

Római fűtésrendszerek a pannoniai villákban

A rómaiak tél elleni nagy találmánya

Bevezetés.....	4.
1. Ókori szerzők.....	6.
2. Villák építészete.....	9.
2.1.Villatípusok.....	9.
2.2.Fűtésrendszerek típusai.....	13.
2.3.Fűtőhelységek.....	15.
2.4. Fűtésrendszerek elhelyezkedése és tájolása.....	15.
2.5.Villatípusok fűtésrendszerei.....	16.
3. Hatékonyság és a számítások.....	16.
4. Villák és fűtések.....	18.
4.1. Fűtésrendszer részei.....	20.
Összegzés.....	22.
Ábrák.....	23.
Táblázatok.....	38.
Irodalomjegyzék.....	43.
Képjegyzék.....	47.

A dolgozatomat a Pannoniában fellelhető római kori fűtések rendszerének részletes elemzéséről írom. A téma azért is érdekes, mert nagyobb munkák nem születtek a Pannoniában fellelhető fűtésekről. A kérdés természetesen, azért is fontos, mert Pannoniában a környezet és az éghajlat az Appennin-félszigettől eltérően, kontinentális jellegű, az itáliai telekhez képest sokkal hidegebb a klíma.¹ A rómaiak a hosszú telek miatt kénytelenek voltak erre felkészülni. Felmerülhet bennünk a kérdés, hogy hogyan? Milyen fűtésrendszerek figyelhetőek meg egyáltalán?

Kutatásom kezdetén meg kellett határoznom, hogy, mely épületeket fogom megvizsgálni. A városi és vidéki környezetben található épületek közül, a döntésem a vidék villáira esett, ugyanis itt sokkal több az olyan épület ahol fűtésrendszert is találtak. Az a kérdés foglalkoztatott ezek után, hogy milyen fűtésrendszerek figyelhetőek meg az egyes villák esetében? Vannak-e különbségek az egyes villák fűtésrendszerei között? Bemutatható-e fejlődés az egyes villák fűtései között? Ugyanakkor felmerül a kérdés, hogy ezek mennyire voltak hatékonyak, vagy energia pazarlók? A villákon kívül, hol alkalmaztak még ilyen fűtésrendszereket? Kutatásom során egyértelművé vált, hogy rendszerekről kell beszélnünk, hiszen nem egy egyszerű tűzhelyről van szó, amit körbeülve melegedtek fel az emberek, így fűtve be azt az adott helységet. A téma azért is fontos, mert a rómaiak életéről elsősorban a polgárok hétköznapijaiba kapunk bepillantást, amely a mindennapok kényelmét szolgálta. A kérdés az, hogy milyen megoldásokat használtak a fűtésekben, hogy könnyebb legyen az életük, és megőrizték az egészségüket?

A téma fő vázát, az egyes rendszerek különbségeit a Pannoniában fellelt villák anyagával fogom bemutatni. Pannoniában közel 600 villa található. Mindenképp meg kell jegyezni, hogy ennek csak töredékében található fűtésrendszer, valamint a villák nagy része feltáratlan, ahol csak a helyét tudták megállapítani terepbejárások alkalmával.² A fűtésrendszerek a villák főépületeiben és fürdőépületeiben találhatók. A villákhoz tartozó számos gazdasági funkciójú épületről nem fogok említést tenni.

A villákat több szempont szerint is besorolhatjuk. Az egyik vizsgálandó szempont ezek nagysága; a kisebb és nagyobb villák fűtésrendszerek nagysága közötti különbségeket és hasonlóságokat is megállapíthatjuk. A másik szempont, hogy a fűtésrendszerek, hogyan illeszkednek az épület struktúrájába. Így megfigyelhetjük a fűtésrendszerek esetleges differenciáját is. A következő nézőpont, hogy a fűtésrendszerek az épülethez és a szobákhoz

¹ MARÓTI 1992: 21

² MRE 2003: 235

viszonyítva milyen méretűek, de nem hagyhatjuk figyelmen kívül az épület szerkezetét sem. A szakirodalomban, ásatási feljegyzésekben található adatok mellett fontos a villák fűtésrendszerét az adott környezetben is megvizsgálni. Konkrét számadatokra volt szükségem az egyes hypocaustumok pontos vizsgálatához.

A fürdők (nem közfürdők) és a villák fűtésrendszerei között számos különbséget és hasonlóságot is találtam. Természetesen hasonló szempontot kell figyelembe venni, a fürdők összehasonlításakor, hogy megfelelő képet kapjunk a típusokról. A villák fürdőinél nem elemzem külön a helységeket, csak a rendszert; azt hogy hogyan melegítették, és hogy van-e bármi eltérés szerkezetileg a villáknál.

Arra a kérdésre is válaszolni kívánok, hogy megfelelő volt-e a hatékonyságuk? Segítségemre lehetnek a korábbi kutatások, illetve a primer források. A primer források közül Vitruviust³ kell kiemelni, aki művében az építészeti fogalmakat, eljárásokat, épületeket közli és megemlíti a hypocaustum építését is. Cato említést tesz a tüzelési eljárásairól.⁴ Ifjabb Plinius⁵ megemlíti a villákat és fűtőhelységüket is. A fűtésrendszerekről az újkori építészeti munkák foglalkoznak részletesebben, így Gabler Dénes⁶, Hajnóczy Gyula⁷, Lányi Vera⁸ és Bíró Mária⁹ munkáit tudom felhasználni.

A kísérleti régészet szempontjából is érdekes a téma, hiszen tesztelhető, hogy mennyire volt hatékony a struktúra, valamint rekonstruálható az épületnek a fűtőrendszere; ezekből lehet következtetni a működésére, hatékonyságára. Dolgozatomban az egyes fűtési rendszerek rekonstrukciós rajzát is bemutatom, hogy minél teljesebb képet kapjunk a római fűtésről. Rajzok segítségével már jobban érzékelhető, hogy mennyire volt hatékony a fűtés. A program segítségével elméleti síkon láthatjuk a fűtés hatékonyságát. Választ kaphatunk azokra a kérdésekre, hogy tényleg hatékony volt-e a fűtési rendszerük. Ha voltak is hibáik a későbbi rendszereknél, ezt javították-e? Nem volt-e veszélyes ez a rendszer? Hogyan védekeztek a szénmonoxid ellen? Ezekre, a gyakorlati kérdésekre a számítógépes programok választ adhatnak, így közelebb kerülünk azokhoz a kérdésekhez, hogy a római polgárok életét tényleg megkönnyítette-e a fűtés? Ezekhez, a kutatási eredményekhez természetesen még hozzájárulnak a primer források anyagai is.

³ Vitruvius: 5 könyv 10. fejezet

⁴ CATO 1. könyv

⁵ Ifjabb Plinius: 2. könyv 16. levél

⁶ GABLER 1993

⁷ HAJNÓCZY 1975

⁸ MÓCSY 1990

⁹ BÍRÓ 1993

1. Ókori szerzők

Az ókori szerzők műveiben bőségesen meg lehet találni a fűtésre vonatkozó adatokat. Vitruvius, aki foglalkozott az építészettel, részletesen ír valamennyi ókori épületről. A legfontosabb épületkomplexum a fürdők építészetén belül található fűtőrendszerek pontos leírása.¹⁰ Vitruvius részletesen ír az építkezés előkészületétől az alapfogalmakon át, végig az építkezés folyamatáig minden részletet és technikát. A fürdők, melyek a villák építkezésénél is fontos szerepet töltek be, sok esetben a főépületben voltak, de olyan is előfordult, amikor külön épületet szántak a fürdőknek (vidéki villák esetében). Vitruvius szerint a fürdő elhelyezése nagyon lényeges kérdés, hiszen a cél az, hogy a napsütötte órák száma mind a női és férfi caldariumokban egyenlő legyen. Vitruvius könyvében azt írja, hogy a padlófűtés fölé három bronz üstöt kell helyezni. Ezeknek a funkciója, hogy a forró vizes üstből a langyosba és onnan a harmadik üstbe, a hideg vizesbe folyt a víz.¹¹ Ezzel a rómaiak kitaláltak egy keringető rendszert, amelyet a közös kemencéből fűtöttek. Vitruvius részletesen beszámol a függőpadlónak az elkészítéséről is, amelyet először másfél lábnyi¹² téglákkal kell beborítani lehetőleg úgy, hogy: „a kemence irányába lejtve úgy, hogy egy golyót bedobunk, az ne tudjon megállni, hanem magától guruljon vissza a kemence szájához”, vagyis ez azt jelentette, hogy a padló lejtett. A meleg levegő így könnyebben tudott felfele szállni és el tudta hagyni a tubusokon keresztül a padozatot. Nagyon fontos művelet magának a pilléreknek az elkészítése, hiszen ez tartja az egész szerkezetet és ezért is írja le Vitruvius, hogy milyen téglákat használjanak. A pillérek magasságát a nyolchüvelykes¹³ téglákból két láb nagyságúnak írja le. A fürdők boltozatát és annak építési menetét is megérthetjük. Még magára a külső tényezőkre is figyeltek, hogy a gőz ne tegye tönkre a faboltozatot. A szövegben még megtalálható a fürdő nagyságára vonatkozó rész is. Vitruvius külön fel is hívja a figyelmet, hogy az emberek számára tekintetbe véve kell azt megszabni. Méreteiről azt írja, hogy a szélessége egyharmada legyen a hosszúságának. Ebből következtetni tudunk, hogy a villák közül melyik volt a legnagyobb és abból kiszámolható egy másik fontos adat, hogy mennyi fát használhattak el egy fűtés alkalmával.¹⁴ A villák fajtáinál említést tesz az

¹⁰ Vitruvius: V, 10,

¹¹ Vitruvius: V, 10,

¹² Másfél láb= 44,4 cm (Másfél láb él hosszúságú téglát sesquiped-nek nevezik.)

¹³ 1 Hüvelyk= 1,93 cm

¹⁴ Vitruvius: V, 10

éghajláról. Ahol az épületek boltozatosak és zártak, és a meleg égtáj felé fordulnak; ebből megtudhatjuk, hogy a villák déli része az, amelyiket nyáron használtak és az északnyugati oldalon helyezkednek el a villa télen használt szobái, ahol fűtésrendszerek nagytöbbsége található.¹⁵ Ahol az auctor a helységekről és azok tájolásáról ír, megerősíti ezt a feltevést: „a téli étkező és fürdőhelységek a téli napnyugatra nézzenek, mert azokban alkonyati fényre van szükség; továbbá, mert a lemenő napnak is van fénye, s szemben meleget árasztva alkonyattájban felmelegíti azt az égtájat.” Felmerül az a kérdés, hogy akkor el volt-e osztva maga az épület egy téli és egy nyári részre? A válasz igen, sőt akár három, vagy négy részre is, ahogy Vitruvius írja: „tavaszi és őszi ebédlőket keletnek fordítsuk...”. Tehát voltak külön nyári, téli és akár őszi, tavaszi helységek is.

Természetesen nem minden villára volt ez jellemző. Ezt bizonyítja az a tény, hogy Vitruvius külön részt szentel, hogy bemutassa a különböző társadalmi helyzetűek villáit és egyfajta iránymutatás is, hogy melyik helységekre van szükségük a különböző vagyonúaknak. A villák tulajdonosai esetében megjegyzi, hogy különböző gazdasági helységet kell, hogy építsenek. A magasabb jövedelműek, vagy állami hivatali állásokat betöltő személyek esetén (ügyvéd, bankár stb.) szükségesnek tartja Vitruvius, hogy nagy magas vestibulumokat, tágas atriumokat és peristylumokat építsenek. Az egyes épületek gazdagsága esetén következtetni lehet, hogy az építtető milyen társadalmi helyzetű.¹⁶ Külön részt szentel a falusi villáknak. Fontos a villák mérete, mert ezt a termés mennyiségéhez és a szántóföldek nagyságához kell méretezni. Ez is kiindulópont lehet, hogy megállapítsuk az egyes villagazdaságok gazdagságát. Másik fontos információ, amely a fűtéshez kapcsolható, hogy a konyha közvetlenül legyen a fürdők mellett. Hasznos volt ez, ugyanis a konyha melege, vagy éppen a konyha tűzhelye tudja melegíteni a fürdőt.

Vitruvius munkájának a tanulmányozása azért fontos, mert az építkezés folyamatának momentumait megfigyelhetjük, és ez támpontot adhat esetleg az ásatásokhoz, valamint következtetni tudunk arra, hogy kik élhettek itt, mekkora földdel rendelkeztek.

Ifjabb Plinius leveleiből tudjuk meg, hogy milyen lehetett egy gazdag villa és annak fűtésrendszere.¹⁷ Laurentumi birtokáról ír részletesen: "nyaralóm tágas, minden igényt kielégít és fenntartása sem túl költséges".¹⁸ Fontos volt egy olyan környéken, ahol nem túl sok a tüzelőanyag, hogy lehetőleg a fűtésrendszer ne legyen nagyon költséges. Részletezi

¹⁵ Vitruvius: VI, 4

¹⁶ Vitruvius: VI, 5

¹⁷ Ifjabb Plinius: II, 16

¹⁸ Ifjabb Plinius: II, 16

valamennyi szobáját, amelyek valóban tágasak, hiszen közel öt szoba követi a nap pályáját és tenger felé néző kilátásban is gyönyörködhetnek. A könyvtárból megemlíti egy folyosót, amely alatt a fűtőcsatorna található és azt írja róla: „fűtőcsöveivel jótékonyan megszeli, arányosan sugározza szét a felvett meleget”.¹⁹ Előfordulhatott, hogy nagyobb hőmérsékletet is elértek. Annyi bizonyos, hogy pozitív módon nyilatkozik a fűtésről, tehát megfelelő lehetett benne a hőmérséklet. Megtudhatjuk azt is, hogy a villa ezen a részen „csinos” volt, vagyis a fűtésrendszerek közelében találhatóak a villa legszebb szobái.

Másik gondolata Pliniusnak, ami szintén érdekes, hogy saját szobáját is megemlíti. Leírja, hogy ővja télen a szélről és nyáron a melegtől, vagyis nyáron is használja az épületet, a fűtés pedig bizonyíték arra, hogy télen is. A teljes kényelmet szolgálta a három fürdőszoba, amely közül kettő meleg vizes volt. A fürdőszobák mellett még két medencéje, izzasztó és kenő helysége is volt. Itt ír arról, hogy ezek mellett volt a fürdő fűtőszobája is. Vagyis a szobákat, két fürdőszobát, egy medencét, egy izzasztó, egy kenő helységet és egy folyosót is fűtött Plinius, ami egyértelműen gazdag villára utal. A luxust fenn is kell tartani, és ennek fenntartására számos gazdasági épületre is szükség van. A legérdekesebb a gazdasági funkciójú épületek között egy virágház megemlítése és egy hozzácsatlakozó déli szoba is, amely a főépülettől távolabb állt, melyről Plinius így ír: " Ehhez a szobához csatlakozik egy alulról fűtött kis helység, amelynek nyílása a feltörő meleget szükség szerint zárja ki vagy engedi be. Innen egy kis szoba nyílik, előtérrel. Itt állandó a napsütés reggeltől délutánig, amikor még a nap ferde sugarait is elfogja. " Ebben a részben az író megemlíti egy olyan rendszert, amely szabályozza a fűtést. További információnk nincs erről a rendszerről. Annyiban biztosak vagyunk, hogy tudták szabályozni a fűtést. Mennyire figyeltek oda a fűtésre és mennyire spóroltak? Plinius arra is választ ad, hogy a tűzifát a közeli erdőkből és Ostiából hozták. Megemlíti, hogy a közeli falunak van három nyilvános fürdője. A nyaraló és a nyilvános fürdők befűtése nem kis faladat, és meg is említi, hogy: „Nagy kényelem, ha az ember váratlanul érkezik, vagy olyan rövid időre, hogy nem lehet a fürdőt befűteni.” Villája a laurentumi birtokán fekszik, amely számára a legkedvesebb hely.

Plinius másik villája etrusiai birtokain fekszik, amelyre nem tér ki részletesen. Megemlíti, hogy a villa a domb oldalán fekszik, hogy kevésbé legyen kitéve a szél erejének. Oszlopos folyosós villája a márvány szökőkúttal és márvány medencével már egyértelműen mutatja a gazdagságát az itt élőknek és a ház urának a presztízst. A medence elég napfényt kap télen is és felhős idő esetén a mellette lévő fűtőkamra pótolta a meleget. Három medence

¹⁹ Ifjabb Plinius: II, 16

is található, amely Vitruvius három bronzüstjéhez hasonló módon helyezkednek el és különböző hőmérsékletűek a nap különböző sugárzása miatt; így hideg, langyos és egy meleg vizes medencéje volt.²⁰

Ifjabb Seneca még a fűtésrendszerrel kapcsolatban is ír információkat a leveleiben. Scipio villájáról negatívan és ellenszenvesen vélekedik. Nem római típusú villáról van szó, de mégis összehasonlítási alapnak jó: "az ősi szokás szerint világítatlan, csöppnyi fürdő volt" – őrseink számára nem csak hogy nem volt meleg a fürdő, de még sötét is volt. A napnak kevés szerepet szántak Scipio fürdőjében. A másik érdekes momentum, amiről igencsak bosszankodva ír Seneca, az a „mostanában” divatba jött tűzforró fürdőzés. Negatív módon ír magáról a befűtésről is; szerinte teljesen mindegy, felgyújtották-e a fürdőt, vagy csak befűtötték.²¹ Ebben az esetben a túlzott mértékű tüzelésről lehet szó, így arra következtethetünk, hogy sok fát használhattak fel a fűtéshez. Seneca hiányolta a széles ablakokat, amin a fény beáramlana, így sötétté, hideggé tette a fürdőt.

2. Villák építésze

2.1. Villatípusok

A római fűtésrendszerek vizsgálatánál a különböző villa típusokat kell elemeznünk; így azokra a kérdésekre tudhatjuk meg a választ, hogy van-e összefüggés a villák típusai és a fűtésrendszerek között. Gabler Dénes, Hajnóczy Gyula, Lányi Vera és Bíró Mária is foglalkozik a római villa fogalmának meghatározásával.

Hajnóczy Gyula szerint maga a villa egy gyűjtőnév: amely magába foglalja a következő épületeket: a birtokos lakóházát, a termelésben segítők szálláshelyeit (rabszolgák, szolgák) és a különböző raktárakat, tárolókat, istállókat; vagyis a gazdasági épületek tartoztak bele ebbe a fogalomba.²²

Lányi Vera a villa rustica és villa urbana megkülönböztetésekor kiemeli, hogy a megkülönböztetés, nem a villa helyére utal, hanem a rendeltetésére. A villa rustica gazdasági funkciójú helységeket jelöl, míg az urbana a birtokos gazdagon díszített lakóhelysége.²³

Arra a kérdésre is választ kell találnunk, hogy vajon az épületek mely részeiben található meg a fűtésrendszerek: csak a lakóépületekben, vagy más funkciójú épületekben is.

²⁰ Ifjabb Plinius: V, 6

²¹ Ifjabb Seneca: LXXXVI, 1

²² HAJNÓCZY 1975 75-76.

²³ LÁNYI 1990 222.

Hajnóczy a *pars fructuaria*, a *pars rustica* és a *pars urbana* kifejezések mellett megemlíti a *pars fructuariát* is. A *pars fructuaria* volt a villák egyik legfontosabb része, hiszen itt találhatóak azok az épületek, amelyek a gazdasági funkciókat látták el, vagyis a gabonátárolók, istállók, raktárak.²⁴

A *pars rustica* jelentőségét már fontosabbnak tartja Hajnóczy, mint a *pars fructuriát*, itt laktak illetve itt volt a munkahelyük, azoknak a személyeknek, akik közvetlenül részt vettek a termelésben. Sok hasonlóságot mutat a *pars urbana* és *pars fructuari*. Az épületeket úgy alakították ki, hogy a műhelyek és lakóhelyiségek egy épületben voltak, távolabb a *pars urbanától*.²⁵ Sokkal szűkösebbek voltak és zsúfoltak, vagyis ezekre az épületekre nem jellemző a fűtésrendszer, csak egyszerűbb tűzhelyeket helyeztek el.

A *pars urbana* a villa főépülete volt, a birtokok központjában a *pars rusticától* és a *pars fructuariától* teljesen függetlenül állt.²⁶ A csendes környezet, vagyis a vidéki élet jótékony hatásáról nemcsak Plinius ír leveleiben, hanem az ifjabb Seneca is említést tesz, amikor a *baiae* fürdőkről ír az egyik levélében. Megemlíti, hogy a *Baiae* környékén épített villát a Caius Marius, Gnaeus Pompeius és Gaius Caesar is. Elsősorban azért, hogy elkerüljék a városi zajt, valamint a friss levegő miatt a dombokra építették a villájukat.

A *pars urbana*ban találhatók a földbirtokos családjának a lakóhelyiségei: a konyha az étkező, és minden olyan helység mely a kényelmet szolgálta, így többek között megtalálhatók ezekben az épületekben a fűtést szolgáló szerkezetek.

A villaépítkezés során több mindent figyelembe vettek: az éghajlatot, a földterület, a folyók vagy forrásvíz helyzetét. Vitruvius megemlíti, hogy lehetőleg napos hegyoldalt kell választani.²⁷ A fürdőknél ez lényeges kérdés, hiszen a meleg vizes medencéket nem mindig fűtötték, hanem a nap energiáját is felhasználták.

Kutatásaim a csúcshegyi, túskevári, szentkirályszabadjai, kékkúti, gyulafirátóti, balácai, komló-mecsekfalui, jánossomorjai (mai néven Mosonszentpéter) és a békásmegyeri villákra terjednek ki. (Lásd 15. ábra)²⁸

Hajnóczy és Gabler a villákat több típusra bontotta.²⁹ A kutatások mostani állása szerint ezekben a vidéki villákban találhatók fűtésrendszerek. Ezeket az épületeket elsősorban az épületforma alapján lehet besorolni. Ennek függvényében meg lehet állapítani, hogy

²⁴ HAJNÓCZY 1975 80-81

²⁵ HAJNÓCZY 1975 81

²⁶ HAJNÓCZY 1975 82-83.

²⁷ Vitruvius 6. könyv 4. fejezet

²⁸ BAKAY 1970

²⁹ HAJNÓCZY 1975 40, GABLER 1993

melyik típusnál található nagyobb és összetettebb fűtésrendszer. A fűtés összetettségét a fűtőhelységek számából is meg tudjuk állapítani. A pannoniai villákat alaprajzi struktúrájuk szerint három nagyobb és ezen belül nyolc kisebb csoportba lehet beosztani.³⁰

A *porticus villák* (porticus= bejárat épületrész) három kisebb kategóriába sorolhatók: keresztházas villák, rizalit nélküli és a rizalitos porticus villák (rizalit=kiugró épületrész).

A *középfolyosós villák* alkotják a másik nagy csoportot és azon belül két fajtát lehet megkülönböztetni: a keresztházas és hosszházas villákat.

Az *udvaros villák* alkotják a harmadik nagyobb csoportot és azon belül három csoportra lehet osztani az *areolás*, *peristylumos* villák és az *udvarvillákra*. Az areolás villák udvara egyszerű és nem építették körbe, és a ház „U” alakú formát vesz fel. A peristylumos villák esetében a ház közepén helyezkedik el az udvar oszlopokkal körülvéve és a főbejárat ellentétes oldalon található a villa; míg az udvaros villák esetében nem a legfontosabb helységcsoportok mögött található az udvar.³¹

Porticus villák első csoportjába tartozik a csúcshegyi és a mecsekfalui villa. Az Aquincum környéki villák közül a csúcshegyi a rizalitos csoportba tartozik, ugyanis az egyik fürdőhelysége és egy apszisa miatt nem szabályos. A szobák elhelyezkedése is aszimmetrikus (Alaprajzát lásd 1. ábra). A mecsekfalui villa esetében az ásatásokon feltárt épület (nagyon hasonlít az egyik jellegzetes felépítésű budakalászi villa alaprajzára így)³² besorolható a porticus villák közé.³³ Egyes helységei (lásd 2. ábra) viszont mint egy csonk lógnak ki az épület oldalából, így nem sorolható be csak a rizalitos csoportba. A mecsekfalui villa a környéken található villáktól nagyban eltér és valószínűsíthető, hogy egy pars urbana lehetett, amit egy kisebb közösség tartott fenn, vagyis valószínűsíthető, hogy ritkábban látogatták meg, és a környék villájához képest ez rendelkezett fűtéssel. Ugyanakkor a nála jóval nagyobb, közeli Mecsekjánosban nem volt fűtőrendszer.³⁴

A középfolyosós villák közé tartozik a keresztházas elrendezésű békásmegyeri. A békásmegyeri villa esetében nagyon jól látható az épület közepén elhelyezkedő 4-es 5-ös és 6-os számú helységek elhelyezkedése, amely egy folyosót alkot. Ha a 2. és 8. számú helységekre tekintünk, akkor láthatjuk a kereszthalakot. A 2. számú helység északi irányú, és az épület elhelyezkedése szimmetrikus (lásd 3. ábra).

³⁰ HAJNÓCZY 1975: 56-57

³¹ HAJNÓCZY 1975: 57-59.

³² VISY 2003

³³ KATONA 1993: 78.

³⁴ KATONA 1993: 20

A Jánossomorjai villa esetében már nem látni a szimmetriát és jóval bonyolultabb az alaprajza, amely utalhat összetettségére, gazdagságára is. Ezt erősíti meg az a tény, hogy a villa közelében még egy fürdő is található. Mind a fürdő és mind a villa is rendelkezik fűtéssel. Jánossomorja II. számú épülete, hosszházas villa³⁵ (lásd 4. ábra). A hosszházas rendszerbe sorolható még a túskevári villa is. A hosszházas építkezésére jellemző, hogy nem szimmetrikus az elrendezésük és a hosszanti folyosó mellett találhatók a helységek. A túskevári II. számú villára is ez a megállapítás igaz. A hosszanti középfolyosós villák közé tartozik, amelynek a keleti vége apszissal végződik.³⁶ (lásd 5. ábra).

A csúcshegyi villa, abban tér el a többi vidéki villától, hogy itt nem külön találhatók a fürdőhelységek, hanem az a villa urbanához tartozik. Alaprajzát alaposan szemügyre véve, jól kivehető a hosszanti elrendezésű épület, amelyet több helyen fűthettek be.³⁷ (lásd 6. ábra)

A harmadik nagy csoporthoz az udvaros villák tartoznak ezen belül a peristyliumos villák közé tartozik a balácai és a kékkúti villa. A kékkúti villát korábban ókeresztény bazilikának vélték, majd a hitelesítő ásatásokon kiderült, hogy téves volt ez a megállapítás. A 6. számú helység egy udvar, mely az épület belsejében helyezkedik el és nem a templom főhajója, hanem egy római udvar.³⁸ A főbejárat után közvetlenül helyezkedik el az udvar és az udvar másik oldalán található a többi helység, hasonló elrendezése miatt tartozik tehát ebbe a kategóriába a kékkúti villa is. A villát valószínűleg kibővítették fűthető helységekkel, de az épület jellege megmaradt (lásd 6. ábra). A balácai villa esetében egy nagybirtok villájáról beszélhetünk, ahol sokkal több helység található és összetettebb maga az épület. Az épület belsejében található az udvar és a kékkúti villával ellentétben itt teljesen körbevették a helységek az udvart, így sokkal zártabb hatást kelt az épület.

Egyértelműen megállapítható, hogy a peristyliumos villákhoz tartozik. (lásd 8. ábra)³⁹ Az udvaros villákon belül a másik nagyobb csoport az udvarvillák, amelybe a gyulafirátót-pogányteleki és a szentkirályszabadja-romkúti villák tartoznak. Gyulafirátóti villa alaprajzán látható, hogy a bejárat előtt helyezkednek a fontosabb helységek és mögöttük található az udvar, míg az előző csoportnál ez pont fordítva volt.⁴⁰ A gyulafirátóti villánál sokkal több a lakóhelységek száma is, mint Balácán. (lásd 9. 10. ábra)

³⁵ PUSZTAI 2001: 27

³⁶ KISS 1967:40

³⁷ MÓCSY 1990: 231

³⁸ SÁGI 1972: 123

³⁹ HAJNÓCZY 1975: 59

⁴⁰ HAJNÓCZY 1975: 60

Ha összegezzük a 9 villát, akkor a porticusvillák esetében 2, középfolysós villák esetében 4 és az udvaros villák esetében 3 vidéki villáról beszélhetünk, ahol előfordul fűtésrendszer.

2.2. Fűtésrendszer típusok

A rómaiak fűtésrendszereiket, folyamatosan alakították és pontosították elképzeléseiket így különböző típusú fűtésrendszerek jöttek létre az idők folyamán. Fontos persze megállapítani a kronológiai sorrendet, hogy még szemléletesebben lássuk a fűtések fejlődését, itt elsősorban csak a pannoniai adatokra tudok támaszkodni.

A fűtésrendszerek szerkezetileg sok tekintetben különböztek egymástól. A különböző fűtések függtek az adott helység méretétől és funkciótól is. Fontos kérdés itt, hogy az egyes fűtésrendszereket miért abban az adott villában alkalmazzák.

Három nagy csoportba soroltam a fűtésrendszereket. Elvben hasonlóan működnek, de hatékonyságukat és építési módjukat tekintve már mások voltak.

Az első nagy csoportba tartoznak a *hypocaustumok*. (Építési módját lásd 13. ábra.) A kifejezés utal magára a fűtésre is. Ebbe a csoportba az úgynevezett *suspensura* fűtésrendszerek tartoznak. Lebegtetett padlót jelent; tehát a fűtés esetében kis oszlopocskákra helyezik a padlót. Így az oszlopok között tud áramlani a meleg levegő. A hypocaustum fűtését a *praefurnium* - egy épületen kívüli fűtőház, rendszerint egy kőből kirakott, süllyesztett helyiség látta el. A meleg levegő beáramlott a lebegtetett padló alá, hogy minél nagyobb felületen áramoljon a levegő. A *tubulatio*, a falakba épített szellőző rendszer építése vált szükségessé, amelyen át a füst és a meleg levegő távozott.⁴¹ A tubusok azon a falon voltak, ahova csatlakozott a fűtésrendszer. Ennek legfőbb előnye az volt, hogy sokkal nagyobb felületen keringett a meleg levegő. A probléma esetleg ott lehetett, ha tervezési hiba következtében a padlóból szivárgott a szénmonoxid, vagy a füst. A fűtés az épületen kívül levő kis helyiségből a *praefurniumból* történt. Itt égették el a tüzelőanyagot, és a falban elhelyezett szellőzőnyílásokkal huzatot tudtak előidézni. Így a praefurniumból áradó hő a padló alatt és az üreges *tubusos* falakban keringett.⁴² (Tubusok beépítési módját lásd 14. ábra)

A másik nagy csoport, amit elkülönítettem: a *fűtőcsatornák*, amelyek már jóval kisebb felületen voltak képesek fűteni és csak a kisebb helyiségekben fordultak elő. A vizsgált villák esetében „T” alakúak voltak a fűtőcsatornák. Előfordult, hogy a hosszanti csatornából, több

⁴¹ BÍRÓ 1993: 26

⁴² BÍRÓ 1993: 27

ágból is kiágazott és így nagyobb felületen tudtak fűteni. Nem volt szabályos a „T” alak sem, ugyanis számos villa esetén egy ferde hosszanti szár csatlakozott a falhoz. Ilyen található a kékkúti, a túskevári, a komlói és a balácai II. épületében is (lásd 10. ábra). Abban nem volt hasonlóság egyetlen villa esetében sem, hogy a csatorna hosszanti szakasza az épület különböző részein haladt át. Az adott környezet és a villa típusa, vagy éppen a szoba funkciója döntötte el. Több villa átépítéskor próbálták az épületbe beilleszteni az új fűtési rendszert, de ez azzal is járt, hogy akkor a villa egy részét is át kellett alakítani, mint a kékkúti, a balácai és a mecsekfalui villák esetében is.⁴³ A fűtőhelység ugyanúgy működött, mint a hypocaustumok esetében, vagyis praefurniumból, az épületen kívüli helységből fűtötték. Ebben hasonlóságot mutatott az előző csoporttal, de a különbség, hogy jóval kisebb felületen kevesebb fűtőanyagra volt szükség. Gyakori volt, hogy a fűtőcsatorna több szobát is érintett. A hypocaustumnál, ha a „T” alak végződése a fallal találkozott, a csatorna ott tubulatióban végződött; hasonló módon itt is az volt a funkciója, hogy a füst és a meleg levegő tudjon távozni az átlukasztott téglákon keresztül a szabadba. Itt is ezzel oldották meg a szelőztetést, és nagyobb felületen tudtak fűteni; így nemcsak a padló, hanem a villa falai is sugározták a meleget. A „T” alak rövidebb végén, ahol összeér a fallal a csatorna, a fedők által lefedett részt még a pillérek is megtartották, hogy be ne dőljön a fedő; de a „T” alak hosszanti oldalánál nem találunk oszlopokat (lásd 11. ábra). A legnagyobb terhelés itt érte a padlót és nem lett volna felület, ami megtartsa a fedőket. Valamennyi villában megtalálhatók az oszlopok nyomai. Szembetűnő jelenség, hogy a csatorna alja nem volt egyenes, vagyis a praefurnium irányába lejtett a csatorna két legmagasabb pontja. A „T” alak a rövidebb oldalának két végén volt. Vitruvius is megemlíti munkájában, hogy a fűtendő helység padlója legyen „kemence irányába lejtve úgy, hogy ha egy golyót bedobunk, az ne tudjon megállni, hanem magától guruljon vissza a kemence szájához.”⁴⁴

A harmadik nagy csoport, amit nem lehet egyértelműen besorolni azok a vegyes jellegű fűtésrendszerek. Mind a hypocaustum és a fűtőcsatornák jellegét magukban hordozzák, hypocaustumos csatornák. A legjobb példa erre a csúcshegyi és békásmegyeri villák. Ezekben a villákban követhető a csatorna alakja, de mégsem mondhatjuk csatornának, hiszen az egész szerkezet a pilléreken található, ami a csatornára nem jellemző. Fűtés hatékonyságát tekintve valószínűleg a hypocaustum és a csatorna között helyezkedett el. Ugyanúgy megtalálhatók természetesen itt is a praefurnium és a tubusok a falban.

⁴³ KISS 1967 47-48

⁴⁴ Vitruvius: V, 10

2.3. Fűtőhelységek

A fűtési rendszerek egyik fontos eleme maga a praefurnium. Ezt a legkülönbözőbb helyeken találhatjuk meg az épület belsejében, vagy éppen a villán kívül. A megvizsgált villák alapján a fűtőszáj lehetett négyzet alakú, vagy éppen boltozatos. A nagyobb terhelés esetén boltozatos formát választottak az építők. A nagy égés során, a fűtőszáj környékén jó állapotba maradtak meg a környező falak és pillérek. A nagy hő az építőanyagokat alaposabban kiégette, így képet kaphattunk arról, hogy milyen erősen fűtöttek. A fűtőszáj körül lévő égésfoltból is tudunk következtetni az égésre és annak hevességére. Egy fűtőhelységhez általában több csatorna vagy hypocaustum is csatlakozott. A balácai főépületnél egy fűtőhelységből három csatornát tudtak ellátni.⁴⁵ A kékkúti villa esetében egy helységből két csatornát vezettek ki. A fűtőhelységet úgy alakították ki, hogy képes volt több helységen keresztül fűteni.

2.4. Fűtésrendszerek elhelyezkedése és tájolása

A fűtésrendszerek hatékonyságát növelte, a villákon belüli elhelyezkedése. Fontos volt, hogy egy helységet minél több napsütés érjen. A legnagyobb villák, vagyis a balácapusztai, a gyulafirátóti, a szentkirályszabadjai esetében már külön volt egy nyári és egy téli rész, mivel nagyságukat tekintve a gazdag villákhoz tartoztak és nagy luxussal több helységet is tudtak fűteni. A balácai, a szentkirályszabadjai, a kékkúti, a jánossomorjai, a komlói és a túskevári villáknál a fűtésrendszerek az épület észak-nyugati felében találhatóak, vagyis a kilenc villából hatra jellemző ez az irány, így télen a napsütötte órák száma itt lényegesen nagyobb volt. Az ásatási feljegyzésekben a többi villánál észak és keleti irányban találhatóak a fűtésrendszerek a villán belül.

A villákban található fűtésrendszerek tájolása: békásmegyeri keleti irányú, gyulafirátóti északi irányú és a csúcshegyi észak-keleti irányú.⁴⁶

2.5. A villatípusok fűtésrendszerei

A villatípusok és a fűtésrendszerek kapcsolata fontos kérdés. Hogy megértsük az épületek szerkezetét, tudnunk kell, hogy az egyes villa típusokhoz melyik fűtésrendszer

⁴⁵ RHÉ 1912: 59

⁴⁶ NAGY 1937: 65, KATONA 1994: 68, PÓCZY 1971: 87, PUSZTAI 2001: 39, KISS 1967: 46, SÁGI 1972: 122, RHÉ 1912: 40, PALÁGYI 2003: 238

illeszkedik.

A villákat a fentiek szerint csoportosíthatjuk. Emellett beszélhetünk porticus villákról is; ide sorolhatjuk a csúcshegyi és a mecsekfalui villákat. A csúcshegyi villában egy hypocaustum és két hypocaustumos csatornás fűtésrendszer található. A mecsekfaluiban pedig két fűtőcsatorna.

A középfolyosós villákhoz a békásmegyeri, a jánossomorjai, a túskevári villák tartoznak. A békásmegyeriben egy hypocaustumos csatorna, a jánossomorjai főépületben és túskevárban egy-egy csatorna található.

Az udvaros villákhoz tartoznak a balácai, a kékkúti, a gyulafirátóti, a szentkirályszabadjai villák. A balácai főépülethez öt csatorna, a kékkútihoz három csatorna tartozik. A gyulafirátótinál valószínűleg kilenc hypocaustum, a szentkirályszabadjai esetében pedig három csatorna és egy hypocaustum található.⁴⁷

Lényeges összefüggést nem találtam a villatípusok és a fűtésrendszerek fajtái között. Ami megállapítható, hogy az udvaros villák esetében jóval nagyobb a fűtésrendszerek száma, mint a középfolyosós vagy a porticus villák esetében. A megállapítást még pontosítani kell, hiszen egyéb tényezőket is figyelembe kell vennünk. Kevés az egy típushoz tartozó villa, de annyi biztos, hogy nincs összefüggés a villa típusa és a fűtésrendszer között.

⁴⁷ NAGY 1937: 64, KATONA 1994: 68, PÓCZY 1971: 86, PUSZTAI 2001: 37, KISS 1967: 46, SÁGI 1972: 122, RHÉ 1912: 40, PALÁGYI 2003: 238

3. Hatékonyság és a számítások

Szakdolgozatomban mindenképpen fontos elem magának a fűtésrendszerek hatékonyságának a kiszámítása. A hő szükséglet kiszámításhoz viszont sokkal több adatra van szükségünk, ezért csak elméleti síkon közelítem meg a témát, és nem számítom ki az egyes villákhoz tartozó hő-szükségletet. A szakemberek a házak fűtésének kialakításához készítenek bonyolult számításokat.

A kiszámításhoz több tényezőre és adatra van szükség. A számításnál figyelembe kell venni: a *hő terjedést* (nagyobb belső energiával rendelkező test ad át meleget a hidegebb, vagyis kisebb energiájú testnek), a *hővezetést és ennek tényezőjét* (különböző anyagok különböző mértékben vezetik a hőt és ennek meghatározott értékei vannak), a *hővezetési ellenállást* (hővezetési tényező reciproka), a *hőáramlást* (változtatják a helyüket a részecskék és magukkal viszik energiájukat, amely a gáz, vagy folyadékok melegítésénél a melegebb részecske helyére hidegebb áramlik), a *hőszugárzást* (a különböző anyagú és színű anyagok különböző módon nyelik el hőszugárakat; így különböző mértékben melegszik fel az adott közeg), a *hő átadást és annak tényezőjét* (a szilárd, légnemű, cseppfolyós közegekbe való áramlások, amely az ezt határoló falak között hő kiegyenlítéssel jár).⁴⁸ Szükség van ezen kívül a *hőátbocsátás tényezőjére*, az ellenállására is, amely során szilárd falon keresztül áramlik át melegebb, nem szilárd közegből hidegebb nem szilárd közegbe. Villa pontos méreteire, vagyis magasságára, tetőszerkezetére és annak anyagára, az ajtók, ablakok pontos helyére is szükség van a számításokhoz, ugyanis a különböző égtájak miatt ez sem mindegy. A számítás menetében pedig az első az *alaphőveszteség* megállapítása és a (felfűtés, szél, égtáj), erre meghatározott képlet és kiszámítási űrlap található. Emellett figyelembe kell venni a szomszédos szobák hőmérsékletét is, főleg a római villák esetében, hiszen az egyik helység lehetett jéghideg a másik pedig felfűtött, így jelentősen csökkentette a felfűtött helység hőmérsékletét. A számítás menetében szükség van az összes olyan adatra, amely az épületre vonatkozik, vagyis a helységek magasságára, a falak felületére, anyagára, belmagasságára. Figyelembe kell venni ezt követően a helységek belső hőmérsékletét, a levegő külső hőmérsékletét, a *szélpótlékot*, amely alaposan befolyásolhatja a villa hőmérsékletét, még fűtés esetén is, főleg, ha rossz helyre rakták az ablakokat, ajtókat. Másik fontos tényező, amelyre a számításoknál tekintettel kell lenni: az égtáj, és ezt a rómaiak tudták, ugyanis a rossz

⁴⁸ KÓSZÓ 2001: 165-166

égtájárnyékolás több százalékkal ronthatja a fűtés hatékonyságát.⁴⁹ Szükség van emellett az akkori környezeti adatokra, amelyek befolyásolhatták a szél irányát, erősségét, vagy éppen a külső hőmérséklet miatt az akkori klíma is fontos adat lenne.

Ezekkel a tényezőkkel és adatokkal kiszámítható az adott villa helységei pontos hőmérséklete és a fűtés hatékonysága. A fűtés hatékonyságát dolgozatomban nem tudom kiszámolni, hiszen több hiányzó adat miatt nem lenne pontos és már egy tényező is befolyásolhatja az eredményeket. A fentebb felsorolt tényezők, pótlékok hiányoznak, pontos számításokat csak egy jól rekonstruált épületben tudnánk elvégezni.

4. Villák és fűtések

Nélkülözhetetlen a fűtésrendszerek összehasonlítása. Az összehasonlításban egy összesített táblázatot készítettem, amelyben feltüntettem egy fűtésrendszer összes adatát (lásd: 6. táblázat). Ebben a táblázatban az összes villának a fűtésre vonatkozó fizikai tulajdonságát feltüntettem; vagyis a fűtésrendszer aljának az építési módját, a rendszer szélének anyagát, a fűtőszáj adatait, tulajdonságait, a hypocaustum tartó pilléreinek méretét és anyagát, a csatorna szélességét, tüzelését, a rendszer vertikális emelkedését, a tubusok méretét és anyagát. Az épületben végzett esetleges átalakításokat, a fűtött helységek számát is megjelöltem; a fedőket, amellyel a rendszert védik és végül a fűtőhelység adatait is megjelenítettem a táblázatban. Az így elkészített táblázat áttekinthető és levonhatjuk a következtetéseket. Az összehasonlításban mindenképp fontos külön megemlíteni a hypocaustumokat, a csatornákat és a vegyes jelleget hordozó hypocaustumos csatornákat. Ha sorrendbe rakjuk a villákat méretük szerint, akkor a következő sorrend alakul ki: Baláca I. Főépület, Kékkút, Baláca II. Fürdőépület, Tüskevár, Gyulafirátót, Csúcshegy, Szentkirályszabadja, Baláca XVII. Épület, Mecsekfalu, Baláca X. épület, Jánossomorja II. Főépület, Jánossomorja I. Fürdő.

(Lásd 1. táblázat)

A 2. számú táblázatban megjelenítettem a fűtőrendszerek felületét. A táblázatokban láthatjuk, hogy a balácai I. főépülete, békásmegyeri, mecsekfalui, szentkirályszabadjai villák kivételével, aránytalanul nagyobb vagy kisebb fűtésrendszert kaptak a villák.⁵⁰ A kivétel erősíti a szabályt, de annyi bizonyos, hogy a kivételektől eltekintve feltételezhetjük, hogy

⁴⁹ KÓSZÓ 2001: 166-167

⁵⁰ NAGY 1937: 65, KATONA 1994: 68, PÓCZY 1971: 87, PUSZTAI 2001: 39, KISS 1967: 46, SÁGI 1972: 122, RHÉ 1912: 40, PALÁGYI 2003: 238

tudatosan építették ki a fűtésrendszert. A balácai fürdőépületet és a gyulafirátóti villát nem sikerült kiszámolni, mert nagyon sok adat hiányzott és a meglévők is pontatlanok voltak. A gyulafirátóti ásatás során nem lett pontosan feltárva valamennyi helység, és hiányosak a feltárt részek is. A balácai villa II. számú fürdőépületét pontosan tárták fel, de kevés adat állt rendelkezésemre, hogy kiszámítsam, valamennyi helység fűtését. A következő táblázatban (lásd 3. táblázat) az arányokat tüntettem fel, és ott láthatjuk, hogy a fürdők kivételével, villáknak csak néhány százalékában található fűtésrendszer.

A 3. táblázatban található azok az eredmények, amely megadva a villa alapterületét viszonyítom a fűtésrendszerhez. A jánossomorjai fürdőépület, távol a főépülettől található és a többi villa fürdőépületéhez képest jóval kisebb (26 m^2 területű) és így jóval könnyebben lehetett a fürdőépület fűtésrendszerét kialakítani. A balácai X. épület (lásd 12. ábra) pedig közvetlenül össze volt kötve a főépülettel és a kiszolgáló személyzet téli szálláshelye volt.⁵¹ Arányaiban a többihez képest nagyobb, mint magában a főépületben, ahol mindössze csak 2% a villa egész felületén a fűtésrendszer. A csúcshegyi és a balácai XVII. épületben szintén találhatók fürdők. A vizsgált fürdőknél csak a hypocaustumos megoldást alkalmazták, lényege, hogy a helységet fűti az utolsó négyzetméterig és természetesen a tubusok révén a falakat is.⁵² A lakóépületekben 7,25 % átlagosan a fűtés aránya. A fürdők esetében ez a szám már jóval nagyobb, átlagosan 30%. Ez az adat nem pontos, hiszen csak 3 épületet tudunk összehasonlítani, de azt bizonyosan állíthatjuk, hogy a fűtésrendszer aránya az épületen belül több mint 10% felett található. Fontos az épületen belül a szobák funkciója.

A 4. táblázatban láthatjuk, hogy melyik villában hány helységet fűtenek be. Átlagosan egy villában 24 helység található, ebben a számításban megtalálhatók a fürdők és a lakóépületek is. A fűtött helységek száma pedig nem haladja meg a 8-at, de fűtötték mindegyik helységet. A kisebb épületek esetében fordul elő (balácai X. épület, békásmegyeri és jánossomorjai villa épületek), hogy a szobák felét fűtötték, mert jóval kisebb helységekbe kellett kiépíteni a fűtésrendszert (kb.: $20\text{-}30 \text{ m}^2$ szobák). A nagyobb épületek esetében a felét sem éri el a fűtött helységek száma. Egy villán belül a fűtött szobák 33%-ot tettek ki.

Az 5. táblázatban, a villákban a befűtött szobák számát és a helységek funkcióit tüntettem fel. A szobákra egy adott helységhez kapcsolható használati tárgyakból lehet következtetni, a fürdők esetében pedig meleg vizes fürdőhelységek jöhetnek szóba. Összesen 46 helységet fűtenek a 13 villában és ebből 19 helység lakóhelység, 21 helység fürdőhelység,

⁵¹ REGENYE 1992: 342

⁵² PALÁGYI 2001: 18

2 fogadó terem, 1 téli galéria (sport terem), 1 téli étkező és 2 konyha. A fűtések nagy részét tehát a fürdőhelyiségekre és a lakóhelyiségek alá építik be. Másik kérdés, hogy a különböző funkciójú helyiségekhez milyen típusú fűtésrendszer tartozik. Az összesített táblázatban 18 „T” alakú csatorna, 11 hypocaustumos padozatos rendszer és 4 vegyes jelleget hordozó hypocaustumos csatorna található. Amit ebből egyértelműen levonhatunk, hogy a népszerűbb „T” alakú fűtőcsatornás rendszer alkalmazása valószínűleg azért is jobb, mert jóval olcsóbb a kivitelezése és a rendszer esetleges későbbi kiépítésénél, kevesebb munkát kell végezni; egyszerűbb a karbantartása is, hiszen csak a fedőlapokat kell eltávolítani, és hozzá lehet férni a csatornához. Ha a hypocaustumos megoldást alkalmazzuk, akkor a rendszert sokkal körülményesebb megépíteni, hiszen meg kell építeni hozzá az oszlopokat és megtervezni, hozzá a padozatot.

4.1. Fűtésrendszer részei

Az összesített táblázatban (lásd 6. táblázat) az egyes rendszerek alkotórészeit tüntettem fel. Legyen szó, akármelyik fűtéstípusról, azt láthatjuk a táblázatban, hogy a rendszert csak altalajra építették, amit előtte ledöngöltek, vagy a nagyobb rendszernél megalapozták, levakolták (lásd Baláca).⁵³ Másik adat, amely fontos lehet, hogy megértsük a lényegét a csatornának, az maga a csatorna széle. A táblázatban láthatjuk, hogy kőoldalúak voltak, de a mecseksfalui villa kilóg a sorból, ugyanis a csatorna oldalát téglákból építették ki. Több esetben be is vakolták az oldalát a csatornának és így ez erősebb alapot biztosított a rendszernek.⁵⁴ A fűtés másik fontos része a fűtőszáj, vagyis a „fűtésnek a lelke”, ahol bekerül a tüzelőanyag. Sajnos ez az adat hiányos, ugyanis a feltárások alkalmával már nem volt meg a fűtőszáj pontos mérete. A meglévő adatokból pedig kiderül, hogy ahány villa volt, annyi féle megoldást alkalmaztak: volt boltíves kőből, trachitlapokból, oszlopokból.⁵⁵ A pillérek, vagy oszlopok, amelyet elsősorban a hypocaustumos rendszerekben fordulnak elő nagyobb számban, változatos képet mutatnak. A sűrűn egymás mellé rakott négyzet vagy kör alakú oszlopok, egy villán belül hasonló anyagúak, de az egyes villák között már különbözőek (bazalt, tégl, trachit). Ugyanez vonatkozik a méretekre is, egy villán belül, a különálló

⁵³ KISS 1967: 41, SÁGI 1972: 125, 130, PUSZTAI 2001: 20, KATONA 1993: 69, PÓCZY 1971: 86, NAGY 1937: 33, RHÉ 1912: 59, PALÁGYI 1989

⁵⁴ KISS 1967: 41 SÁGI 1972: 125, PUSZTAI 2001: 23, KATONA 1993: 69, PÓCZY 1971: 86, NAGY 1937: 34, RHÉ 1912: 59, REGENYE 1992: 343

⁵⁵ KISS 1967: 42 SÁGI 1972: 125-126, PUSZTAI 2001: 24, KATONA 1993: 68, PÓCZY 1971: 97, NAGY 1937: 34-35, REGENYE 1992: 343-344

fűtésrendszerekben találhatók hasonló méretű (alapterületű) oszlopok. Az oszlopok magassága sok esetben bizonytalan, megrongálódott az idő folyamán.⁵⁶ Vitruvius megemlíti művében, hogy a fűtés kiépítése során lejtene kell. A túskevári, a kékkúti, a mecsekfalui, a békásmegyeri, a csúcshegyi, a balácai villákban egyértelműen látni a rendszer lejtését.⁵⁷ A többi villa esetében már bizonytalan, kevés adat állt rendelkezésemre ezek kiderítésére.

A meleg levegő áramlása a tubusokat is felmelegítette így lehetővé vált a falak fűtése is ezzel a megoldással. A másik fontos és egyben kényes probléma a fűtés csatornák megfelelő fedése. A csatornák jóval kisebb felületen helyezkednek el, mint a hypocaustos rendszer esetében. A táblázatban feltüntettem a csatornák különböző fedéseit. A leggyakoribb módszer azonos méretű négyszögletű fedőlapok használata, majd ezt követte egy terazzo alapozású padló. Szintén változatos képet mutat a csatornák fedése, ez is csak egy villán belül mutat egységet. Vörös homokkővel, téglával, téglacseréppel, tufa fedőlapokkal fedték, vagy használtak boltíves megoldást is a nagyobb medencéknél. Valószínűleg a környéken fellelhető anyagokkal készítették el a fűtésrendszer részeit.⁵⁸ A tubusok a fűtésrendszer másik fontos elemét jelentik, hiszen itt távozik a füst a szabadba. A tubusok egy csőrendszert alkotnak az ásatások alkalmával már nem találni a tubusokból semmit, vagy erősen lepusztult állapotúak, mert agyagból készítették, de ami árulkodó jel, hogy a falon nagyon gyakran megtalálható a tubusok lenyomata. A balácai ásatásokon maradt meg épen egy nagyobb méretű tubus csőrendszer, ami a Veszprémi Múzeumban látható. Egy tubus tégl mérete 12 cm x 16 cm és 1,5-2 cm vastagságúak.⁵⁹ Mivel kevés erről az információnk, így nem tudom összehasonlítani, hogy az egyes tubusok méretei milyen különbségek mutatkoznak, de kivétel nélkül mindegyik villában megtalálhatók a tubusok nyomai. Nagyobb rétegű vakolat mögött találhatóak meg ezek a téglák, itt figyelni kellett, ha minél nagyobb a vakolat annál kevesebb az átadott hő mennyisége.

A fűtőhelységet tekintve szintén elmondhatjuk, hogy sokszínű, nem mutat egységes képet, ugyanis az épületen kívül volt a kemence. Előfordult a csúcshegyi, a mecsekfalui és a békásmegyeri villa esetében, hogy a konyha tűzhelye fűtötte a helyiségeket és magát a konyhát is, nem alakítottak ki külön helységet a fűtéshez. Saját tüzelőhelye volt a túskevári, kékkúti

⁵⁶ KISS 1967: 42 SÁGI 1972: 131, PUSZTAI 2001: 37-38, KATONA 1993: 69, NAGY 1937: 33, RHÉ 1912: 50,

⁵⁷ KISS 1967: 44, SÁGI 1972: 128, PUSZTAI 2001: 23, KATONA 1993: 68, PÓCZY 1971: 97, NAGY 1937: 37, REGENYE 1992: 345

⁵⁸ KISS 1967: 41, SÁGI 1972: 128, PUSZTAI 2001: 24, KATONA 1993: 69-70, NAGY 1937: 33-35, RHÉ 1912: 50, REGENYE 1992: 345

⁵⁹ SÁGI 1972: 129, 134, KATONA 1993: 69-70, NAGY 1937: 35, RHÉ 1912: 52

villák, valamint a balácai villagazdaság valamennyi épületének. A fűtő helységek is sokszínűek voltak; a legegyszerűbb a döngölt padlós megoldás, amit alkalmaztak egy néhány négyzetméteres helységben.⁶⁰

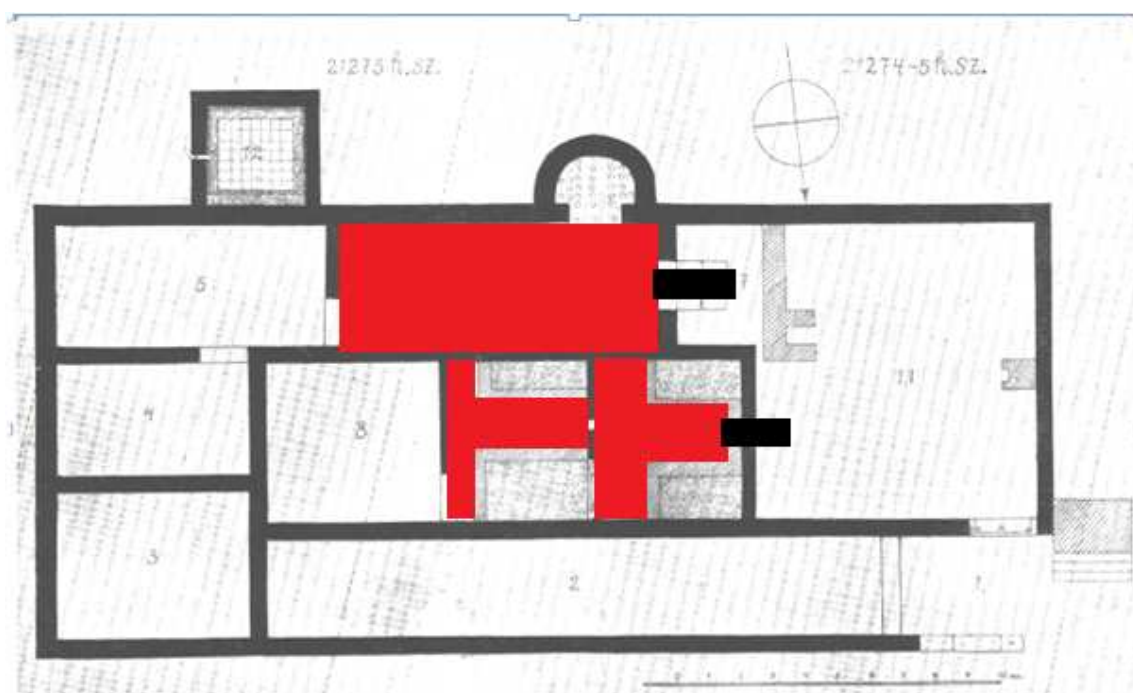
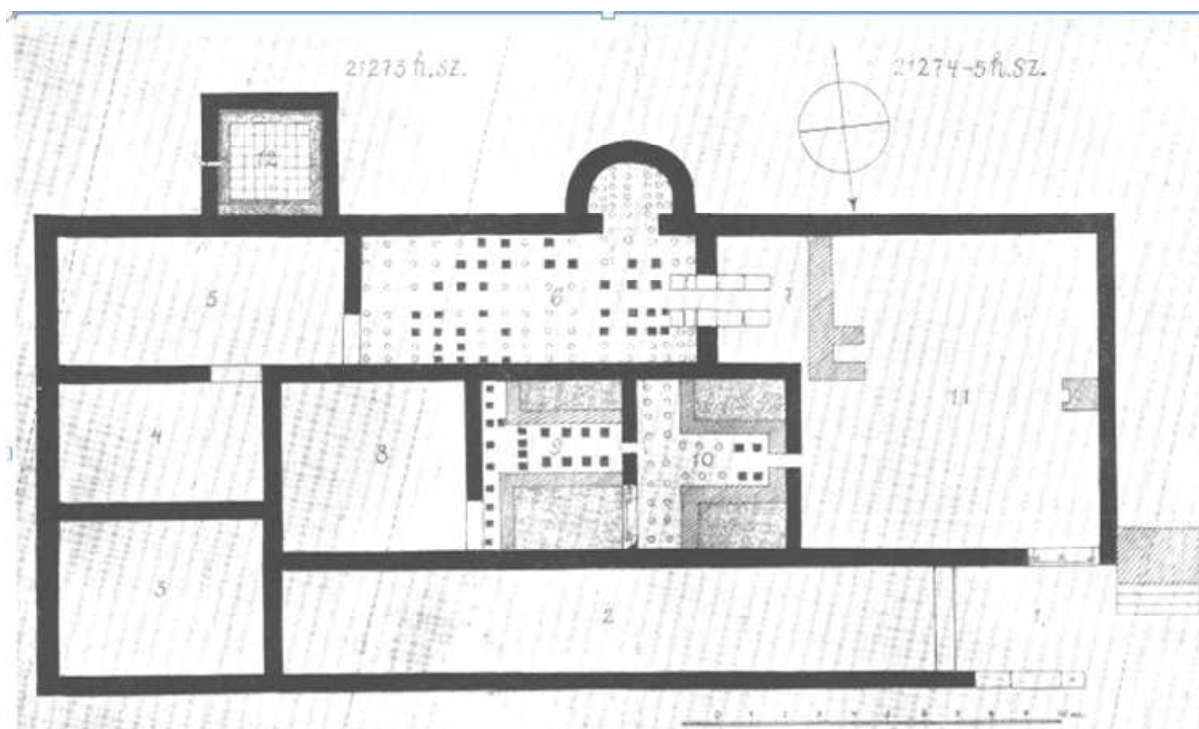
Összegzés

A szakdolgozatomban a római kori villák fűtésrendszerének elemzését foglaltam össze. A villák típusát és az azokhoz tartozó fűtésrendszereket elemeztem, de nem találtam arra utaló jeleket, hogy a villatípusok, és a fűtések között bármi hasonlóság lenne. Amit biztosan állíthatok, hogy az adott épület jellegéhez igazodva, vagyis egyedi módon építették hozzá a fűtéseket. A kutatásaim során, amit elsősorban az ásatási rajzokra támaszkodva sikerült megállapítanom, hogy három különböző típusú fűtésrendszer található. Ezek lényeges elemeit és pozitív-negatív oldalait írtam le. Kitértem a hatékonyságukra, ami az építők szerint a legmegfelelőbb. A villákban található fűtések alapterületét vetettem össze a villa alapterületével és az ebből levont következtetéseim, hogy különbség mutatkozik a villák főépülete és fürdőépülete között. Számítások alapján a fűtött helységeket is pontosan kiszámoltam és az ásatási dokumentumok, publikált anyagok alapján a helységek funkcióját a fürdők és lakóhelységeket fűtenek a villákban. Aránytalanságokat a kisebb villák építkezése során épített fűtőhelységeknél találtam. A fűtött helységek különbségei között kell megemlíteni, hogy a fürdőknél elsősorban a hypocaustumos megoldás dominál. Másik fontos pont, amire szakdolgozatomban kitértem a fűtésrendszerek legfontosabb részei: a fűtőnyíláshoz tartozó kemence, a fűtésrendszer alja, a tubusok, a hypocaustumhoz tartozó oszlopok, vagy pillérek és ezek között a számos különbséget fedeztem fel, vagyis a fűtés alapvető típusa az megegyezik, de a fűtésrendszer részei már nagyobb különbségeket mutatnak villák között, ugyanakkor villán belül nagyon sok hasonlóság található.

Külön szeretném megköszönni Csapláros Andrea tanárnőnek, aki segített az útmutatásaival. Dr. Palágyi Sylviának, aki engedélyezte számomra, hogy a balácai ásatási eredményeit felhasználjam munkámhoz és Molnár Jenő veszprémi adattár munkatársának, aki segített a veszprémi adattárban.

⁶⁰ KISS 1967: 41, SÁGI 1972: 127-128, 130, PUSZTAI 2001: 27, KATONA 1993: 69-70, PÓCZY 1971: 95, NAGY 1937: 33, 29, RHÉ 1912: 40, REGENYE 1992: 341

Melléklet:



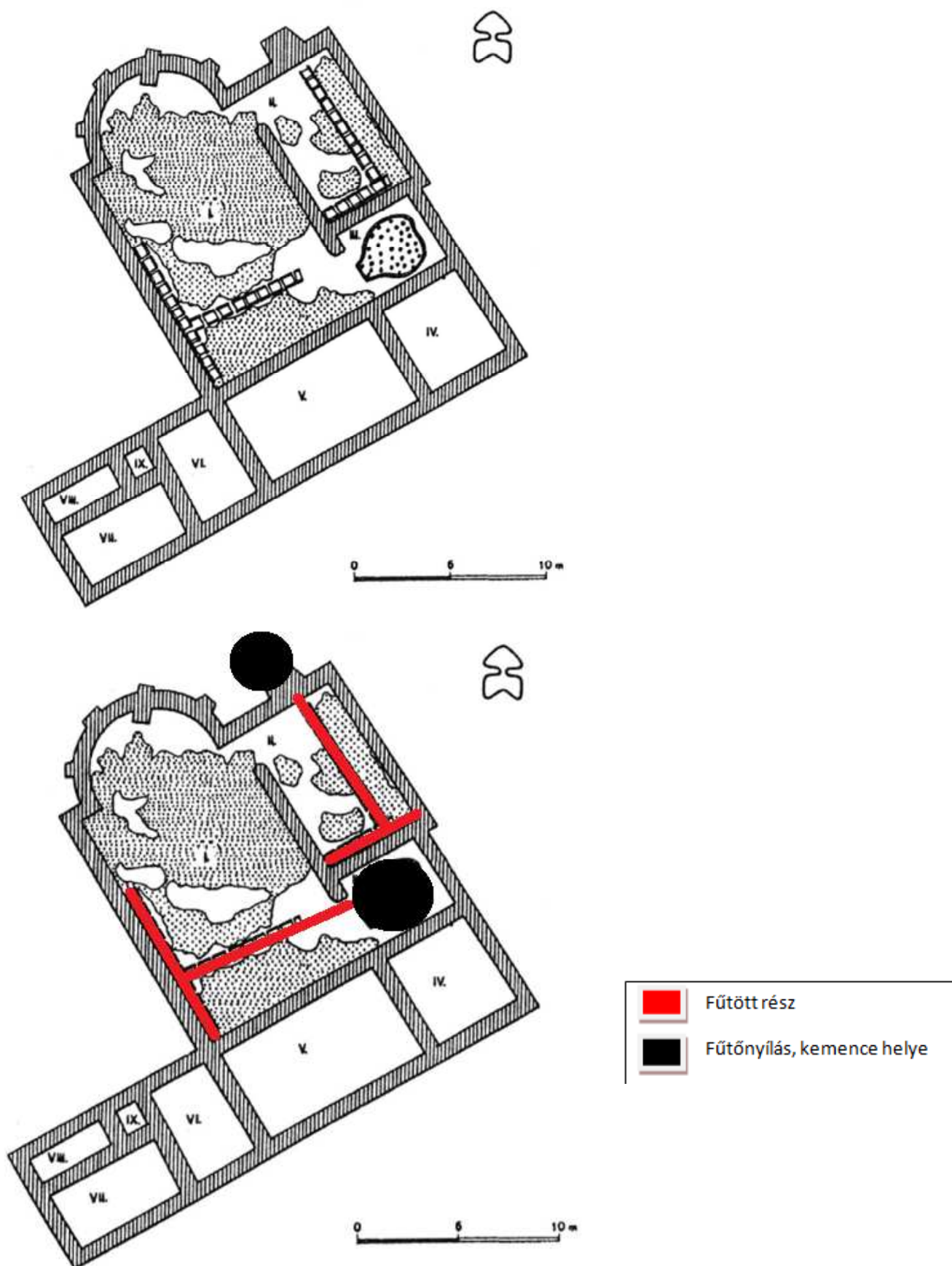
Fűtött rész



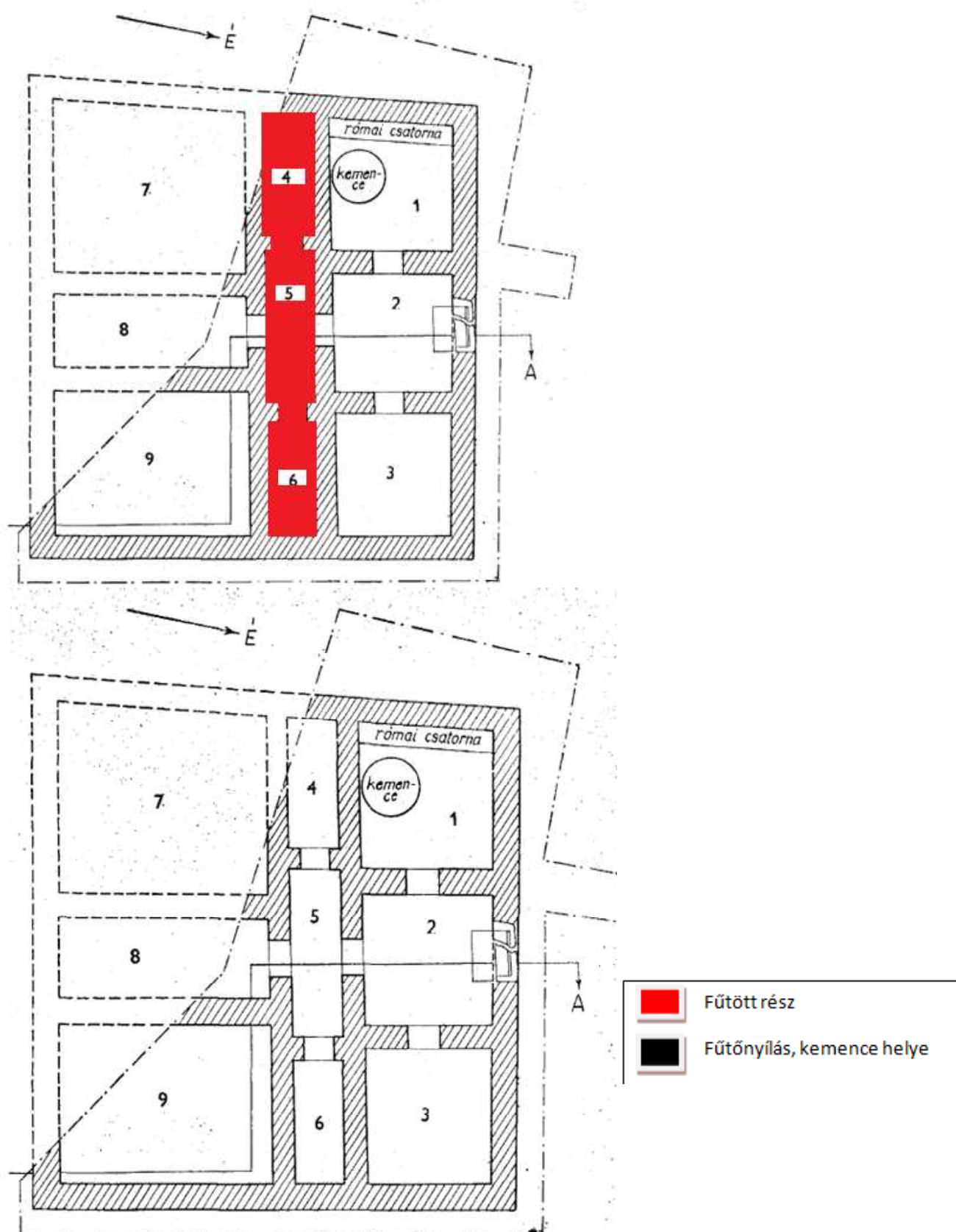
Fűtőnyílás, kemence helye

1. ábra Csúcshegyi villa alaprajza

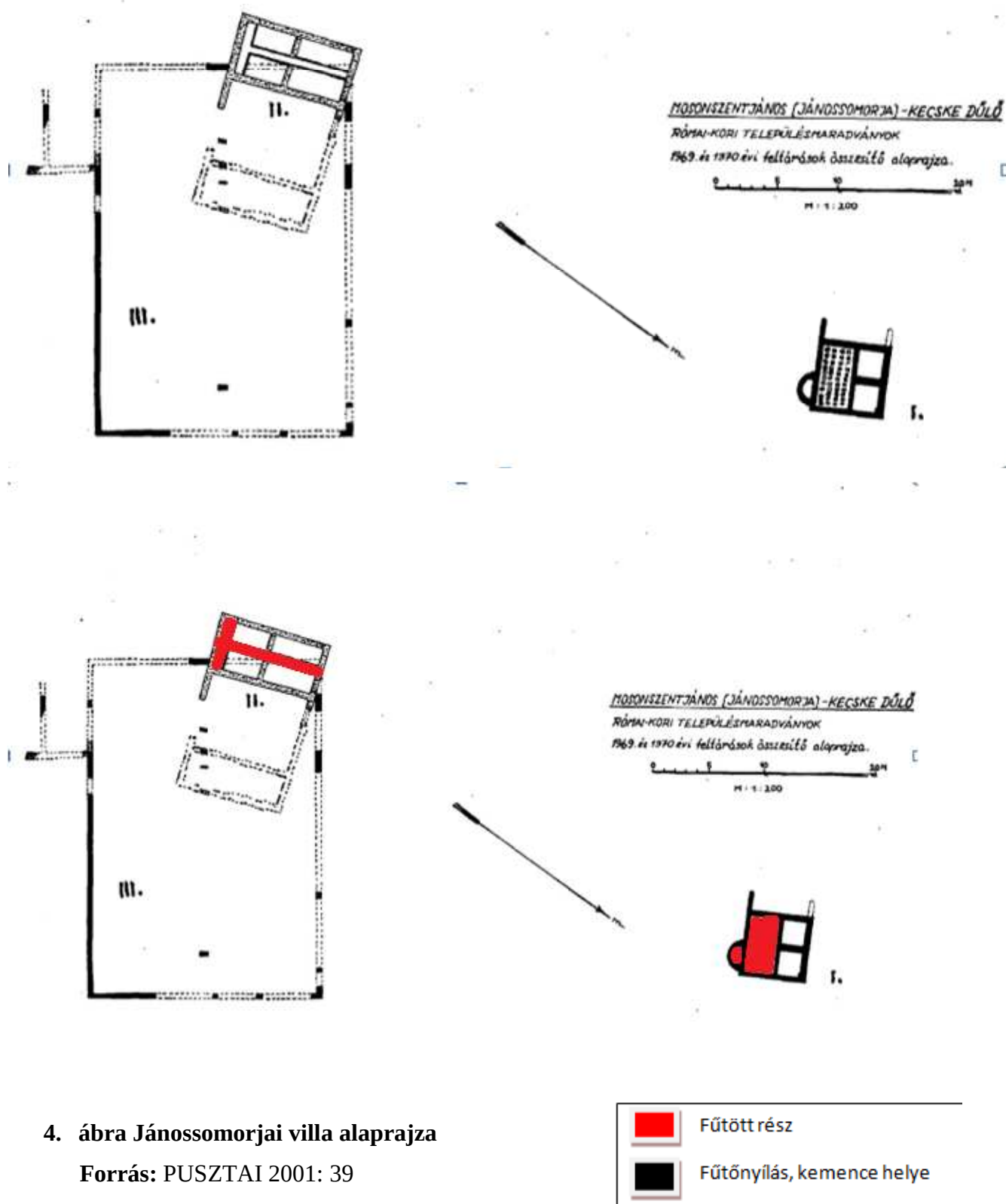
Forrás: NAGY 1937: 65

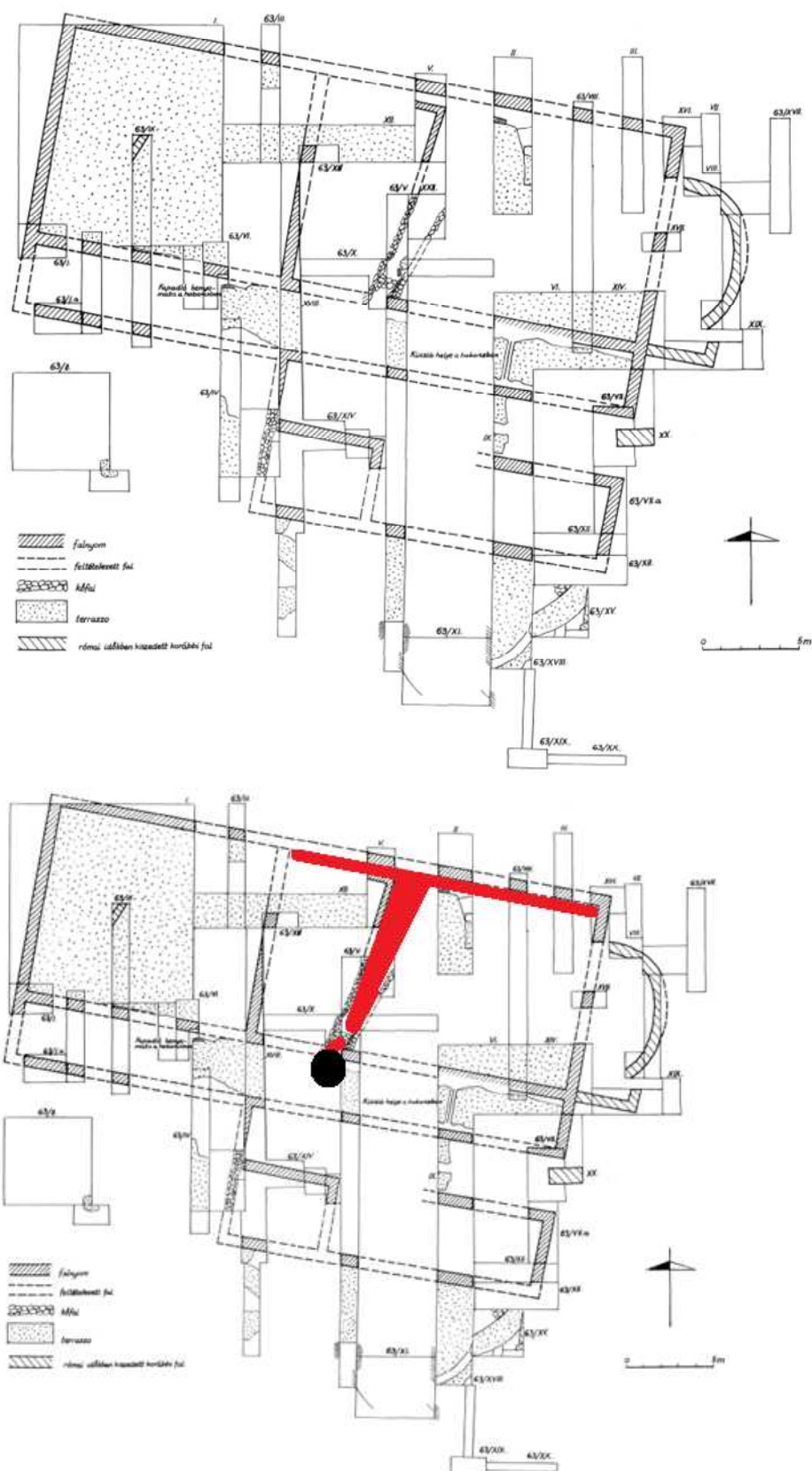


2. ábra Komló Mecsekfalui villa alaprajza Forrás: KATONA 1994: 68



3. ábra Békásmegyeri villa alaprajza Forrás: PÓCZY 1971: 87

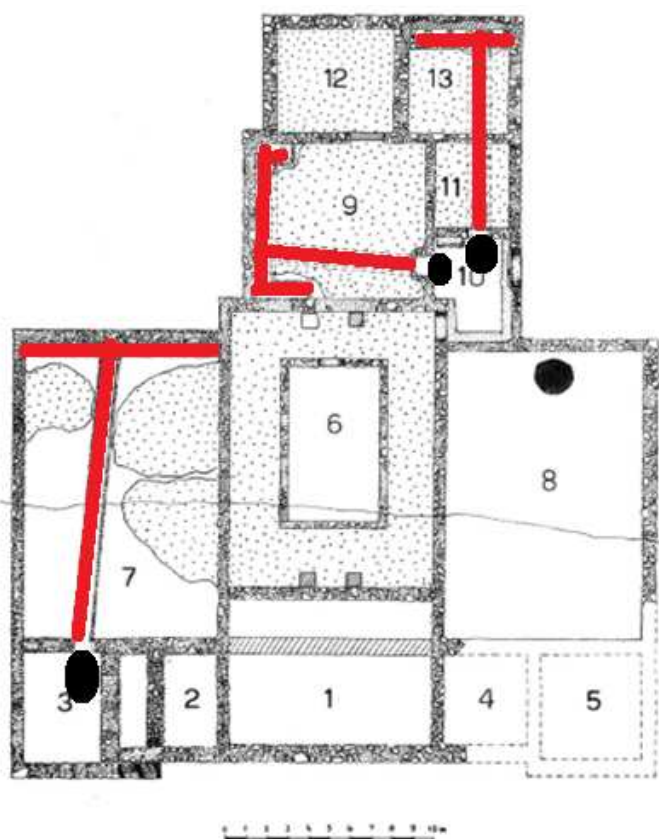
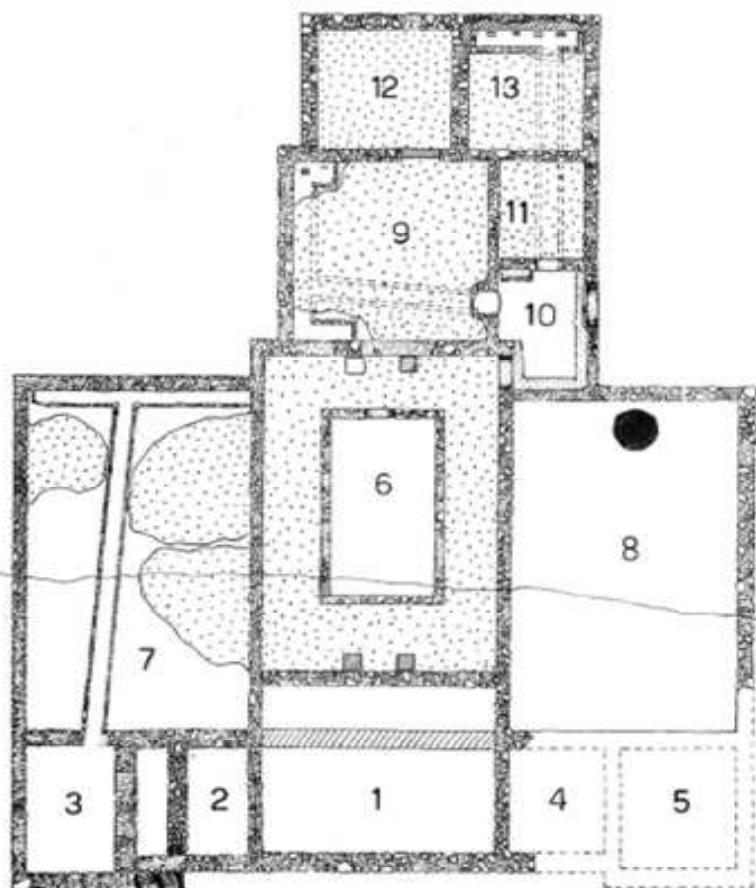




5. ábra Tüskevári villa alaprajza

Forrás: KISS 1967: 46

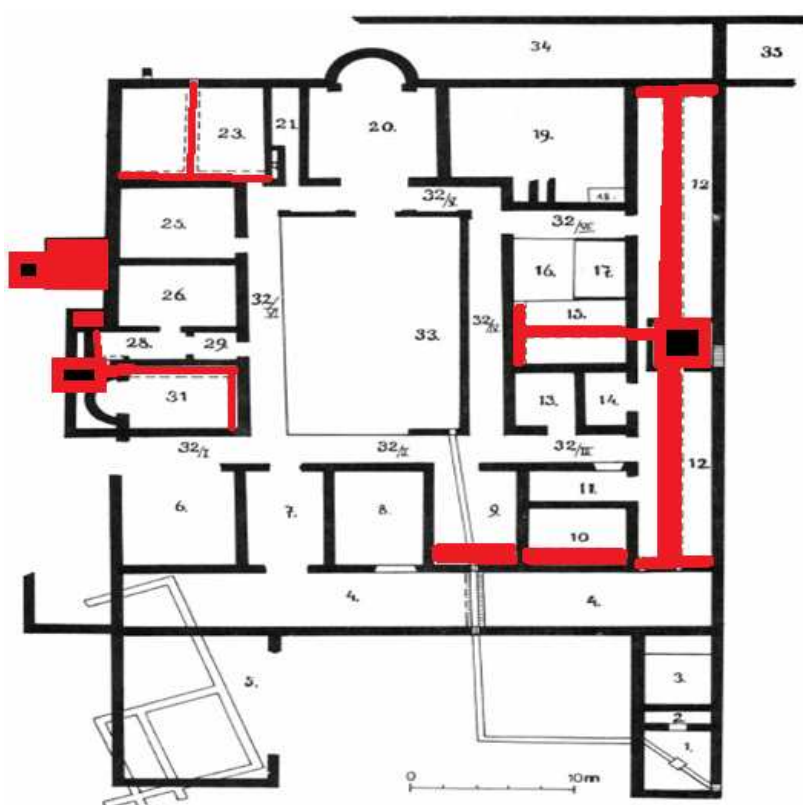
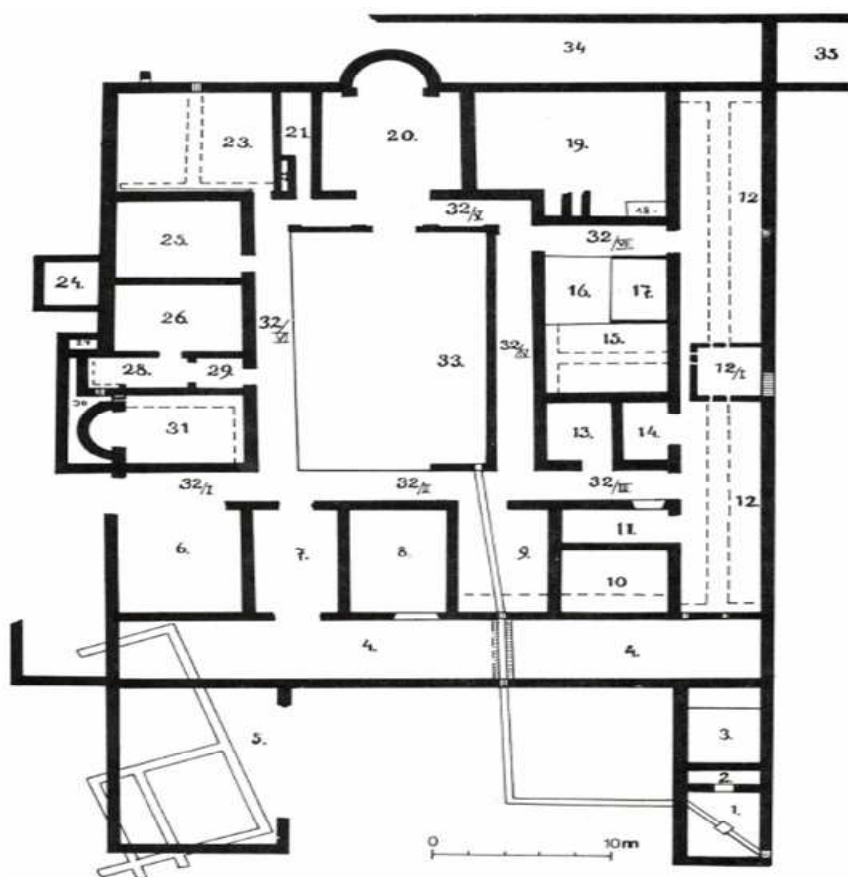
	Fűtött rész
	Fűtőnyílás, kemence helye



- Fűtött rész
- Fűtőnyílás, kemence helye

6. ábra Kékúti villa alaprajza

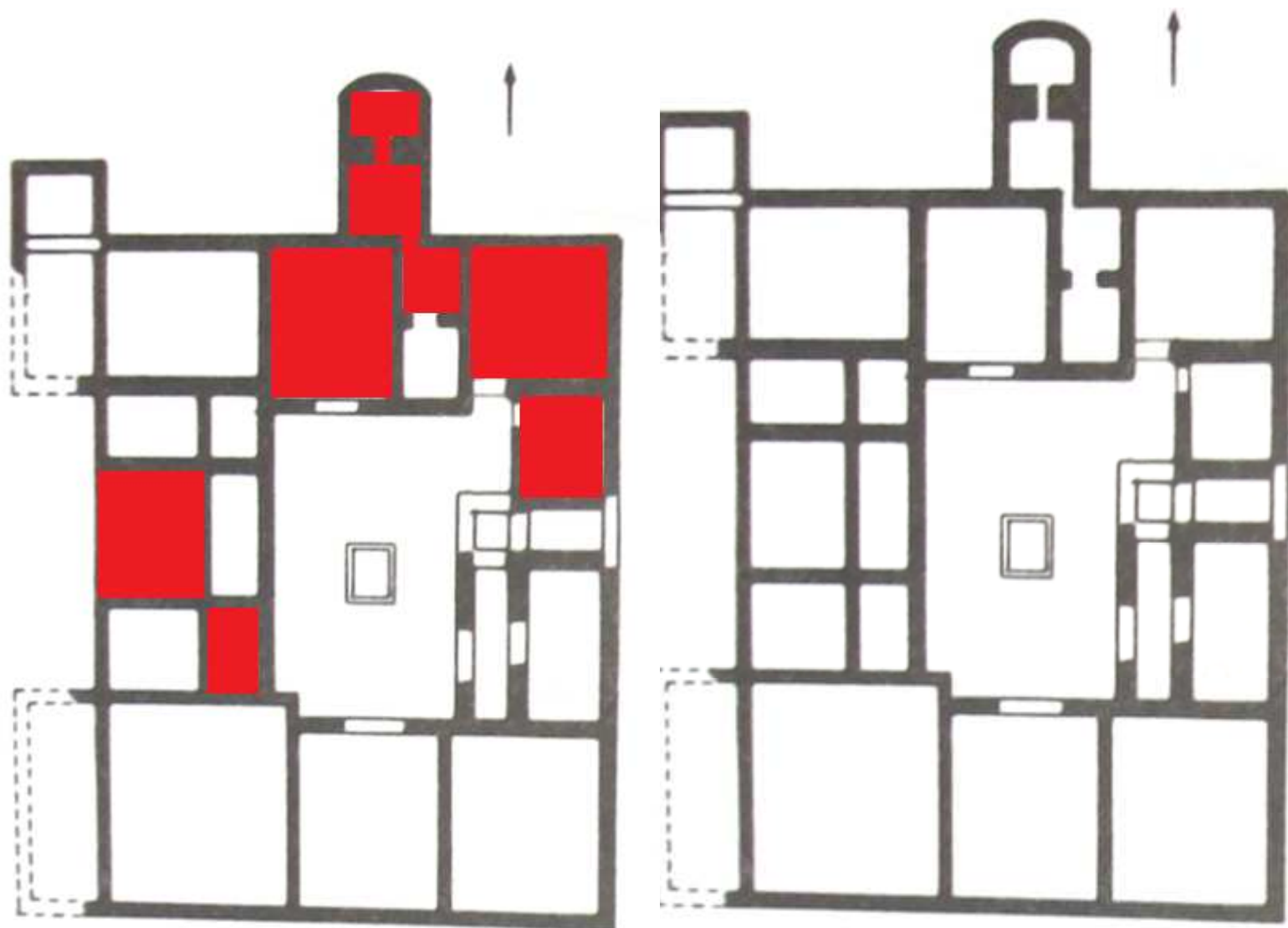
Forrás: SÁGI 1972: 122



- Fűtött rész
 Fűtőnyílás, kemence helye

7. ábra Balácai (I. számú) Főépület

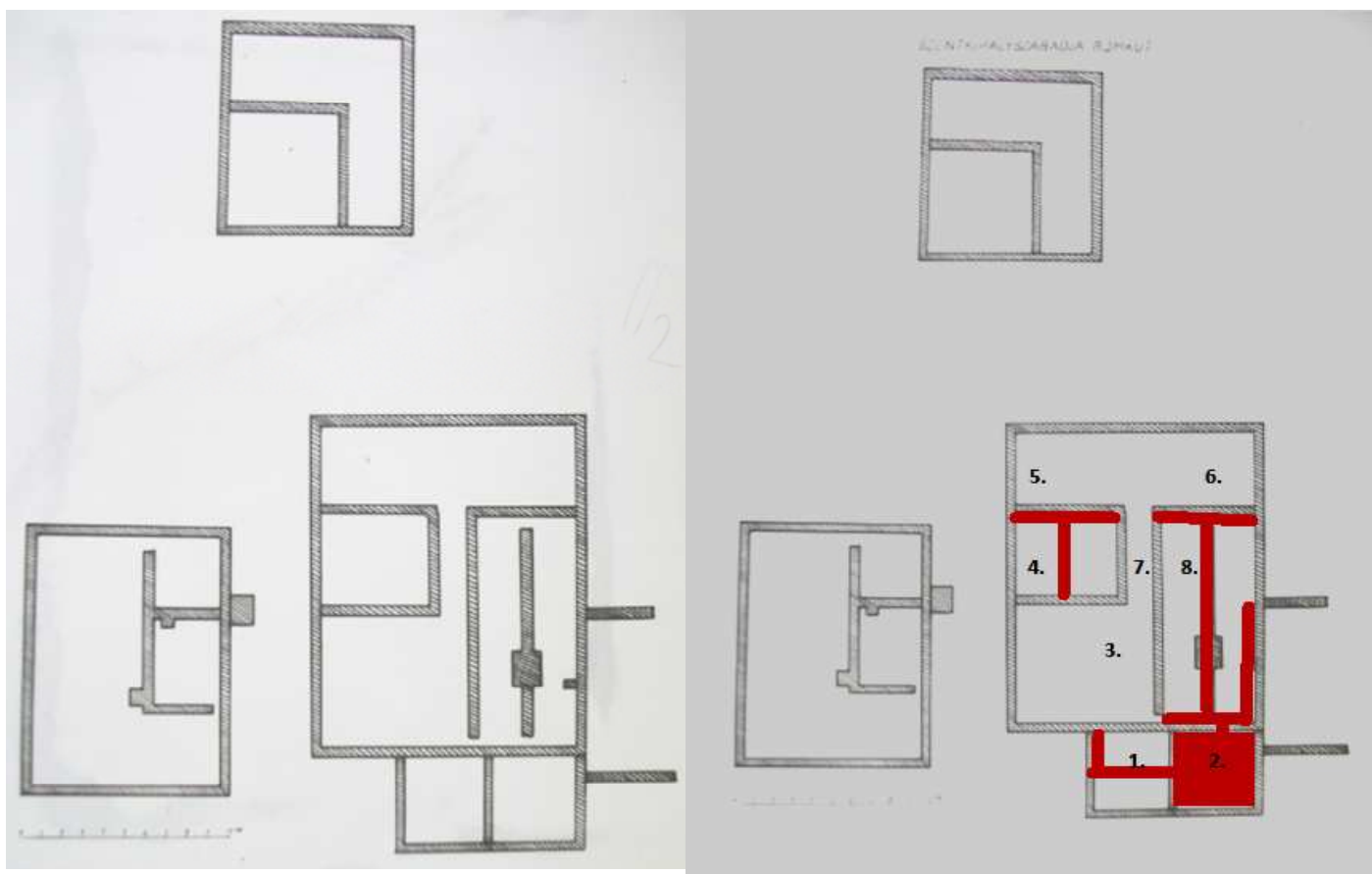
Forrás: RHÉ 1912: 40



	Fűtött rész
	Fűtőnyílás, kemence helye

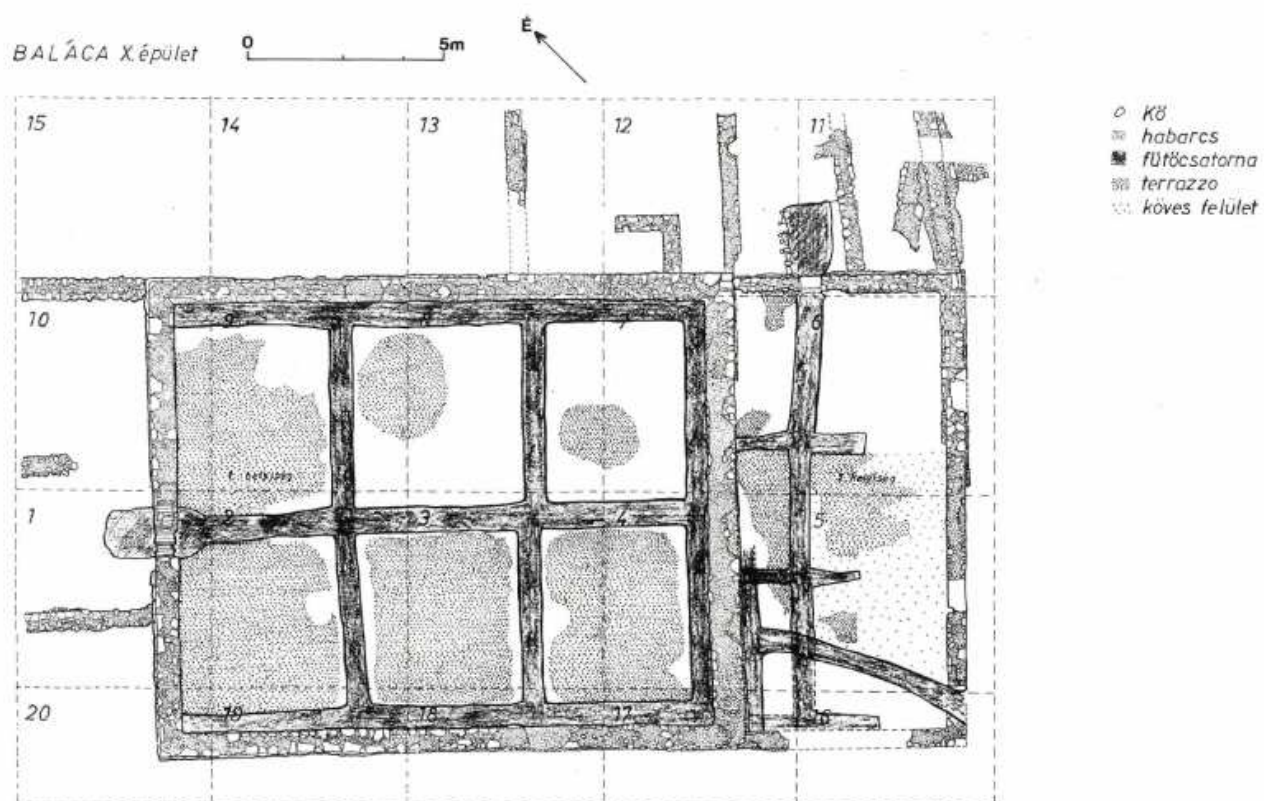
8. ábra Gyulafirátóti villa alaprajza

Forrás: veszprémi adattár ITSZ:1171



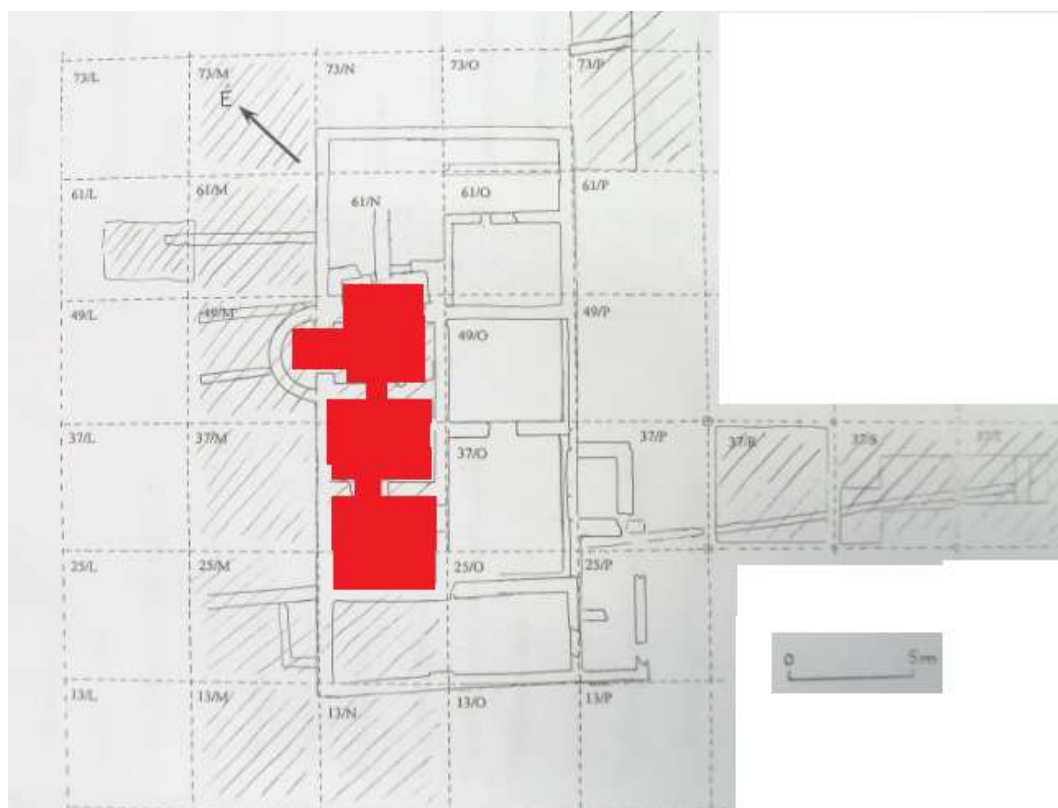
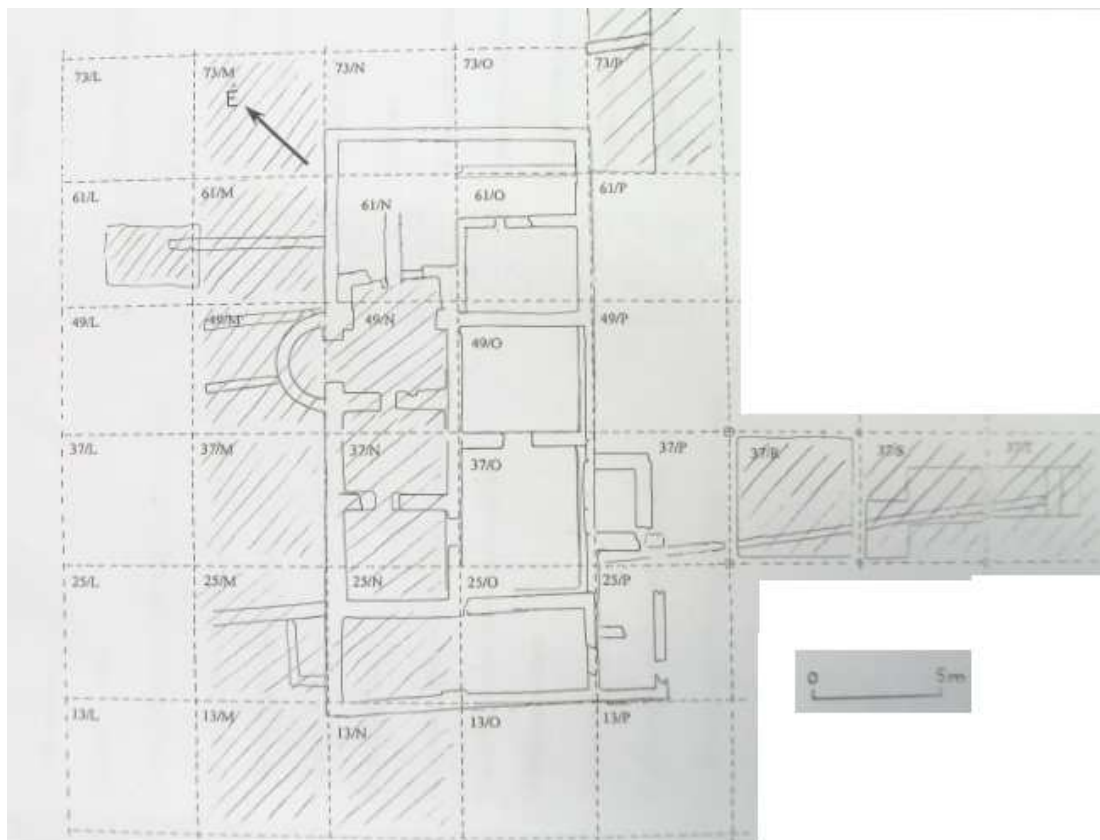
9. ábra Szentkirályszabadjai villa alaprajza

Forrás: veszprémi adattár ITSZ:1173



10. ábra Baláca X. épület alaprajza

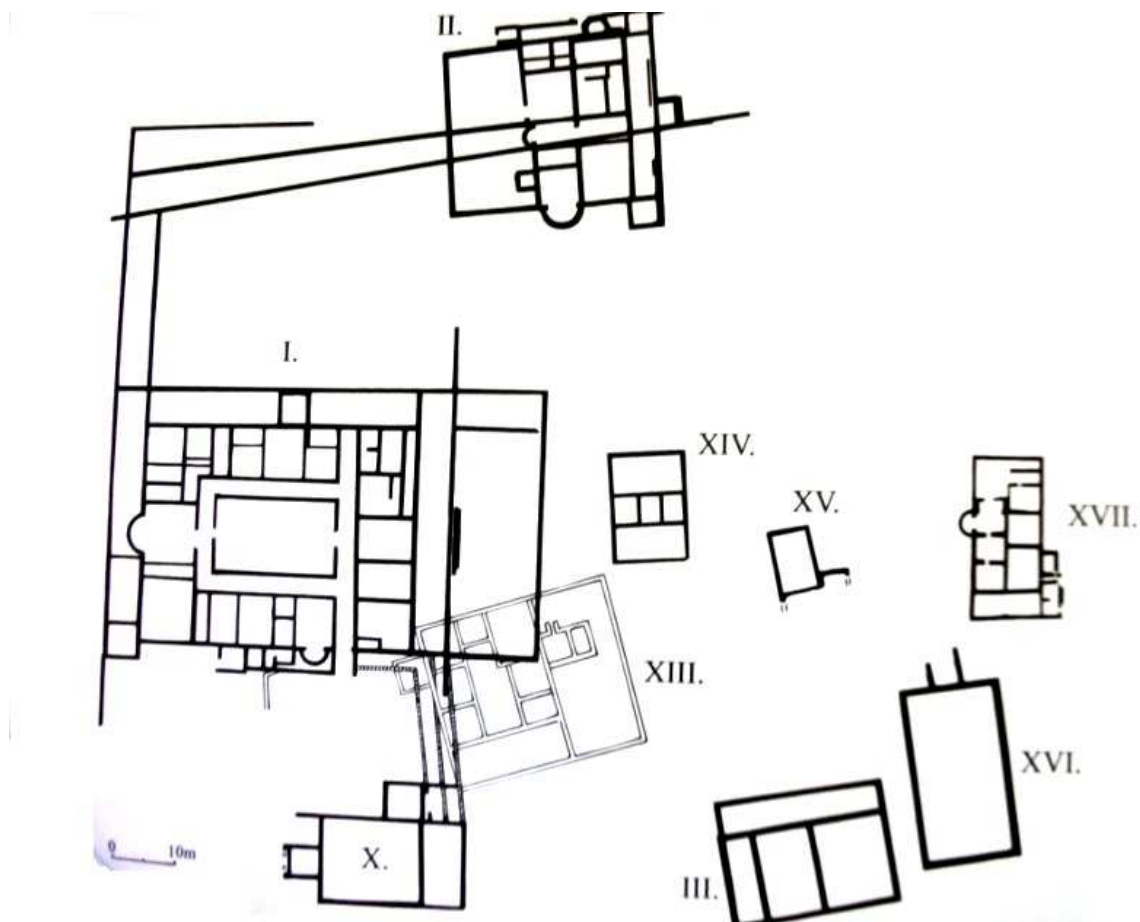
Forrás: REGENYE 1992: 342



11. ábra Balácsa XVII. épület alaprajza

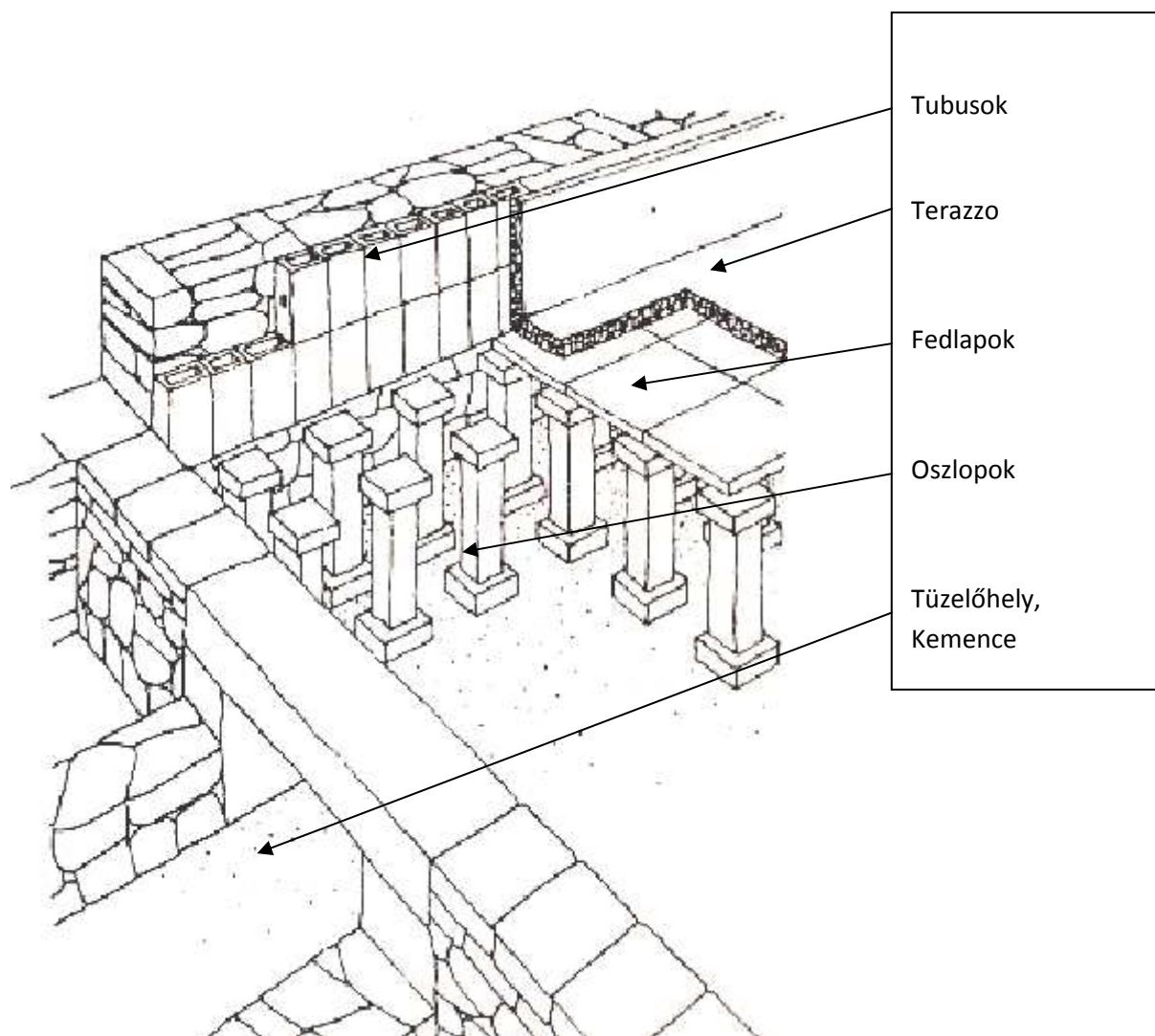
Forrás: Veszprémi adattár ITSZ: 19. 172. 2002.

	Fűtött rész
	Fűtőnyílás, kemence helye



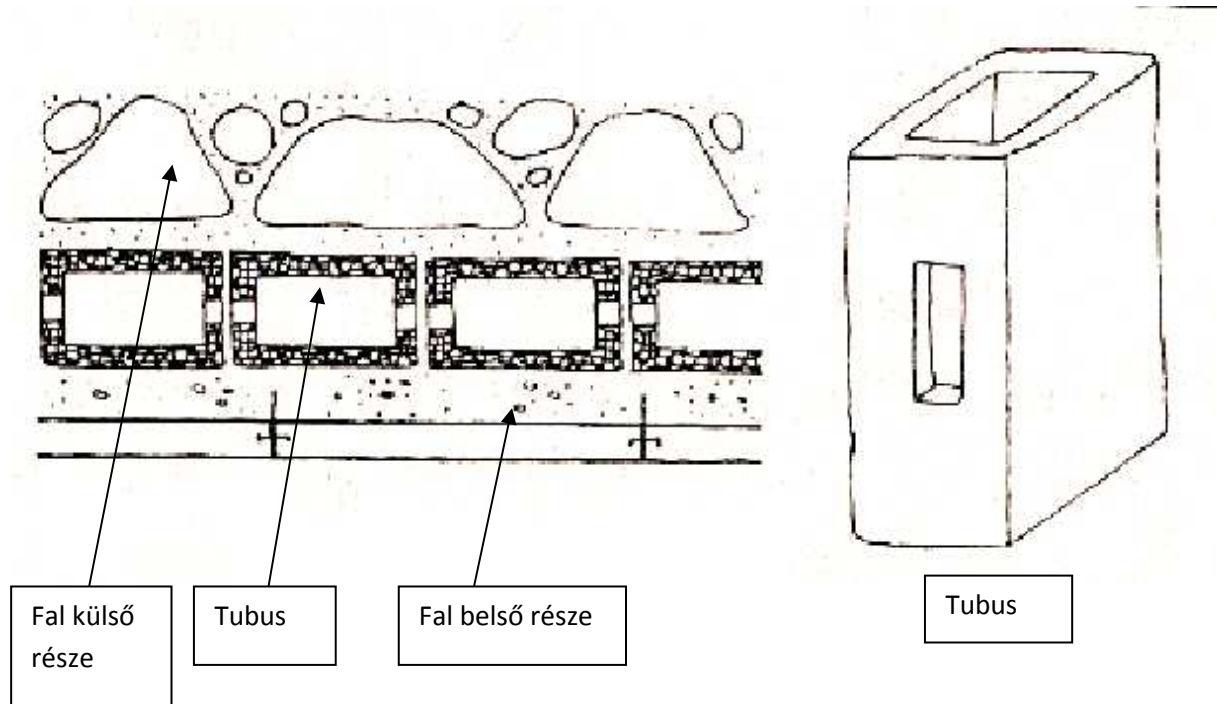
12. ábra Baláca villagazdaság összesített rajza

forrás: PALÁGYI 2003: 238



13. ábra Hypocaustum felépítése

Forrás: HAJNÓCZY 1983: 218



14. ábra Tubus és annak beépítési módja

forrás: HAJNÓCZY 1983: 219



A négy részre osztott Pannonia provincia a IV. században

1. Dorog
2. Csúcshegy
3. Tüskevár
4. Szentkirályszabadja
5. Kékkút
6. Gyulafirátót
7. Balácsa
8. Mecsekszék
9. Jánossomorja
10. Békásmegyér

15. ábra Pannonia a IV. században és villák pontos helyzete

Forrás: VISY 2003: 204.

Táblázatok:

1. Baláca I. Főépület	2646 m ²
2.Kékkút	729 m ²
3.Baláca II. Fürdőépület	710 m ²
4.Tüskevár	606 m ²
5.Gyulafirátót	555 m ²
6.Csúcshegy	460 m ²
7.Szentkirályszabadja	343 m ²
8.Baláca XVII. Épület	330 m ²
9.Mecsekfalu	289 m ²
10.Baláca X. épület	250 m ²
11.Békásmegyer	144 m ²
12.Jánosomorja II. Főépület	117 m ²
13.Jánosomorja I. Fürdő	26 m ²

1. táblázat: Villák nagysága

1.Baláca I. Főépület	58,78 m ²
2.Csúcshegy	57 m ²
3.Baláca X. épület	52 m ²
4.Baláca XVII. Épület	38,3 m ²
5.Kékkút	31,4 m ²
6.Szentkirályszabadja	26,75 m ²
7.Tüskevár	26 m ²
8.Jánosomorja	16,7 m ²
9.Jánosomorja II. Főépület	12,5 m ²
10.Mecsekfalu	11,9 m ²
11.Békásmegyer	11 m ²

2. táblázat: Fűtőrendszerek nagysága

1.Jánossomorja I. Fürdő	65%
2.Balácsa X. épület	20%
3.Csúcshegy Fürdő	12%
3.Balácsa XVII. Épület	12%
4.Jánossomorja II.	10%
5.Békásmegyer	7%
5.Szentkirályszabadja	7%
6.Tüskevár	4%
6.Kékkút	4%
6.Mecsekfalu	4%
7.Balácsa I. Főépület	2%

3. táblázat: Villák és a fűtésrendszerek aránya

Villa neve	Mérete	Helységek száma	Fűtött helységek száma	Fűtött helységek aránya
1. Balácsa I. Főépület	2646 m ²	34	8	23%
2.Kékkút	729 m ²	13	4	30%
3.Balácsa II. Fürdőépület	710 m ²	19	4 ?	21%
4.Tüskevár	606 m ²	6	1	16%
5.Gyulafirátót	555 m ²	24	6	25%
6.Csúcshegy	460 m ²	12	5	41%
7.Szentkirályszabadja	343 m ²	9	4	44%
8.Balácsa XVII. Épület	330 m ²	12	3	25%
9.Mecsekfalu	289 m ²	9	2	22%
10.Balácsa X. épület	250 m ²	4	2	50%
11.Békásmegyer	144 m ²	9	4	44%
12.Jánossomorja II. Főépület	117 m ²	4	2	50%
13.Jánossomorja I. Fürdő	26 m ²	4	2	50%

4. táblázat: Villák szobáinak száma és fűtésrendszerek aránya

Villa neve	Szobák száma	Szobák funkciója
1. Baláca I. Főépület	8	2 db fogadóterem, 1 db téli étkező, 1 db téli galéria, 2 db lakóhelységek, 2 db fürdőhelység
2.Gyulafirátót	6	3 db lakó és 3 db fürdőhelység
3.Csúcshegy	5	3 db fürdőhelység (Caldiarum "meleg vizes") 2 db konyha és étkező
4.Kékkút	4	lakóhelység
5.Baláca II. Fürdőépület	4?	fürdők
6.Szentkirályszabadja	4	lakóhelység
7.Békásmegyer	4	fürdőhelység
8.Baláca XVII. Épület	3	fürdők
9.Mecsekfalu	2	1 db lakóhelység, 1 db műhely
10.Baláca X. Épület	2	tömegszállás (lakóhelység)
11.Jánossomorja II. Főépület	2	lakóhelység
12.Jánossomorja I. Fürdő	2	fürdők

5. táblázat: Villák szobáinak funkciója

Primer forrás

Marcus Vitruvius Pollio: Tíz könyv az építészetről. Gulyás Dénes (ford.) Bp., 1988. (5. könyv 10. fejezet: A fürdők)

Marcus Portius Cato Maior: De agri cultura. /1. könyv: a ház építéséről/

Seneca: LXXXVI levél /Scipio villája/, LI. levél /a baiaei fürdők/

Ifj. Plinius: II. könyv 16. levél, V. könyv 6. levél / Etrurai nyári birtok/

Bibliográfia

- BAKAY 1970: Bakay Kornél, Kalicz Nándor, Sági Károly: Magyarország Régészeti Topográfiája. Veszprém megye régészeti Topográfiája. A devecseri és sümegi járás. Akadémiai Kiadó, Bp., 1970. 323.
- BÍRÓ 1974: Bíró Mária: Roman Villas in Pannónia. In: ActaArchHung 26. 1974. 23.;
- BÍRÓ 1993: Bíró Mária: Fűtőrendszerek az ókori Rómában. História 1993. 56. szám
- ÉRI 1970: Éri István: Beszámoló a Veszprém Megyei Múzeumi Igazgatóság 1969. évi tevékenységéről. In: A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 9. Veszprém, 1970. 7-34.
- FÉNYES 2007: Fényes Gabriella: Sopron római kori fürdője az Orsolya tér 3. szám alatt. In: Arrabona - Múzeumi közlemények 45/1. Győr, 2007. 71-77
- GABLER 1993: Gabler Dénes: A Balatontól északra lévő terület római kori településtörténetének néhány kérdése. In: A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 19-20. 90 esztendő a "Veszprémvármegyei" múzeum. Jubileumi évkönyv. Veszprém, 1993-1994. 149-155.
- GEREVICH 1972: Gerevich László: Magyarország Régészeti Topográfiája. Veszprém megye régészeti Topográfiája. Pápai Zirci járás. Akadémiai Kiadó, Bp., 1972. 323.

- GEREVICH 1972/2: Gerevich László: Magyarország Régészeti Topográfiája. Veszprém megye régészeti Topográfiája. Veszprémi járás. Akadémiai Kiadó, Bp., 1972. 345.
- GÖMÖRI 1889: Gömöri Havas Sándor: az 1880-1888-ik évi ásátások kezdete és lefolyása. In: Budapest Régiségei 1. 1889. 138 – 146, 150-151.
- KELEMEN 1992: H. Kelemen Márta: Előzetes jelentés a balácai II. számú épület feltárásáról. In: Balácai Közlemények 1992/2. Veszprém, 1992. 317-340
- HAJNÓCZY 1974: Hajnóczy Gyula: Pannónia fürdőépítésze. In: Építés és építészettudomány 6. 1974. 65-100
- HAJNÓCZY 1975: Hajnóczy Gyula: Pannónia villaépítésze. In: Építés és építészettudomány. VII. 1975/1-2 sz., 3-61.
- HAJNÓCZY 1983: Hajnóczy Gyula: Az építészet története Ókor, Bp., 1983. 333-335, 433-435
- HORNIG 1912: Hornig Károly: Balácza. Veszprém, 1912. 104.
- BOARDMAN 1996: Az ókori görögök és rómaiak története. Szerk.: J. Boardman- J. Griffin- O. Murray (Oxford) Bp., 1996. 879.
- KATONA 1994: Katona Győr Zsuzsa: Római villaépület Komló, Mecsekfalui úton. In: Janus Pannonius Múzeum Évkönyve 38 (1993). Pécs, 1994. 67-94.
- KISS 1967: Kiss Ákos: A túskevári római telep 1962–63. évi feltárása. In: A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 6. Veszprém, 1967. 41-47
- KISS 1994: Kiss Ákos: A soproni egykori Orsolya - rendi iskolaépület alatti császárkori épületmaradványok. In: Arrabona - Múzeumi közlemények 31-33. Győr, 1994. 19-25
- KÓSZÓ 2001: Kószó József: Cserépkályhák és csempekandallók. 2001. 175

- KUZSINSZKY 1891: Kuzsinszky Bálint: Az aquincumi amphitheatrum; Függelékül: két lakóház az 1890 és részben 1891-ki papföldi ásatások. In: Budapest Régiségei 3. 1891. 128 -136
- KUZSINSZKY 1899: Kuzsinszky Bálint: A papföldi ásatások 1897-1898 években. In: Budapest Régiségei 6. 1899. 28-35
- LÁNYI 1990: Lányi Vera.: Villák és vidéki kőépületek in: Pannónia régészeti kézikönyve, (szerk. Mócsy Á.-Fitz J.) Budapest 1990.
- MARÓTI 1992: Maróti Egon – Hahn István: Az ókori Róma története. Tankönyvkiadó, Bp., 1992. 435.
- MÓCSY 1990: Mócsy András, Fitz Jenő: Pannonia régészeti kézikönyve. Bp., 1990. 386.
- NAGY 1937: Nagy Lajos: Csúcshegyi római villa Óbudán. In: Budapest Régiségei 12. 1937. 25-60.
- NAGY 1973: Nagy Tibor: Budapest története az őskortól a honfoglalásig. Római kor. in: Budapest Története I. (szerk.: Gerevich László) Bp. 1973. 41-45
- PUSZTAI 2001: Pusztai Rezső: Római-kori településmaradvány, villa rustica kutatása Mosonszentpéter község keleti határában, a Kecske-földeken. In: Arrabona - Múzeumi közlemények 39/1-2. Győr, 2001. 19-42
- PALÁGYI 2001: Palágyi Sylvia: Előzetes jelentés a balácai villagazdaság III-as és XIV-es épületének feltárásáról. In: Balácai Közlemények 2001/6. Veszprém, 2001. 16-22
- PALÁGYI 1989: Palágyi Sylvia: A balácai villagazdaság alaprajza az újabb megfigyelések tükrében. In: Balácai Közlemények 1989/1. Veszprém, 1989. 11-34
- PALÁGYI 1992: Palágyi Sylvia - Gabler Dénes: A baláci római villagazdaság főépületének 10. helyisége. In: Balácai Közlemények 1992/2. Veszprém, 1992. 7- 280.

- PALÁGYI 1984: Palágyi Sylvia: A balácai kutatások története (1904–1976). In: A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 17. Veszprém, 1984. 27-52.
- PALÁGYI 2003: Palágyi Sylvi: Római kori villák a Balatontól északra. In: Magyar régészet az ezredfordulón. szerk.: Visy Zsolt, Bp., 2003. 238-241.
- REGENYE 1992: Regénye Judit: Előzetes jelentés a balácai X. épület feltárásáról. In: Balácai Közlemények 1992/2. Veszprém, 1992. 341-348
- PAULA 1994: Paula Zsidi: Die Römische villa von Kaszásdűlő - Csikós utca und die frage der villen im territorium des munizipiums von Aquincum. In: Balácai Közlemények 1994/3. Veszprém, 1994. 292 – 311.
- PUSZTAI 2001: Pusztai Rezső: Római-kori településmaradvány, villa rustica kutatása Mosonszentpéter község keleti határában, a Kecske-földeken. Arrabona - Múzeumi közlemények 39/1-2. Győr, 2001. 19-48.
- SÁGI 1972: Sági Károly: Ókeresztény bazilikának vélt villa rustica hitelesítő ásatása Kékkúton. In: A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 11. Veszprém, 1972. 121-138.
- PÓCZY 1971: Sz. Póczy Klára: A békásmegyeri villa és az Aquincum környéki gazdaságok a markomann háborúk után. In: Budapest Régiségei 22. 1971. 85-102
- SZILÁGYI 1956: Szilágyi János: Aquincum. Bp. 1956
- TORMA 1993: Torma István: Magyarország Régészeti Topográfiája. Pest megye régészeti topográfiája. Akadémiai Kiadó, Bp., 1993. 325.
- LÁNG 2008: T. Láng Orsolya: Átriumos hosszúház-lakótraktus": hitelesítő feltárás az aquincumi polgárváros északkeleti részén III. A BTM Aquincumi

Múzeumának ásatásai és leletmentései 2007-ben. In: Aquincumi
Füzetek 14. Budapest, 2008. 76-78

THOMAS 1964: Thomas Edit: Die römische Villen in Pannonian. Budapest 1964. 46-
123.

VISY 2003: Visy Zsolt: Magyar Régészet az ezredfordulón. Bp., 2003. 486.

Internetes jegyzék

<http://www.romaikor.hu/index.php?p=aquincum&id=2596> 2010. 11. 23. 15-00

Múzeumi adatári anyagok

Veszprém megyei múzeum adattárának Pogányteleki és Gyulafirátóti ásatásokról szóló
feljegyzések fotók

Veszprém megyei múzeum adattárának 1979-1995-ös ásatások balácai ásatási rajzai. Ásatás
vezető Palágyi Sylvia

Képlegyzék

1. ábra Csúcshegy
Forrás: NAGY 1937: 65
2. ábra Komló Mecsekefalu
Forrás: KATONA 1994: 85
3. ábra Békásmegyer
Forrás: PÓCZY 1971: 87
4. ábra Jánossomorja
Forrás: PUSZTAI 2001: 39
5. ábra Tüskevár
Forrás: KISS 1967 46
6. ábra Kékkút
Forrás: SÁGI 1972: 122
7. ábra Baláca
Forrás: RHÉ 1912: 40
8. ábra Gyulafirátót
Forrás: veszprémi adattár ITSZ:1171
9. ábra Szentkirályszabadja
Forrás: veszprémi adattár ITSZ:1173
10. ábra Baláca X. épület
Forrás: REGENYE 1992: 342
11. ábra Baláca XVII. épület

Forrás: Veszprémi adattár ITSZ: 19. 172. 2002.

12. ábra Baláca villagazdaság összesített rajza

Forrás: forrás: PALÁGYI 2003: 238Palágyi Sylvi: RÓMAI KORI VILLÁK A
BALATONTÓL ÉSZAKRA: 238

13. ábra Hypocaustum felépítése

Forrás: HAJNÓCZY 1983: 218

14. ábra Tubus és annak beépítési módja

Forrás: HAJNÓCZY 1983: 219

15. ábra Pannonia a IV. században és villák pontos helyzete

Forrás: VISY 2003: 204