barlangfürdőben kivitelezett szpeleoterápián részt vett krónikus légzőszervi betegeknel 10 főt mértünk vissza. A betegek átlagosan 12,9 kezelést kaptak. Az egyéni mérési eredményeket és a kategorizálás eredményeit a 36. számú melléklet tartalmazza.

A csoport az osztály rehabilitációs programját végezte. A terápia része volt a miskolctapolcai barlangfürdőben kivitelezett szpeleoterápia. A terápiás helyszínre való buszos utazást és a nővéri kíséretet az osztály biztosította. A terápiák kivitelezéséhez a fürdő infrastruktúrája megfelelő volt. A terápiás hely egy emeletnyi lépcsőzéssel, mely 27 lépcsőfok megtételét jelenti, könnyen elérhető.

A klímaterápia kivitelezésére általunk kiválasztott barlangfürdői helyszín, a galéria eltérő volt a korábban felmerült lehetséges terápiás helyektől. Ennek előnyei, hogy a burkolatok miatt portalan és tágas hely áll készen a kezelésre, építési teendők nincsenek, optimális a döngönyöző közelsége és a kilátás különlegessége. Nem volt szükség különösebb ruházatra, vagy hálósákra a terápia alatt. A fürdő napirendje azonban nem volt kedvező, mivel a galériát csak a fürdővendégek érkezéséig vehettük igénybe. Ez a reggeli 1,5 óra jelentősen kevesebb terápiás időt tett lehetővé, mint a gyógybarlangi szpeleoterápiai tartózkodások átlagos kezelési ideje.

A kivitelezett kezelés szignifikáns javulást nem eredményezett. Az állóképesség javulását azonban a kategorizálás elemzése (5-14. táblázat) mutatta. 16,7%-kal nőtt a normál, vagy attól gyorsabb sebességű járásra képes betegek aránya. A nagyon lassú járásra képes kategóriába már csak 4 fő tartozott.

Az 5-ös csoportban, a lillafüredi gyógybarlangban kivitelezett szpeleoterápiában részesült krónikus légzőszervi betegeknel 58 főt mértünk vissza. A betegek átlagosan 11,6 kezelést kaptak. Az egyéni mérési eredményeket a 37-38. számú melléklet és a kategorizálás eredményeit a 39. számú melléklet tartalmazza.

A csoport az osztály rehabilitációs programját végezte. A terápia része volt a lillafüredi gyógybarlangban kivitelezett szpeleoterápia. A terápiás helyről készített összegzésünk a 3-as csoportnál leírtakkal azonos. A kivitelezett kezelés állóképességi szignifikáns javulást eredményezett. Nőtt az AP idő ($p < 0,05$) és a járástávolság ($p < 0,001$). Az állóképesség javulását mutatta a kategorizálás elemzése is (5-14. táblázat). 21,2%-kal nőtt a normál,

vagy attól gyorsabb sebességű járásra képes betegek aránya. A nagyon lassú járásra képes betegek kategóriájába már csak 11 fő tartozott.

A járásteszthez kapcsolt pulzusz mérés eredményeink (28. *melléklet*) azonban mutatták, hogy a javulás ellenére az állóképesség még mindig alacsony. A nyugalmi pulzus egyéni értékei a normál tartományban maradtak, átlaga kissé csökkent 70,2/perc. A járásteszt utáni maximális pulzus eredmények átlaga 96,3/perc volt a terápia után. A számított élettani maximumtól ez 39,7%-os elmaradás. A pulzustartalék tartomány alacsony maradt. Az enyhe terheléses pulzusátlag 85,4/perc lett, az érték a maximumhoz képest közel olyan, mint a terápia előtt. Az 1. perc végén a pulzusátlag 82/perc lett, a 3. végére 78,3/perc. A megnyugvási pulzusadatok csökkentek, a mértékének elmaradásában nem történt javulás.

A légzésfunkciós vizsgálatot a 2. vizsgálati periódus betegeinél (5_35-5_64) végeztünk. Visszamérni a 30 főből 27 főt tudtunk. A FEV₁% enyhe emelkedését mértük, átlagosan 84,5%-ról 88,7%-ra változott. Ezeknél a betegeknél a funkcionális állapot változását is tudtuk értékelni. A funkcionális állapot kategóriáinak arányai terápia hatására kedvezően változtak. Kezelés előtt az enyhe/középsúlyos arány 25/5 volt, kezelés után pedig 25/2. Az egyéni értékelés alapján 2 fő középsúlyos kategóriából az enyhébe tartozott a terápia után.

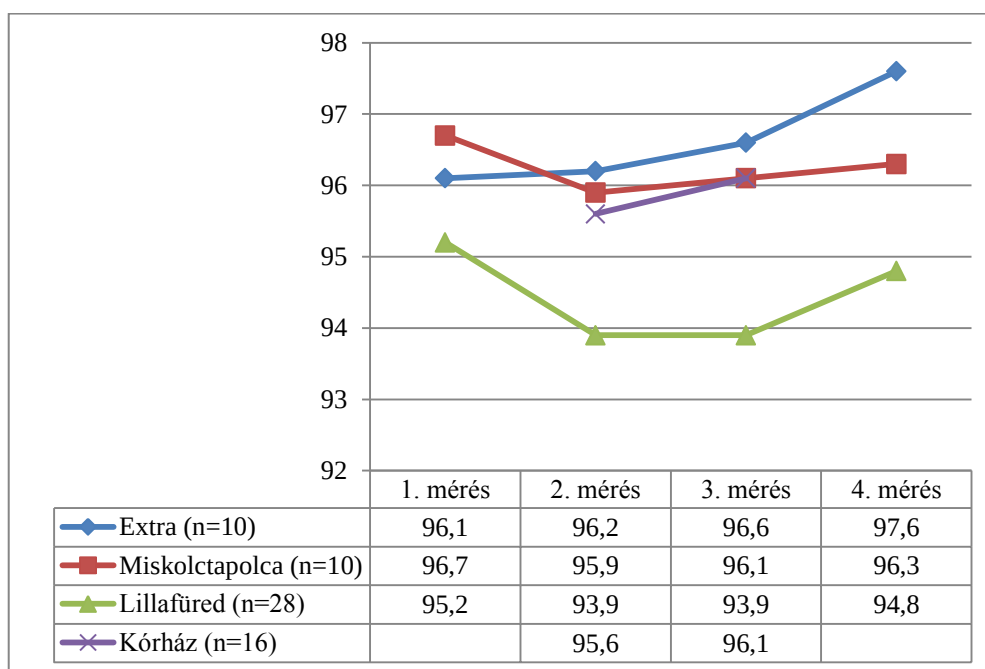
A 6-os csoportban, a kórházban kivitelezett egyéni légzőtorna kezelésben részesült krónikus légzőszervi betegeknél 15 főt mértünk vissza. A betegek átlagosan 10,8 kezelést kaptak. Az egyéni mérési eredményeket és a kategorizálás eredményeit a 40. *számú melléklet* tartalmazza.

A csoport az osztály rehabilitációs programját végezte, amelynek egyik részét egy egyéni kórtermi légzőtorna képezte. A kórház Miskolc belvárosának közelében található. A városi levegő minőségét némileg javítja, hogy a kórtermek ablakai parkosított udvarra néznek, a nagyobb parkolók az épülettől távolabb találhatóak. A kórházban kivitelezett kezelés állóképességi és mobilitási szignifikáns javulást eredményezett. Nőtt az AP idő ($p < 0,001$), a járástávolság ($p < 0,001$) és a mellkas kitérése ($p \leq 0,001$). Az állóképesség javulását mutatta a kategorizálás elemzése is (5-14. *táblázat*). Már 1 fő képes volt normál sebességű járásra. A lassú és nagyon lassú járásra képes betegek aránya 6,7%-kal csökkent. A nagyon lassú járásra képes kategóriába már csak 8 fő tartozott.

5.2.4. Szaturáció-mérés eredményei

A szaturációs egyéni adatokat csoportonként a 41-42. számú melléklet tartalmazza. Az egyéni mérési eredmények azt mutatták, hogy kezeléseink során deszaturációs állapot nem következett be.

A kezelés kiemelt pillanataiban a szaturációs értékek átlagait csoportonként az 5-32. ábra mutatja. A csoportos légzőtornával kiegészített Lillafüreden, gyógybarlangban kezelt csoport (ábrán „Extra”) mérését a kórházi terápia alatt végeztük.



5-32. ábra Klímateri és kórházi szaturáció-mérés átlagértékei csoportonként

Az 1. mérés (SZAT1) a terápiás helyek elérésekor történt. Az eredmények a 3-as („Extra”) és 4-es („Miskolctapolca”) csoportban közel azonosak. Az 5-ös („Lillafüred”) csoportban az érték a legalacsonyabb. Az 1. és 2. mérés közötti időszak (SZAT1-SZAT2), az első pihenés alatti változást mutatja. A két klímateri helyszínen az átlagok közel azonos mértékben csökkentek. A nem klímateri csoport („Extra”) görbéje emelkedő, a szaturáció átlaga nőtt.

A 2. mérés a légzőtorna kezdetekor történt. Az eredmények a 3-as („Extra”), a 4-es („Miskolctapolca”) és a 6-os („Kórház”) csoportban közel azonosak. A rosszabb állapotú betegek szaturációs értékei nem mutattak jelentős eltérést. A lillafüredi átlagérték a legalacsonyabb. A 2. és 3. mérés közötti periódus (SZAT2-SZAT3), a légzőtorna alatti

változást mutatja. Ekkor a szaturáció átlaga a lillafüredi csoportnál nem változott. A miskolctapolcai csoportnál az emelkedés minimális. A két nem klímateri csoportnál nagyobb a meredekség és hasonló.

A 3. mérés eredményei a 3-as, a 4-es és a 6-os csoportban közel azonosak. Az értékekhez képest a lillafüredi alacsony. A 3. és 4. mérés közötti (SZAT3-SZAT4) eltérés, a második pihenés alatt bekövetkezett változást mutatja. Mindhárom csoportnál emelkedő a görbe, a szaturáció átlagértékei növekedtek. A növekedés mértéke a lillafüredi csoportnál volt a legnagyobb. Jelentős volt az „Extra” csoportban, a „Miskolctapolca” csoportban minimális.

A 4. mérés eredményei eltérést mutattak. Az „Extra” csoport szaturációs értéke a legmagasabb, alacsonyabb „Miskolctapolca” értéke és a lillafüredi a legalacsonyabb. A 4. mérés eredményét az 1. mérés eredményével összevetettük. A kezelés végi szaturáció a kezdeti értékhez képest magasabb volt a nem klímateri „Extra” csoportban és alacsonyabb a két klímateri csoport esetében.

5.2.5. Szubjektív paraméterek eredményei kezelés előtt és után

A kérdőívek kezelés előtti és utáni egyéni skálaértékeit a 43-50. számú melléklet és normaértékeit az 51-58. számú melléklet tartalmazza csoportonként.

A terápia előtti normaértékeket átlagban és szórásban az 5-15. számú táblázat mutatja.

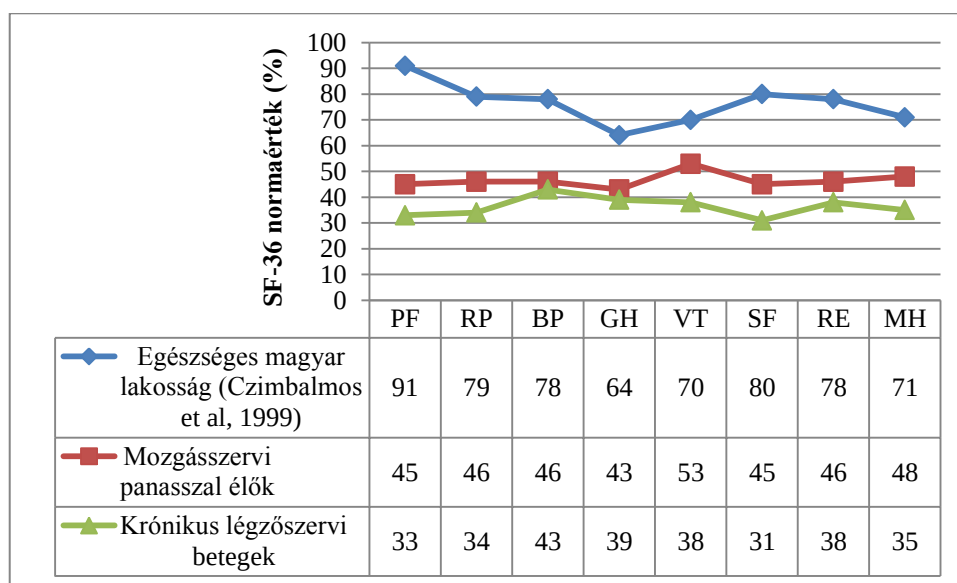
5-15. táblázat Kérdőív normaértékeinek leíró statisztikája kezelés előtt csoportonként (n=184)

Csoport	PF	RP	BP	GH	VT	SF	RE	MH
1-es (n=60)	44,79 ±10,00	44,65 ±11,12	46,35 ±12,01	43,37 ±11,52	52,25 ±11,69	44,50 ±11,60	45,19 ±12,31	47,43 ±13,44
2-es (n=10)	48,54 ±5,86	52,30 ±5,11	46,57 ±9,74	40,07 ±8,60	53,80 ±7,94	50,49 ±5,93	49,46 ±10,68	49,16 ±8,74
3-as (n=19)	35,15 ±7,49	32,92 ±8,82	43,62 ±12,27	38,39 ±12,67	37,05 ±11,18	29,34 ±6,97	36,73 ±8,03	32,11 ±13,85
4-es (n=15)	31,78 ±10,14	33,64 ±11,89	43,38 ±16,94	41,19 ±17,18	34,87 ±15,03	29,82 ±11,42	35,77 ±11,21	36,34 ±16,32
5-ös (n=64)	35,58 ±7,28	34,80 ±8,96	42,99 ±10,09	38,06 ±12,67	39,73 ±11,35	30,35 ±7,22	39,69 ±11,02	35,14 ±13,27
6-os (n=16)	23,43 ±11,73	30,97 ±6,85	42,95 ±2,39	38,57 ±5,86	35,46 ±14,46	38,01 ±6,14	36,84 ±9,40	32,83 ±12,54

PF fizikai működés, RP fizikai szerep, BP testi fájdalom, GH általános egészség, VT vitalitás, SF szociális működés, RE érzelmi szerep, MH mentális egészség

A két betegcsoport (mozgásszervi panasszal élők 1-es és 2-es csoport, krónikus légzőszervi betegek 3-as, 4-es, 5-ös és 6-os csoport) normaértékeinek átlagát dimenzióként a magyar egészséges populáció átlagaihoz hasonlítottuk (5-33. ábra).

A vizsgált betegcsoportok normaértékei elmaradnak az egészséges magyar lakosság értékeitől. Mind a mozgásszervi, mind a légzőszervi elváltozások tünetei kedvezőtlenül befolyásolják az egyén egészségérzetét.



5-33. ábra Egészségesek, mozgásszervi problémával élők és légzőszervi betegek SF-36 normaértékei

Az 5-16. táblázat a skálaértékek közül a padló érték (0) gyakoriság eloszlását mutatja. A 3-as, 4-es, 5-ös csoport eredményeit összesítve adtuk meg, az objektív állapotuk hasonlósága és a klímaterápiás változások elemzésének megkönnyítése miatt. A dimenziók közül az első négy a fizikai egészséget, a következő négy pedig a mentális egészséget fejezi ki.

A fizikai egészséget kifejező dimenziók közül terápia előtt a fizikai szerep (RP) padló érték gyakorisága kiugróan magas volt csaknem minden csoportban. Az 1-es csoportban 18,3%, a 3-as, 4-es, 5-ös csoportokban 82,8%, a 6-os csoportban pedig 56,3%. A mentális egészséget kifejező dimenziók közül az érzelmi szerep (RE) volt magas gyakoriságú csoportjainkban. Az 1-es csoportban 15%, a 3-as, 4-es, 5-ös csoportokban 79,7%, a 6-os csoportban pedig 50%. Az 1-es csoport értékei alacsonyabbak, a többi csoporthoz viszonyítva. Jelentős volt a különbség a mozgásszervi résztvevők és a krónikus légzőszervi

betegek egészségérzete között. A krónikus légzőszervi betegek mind a fizikai, mind a mentális szerepeikben jelentősebben akadályoztatva érzik magukat, mint a mozgásszervi panasszal élő résztvevők.

5-16. táblázat Padló érték gyakoriság eloszlása csoport és terápia helyszín szerint

	1-es		2-es		3-as, 4-es, 5-ös		6-os	
	Előtte n=60	Utána n=58	Előtte n=10	Utána n=9	Előtte n=64	Utána n=58	Előtte n=16	Utána n=15
PF	0	0	0	0	0	0	1	0
RP	11	4	0	2	53	32	9	8
BP	3	1	0	0	2	0	1	0
GH	0	0	0	0	3	1	0	0
VT	1	0	0	0	2	0	0	0
SF	0	0	0	0	3	1	2	1
RE	9	4	1	1	51	27	8	6
MH	0	0	0	0	1	0	0	0

PF fizikai működés, RP fizikai szerep, BP testi fájdalom, GH általános egészség, VT vitalitás, SF szociális működés, RE érzelmi szerep, MH mentális egészség

A terápia eredményességét a normaértékek változásának elemzésével és a padlóértékek gyakoriságának csökkenésével vizsgáltuk. A terápia utáni normaértékeket átlagban és szórásban az 5-17. számú táblázat mutatja.

5-17. táblázat Kérdőív normaértékeinek leíró statisztikája kezelés után csoportonként (n=160)

Csoport	PF2	RP2	BP2	GH2	VT2	SF2	RE2	MH2
1-es (n=58)	47,82 ±8,61	50,25 ±9,04	53,69 ±10,35	47,32 ±11,75	59,96 ±8,84	51,41 ±8,46	51,26 ±9,13	55,63 ±8,68
2-es (n=9)	52,02 ±5,43	49,16 ±12,21	56,20 ±7,58	46,03 ±10,87	59,86 ±10,65	54,69 ±7,23	51,79 ±10,53	55,76 ±11,59
3-as (n=10)	37,67 ±6,86	35,75 ±10,23	49,08 ±10,99	45,68 ±13,67	47,36 ±10,47	30,75 ±7,63	43,05 ±8,37	39,49 ±14,27
4-es (n=10)	33,24 ±13,03	36,45 ±11,42	43,85 ±16,81	37,05 ±19,40	34,86 ±17,99	29,11 ±9,45	38,67 ±12,76	36,32 ±14,72
5-ös (n=58)	36,73 ±8,51	39,66 ±11,56	48,78 ±9,52	43,83 ±13,22	43,47 ±11,77	32,96 ±7,42	43,40 ±9,49	39,14 ±13,70
6-os (n=15)	30,19 ±12,81	35,66 ±11,77	42,11 ±4,24	37,90 ±8,30	40,72 ±15,04	37,17 ±6,74	41,87 ±11,16	36,69 ±13,04

PF fizikai működés, RP fizikai szerep, BP testi fájdalom, GH általános egészség, VT vitalitás, SF szociális működés, RE érzelmi szerep, MH mentális egészség

A dimenziók normaértékei minden csoportban szignifikánsan javultak ($p < 0,001$). Az RP padló érték gyakorisága az 1-es csoportban 6,9%-ra csökkent, a javulás 11,4%. A 3-as, 4-

es, 5-ös csoportokban 55,2%-ra csökkent, a javulás 27,6%-os. A 6-os csoportban 53,3%-ra csökkent, a javulása minimális. Az RE padló érték gyakorisága az 1-es csoportban 6,9%-ra csökkent, a javulás 8,1%-os. A 3-as, 4-es, 5-ös csoportokban 46,6%-ra csökkent, a javulás 33,1%-os. A 6-os csoportban 40%-ra csökkent, a javulása 10%-os. A mentális egészség dimenziók javulása nagyobb mértékű volt, mint a fizikai egészséget leíróké. A krónikus légzőszervi betegek egészségérzeti javulása nagyobb mértékű volt, mint a mozgásszervi panasszal élőké.

6. Következtetések

A lillafüredi Szent István-barlangban végzett terápiás célú klímavizsgálatok eredményeinek elemzését elvégeztük hatótényezőnként. Elemzésünk célja, összefoglalni a szakirodalmi klímaterápiái célú vizsgálatok eredményeit és a barlang hatótényezőinek bemutatása a terápiás optimumoknak megfelelően. Elemzésünkben az 1988-2008 évek közötti mérések szerepelnek. Az szakirodalomban a módszertani leírás pontos és a kiértékelés részletes. A vizsgált hatótényezők közül többnek a vizsgálata folyamatos, több éven át tartó volt. A kihelyezett vizsgálati eszközökben, műszerekben néhány alkalommal történt rongálás, vagy meghibásodás, ezek a kéziratokban pontosan dokumentáltak, a kiértékelések az esetleges adatvesztés figyelembe vételével készültek.

Csepegés-mérés 13 éven át, 1990-2003 között zajlott folyamatosan a barlangban. A kúrahelyen, a Fekete-teremben a csepegés-hozamok változása a legkiegyenlítettebb, értékei az Oszlopok-csarnoka és a legváltozóbb Bástya mérőhely között vannak. A csepegés a barlangban mindig aktív, a csepegés-hozamok a barlangban mindenkor biztosítják a gyógyításhoz szükséges páratartalmat. A szakirodalmi eredmények alapján a hatótényezőt az eddigi formában nem indokolt tovább vizsgálni.

Léghőmérséklet-mérés 14 éven keresztül, 1989-2003 között zajlott folyamatosan. A Fekete-terem léghőmérséklete kiegyenlítettebb a többi mérési ponthoz képest. A hőmérsékleti átlaga 9,93°C, némileg változó. A változása eltérő a többi hely változásától, aminek oka elsősorban a kúrázó csoport jelenléte és a világítótestek hőmérsékletemelő hatása. A kúrák felmelegítő hatása gyorsabban érvényesül, mint a visszahűlés, utóbbira lényegesen több idő kell. Naponta, a kis megszakítással egymást követő kúrák, lényegében léghőmérsékleti szempontból folyamatos terhelésnek tekinthetőek. A regenerálódásra csak éjjel van mód. A felnőtt csoport által kiváltott hőmérsékletváltozás a gyermek csoporthoz képest, nagyobb. A léghőmérséklet hűvös karsztbarlangnak megfelelő, mértékének változása a terápiát érdemben nem befolyásolja. A szakirodalmi eredmények alapján a hatótényezőt az eddigi formában nem indokolt tovább vizsgálni.

A szakirodalom kitér arra, hogy a jelentős hőmérséklet-emelkedést csökkenteni kell, hiszen az, az aeroszokok kialakulását csökkenti. Ezért a lámpatestek teljesítményének csökkentése és a kúrák közötti gyorsabb szellőzés lehetőségének megteremtése lényeges feladat. A barlang villamoshálózati legutóbbi rekonstrukciója 2013 évben történt meg, a lámpatestek

teljesítményét tovább csökkentették. A szakirodalom szerint a kúrák általi hőmérsékleti változások elsősorban a csoportok létszámától, összetételétől és a csoport tevékenységétől függő. A felnőtt kúrázók száma az elmúlt 3-4 évben jelentősen lecsökkent. A Fekete-terem befogadó képességének kb. a fele van kihasználva. Mindezek miatt jelenleg, a barlang terhelése kisebb, de a hőmérsékleti emelkedés mérséklődésének változása vizsgálatokkal még nincs alátámasztva.

Radon-mérés 15 éven keresztül, 1988-2003 között történt. A mérési periódusok között a módszertan jelentősen eltérő. Az 1988-1989 évek mérési eredményei szerint, a radon koncentrációjának átlaga 550Bq/m^3 . A téli minimum és a nyári maximum közötti változás közel hétszeres. Az 1992-1995 években az átlagértéket a szakirodalom 561Bq/m^3 -ben állapította meg. Az 1992-1997 évek folyamatos mérési adataiból kapott átlag 566Bq/m^3 volt. A téli minimum és a nyári maximum értékek aránya 3,87. A 2002 évi augusztusi folyamatos mérés átlagértéke $588 \pm 12\text{Bq/m}^3$ alapján, így az évi átlagos radon-szint kb. 400Bq/m^3 -re tehető. A 2003 évben végzett mérések alapján, a betegek átlagos sugárterhelése a Fekete-teremben $0,1\text{-}0,24\text{mSv}$ intervallumba esik, az érték a lakosság természetes forrásból származó éves effektív dózisa alatti. A barlang radon-koncentrációja más, terápiás felhasználású barlanghoz képest alacsony. A betegeket radonból származó káros alfa-sugárzás a barlangban nem fenyegeti. Különleges óvintézkedésekre nincs szükség. A szakirodalom javasolja egy terhelt atmoszférájú Fekete-teremben elvégzett vizsgálattal, az eddigiek kiegészítését. Az eltérő radon-koncentrációs értékek mutatják a mérések folytatásának szükségességét.

Páratartalom-mérés 9 éven keresztül, 1994-2003 között zajlott folyamatosan. A Fekete-teremben és a Hídnál a páratartalom adatok gyakorlatilag azonosak voltak. A barlang átlagos páratartalma a terápiára használt részeken 95-96% körüli. A változásának mértéke nem jelentős, jellege a csepegés-hozamok változásával mutat szoros kapcsolatot. A szakirodalmi eredmények ismeretében az eddigi formában nem indokolt a mérések folytatása.

Huzatmérés 1990-1993 években történt, nem folyamatosan. A bejáraton át történő légmozgás mellett a kürtökön át történő légmozgás is megvan, s a barlang belső részein ez az uralkodó. A téli légmozgás sebességének átlaga $4,49\text{cm/s}$, a tavaszié $2,14\text{cm/s}$. Télen jobb a barlang szellőzése, az adatok kevésbé ingadozóak, stabilabb a légkörforgalom. A Fekete-teremben a huzat iránya és nagysága részben a külső klimatikus viszonyoktól függ.

A légmozgás iránya a terápia szempontjából pozitív és mértéke megfelelő ahhoz, hogy a levegő mindig tiszta és friss legyen. A kúrázók által 0,1-0,4°C-kal megemelt léghőmérséklet, mint többlet hő, a Fekete-terem belső huzatviszonyait kedvezően befolyásolja. A barlangban uralkodó légmozgás a terápia szempontjából optimális. A szakirodalom szerint a mérések folytatása a Fekete-teremben indokolt a huzat erősségének igazolására, folyamatos hőmérséklet, vagy huzatméréssel.

Porkoncentráció-mérés 2001 évben történt. A kezelés alatt vett levegőmintákban több szilárd részecske volt, mint a kezelés utániakban. A kezelés alatt lényegesen durvább szemcse kerül a levegőbe. A barlangban jelentős lehet a porterhelés. A barlangi levegő regenerálódásához kellő idő szükséges. A kevés számú vizsgálat alapján szükségesnek látszik a mérések folytatása. A szakirodalom szerint a vizsgálati irány a kúrák alatti porterhelés alapján, a tisztulás mértékének meghatározása.

A **levegőkémiai** vizsgálat eredményeit elemeztük a Fekete-teremben. A CO₂ optimális koncentrációt mutat, mely a kúra résztvevőinek CO₂ kibocsátása miatt egy nagyságrenddel nagyobb, mint a felszínen mért. A közlekedésből és emberi jelenlétből származó szennyezők gyakorlatilag nincsenek jelen a barlangban. A kevés számú vizsgálat miatt szükségesnek látszik a mérések folytatása.

Az a mintavétel, amikor a barlang talaja nedves volt az előző napokban esett csapadék miatt, több helyen intenzív csepegés volt tapasztalható, a mért **aeroszol Ca koncentrációk** csaknem egy nagyságrenddel kisebbek voltak, mint mikor a barlang száraz volt és csepegés alig volt megfigyelhető. A száraz barlangban mért Ca koncentráció nagyságrendileg jól egyezik más barlangban mérttel. Az aeroszol mintavétel környezetéből vett közetszemcse és képződménytöredék vizsgálata szerint, a közet csaknem tiszta kalcium-karbonát. A levegő aeroszol összetétele hasonló más terápiás felhasználású barlang aeroszol összetételével. A kevés számú vizsgálat miatt szükségesnek látszik a mérések folytatása. A szakirodalom szerint tisztázandó, hogy a kapott értékek az adott mérései viszonyoknak voltak felelősek, vagy a barlang jellemzői. Valamint az aeroszol-koncentráció és a barlang nedvességtartalma közötti összefüggés is vizsgálendő.

A barlangi **levegő sterilitásának** vizsgálatára a konkrét mérési eredmény kevés. A szakirodalom szerint a baktérium telepszámok alapján a Fekete-terem levegője tiszta-kissé szennyezett. A kúra alatti és kúra nélküli eredmények között nincs különbség. A kevés

számú vizsgálati eredmény és a barlang, kúrázók általi terhelése indokolja a mérések folytatását.

Összegeztük elemzésünket a Jakucs L. (1984) táblázatában (2. *melléklet*) felsorolt hatótényezőknek megfelelően. A Szent István-barlangban végzett terápiás célú klímavizsgálatok mérési adatokat szolgáltatottak mindegyik barlangi hatótényezőről, a 10. és 12. kivételével. A klímavizsgálatok összetettsége, részletessége alapozta meg a barlang gyógybarlanggá való minősítését és biztosította a benne folyó hatásos és biztonságos terápiát.

A miskolctapolcai Tavas-barlangban (Barlangfürdő) végzett terápiás célú klímavizsgálatok eredményeinek elemzését elvégeztük hatótényezőnként. Elemzésünk célja, összefoglalni a szakirodalmi klímaterápiái célú vizsgálatok eredményeit és ez által a barlang hatótényezőinek bemutatása a terápiás optimumoknak megfelelően. Elemzésünkben az 1997 évi mérések eredményei szerepelnek. A vizsgálatok több hatótényezőt érintőek, a módszertani leírás pontos és a kiértékelés részletes. A vizsgálatok a barlang északi részén történtek, mely jelenleg a déli, fürdőként használt járatrendszerrel elzárt. A tervezett gyógyhely területe a 2-3. *számú ábrán* „A” jellel látható, állapota egy építési területnek megfelelő.

A barlangban található források vízhőmérsékletének mérése megtörtént. Az északi járatrendszerben kettő, azonos vízhőmérsékletű, 22,6°C-os forrás található, melyek a légteret 21,5°C-ra fűtik. Továbbá egy 12,6°C-os vizű forrás található még ezen a részen, a tárószakasz léghőmérséklete itt mindössze 15°C-os. A barlang legjelentősebb vízadója a Termál-forrás a déli, fürdőként használt területen található. A források a barlang léghőmérsékletére és levegőkémiai viszonyaira hatással vannak.

Léghőmérséklet-mérés alapján az értékek a gyakorlatilag nyitott északi bejárat mellett 20,4-22°C között változtak, a külső hőmérséklet változásának megfelelően. Az ajtók ideiglenes lezárása után a hőmérséklet 19,88-21,03°C között változott. Az ingadozás maximuma a padlószinten volt tapasztalható, minimuma pedig a legmagasabb mérőhelynél. A szakirodalom alapján szükséges a mérések folytatása a hőmérsékleti értékek és azok változásainak megismerése irányába.

A **páratartalom**-mérések 99%-os értéket mutatnak. A páratartalom alapján a barlang a klímaterápia céljaira megfelelő. A szakirodalom szerint a mérések folytatása szükséges a páratartalom értékek és azok változásainak megismerése irányába.

A **radon**-szint mérés eredményei alapján a barlang a hazai barlangok között a legalacsonyabbak közé tartozó. A járatban az átlagos radon-koncentráció $300\text{--}330\text{Bq/m}^3$. A barlangban tartózkodó személyek radon leánytermékektől származó sugárterhelése kisebb, mint a többi hazai barlangban. A barlangban található vizekben a levegőnél nagyságrendileg, akár 100-szor magasabb értékek is előfordulnak. Ez utóbbi radon forrás, a dögönyözőknél és azok környezetében lényegesen befolyásolja a levegő radon szintjét. A szakirodalom folyamatos, hosszabb idejű, vizekben és levegőben párhuzamosan végzett radon-méréseket javasol.

Huzatmérés történt. A járatokba van légáramlás a Termál-forrás felől, értéke $2\text{--}5\text{cm/sec}$, intenzitása a forrástér nyitottságától függő. A tervezett klímahelyen a víz felé $2\text{--}4\text{cm/sec}$ -os az áramlás és a víz fölött $4\text{--}7\text{cm/sec}$ sebességű, felfelé irányú. Itt valószínűleg a kürtőhatás irányítja a légmozgást. A táróban a mérések alkalmával jelentős pormennyiség verődött fel. Ennek egy része nagyon gyorsan kiüledett, vagy eltávozott a felfelé történő légmozgással. Más része azonban nem tudott eltávozni a fürdő felől jövő meleg levegő leszorító hatása miatt. A huzatviszonyok alapján a klímaterápia megindításának nincs akadálya a tervezett helyen. Javasolt a szakirodalomban a mérések folytatása.

Levegőkémiai mérések történtek. A nitrogéndioxid nem volt jelen mérhető mennyiségben. Az ammónia átlagos koncentrációja a környezeti levegőben mérthez képest a barlangban jóval magasabb. A jelenség magyarázata nem ismert, lehetséges okként felmerült a felszín alatti bomló famaradványok jelenléte. A széndioxid-koncentráció megegyező a környezeti levegő CO_2 -koncentrációjával, mivel a táró még nem kellően zárt üreg. A gyógybarlangokra jellemző magasabb koncentráció nem volt jelen, de a légtér jobb zárása és új létesítésű vízfűgőnyből történő CO_2 -kiválás után, ez várható. A kalcium és a magnézium koncentrációja, mindhárom mérési ponton a környezeti levegőben mérhető értékek nagyságrendjébe estek. Várható a jövőben a Ca és Mg koncentráció növekedése, amennyiben megtelnek a „karsztvíz tavacsák”, a csepegő víz mennyisége megemelkedik és kialakításra kerül mesterséges vízfűgőny. A szakirodalmi levegőkémiai vizsgálatok eredményei a klímaterápia beindításának lehetőségét nem zárták ki, de bizonyos kontrollmérések elvégzésére feltétlenül szükség van. Mint például az ammónia pontos

menyiségének és eredetének meghatározása a megfelelően kitisztított üregrendszerben, vagy a dögönyözőnél mért irreálisan alacsony Ca és Mg koncentráció okának kiderítése.

Levegő-mikrobiológiai vizsgálatok történtek. Fekáliás eredetű baktériumok, kórokozók és feltételes kórokozók nem tenyészttek ki a levegőből, a levegő minősítése tiszta. A mikrobiológiai vizsgálatok a klímaterápia beindításának lehetőségét nem zárták ki, de a szakirodalom szerint feltétlenül szükség van bizonyos kontrollmérések elvégzésére és a barlangterem öntisztuló képességének meghatározására.

Az elemzett szakirodalom alapján, a miskolctapolcai Tavas-barlang északi járataiban végzett terápiás célú klímavizsgálatok mérési adatokat szolgáltatnak a legtöbb barlangi hatótényezőről. A vizsgálatok rövid idejűek voltak, ám az eredmények biztatóak és egy terápiás hasznosíthatóságra optimális és különleges klímát mutattak. További számos vizsgálat szükséges ahhoz, hogy a barlang gyógybarlanggá történő minősítésére lehetőség nyíljon. A szakirodalomban alapján az északi járatrendszerben van terápiára alkalmas helyszín, melynek kialakítása még építési munkákat igényel.

A miskolctapolcai Tavas-barlang déli járataiban végzett klímavizsgálatunk módszertana eltérő volt az északi rész módszertanától. A vezeték nélküli szenzorokkal nyert adatok és azok változásai alkalmasak voltak a barlangi hőmérséklet, páratartalom és légnyomás jellemzőinek leírására. A műszerek kimutatták a paraméterek minimális változásait is. A paraméterek változásainak trendjei összhangban voltak és időben egyeztek a hőmérséklet változásával. A páratartalom adatokban megfigyelhető volt az értékek lassú felfutása mérés alatt és a 100% fölötti értékek előfordulása. A szakirodalom említi ezeket a szokatlan jelenségeket, melyeket más, hasonlóan magas páratartalmú barlangokban is rögzített a műszer (Csépe-Muladi, 2016).

A járatrendszer klímáját meleg vízű forrása és fürdőként való hasznosítása is befolyásolja. A járatokban több, különböző hőmérsékletű medence található és több bejáratral rendelkezik. Különleges a barlang terhelése. A benn tartózkodók számának és tevékenységeiknek változása jelentős a nyitva-, illetve a zárvatartási periódusokban. Az általunk vizsgált járatrendszer léghőmérséklete melegebb, mint az északi rész hőmérséklete, a légteret a Termál-forrás és a melegített vízű medencék jobban fűtik. Páratartalma magas. Bár a két barlangrész jelenleg egymástól ajtóval elválasztott, a légkörzés által egymással összeköttetésben vannak, melyet a szakirodalom igazolt. Az

egységes légkörzésnek köszönhetően, úgy véljük, hogy az északi rész klimatológiai vizsgálati eredményei, erre a területre is érvényesek.

A Barlangfürdőben az Újdögöny kialakításával leszűkített, korábban terápiára alkalmas tér helyett, vizsgálatainkhoz megfelelőt kellett keresnünk. A választott új helyszínt klimatológiai jellemzői és infrastruktúrája alapján értékeltük, valamint összehasonlítottuk a szakirodalmi, északi táróban található másik terápiás helyszínnel. A galéria előnye, hogy már kiépített. Területe 90m^2 , mely nagyszámú betegcsoport elhelyezését is lehetővé teszi. Megfelelően burkolt, előny a mosdók és öltözők közelsége. Egy emeletnyi lépcsőzéssel elérhető. Az Újdögöny és a falnedvesítés közelsége által, az állandó vízesés biztosítja a levegő magas aeroszol tartalmát. Hátránya, hogy a helyszín a fürdővendégek érkezéséig, reggel vehető igénybe szpeleoterápiára, így a behatási idő rövid. Klímája hőmérséklet és páratartalom tekintetében kiegyenlített, de változóbb, mint a barlang más pontja, a csarnokba nyíló bejáratok közelsége miatt. Az északi részben tervezett terápiás helyszín a fürdőként használt területtől elzárt. Klímájának kiegyenlítettsége, csöndessége, látogatómentes nyugalma, mérsékelt fényviszonyai kedvezőbbek a szpeleoterápia kivitelezésére. Úgy véljük, a miskolctapolcai Tavas-barlang járataiban a kiépítési munkák befejezéséig a galéria átmeneti megoldást jelenthet a betegek fogadására. A barlang terápiás értékét meleg klímája, egyedi infrastruktúrája és kórházhoz való közelsége jelenti.

1. tézis

A miskolctapolcai Tavas-barlang (Barlangfürdő) klímaparaméter vizsgálata során a barlang több helyszínén telepített hosszú idejű szenzoros mérési adatsorok értékelését végeztem el. Eredményeim megerősítik a kiegyenlítetten magas páratartalmú és magas hőmérsékletű barlang gyógyászati hasznosításának lehetőségét.

A 6-os csoportban olyan betegek voltak, akik a szakorvosi vizsgálat alapján a lillafüredi szpeleoterápiás teremig vezető út megtételére nem voltak képesek, vagy túl nagy kockázatot jelentett számukra. Ezért programjukban a szpeleoterápia helyett az egyéni légzőtorna szerepelt. A 3-as, 4-es és 5-ös csoport állapota megengedte a szpeleoterápiai részvételt. A légzőszervi betegek kiindulási állapotának összehasonlító elemzését elvégeztük a szakorvosi klímaterápiai javallat és ellenjavallat szerint. Ezen elemzések célja az volt, hogy fizikai jellemzőkkel kimutassuk az eltérést a rosszabb állapotú csoport és a

jobb állapotúak között. Továbbá arra kerestük a választ, hogy ezek a fizikai jellemzők a jobb állapotúak között alkalmasak e, a hasonlóság bemutatására.

A 3-as, a 4-es és az 5-ös csoportokban az ISZB meglétének gyakorisága hasonló volt és nem túl magas. Közöttük életkori, szomatometriai, vagy állóképességi szignifikáns eltérést nem találtunk. Funkcionális állapotuk jellemzően enyhe volt. A betegek funkcionális deficitjei az alacsony állóképesség, a súlyfelesleg, a mellkas csökkent mozgékonyága és a nem túl gyakori, de többféle tartáshibák voltak. Mindezek alapján a 3-as, a 4-es és az 5-ös csoportokat kiinduláskor azonosnak tekintettük. A 6-os csoportban azonban az ISZB gyakorisága magas volt. A betegek szignifikánsan idősebbek voltak és alacsonyabb állóképességgel rendelkeztek, mint a többi légzőszervi betegünk. A csoport felének a funkcionális állapota közepes volt és előfordultak súlyos betegek is közöttük. A betegek funkcionális deficitjei a nagyon alacsony állóképesség, a jelentős súlyfelesleg, a mellkas csökkent mozgékonyága és a gyakori tartáshibák voltak. Ez a csoport, jelentős eltéréseket mutatott a másik három légzőszervi csoporthoz képest.

Az általunk hasonlóknak ítélt csoportokban azonosak voltak a szakorvosi javallatok. Az ezektől a csoportoktól jelentősen rosszabb állapotú csoportban más volt a szakorvosi javallat is. Fizikai jellemzőkkel leírtuk a szpeleoterápiára javallott és ellenjavallott betegek közötti különbségeket. Az életkori, állóképességi és szomatometriai jelentős különbségek objektíven mutatják a kontraindikáció összetett hátterét. Ugyanakkor lényeges azt megjegyezni, hogy a vizsgált tényezők közül elegendő akár egy, mely súlyossága oly mértékben meghatározza a beteg fizikai állapotát, hogy az a klímaterápia ellenjavallatát képezheti.

2. tézis

Szignifikáns eltéréseket mutattam ki a szpeleoterápiára javasolt betegek, illetve a nem javasolt betegek állapota között. Fizioterápiai - szomatometriai összetett vizsgálattal összefüggést találtam a betegek fizikális állapota és a szakorvosi terápiás javallatok között. Mérési adataim azt bizonyítják, hogy a lillafüredi szpeleoterápiai kontraindikáció objektív oka lehet az idős kor, a jelentősen csökkent állóképesség és a jelentős elhízás.

A terápiás eredményességet értékeltük a terápiás célok mentén, csoportonként. A fizioterápiai és szomatometriai szempontból összetett, egyszerű, kis eszközigényű vizsgálati módszertanunk lehetővé tette a csoportjaink fizikai állapotának jellemzését és a változások kimutatását. Terápiáink során mellékhatást nem tapasztaltunk.

Az **1-es csoportban** mozgásszervi panasszal élő felnőtteket kezeltünk a miskolctapolcai Barlangfürdőben komplex hidro-, mozgás- és speleoterápiával. Terápiánk a testösszetételt kedvező irányba befolyásolása, a gerincet mobilizálta, a testtartást és az állóképességet javította. Szignifikáns eredményeink azt mutatták, hogy a kezelési célokat részben elértük. A testsúlycsökkentést nem tudtuk megvalósítani. A testösszetétel kedvező változását eredményeink mutatták, csökkent a zsír mennyisége. A testtömeg növekedésének hátterében az izomtömeg növekedése állhatott, mely a magasabb BMI értéket eredményezte. Ezt a kedvező változást azonban vizsgálataink alapján alátámasztani nem tudtuk. Tapasztalataink szerint, a vízben történő program a betegek étvágyát megnövelte, a kalória-bevitel megszorítása szükséges lett volna. Az életminőség szignifikáns javulást mutatott.

A **2-es csoportban** mozgásszervi panasszal élő felnőtteket kezeltünk a miskolctapolcai Barlangfürdőben víz alatti tornával, nem klímaterben. A csoport létszáma igen alacsony volt a tornamedence befogadó képessége miatt. Terápiánk a testösszetételt kedvező irányba befolyásolása, a gerincet mobilizálta és az állóképességet javította. Szignifikáns eredményeink azt mutatták, hogy a kezelési célokat részben elértük. A testsúlycsökkentést ebben a csoportban sem tudtuk megvalósítani. A terápiánk nem javított a betegek testtartásán sem. Az életminőség szignifikáns javulást mutatott.

A szakirodalom és tapasztalataink alapján a Légzőszervi Rehabilitációs Osztály rehabilitációs programjának fizioterápiai módszertana a költözések alkalmával jelentős változásokon ment keresztül. Elemzésükben azokra a módosításokra tértünk ki, melyek a vizsgálathoz szorosan kapcsolódtak. A Csanyiki Szanatóriumnak, a Szent Ferenc Kórház tömbjébe való költözésekor az osztály a gyógybarlangtól távolabbra, városi klimatikus viszonyok közé került. A speleoterápiai tartózkodás ekkor lerövidült a megnövekedett utazási idő miatt. A legutóbbi költözéskor az osztály a Semmelweis Kórház egyik épületében kapott helyet, ez által kiestek a víz alatti kezelések a terápiás programból.

A **3-as és 5-ös csoportban** krónikus légzőszervi betegeket kezeltünk a lillafüredi Szent István-barlangban az osztályos légzésrehabilitációs program terápiás elemeként. A 3-asban kiegészítettük a terápiát nem klímateri csoportos légzőtornával. Terápiánk mindkét csoportban, az állóképességet javította. Szignifikáns eredményünk azt mutatta, hogy a kezelési célokat részben elértük. A mellkas mobilizálását nem tudtuk megvalósítani. A funkcionális állapot kedvező változását csak az 5-ös csoportban tudtuk kimutatni, mivel végeztünk légzésfunkciós vizsgálatot. Ez azonban az osztály rutinjában nem szereplő eljárás. Az orvosi protokoll szerint a rehabilitációba bevont egyéneknél, úgynevezett rögzült obstrukció esetén nem szükséges terápia után a légzésfunkciós paraméterek mérése. Az életminőség szignifikáns javulást mutatott.

A **4-es csoportban** krónikus légzőszervi betegeket kezeltünk a miskolctapolcai Barlangfürdő klímaterében az osztályos légzésrehabilitációs program terápiás elemeként. Egy heveny felső légúti betegség miatt a betegink jelentős része a terápiát megszakította, így visszaméréskor a csoport létszáma nagyon alacsony volt. Szignifikáns javulást az objektív paraméterekben nem sikerült elérnünk, a terápiás célokat nem tudtuk megvalósítani. Az életminőség szignifikáns javulást mutatott.

A **6-os csoportban** krónikus légzőszervi betegeket kezeltünk egyéni légzőtornával nem klímaterben az osztályos légzésrehabilitációs program terápiás elemeként. Terápiánk az állóképességet és a mellkas mobilitását javította. Szignifikáns eredményeink azt mutatták, hogy a kezelési célokat elértük. A javulások minőségének és mértékének magyarázatát az egyéni kezelések hatékonyságában látjuk. Az életminőség szignifikáns javulást mutatott.

A mozgásszervi résztvevők terápiás eredményeinek összehasonlító elemzését elvégeztük terápiás helyszínek szerint. A résztvevők állapotában bekövetkezett kedvező változásokat és a csoportok közötti terápia utáni különbségeket a terápia eredményezte. Megvizsgáltuk, hogy a barlangfürdői terápiás helyszíneink esetében a természetes gyógytényezők és az infrastrukturális különbségek hogyan befolyásolták a terápiás eredményeinket. Elemzésünket a gyógymedencei csoport alacsony elemszáma nagyban nehezítette.

A Barlangfürdő klímateri medencéjében és a nem klímateri tornamedencéjében kivitelezett terápia a mozgásszervi résztvevők szomatometriai, állóképességi, mobilitási állapotát és szubjektív egészségérzetét javította. A testtartás csak a klímateri medencében kivitelezett terápia határára javult.

A **hidrosztatikai nyomás** terápiás kihasználhatósága eltérő volt a két helyszínen, mivel a víz mélység nem volt azonos. A klímateri medence mélysége kismértékű bemerülést biztosított. Álló helyzetben az immerzió kb. 50% volt az átlagos testmagasságú résztvevőinknél. Terápiás szempontból ez nehézség. A gerinc és a mellkas nincs a víz alatt, a lábakra kisebb vízoszlop nehezedik. A nem klímateri tornamedencében a vízmélység nagyobb bemerülést biztosított. A kb. 70%-os immerzió azt jelenti, hogy álló helyzetben a gerinc alsó része, esetleg a mellkas egy része a víz alatt van, a lábakra nagyobb vízoszlop nehezedik. A hidrosztatikai nyomás folyadékgyülem felszívódást elősegítő hatását, csak a bemerített testtájakra tudja kifejteni, az alsó végtagi vénákra gyakorolt nyomás kis mértékű volt.

A **felhajtóerőt** kezeléseink során felhasználni csak abban az esetben tudjuk, ha megfelelő immerzió alakítható ki. A 90%-os bemerülés elérése terápiás szempontból jelentős, mivel akkor érünk el kellő súlyvesztést, az ízületek tehermentesítését és azok mobilizálhatóságát. A nyakig merülés állva könnyebben kivitelezhető volt a nem klímateri medencében egy kis terpeszállás, vagy térdhajlítás segítségével. A klímateri medencében ez már jóval nehezebb. Itt azonban a medence mérete lehetővé tette a vízen lebegő és úszó gyakorlatokat, amikor is jelentős volt a vízbe merítettség.

Mindkét medencét a Termál-forrás termál-karsztvizével töltik fel. A medencei **víz hőmérsékletét** a termál-karsztvíz további fűtésével érik el. A víz hőmérséklete a klímateri medencében fizioterápiai felosztás szerint hűvös. A nem klímateri tornamedencében pedig a hűvöstől kissé melegebb, de az indifferenstől hűvösebb. Az általunk vizsgált medencék vizének hőmérséklete az erek összehúzódását, a keringés fokozódását és az izmok tónusának növekedését eredményezi nem jelentős kardiális terhelés mellett. A víz alatti mozgásterápia kivitelezésének szempontjából optimális volt mindkét helyszín vízhőmérséklete.

A **víz sűrűsége**, mint ellenállást adó közeg lényeges elem. Az **áramlások** közül a turbulensek azok, amelyek terápiásan jelentősebbek. Ezek létrejöttét segíti a klímateri medence falának, aljának természetes egyenetlensége, a medence szabálytalan formája és a beépített sodrófolyosó élményelem. A víz sodró hatása a bőr vérkeringését javítja, közvetlenül és közvetetten lazítja a kötőszövetet, serkenti a szöveti vérkeringést.

A kialakult biológiai hatások értékelésekor a hőingerek és a mechanikai ingerek erősségét, azok kiterjedését, időtartamát vettük figyelembe. A termális víz fizikai tulajdonságai mérsékelt ingerhatást jelentettek a résztvevőink számára. Az eltérő terápiás eredményünk oka vélhetően az alkalmazott különböző behatási időtartam volt. A tornamedencében 30 perces kezelési idővel készítik az órarendet és maximális a medence kihasználtsága.

Jelentős volt az eltérés a terápiás helyek között a barlangi klímater jelenléte, illetve kizártsága tekintetében. Úgy véljük, hogy a barlangi meleg klíma, mint erős inger támogatón hatott a betegek állóképességének javulására. Továbbá, hogy a különleges környezet természeti látványosságai segítették a résztvevők kikapcsolódását, s ez által hozzájárultak a terápia eredményességéhez. A tornamedence légterében a levegő különös módon megterhelő volt az erős fertőtlenítő vegyszerszag és a magas páratartalom miatt. Sajnos a medencetér légcsereje nem kellően megoldott.

3. tézis

Vizsgálataim azt igazolták, hogy a miskolctapolcai Barlangfürdőben, extrém földtani környezetben kivitelezett komplex fizioterápia alkalmas a mozgásszervi panasszal élők objektív és szubjektív állapotának jelentős javítására.

A légzőszervi betegek terápiás eredményeinek összehasonlító elemzését elvégeztük barlangi terápiás helyszínek szerint. A betegek állapotában bekövetkezett változásokat és a csoportok közötti terápia utáni különbségeket a terápia eredményezte. Célunk volt megvizsgálni azt, hogy a két barlangi helyszínünk esetében a természeti adottságok és az infrastrukturális különbségek hogyan befolyásolták a terápiás eredményeinket. Elemzésünket a miskolctapolcai csoport alacsony elemszáma nagyban nehezítette.

A Lillafüreden a Szent István-barlangban kezelt és a Lillafüreden, szintén ebben a barlangban kezelt és kórházi csoportos légzőtornával kiegészített csoportok állóképessége szignifikánsan javult. A két csoport terápiás eredményei között elérést nem találtunk. Tehát, a délutáni extra terápia nem jelentett extra eredményességet. A bekövetkezett javulásokat mindkét csoportban a gyógybarlangi terápia eredményezte. A Miskolctapolcán a Barlangfürdő klímaterében kezelt csoportban szignifikáns javulást kimutatni nem tudtunk. Bár a járási sebesség növekedési eredményünk mutatta, hogy ezen a terápiás helyen kivitelezett speleoterápia is hat az állóképességre.

Mindkét barlang léghőmérséklete közel állandó, páratartalma magas, aeroszol összetétele hasonló. Levegőjük tiszta, por és allergénmentes. A légmozgás alacsony. Látványosságaik páratlanok. A hűvös klímájú barlang mérsékelt ingerhatást jelent a szervezet számára, jóval kímélőbb, mint az erős ingerhatású meleg klíma. Jelentős különbség van a két helyszín között a fényerősség tekintetében. A miskolctapolcai helyszín nagy, nyitott, világos tereivel jelentősen eltérő, a lillafüredi barlangi, sötét környezettől. További különbség közöttük a terápiás hely megközelíthetősége. A lillafüredi Szent István-barlangban a Fekete-teremig vezető út egy megterhelő barlangi séta, mely megfelelő állóképesség esetén a szpeleoterápia elemeként ki is használható. Ezzel szemben a miskolctapolcai Barlangfürdőben könnyen megközelíthető a galéria.

Mindezek alapján úgy véljük, hogy azokban az esetekben, amikor egy krónikus légzőszervi betegnek mozgásszervi társbetegségei is vannak, a miskolctapolcai meleg klíma különleges megoldást jelentene a szpeleoterápiai részvételére.

4. tézis

Mérési adatokkal és azok értékelésével igazoltam a fizikai teljesítőképesség jelentős javulását krónikus légzőszervi betegeknél, olyan légzésrehabilitációs programot követően, melynek különleges és kiemelkedően kedvező hatású eleme a lillafüredi gyógybarlangban végzett szpeleoterápia.

A barlangi hatótényezők biológiai hatásait elemeztük a behatási idő és szaturáció mérési eredményeink alapján. Elemzésünk célja, hogy a terápiás idő növelésének szükségességét indokoljuk. A vizsgálatban szereplő krónikus légzőszervi betegek állapotában bekövetkező kedvező változásokat a fizikai teljesítménynövekedés mutatta. A teljesítmény növekedésének magyarázatát a légutak állapotában bekövetkezett kedvező változásokban, a betegek légzési kontrolljának javulásában, valamint vegetatív áthangolódásában látjuk.

A barlangba lépve a barlangi levegő hűvössége azonnal hat a szervezetre, az erek összehúzódását, a keringés fokozódását és az izmok tónusának növekedését eredményezi. A légzésszám nő, és mélyül a légzés. A barlangi levegő magasabb CO₂-tartalmának légzőközpontot stimuláló hatása ehhez képes hozzájárulni. A hűvös levegő belélegzése a légutak számára különös, szükséges néhány nyugodt légvétellel alkalmazkodni ahhoz. A barlangi levegő tisztaságának, portalanságának egyik kedvező hatása, hogy csökkenti a

légutakban elhelyezkedő köhögési receptorok stimulációját. Ezáltal csökken a váladékürítéssel nem járó, tehát hatástalan, nagy légzési munkát igénylő köhögések száma. Tapasztalataink alapján ez a hatás egész rövid idejű tartózkodást követően is érvényesül.

A mélyülő légzés eredményeként a barlangi levegő egyre lentebb és lentebb jut a légutakban. A légúti szűkület oldódásáig azonban ez a lejutás korlátozott. A szűkületért felelős egyik ok a légúti nyálkahártya duzzanata. A duzzanat mérséklődik, ha a légút a barlangi tiszta, portalan, levegővel érintkezik. A túlérzékeny légúti nyálkahártya számára, ez egy irritáció nélküli kontaktus. A duzzanatot csökkentő folyamathoz a képződő aeroszol ionjai és a levegő magas relatív nedvességtartalma is hozzájárul. Az aeroszol ionoknak köszönhetően a légúti szűkületet okozó másik két tényező is kedvezően befolyásolódik. A légút falában lévő simaizom-görcs oldódik, valamint a váladék hígul. Ezekhez a hatásokhoz azonban már hosszabb idejű barlangi tartózkodás szükséges. A radon magas koncentrációja a nyálkahártyára kifejtet direkt hatásával a folyamatot támogatja.

Ahogy oldódik a légúti szűkület, nő a légutak átjárhatósága. Ennek eredményeként megnő a kilégzés során kifűjt levegőmennyiség. Elemzésünk szerint ez sarok pontja a javulási folyamatnak. A további légúti javulásban bekövetkező előrelépések ennek a bekövetkezésétől és mértékétől jelentősen függenek. A tökéletesebb kilégzést, egy nagyobb mértékű belégzés fogja követni. Így a légzés tovább mélyül. A mélyebb légzés által tud a barlangi levegő eljutni az alsóbb, kisebb keresztmetszetű légutakba is. Ez már akkora légzési volumen-növekedést jelent, hogy a beteg oxigénellátottsága megnő. Ebben az anyagcsere-folyamatokat élénkítő magas CO₂-tartalomnak is szerepe van. A vérben szállított oxigén gyorsabban jut el a sejtekhez, ott a gázcsere megélénkül.

A kilégzés mélyülését tovább elemezve, általa a beteg képes lesz kifűjni azt a tüdőben bennrekedt levegőmennyiséget, vagy legalább is annak egy részét, mely a mellkasát felfűjt állapotban tartja. A belégzési helyzetben rögzült mellkas elkezd a kilégzési véghelyzete felé kitérni. A beteg mintegy „fellelegzik”. A felfűjt mellkasi feszültséget, a rigiditást, a diszkomfortot felváltja a légző mozgás kellemes érzete. A belégzőizmok lazulnak, a mellkas összeköttetései mobilizálódnak, melyek a hatékony légzésmechanika alapjai. A nagyobb légzési volumennek és áramlásoknak a hatására a hígított váladék ürülni tud. Az ürítéshez szükséges köhögés hatékony és panaszmentes lesz.

A nagyobb mellkasi kitérés tovább mélyíti a légzést és a folyamat innen valójában „önjáró”. Ezt az önjáró folyamatot a barlangi hatótényezők egyrésről folyamatosan támogatják, másrésről pedig minél inkább előrejut a beteg ezen a javulási úton, annál inkább hatásuk megsokszorozódik. Minél több tüdőréss kis és nagy légútjaiban jön létre a légút és a barlangi levegő kontaktusa, annál nagyobb felületen van mód hatásuk érvényesülésére. A tüdő így szellőztetődik át barlangi levegővel.

A komfortosabb, kisebb munkával járó légzés a beteget megnyugtatja, a fulladása mérséklődik. A légzést szabályozó központi és a vegetatív idegrendszeri mechanizmusoknak ekkor van lehetőségük a légzés normál felé való befolyásolásának. A beteg jobban tudja irányítani légzésének mélységét, ritmusát. Képes lesz a környezetre, a szokatlan barlangi világra figyelni. Feloldódik, a terápia számára élménnyé válik, gondolatai nem befelé, önmaga felé, hanem kifelé irányulnak. A beteg a légzési kontrollt elhagyja, belép az automatikus irányítás. A vegetatív áthangolódás a légúti simaizom-görcs oldásához járul hozzá. A beteg ekkor tud igazán pihenni. Pihenését segíti a barlangi szélmentesség, a csönd, a kevés fény. A barlangfürdőben a betegek pihenése nehezebb. A légáramlás nagyobb mértékű, zavaró a gépek és a személyzet zaja és kimondottan világos a terápiás hely. Az idegrendszeri hatások érvényesüléséhez, még hosszabb tartózkodási időre van szükség.

Mindezek eredményeképpen a beteg napi, majd heti mozgásmennyisége megnő. Az aktív beteg hatékonyabban és szívesebben vesz részt a kezeléseken, így azok hatása jobban tud érvényesülni. Mindezek együttesen a fizikai teljesítőképességének javulását eredményezik.

A barlangi levegő kórokozó-mentességének a fent vázolt javulási útban nincs jelentősége. Ennek a komponensnek a hatása hosszabb távon érvényesül és szintén jelentős. Oki terápiaként tudjuk értelmezni, általa kivédhetővé válik a légúti váladék felülfertőződése, a gyulladásos folyamatok kialakulásának az esélye csökken. Mindezek miatt csökken az akut fellángolásos állapotok gyakorisága és súlyossága. A barlangi magas radon-szint ezt a hatást támogatja azáltal, hogy az immunrendszer aktivitását növeli.

A hatótényezők biológiai hatásának elemzésével egy gyógyulási folyamatot vázoltunk fel. A barlangi klíma hatásának komplexitása gyógyászati szempontból rendkívüli. A betegek állapotában a javulást csak a megfelelő behatási idő, a kellő hosszúságú tartózkodás eredményezi, melynek meghatározása igen nehéz feladat. A hazai gyógybarlangokban

alkalmazott, szakirodalom által említett behatási időkhöz képest a lillafüredi a legrövidebb. A terápiás idő növelésének egyik módja a lenn tartózkodás idejének kitolása lenne a gyerekcsoport megérkezéséig, ez azonban megzavarja a kórház napirendjét. A nappal több kezelési periódus kivitelezése a kórház és a barlang, jelentős távolsága miatt nagy idő és költség teherrel járna. Megoldást esetleg egy éjszakai alvósos kezelés kivitelezése jelenthetne, melyre a szakirodalom is kitér.

Elemeztük a szeleoterápiás tartózkodás szaturációs eredményeinek eltéréseit és az alkalmazott fizioterápiás eljárások hatásait. Az 1. mérés során kapott szaturációs eredmény jobb volt a miskolctapolcai klímahely esetében, mint a lillafüredié. A miskolctapolcai mérés a klímaterbe érkezéskor, míg a lillafüredi 30 perc tartózkodás után történt, mely alatt a betegek elérték a kúrahelyet. Töröcsik I. (1990) egészségeseknél mérte a klímateri hosszú idejű tartózkodás alatti szaturáció csökkenését. Ez alapján a lillafüredi csoport értéke a barlangba lépéskor feltételezhetően magasabb volt, s a másik csoport eredményéhez jobban hasonló.

A lillafüredi 1. mérés értékét tovább elemezve, nagy jelentőségűnek tartjuk a terápiás teremig vivő úton a megállásokat. A terhelés okozta oxigénadósság rendezésére akkor nyílik mód. A barlangban a betegek megállására több optimális pihenő hely van. A pihenőhelyek korlátjai alkalmasak arra, hogy a beteg álló helyzetben légzési munkát csökkentő pozíciókat vehessen fel. Tapasztalataink szerint ez spontán és jól alkalmazott eljárás a betegek részéről, a támaszkodást és esetleg a fej alkarra helyezését vitelezik ki leggyakrabban.

A barlangi tartózkodás további fél órájában mindkét terápiás helyszínen csökkentek a szaturációs értékek, mely egyező a szakirodalmi meglepő eredménnyel. Mindkét csoport tevékenysége ekkor a pihenés volt. A ventiláció fokozása érdekében a barlangi fekvő helyzetű pihenés alatt nem engedjük az alvást és a betegeket a folyamatos testhelyzet-változtatásra biztattuk. Ezzel biztosítva, hogy a barlangi levegő nagyobb légúti felülettel érintkezzen. A következő a légzőtornák alatti időintervallumban, a lillafüredi csoport értékei nem változtak és a miskolctapolcai minimális emelkedést mutatott. Annak igazolására, hogy a szaturáció csökkenésének megállításában a légzőtornának van e, s milyen a szerepe, további vizsgálatok elvégzése szükséges. Véleményünk szerint szóba jöhet az a terápiás változtatás, hogy a terápiás terem elérésekor azonnal kezdődjön a torna. Eredményeink alapján a tartózkodás utolsó fél órájában mindkét barlangban javult a szaturáció. Ekkor mindkét csoport pihent. A javulás mértéke Lillafüred esetében volt

nagyobb. Tapasztalataink szerint a visszaútnak mérséklődött tünetekkel, optimálisabb légzésmechanikával vágnak neki a betegek. Mérésekkel azonban nem tudtuk alátámasztani azt, hogy ennek az oxigenizáltság javulása a háttere.

A fizioterápiás eljárások, azok kivitelezése a barlangi körülményeknek és a betegek állapotának is megfelelőek. A terápiás idő meghosszabbítása vélhetően a szaturáció emelkedését mutató periódust növelné, mely a terápiás javulást jelentősen befolyásolná. A szaturáció javulásának hátterében állhat a klíma hatására, a légutak állapotában bekövetkezett kedvező folyamat, melyet a fizioterápia támogat.

5. tézis

A barlangi hatótényezők hatásmódjának és a krónikus légzőszervi betegek tüneteinek elemzését elvégeztem, melyet kiegészítettem a szaturációs mérési eredményeimmel. Az összetett elemzéssel igazoltam, hogy a lillafüredi gyógybarlangban kivitelezett szpeleoterápia kezelési idejének meghosszabbítása, jelentősen növelné a terápiás eredményességet. A Szent István-barlang Fekete-termében a hosszabb idejű terápia kivitelezésének legoptimálisabb formája az éjszakai alvászó kúra.

Eredményeink egy fizioterápiai minősítő módszer kidolgozásának szükségességére mutattak rá. Az objektív kiindulási állapotot betegeinknél összetett vizsgálati koncepcióval, többféle paraméter egyidejű értékelésével tudtuk megítélni. A terápia utáni változások ilyen szemléletű minősítésére alkalmas, fizioterápiás szakemberek számára készített skála azonban nem áll rendelkezésre. Az orvosi gyakorlatban használatos funkcionális állapotot értékelő skála (REP) eredményei vizsgálatainkban jól felhasználhatóak voltak. Azokban az esetekben azonban nem tudtuk a beteg minősítését elvégezni, ahol a FEV₁% adat hiányzott.

A saját mérőskálát azoknak az objektív paramétereknek a bevonásával készítettük, amelyek jelentősek légzésmechanikai és állóképességi szempontból, mérési eredményeink alapján legjobban leírták a hasonlóságokat, illetve eltéréseket a betegek jellemzésekor és mutatták a változásokat. Az eljárás a beteg kora, állóképességét leíró két teszt eredménye, a testtömeg-index (BMI) alapján számított elhízásának mértéke és esetleges kardiális társbetegsége, az ischaemiás szívbetegség (ISZB) megléte alapján értékeli. Az egyes paraméterek 0, 1 és 2 pontot, a társbetegség megléte 0 és 1 pontot kaphat. A magasabb

pont jobb funkciót takar. Maximálisan 9 pont érhető el, a legrosszabb érték a 0 pont. Ezen a 10 fokozatú skálán történik a kategorizálás ponthatárok mentén. A funkcionális kategória lehet „súlyos”, „középsúlyos” és „enyhe”. Súlyos 0-2 pont között, középsúlyos 3-5 pont és enyhe 6-9 pont között. A paramétereket és azok értékhatárait a 6-1. számú táblázat mutatja.

6-1. táblázat Saját készítésű funkcionális mérőskála paraméterei és értékhatárai

	0 pont	1 pont	2 pont
Járástávolság (m)	< 249	250-349	350 <
Kor (év)	70 <	60-69,9	< 59,9
ISZB	+	-	
Elhízás mértéke BMI alapján	35 <	30 - 34,99	< 29,99
AP idő (s)	0-19,9	20-39,9	40<

ISZB=ischaemias szívbetegség, BMI=testtömeg index,
AP idő=akaratlagos légzés visszatartási idő

A **járástávolság** paraméter az állóképességet jellemzi. A szakirodalmi REP szerinti értékhatárokon nem változtattunk, csupán pontokkal is kifejeztük a kategóriákat. A paraméter beépítését szükségesnek véltük a szakirodalmi ajánlás és mérési eredményeik alapján is. Az **életkor**, mint paraméter beépítését több ok indokolta. A szakirodalom szerint az életkor előrehaladtával az állóképesség csökken, nő a kardialis társbetegségek megjelenésének valószínűsége és az elhízás mértéke. A vizsgálatban szereplő betegeink átlagos életkora magasabb volt, mint az osztály korábbi, szakirodalomból ismert 90-es évek átlaga. Mérési eredményeink alapján az előrehaladott életkor szpeleoterápiai kontraindikáció lehet. Az **ISZB** meglétét, külön paraméterként alkalmaztuk. Szakirodalomban ennek a társbetegségnek a jelentősége kihangsúlyozott. Tapasztalataink alapján úgy véljük, hogy szpeleoterápiában igen nagy kockázati tényező. Az **elhízás** szintén önálló paraméter. A szakirodalmi BMI értékhatárokat használtuk fel, pontokkal kifejezve azokat. A szakirodalom kiemeli a légzésmechanikára és az állóképességre gyakorolt kedvezőtlen hatását. Eredményeink szerint az elhízás mértéke és annak gyakorisága jelentős a krónikus légzőszervi betegek körében, szpeleoterápiai kontraindikációt képezhet. Új elem a minősítésben az **AP idő**. A szakirodalom és mérési eredményeink alapján ez az állóképességi paraméter alkalmas az állapotok jellemzésére és azok változásainak kimutatására.

Az új skálával elvégzett terápia előtti egyéni funkcionális minősítéseket az 59. melléklet tartalmazza. A REP alapján elkészített minősítések a 23-27. számú mellékletben találhatóak. A csoportokat csoportosítottuk a klímaterápiai javallat (3-as, 4-es, 5-ös

csoport), illetve ellenjavallat (6-os csoport) alapján, majd elemeztük a két módszer által kapott funkcionális kategóriák gyakoriság eloszlását (6-2. táblázat).

6-2. táblázat Két módszerrel meghatározott funkcionális kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelések előtt

	Klímaterápia javallott	Klímaterápia nem javallott
Saját javallott (n=98) nem javallott (n=16)		
enyhe	65	4
közepesen súlyos	32	9
súlyos	1	3
REP javallott (n=80) nem javallott (n=16)		
enyhe	64	5
közepesen súlyos	15	8
súlyos	1	3

Lényeges eltérés a két skála között, hogy a REP légzésfunkció által nyújtott adatra is támaszkodik, míg a saját nem. Saját skálánkkal a terápia előtt minden beteg esetében lehetséges volt a kategorizálás. Tapasztalataink alapján azt mondhatjuk, a légzésfunkciós vizsgálati eredmények értékelésétől eltekinteni a terápia előtt nem lehet. Az általa nyújtott információk a szakorvosok számára nélkülözhetetlenek a beteg fizikai állapotának megítélésében, sőt a FEV₁% általi minősítés akár önmagában is elegendő lehet. A kiindulási állapot értékeléséhez a saját skálánk kiegészítés.

Mindkét módszernél azonos volt a súlyos állapotú betegek aránya. Eltérést az enyhék és a középsúlyosak arányánál találtunk. A REP alapján magasabb az enyhe állapotúak aránya a saját mérési eredményekhez képest. A klímaterápiára javallottak körében 14%-kal, a klímaterápiára nem javallottak körében 6%-kal. Elfogadhatónak ítéltük meg az eltéréseket, mivel tapasztalataink alapján a saját skála által, betegeinkről vázolt funkcionális kép jól tükrözte a valódi arányokat. A klímaterápiára javallottak pontátlagos 6,0 pont lett és a nem javallottaké 4,1.

A terápia utáni funkcionális egyéni minősítéseket a saját skálával a 60. számú melléklet, a REP alapján a 39. számú melléklet tartalmazza. A minősítések gyakoriság eloszlását a számú 6-3. számú táblázat mutatja javallatonként és módszerenként.

6-3. táblázat Két módszerrel meghatározott funkcionális kategóriák gyakoriság eloszlása a kezelések után

	Klímaterápia javallott	Klímaterápia nem javallott
Saját javallott (n=78) nem javallott (n=15)		
enyhe	57	7
közepesen súlyos	20	6
súlyos	1	2
REP javallott (n=27)		
enyhe	25	
közepesen súlyos	2	
súlyos	0	

Az új módszer lehetővé tette számunkra, hogy a betegek terápia utáni funkcionális minősítését elvégezzük minden visszamért betegnél. A javallottak csoportjában 78 főt tudtunk minősíteni. Terápia után a súlyosak aránya lényegében nem változott. Az enyhe minősítésűek aránya 6,8%-kal emelkedett. A csoport pontátlag 0,4 pontos javulást mutatott. Az ellenjavallottak csoportjában 15 főt tudtunk értékelni. A terápia után a súlyosak aránya 5,5%-kal csökkent, az enyhe minősítésűek aránya 21,7%-kal nőtt. A csoport pontátlag 0,8 pontos javulást mutatott. A REP szerint 27 főt tudtunk értékelni, mivel ezeknél a betegeknél történt légzésfunkciós visszamérés, mely nem rutinvizsgálat egy légzőszervi rehabilitációs osztályon. A módszerrel kapott arányok változása az enyhe állapotúak 9,3%-os növekedését mutatta.

Mindkét módszer mutatott ki javulást, a REP nagyobb mértékűt. A saját módszer több előnyt is mutatott. Nagyobb volt az értékelt betegek száma, nem volt akadály a hiányzó légzésfunkciós vizsgálati adat. Továbbá, a pontozás miatt, lehetővé tette az igen kis mértékű változás kimutatását is. Ez motiváló, pozitív hatású mind a beteg, mind a terápiás szakember számára. Csekély számszerű növekedés is lehet megfelelő terápiás eredmény. Az életkor paraméter miatt a vissza-visszatérő betegek állapotát, teljesítményét annak figyelembevételével is értékeli a skála, hogy egyre idősebb. Az életkor előrehaladása kedvezőtlenül hat a többi paraméterre, a beteg számára egyre nehezebb a feladatok teljesítése és a terápiával szembeni elvárásai is változnak.

Elemzésünk rámutatott egy összetett értékelési módszer kidolgozásának szükségességére. A kidolgozott skála gyakorlatban való használhatóságának

alátámasztására, paramétereinek, értékhatárainak értékelésére nagyobb elemszámú vizsgálat és statisztikai elemzés szükséges a jövőben.

6. tézis

Fizioterápiai funkcionális mérőskálát készítettem szakirodalmi ajánlások, mérési módszertanom és eredményeim alapján. A skála segítségével egy krónikus légzőszervi beteg funkcionális minősítése elvégezhető. Egyszerű és kis eszközigényű, objektív, mérhető adatokkal értékel, szpeleoterápiához adaptált. Alkalmazhatósága nem függ költséges műszeres vizsgálattól.

A vizsgálatokban szereplő mindkét miskolci karsztbarlang gyógyászati tevékenységre eredményesen felhasználható. Objektív és szubjektív paraméterek egyaránt mutatták a különböző betegcsoportokban elért javulásokat a kivitelezett terápiákat követően. A lillafüredi Szent István-barlangban kivitelezett szpeleoterápia különlegesen kedvező hatású eleme a krónikus légzőszervi betegek rehabilitációjának. A miskolctapolcai Tavas-barlang természeti tényezői egyedülálló terápiás komplexitást tesznek lehetővé, ellátási lehetőséget nyújtva mind mozgásszervi, mind légzőszervi betegek részére.

Summary

The use of karstic caves for therapeutic purposes is a special interdisciplinary area of research between natural science and the health science. On the basis of my educational background and experience, I was able to join the research activities started in this field in Miskolc, which involved the Szent István Cave in Lillafüred and the Miskolctapolca Cave Bath. In this study, I interpreted the new results in an interdisciplinary approach. I summarised the cave climate measurements found in the relevant literature, and analysed measured data for each therapeutic factor and for each cave, with regard to optimum therapeutic values. I developed therapy program schemes on the basis of recommendations in relevant literature, local therapeutic experience, and the possibilities offered by local natural environment and the infrastructure. I selected patients from various disease groups and compiled a complex but simple and cost-effective study methodology. I performed the evaluation of the patients and executed the therapy programs with the help of physiotherapists. I measured climatic parameters in those caves of the Miskolctapolca Cave Bath which are used as cave bath. I assessed therapeutic efficacy by evaluating objective and subjective parameters.

Following the analysis of the results, I drafted therapy-supporting possibilities for each of the two cave systems. The efficacy of the therapy performed in Szent István Health Cave could be improved by increasing the duration of the time spent by the patient in the cave and by shifting the respiratory exercise element to an earlier phase of the cave physiotherapy program. A simple assessment method designed to judge the patient's physical condition objectively may help decision making relating to the indication of cave therapy in the case of chronic respiratory patients. The new physiotherapeutic assessment scale may help with the judging of functional status both before and after the therapy. In the case of the Miskolctapolca Cave Bath, the water and the airspace can even be used simultaneously in therapeutic programs. In addition, optional therapeutic sites may also be involved, with or without associated construction works, both in the southern and northern caves and passageways.

I consider that my paper presents the necessity of a complex approach to cave therapy, and that my results contribute to the theoretical and practical development of the field. In addition, my results highlight the demand for continuation of this research, which was also expressed by patients wishing to recover as well as by other dedicated professional.

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönetemet fejezem ki mindazoknak, akik elméleti, vagy gyakorlati segítségükkel hozzájárultak felkészülésemhez és kutatási munkámhoz:

- Prof. Dr. Patkó Gyulának a Miskolci Egyetem korábbi rektorának és Prof. Dr. Dobróka Mihály egyetemi tanárnak, a Miskolci Egyetem Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola vezetőjének, hogy lehetővé tették tanulmányaim megkezdését;
- témavezetőmnek, Dr. Lénárt Lászlónak a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar címzetes egyetemi docensének szakmai iránymutatásaiért, kutatási munkám vezetéséért;
- Prof. Dr. Szűcs Péternek a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar dékánjának kitartó támogatásáért;
- munkahelyi vezetőmnek Dr. Kiss-Tóth Emőkének az Egészségügyi Kar dékánjának, a kutató munkámhoz szükséges feltételek megteremtéséért;
- Dr. Munkácsi Adriennek, a miskolci Légzőszervi Rehabilitációs Osztály osztályvezető főorvosának szakmai iránymutatásaiért és a betegek vizsgálatában nyújtott segítségéért;
- Dr. Csépe-Muladi Beátának a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar ügyvivő szakértőjének a klímavizsgálatok során nyújtott elméleti és gyakorlati segítségéért;
- Dr. Biharyné Juhász Gittának a DMRV Zrt. hidrogeológusának a klímavizsgálati eredmények kiértékelésében nyújtott segítségéért;
- Dr. Lukács Andreának a Miskolci Egyetem Egészségügyi Kar egyetemi docensének a betegvizsgálati eredmények kiértékelésében nyújtott segítségéért;
- a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet doktoranduszainak és minden dolgozójának, akikhez kérdéseimmel fordulhattam;
- a miskolci Légzőszervi Rehabilitációs Osztály dolgozóinak a betegek vizsgálatában nyújtott gyakorlati segítségért;
- férjemnek és kisfiamnak odaadó szeretetükért.

Irodalomjegyzék

- Alexy Gy., Horváth A., Alexy T. (2016): *Fókuszban a COPD és a cardiovascularis betegségek kapcsolata*. Med Thor 69 (4):215-224.
- Ambrus R. (2010): *A hazai természetes gyógybarlangok szerepe a gyógyturizmusban*. Szakdolgozat. Harsányi János Főiskola. Budapest, pp.13-63.
- Andrik P. (1995): *Mérések a Szent István-barlang Fekete-termében*. Vizsgálati lapok. Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei ÁNTSZ, Miskolc
- Andrik P. (1996): *Mérések a Szent István-barlang Fekete-termében*. Vizsgálati lapok. Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei ÁNTSZ, Miskolc
- Balázs D. O. (1997): *A Miskolc-tapolcai csónakázó-tó környezeti állapota. A Hegyvidéki Tavakért Egyesület hidrológiai felmérése és a Mivíz Rt. labor vizsgálatai alapján*. Kézirat. Miskolc, pp.1-27.
- Balikó Z. (1997): *Gyógyhatás felmérése az abaligeti barlangkúrán részt vett betegeknél*. Med Thor 50:573-580.
- Balogh I. (1999): *Mozgás ABC Kineziológiai alapismeretek*. Tillinger Péter Kiadó. Budapest, pp.72.
- Barnai M. (2007): *Az akaratlagos apnoe idő alkalmazása a mozgásterápia intenzitásának meghatározásában, és hatásainak mérésében*. Doktori értekezés. Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Élettani Intézet. Pécs, pp.12-53.
- Barnai M. (2017): *Légzési fizioterápia*. in: Bizonyítékokon alapuló fizioterápia. Szerk.: Bender T. Medicina kiadó, Budapest. pp.325-326.
- Barton J. (2000): *Biomechanikai alapismeretek. Főiskolai jegyzet*. Aesculart kiadó. Budapest, pp.119-120.
- Bársonyos J. (1984): *Miskolc-tapolcai barlangfürdő a gyógyítás szolgálatában*. VII. Nemzetközi Szpeleoterápiai Szimpózium. Keszthely-Tapolca. MKBT, Budapest, pp.338-341.
- Bender T. (2008): *Gyógyfürdőzés és egyéb fizioterápiás gyógymódok*. SpringMed kiadó. Budapest, pp.40-45.
- Bognár Cs., Stieber J., Krausz S., Magyar D. (2013): *Jelentés a Szemlő-hegyi-barlangban (Ny. sz.:4762-3) 2013-ban végzett (kutatási eng. sz.: KTVF 2122-4/20139) kutatási tevékenységről*. Budapest
- Böcker T. (1975): *A barlangi csepegés és a beszívargás kapcsolata a Bükk-hegység keleti részén*. Karszt és Barlang. pp.5-6.

Böcker T. (1977): *Beszivárgás meghatározása karsztvidéken a negyedévi határcsapadékok módszerével*. Beszámoló a VITUKI 1974. évi munkájáról. Budapest, pp.207-216.

Czimbalmos Á., Nagy Zs., Varga Z., Husztik P. (1999): *Páciens megelégedettségi vizsgálat*. Népegészségügy (1.), pp.4-19.

Cser F., Gádos M. (1982): *Néhány megjegyzés a barlangi levegő nedvességtartalmáról*. VII. Nemzetközi Szpeleoterápiai Szimpózium Keszthely-Tapolca. MKBT Budapest, pp.118-126.

Csermely M. (2002): *Gyógyfürdők és gyógyvizek. Gyógyászati centrumok az orvos szemszögéből*. White Golden Book Kft. Budapest, pp.50-63.

Csermely M. (2009): *Fizioterápia*. Medicina kiadó. Budapest, pp.213-227.

Csépe-Muladi B. (2016): *A barlangklíma tér- és időbeli változásainak vizsgálata különböző magyarországi karszterületeken*. Doktori értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Földtudományi Doktori Iskola. Szeged, pp.45-53.

Fedor E. (2009): *A miskolci karsztos hévízkutak adatainak összehasonlító elemzése*. Szakdolgozat. Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar. Miskolc, pp. 9-85.

Fodor I. (1975): *Gyógybarlangok klímaviszonyainak komplex vizsgálata számítógépes feldolgozás segítségével*. Beszámoló a Nemzetközi Barlangtani Unió Barlangterápiai Szakbizottságának Magyarországi (II.) Szimpóziumáról. MKBT. Budapest, pp.83-91.

Fodor I. (1981): *A barlangok éghajlata és bioklimatológiai sajátosságai*. Akadémiai kiadó. Budapest, pp.23-168.

Fodor I. (1984): *A barlangok terápiás lehetőségeinek természettudományos alapjai*. VII. Nemzetközi Szpeleoterápiai Szimpózium. MKBT. Budapest, pp.47-56.

Frenkl R. (2005): *Sportélettan*. Plantin-Print Bt., Budapest, pp.245-270.

Gádos M. (1989): A barlangi klíma fizikai rendszere. A barlangi külső és lakásklíma összehasonlítása. in: Barlangklimatológia - Barlangterápia. Szerk.: Tardy J., Budapest, pp.35-42.

Géczy G. (1989): *Barlangi légmozgások nyomjelzése természetes radonnal*. TDK dolgozat. Kossuth Lajos Tudományegyetem. Debrecen, pp.3-23.

Géczy G., Hunyadi I., Csige I., Hakl J. (1995): *A karsztok légkörzési modellje*. A Magyar Karszt és Barlangkutató Társulat évkönyve. Budapest, pp.237-247.

Gondkiewicz M., Tóth J., Munkácsi A. (1992): *A Csanyik-völgyi Légzőszervi Rehabilitációs Osztály barlangterápiás működése*. Kossuth emléknepok. Aggtelek-Jósvafő, pp.41-46.

Guenette, J. A., Chin, R. C., Cheng, S., Dominelli, P. B., Raghavan, N., Webb, K. A., Neder, J. A., O'Donnell D. E. (2014): *Mechanisms of exercise intolerance in Global*

Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease grade 1 COPD. Eur Respir J 44:1177-1187.

Horváth T., Somogyi J., Mészáros I. (1979): *Barlangterápiás tapasztalataink krónikus obstruktív légzőszervi megbetegedések kezelésében.* Pneumo Hung 32:481-487.

Horváth T. (1983): *A barlangterápia lehetőségei és szerepe az idült légúti megbetegedések komplex rehabilitációjában.* Pneumo Hung 36:343-346.

Horváth T. (1984): *A barlangterápia, mint légzésrehabilitációs módszer hatása a légúti obstrukciókra.* Balneológia, Rehabilitáció, Gyógyfürdőügy 5:167.

Horváth T. (1992): *A barlangterápia múltja, jelene, jövője.* Kossuth emlénapok. Aggtelek-Jósvafő, pp.29-31.

Jakucs L. (1984): *Egyes karsztbarlangok légzésterápiái oki tényezői.* VII. Nemzetközi Szpeleoterápiái Szimpózium. Keszthely-Tapolca. MKBT, Budapest, pp.63-84.

Karlowits T., Varga A. (2001): *A lillafüredi Szent István-barlang klímaterápiás jellemzőinek vizsgálata.* TDK dolgozat. Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar. Miskolc, pp.18-32.

Kerényi B., Bíró Zs., Kirchknopf M. (1965): *A Béke-barlang gyógyhatásának hasznosítása.* Kézirat. Jósvafő, pp.37-98.

Kertész Zs. (2000): *Városi és barlangi aeroszokok vizsgálata Pixe és mikro-Pixe módszerrel.* Debreceni Egyetem Természettudományi Kar. Debrecen, pp.69-97.

Kertész, Zs., Balásházy, I., Borbély-Kiss, I., Hofmann, W., Hunyadi, I., Salma, I., Winkler-Heil, R. (2002): *Composition, size distribution and lung deposition distribution of aerosols collected in the atmosphere of a speleotherapeutic cave situated below Budapest, Hungary.* Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 189. pp.221-226.

Kirchknopf M.. (1966): *Légúti betegségek klimatikus kezelése a Béke-barlangban.* Karszt és Barlang (1.), Budapest, pp.9-10.

Kordos L. (1984): *Magyarország barlangjai.* Gondolat kiadó. Budapest, pp.66-140.

Laczkovits G. (1990): *Klímaterápia a Szemlő-hegyi-barlangban.* Karszt és Barlang (2.), Budapest, pp.153-161.

Laczkovits G., Oláh V. (1992): *Klímaterápia a Szemlő-hegyi-barlangban.* Kossuth emlénapok. Aggtelek-Jósvafő, pp.33-40.

Lénárt L., Berecki L. (1987): *Fényerősség, hőmérséklet és vízkémiai mérések a lillafüredi kiépített barlangokban.* Borsodi Műszaki-Gazdasági Élet 32. 1. Miskolc, pp.24-26.

Lénárt L. (1989a): *Az István-barlang Fekete-terme radon szintjének változása 1988. október 28 és 1989. augusztus 26 között. (Előzetes információ dr. Andrik Péter kérésére.)* Kézirat. Miskolc

- Lénárt L. (1989b): *Szakvélemény a Szent István-barlang Fekete-termének radonszint változásáról 1988. október - 1989. november között*. Kézirat. Miskolc
- Lénárt L. (1990): *Szakvélemény a Szent István-barlang Fekete-termének radonszint változásáról*. Kézirat. Miskolc
- Lénárt L. (1991a): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén*. Kézirat. Miskolc, pp.2-36.
- Lénárt L. (1991b): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén*. Kézirat. Miskolc
- Lénárt L. (1992): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén III*. Kézirat. Miskolc, pp.6-16.
- Lénárt L. (1993): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén IV*. Kézirat. Miskolc, pp.5-13.
- Lénárt L. (1994): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén V*. Kézirat. Miskolc, pp.5-12.
- Lénárt L. (1995): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén VI*. Kézirat. Miskolc, pp.6-13.
- Lénárt L. (1996): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén VII*. Kézirat. Miskolc, pp.6-12.
- Lénárt L. (1997): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén VIII*. Kézirat. Miskolc, pp.5-14.
- Lénárt L., Munkácsi A (1997): *A Miskolc-tapolcai Barlangfürdő mögött lévő táróból nyíló barlangüreg klímaterápiás (szubterrén terápiás) lehetőségének vizsgálata (1. rész Állapotfelvétel)*. Kézirat. Miskolc, pp.6-22.
- Lénárt L. (1998): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén IX*. Kézirat. Miskolc, pp.5-32.
- Lénárt L. (2000): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén X*. Kézirat. Miskolc, pp.7-31.
- Lénárt L. (2001): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén XI*. Kézirat. Miskolc, pp. 6-27.
- Lénárt L. (2002): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén XII*. Kézirat. Miskolc, pp.5-19.
- Lénárt L. (2003): *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében és környékén XIII*. Kézirat. Miskolc, pp.5-21.

Lénárt L., Kovács B., Horányiné Csiszár G., Szűcs P. (2006): *A Miskolctapolca-i (Észak-Magyarország) Termál-forrás víz hőmérsékletének változása. A Kárpát-medence Ásványvizei III. Nemzetközi Tudományos Konferencia kiadványa. Miskolc, pp.109-119.*

Lénárt L. (2009): *Aeroszol vizsgálat a Szent István-barlang terápiás részében. Kézirat. Miskolc, pp. 4-16.*

Lénárt L. (2010): *Egészségturisztikai Kutató Központ létrehozása, innovatív egészségturisztikai termékek kifejlesztése (EM_ITN3_07 – Baross-pályázat). Pályázati anyag. Miskolc, pp.21-65.*

Lénárt L., Munkácsi A. (2016): *Megvalósíthatósági tanulmányterv Miskolctapolca, Barlangfürdő területén meleg légtérű barlangterápia létrehozásának lehetőségére a 74/1999. (XII. 25.) EüM rendeletben foglalt „egyéb természetes gyógytényezők figyelembevételével. Kézirat. Miskolc, pp.2-18.*

Lengyel L. (2009): *Aktívabbak e a COPD-s betegek pulmonológiai rehabilitáció után? Med Thor LXII (2):150.*

Lengyel L. (2014): *A légzésrehabilitáció definiálása. A légzésrehabilitáció célja. A rehabilitációs program elvei. Életminőség-vizsgálatok. in: A légzésrehabilitáció elmélete és gyakorlata. Szerk.: Lengyel L. Medicina kiadó. Budapest, pp.41-61, 81-92.*

Lengyel L. (2017): *Pulmonológiai rehabilitáció. in: Bizonyítékokon alapuló fizioterápia. Szerk.: Bender T. Medicina kiadó, Budapest. pp.312-323.*

Lovasi K. (1994): *Miskolc-tapolca üdülőkörzetének környezetföldtani vizsgálata. Szakdolgozat. Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar. Miskolc, pp.2-43.*

Mahler, D. A., Mackowiak, J. I. (1995): *Evaluation of the short-form 36 item questionnaire to measure health-related quality of life in patients with COPD. Chest 107:1585-1589.*

Magyar P. (2006): *Bronchialis asthma. in: Egészségügyi szakdolgozók tüdőgyógyászati kézikönyve. Szerk: Magyar P., Pálffy L-né., Bártfai Z., Medicina kiadó. Budapest, pp.211-214.*

Mannino, D. M. (2015): *Economic Burden of COPD in the Presence of Comorbidities. Chest 148 (1):138-150.*

Monek B. (2017): *Derékfájás. in: Bizonyítékokon alapuló fizioterápia. Szerk.: Bender T. Medicina kiadó, Budapest. pp.252-258.*

Muladi B., Csépe Z. (2012): *Vezeték nélküli szenzorhálózatok alkalmazása barlangi körülmények között. Karszt és Barlang 2011. I-II. Budapest, pp.29-39.*

Muladi B., Csépe Z., Mucsi L. (2013): *Barlangklimatológiai mérések két különböző karsztterületen elhelyezkedő magyarországi barlangban. Karsztfejlődés 18. Szombathely, pp.127-136.*

Mucsi J., Mucsi L. (1987): *A Hajnóczy-barlang mikroklímájának hatása egészséges populáció légzésfunkcióira*. Balneológia, Rehabilitáció, Gyógyfürdőügy 2. pp.93-99.

Munkácsi A. (2001): *Komplex légzésrehabilitáció a Csanyik-völgyben*. Előadás összefoglaló. Magyar Tüdőgyógyász Társaság Tudományos Ülése. Debrecen

Munkácsi A. (2004): *Komplex rehabilitáció hatékonysága az obstruktív légúti betegségben szenvedők életminőségének javulásában*. Előadás összefoglaló. Magyar Tüdőgyógyász Társaság Tudományos Ülése. Debrecen

Munkácsi A. (2005a): *Komplex légzésrehabilitáció a Szent Ferenc Kórház Csanyiki Intézetében*. Előadás összefoglaló. Orvosi Rehabilitáció és Fizikális Medicina Magyarországi Társasága XXIV. Vándorgyűlése. Debrecen

Munkácsi A. (2005b): *A Csanyiki Légzőszervi Rehabilitációs Osztály tevékenysége, különös tekintettel barlangterápiára*. Tanulmány. Miskolc

Munkácsi A. (2006): *Természetes gyógytényezők szerepe a légzésrehabilitációban*. Előadás összefoglaló. Orvosi Rehabilitáció és Fizikális Medicina Magyarországi Társasága XXV. Vándorgyűlése. Galyatető

Munkácsi A. (2014): *Klímaterápia*. in: A légzésrehabilitáció elmélete és gyakorlata. Szerk.: Lengyel L., Medicina kiadó. Budapest, pp.271-274.

Nagy K., Kávási N., Kovács T., Somlai J. (2008): *Radon therapy and speleotherapy in Hungary*. Press Therm Climat 145:219-225.

Nagy K. (2017): *Klímaterápia, mofetta, barlangterápia*. in: Bizonyítékokon alapuló fizioterápia. Szerk.: Bender T. Medicina kiadó, Budapest. pp.216-227.

Nagyné Váradi K. (1997): *Az asthma bronchiale-ban szenvedő betegek rehabilitációja a Csanyik-völgyi Légzőszervi Rehabilitációs Osztályon folyó speciális mozgásterápia tükrében*. Szakdolgozat. Magyar Testnevelési Egyetem, Budapest, pp.24-30.

Neilly, J. B. (1992): Effects of selective sleep deprivation on ventilation during recovery sleep in normal humans. J Appl Physiol 72:100-9.

Némethné Gyurcsik Zs. (2013): *A célzott mozgásterápia strukturális és funkcionális hatásai spondylitis ankylopoeticában*. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem, Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola. Debrecen, pp.21-28.

Ortó Zs. (2004): *Miskolc-tapolca tórendszer vízminőségi állapota, kapcsolata a Hejő-patakkal*. Szakdolgozat. Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar. Miskolc, pp.7-27.

Oscar (1998): *Unisex human fantom*. Antropometriai mérési útmutató. ELTE. Budapest

Pavlik G. (2011): *Élettan – Sportélettan*. Medicina kiadó. Budapest, pp.255-262.

Pocket Guide to COPD Diagnosis, Management, and Prevention: A Guide for Health Care Professionals 2017 Report. Elérhető: [http:// www.goldcopd.org/Guidelines/-resources.html](http://www.goldcopd.org/Guidelines/-resources.html)
Letöltve: 2017.07. 05.

REP (2012) *Rehabilitációs ellátási programok szabálykönyv. 17-2 COPD következtében kialakult funkciózavar /fogycsökkenés miatt szükséges rehabilitáció ellátási program.* Készítette: a Rehabilitációs Szakmai kollégium külső szakértők közreműködésével. pp.160-162.

Roda I., Rajman L. (1975): *A barlangklimatológia területén alkalmazott mérések módszertana és a barlangterápia feltételei.* Beszámoló a Nemzetközi Barlangtani Unió Barlangterápiái Szakbizottságának Magyarországi (II.) Szimpóziumáról. MKBT. Budapest, pp.48-56.

Sebős K. (1931): *A lillafüredi Szent István-cseppkőbarlang (I).* Turistaság és Alpinizmus. 21. pp.230-232.

Simonyi G., Pados Gy., Bedros J. R. (2017): *Az elhízás diagnosztikája.* in: Klinikai obezitológia. Szerk.: Bedros J. R., Semmelweis Kiadó és Multimédia Stúdió kiadó. Budapest, pp.110.

Smith M. R. (2014): *Epidemiology and clinical impact of major comorbidities in patients with COPD.* Int J Chron Obsrtuct Pulmon Dis 9:871-888.

Somfay A. (2016): *Állapotromlás COPD-ben - a FEV₁ veszteség jelentősége.* Med Thor 69 (5):312-316.

Szabó Gy. (1963): *Angaben zum Mikroklima der Höhlen bei Lillafüred.* Acta Climatologica Tom. II-III. Fasc. 1-4. Szeged, pp.13-31.

Szabó Gy. (1964): *Adatok a lillafüredi István-cseppkőbarlang mikroklímájához.* Borsodi Földrajzi Évkönyv, 5. pp.41-44.

Szabályár P. (2005): *Föld alatti Magyarország.* Medicina kiadó. Budapest, pp.43-86.

Székely K. (2003.): *Magyarország fokozottan védett barlangjai.* Mezőgazda kiadó. Budapest, pp.146-149.

Szima B., Kiss Cs. (2006): *Krónikus obstruktív tüdőbetegség (COPD).* in: Egészségügyi szakdolgozók tüdőgyógyászati kézikönyve. Szerk: Magyar P., Pálffy L-né., Bártfai Z., Medicina kiadó. Budapest, pp.195-197.

Takács S. (1972): *A jósvafői Béke-barlang bioklíma vizsgálata.* Borsod Megyei KÖJÁL, Egészségtudomány 16:260-265.

Tardy J. (1984): *Gyógyító barlangok.* in: Magyarország barlangjai. Szerk.: Kordos L. Gondolat kiadó. Budapest, pp.66-74.

Töröcsik I. (1990): *Barlangi mikroklíma hatása a szervezetre.* Kézirat. Borsodi Műszaki Hetek Barlangklimatológiai és Terápiái Ankét. Miskolc

Varga J. T. (2014): *A légzésrehabilitációban alkalmazott különböző tréningformák és intervenciók a tréning során.* in: A légzésrehabilitáció elmélete és gyakorlata. Szerk.: Lengyel L. Medicina kiadó. Budapest, pp.187-207.

Varjú C. (2008): *A betegség kimenetelének és követésének vizsgálatára alkalmas módszerek kidolgozása és alkalmazása szisztémás sclerosisban és idiopathiás gyulladásos izombetegségekben.* Doktori értekezés. Pécsi Tudományegyetem. Pécs, pp.49-58.

Ware, J. E., Snow, K. K., Kosinski, M., Gandek, B. (1993): *SF-36 health survey manual and interpretation guide.* MA: The Health Institute. Boston

Zaletnyik Z. (2014): *Légzési fizioterápia.* in: A légzésrehabilitáció elmélete és gyakorlata. Szerk.: Lengyel L. Medicina kiadó. Budapest, pp.157-183.

Közlemények

Az értekezés témakörében megjelent publikációk:

Juhász E., Németh Á. (2009): *A barlangok terápiás lehetőségei*. Doktorandusz Fórum kiadványa, Miskolc, pp.44-49.

Juhász E., Kiss Tóth E., Kató Cs., Tóth-Kane K. D. (2010a): *Potential developments in the physiotherapy and wellness services of the cavebath at Miskolctapolca*. MicroCad2010 Nemzetközi Konferencia kiadványa, Miskolc, pp.9-14.

Juhász E. (2010b): *Staying and training in the climatic area as a comparative analysis of physiotherapeutic procedures under cardiopulmonary effects*. 7th International Conference of Phd Students, Miskolc, pp.101-106.

Juhász E., Kiss-Tóth E., Újszászy L., Demeter J., Barkai L., Németh Á., Szegediné Darabos E. (2010c): *Komplex fizioterápia extrém földtani környezetben, a Miskolc-tapolcai barlangfürdő termális karsztvizében*. A Kárpát-medence Ásványvizei VII. Nemzetközi Tudományos Konferencia kiadványa, Csíkszereda (Románia), pp.55-63.

Juhász E., Németh Á., Szegediné Darabos E., Lénárt L. (2010d): *Új ásvány-és gyógyvízfeltárások, mofetták, gyógybarlangok kialakításának előzetes vizsgálati szempontjai*. A Kárpát-medence Ásványvizei VII. Nemzetközi Tudományos Konferencia kiadványa, Csíkszereda (Románia), pp.65-77.

Juhász E., Peja M., Kiss-Tóth E., Kató Cs., Barkai L. (2010e): *Degeneratív gerincbetegségek kezelési lehetőségei a Miskolctapolcai barlangfürdőben*. Rehabilitáció, 20 évf., 3. szám, ISSN 0866-479X pp.168.

Juhász E., Barkai L. (2010f): *Miskolc-tapolcai barlangfürdő termális karsztvizében végzett komplex fizioterápia eredményei*. Doktorandusz Fórum kiadványa, Miskolc, pp.59-64.

Juhász E. (2011a): *Affect of staying and training in the climatic area on cardiopulmonary system and metabolism process*. MicroCad2011 Nemzetközi Konferencia kiadványa, Miskolc, pp.23-28.

Juhász E., Barkai L. (2011b): *Analysis of results of complex physiotherapy in thermal carstic water of Miskolc-Tapolca cavebath based on the physical qualities of the water*. MicroCad2011 Nemzetközi Konferencia kiadványa, Miskolc, pp.29-34.

Juhász E. (2011c): *Complex therapeutical possibilities and ist previous researches in the cavebath at Miskolc-tapolca*. Doktoranduszok II. Környezettudományi Konferenciájára kiadványa, Budapest, pp.65-67.

Juhász E., Barkai L. (2011d): *Komplex terápiás lehetőségek és azok előzetes vizsgálatai a Miskolc-tapolcai barlangfürdőben*. e-tudomány, (2.) pp.1-8.

Juhász E., Lénárt L., Barkai L. (2011e): *Komplex fizioterápia eredményeinek értékelése az objektív és szubjektív adatok statisztikai feldolgozása alapján*. Geotudományok, A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 81. kötet, Miskolc, pp.79-89.

Juhász E. (2011f): *Szubjektív adatok értékelése gyógyhatásvizsgálatokban*. Doktorandusz Fórum kiadványa, Miskolc, pp.131-136.

Juhász E., Dr. Barkai L. (2011g): *Hazai barlangok bioklimatológiai jellegzetességei*. Egészségtudományi Közlemények 1. kötet, 1. sz. ISSN 2063-2142 Miskolc, pp.35-41.

Juhász E., Barkai L. (2012a): *Az eredményesség vizsgálatának lehetőségei fizioterápiában*. Egészségtudományi Közlemények 2. kötet, 1. sz. ISSN 2063-2142 Miskolc, pp.89-94.

E. Juhász, K. Bacska (2012b): *Therapeutical Experiences in the Thermal-cave at Miskolctapolca*. XXVI. microCAD International Scientific Conference, Miskolc

Juhász E. (2012c): *Barlangi gyógyhatásvizsgálat fizioterápiái eredményei*. XIV. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Arad (Románia), pp.63-67.

Juhász E., Barkai L., Rácz O. (2012d): *A miskolctapolcai Tavas-barlangban végzett komplex fizioterápia légzésfunkciós eredményei*. Egészségtudományi Közlemények 2. kötet, 2. sz. ISSN 2063-2142 Miskolc, pp.93-98.

Juhász E. (2012e): *Légzésfunkciós változások értékelése barlangi gyógyhatásvizsgálatban*. A Kárpát-medence Ásványvizei IX. Nemzetközi Tudományos Konferencia kiadványa, Herkulesfürdő (Románia), pp.119-127.

Juhász E., Lukács A. (2013a): *A Miskolc-tapolcai barlangfürdő vízgyógyászati lehetőségei*. XV. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia kiadványa, Beszterce (Románia), pp.139-143.

Munkácsi A., Juhász E., Lukács A., Lénárt L., Barkai L. (2013b): *Gyógyhatásvizsgálatok barlangi klímátérben*. Rehabilitáció, 23. évf., 3. szám, ISSN 0866-479X pp.126-127.

Juhász E., Koppányné Szendrák M., Lukács A., Munkácsi A., Kiss-Tóth E. (2014.): *Az egészségérzet változása klímateri komplex fizioterápia hatására eltérő betegcsoportokban.* Balneológia Gyógyfürdőügy Gyógyidegenforgalom, XXIII. évf. 1. sz. Budapest pp.36-37.

Juhász E., Munkácsi A., Kiss-Tóth E., Lukács A. (2017a): *Javallat és ellenjavallat hátterének elemzése a Lillafüred-i gyógybarlangban zajló szpeleoterápia kapcsán.* Med Thor 2017; 70: 359-367.

Juhász E. (2017b): *Terápiás lehetőségek extrém földtani környezetben.* A Debreceni Egyetem Népegészségügyi Karának II. Módszertani Konferencia kiadványa, Debrecen pp.11.

Juhász E., Munkácsi, A., Papp, Á., Kiss-Tóth, E., Lukács, A. (2018.): *Medical Assessment of Patients Relating to Cave Therapy in Lillafüred in the Bükk.* Geosciences and Engineering ISSN 2063-6997 (Elfogadva: 2018. 01.)

Mellékletek jegyzéke

1. melléklet A Tavas-barlang alaprajza az 1997-es barlangfelmérés alapján (Forrás: Lénárt, 2016)
2. melléklet Barlangi hatótényezők és azok hatásmódja (Forrás: Jakucs, 1984)
3. melléklet A Szent István-barlang vizsgálati eredményei a gyógybarlangi minősítéskor (Forrás: Nagyné Váradi, 1997)
4. melléklet A Szent István-barlang Fekete-termének elrendezése (Forrás: Nagyné Váradi, 1997)
5. melléklet Terápiás célú klímavizsgálatok mérési helyei és fajtái a lillafüredi Szent István-barlangban (Forrás: Lénárt, 2009)
6. melléklet Terápiás célú klímavizsgálatok mérési helyei és fajtái a miskolctapolcai Tavas-barlangban (Forrás: Lénárt, 2016)
7. melléklet Miskolctapolcai Tavas-barlang klímavizsgálatának mérési helyei 1-4. kép (Saját fotók)
8. melléklet Szakirodalmi kategória határok és minősítések
9. melléklet Az SF-36 kérdőív (Forrás: Lengyel, 2017)
10. melléklet Miskolc hőmérséklet adatai 2011-2016 években
11. melléklet Felsőhámor, Miskolc-Sajópart, Jávorkút csapadék adatai 2011-2014 években
12. melléklet A Termál-forrás vízhőmérséklete 2009-2014 években
13. melléklet Az 1-es csoport 1. turnus résztvevőinek egyéni mérési eredményei kezelés előtt (n=30)
14. melléklet Az 1-es csoport 2. turnus résztvevőinek egyéni mérési eredményei kezelés előtt (n=30)
15. melléklet A 2-es csoport résztvevőinek egyéni mérési eredményei kezelés előtt (n=10)
16. melléklet Az 1-es csoport résztvevőinek kategóriái kezelés előtt (n=60)
17. melléklet A 2-es csoport résztvevőinek kategóriái kezelés előtt (n=10)
18. melléklet A 3-as csoport betegeinek egyéni mérési eredményei kezelés előtt (n=19)
19. melléklet A 4-es csoport betegeinek egyéni mérési eredményei kezelés előtt (n=15)
20. melléklet Az 5-ös csoport 1. vizsgálati periódus betegeinek egyéni mérési eredményei kezelés előtt (n=34)
21. melléklet Az 5-ös csoport 2. vizsgálati periódus betegeinek egyéni mérési eredményei kezelés előtt (n=30)
22. melléklet A 6-os csoport betegeinek egyéni mérési eredményei kezelés előtt (n=16)
23. melléklet A 3-as csoport betegeinek kategóriái (n=19) és minősítése a REP-hez (n=11) kezelés előtt
24. melléklet A 4-es csoport betegeinek kategóriái (n=15) és minősítése a REP-hez (n=11) kezelés előtt
25. melléklet Az 5-ös csoport 1. vizsgálati periódus betegeinek kategóriái (n=34) és minősítése a REP-hez (n=28) kezelés előtt
26. melléklet Az 5-ös csoport 2. vizsgálati periódus betegeinek kategóriái kezelés előtt (n=30) és minősítése a REP-hez kezelés előtt (n=30)
27. melléklet A 6-os csoport betegeinek kategóriái (n=16) és minősítése a REP-hez (n=16) kezelés előtt

28. melléklet Az 5-ös csoport 2. vizsgálati periódus betegeinek pulzus mérési eredményei kezelés előtt és után (n=30)
29. melléklet A visszamért mozgásszervi résztvevők (n=67) és légzőszervi betegek kezeléseinek száma csoportonként (n=93)
30. melléklet Az 1-es csoport 1. turnus résztvevőinek egyéni mérési eredményei kezelés után (n=28)
31. melléklet Az 1-es csoport 2. turnus résztvevőinek egyéni mérési eredményei kezelés után (n=30)
32. melléklet Az 1-es csoport résztvevőinek kategóriái kezelés után (n=58)
33. melléklet A 2-es csoport résztvevőinek egyéni mérési eredményei kezelés után (n=9)
34. melléklet A 2-es csoport résztvevőinek kategóriái kezelés után (n=9)
35. melléklet A 3-as csoport betegeinek egyéni mérési eredményei és kategóriái kezelés után (n=10)
36. melléklet A 4-es csoport betegeinek egyéni mérési eredményei és kategóriái kezelés után (n=10)
37. melléklet Az 5-ös csoport 1. vizsgálati periódus betegeinek egyéni mérési eredményei és kategóriái kezelés után (n=28)
38. melléklet Az 5-ös csoport 2. vizsgálati periódus betegeinek egyéni mérési eredményei és kategóriái kezelés után (n=30)
39. melléklet Az 5-ös csoport betegeinek kategóriái (n=58) és minősítése a REP-hez (n=27) kezelés után
40. melléklet A 6-os csoport betegeinek egyéni mérési eredményei és kategóriái kezelés után (n=15)
41. melléklet A 3-as csoport (n=10) és a 4-es csoport (n=10) betegeinek szaturáció mérési eredményei
42. melléklet Az 5-ös csoport 1. vizsgálati periódus (n=28) és a 6-os csoport (n=16) betegeinek szaturáció mérési eredményei
43. melléklet Az 1-es csoport 1. turnus résztvevőinek kérdőíves skálaérték eredményei kezelés előtt (n=30) és kezelés után (n=28)
44. melléklet Az 1-es csoport 2. turnus résztvevőinek kérdőíves skálaérték eredményei kezelés előtt (n=30) és kezelés után (n=30)
45. melléklet A 2-es csoport résztvevőinek kérdőíves skálaérték eredményei kezelés előtt (n=10) és kezelés után (n=9)
46. melléklet A 3-as csoport betegeinek kérdőíves skálaérték eredményei kezelés előtt (n=19) és kezelés után (n=10)
47. melléklet A 4-es csoport betegeinek kérdőíves skálaérték eredményei kezelés előtt (n=15) és kezelés után (n=10)
48. melléklet Az 5-ös csoport 1. vizsgálati periódus betegeinek kérdőíves skálaérték eredményei kezelés előtt (n=34) és kezelés után (n=28)
49. melléklet Az 5-ös csoport 2. vizsgálati periódus betegeinek kérdőíves skálaérték eredményei kezelés előtt (n=30) és kezelés után (n=30)
50. melléklet A 6-os csoport betegeinek kérdőíves skálaérték eredményei kezelés előtt (n=16) és kezelés után (n=15)

- 51. melléklet Az 1-es csoport 1. turnus résztvevőinek kérdőíves normaérték eredményei kezelés előtt (n=30) és kezelés után (n=28)
- 52. melléklet Az 1-es csoport 2. turnus résztvevőinek kérdőíves normaérték eredményei kezelés előtt (n=30) és kezelés után (n=30)
- 53. melléklet A 2-es csoport résztvevőinek kérdőíves normaérték eredményei kezelés előtt (n=10) és kezelés után (n=9)
- 54. melléklet A 3-as csoport résztvevőinek kérdőíves normaérték eredményei kezelés előtt (n=19) és kezelés után (n=10)
- 55. melléklet A 4-es csoport résztvevőinek kérdőíves normaérték eredményei kezelés előtt (n=15) és kezelés után (n=10)
- 56. melléklet Az 5-ös csoport 1. vizsgálati periódus résztvevőinek kérdőíves normaérték eredményei kezelés előtt (n=34) és kezelés után (n=28)
- 57. melléklet Az 5-ös csoport 2. vizsgálati periódus résztvevőinek kérdőíves normaérték eredményei kezelés előtt (n=30) és kezelés után (n=30)
- 58. melléklet A 6-os csoport résztvevőinek kérdőíves normaérték eredményei kezelés előtt (n=16) és kezelés után (n=15)
- 59. melléklet Saját funkcionális skála egyéni értékei terápia előtt (n=114)
- 60. melléklet Saját funkcionális skála egyéni értékei terápia után (n=93)