

**Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat
Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium**

Cholnoky Jenő Karszt- és Barlangkutató Pályázat

Kategória:
Egyéni Pályázat

A TDK DOLGOZAT CÍME:

Barlangi szifontavak vízszintváltozásainak vizsgálata

A SZERZŐ NEVE:

Sűrű Péter

MISKOLCI EGYETEM

HIDROGEOLÓGIAI-MÉRNÖKGEOLOGIAI TANSZÉK

2006. június 15.

Tartalom:

1. Bevezetés.....	3
2. Helyszíni viszonyok:	4
3. Földtani-vízföldtani viszonyok:.....	5
4. Mérések, műszerek:.....	6
5. Mérési eredmények:	7
5.1. Létrási-Vizes-barlang:	7
5.2. Szepesi-Láner-barlangrendszer:	8
5.3. A Létrási-Vizes-barlang és a Szepesi-barlang összehasonlítása:	10
6. Továbbvezető út:	11
7. Összefoglalás:	11
8. Irodalomjegyzék:	12
9. Ábrajegyzék:	13

1. Bevezetés

Magyarországon a karsztvíznek igen nagy gyakorlati jelentősége van, mivel a hazai ivóvíztermelés 10-12%-át adja, és a mélykarszton keresztül táplálja a legfontosabb hévforrásainkat. A legjobb minőségű ivóvíz a karsztforrásokból nyerhető. Több nagyvárosunk vízellátásában is jelentős szerepet játszik. A bükki karsztforrások két megyeszékhely vízellátását is biztosítják. A karszt azonban igen sérülékeny; a karsztos felszínre kerülő szennyeződések szinte akadálytalanul mosódhatnak be, nagy mennyiségű vizet elszennyezve. A karsztforrások hozama erősen ingadozó. Ezért kell lehetőleg minél pontosabb ismeretekkel rendelkezni a víz mozgásáról a karsztban. Miskolc ivóvizének jelentős része származik a felső-hámori Anna forrásokból, melyek a konyhasóval és fluorezceinnel végzett víznyomjelzések szerint kapcsolatban állnak a Létrástető környéki barlangok vizeivel. Dolgozatomban a Létrási-lápa két barlangjában végzett kétéves méréssorozatot dolgozom fel. Ennek célja a barlangok végponti tavainak vízszintváltozása és a csapadék közötti összefüggés megállapítása. Az általam vizsgált barlangok, azaz a Létrási-Vizes-barlang és a Szepesi-Láner-barlangrendszer a Bükk legtöbbet kutatott barlangjai közé tartoznak. Mégis elég hézagosak az ismereteink róluk, mivel a különleges barlangi viszonyok között a kutatáshoz megfelelő tapasztalat, fizikai felkészültség, felszerelés, és elsősorban jó csapatmunka szükséges.

2. Helyszíni viszonyok:

Az általam vizsgált barlangok a Bükk hegységben találhatóak, mely az Északi-középhegység legnagyobb kiterjedésű és legnagyobb átlagmagasságú tagja. Nyugatról a Tarna, keletről a Sajó, észak-északkeletről a Bán-patak völgye határolja; északnyugaton a Hevesaranyos-Mikófalvi-medencére, délen a Heves-Borsodi-Mezőségre ereszkedik. A hegység központi része a Nagy-fennsík. Az ország legnagyobb egybefüggő és legmagasabban fekvő karsztvidéke. Két részre osztható: a 600-900 m tszf.-i magasságú Bükk-fennsíkra, és a 350-750 tszf.-i magasságú Kis-fennsíkra. A két részt a Garadna-völgy választja el egymástól. A barlangok bejárata a Nagy-fennsík északkeleti végében lévő Létrási-lápán nyílik (1. ábra). A Létrási-Vizes-barlang a karsztos és nem karsztos kőzetek határán 557 m tszf.-i magasságban nyíló időszakos víznyelőbarlang. (2. ábra) 1963 és 1993 között tárták fel. Eddig 58 m mélységig és kb. 3 km hosszban ismert. Jellemét tekintve többszintes víznyelőbarlang. Főbb járatai É-ÉK-D-DNy csapásirányú hasadékok mentén alakultak ki (3. ábra). A barlang Fő-ágában vaslétrák segítik a közlekedést (4. ábra). A barlang egyenletesen lejt a végpontot jelentő Tóig, ahol összefolyik a Fő ág időszakos és a DNy felől becsatlakozó Búvár-ág állandó patakja. A Búvár-ágban a tektonikai viszonyok alapján a Létrástetői kutatóház melletti Tavi-nyelőben eltűnő patak vize jelenik meg, amit a vízfestések eredménye is igazol. A Szepesi-Láner-barlangrendszer az 1962 óta ismert Szepesi- és a nagyrészt 1985-86-ban feltárt Láner Olivér-barlang 1993 végi összenyitásával jött létre. A mérések helye a Szepesi-barlang, bejárata a Létrási-lápa északkeleti végében, a Névtelen-Kerek-hegy déli lábánál nyílik, 552 m tszf. magasságban. A barlang jelenlegi ismert mélysége 158 m, felmért hossza 2,5 km. Átmenő barlang jellegű, nincs aktív víznyelője. Vízvezető „szintes” ága 128 m mély lépcsőzetes aknarendszeren keresztül közelíthető meg, ami a vaslétrás kiépítés ellenére is csak tapasztaltabb barlangkutatók számára ajánlott, szűkebb, technikás részei miatt. A barlang főága K-Ny-i irányú; keleti végpontján, a bejárat szintje alatt 143 méterrel található méréseim helyszíne, a Tó, melyben különböző merülések alkalmával 15-20 m-es vízmélységig jutottak le (5. ábra).

3. Földtani-vízföldtani viszonyok:

A Bükköt felépítő kőzetek képződése mai ismereteink szerint a paleozoikum végén, a középső-karbon idején kezdődött. A jura időszak közepéig, 100-120 millió év alatt képződött üledékes kőzetei Afrika partjainak É-i szomszédságában rakódtak le. Közéjük két tűzhányó működési szakasz anyagai: diabáz, porfirit és tufáik települtek. A késő jura és eocén korok közötti 90 millió évben képződött kőzetek nincsenek a hegység területén. Kőzetanyaga ebben az időszakban két szakaszban meggyűrődött, kialakultak a jellemző gyűrt-takarós szerkezetek. A kréta végén a hegység elődje szárazulattá emelkedett, és felszíne az eocén alatt trópusi környezetben tönkfelszinné alakult. A Bükk-fennsík legmagasabb bércei valószínűleg ennek az egységes sík felszínnek a maradványai. A harmadidőszak során a hegység több lépcsős kiemelkedésen, süllyedésen ment keresztül. Ezalatt felszínét sekélytengeri és szárazföldi üledékek borították be. Ma is megfigyelhető karsztosodása jelentősebb mértékben csak az agyagos üledékek lepusztulása után, a pliocén második felében indulhatott meg. A jelenleg aktív, vizet vezető üregek kialakulása a pleisztocénra tehető és fejlődésük ma is tart.

A Bükk felszínén lévő kőzetei vízföldtani szempontból négy nagy csoportra oszthatók: kitűnő-jó vízvezető karsztosodó kőzetek, közepes-gyenge vízvezető karsztosodó kőzetek, nem karsztos vízzáró kőzetek és vízzáró kőzetek. (6.ábra) A vizsgált barlangok kitűnő-jó vízvezető karsztosodó kőzetben, a Nagy-fennsík Fehérkői mészkősávjában található.

A különböző vízfestéses és egyéb vizsgálatok alapján ezek a barlangok egy, a Létrási-Vizes-barlangtól a lillafüredi Szt. István-barlangig terjedő barlangrendszer részei, mely a sávot délről határoló vesszősi agyagpala területén jelentős nemkarsztos vízgyűjtővel rendelkezik (7-8. ábra). Az ezt bizonyító első bükki barlang összekötés a Marcel Loubens Barlangkutató Egyesület nevéhez fűződik. Ez 1993-ban történt a Szepesi- és a Láner-barlangok összebontásával. A további feltárásokat elősegítheti a barlangok jelenlegi végpontját jelentő vizes szifonok vizsgálata, amely a karszt vízháztartásának ismerete szempontjából is fontos. Ugyanis így megtudhatjuk, hogy a csapadék milyen gyorsan és milyen mennyiségben jelenik meg a barlangban, és mennyi idő alatt szívárog el a száraz időszakban.

4. Mérések, műszerek:

A szifontavak vízállásáról 1983 februárjától 1990 végéig lapvízmércéről (9. ábra) leolvasott heti-havi gyakoriságú megfigyeléseink vannak. Azóta nem történtek mérések, tehát 1990-től nincsenek adatok ezekről a tavakról. Az akkoriban havi egy-két alkalommal végzett leolvasások nem adtak képet arról, hogy időben és mennyiségben hogyan jelenik meg a barlangban a lehullott csapadék. Csak általános, éves változásokra lehetett belőlük következtetni. Ennél sűrűbb adatsort csak hosszabb távú (több napos) lent-tartózkodással lehetett volna nyerni (Ilyen kísérletet eddig csak a bükki barlangoknál könnyebben járható Mátyáshegyi-barlang tavánál végeztek 1965 tavaszán).

A 2004 májusában újratekintett méréseket Dataqua PIC-WISE típusú egycsatornás nyomásmérő műszerek segítségével végeztem. A műszerek naponta közel százötven mérési adatot rögzítettek, mivel tizenöt, majd az árhullámok levonulásának pontosabb megfigyeléséhez 10 perces mérésre állítottam őket. A mérés centiméter pontosságú. A mérés viszonyítási pontja a barlangokba beépített, az országos felméréshez illesztett lapvízmérce állása, így az adatok összehasonlíthatók a korábbi mérési adatokkal. Sajnos az adatok kinyerése a nehéz körülmények miatt a helyszínen nem volt lehetséges, mivel a műszerek csak lappal, soros porton keresztül voltak olvashatók, ezért ez csak a felszínen, két-háromhavonta történhetett meg. Ilyenkor eleinte több nap kiesés történt, mert az emberhiány miatt nem volt megoldható az azonnali visszahelyezés. Később a műszerek megfelelő sorrendben történő cseréjével sikerült elérni, hogy a Szepesi-barlangban folyamatosá váljon, a Létrási-Vizes-barlangban pedig csak fél- egy nap kieséssel folyjon a mérés. Így a Szepesi-barlangban több mint 40.000 adatot tartalmazó folyamatos adatsort tudtunk rögzíteni, ami jelenleg is folyamatosan bővül, október vége óta hőmérsékleti adatokkal kiegészülve. További nehézséget okozott, hogy a túraengedélyekhez csatolt figyelmeztetések ellenére többször előfordult a telepített műszerek kisebb elmozdítása. A mért adatokon jól látható elmozdítások korrigálhatók voltak a vízmércéről telepítések és adatkinyerések alkalmával leolvasott vízállások segítségével, egy alkalommal a légzőkábel elszakadása azonban komoly adatvesztést okozott.

5. Mérési eredmények:

5.1. Létrási-Vizes-barlang:

A barlangban az első mérést 2004.05.31. és 2004.07.13. között végeztem. A mért adatok alapján készült grafikont (10. ábra) összekapcsoltam a következő két leolvasás grafikonjával és Jávorkútra korrigált bánkúti csapadék adatokkal egészítettem ki (11. ábra). Jól látszik, hogy minden jelentősebb (10 mm feletti) csapadékot a Tó több tíz centis hirtelen vízszintemelkedése követ. Ez alól csak a június 11-i áradás kivétel, de csak a légvonalban több mint 8 kilométerre levő bánkúti csapadékmérő állomás adataiból lineáris összefüggés alapján számolt csapadékadatokat tudtam használni; így ezeket megfelelő kritikával kell kezelni. Az árhullámok igen gyorsan vonultak le. Az adatok szerint a vízszintemelkedés kezdete után egy-két órával már tetőztek, majd a vízszintemelkedés nagyságától függően egy-két nap alatt fokozatosan lassuló apadással vonulnak le.

A második mérésorozat (12. ábra) legmeghatározóbb része a június végén kezdődött egy hónapos száraz időszak után július 26 és 28 között lehullott több, mint 190 mm-es csapadékcsoport okozta 1 m-es vízszintváltozás. Jól látható, hogy az első 26-i csapadékhullám, bár ez volt a legnagyobb, nem okozott számottevő vízszintnövekedést, mivel a kiszáradt talajpórusok és a növényzet nagyrészt felszívták. Csak hozzávetőleg egyharmada juthatott be a barlangba. Az ezt követően telített, több víz felvételére már nem képes talajra hulló csapadék már akadálytalanul szivároghatott be. Jelentősen megnőtt a barlang nem karsztos vízgyűjtőjéről érkező víz mennyisége is. Az áradás utáni lassabb apadás a D-i palafelszínről szivárgó vizek beérkezésének köszönhető. Az apadási görbe kiugrásait talán a számítottnál nagyobb csapadékot adó helyi záporok okozhatták. Az augusztusi záporoknál ismét megfigyelhető, hogy a csapadékcsoportok együttes hatása jóval nagyobb, mintha egymástól időben távol hulltak volna le.

2004 szeptemberétől több, mint két hónapos adathiányom van, mivel nem sikerült megszerveznem a műszer letelepítését. Az újbóli lehelyezést november második felében sikerült megoldani (13. ábra). Ekkora már leesett az első jelentősebb 25cm-es hótömeg. A hóesést eső, havas eső formájában lehullt csapadékok követték. A hótakaró olvadása és az olvadékvizek szinte akadálytalan beszivárgása hosszú távon is jelentősen megemelték a tó vízszintjét. A hótakaróban és a fagyott talajban megkötött víz fokozatos beérkezése elnyújtotta az apadást. December 17-én, 20-án és 22-én lehullt összesen több, mint 10 cm-es hótakaróra 26-án és 27-én esett eső a tavaszi záporokhoz hasonló árhullámot okozott. Ezt

követő hóesések stabilan tartották a vízszintet, az csak a januári fagyok beálltával kezdett ismét csökkenni.

A 2005. január 25. és június 4. közötti újabb adathiány oka a műszer légzőkábélének szakadása volt. Utolsó mérés (14. ábra) alkalmával a mérések időközét próbaképpen 15-ről 10 percesre állítottam, de ez nem adott több információt, így a következő telepítés alkalmával ritkítani fogom a méréseket. A vízszintváltozások az egy évvel korábbiakhoz hasonlóak, azonban a tó alapszintje magasabb, a csapadékosabb tavaszi időjárásnak köszönhetően.

5.2. Szepesi-Láner-barlangrendszer:

A Szepesi barlang K-Ny –i irányú, átmenőbarlang jellegű, azonban teljes hosszán ma már csak nagy csapadékok és hóolvadás után folyik végig a patak. A mélypontját jelentő Tó vízszintje feltehetőleg a karsztvízszintet jelenti. Igen állandó, 45-60 cm körüli érték. 1983-ban például a következő adatokat olvasták le:

02.27.: 45 cm

04.07.: 60 cm

08.18.: 47 cm

12.01.: 45 cm

12.29.: 44 cm

Mint látható, az adatok igen szórványosak, ami azzal magyarázható, hogy a barlang nehezen, csak tapasztalt barlangászok számára járható.

A vízszint csak nagy szárazságok idején süllyed 10-15 cm-t. Méréseim előtt úgy gondolták, hogy ez fölfelé is igaz, áradások is csak maximum 10-20 cm-es vízszintemelkedést okozhatnak. A Tavat állandó vízfolyás is táplálja, a Keleti-ág forrásának rövid patakja folyik bele. Valószínűleg a barlang talpa alatti keskeny hasadékok vize is ide ömlik.

2004. július 9-én kezdtük meg a mérést a barlangban. Ekkor még egy órás mérés-időközre állítottuk a műszert, mivel nem számoltunk nagymértékű, gyors vízszintváltozással, és szeretnénk volna elérni, hogy lehetőség szerint minél ritkábban kelljen kiolvasni az adatokat. Az első kinyert adatsor még úgy tűnt, hogy igazolja a korábbi feltételezéseket. A belőle szerkesztett grafikonon nem látszott komolyabb árhullám (15. ábra), bár ekkor esett le a 2004-es év legnagyobb csapadékcsoportja, három nap alatt 195mm. A vízszint emelkedése csak kétnapos késéssel követte a csapadék lehullását. Az árhullám jellegét cm-es felbontásban nem lehetett megfelelően vizsgálni, ezért felvettem a kapcsolatot a műszer gyártójával a Dataqua 2002 kft.-vel ahol a kinyert adatokat milliméter felbontásúra konvertálták számomra. A milliméteres felbontású grafikonon (16. ábra) már jól látszik, hogy az áradó víz lassan, több mint 22 óra alatt tetőzött, az apadás folyamata ennél nagyságrendekkel lassabb a következő

árhullám megérkezéséig eltelt 27 nap alatt sem állt helyre az eredeti vízszint. Az augusztus 25-i árhullámot szintén egy nagyobb több mint száz mm-es csapadécsoport okozta.

A második telepítés a már említett szervezési nehézségek és meghibásodások miatt csak a következő év január 25-én volt lehetséges; ekkortól azonban a Létrási-Vizes-barlang és a Szepesi-barlang műszerének megfelelő sorrendben történő cseréjével egészen október végéig folyamatos adatsort tudtunk rögzíteni. A műszert ekkor a két barlang adatsorának könnyebb összehasonlíthatósága érdekében a Létrási-Vizeshez hasonlóan 15 perces mérésgyakoriságra állítottam. A kinyert adatok igen meglepőek voltak (17. ábra). Kiderült, hogy a tavaszi hóolvadás több mint 1,5 m-es vízszintemelkedést okozott, ami a Tónál lerakott friss színlőn is látható volt. Az árhullám több mint két nap alatt tetőzött. Előtte a tó szintje rendkívül állandó, majdnem két hónapon keresztül folyamatosan 50 cm, ettől csak február 23-2.-én tért el kis mértékben, amit valószínűleg a két nappal korábban, 21-23 közötti leesett 40 cm hó kismértékű olvadása okozhatott. Sajnos nem jutottam megfelelő hőmérsékleti adatokhoz, ezért nem tudtam vizsgálni, hogy az olvadékvíz milyen gyorsan jelent meg a barlangban, de megfigyeléseim szerint 15-én, egyesületünk tavaszi kutatótáborának utolsó napján, már egyértelmű volt az olvadás, legintenzívebb a következő hétvégén, 18-án és 19-én volt. A vízszint tetőzése 19-én hajnal kettőkor volt. Ennek alapján, ha a legerősebb olvadással 18-án egy-két óra körül számolunk, kb. tizenkét óra alatt jutott el az olvadékvíz a Tóhoz. A későbbi árhullámok esetén a beérkezési idő ennél jóval többnek, 1-2 napnak adódott, de ezt az is okozhatta, hogy hóolvadásnál és a kora tavaszi esők idején a töbrök alatt kialakult nagy átmérőjű kürtökön is jelentős mennyiségű víz jut a barlangba.

A harmadik méréssorozattól a mérések időközét tovább csökkentettem 10 percre, és a továbbiakban az egységesebb mérések érdekében ezt a beállítást használtam. Az azonos beállítások mellett kinyert adatokat egy grafikonba szerkesztettem (18. ábra). Így vizsgálni tudtam, hogy a csapadécsoportokon belüli egyes csapadékhullámok elkülönülnek-e a vízszintváltozási görbén, mint ahogy az a Létrási-Vizesnél megfigyelhető. Az április 20-án tetőzött árhullámban sikerült is kimutatni ilyen ingadozásokat: a vízszintemelkedés öt lépcsőben, több, mint 20 óra alatt ment végbe. A július 14-i árhullámban, ami a méréssorozat legnagyobb, 3,1 m-es vízszintemelkedését okozta, azonban nincsenek ilyen ingadozások, bár egy 4 napos csapadécsoport után futott át a barlangon. Ez az árhullám más szempontokból is különleges. Rendkívül gyorsan tetőzött, a megjelenésétől számítva alig több, mint egy órán belül (a többi árhullámnál ez 12-20 óra között adódott). A tavaszi árhullámokhoz képest a kürtökön bejutó víz szerepe alárendeltebb - a beszivárgás ebben a hónapban a legalacsonyabb, az áprilisi érték kevesebb, mint fele – a hordalékmozgás és színlő nyomok alapján a víz a „szintes” ág felső végpontját jelentő 3-as és 4-es szifonokból tört fel, és folyt végig a barlangon. Az április és július közötti időszak két kisebb árhulláma jól tükrözi a beszivárgás változását. Május közepén egy 65mm-es csapadécsoport 44, míg június elején egy 84mm-es

csupán 5 cm-es árhullámot okozott. A különbség a tetőzés sebességében is megjelenik, a májusi 12, míg a júniusi 17 óra alatt tetőzött. Az augusztusi csapadékok már csak kisebb, néhány centis, lassan levonuló árhullámokat okoztak, kivéve a 15-16-i zivatart, ami 25 cm-es vízszintemelkedést okozott. Szeptembertől csak 1-2 cm-es változások láthatóak a vízszintben, amiket valószínűleg a Keleti-ág forrásának hozamváltozásai okoztak.

5.3. A Létrási-Vizes-barlang és a Szepesi-barlang összehasonlítása:

A két barlang vízjárásának összehasonlítása, a különbségek, hasonlóságok és kapcsolatok vizsgálata a mérések legfontosabb feladatai között szerepelt. A sorozatos nehézségek és az adatvesztés miatt azonban még nem áll rendelkezésemre megfelelő mennyiségű szimultán adatsor általános érvényű következtetések levonásához. Az egyetlen azonos mérésű párhuzamos adatsoron (19. ábra) jól látható, hogy míg a Létrási-Vizes-barlang Tava minden 10 mm-t elérő csapadékra reagált, addig a Szepesi-barlangban ezek nem okoztak észlelhető vízszintnövekedést, még a Vizes barlangban az észlelés időtartama alatti legnagyobb, 0,8 m-es szintemelkedést produkáló csapadék sem volt kimutatható hatással. Csak a több napos, június 7-12 közötti csapadékcsoporthoz köthető egyértelmű vízszintemelkedés. Itt megfigyelhető (20. ábra), hogy a Szepesi barlang tavának vízszintje több, mint 11 órával később kezdett el emelkedni. A legmagasabb vízszintet már csak 7 órás különbséggel érték el, de a Szepesi-barlangnál nem jelent meg a Létrási-Vizesnél látható hullámváz a görbe emelkedő szakaszán. Az eredeti vízszintre már nagyjából egyforma sebességgel, 11-12 nap alatt apadtak le.

A mérések alapján mindkét tó rendelkezik egy viszonylag stabil alapvízszinttel. A Szepesi-barlangnál ez egyértelműen látható, 50 cm körüli érték. A Létrási-Vizes-barlangnál ez főként a régi adatok alapján 190-200 cm között van (pontosabb meghatározása itt csak további mérések után lehetséges). Feltételezésem szerint ez a szifontavak túlfolyásának szintjét jelöli.

6. Továbbvezető út:

Az adatsorok összehasonlíthatósága érdekében további méréseket tervezünk a *Vízgazdálkodási döntéseket támogató monitoring rendszer megvalósítása a Bükk-vidéken a fenntartható fejlődés érdekében* GVOP-3.1.1.-2004-05-0530/3.0 pályázat keretében. A projekt során további nyolc mérőhelyet tervezünk kiépíteni a fehérkői mészkősáv, és hetet a Bükk más barlangjaiban. Az új mérőhelyeken kibővítjük a mért paraméterek körét vízhőmérsékletet és vezetőképességet is mérünk majd. Így vizsgálhatók lesznek a vízmozgások a rendszer összes tagjában a Létrási-Vizes-barlangtól a Szinvaparti-barlangig.

A további kutatásokhoz azonban szükség lenne megbízható csapadék és hőmérséklet adatokra, az ehhez szükséges automata meteorológiai állomás beszerzése és telepítése folyamatban van.

7. Összefoglalás:

A Bükk hegység Létrási-lápáján (középső triász Fehérkői Mészkőben) kialakult Létrási-Vizes- és Szepesi-barlangokban több, mint egy éve folyó méréssorozat megmutatta, hogy a Dataqua műszerekkel végzett folyamatos vízszintmegfigyelés olyan új információkkal szolgált a barlangi vízmozgásokról, melyeket a hagyományos lapvízmércés módszerekkel nem tudtunk volna megszerezni. A kezdeti nehézségek megoldása után barlangi körülmények között is jól használható módszernek bizonyult.

A Létrási-Vizes-barlangban - a kinyert adatok hézagos volta ellenére – meg tudtam figyelni az árhullámok pontos lefutását és a vízszintemelkedéshez szükséges csapadék nagyságát.

A Szepesi-barlangban kimutattam, hogy az évtizedes vélekedéssel ellentétben nagyobb (akár 3,5 m-es vízszintemelkedés is lehetséges, és hogy a beszivárgás nagyságától függően más-más az árhullámok lefolyása. A két barlang adatainak összehasonlításakor a csapadék beérkezésének idejét, a reakció mértékét és az eltérések lehetséges okát vizsgáltam.

A további kutatást jelentősen kiterjeszti majd a mérőhelyek és mért paraméterek számának bővítése, ugyanakkor még mindig jelentős probléma a helyszíni csapadék és hőmérséklet adatok hiánya, mivel a távoli mérőhelyek adatai nem mindig használhatóak.

8. Irodalomjegyzék:

Berki Z.-Kovács A. Gy. et al.: A Bükk – Turistaatlasz és útikönyv (M = 1:40000)

Cartographia kft. Budapest, 2002.

Berkesi L.: A Mátyáshegyi-barlang Tavának kéthetes vizsgálata = Karszt és Barlang, 1965/I. 79-82.

File F.: Létrási-barlangok (M = 1:50 000) Kéziratos térkép, 2004.

File F.: Létrástető geológiai és víznyomjelzés térképe(M = 1:50 000) Kéziratos térkép 2004.

Juhász A.: A Létrástetői-barlang = Karszt és Barlang 1962/II. félév. 45-49.

Lénárt L.: A Bükkben keletkezett kitermelhető karsztvízkészlet folyamatos meghatározásának módszere XIV. Kézirat, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2005. február

Lénárt L.: A Létrási-Vizes-barlang komplex barlangtani felmérése. Kézirat Miskolci Egyetem, Miskolc, 1976.

Lénárt L.: Karszthidrogeológiai érdekességek a Dataqua 2002 mérőműszerekkel mért bükki barlangi vízszintek alapján. Felszín alatti vizek konferencia. Balatonfüred, 2005.

Maucha L.: A karsztvizek jelentősége és kutatása hazánkban = Karszt és Barlang

Sásdi L.: A Bükk hegység vízföldtani térképe.(M = 1:200 000, 2004.)

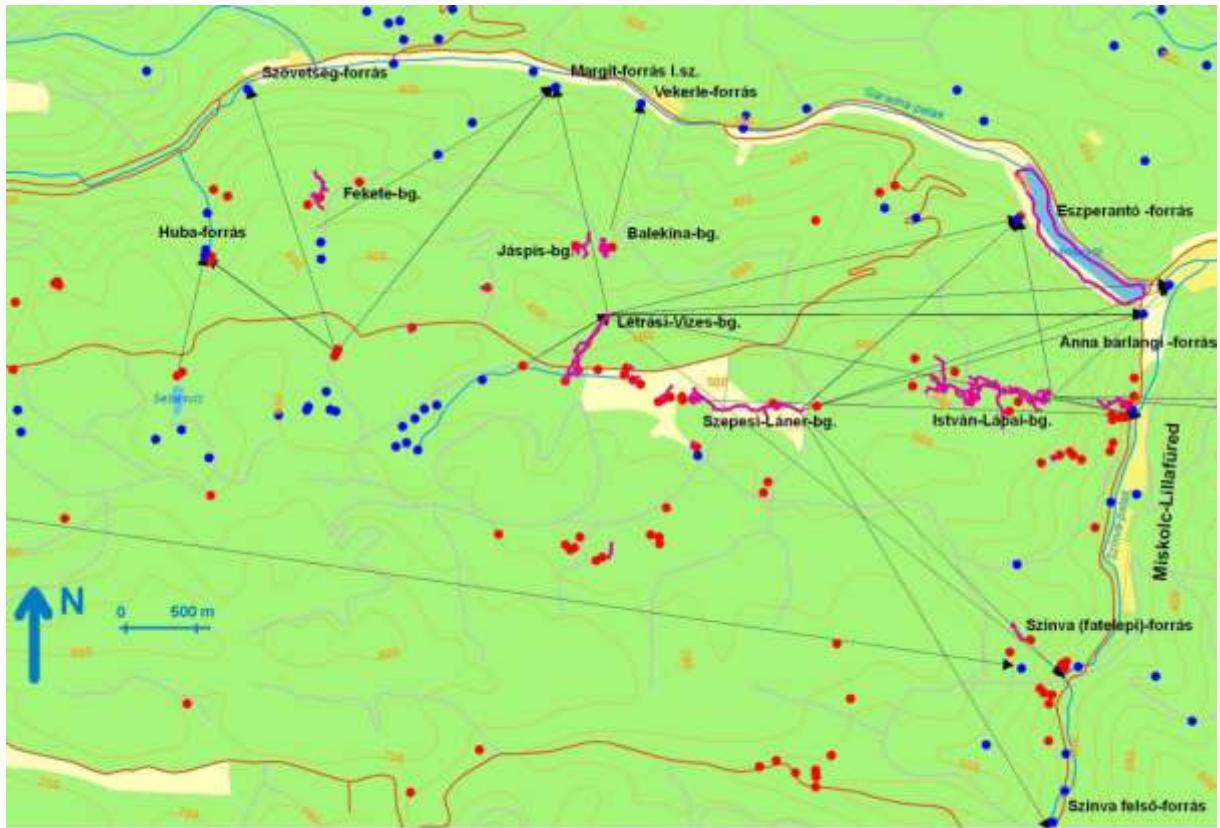
Sásdi L.-Less Gy.-Pelikán P.: A Bükk karsztvíztároló összeleteinek térbeli lehatárolása. Karsztvízkutatás Magyarországon - bükki karsztvízkutatás legújabb eredményei konferencia. Miskolc, 2002. január 24-26., 2002. pp.7-15.

Sárváry I.: A Létrás-Istvánlápai-barlangrendszer = Karszt és Barlang 1969.II.53-56.o.

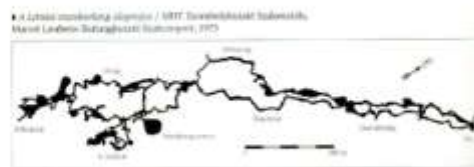
Székely K. [szerk.]: Magyarország fokozottan védett barlangjai. Mezőgazda kiadó. 2003.

9. Ábrajegyzék:

- 1. ábra:** Létrási-barlangok (M = 1:50 000) File Ferenc
- 2. ábra:** Létrási-Vizes-barlang alaprajza (M = 1:2000)
Marcel Loubens Barlangkutató Egyesület 1975
- 3. ábra:** Létrási-Vizes-barlang, Ferde-folyosó (Fotó: Gyúró Lehel)
- 4. ábra:** Út a mélybe (Fotó: Scheffer János)
- 5. ábra:** Szepesi-barlang alaprajza (részlet). (M = 1:200, Kovács Zs. 2004.)
- 6. ábra:** A Bükk hegység vízföldtani térképe.(M = 1:200 000, Sásdi L. 2004.)
- 7. ábra:** A feltételezett Létrási-Istvánlápai barlangrendszer. (M = 1:25 000 Sárvány I. 1969.)
- 8. ábra:** Létrástető geológiai és víznyomjelzés térképe. (M = 1:50 000 File F. 2004)
- 9. ábra:** A Létrási-Vizes-barlangban beépített lapvízmérce (Fotó: Lénárt László)
- 10. ábra.:** Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása 2004.05.31. – 2005.01.25.
- 11. ábra:** Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása 2004.05.31. – 2004.07.13.
- 12. ábra:** Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása 2004.07.14. – 2004.09.19.
- 13. ábra:** Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása 2004.11.19. – 2005.01.25.
- 14. ábra:** Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása 2005.06.04. – 2005.07.09.
- 15. ábra:** Szepesi-barlang, Tó vízállása 2004.07.09. – 2004.10.02.
- 16. ábra:** Szepesi-barlang, Tó vízállása 2004.07.09. – 2004.10.02. (mm-es felbontás)
- 17. ábra:** Szepesi-barlang, Tó vízállása 2005.01.25. – 2005.03.26.
- 18. ábra:** Szepesi-barlang, Tó vízállása 2005.03.26. – 2005.10.30.
- 19. ábra:** Szepesi-, és Létrási-Vizes-barlangok vízmozgásainak összehasonlítása
- 20. ábra:** Szepesi-, és Létrási-Vizes-barlangok vízmozgásainak összehasonlítása
(5x-ös torzítás)



1. ábra



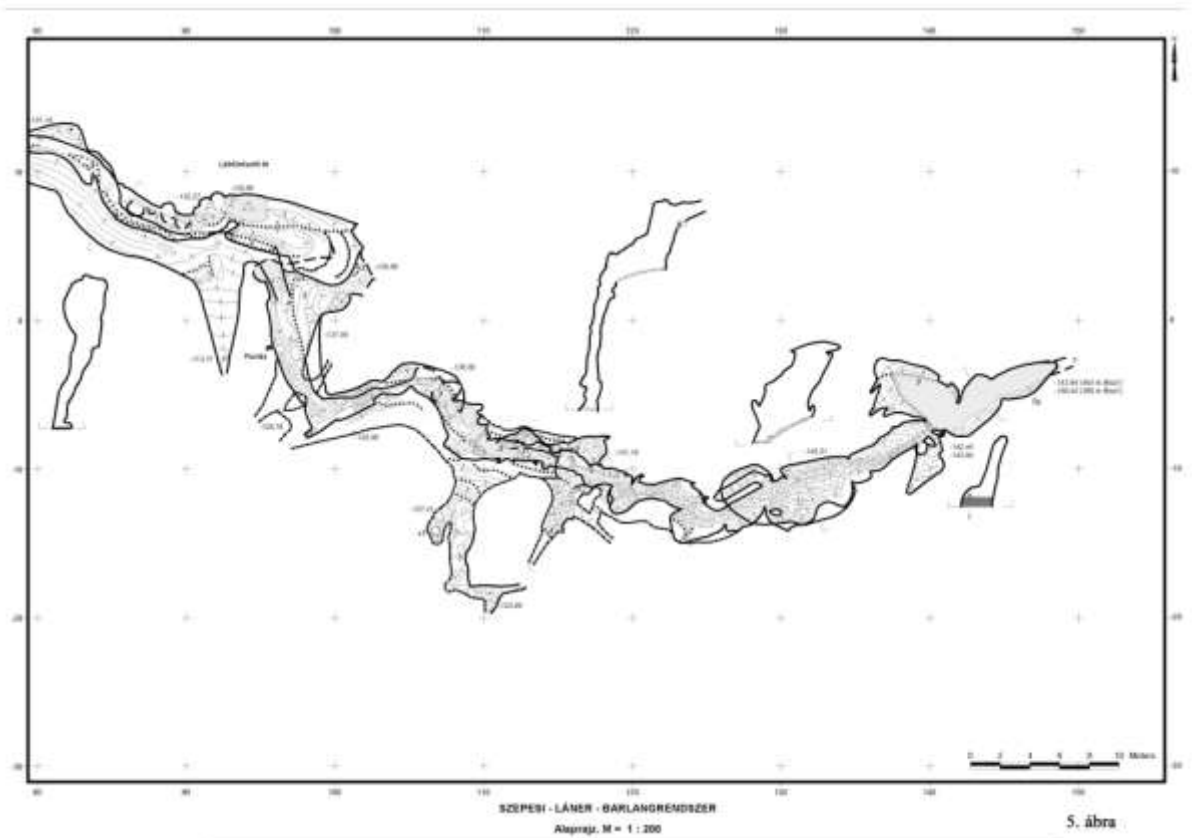
2. ábra



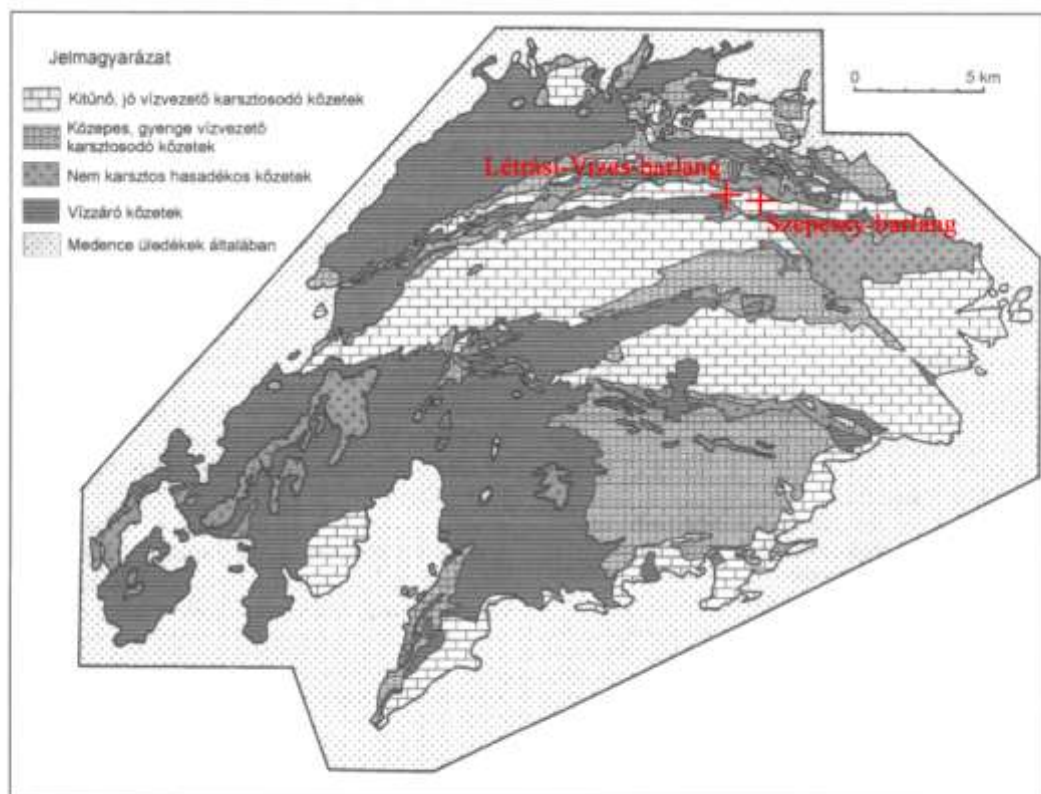
3. ábra



4. ábra



5. ábra



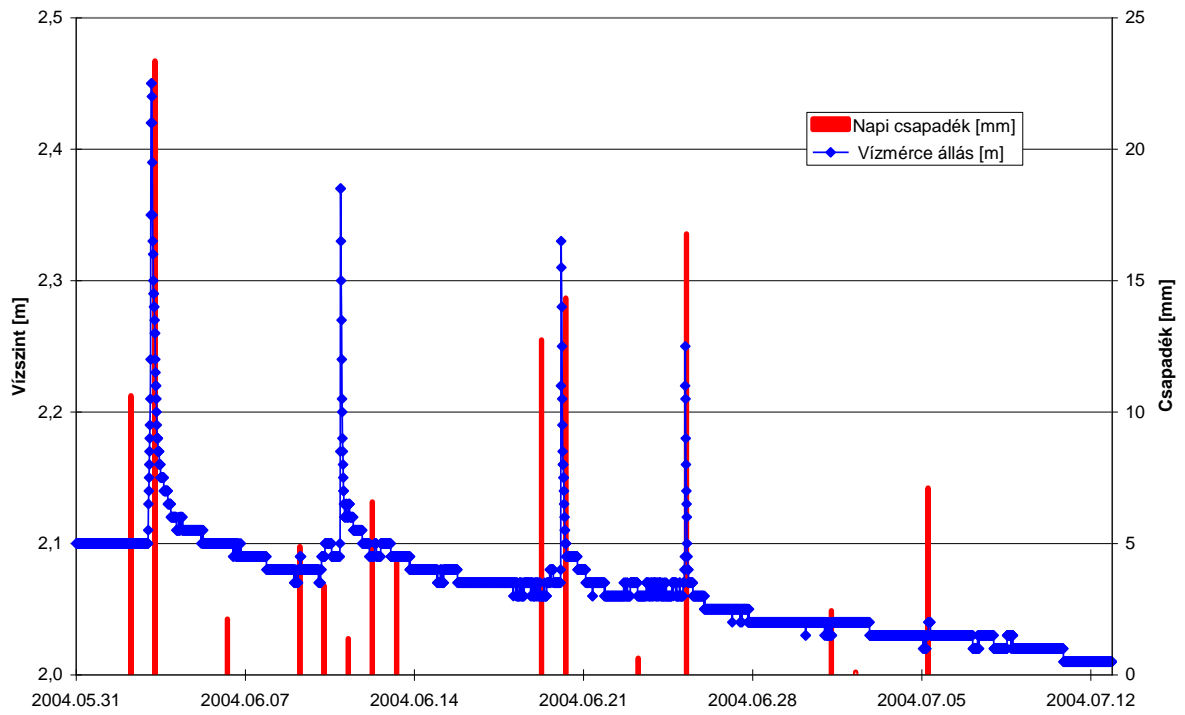
A Bükk hegység vízföldtani térképe (Szerkesztette: Sásdi László)

6. ábra

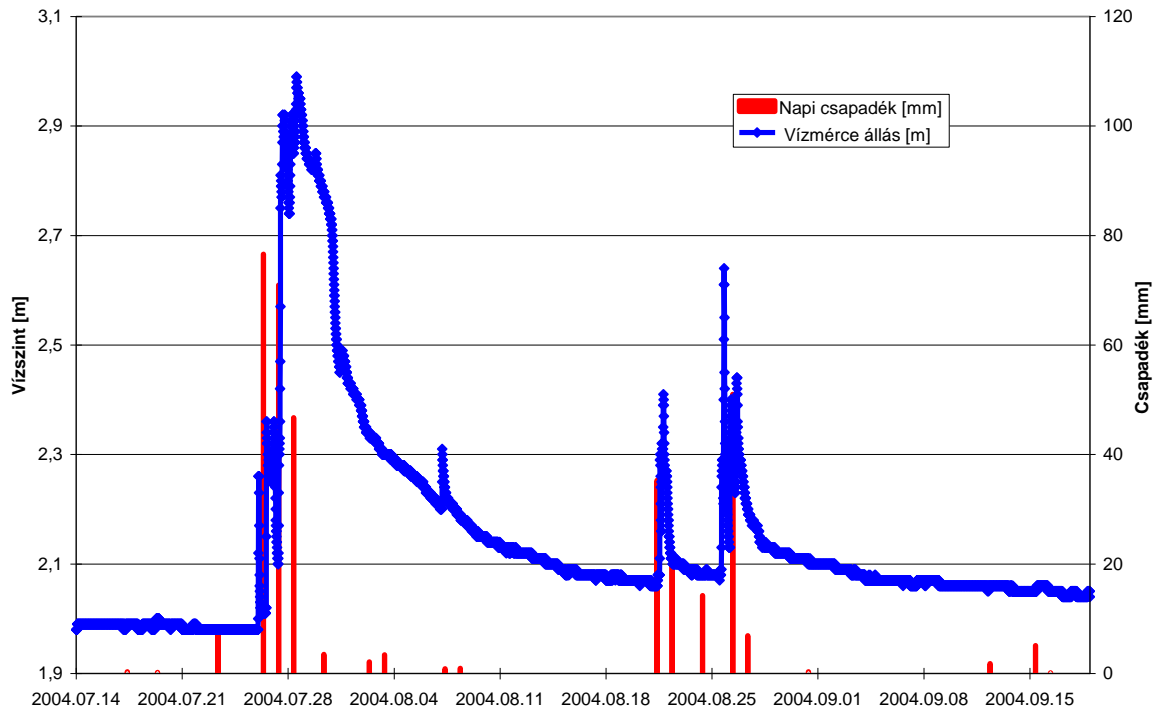


9. ábra

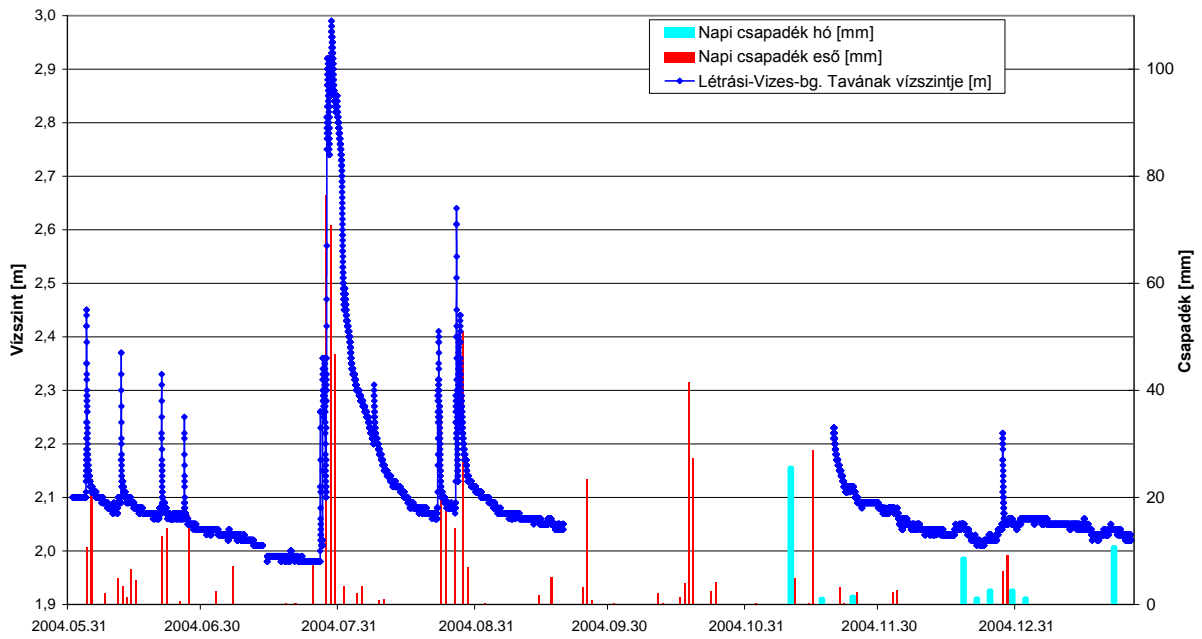
Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása



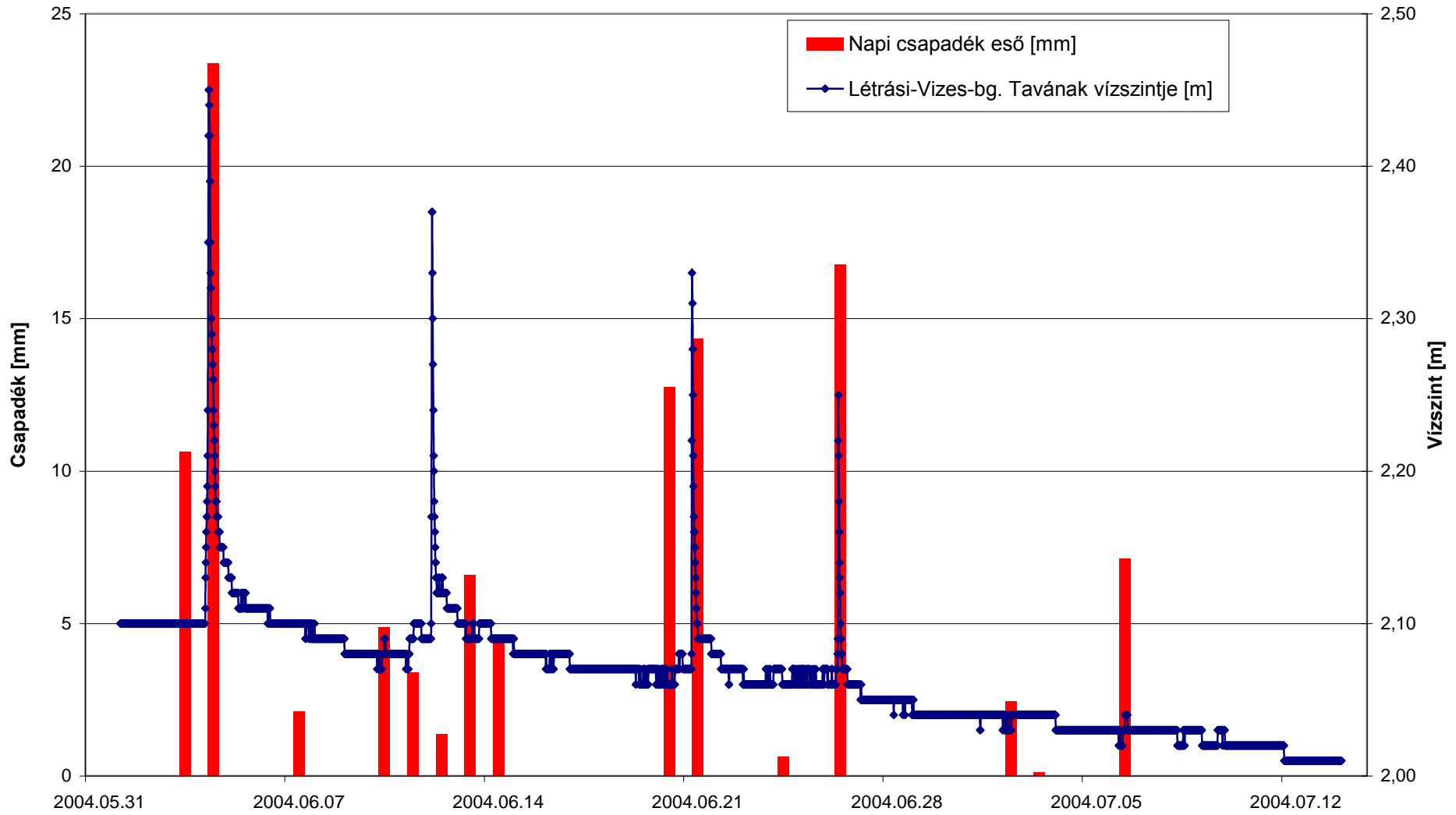
Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása



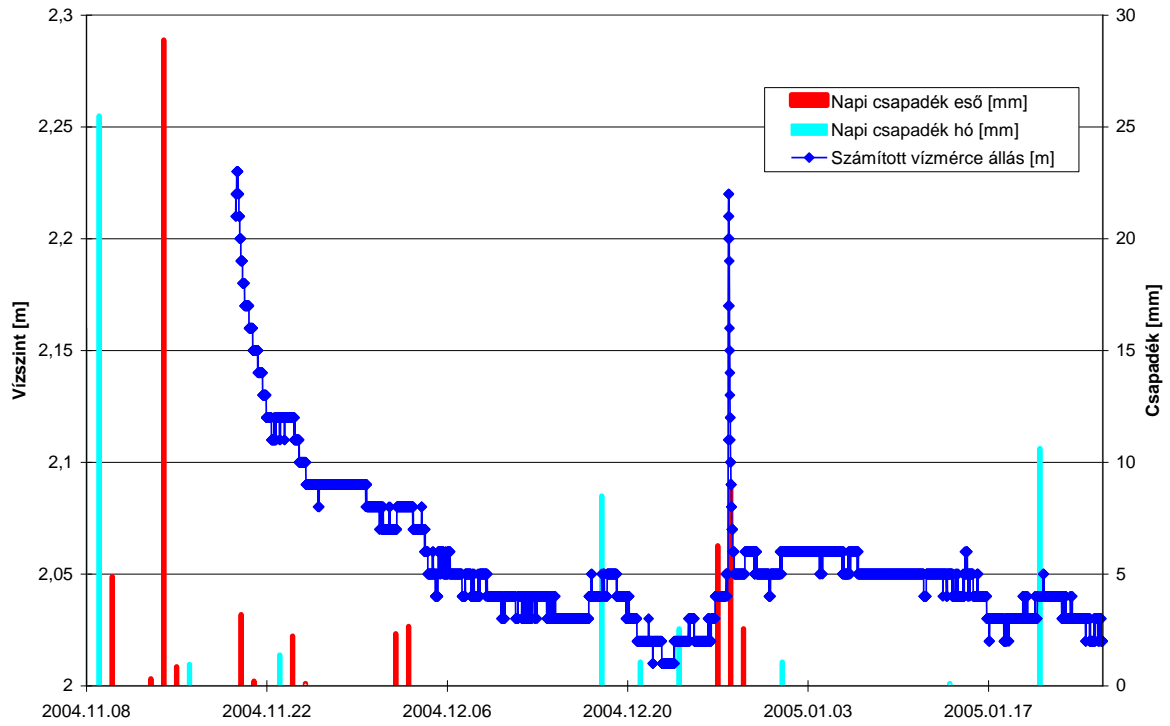
Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása



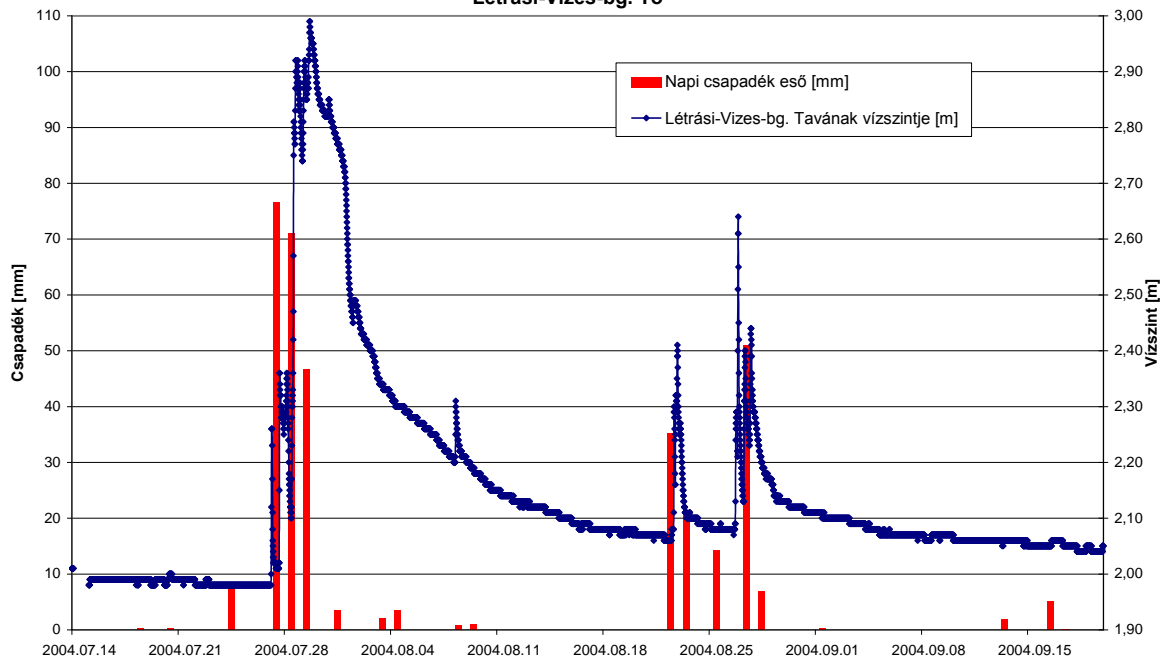
Létrási-Vizes-bg. Tó



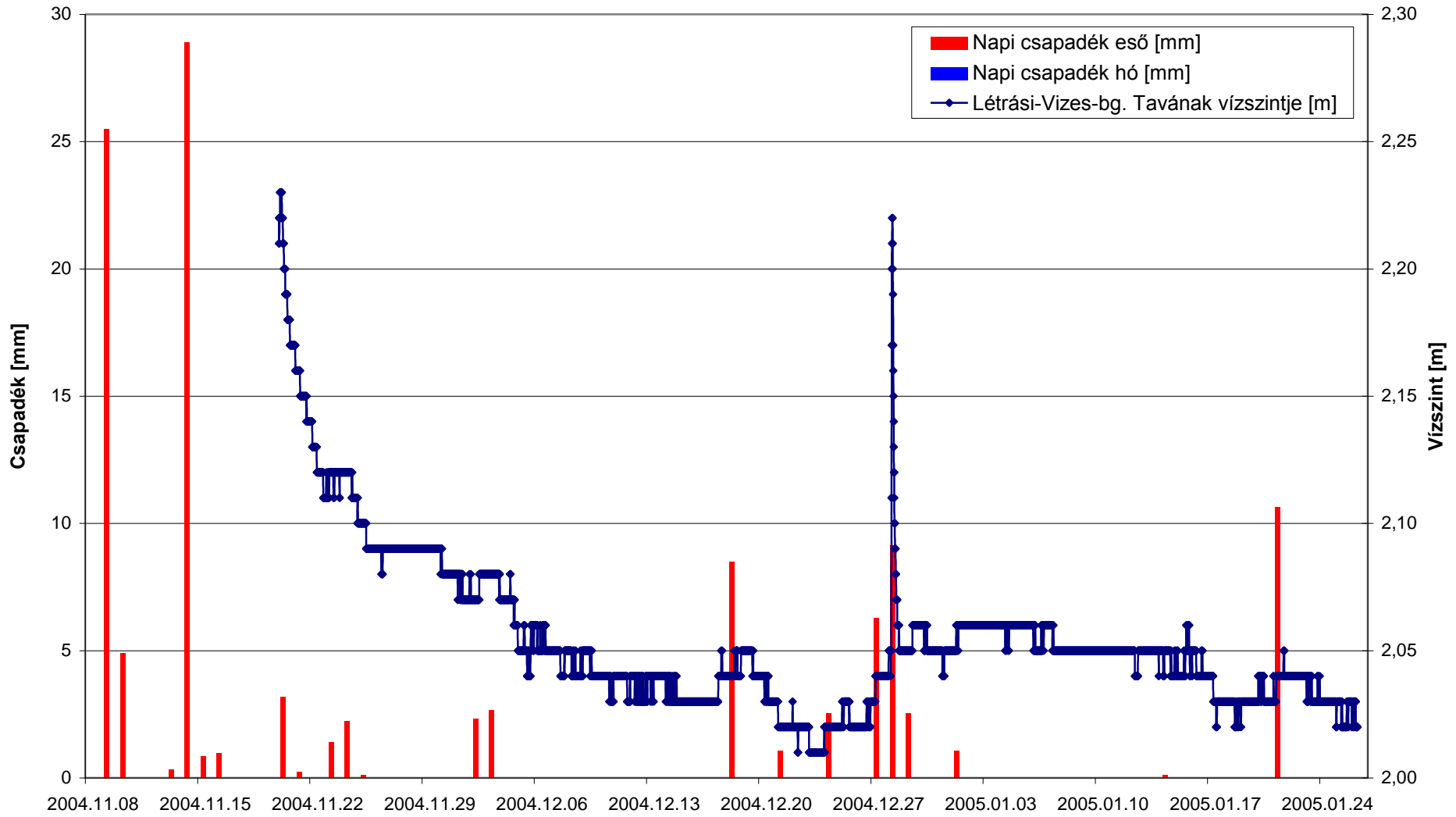
Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása



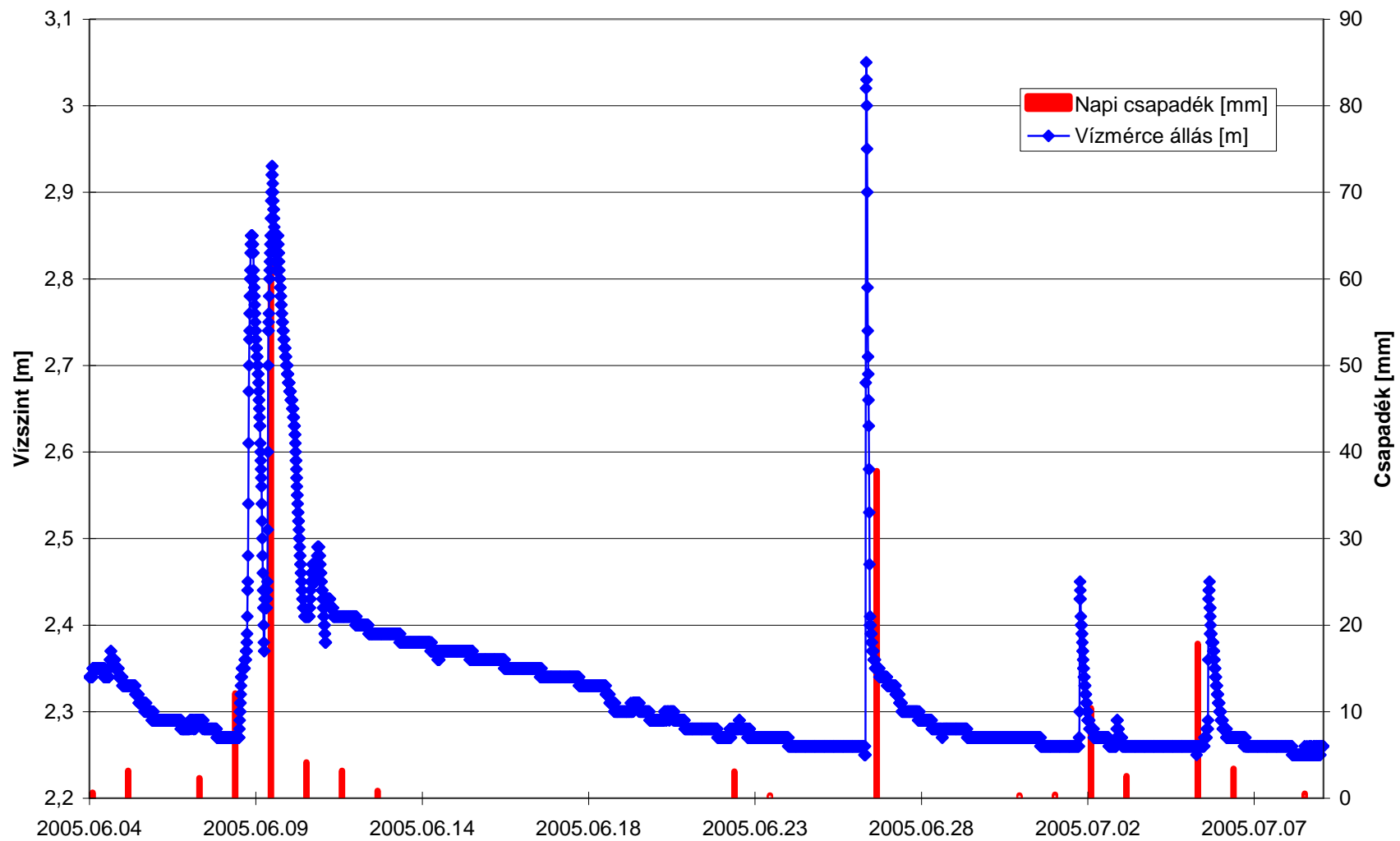
Létrási-Vizes-bg. Tó



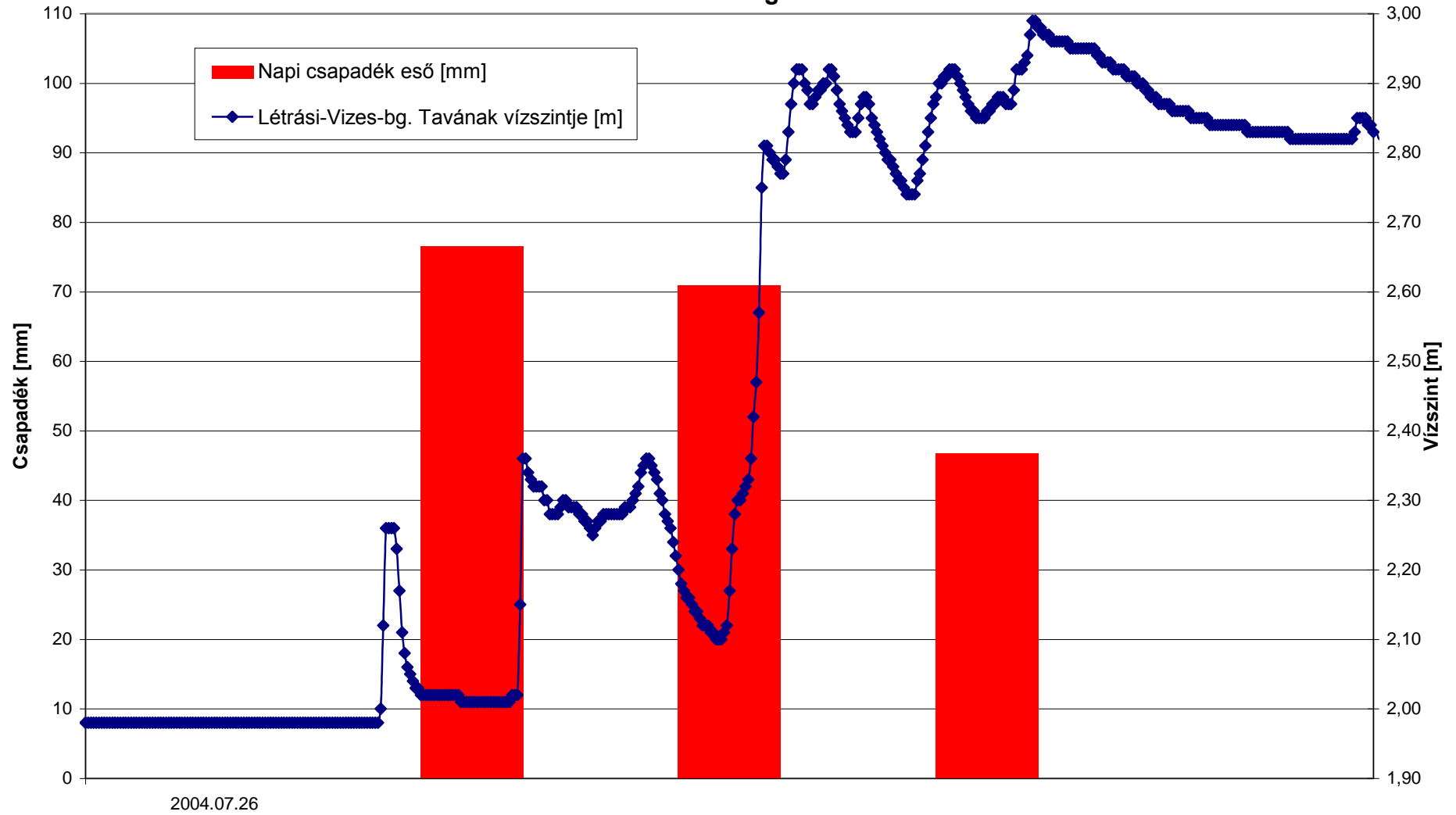
Létrási-Vizes-bg. Tó



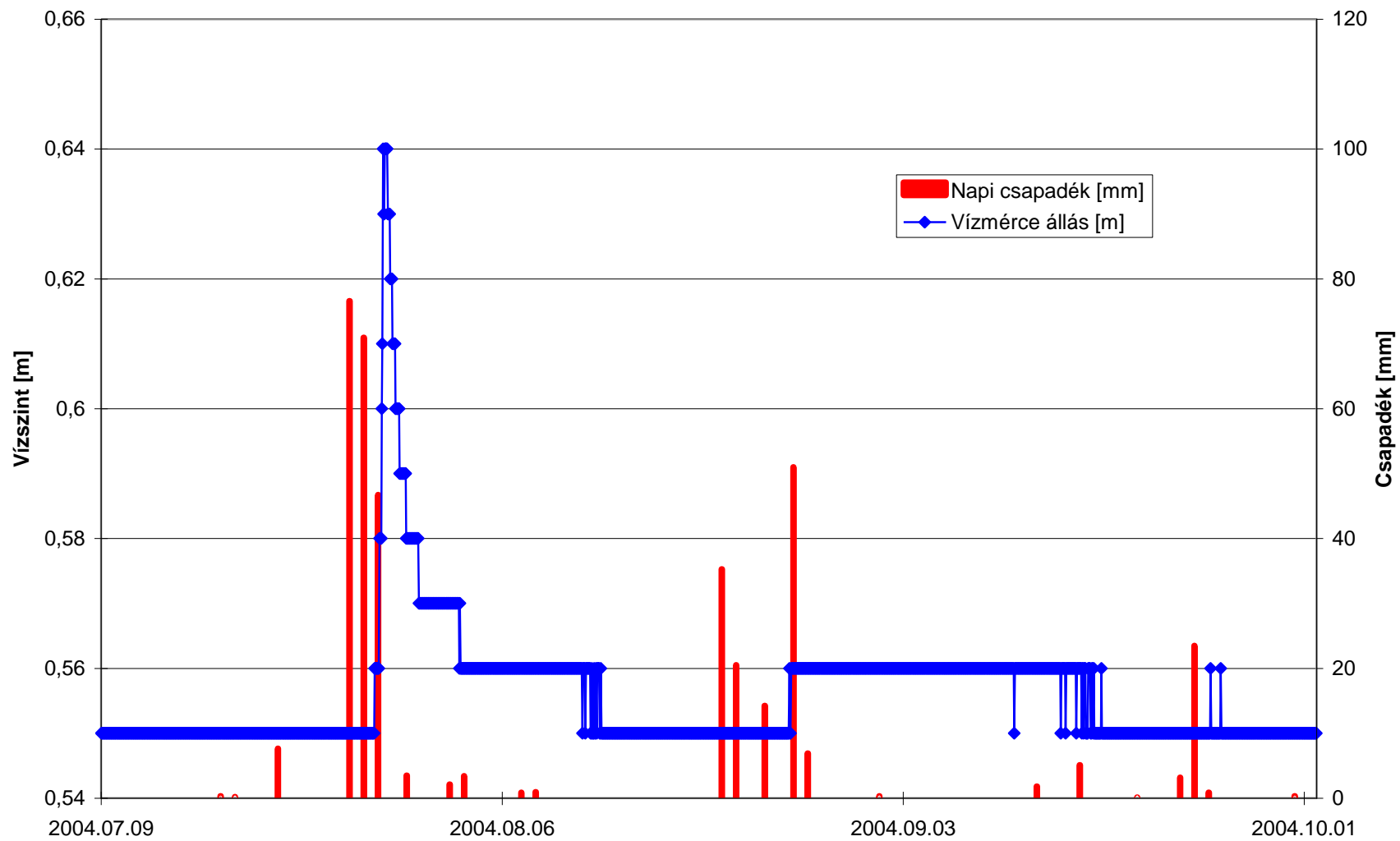
Létrási-Vizes-barlang, Tó vízállása



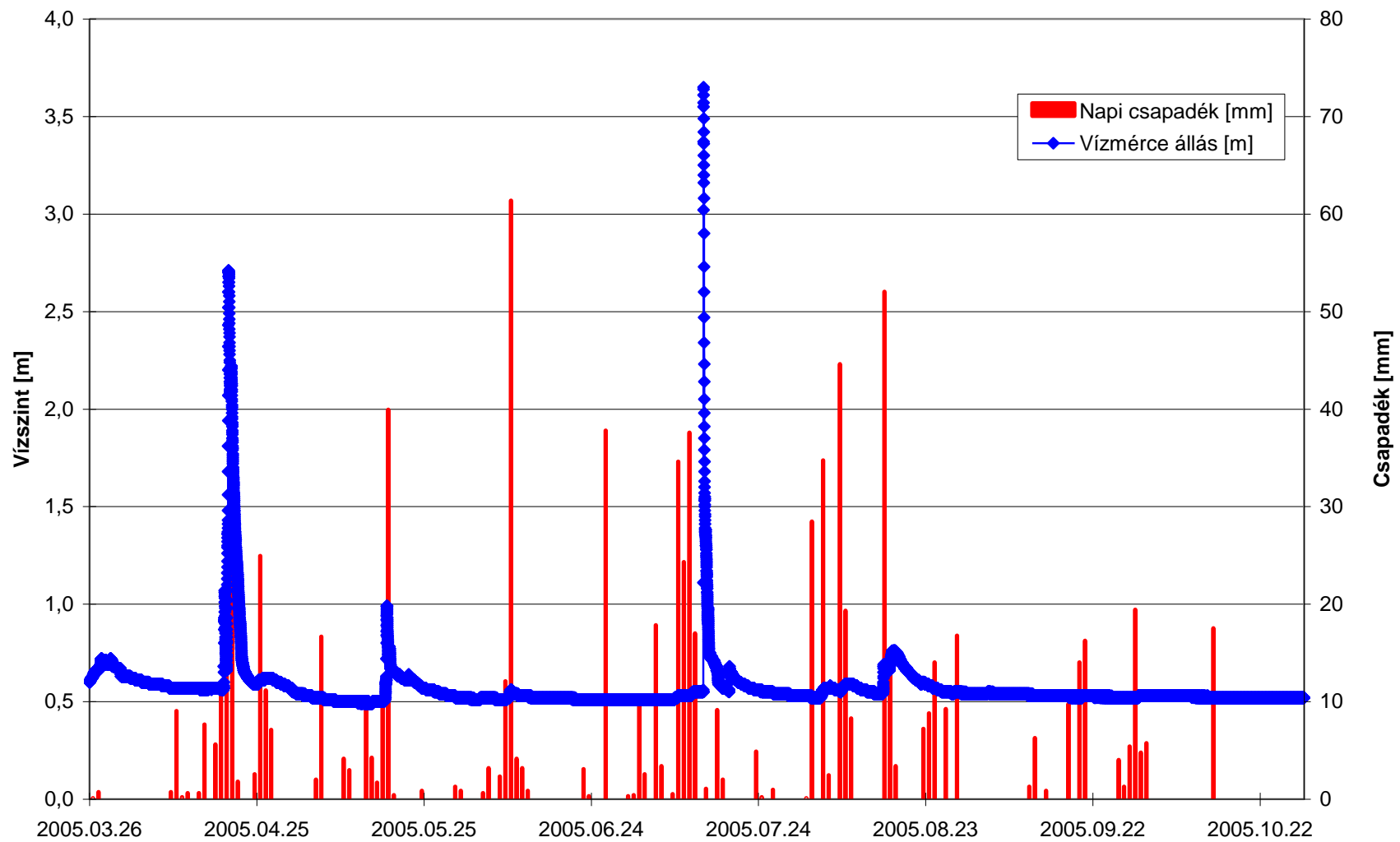
Létrási-Vizes-bg. Tó



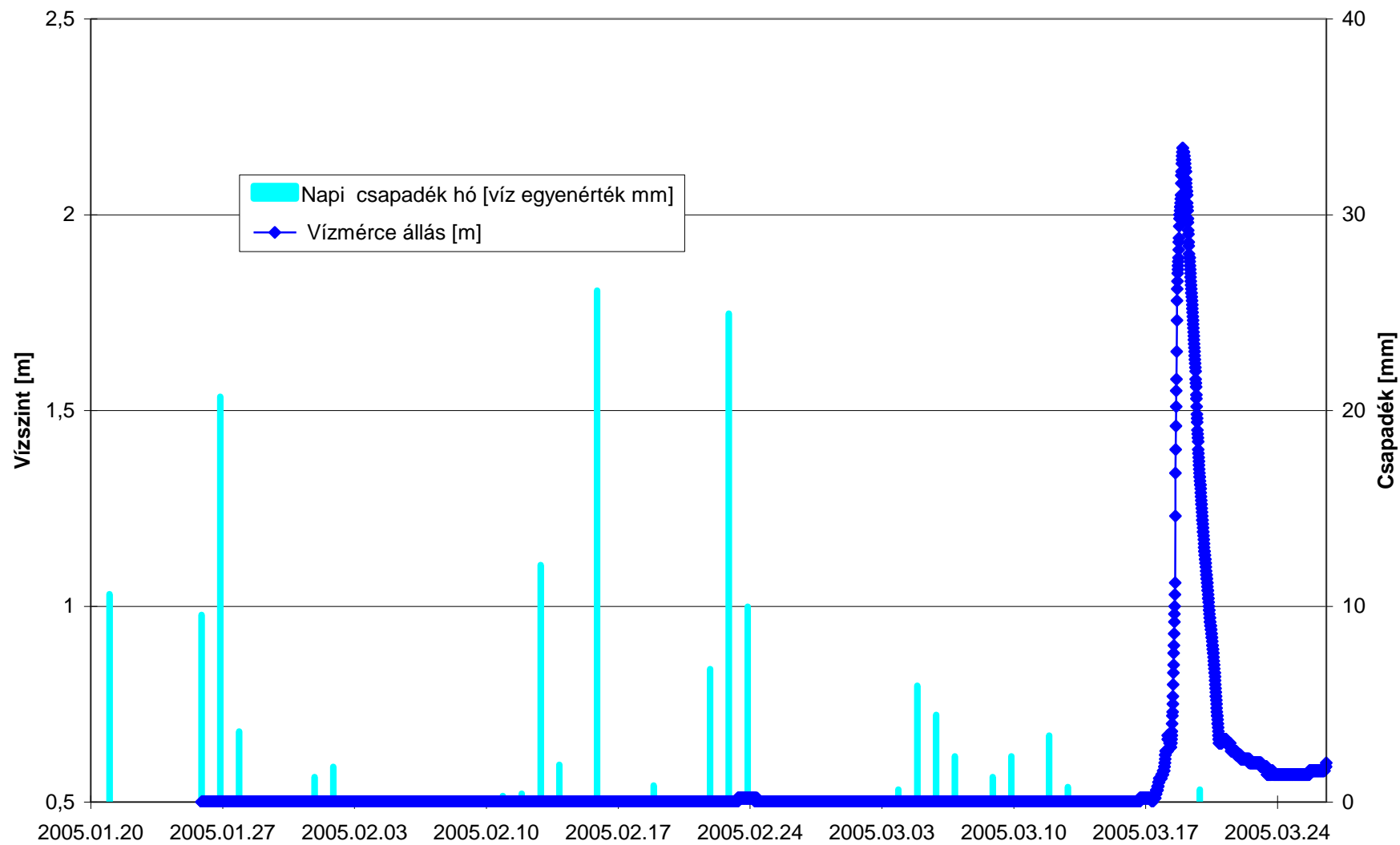
Szepessy-barlang, Tó vízállása



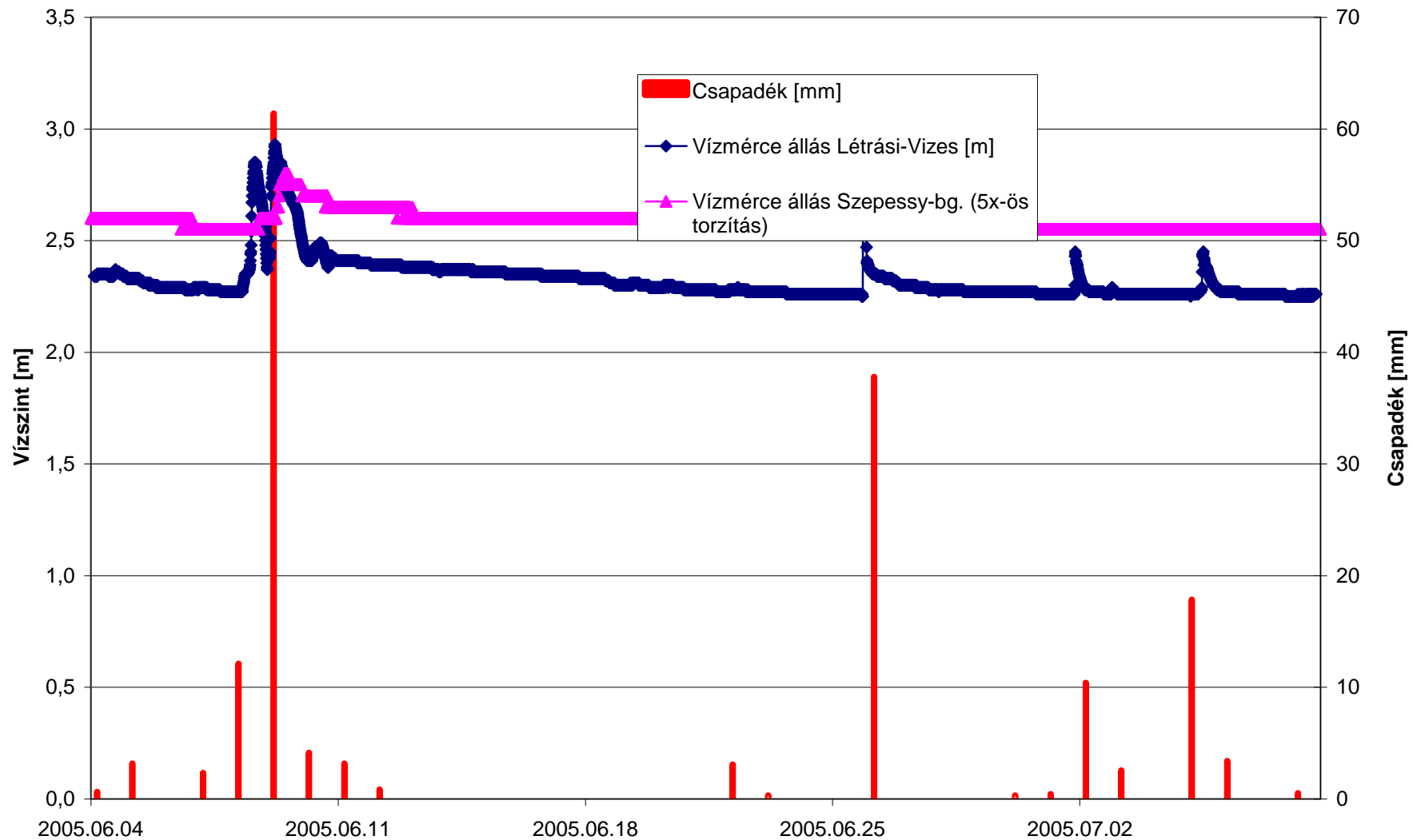
Szepessy-barlang, Tó vízállása



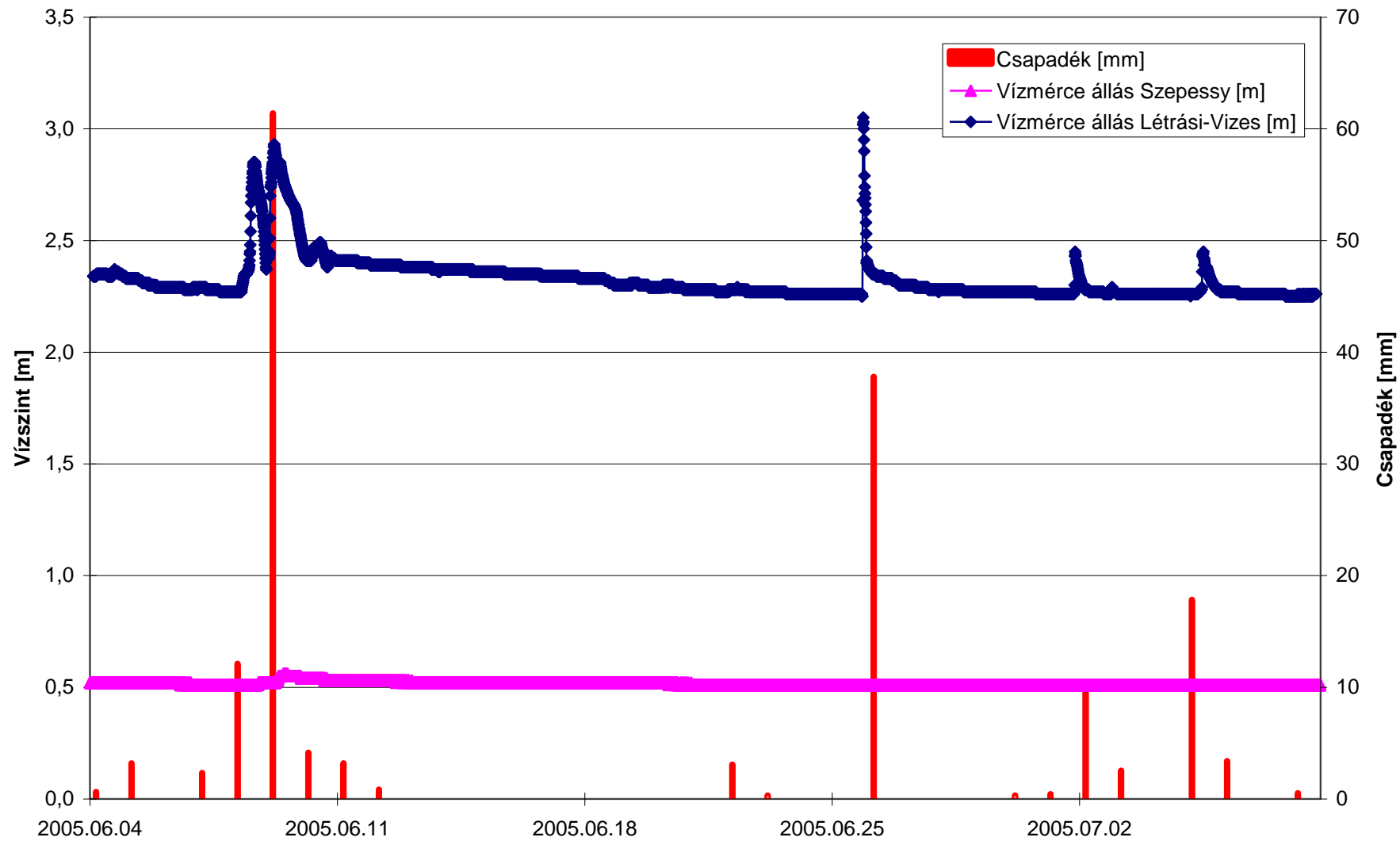
Szepessy-barlang, Tó vízállása

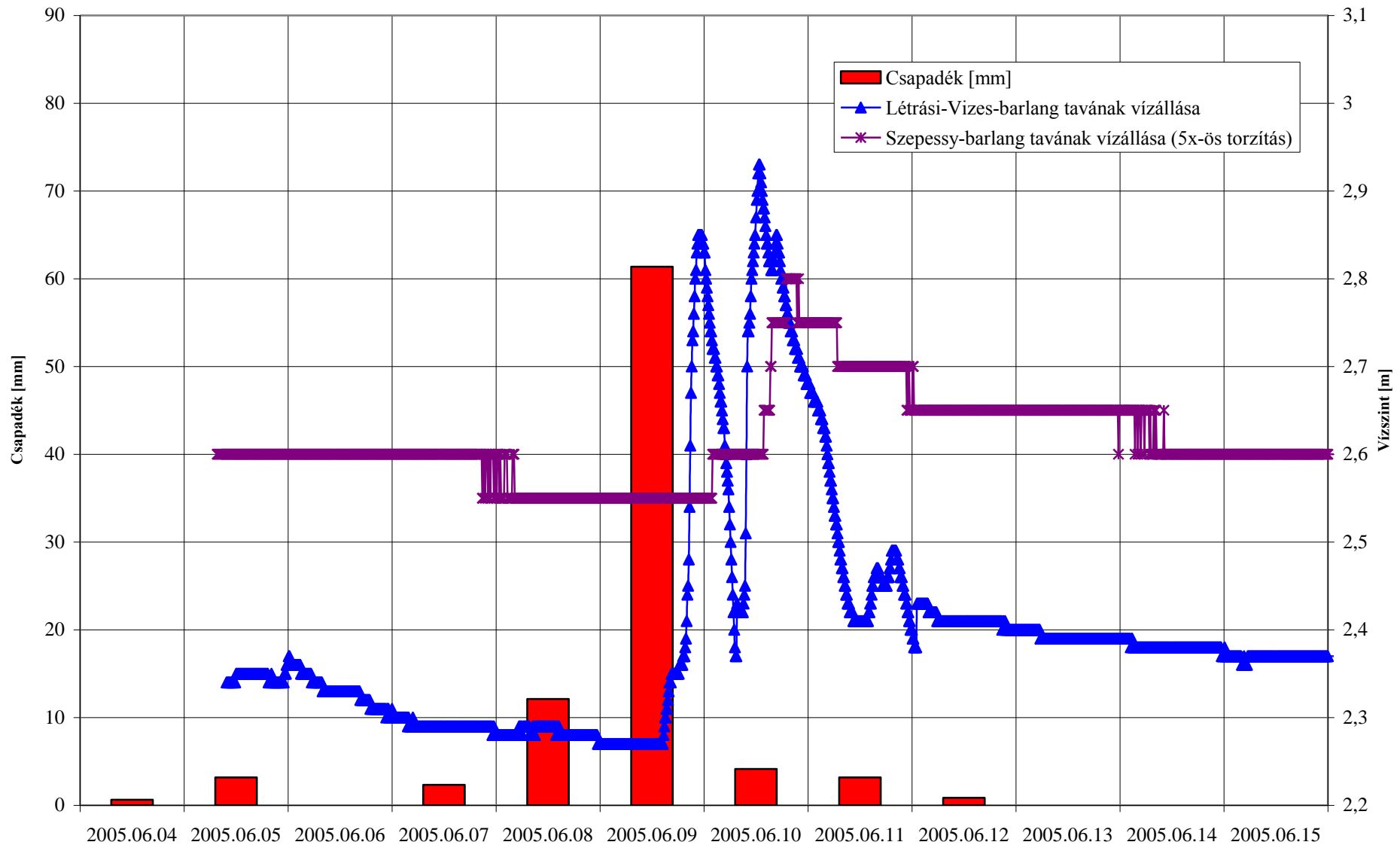


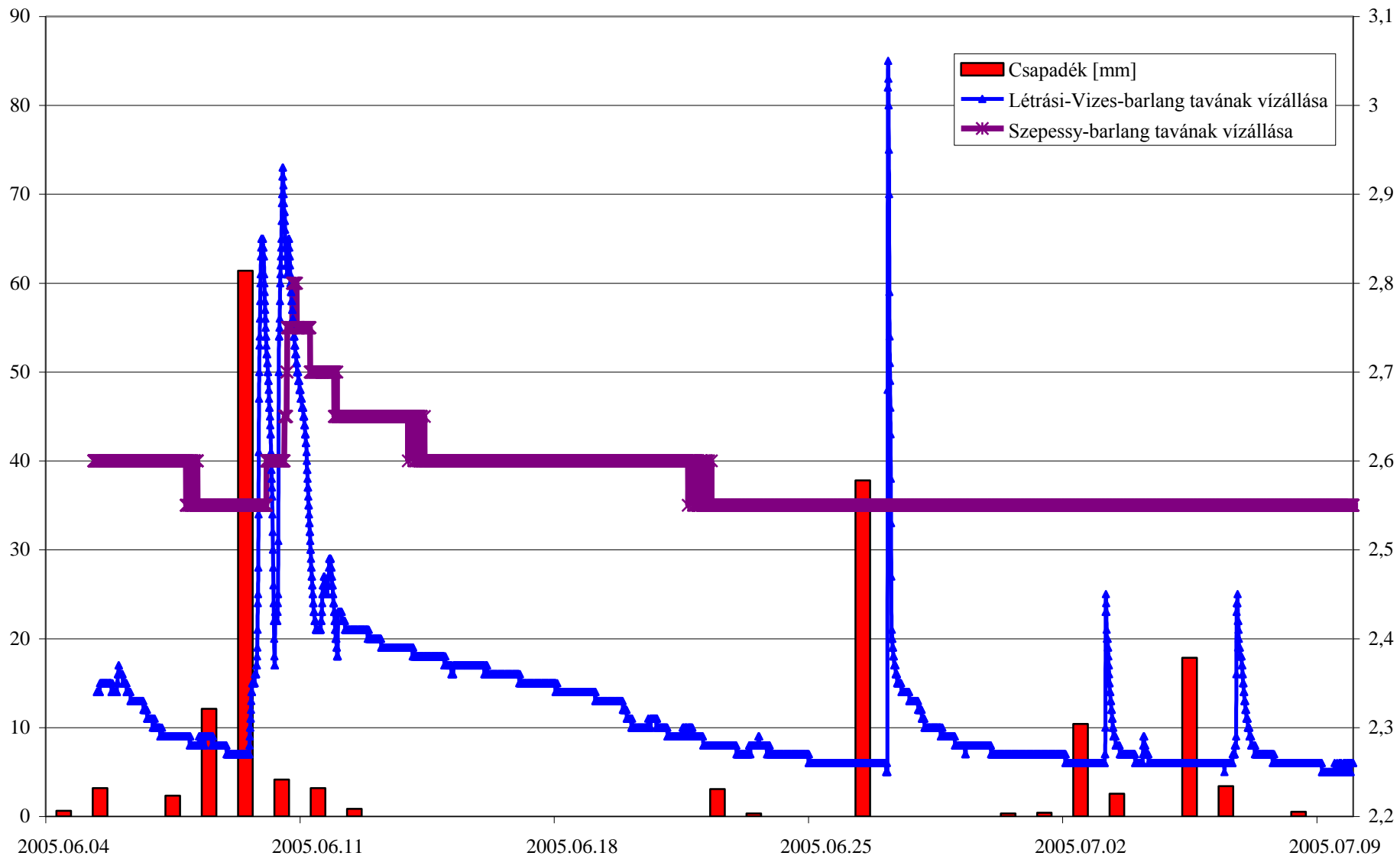
Szepessy- és Létrási-Vizes-barlangok vízjárásának összehasonlítása

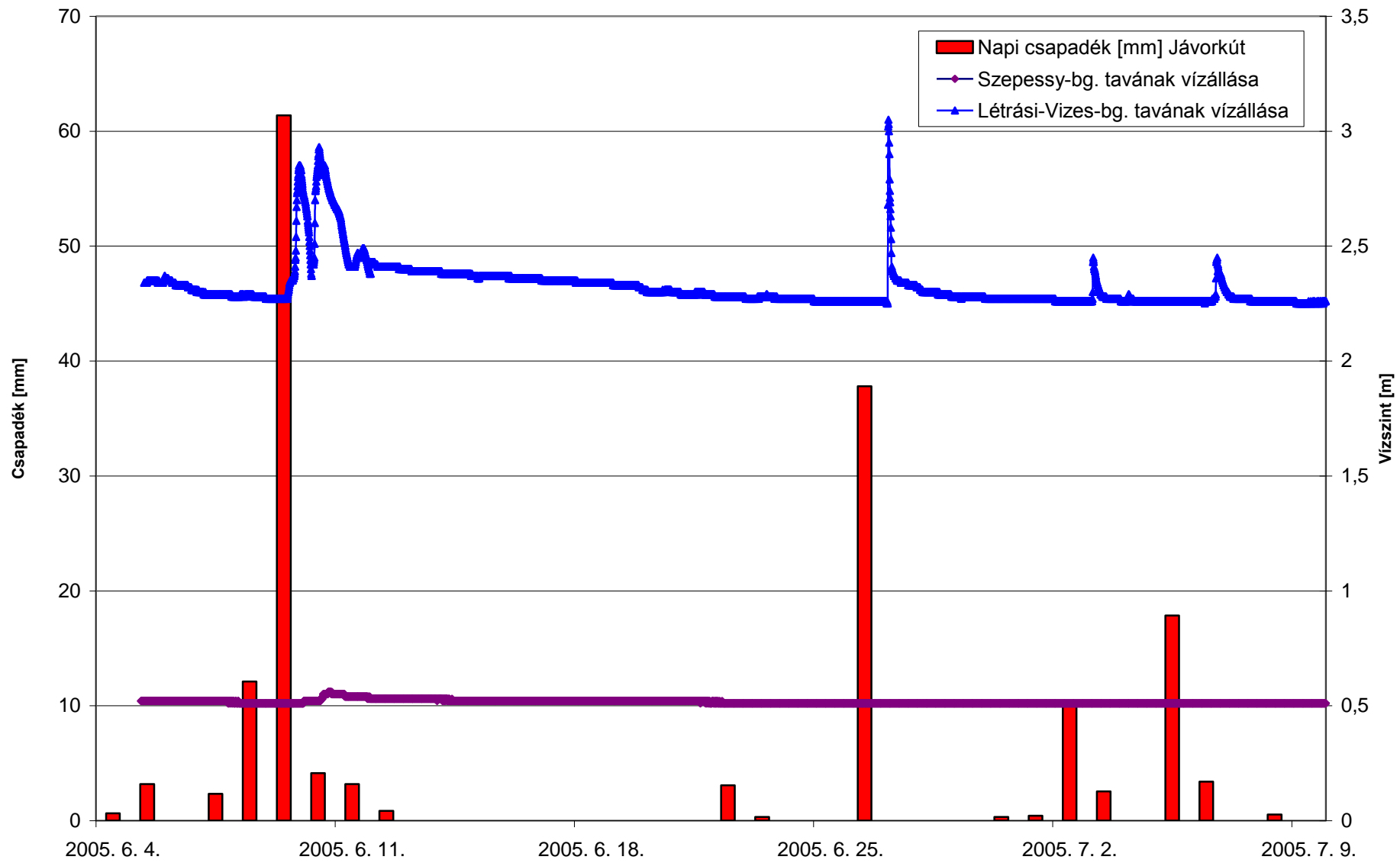


Szepessy- és Létrási-Vizes-barlangok vízjárásának összehasonlítása









Szepessy-barlang, Tó vízállása

