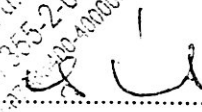


dr. Lénárt László

KARSZTVÍZGAZDA BT
MISKOLC

BARLANGTERÁPIAI CÉLÚ
KLIMATOLÓGIAI VIZSGÁLATOK
A SZENT ISTVÁN - BARLANG
FEKETE - TERMÉBEN ÉS KÖRNYÉKÉN
XIII.

KARSZTVÍZGAZDA BT.
3525 Miskolc, József u. 10. 3/2.
Adószám: 15-02355-2-05
Mazdovics Róbert
15-02355-2-05-00000007


Dr. Lénárt László
ügyvezető

Miskolc, 2003. december

TARTALOMJEGYZÉK

1. ÁBRAJEGYZÉK.....	3
2. TÁBLÁZATJEGYZÉK.....	3
3. BEVEZETÉS, ELŐZMÉNYEK.....	4
4. A MÉRÉSEK HELYE, MÓDJA.....	5
4.1. A barlangi csepegő vizek hozamának mérése:	5
4.2. A barlangi léghőmérséklet mérése:	6
4.3. A barlang páratartalmának mérése:	7
4.4. A barlang radontartalmának mérése:.....	7
4.5. A barlangi huzat mérése:.....	8
5. A MÉRÉSEK EREDMÉNYEI.....	8
5.1. Csepegés-mérési eredmények:	8
5.2. A léghőmérséklet mérésének eredményei:	10
5.3. A páratartalom mérésének az eredményei:	12
5.4. A radontartalom mérésének eredményei:.....	13
6. ÖSSZEFOGLALÁS	19
ÁBRÁK.....	22

1. ÁBRAJEGYZÉK

1. *A Szent István-barlang alaprajza a mérőhelyek feltüntetésével*
2. *Szent István-barlang, csepegéshozam 2003.*
3. *Szent István-barlang, csepegéshozam 1990 - 2003.*
4. *Szent István-barlang, léghőmérséklet 2003.*
5. *Szent István-barlang, léghőmérséklet 1990 - 2003.*
6. *Szent István-barlang, léghőmérséklet 2003. (2)*
7. *Szent István-barlang, léghőmérséklet 1990 - 2003. (2)*
8. *Szent István-barlang, relatív páratartalom 2003.*
9. *Szent István-barlang, relatív páratartalom 1993 - 2003.*
10. *Szent István-barlang, relatív páratartalom 2003. (2)*
11. *Szent István-barlang, relatív páratartalom 1993 - 2003. (2)*
12. *Szent István-barlang, Fekete-terem, radontartalom 2002. augusztus 17-18.*
13. *Szent István-barlang, Fekete-terem, radontartalom 2002. augusztus 17-18. (2)*
14. *Szent István-barlang, Fekete-terem, radontartalom, léghőmérséklet, légnyomás, páratartalom 2002. november 16-17.*

2. TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. *Csepegésátlagok az eddigi összes mérőhelyet figyelembe véve (1990-2003)*
2. *Jellemző csepegés-mérési eredmények (1990-2003)*
3. *Léghőmérsékleti átlagértékek az eddigi összes mérőhelyet figyelembe véve (1990-2003)*
4. *Jellemző léghőmérséklet-mérési eredmények (1990-2003)*
5. *Páratartalom átlagok az eddigi összes mérőhelyet figyelembe véve (1990-2003)*
6. *Jellemző páratartalom mérési eredmények (1994-2003)*
7. *Radon leánytermékek koncentrációja a Szent István-barlang Fekete-termében, az ápolószemélyzet tartózkodási helyén 2002. augusztus 17-18.*
8. *NRPB szilárdtest nyomdetektoros mérések eredményei a Szent István-barlang Fekete-termében, az ápolószemélyzet tartózkodási helyén és a Csanyiki Szanatórium sókamrájában 2003. május 11 és október 11 között.*

3. BEVEZETÉS, ELŐZMÉNYEK

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége B.-A.-Z. Megyei Szervezete Tudomány és Technika Háza a lillafüredi Szent István-barlang Fekete-termében 1990. májusában megindította a barlangterápiás kezeléseket, melynek keretében több alkalommal egyes barlangterápiai célú barlangklimatológiai mérések elvégzésére kaptunk megbízást.

1995-ben a barlangterápiai vizsgálatok vezetését a Szent Ferenc Kórház vette át, melynek keretében több alkalommal egyes barlangterápiai célú barlangklimatológiai mérések elvégzésére kaptunk megbízást.

E munkálatok keretében eddig a következő munkákat készítettük el:

1. *Az István-barlang Fekete-terme radonszintjének változása 1988. október 28. és 1989. augusztus 26 között (1989). Előzetes információ dr. Andrik Péter kérésére. (1989)*
2. *Szakvélemény a Szent István-barlang Fekete-termének radonszint-változásáról 1988. október - 1989. november között. (1989)*
3. *Szakvélemény a Szent István-barlang Fekete-termének radonszintváltozásáról. (1990)*
4. *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén I. (1991. máj.)*
5. *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén II. (1991. nov.)*
6. *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén III. (1992. dec.)*
7. *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén IV. (1993. dec.)*
8. *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén V. (1994. dec.)*
9. *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén VI. (1995. dec.)*
10. *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén VII. (1996. dec.)*
11. *Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén VIII. (1997. dec.)*

12. Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén IX. (1998. dec.)

13. Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén X. (2000. dec.)

14. Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén XI. (2001. dec.)

15. Barlangterápiai célú vizsgálatok a lillafüredi Szt. István-barlang Fekete-termében és környékén XII. (2002. dec.)

A fenti felsorolás azt is jelenti, hogy a jelzett munkák az eddigi Megbízóknál megvannak, így azokra való hivatkozás egyszerűbbé teszi az anyag tárgyalását. Jelen munkánkat a Szent Ferenc Kórház megbízása alapján készítettük el.

A 15. sz. munka folytatásaként a 2003 évek méréseinek elvégzésére a Szent Ferenc Kórháztól 2002. végén kaptunk szóbeli megbízást, melyet 2003. júniusában foglaltunk írásba. Az elvégzendő mérések igazodnak az előző években elvégzett vizsgálatokhoz. Ezen túlmenően – a régebbi vizsgálatokhoz való kapcsolódás és az értelmezés megkönnyítése érdekében – a mérésorozat megkezdése óta beszerzett minden adatot grafikusan is bemutatunk, valamint az évenkénti összefoglaló adatokat táblázatosan is közöljük.

Jelen anyagunk a mérések eredményeit, a leszűrhető tanulságokat mutatja be, valamint utalunk a továbbvezető út lehetőségére is.

Az ismert, hogy az eddig elkészült anyagaink – de természetesen elsősorban az orvosi vizsgálatok eredményei – alapján a Fekete-termet gyógybarlanggá nyilvánították, s ez megerősített bennünket abban, hogy jó munkát végeztünk, s a terápiának ezt a módját feltétlenül tovább kell folytatni.

4. A MÉRÉSEK HELYE, MÓDJA

A mérések helyét és fajtáit az 1. ábrán mutatjuk be.

4.1. A barlangi csepegő vizek hozamának mérése:

A barlangban a mérések megkezdésekor 5 db 12 l-es csepegés-mérő edényt (fedővel lezárt vödröt) helyeztünk el, melybe a kicsepegett vizet gumicsövön vezettük be. (A mérőeszközöket és a mérési módszert a VIII. számú, 1997. decemberi jelentésünk 1.- 2. képein mutattuk be.)

A mérések során a mérőedényekben összegyűlt vizet 1 l-es mérőhengerrel mértük le és rögzítettük a mérés időpontját, ill. a kicsepegett víz mennyiségét. A mérési adatokból ml/ó dimenziójú csepegés-hozamokat képeztünk, ezeket ábrázoljuk és értelmezzük a következő fejezetben.

A mérőedények elhelyezésén a mérési időszakunk során nem változtattunk. 2003-ban a Fekete-teremben 2 db, a Hídnál (Bányatáró és a Fekete-terem bejárata között) 1 db mérőedényünk volt, azaz csaknem duplája az elvárt mennyiségnek. Hosszú éveken keresztül, ellenőrzésként a Bástyánál is volt 1 db mérőhelyünk, ennek további működéséhez a Bükk Nemzeti Park Igazgatósága nem járult hozzá. (A Fekete-teremben folyamatosan volt terápiás kezelés, a Hídnál csak akkor, ha a nagyobb felnőtt beteglétszám ezt megkívánta.)

A méréseink során nem voltak mérési problémáink.

A mérési eredményeket az 5.1. fejezetben adjuk meg.

4.2. A barlangi léghőmérséklet mérése:

A barlangba eredetileg 4 db tizedfokos beosztású, a barlang falára fixen rögzített, állandó beépítésű higanyos hőmérőt helyeztünk el, mely időközben 3 db-ra csökkent, megszüntetve egy Fekete-termi mérőhelyet.

1994. szeptembere és 1996. márciusa között a Fekete-teremben 7 ponton mértünk folyamatosan (20 percenként) léghőmérsékletet DATAQUA mérőműszerrel. A kinyert adatokkal a terem betegek által kialakított hőmérsékleti viszonyait értelmeztük, s azokat térképi formában ábrázoltuk, melyek az V., az 1994. decemberi és a VI., az 1995. decemberi jelentéseinkben találhatók meg.

A higanyos állomáshőmérőt és a folyamatos mérésekhez használatos DATAQUA mérőműszer hőmérséklet érzékelőjét, adatgyűjtő és adatkinyerő egységét a VIII. számú, 1997. decemberi jelentésünk 3. - 4. képein mutattuk be.

A mérőeszközök elhelyezésén a korábbi mérési időszakoknak megfelelően most sem változtattunk. 2003-ban a Fekete-teremben 1 db, a Hídnál (Bányatáró és a Fekete-terem bejárata között) 1 db, ellenőrzésként a Nagy-teremben 1 db hőmérőnk volt, azaz több az elvárt mennyiségnél.

A mérések során a hőmérők mutatott értékeit leolvastuk, rögzítettük, majd ábrázoltuk és értelmeztük.

Az eredményeket az 5.2. fejezetben adjuk meg.

4.3. A barlang páratartalmának mérése:

A páratartalom mérésére Assmann-féle pszichrométert alkalmaztunk. A méréseket az előző évi mérésnek megfelelően végeztük. Így a Fekete-teremben, a Hídnál, a Bástyánál végzett mérések mellett a Nagy-teremben és a barlangbejáratnál is rendszeresen mértünk a vizsgálat idejére magunkkal vitt műszerrel.

A mért száraz és nedves hőmérsékletértékekből táblázat segítségével állapítottuk meg a páratartalmat, melyet grafikus formában közlünk. (A régebbi adatainkat egy másik mérőműszer segítségével szereztük meg, ill. a nyert adatokat nomogram segítségével értékeltük ki.)

Az eredményeket az 5.3. fejezetben adjuk meg.

4.4. A barlang radontartalmának mérése:

A barlangban – a debreceni Atommagkutató Intézettel közös kutatás keretében – eredetileg 4 db LR-115-ös és 4 db CR-37-es radonmérő műszert helyeztünk el, melyeket a méréseink során rendszeresen cseréltünk. Ezek közül egyet-egyet a Nagy-teremben, a Meseországban, a Színház-teremben és a Fekete-teremben helyeztünk el. A mérések során a két előbbi mérőhelyet megszüntettük, de a megbízó kívánságára egy újat létesítettünk a Bástyánál. A méréseket anyagiak hiányában 1998-ban felfüggesztettük, de a Megbízónak többször jeleztük, hogy a mérések bármikor felújíthatók, ha a mérésekhez szükséges anyagiak rendelkezésre állnak. (Ez 2002 és 2003 nyarán meg is történt.)

1992-ben a mérések pontosítására a Fekete-teremben egy folyamatosan mérő-regisztráló radonmérő műszert helyeztünk el. (Ennek adatait a rendszeres méréseink során nyertük ki.) A folyamatos radonmérő DATAQUA műszer adatait konvertáltuk, a napi átlagos radonkoncentrációt kiszámítottuk és grafikonon ábrázoltuk, valamint szezonális átlagokat határoztunk meg. Sajnos, 1998-ban a műszer elromlott s azt a DATAQUA a mai napig sem tudta megjavítani, a pótlására pedig nem volt lehetőségünk, ill. a kórháznak sem volt lehetősége.

A radonmérő műszert és a szilárdtest nyomdetektorokat a VIII. számú, 1997. decemberi jelentésünk 5. - 6. képein mutattuk be. A folyamatos mérések eredményeit, összefoglaló értékelését az előző jelentéseinkben közöltük, azokat most nem ismételjük meg.

2002 augusztus 17-18-án, ill. november 16-17-én Fekete-teremben dr. Hakl József és dr. Dezső Zoltán elvégzett két, egyenként legalább 24 órás valós idejű radon-koncentráció mérősorozatot. Megvizsgálták továbbá - 2 óránként vett aeroszol minták analízise révén - a radon és rövid életidejű leánytermékei közötti egyensúlyhiány mértékét, ennek időbeli alakulását. E szombati, ill. vasárnapi időszakokban, a szóban forgó teremben barlangterápiás kezelés

nem folyt, ott sem látogatók, sem karbantartók nem voltak, tehát a mérések szempontjából a Fekete-terem klímája egy háborítatlan barlangi környezetre jellemző klímának felelt meg.

A vizsgálat sorozatra az indítékot a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendeletnek a munkavállalók radontól eredő sugárterhelésére vonatkozó, a rendelet 2. számú mellékletének 2. pontjában megfogalmazott megkorlátások adták.

A radon mérésére 3 nagyérzékenységű radon monitort használtak. Ezek közül kettőt a Fekete-teremben, egymástól kb. 10 méter távolságra lett telepítve, a harmadik készülék pedig az ún. Bányatárónál volt elhelyezve.

A következő (2003.) évben a méréseket kibővítettük. Egyrészt NRPB típusú szilárdtest nyomdetektorokat alkalmaztunk, másrészt a Csanyiki Szanatórium sókamrájában is mértünk, hiszen az is egy olyan zárt tér, ahol a betegek hosszabb ideig tartózkodnak.

A vizsgálat részletes leírását, ill. eredményeit az 5.4. fejezetben adjuk meg.

4.5. A barlangi huzat mérése:

A méréseinket negyedéves gyakorisággal 1991 – 1993 között végeztük hődrótos anemométerrel. Összefoglaló megállapításainkat a IV. számú, 1993. decemberi jelentésünkben közöltük. Azóta újabb méréseket nem végeztünk A hődrótos huzatmérést és a páratartalom mérő műszert a VIII. számú, 1997. decemberi jelentésünk 7. - 8. képein mutattuk be.

5. A MÉRÉSEK EREDMÉNYEI

5.1. Csepegés-mérési eredmények:

2003-ban 14 alkalommal mértük meg a kicsepegett víz mennyiségét, összesen 3 helyen. (A 2003. évben nem volt mérési problémánk.) A mérési eredményeket a 2. ábrán mutatjuk be. A legmagasabb értékeket a 2003. év nyarán tapasztaltuk.

A 2003. év átlagos csepegés-hozamai a Fekete-terem mindkét mérőhelyén, valamint a Hídnál is magasabbak voltak a 2002-es év csepegés átlagainál, mint az előző évben. (3. ábra, 1. táblázat). Az előző évekhez képest igen jelentős kiugrás tapasztalható a Fekete-terem egyik mérőhelyén a nyári csepegés értékében, valamint ennek a teremnek a másik mérőhelyén az őszi értékek is a megelőző évekhez viszonyítva nagyobb csepegéshozamot mutatnak.

1. Táblázat

Csepegés-átlagok az eddigi összes mérési helyet figyelembe véve [ml/óra]

Időpont /hely	Bástya (Cs1)	Bástya (Cs2)	Oszlopok- cs (Cs3)	Híd (Cs3a)	Fekete-t. (Cs4)	Fekete-t. (Cs5)
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	0.70
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
1990-2003	0.44	0.75	0.20	3.12	2.44	0.76

*Az adott évben adathiányok.

Az 1990-2003. évek (3. ábra, 1. táblázat) adatai alapján azt mondhatjuk, hogy a 2003. év csepegés-hozamai az eddigi, az 1990-2003. évek átlagának kb. megfelelnek, de azoknál általában kissé magasabbak. A Hídnál és a Fekete terem egyik mérőhelyén magasabbak a csepegés-hozamok, mint az 1990-2003. évekre vonatkozó átlagok, a Fekete terem másik mérőhelyen pedig kis mértékben alacsonyabb az átlagnál a 2003. évre vonatkozó csepegéshozam. Összességében azt mondhatjuk, hogy a csepegés-hozamok ez évben is mindenkor biztosították a barlangban a gyógyításhoz szükséges páratartalmat.

Az eddigi mérésekből számított éves átlagértékek, szélső értékek és szórások alakulását a 2. táblázatban mutatjuk be. Itt az adatokból jól látható, hogy a legkiegyenlítettebb (legkisebb relatív eltérés %-ú) csepegés-hozamok az Oszlopok-csarnokában (3. mérőhely), a legváltozóbb (legnagyobb relatív eltérés %-ú) csepegés-hozamok viszont a Bástyánál lévő régebbi, ma már megszüntetett 1. mérőhelyen alakultak ki. (A ma is megfigyelt mérőhelyek esetében a legváltozóbb hozamokkal az egyik Fekete-termi 5. mérőhely rendelkezik. - az eltérés mértéke a 2003 évben csökkent az előző évhez viszonyítva – de az ugyanitt lévő 4. mérőhely viszont a legkiegyenlítettebb.) A Hídnál a csepegés-hozamok változása a két szélső érték között volt, a legnagyobb átlagos csepegés-hozamot szintén itt tapasztaltuk.

2. Táblázat

Jellemző csepegés-mérési eredmények (1990-2003)

	Cs1	Cs2	Cs3	Cs3a	Cs4	Cs5
	Bástya	Bástya	Oszlopok	Híd	Fekete-t	Fekete-t
	Fent	Lent			Falnál	Lépcső
	[ml/ó]	[ml/ó]	[ml/ó]	[ml/ó]	[ml/ó]	[ml/ó]
n db	13	142	41	114	166	162
Max [ml/ó]	2.86	4.69	0.28	9.26	8.99	2.85
Átl [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. [%]	169.54	67.05	23.79	49.19	44.40	83.45

5.2. A léghőmérséklet mérésének eredményei:

A fixen beépített hőmérőkön mért adatokat a 4.-7. ábrákon tüntettük fel. A 4. és 5. ábrákon jól látszik, hogy ebben az évben mind a 4-es (Fekete-termi) hőmérőn mért adatok, mind pedig a Hídnál lévő 3a hőmérő kissé változékonyabb hőmérsékletet jeleznek. Mindezek ellenére a 2003-ban mért értékek a Fekete-teremben és a Híd környékén is ténylegesen meggyeztek az 1989-2003. évek átlagával.

A változások tendenciája a Hídnál és a Fekete-teremben részben azonos, részben eltérő volt. Ennek okát valószínűleg a barlang belső légáramlási viszonyaiban kell keresnünk, ami a természetes légáramlási viszonyok és a kúrák, valamint a túracsoportok vezetése miatt megváltoztatott légáramlási viszonyok eredőjeként alakul ki az egymáshoz közeli két helyen.

A helyzetet értelmezését tovább bonyolítja, hogy a kúra nélküli időpontban mért adatokat kell összevetni a kúra közben nyert adatokkal. A megoldáshoz vezető utat a folyamatos mérésekre való visszatérés jelentené. (Ennek részben ellene szól az, hogy a terápiát érdemben befolyásoló hőmérsékletváltozást az eddigi méréseink során nem tapasztaltunk.)

A teremben a kúra előtti-alatti hőmérsékletek eltérésére már utaltunk. A 4.-5. ábrákon a mért és a korrigált értéket együtt ábrázoltuk. A mért és a korrigált értékek szórása között elhanyagolható a különbség. A 6.-7. ábrákon a barlang belsőbb részein mért hőmérsékleti értéket a bejáráshoz közeli Nagy-terem léghőmérsékletét mérő hely értékeivel együtt tüntettük fel. Ezeken jól érzékelhetjük, hogy a barlangba befelé haladva mennyire szabályosan, ill. mennyivel kisebb mértékben változik a léghőmérséklet.

Az 1989-2003-as adatokat figyelembe véve (7. ábra, 3. táblázat) 2003-ban a barlang legelső (Nagy-termi) részében az 1989-2003. évekre vonatkozó átlagnál kb. 0.13 °C-al melegebb, a Hídnál és a Fekete-teremben pedig az átlagos léghőmérsékleti viszonyok uralkodtak. (Mint látjuk, a belső részen az eredmények a hibahatáron belül vannak, ezért a 2003. évben tapasztalt értékeket átlagosnak tekinthetjük.)

Az 1989-2003-as évek léghőmérsékleti átlagértékeit, szélső értékeit és szórásait a 4. táblázatban mutatjuk be. Ebben azt tapasztaltuk, hogy a legstabilabb (legalacsonyabb relatív eltérés %-ú) léghőmérséklet-mérési helyek a kúratermekben (Fekete-terem, ill. a Hídnál lévő üregek) voltak, bár némi, nem túl megbízhatóan értékelhető különbséget tapasztaltunk a beteglek létszámától, ill. a mérések időpontjától függően.

3. Táblázat

Léghőmérsékleti átlagértékek az eddigi összes mérési helyet figyelembe véve [°C]

	Nagy-t. (H1)	Bástya (H2)	Fekete-L (H2a)	Oszlopok-cs. (H3)	Híd (H3a)	Fekete-L (H4. korr)
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	9.87
1996	7.95	---	* 10.08	---	9.95	9.90
1997	8.05	---	---	---	9.89	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
1989-2003	8.29	9.66	10.03	9.85	9.89	9.93

4. Táblázat

Jellemző léghőmérséklet-mérési eredmények (1989-2003)

	Nagy-t. (H1)	Bástya (H2)	Fekete-t. (H2a)	Oszlopok- cs. (H3)	Híd (H3a)	Fekete-L (H4mért)	Fekete-L (H4korr)
n [db]	171	51	21	42	120	180	180
Max [ml/ó]	9.7	10.5	10.25	10.4	10.2	10.6	10.3
Átl [ml/ó]	8.29	9.66	10.03	9.85	9.89	10.05	9.93
Min [ml/ó]	5.9	8.1	9.9	9.3	9.4	9.1	9.1
Szórás [ml/ó]	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

5.3. A páratartalom mérésének az eredményei:

Az eddigi mérési tapasztalatok alapján tudjuk, hogy a páratartalom a barlang belsőbb részein nem változhat jelentősen. Ezen túlmenően a mérés pontatlansága a 100 % körüli páratartalom környékén már számottevő, így a nagyon pontos értékek megadásának nincs túl nagy jelentősége.

A méréseket ennek ellenére elvégeztük és az eredményeket a 8.-11. ábrákon közöljük. Jól látható, hogy a két mérési helyen közel azonos páratartalom értékeket mértünk, picit nagyobb (gyakorlatilag elhanyagolható) eltérés csak az augusztusi és októberi mérések során mutatkozott. Az 1994-től mért (korrigált, pontosított) átlagértéket az 5. táblázatban, a szélső értékeket és a szórásokat a 6. táblázatban közöljük.

5. Táblázat

Páratartalom átlagok az eddigi összes mérőhelyet figyelembe véve

Időpont /hely	Külszín (P1)	Nagy-t. (P2)	Bástya (P3)	Híd (P4)	Fekete-t. (P5)
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	65.4	95.7
2003	87.55	86.99	93.57	95.64	96.15
1994-2002	82.11	86.89	93.5	95.42	95.72

* Az adott évben adathiányok

6. Táblázat

Jellemző páratartalom mérési eredmények (1994-2003)

Időpont /hely	Külszín (P1)	Nagy-t. (P2)	Bástya (P3)	Híd (P4)	Fekete-t. (P5)
n db	58	59	73	118	118
Max ml/ó	100.0	97.6	98.8	98.8	100.0
Átl ml/ó	82.11	86.89	93.5	95.42	95.72
Min ml/ó	49.0	61.5	88.7	87.1	92.9
Szórás ml/ó	10.82	6.3	2.01	1.63	1.33
Rel. eltér. %	13.18	7.25	2.15	1.71	1.39

5.4. A radontartalom mérésének eredményei:

Mivel 2003-ban a 2002-ben megkezdett méréseket folytattuk, ezért ismételten teljes egészében közöljük a dr. Haki József és dr. Dezső Zoltán által 2002-ben végzett mérési eredményeket, s ezt egészítjük ki a 2003. évi mérés eredményeivel és értékelésével.

A Karsztvízgazda BT. megkeresésére a Miskolc-Lillafüreden található Szent István-barlang Fekete-termében elvégeztünk két, egyenként legalább 24 órás valós idejű radonkoncentráció méréssorozatot. Megvizsgáltuk továbbá - 2 óránként vett aeroszol minták analízise révén - a radon és rövid életidejű leánytermékei közötti egyensúlyhiány mértékét, ennek időbeli alakulását. A barlangüzem-vezetővel történt előzetes egyeztetés alapján a vizsgálatokra 2002 augusztus 17-18-án, valamint november 16-17-én került sor. E szombati, ill. vasárnapi időszakokban, a szóban forgó teremben barlangterápiás kezelés nem folyt, ott sem látogatók, sem karbantartók nem voltak, tehát a mérések szempontjából a Fekete-terem klímája egy háborítatlan barlangi környezetre jellemző klímának felelt meg.

Az eredetileg 1 naposra tervezett, gyakorlatilag folyamatosnak tekinthető vizsgálat sorozatra az indítékot nyilvánvalóan a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendeletnek a munkavállalók radontól eredő sugárterhelésére vonatkozó, a rendelet 2. számú mellékletének 2. pontjában megfogalmazott megkorlátozások adták. A barlangterápiás részlegek ugyanis a rendelet szerint is (2. melléklet 2. függelék 26.1.) olyan munkahelyek, ahol felmerülhet a gyanúja annak, hogy a természetes sugárforrások munkahelyi jelenléte a munkavállalók sugárterhelésének akár jelentős növekedéséhez vezet. A barlangi természetes sugárforrás elsősorban a radon, pontosabban a radon 222-es tömegszámú izotópja, valamint az ennek bomlásából keletkező, és a barlang légterében jelenlévő ún. rövid életű leánytermékek, nevezetesen a polónium-218, ólom-214, bizmut-214, ill. a polónium-214 izotópok. A sugárterhelésért és az ebből eredő károsodásért döntően ez utóbbiak a felelősek, ugyanis belégzéskor ezek nagy valószínűséggel a tüdőben rekednek.

A radon mérésére 3 nagyérzékenységű radon monitort használtunk. Ezek közül kettőt a Fekete-teremben, egymástól kb. 10 méter távolságra telepítettünk, a harmadik készüléket az ún. Bányatárónál helyeztük el. Ez utóbbinak az volt a célja, hogy a terápiás rész és a látogatók által járt szakaszok közötti esetleges légcserét detektálni tudjuk. A leánytermékek koncentrációjának meghatározására egy hirtelen mintavételes, az Pb-214 és Bi-214 bétamérésén alapuló technikát alkalmaztunk, melyet korábban már sikerrel használtunk más hazai barlangok tanulmányozásánál. A néhány perces aeroszol mintavétel után az összegyűjtött radioizotópok bomlását 2-4 óra időtartam alatt követve, a bomlágörbe analízise alapján határoztuk meg a

mintavétel idejére jellemző izotóp-összetételt. A helyszínen gyűjtött mérési adatok értékelése, az erre a célra szolgáló számítógépes program segítségével, már "laboratóriumi" körülmények között történt. A vizsgálatokhoz használt készülékek kalibrálására, ill. összekalibrálására, a megfelelően stabil működés ellenőrzésére, továbbá az aktuális háttér-értékek meghatározására még a mérések megkezdése előtt sort kerítettünk.

A Fekete-teremben augusztusban regisztrált radon koncentráció értékekről egy-részt elmondható, hogy azok sem idő-, sem helyfüggést nem mutatnak. A 4. ágysoron középen 13 órán át végeztük a méréseket, s ezek átlagértékére (588 ± 12) Bq/m³-t kaptunk. Az ápoló személyzet tartózkodási helyén mért 51 db 30 perces adat (25.5 óra) 596 Bq/m³ átlagot mutat, 3.9 % szórással. Ehhez képest a Bányatárónál a radon koncentrációja mintegy 20 %-kal alacsonyabb, és talán egy igen enyhe napi menetet is mutat: a délutáni/esti órákban egy minimum mutatkozik, majd éjfélről hajnalig nő a radonszint. Itt a hőmérséklet is alacsonyabb 0.2 °C-kal, ami megerősíti azt a konklúziót, hogy a Fekete-terem és a Bányatáró közötti nincsen, vagy legalábbis elhanyagolható a légcseré, ami nyilván kedvezően befolyásolja a terápia alapját képező barlangi klímát. A Fekete-teremben mért radon-koncentráció értékeket a 12.-13. ábrák szemléltetik.

A radonmérésekkel kapcsolatban érdemes továbbá megjegyezni, hogy a fenti adatok lényegesen alacsonyabbak, mint amelyeket a korábbi években ezen a helyen mértek más kutatók. (1992 – 1997 között a nyári – április-október közötti – átlagos radon-koncentráció értéke 863 Bq/m³, az őszi – október-november közötti – pedig 509 Bq/m³.) Kétségtelen, hogy azok más, ún. integráló típusú mérési technika alkalmazásával születtek. A módszer nem alkalmas a napi, vagy a rövidtávú időjárás változás okozta radonszint változások kimutatására. A hosszú expozíciós idő az évszakos trendeket is elmoshatja, ezért feltétlenül indokoltnak látszott őszi időjárási körülmények között is megvizsgálni a Fekete-teremre jellemző radonszintet. Az újabb méréseket ez év november közepén végeztük el. Az időjárás ekkor viszonylag enyhe volt, a külső hőmérséklet nem sokkal különbözött a barlangi ~10 °C-tól. Éjszaka nyilván valamelyest hidegebb volt, mint a barlangban, nappal pedig fordított helyzet uralkodott. Ilyen klimatikus körülmények esetén egy teremben a radon koncentrációja igen érzékenyen reagál a barlang légkörzésében beálló változásokra. Erre felkészülve most rövid, 10 perces mérési időket választottunk, hogy a hirtelen koncentráció-változások se maradjanak rejtve. Az adatok azonban egy nyugodt, stabil klímájú barlangi teret mutattak, a ± 5 % relatív pontosságú értékekben csak a statisztikus ingadozásnak megfelelő szórás jelentkezett. A mért értékek átlaga ezúttal 421 Bq/m³ volt, ami 30 %-kal alacsonyabb a nyáron mérténél. A 191

adatot tartalmazó radon-idősort a 14. ábrán mutatjuk be, ahol feltüntettük a légnyomás, a hőmérséklet és relatív páratartalom időbeli alakulását is. Ez utóbbi kettő a 31 órás mérési kampány nagy részében még folyamatos változást mutat, ami abból adódik, hogy a szenzorok a készülék belsejébe lévén építve, csak lassan veszik fel az adott környezetre jellemző értéket. Figyelemre méltó, hogy a nov. 17-én hajnalban megindult hirtelen és jelentős légnyomás emelkedés (0.42 mb/h) semmi hatást nem gyakorolt a teremben a radon koncentrációjára. A hőmérséklet most is a nyáron mért 10.13 °C értéket mutatta.

Úgy tűnik, hogy a korábbi radonmérések jelentősen felülbecsülték a Szent István-barlangra jellemző radonszintet. Amennyiben a Fekete-teremből légjárat(ok) vezetnek más, tőle magasabban elhelyezkedő üregekhez, s azok valamelyike a felszínre nyílik, akkor télen még az ősszel mértnél is alacsonyabb radonszint várható. Így az évi átlagos radonszint kb. 400 Bq/m³-re tehető. Radondozimetriai szempontból azonban az ún. egyensúly ekvivalens radonkoncentráció a döntő, amihez a leánytermékek koncentrációjának ismerete is szükséges.

Az augusztusi vizsgálat idején 12 leánytermék koncentrációmérést végeztünk el, nagyjából 2 órás intervallumokban. Az aeroszol mintavétel az ápoló személyzet tartózkodási helyén, 1-1.5 m magasságban, a terem közepének irányában történt. Ezek eredményeinek részleteit az 7. táblázatban tüntettük fel.

7. táblázat.

Radon leánytermékek koncentrációja a Szent István- barlangban, Bq/m³.

No.	C _{Po-218}	C _{Pb-214}	C _{Bi-214}	EEC ¹	F ²
1	378	189	145	192	0.33 ± 0.02
2	417	250	148	229	0.39 ± 0.02
3	397	199	159	205	0.35 ± 0.02
4*	310	155	121	158	0.27 ± 0.02
5	398	199	193	217	0.37 ± 0.02
6*	312	156	150	170	0.29 ± 0.02
7	383	192	135	190	0.33 ± 0.02
8	406	223	202	234	0.40 ± 0.02
9	425	234	229	252	0.43 ± 0.02
10	386	309	339	328	0.57 ± 0.02
11	402	362	358	365	0.63 ± 0.02
12	373	298	283	300	0.52 ± 0.02

¹ Egyensúly ekvivalens koncentráció

² Egyensúlyi tényező

* lásd a szövegben

Az adatok értelmezése az alábbiakban foglalható össze: 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. Ez értelmezhető azzal, hogy a terem nem túl nagy mérete, továbbá a nagy rendelkezésre álló felület (falak, berendezési tárgyak, korlát, stb.) kedvező feltételeket teremtenek a leánytermékek kitapadására. Alapvetően e körülménynek köszönhető, hogy az adatokból számolható ún. egyensúlyi tényező értéke – más magyarországi barlangokban tapasztaltakkal ellentétben – igen közel áll ahhoz, ami közönséges beltéri terekre, pl. lakásokra is jellemző. E tapasztalat minden bizonnyal annak is köszönhető, hogy a mérések idején minimális volt a mozgás, s a teremben kizárólag a mérést végző két személy tartózkodott. Ezt a magyarázatot megerősíti az éjfélről növekvőnek adódó egyensúlyi tényező is, ami valószínűleg azzal kapcsolatos, hogy a hideg- és fáradtság-érzés kompenzálására relatíve gyakoribbá vált a mozgás, a takarók használata, ami megnövelte az aeroszolok koncentrációját, s ezzel lehetővé tette az Pb-214 és Bi-214 nagyobb hányadának ezekre történő kitapadását. A táblázat adataiból látható, hogy erre az időszakra az egyensúlyi tényező 0.5-ös átlagértéke volt a jellemző. Ez a tény rámutat annak a lehetőségére is, hogy a terápiás időszakokban – a betegek és a személyzet ott tartózkodása miatt – az aeroszol koncentráció növelésén keresztül számottevően megnő az egyensúlyi tényező. Korábbi tapasztalataink alapján ez elérheti akár a 0.7-0.8-as értéket is. Itt jegyezzük meg, hogy a táblázatban *-gal jelölt minták esetében az aeroszol mintavétel során a szűrő felé áramló levegő részben a mesterségesen a barlangba beépített betonfelületek mentén haladt, így belőle a leánytermékek nagyobb részben tapadhattak ki.

A vizsgálat eredményei alapján elmondható, hogy a bevezetőben idézett Eü. miniszteri rendelet munkahelyi radonra vonatkozó megkorlátozásai, elsősorban az általunk tapasztalt alacsony radonszintek miatt, a lillafüredi Szent István-barlang esetében nem igényelnek különleges, egy átlagos munkahelyen nem alkalmazott intézkedéseket. Ugyanakkor a mások által mért magasabb radon-koncentráció és az általunk tapasztalt növekvő aeroszol szintek lehetősége felveti egy további, terhelt atmoszférájú Fekete-teremben elvégzendő radon leánytermék mérés igényét, szükségességét.

Radon mérések a lillafüredi Szent-István-barlang Fekete-termében és a Csanyiki Szanatórium sókamrájában (Vizsgálati jelentés, dr Haki József)

Ismeretes, hogy a radon, e radioaktív nemesgáz, a földi atmoszférában mindenütt jelen van. Koncentrációja különösen barlangi terekben mutat jelentős és ugyanakkor időben igen

változó értékeket. A barlangi levegő minőségének, s ezen belül a radioaktív sugárzás mértékének ismerete különösen fontos olyan helyeken, ahol jelentős a barlangi turizmus vagy a barlang részben terápiás célokat is szolgál.

Az utóbbi kérdés tisztázása vezette a miskolci Szent Ferenc Kórházat, amikor egy szerződés keretében megbízta a Karsztvízgazda Bt, hogy egy szerződés részeként vizsgálja a fenti problémakört.

A vizsgálat sorozatra az indítékot nyilvánvalóan a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendeletnek a munkavállalók radontól eredő sugárterhelésére vonatkozó, a rendelet 2. számú mellékletének 2. pontjában megfogalmazott megszorítások adták. A barlangterápiás részlegek ugyanis a rendelet szerint is (2. melléklet 2. függeléke 26.1.) olyan munkahelyek, ahol felmerülhet a gyanúja annak, hogy a természetes sugárforrások munkahelyi jelenléte a munkavállalók sugárterhelésének akár jelentős növekedéséhez vezet. Mivel a radonnal kapcsolatos egészségi kockázat valójában nem a radontól, hanem annak rövid életű radioaktív leánytermékeiktől ered, 2002 folyamán egy nyári kampány idején erre vonatkozó vizsgálatokat is elvégeztünk, mely vizsgálat részletei és kiértékelése dr. Dezső Zoltán és dr. Haki József jelentésében megtalálhatók. (Lásd a fejezet elején.) A barlangi levegőben található leánytermékek aktívításkoncentrációját 2002-ben béta-mérési technikával mértük. Az egyes izotópokra kapott eredményekből egy ismert konvenció szerint számítható az ún. egyensúlyi ekvivalens radon koncentráció. Ennek a ténylegesen mérhető radon gáz koncentrációhoz viszonyított aránya az ún. egyensúlyi tényező, amit a radontól eredő sugárterhelés számításához használnak fel. A mérés alapján az egyensúlyi tényező átlagos értéke a lillafüredi Szent-István-barlang Fekete-termébe 0,33-0,63 intervallumba esett. Pessimista becslést alkalmazva a dozimetriai számításokhoz a 0,6-os faktort használtuk.

A továbbiakban 2003. májusa és októbere között a radon gáz átlagos koncentrációját vizsgáltuk. A vizsgálatokhoz integráló típusú méréseket alkalmaztunk a terápiás célokra használt a lillafüredi Szent-István barlang Fekete-termében valamint a Csanyiki Szanatórium sókamrájában. A méréseket NRPB típusú nyomdetektorokkal végeztük. Minden egyes nyomdetektor sorozatot sorozatonként kísérletileg kalibráltuk. Összesen öt méréssorozat történt, melyekből a detektorok megbontása miatt csak három volt így értékelhető. (A mérési technikai problémát a mérést koordináló téves helyzetértékelése okozta.) A megbontott sorozatokra az adatokat vetítéses technikával az eddigi mérések alapján becsültük. Az eredményeket a 8. táblázatban foglaltuk össze.

8. táblázat

A 2003-ban végzett NPRB szilárdtest nyomdetektoros mérések eredményei

Mérés ideje	Fekete-terem személyzet [Bq/m3]	Fekete-terem 4. hőmérő [Bq/m3]	Sókamra [Bq/m3]
2003.5.11-6.3	600*	600*	<100*
2003.6.3-7.7	848	1460	12
2003.7.7-8.4	728	707	81
2003.8.4-9.2	818	988	63
2003.9.2.-10.11.	600*	600*	<100*

A kapott átlagos radonkoncentráció adatok jól illeszkednek az eddigiekben tapasztalt értékekhez. A fenti adatok alapján a betegek átlagos radon sugárterhelése (a belélegzett radon bomlástermékekből származó effektív dózis a 0,6-es egyensúlyi faktorról számolva) a sókamrában < 0,01 mSv, míg a Fekete-teremben 0,1-0,24 mSv intervallumba várható. A személyzet sugárterhelése ennél várhatóan egy nagyságrenddel nagyobb. Ezek az értékek alatta maradnak a lakosság természetes forrásokból származó éves effektív dózisának, ami kb. 2,4 mSv. Így a vizsgálat eredményei alapján az is elmondható, hogy a bevezetőben idézett Eü. miniszteri rendelet munkahelyi radonra vonatkozó megszorításai, elsősorban az általunk tapasztalt alacsony radonszintek miatt, a lillafüredi Szent István-barlang esetében nem igényelnek különleges, egy átlagos munkahelyen nem alkalmazott intézkedéseket.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

1. A mérések egyrészt a 2003. januárjától a 2003. decemberéig tartó időszakot fogják át, másrészt a legelső (1988. októberében megindított) méréstől kezdődően minden vizsgálatunkat, melyeknek idejei vonzatai is voltak. (Nem írunk viszont részletesebben az 1998 előtti integráló – szilárdtest nyomdetektoros – radonmérésekről, a huzatmérésekről és a hőterképezésekről, melyek nem voltak részei a jelen megbízásunknak sem.)
2. A 2003. évi mérések során rendszeresen csepegés-hozamot, léghőmérsékletet és páratartalmat, valamint öt alkalommal radontartalmat mértünk a Megbízó által kívánt helyen és számban, valamint egyéb helyeken, tudományos érdeklődésből.
3. A csepegő vizek hozamainak átlagértékei (ml/órában) a következőképpen alakultak:

Időpont /hely	Bástya (Cs1)	Bástya (Cs2)	Oszlopok cs. (Cs3)	Híd (Cs3a)	Fekete-t. (Cs4)	Fekete-t. (Cs5)
1990-2003	0.44	0.75	0.20	3.12	2.44	0.76
2003	---	---	---	3.38	2.35	0.98

4. A táblázat értékeiből jól látszik, hogy a 2003. év a csepegő vizek hozamainak szempontjából átlagon alulinak tekinthető a 4. (Fekete-terem) mérési ponton, viszont az átlagot meghaladónak a 3. (Híd) és 5. (Fekete-terem) pontokon. Összességében a csepegés-hozamok mindenkor biztosították a barlangi gyógyításhoz szükséges mértékű páratartalmat.
5. A Fekete-terem léghőmérsékletének változása eltérő a többi hely változásától, aminek az oka elsősorban a kúráló csoport jelenléte, ill. a világítás hőmérsékletemelő hatása.
6. A Fekete-teremben a léghőmérsékleti maximum a kúra megkezdése után 12-15 perc alatt kialakul, utána minimális mértékben csökken, és állandóvá válik, majd kivonuláskor ismét megemelkedik. Az eredeti hőmérséklet viszont csak éjjel alakul ki, a délelőtti és délutáni időszak alatt a regenerálódás nem következik be. (A változás sebessége és értéke nagyon eltérő lehet, elsősorban a kúráló csoport létszámától, összetételétől és a csoport tevékenységétől függ.) Az adatok elemzése során felmerült egy olyan gyanú is, miszerint a rendszeres kúrák miatt (betegek és a tartós világítás) a terem hőmérséklete a terhelés miatt nem tud teljes egészében „visszahűlni” a kiinduló hőmérsékletre. (Természetesen ez az

adatokban egy-két tizedfokos eltérést jelent, s mivel ezek az értékek a hibahatárt erősen megközelítik, további vizsgálatok nem indokoltak.) A betegek (és a világítótestek) okozta hőmérsékletemelkedés vizsgálatát a Megbízó 2003-ban nem kérte.

7. A barlangban a léghőmérsékleti átlagok befelé emelkednek, a külszíni, orografikus átlagnak megfelelő érték az Oszlopok-csarnokától (3) alakul ki. Jól látható, hogy ebben az évben a bejáratú szakaszon 0.13 °C-al volt magasabb az átlagos léghőmérséklet az 1989-2003. évek átlagánál, ill. a Hídnál és a Fekete-teremben az 1989-2003. évi átlaggal megegyező volt.

Időpont /hely	Nagy-terem (H1)	Bástya (H2)	Oszlopok-cs. (H3)	Híd (H3a)	Fekete-t. (H4korr)
1989-2003	8.29	9.66	9.85	9.89	9.93
2003	8.42	---	---	9.89	9.93

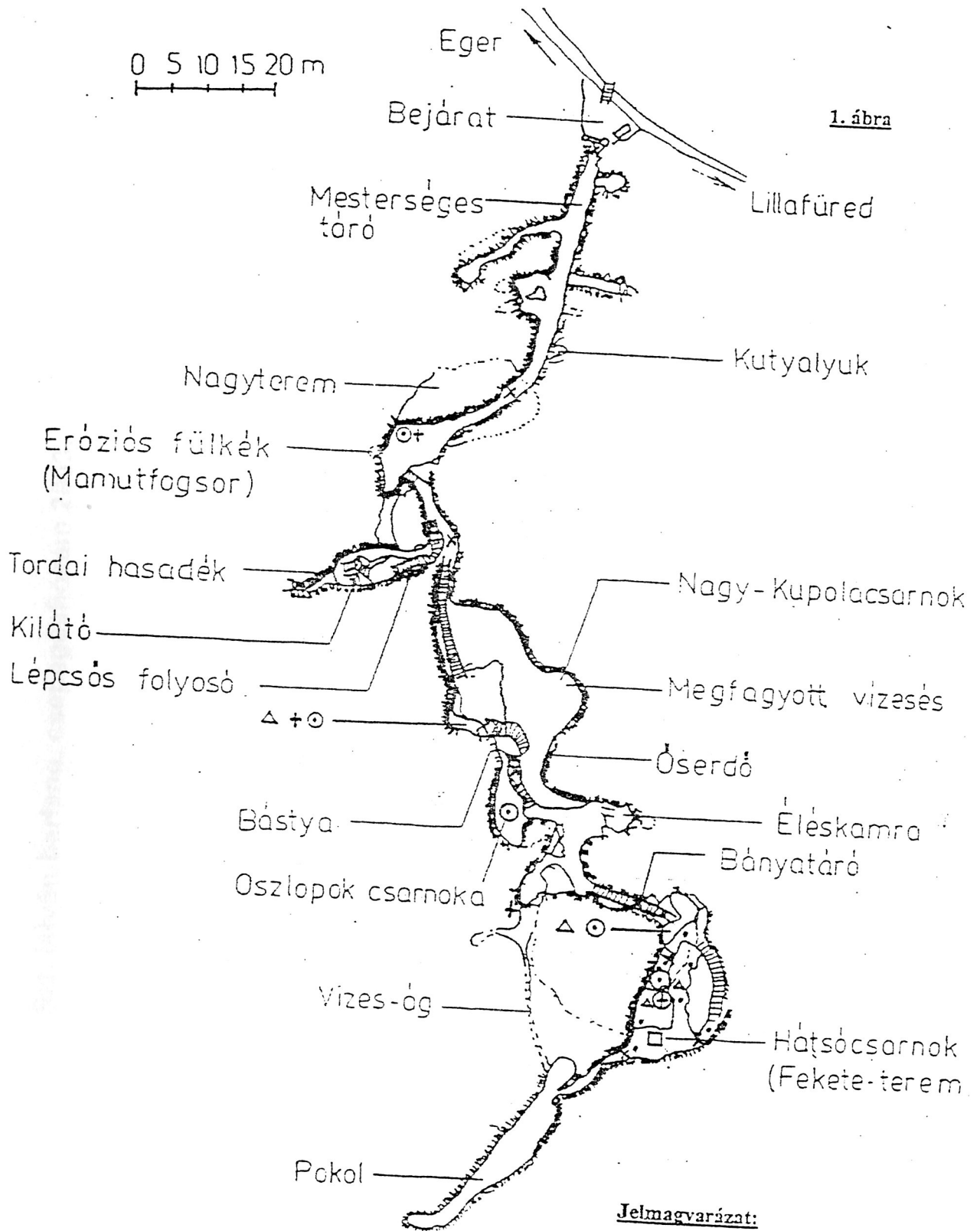
8. A Fekete-teremben az idei év mért átlagos korrigált léghőmérséklete 9.83 °C, ami a 12 évi átlagának megfelelő érték. A léghőmérséklet mérés folytatását az eddigi eredmények ismeretében az eddigi formában nem látjuk indokoltnak.
9. A Fekete-teremben a huzat iránya és nagysága részben a külső klimatikus viszonyoktól függ. Meglátás a mérések során tapasztaltuk, de erősségére csak huzatmérésekkel vagy a folyamatos hőmérsékletmérésekből tudnánk következtetni. Jellege vélhetően megegyezik az eddigi méréseknel tapasztaltakkal. A rendszeres, de folyamatos huzatmérés megteremtését jelentősnek vélnénk a barlang klimatikus vizsgálatánál. (Ennek pillanatnyilag első-sorban mérés-technikai akadályai vannak.)
10. A barlang külső részeinek évi átlagos relatív páratartalma 82-94 %, a terápiára felhasznált részeken 95-96 % volt, változásának jellege a csepegés-hozamok változásával mutat kapcsolatot. A páratartalom mérés folytatását az eddigi eredmények alapján az eddigi formában nem látjuk indokoltnak.

Időpont /hely	Külszín (P1)	Nagy-t. (P2)	Bástya (P3)	Híd (P4)	Fekete-t. (P5)
1994-2002	82.11	86.89	93.5	95.42	95.72
2002	87.55	86.99	93.57	95.64	96.15

11. A betegeket radonból származó káros alfa-sugárzás az eddig végzett mérések alapján sem fenyegette, és a 2002. évben végzett mérések megerősítették azt is, hogy a radonkoncentráció nem magasabb, mint a lakásokban megengedett érték. Ez azt jelent.

hogy az ápolószemélyzet sem kap számot tévő sugárterhelést.

12. Mivel a legmagasabb értékek nyáron tapasztalhatók a barlangban, ezért a pontosabb, nyári radonterhelés meghatározásához mind a barlangban, mind a kórházban a kúrák időtartamához igazodó – javasolt – szilárdtest nyomdetektoros méréseket 2003-ban elvégeztük, és megállapítottuk, hogy a bevezetőben idézett Eü. miniszteri rendelet munkahelyi radonra vonatkozó megszorításai, elsősorban az általunk tapasztalt alacsony radonszintek miatt, a lillafüredi Szent István-barlang és a Csanyiki Szanatórium sókamrája esetében nem igényelnek különleges sugárvédelmi intézkedéseket..
13. A mérések továbbfejlesztéseként célszerűnek látnánk a kúrák alatti porterhelés meghatározását, melyet az emberek a ruházatukon visznek be a barlangba, ill. a matracból származhat. (Természetesen a tisztulás mértékének meghatározására is szükség lenne.)



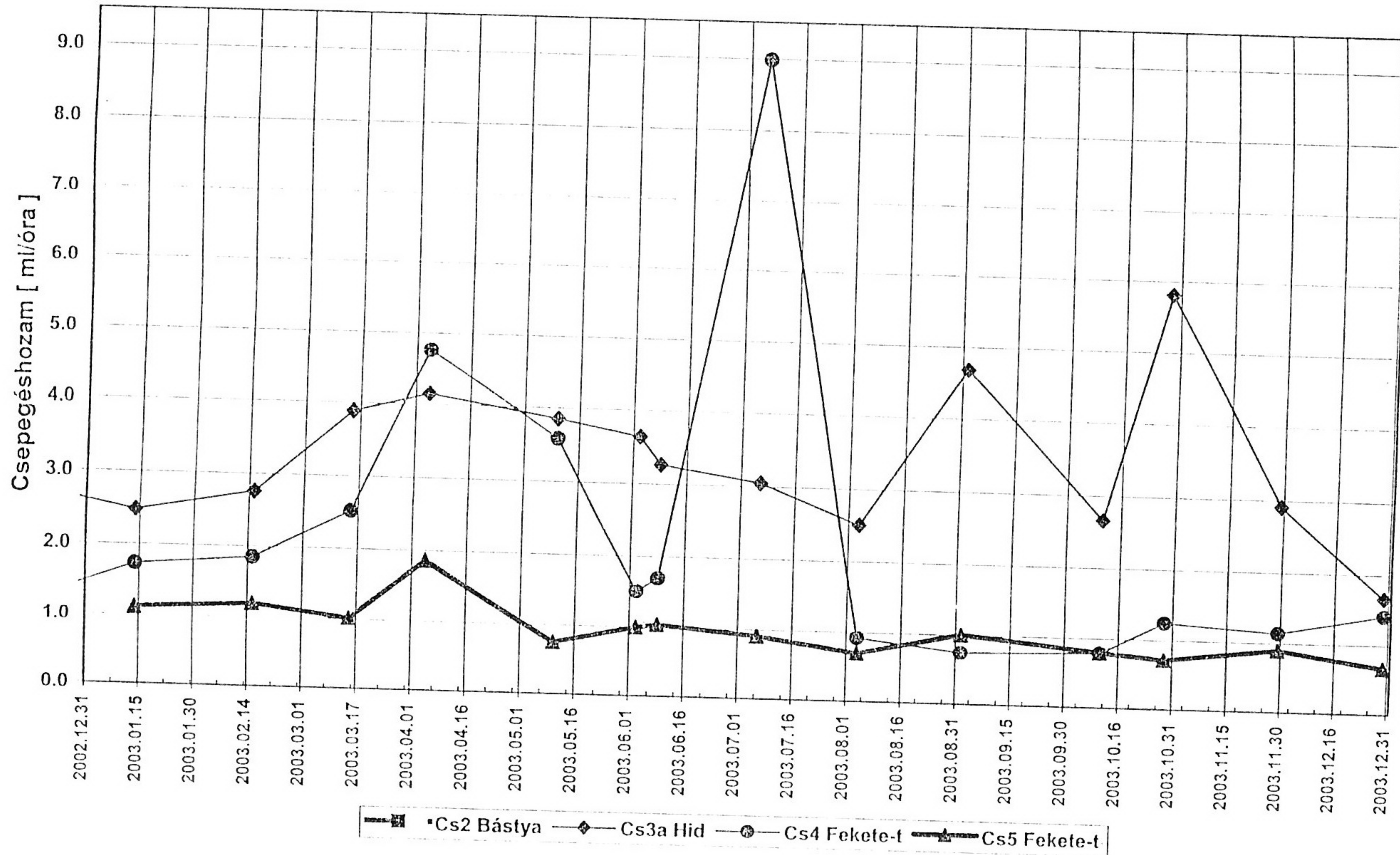
A Szent István-barlang
alaprajza
az eddigi mérőhelyek
feltüntetésével

Jelmagyarázat:

- ⊙ Higanys hőmérő
- Elektronikus hőmérő
- + LR-115-ös radonmérő
- ⊕ Elektronikus radonmérő
- △ Csepegésmérő
- Páratartalom mérés
- × Huzatmérés

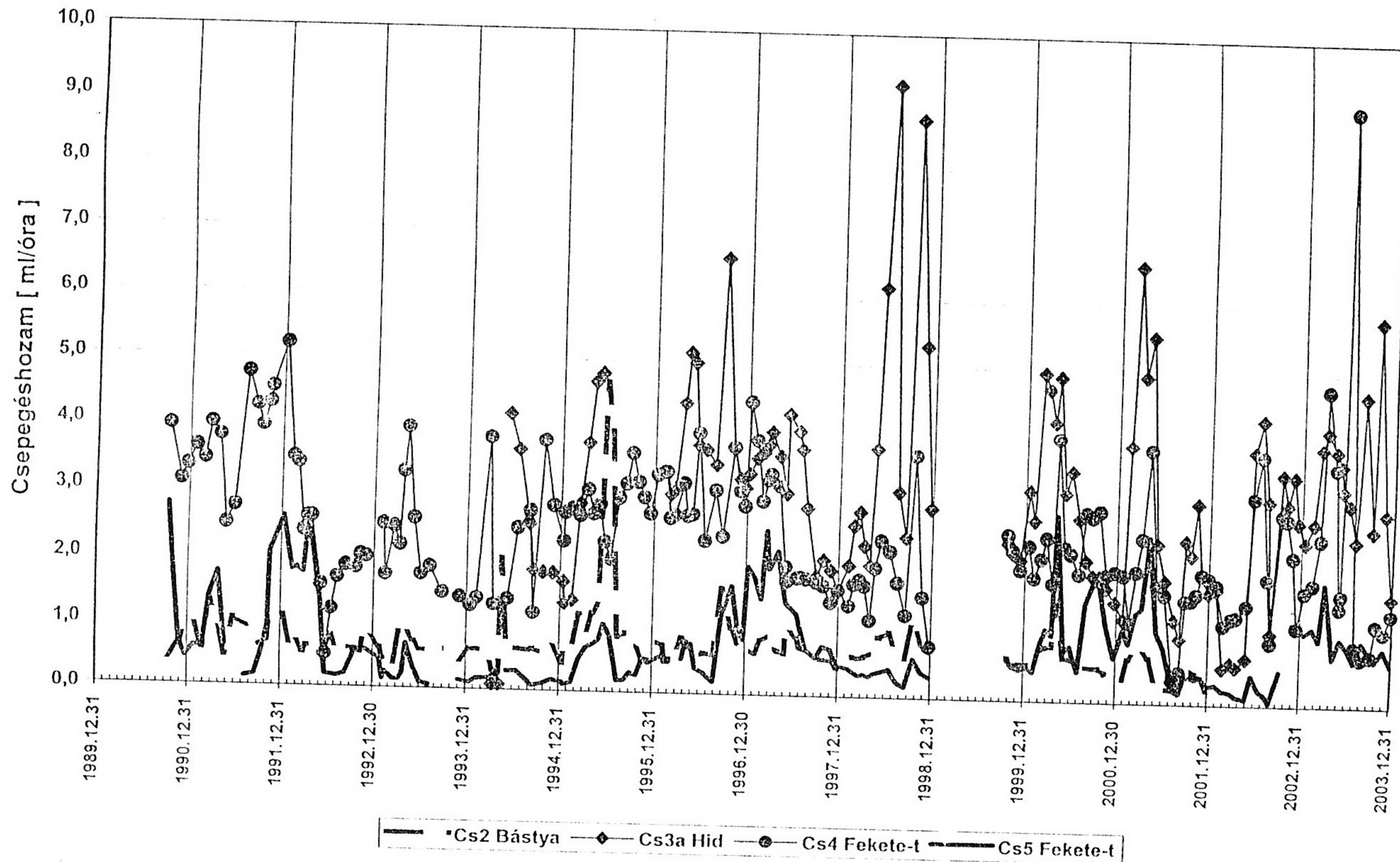
Szt. István-barlang, csepegéshozam 2003.

2. ábra



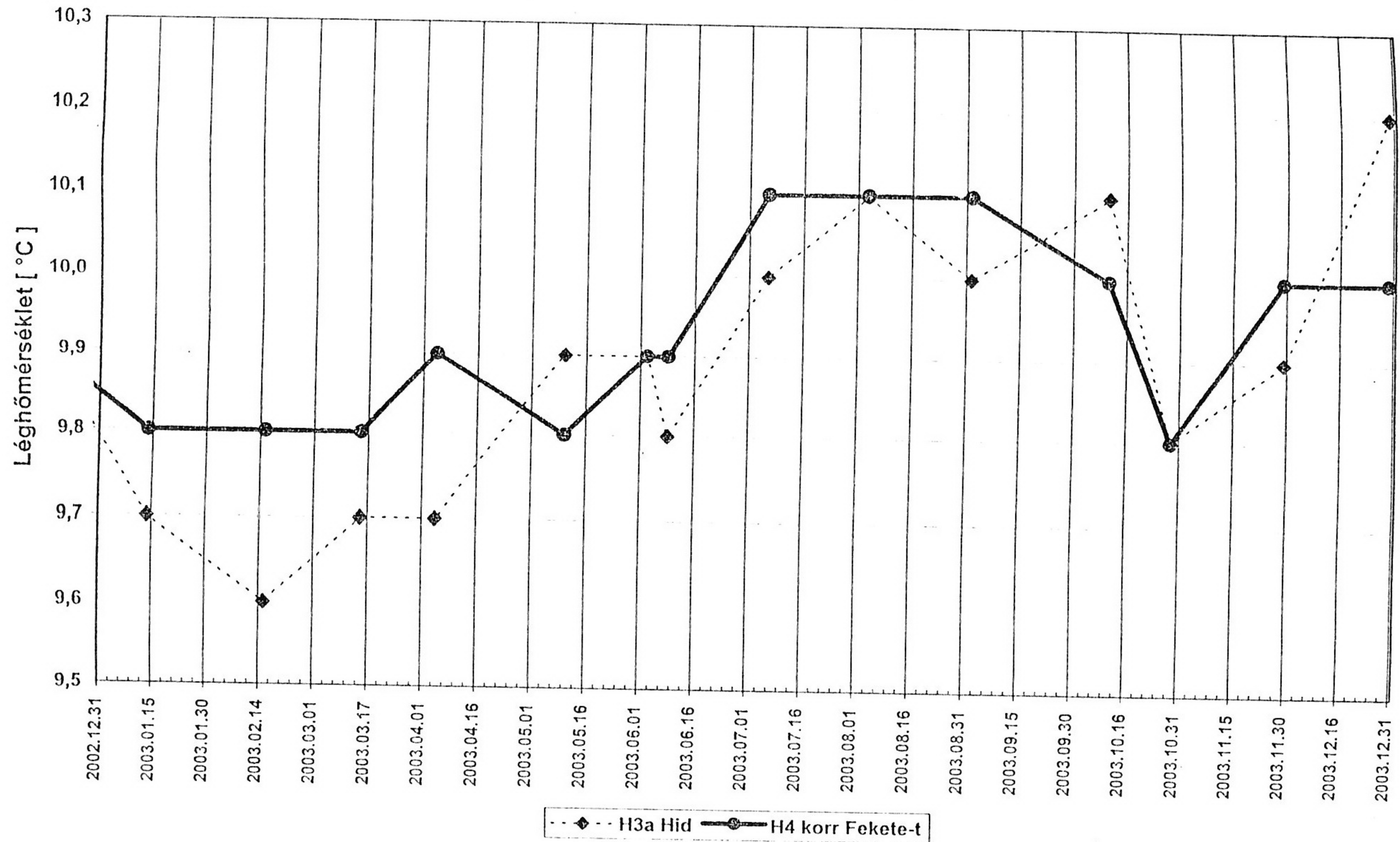
Szt. István-barlang, csepegéshozam 1990 - 2003.

3. ábra



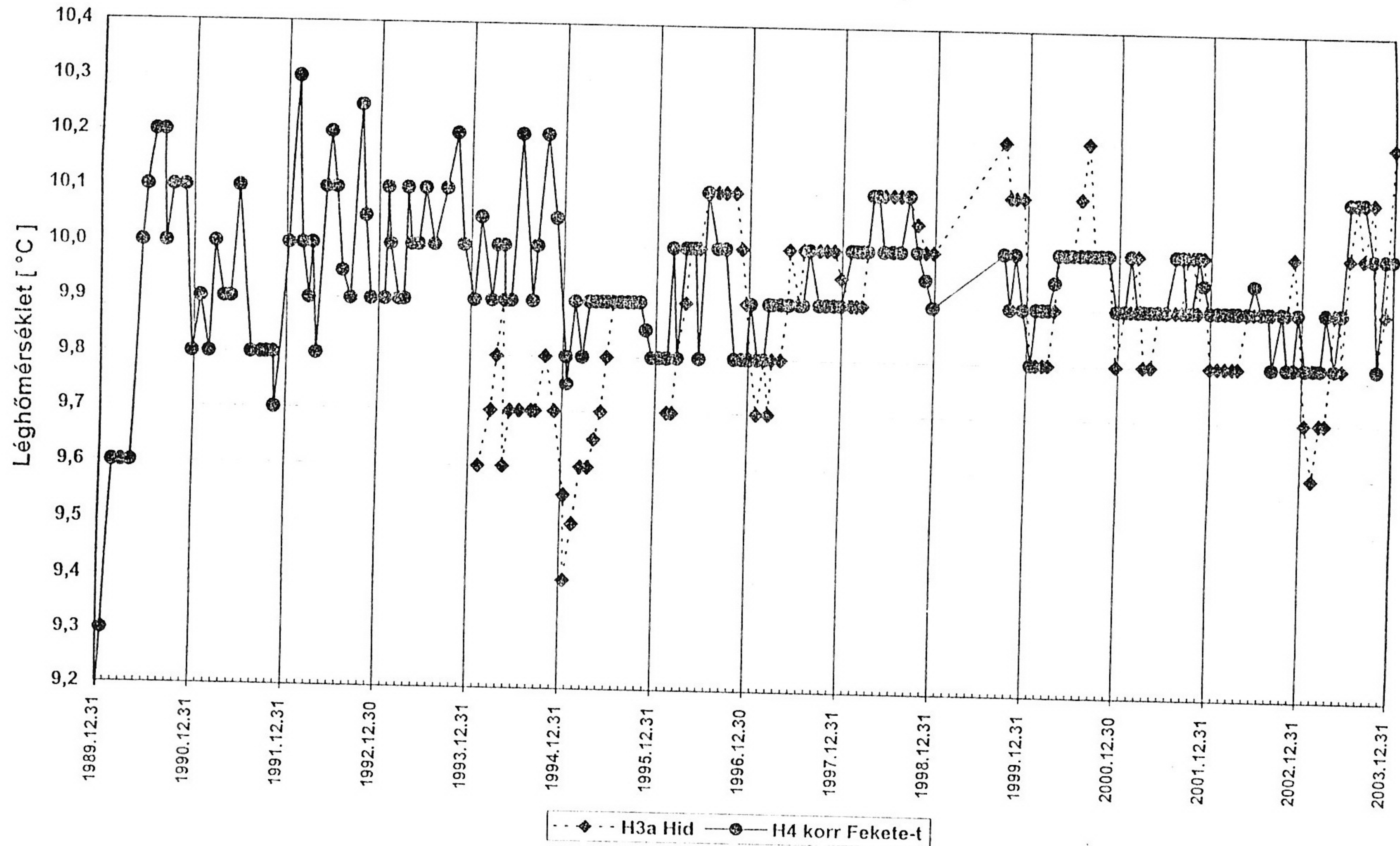
Szt. István-barlang, léghőmérséklet 2003.

4. ábra



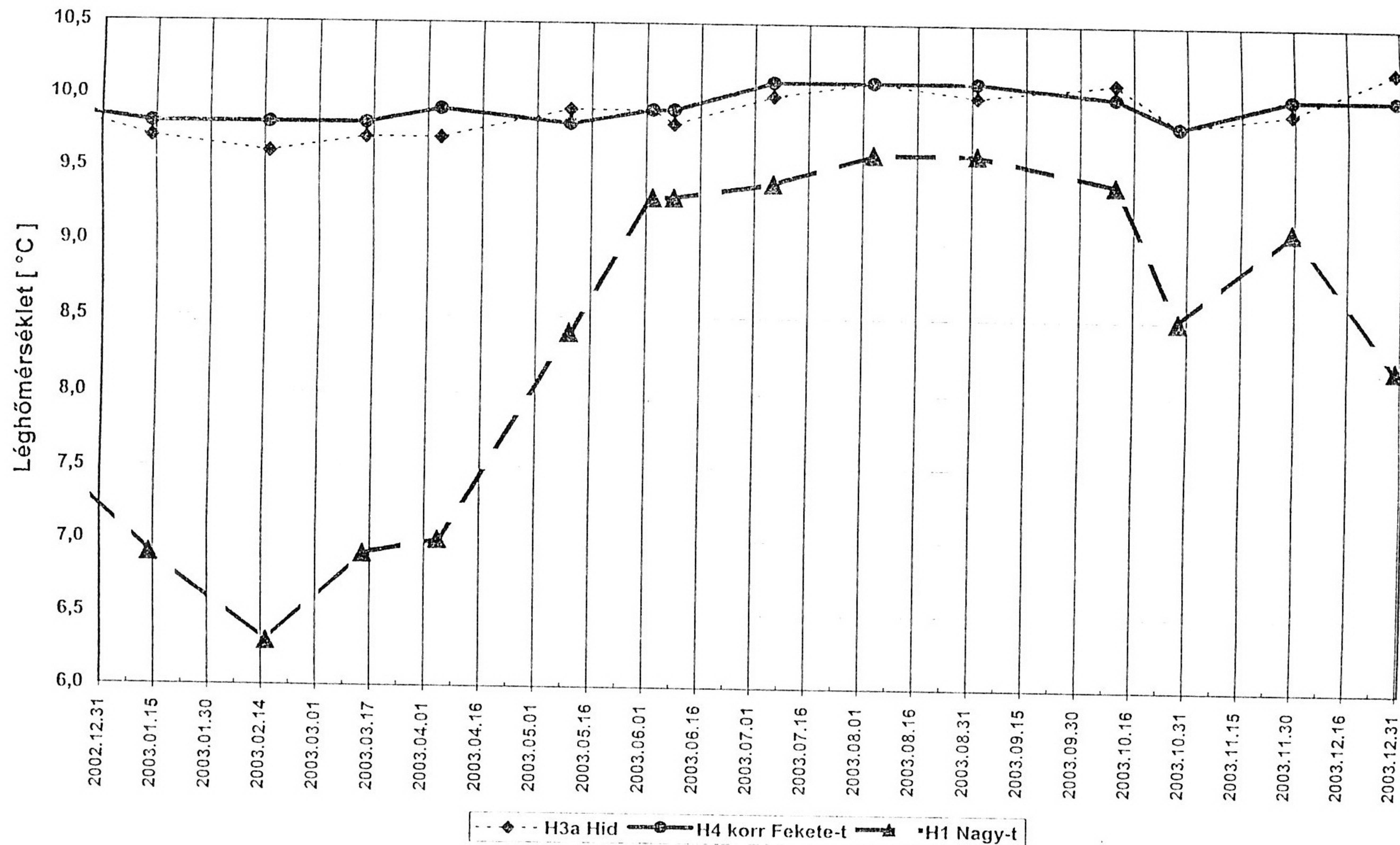
Szt. István-barlang, léghőmérséklet 1990 - 2003.

5. ábra



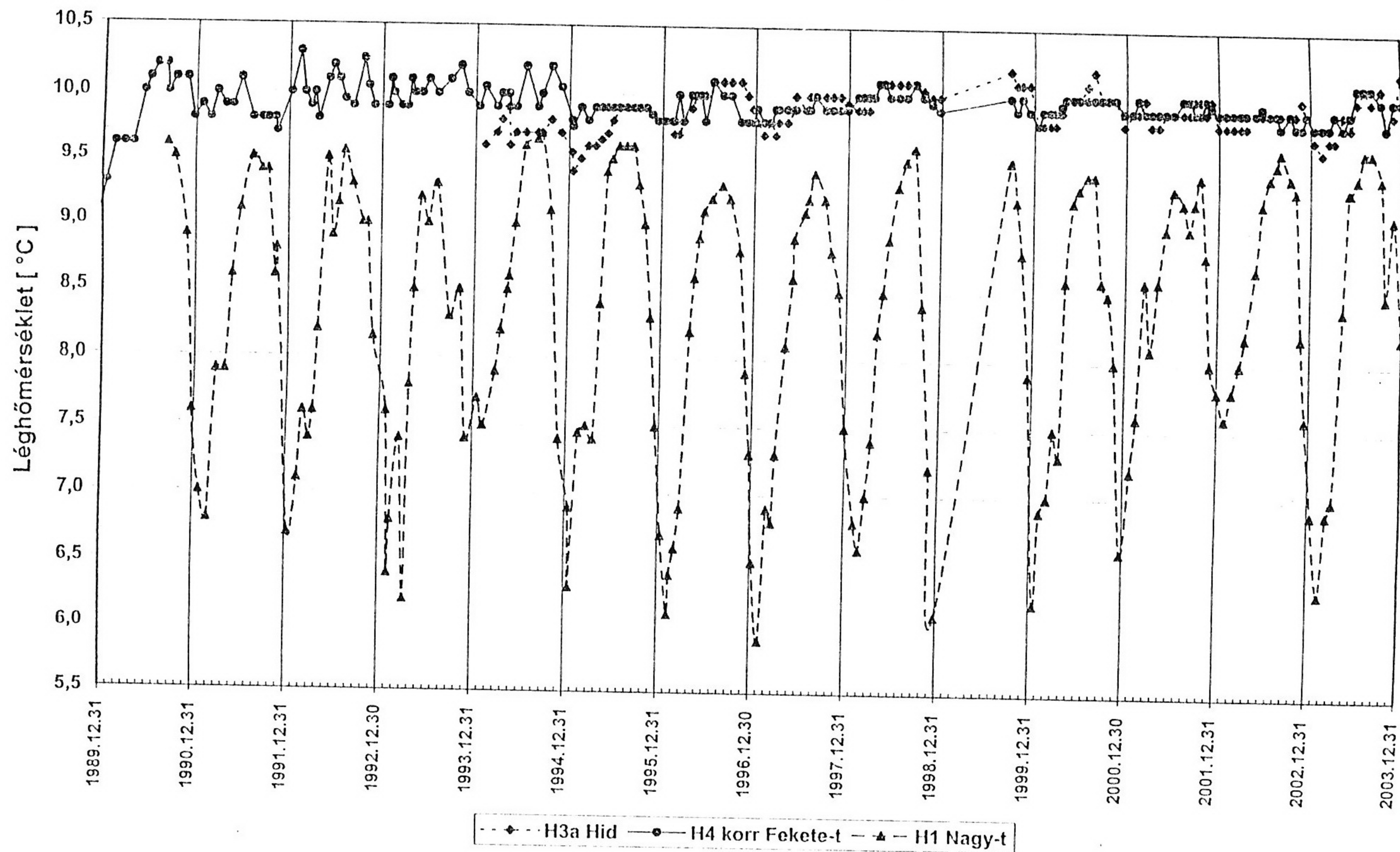
Szt. István-barlang, léghőmérséklet 2003. (2)

6. ábra



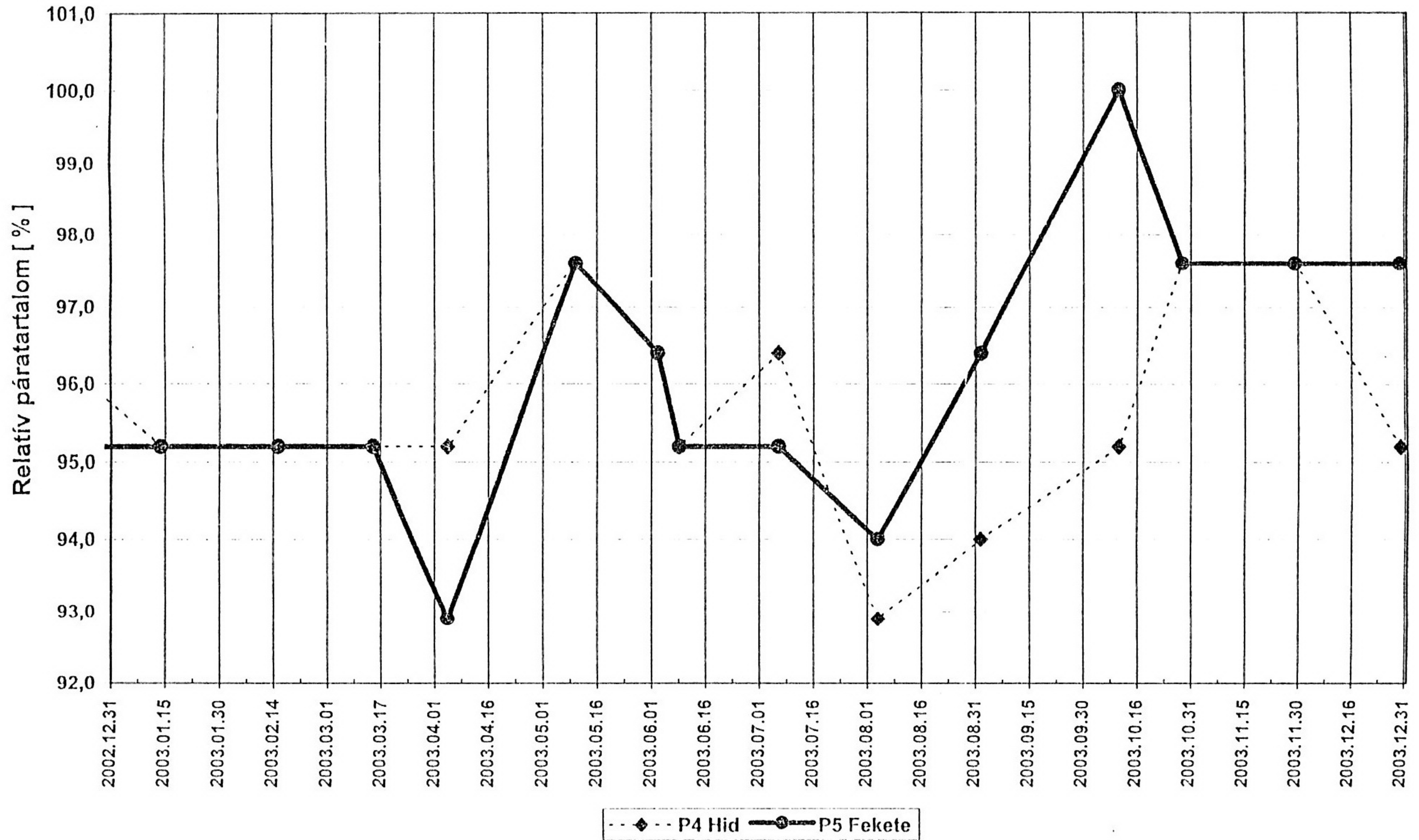
Szt. István-barlang, léghőmérséklet 1990 - 2003. (2)

7. ábra



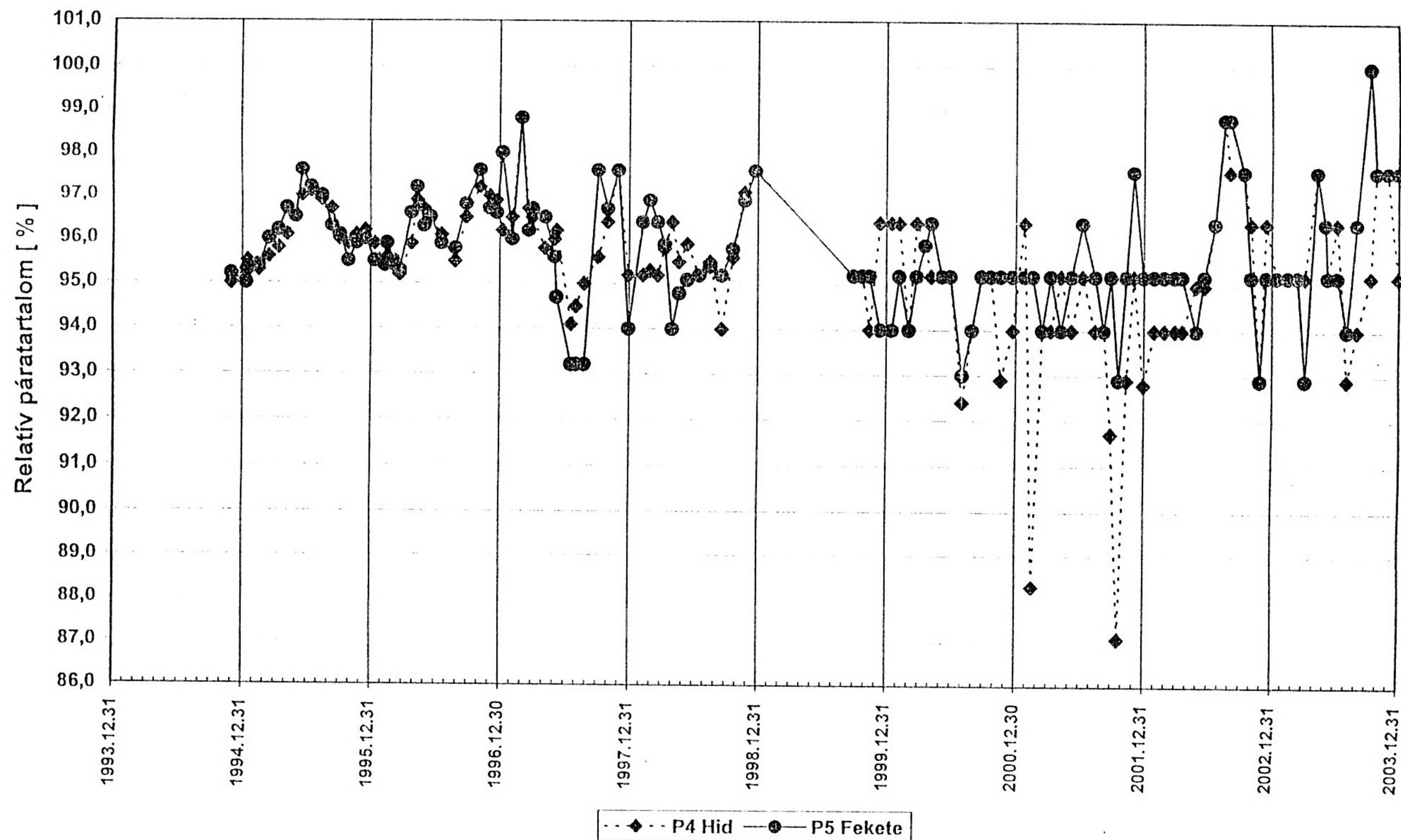
Szt. István-barlang, relatív páratartalom 2003.

8. ábra



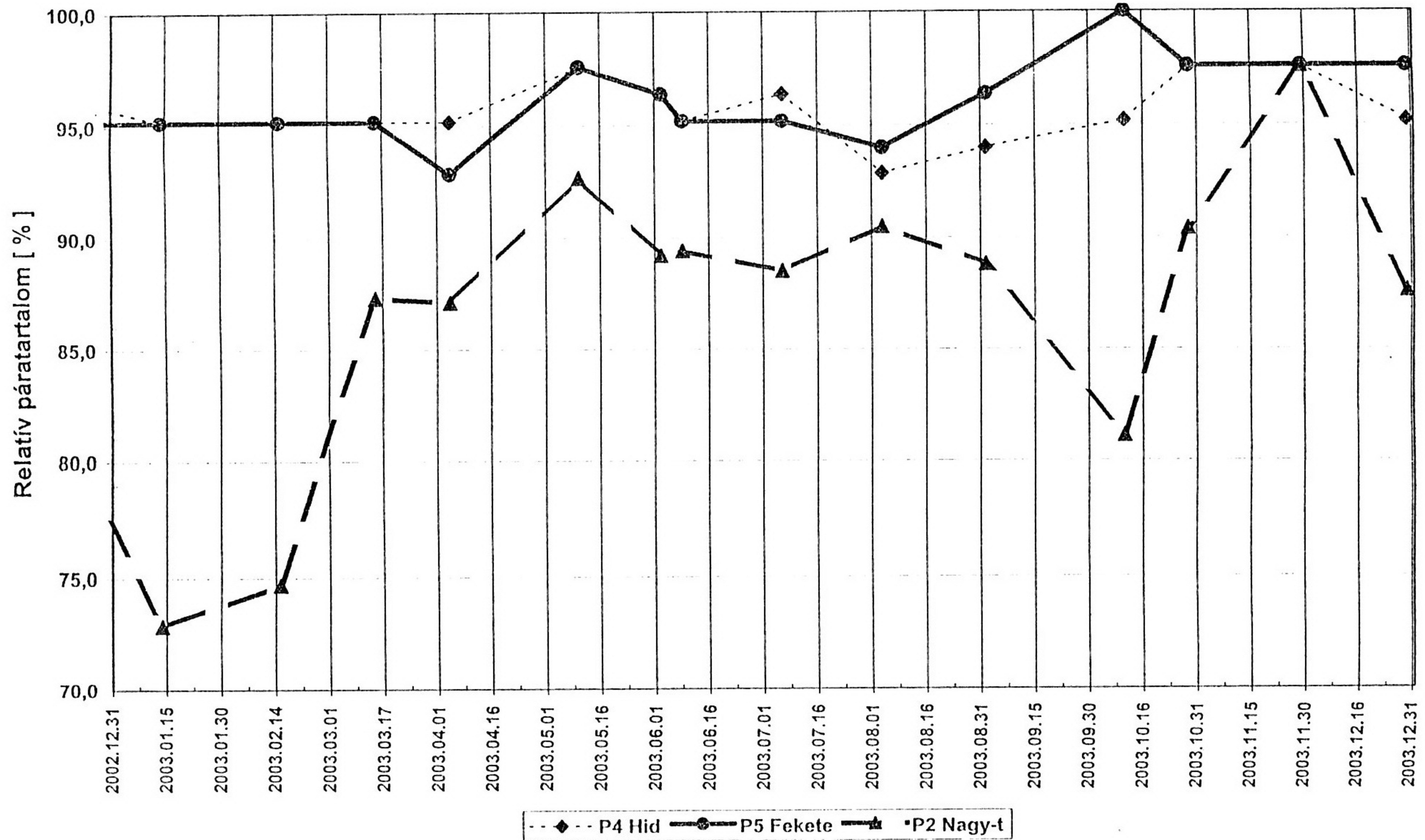
Szt. István-barlang, relatív páratartalom 1993 - 2003.

9. ábra



Szt. István-barlang, relatív páratartalom 2003. (2)

10. ábra



Szt. István-barlang, relatív páratartalom 1993 - 2003. (2)

11. ábra

