

A Veszprémi Egyetem Radiokémia Tanszék Radioökológia Munkacsoportjának és a Magyar Technikai és Tömegsportklubok Szövetsége Veszprém Megyei Búvárklubjának 2003-as kutatómunkája és annak eredményei a tapolcai Tavas-barlangban

1. Radon mérések

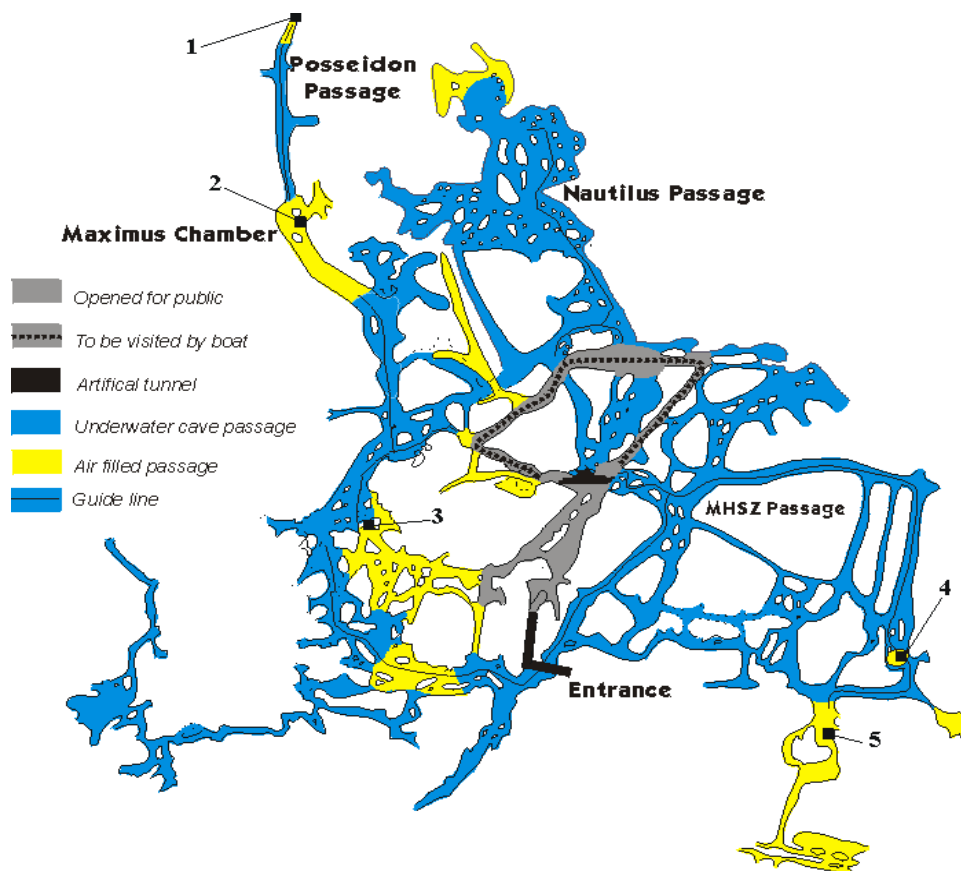
1.1 Nyomdetektoros mérések a tapolcai Tavas-barlangban

2003 április 17-től folynak nyomdetektoros radon vizsgálatok a Tapolcai Tavas-barlangban, kezdetben egy vizsgálati ponton, majd ez július 17-től még négy mérési ponttal bővült.

A vizsgálatok olyan levegős termekben történnek, amelyek a látogatók által bejárható részekről vízzel elzártak. Ettől függetlenül mindegyik teremnek valószínűsíthető kapcsolata van a felszínnel.

Mérési pontok:

1. Poseidon ág vége
2. Poseidon nagy levegős (Maximum) terem
3. Déli kerülő, leszakadás
4. MHS-ág kis levegős terem
5. MHS-ág vége nagy levegős terem



1. kép Nyomdetektorok mérési pontjai a tapolcai Tavas-barlangban (forrás www.barlang.hu Térképtár)

Mérési pontok jellemzése:

1 Posedion ág

A légtér a Maximum-teremből induló 50m hosszú, 7 m mély víz alatti járat végén található. Itt felszakadás hozta létre a felfelé kúposan szűkülő kürtöt, melynek az alja 4 m, a levegős, víz feletti rész 1,5 m átmérőjű és 1,2 m magas.

A nyomdetektoros mérési pont az oldalfalon található.

2 Posedion nagy levegős (Maximum) terem

Nagy légtérű terem, amely összeköttetésben van a terem felett lévő kuszodás járatokkal, ahová vaslétra vezet fel. A felső rész a PLECOTUS barlangkutató csoport tagjai által feltárt és bejárt részekből áll. A kuszoda szűk, ember által bekúszható labirintusszerű elágazásokkal rendelkező járatokból áll. Teljes mértékben azonos képet mutat a Kórház-barlangban található járatokkal. A járatok agyaggal borítottak. A létra tetejénél erőteljes vízcsepegés tapasztalható, amely jelentős mennyiségű oldott mésztartalmát az agyagos fal oldalára rakta le, szürke színű meszes kérget hozva létre.

A nyomdetektoros mérési pont a létra legalján található.

3 Déli kerülő, leszakadás

Szűk térrel rendelkező helyszín, sorozatos nagyméretű mészkőréteg leszakadásokkal. Azt, hogy a barlang „él”, jelenleg is folyamatos változások alatt áll, mi sem mutatja jobban, mint hogy a közelmúltban egy nagy méretű szikla szakadt a vezető kötélre. A területen a repedezett mészkőrétegek további leszakadásai várhatóak.

A nyomdetektoros mérési pont egy a vízből kiemelkedő sziklán található.

4 MHS-ág kis levegős terem

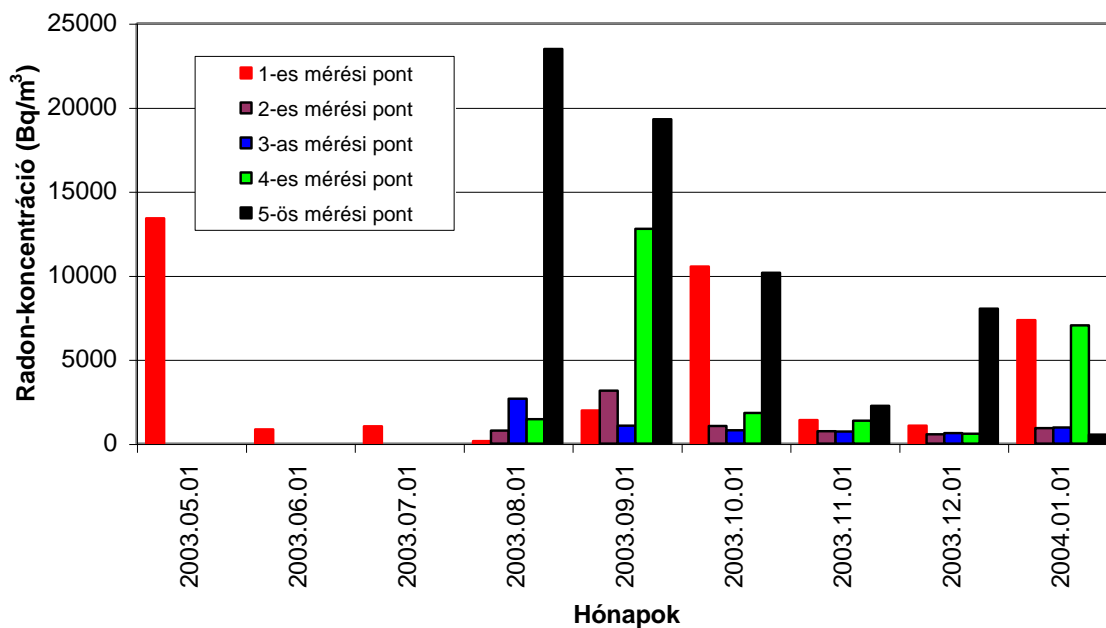
Alulról megközelíthető szűk kis terem, ahol a bűvár feje éppen csak elfér. Nyomdetektor az oldalfalon van elhelyezve

5 MHS-ág vége nagy levegős terem

A terem végét jelentős beszakadás osztja ketté, amely közel kör alakú nyíláson keresztül rogyott be. A beszakadás több köbméteres agyag kúpot hozott létre, így a mögötte lévő terület csak oldalról, a víz alól közelíthető meg. A beszakadás nyomán a plafonon egy jelentős üreg keletkezett, amely az agyagkúpot megmászva megközelíthető. Az üreg belsejét több rétegben elhelyezkedő agyag borítja, a szürke a vörös és a sárga többféle árnyalatában.

A nyomdetektoros mérési pont a terem oldalfalán található.

Nyomdetektoros mérés eredményei, és azok értékelése



1. ábra Nyomdetektoros mérések eredményei

A nyomdetektorokat átlagosan 30 napra helyeztük ki, kivétel az 5-ös mérési pont, ott a radon-koncentráció ugyanis megközelítette a mérés felső határát, így a 15 napos kihelyezés mellett döntöttünk, addig, amíg a radon-koncentráció csökkenése nem volt tapasztalható.

A nyomdetektorok mérési tulajdonságaik alapján a kihelyezés időtartamára vonatkozó átlagos radon-koncentráció meghatározására alkalmasak 10-20% közötti hibahatárral. Emiatt leginkább tájékoztató jellegű eredmények begyűjtésére alkalmasak.

1-es mérési pont

A radon-koncentráció értékei igen széles skálán mozognak 150 és 13.500 Bq/m³ között. Határozottan ismétlődő tendencia a változásokban nem ismerhető fel. A magasabb értékek a levegő kisebb mértékű mozgására utalnak, de a kiváltó ok egyelőre még ismeretlen.

2-es és 3-as mérési pont

A radon-koncentráció értékei a barlangi körülményekhez képest igen alacsony értékeket mutatnak, a maximum 3.500 Bq/m³. A két mérési pont eredményei szépen együtt futnak, ami utalhat a két légtér azonos levegőmozgási tulajdonságaira. A radon oldódik vízben, de az ilyen mértékű szállítódása nem jelentős, így a kommunikáció csak a kőzetten keresztül, vagy eddig ismeretlen járaton át valósulhat meg. Az alacsony radon mennyiség több dolgot is jelenthet. Ezen terek közelében a forrás elem, vagyis a rádium-226 feldúsulása nem jelentős és a kapcsolat más, radonban dúsabb terekkel lehatárolt, vagy a terület folyamatosan friss, a radon szempontjából tiszta levegőellátásban részesül, ami ezen a területen leginkább a felszíni levegő bejutását jelentheti. Ezen területek a jövőre nézve alaposabb vizsgálatot igényelnek

4-es mérési pont

A radon-koncentráció értékei itt is igen széles skálán mozognak 600 és 13.000 Bq/m³ között. A változás okai egyelőre nem tisztázottak.

5-ös mérési pont

A radon koncentrációja 500 és 24.000 Bq/m³ között mozgott, de a magasabb értékek a jellemzőek. Itt enyhe csökkenő tendencia ismerhető fel, a nyári melegebb hónapokból a téli hidegebb felé haladva, de a pontos magyarázat még várat magára.

Jelen adatok birtokában messzemenő következtetések levonása korai lenne, mindenképpen további adatgyűjtések szükségesek.

1.2. Folyamatos radon-, nyomás-, -hőmérsékletmérések a tapolcai Tavas-barlangban

A vízzel elzárt területekre bejutás folyamatosan mérő és óránkénti átlagot regisztráló műszerekkel eddig még nem volt lehetséges, így a méréseket a látogatók által bejárható területeken végeztük 2004 január 21 és 22 között.

A vizsgálat során alkalmazott eszközök:

1 db Radim 5 WP félvezető detektoros, barlangi radon-mérésekre kifejlesztett eszköz

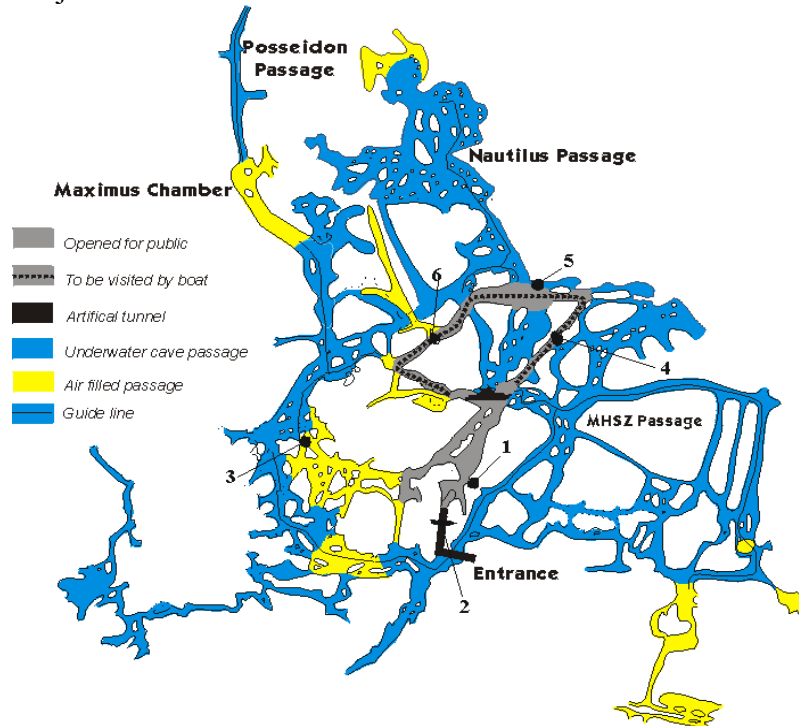
1 db Pylon AB-5 felszerelve egy folyamatos radon diffúziód mérési elvi szcintillációs csővel

4 db Alphaguard professzionális radon monitor, melyek nyomás, hőmérséklet és páratartalom mérővel is fel vannak szerelve

A mérőberendezések kalibrálása az Németországban hitelesített Alphaguard készülékhez történt. Az ilyen jellegű összemérés nagyon fontos párhuzamos mérések során bekövetkező mérési hibák kiküszöbölésére.

Mérési pontok

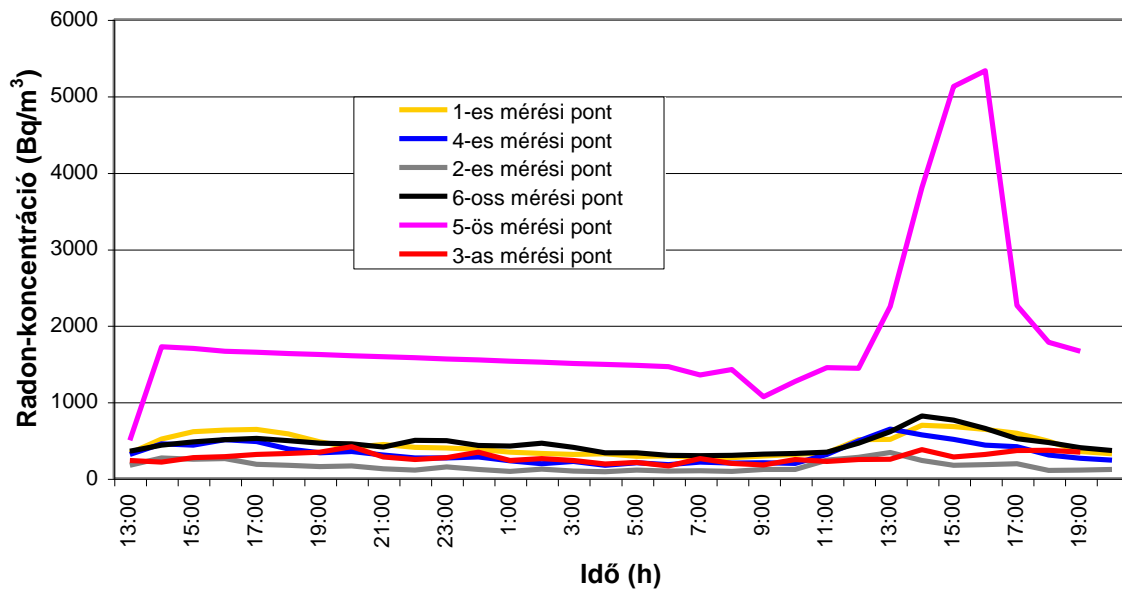
1. Lépcső
2. Kút alja
3. Batsányi Terem
4. Csónakázó kör eleje
5. Csónakázó kör, a rács előtt
6. Déli-kerülő kijövetel



2. kép Folyamatos mérések pontjai a tapolcai Tavas-barlangban (forrás www.barlant.hu Térképtár)

Folyamatos mérések eredményei, és azok értékelése

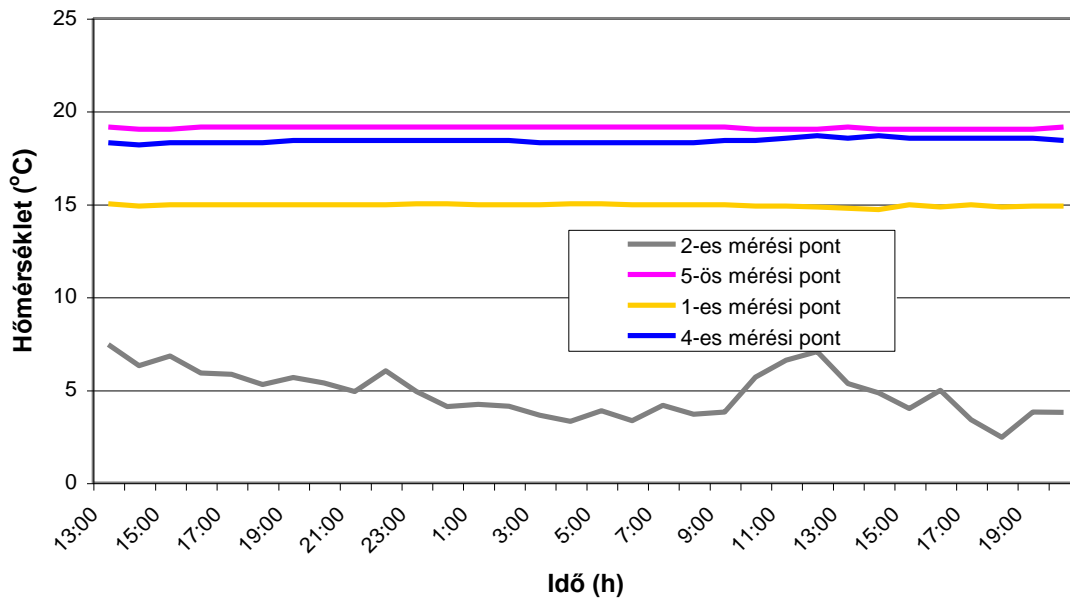
Radon mérés



2. ábra Hat mérési pont folyamatos radon-mérésének eredményei

Jól látható, hogy a mért értékek változásai azonos tendenciát követnek, ami betudható az azonos légtérnek. Ami a legérdekesebb, az az 5-ös mérési pont eredménye, amely jóval magasabb radon-koncentráció értéket mutat a többihez viszonyítva. Ez a radon forrásának a feldúsulási irányába mutat. Ezen a ponton újabb elágazó, agyaggal erősen borított felső járatok találhatóak. A kutatást ezen a ponton mindenképpen folytatni kell, a járatban található kőzetek és agyakok radioaktív anyagtartalmát meg kell vizsgálni. A 2-es mérési pontot jellemzi a legalacsonyabb érték, ami nem meglepő, hiszen ez a kút aljában található, ahol egyértelműen érezhető a külső hidegebb levegő beáramlása. A radon mérések eredményei alapján valószínűsíthető, hogy a kihúzó hatás nem csak közvetlenül az 1-es és 2-es pont között történik egyfajta rövid zárként, hanem a barlang távolabbi részei is be vannak kapcsolva. Ezt bizonyítja, hogy a 1-es ponton mért radon mennyisége jelentősebb, mint ami a 2-es pontban tapasztalható.

Hőmérsékletmérés



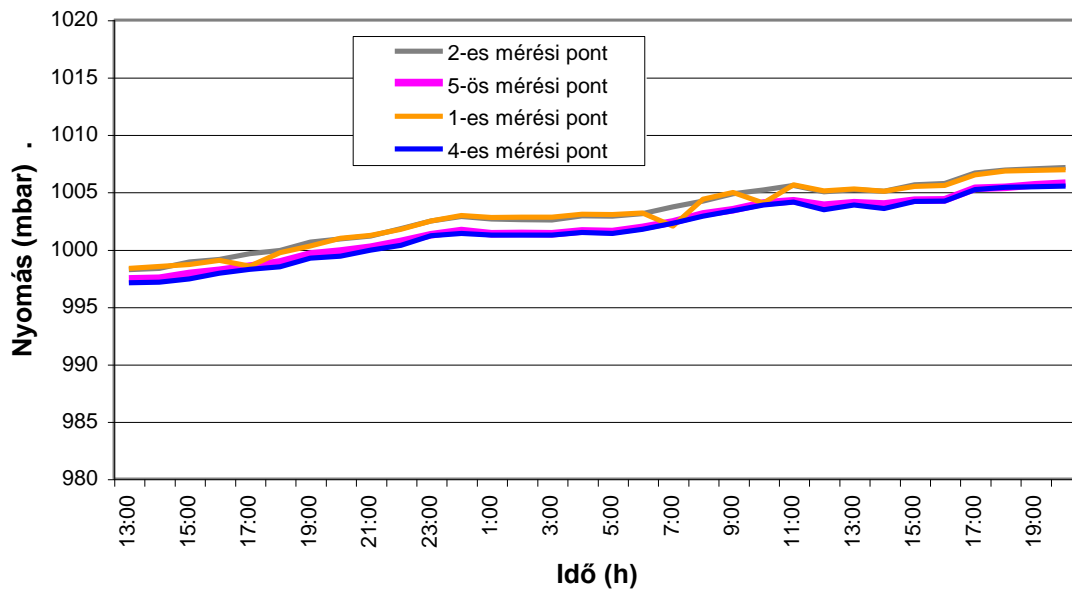
3. ábra Négy mérési pont folyamatos hőmérséklet mérésének eredményei

A legalacsonyabb hőmérséklet a felszínnel közvetlenül kommunikáló 2-es mérési ponton volt mérhető, vagyis itt a barlangba befelé mozduló légáramlás a jellemző. Ettől távolodva egyre növekszik a hőmérséklet, ami a mért legmagasabb értéket a legtávolabbi, a 2-es mérési ponton veszi fel. Vagyis a barlang hőmérséklet kiegyenlítő hatása láthatóan érvényesül.

A lépcsőn a levegő felfelé áramlik, amit bizonyít a meleg levő lehűlése révén kondenzálódó nedvesség a pénztár előtti térben.

A 2-es mérési pont kivételével a hőmérséklet jó közelítéssel az adott mérési pontokon állandónak tekinthető, vagyis ott összefüggés a radon változása és a hőmérséklet között nem található.

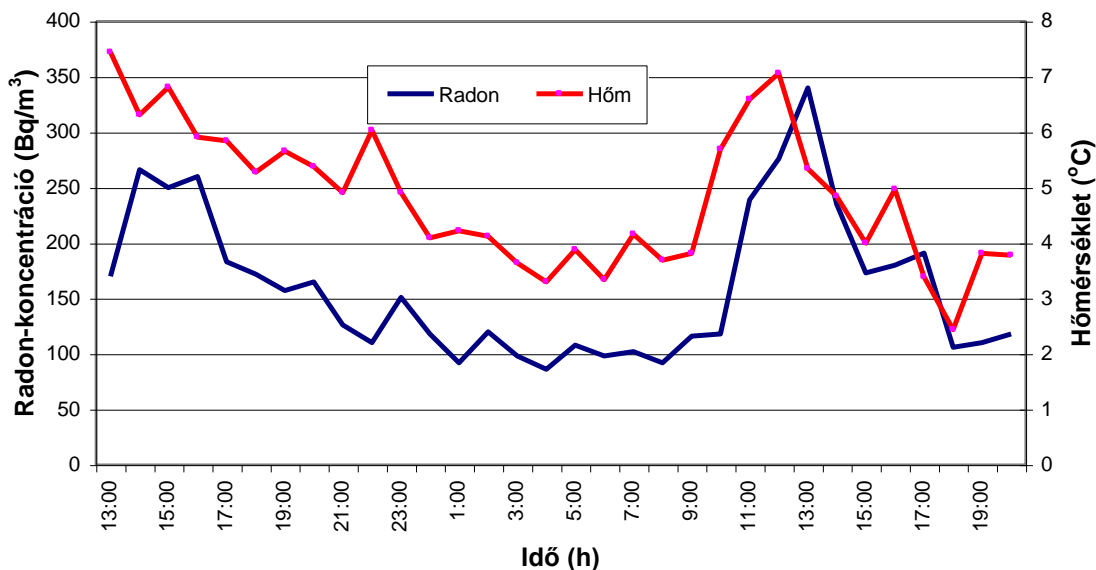
Nyomásmérés



4. ábra Négy mérési pont folyamatos nyomás mérésének eredményei

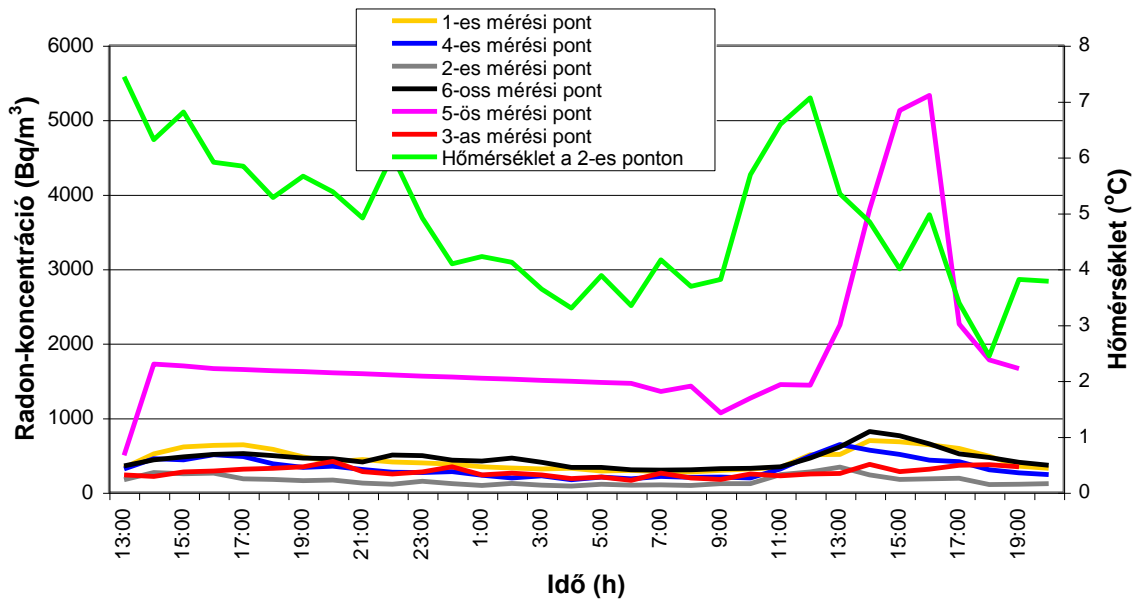
A nyomás értékek tendenciájukat tekintve azonosan mozognak 997 és 1007 mbar között. A radon-koncentráció változásával látható összefüggést nem mutatnak.

A 2-es mérési pont eredményeinek összehasonlító elemzése

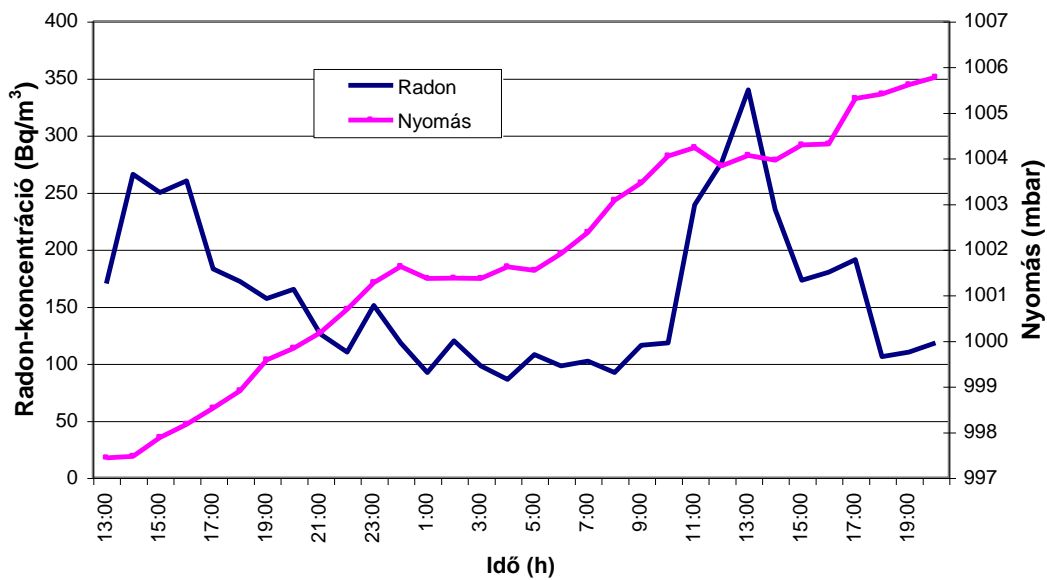


5. ábra Radon és hőmérséklet viszonyok a 2-es mérési ponton

Látható, hogy a hőmérséklet változását nyomon követi a radon mennyiségének változása. Ennek oka a hőmérséklet különbségből eredő hajtóerő a levegő mozgására. Jellemezzük a barlang belső állandó hőmérsékletét +18 °C -al. Ekkor a téli 0 °C 18 fok különbséget jelent, míg a +5 fok már csak 13-at, vagyis a légmozgás hajtóereje csökken. Ez nagyon jól látható a 5-ös ábrán. Amint a hőmérséklet +4-ről +7 fokra emelkedett, nyomban növekedéssel reagált a radon mennyisége is, 110-ről 340 Bq/m³-re. A 6-os ábrán látható, hogy ez minden ponton tapasztalható volt, de a hatás a távolabbi pontokon később jelentkezik.



6. ábra Radon koncentráció változások a különböző mérési pontokon, és a 2-es mérési pont hőmérséklet változása



7. ábra radon és nyomás viszonyok a 2-es mérési ponton

A 7. ábrán összevetettük a nyomás értékeket is a radon-koncentráció értékeivel, de értékelhető összefüggésre nem bukkantunk.

1.3. Víz radon mérés

A vizsgálat során alkalmazott eszköz:

Radim 3 WR félvezető detektorral felszerelt víz radon monitoring eszköz.

Víz radon mérések eredményei

Mintavétel időpontja	Mintavétel helye	Radon-koncentráció Bq/L	Hiba Bq/L
2003.10.18 16:00	Kikötő	4,3	± 0,3
2003.10.18 17:00	Kikötő	5,6	± 0,5
2003.10.18 18:00	Kikötő	3,8	± 0,3
2003.11.03 15:30	Kikötő	4,5	± 0,3
2003.11.03 16:30	Kikötő	8,2	± 0,6
2003.11.03 17:30	Kikötő	4,7	± 0,4
2003.11.21. 18:10	Kikötő	4,9	± 0,4
2003.11.21. 19:10	Kikötő	5,3	± 0,5
2003.11.21. 20:10	Kikötő	6,1	± 0,5
2003.12.05. 17:45	Kikötő	5,9	± 0,5
2003.12.16. 16:20	Kikötő	4,9	± 0,4
2003.12.16. 17:20	Kikötő	5,2	± 0,4
2003.12.16. 18:20	Kikötő	5,4	± 0,5

A barlang vízében mért radon mennyisége meglehetősen alacsony (Veszprémi ivóvíz átlagos radon-tartalma 10 Bq/L) Emiatt a barlangban kialakuló radon-koncentrációkra jelentős hatása nincs. Továbbá valószínűsíthető, hogy a radon forrása nem a víz felszíne alatti rétegekben húzódhat meg, hanem víz felett kell, hogy elhelyezkedjen.

2. Víz alatti gázbuborékok elemzése

A víz alatti kövek aljára és oldalára tapadva kisebb, nagyobb gázbuborékok találhatók, amelyek időnként leválva elindulnak a felszín felé. A legnagyobb mennyiségben, a Déli kerülőben és a Poseidon nagy levegős teremben találkozhatunk a gázbuborék feltörésekkel, mivel itt található a legtöbb leszakadt kőzet és törmelék. A buborékok eredete nem tisztázott

A gázbuborékok elemzése során alkalmazott eszközök

-FT-IR (Fourier Transzformációs Infravörös Spektrométer) és
-GC-MS (Gázkromatográf-Tömegspektrométer) berendezéseket alkalmaztuk. Ezek segítségével megállapíthatók a gáztér főbb komponensei és a nyomnyi szennyezők is kimutathatók.

Az FT-IR készülékkel a gáztér CO₂ koncentrációját vizsgáltuk amely csaknem 10-szerese volt a normál levegő CO₂ koncentrációjának amely bizonyítja a gáztér környezettől való csaknem teljes elszigeteltségét. A jelenlévő CO₂ valószínűleg a karbonátos kőzetek kioldásakor szabadult fel.

A GC-MS vizsgálatok eredményei szerint a gáztér összetétele a CO₂ kivételével nem mutat nagy eltérést a normál levegőtől. Az O₂ aránya kissé kevesebb az átlagos 20,93 %-nál, 19,26 %-nak bizonyult. Sem szerves szennyezők (metán) sem egyéb káros anyagok (kénhidrogén) még nyomnyi mennyiségben sem voltak kimutathatók.

3. Összefoglalás

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a radon-koncentrációja az egyes területeken széles tartományban mozog, néhány száz Bq/m³-től több tízezer Bq/m³-ig. A nyomdetektoros mérések eredményei azt mutatják, hogy a vízzel elzárt terek radon mennyiségének változása szezonálitással nem jellemezhető, a változásokat kiváltó okok pontosan nem behatárolhatók. Ezen a területen további vizsgálatok szükségesek és újabb mérési pontokat is be kell vonni a kutatásba.

A folyamatos mérések eredményei összefüggést mutatnak a hőmérséklet és a radon mennyiségének változása között, és irányt mutattak a radon forrásának elhelyezkedését illetően. A barlangban lévő víz radon tartalma nem jelentős a veszprémi csapvíz átlagát sem éri el.

A gázbuborékokban káros illetve mérgező anyagok nem találhatók.