



# A szécsényi tűztorony mozgásvizsgálata

Ferencz Endre földmérési osztályvezető,  
Fábián József vezető-tanácsos  
Nógrád Megyei Földhivatal



## 1. Előzmények

A Nógrád Megyei Földhivatal és Szécsény Város Önkormányzata közötti munkakapcsolat során az önkormányzat részéről megfogalmazódott az az igény, hogy a városban található tűztorony szabad szemmel is érzékelhető ferdeségének mértéke és az esetleges mozgás sebessége meghatározásra kerüljön. Hivatalunk örömmel vállalta el a mérést és feldolgozást, valamint a mozgás időbeni lefolyásának vizsgálatát.

Az előzményekhez tartozik, hogy a *Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (FTI)* 1975-ben szakvéleményt adott ki a torony mozgásméréséről. Ebben megállapításra került, hogy a torony mozgásmentes [1].

## 2. Történet

A jelenleg négyszintes építményt több részletben építették egy a XVIII. században épült harangláb helyén. Az 1820-ban elkészült első szintet 1893-ban alakították kétszintessé. 1905-ben az új Városháza magasabb lett a toronymúl, ezért két új szintet építettek rá. A munkálatok – az I. világháború miatt – csak 1929-ben fejeződtek be. A toronyban hosszú évtizedeken át tűzfigyelő szolgálat működött [2].

## 3. Alapponthálózatok

2001. évben önálló, egymástól független vízszintes és magassági mozgásvizsgálati alapponthálózatok kerültek kialakításra, melyeknek célja, hogy alapot és egységes keretet szolgáltatassanak a mozgásvizsgálathoz. Ezek a hálózatok képezik azon pontok halmazát, melyek mozdulatlanak tekinthetők, s melyekhez képest meghatározásra kerülnek a toronyon elhelyezett pontok feltételezett elmozdulásai.

### 3.1. Vízszintes alapponthálózat

A vízszintes mérések céljára négy pontból álló alapponthálózat került kialakításra. Az alappontok

kitűzését erősen meghatározták a városias beépítettségéből adódó korlátok, a viszonylag jelentős mennyiségű növényzet (díszcserjék, fák), valamint a jövőben várható beruházások lehetséges helyszínei.

Mivel a kialakított alapponthálózat részét képezi a 86-1402/2 számú országos IV. rendű vízszintes alappont, a kitűzött mozgásvizsgálati alapponthálózat országos rendszerbe történő bekapcsolása egyszerűen megoldható volt.

Ugyancsak mozgásvizsgálati alappontként használtuk fel a 86-1426/1 számú IV. rendű vízszintes alappontot is, de ezt ismeretlen pontként kezeltük, mivel az alappontok koordinátáit milliméter élességgel kívántuk meghatározni, valamint törekedtünk az országos hálózat kerethibáinak kiküszöbölésére is.

#### 3.1.1. A HÁLÓZATI PONTOK ÁLLANDÓSÍTÁSA

Az említett IV. rendű alappontokon kívüli két mozgásvizsgálati alappont *HP* jelű, 25\*25\*90 cm méretű, furatos rézcsappal ellátott vasbeton kővel lett állandósítva. Mindkét kő alá rézcsavarral ellátott téglaföldalatti jel került elhelyezésre.

#### 3.1.2. A HÁLÓZAT ÉSZLELÉSE

A vízszintes alapponthálózat mérését irány- és távolságmérés módszerrel, elektronikus mérőállomással, kényszerközpontosító berendezések felhasználásával, két távcsőállásban végeztük. Az alkalmazott elektronikus mérőállomás típusa: *Wild TC1010*.

#### 3.1.3. A HÁLÓZAT SZÁMÍTÁSA

A mérési eredményeket a legkisebb négyzetek módszere szerinti kiegyenlítéssel (közvetett mérések módszere) dolgoztuk fel, ahol a fölös mérések száma 7 volt, míg a súlyegység középhibája:  $m_0 = 1,37$ -ra adódott.

### 3.2. Magassági alapponthálózat

A tűztorony magassági mozgásvizsgálatának elvégzéséhez 4 pontból álló önálló alappont-

hálózatot létesítettünk, amelyet bekapcsoltunk az országos magassági alapponthálózatba. Az alappontok a környező épületek falában kerültek elhelyezésre.

Az alapponthálózat kitűzésekor célként fogalmazódott meg, hogy a hálózati pontokat poligonba lehessen foglalni, mivel ez nyújtja a legmegbízhatóbb ellenőrzést a mérések tekintetében.

### 3.2.1. A HÁLÓZATI PONTOK ÁLLANDÓSÍTÁSA

Mivel a magassági alappontok a környező épületek falában kerültek elhelyezésre, a pontok állandósításához falcsapokat (dübeles csavarokat) használtunk.

### 3.2.2. BEKAPCSOLÁS AZ ORSZÁGOS MAGASSÁGI ALAPPONTHÁLÓZATBA

Az önálló mozgásvizsgálati magassági alapponthálózat bekapcsolásra került az országos szintezési alapponthálózatba. Mivel a tűztorony közvetlen közelében országos magassági alappont nem található, az önálló hálózat A jelű pontját csatlakozó pontként választottuk ki, és ezt kapcsoltuk be.

A legközelebbi, 0025255-1 számú EOMA magassági alappontból kiindulva, olyan szintezési vonalat vezettünk, amely a kiválasztott csatlakozó ponton áthaladt és a 1029125-1 számú alappontban végződik.

A vonalszintezést *Ni-B4* kompenzátoros szintezőműszerrel, a vonalszintezés gyakorlati szabályainak betartásával végeztük. Ehhez először – irodai tervezés alapján – kitűztük a mérőpályát.

A szintezőléc talpponhibájának kiküszöbölése céljából csak egy – 1 cm-es osztásközü – szintezőlécet használtunk. Minden lécleolvasásnál – a megbízhatóság fokozása érdekében – mind a három vízszintes szálon történt leolvasás.

A vonalszintezést – ugyancsak a megbízhatóság fokozása érdekében, valamint az ellenőrzés céljából – kétszer hajtottuk végre.

A három szálon történő leolvasás lehetővé tette a leolvasások helyszíni ellenőrzését. A számítások bemenő adatait a három lécleolvasás számtani közepe képezte. A kétszer végrehajtott vonalszintezés esetében a meghatározott magasságkülönbségek eltérése:  $D = 1,0 \text{ mm}$ .

Az EOMA szintezési alappontokból számított és a mért magasságkülönbség eltérését – mivel a „műszer-léc” távolság a szintezési vonal teljes hosszában közel azonos volt – egyenlő mértékben osztottuk rá a mérési eredmények alapján kiszámított előzetes magasságokra.

### 3.2.3. A MOZGÁSVIZSGÁLATI HÁLÓZAT ÉSZLELÉSE

A magassági alappontokat zárt szintezési vonalba foglaltuk, melyben a pontok *A-B-C-D-A* sorrendben követik egymást.

A mérést megelőzte egy irodai tervezés, amelynek során – a vonalszintezés gyakorlati szabályainak figyelembevételével – a műszerállások helyeit terveztük meg. A hálózat észlelése során – a növényzet takarása, a közlekedési csomópont városi forgalma és a nagyobb magasságkülönbségek miatt – ettől néhány esetben el kellett térni.

A szintezés végrehajtásához az országos magassági alapponthálózatba történő bekapcsolás során használt szintezőlécet használtuk fel. A fent említett okok miatt a mérést szintén egy szintezőlécet végeztük, és a lécleolvasások ugyancsak három szálon történtek. A mérést egymástól függetlenül kétszer (oda- és vissza irányban) hajtottuk végre.

### 3.2.4. A HÁLÓZAT SZÁMÍTÁSA

A három szálon történő leolvasás ez esetben is lehetővé tette a leolvasások helyszíni ellenőrzését. A számítások bemenő adatait szintén a három lécleolvasás számtani közepe képezte. Hibátlan mérést feltételezve, a mért magasságkülönbségek végeredménye 0,0 mm kellene legyen. Az „oda irányban” végrehajtott vonalszintezés esetében a mért magasságkülönbség:  $D_{oda} = +1,0 \text{ mm}$ . A „vissza irányban” végrehajtott vonalszintezés esetében pedig:  $D_{vissza} = -2,0 \text{ mm}$ .

A kapott ellentmondásokat egyenlő mértékben osztottuk rá a mérési eredmények alapján kiszámított „nyers” magasságokra. A magassági alappontok végleges magasságait a két független mérés végeredményeinek számtani közepét képezve határoztuk meg. A kapott magasságok EOMA magasságok.

## 4. A mozgásvizsgálat

A mozgásvizsgálat során a vizsgált objektumot megjelölt vagy más, egyértelműen beazonosítható pontjai helyettesítik. A pontokra mérések történnek, és a pontok mozgásából következtethetünk a tűztorony mozgására.

A mérések elvégzéséhez a fentiekben tárgyalt, mozdulatlanak tekintett alappontok álltak rendelkezésre. A mérési eredmények alapján számítottuk ki a kiválasztott mozgásvizsgálati pontok vízszintes koordinátáit, illetve magasságait. A mozgásra jellemző mennyiségek a korábbi években és 2003-ban, ugyanazon pontokra végzett mé-

rések eredményeinek összehasonlításából vezethetők le.

#### 4.1. Vízszintes értelmű mozgásvizsgálat

##### 4.1.1. A MÉRENDŐ PONTOK HELYÉNEK ÉS ÁLLANDÓSÍTÁSI MÓDJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A vízszintes értelmű mozgásösszetevők meghatározásához a következő vizsgálati pontokat jelöltük ki:

a) 4 darab pont a falsíkok által meghatározott toronyéleken, közvetlenül a lábazati fal felett;

b) 4 darab falicsap a toronyeresz vonala alatt, a falsíkok által meghatározott élek közelében;

c) az eredeti 86-1426 számú vízszintes alappont (gömb alatti nyak);

d) a tűztorony legmagasabb pontja, a torony teteje (86-1426CS jelű pont).

A közvetlenül a lábazati fal felett kiválasztott pontok esetében állandósítás nem történt, mivel a lábazati fal felső síkja és a felmenő falak élei egyértelműen definiálják a vizsgálati pontok helyét, melyekre a vízszintes értelmű irányzás elvégezhető.

Az eresz vonala alatt elhelyezett vizsgálati pontok állandósítása fém csavarokkal történt, melyek végére fém korongokat erősítettünk fel. Ezek a korongok lehetővé teszik, hogy – amennyiben a jövőben erre igény van – azok felületére távmérési célból, a kibocsátott elektromágneses hullámot visszaverő prizma kerüljön felerősítésre.

##### 4.1.2. A VÍZSZINTES ÉRTELMŰ MOZGÁSVIZSGÁLAT MÓDSZERE

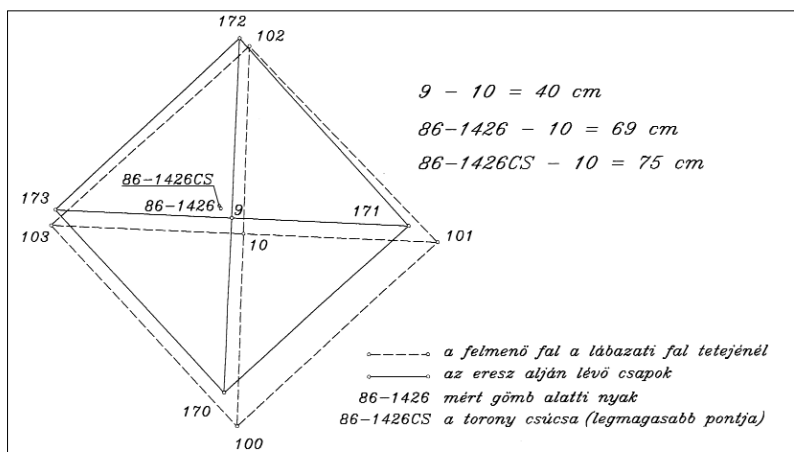
A vízszintes értelmű mozgásvizsgálat módszere az előmetszés volt. Az iránymérést elektronikus mérőállomással, kényszerközpontosító berendezések felhasználásával, két távcsőállásban végeztük el. Az alkalmazott elektronikus mérőállomás típusa: *Wild TC1010*.

##### 4.1.3. A VÍZSZINTES ÉRTELMŰ MÉRÉSI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSA

A mérési eredmények feldolgozása során meghatározásra kerültek a vizsgálati pontok koordinátái. A legkisebb négyzetek módszerén alapuló ki-

egyenlítéssel számítottuk azon részletpontok koordinátáit, melyeket fölös mérésekkel határoztunk meg. A többi pont esetében a koordináták meghatározása előmetszéssel történt.

A vizsgálati pontok koordinátáinak feldolgozása eredményeként kapott, a tűztorony dőlésének mértékét bemutató 2003. évi állapotot az 1. és 2. ábra szemlélteti.



1. ábra 2003. évi állapot

#### 4.2. Magassági értelmű mozgásvizsgálat

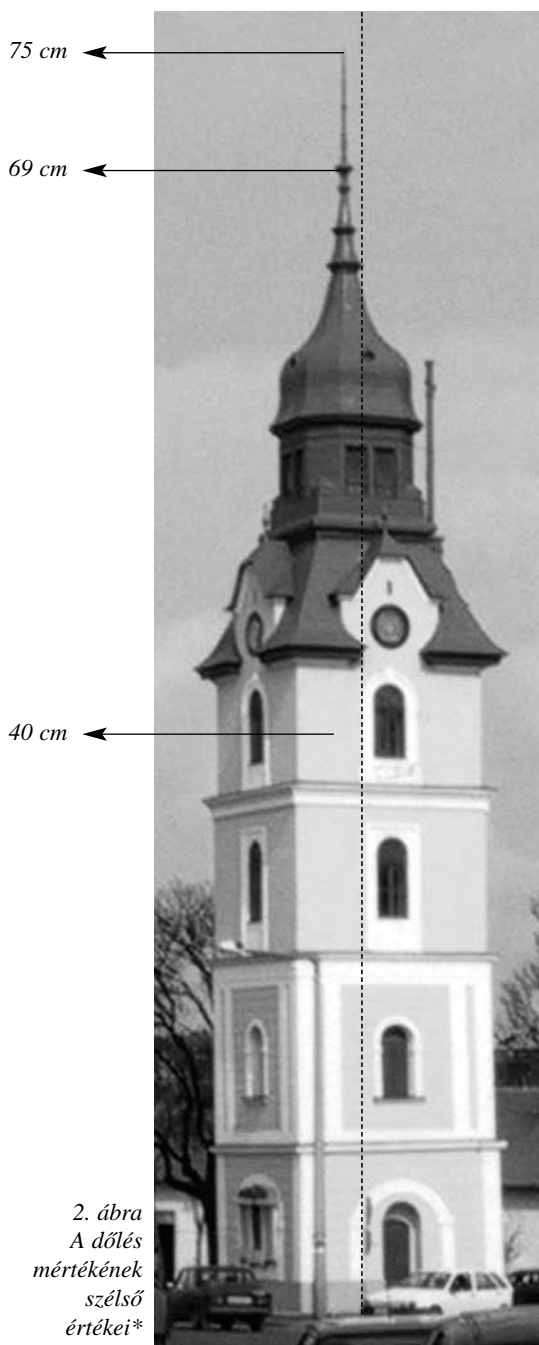
##### 4.2.1. A MÉRENDŐ PONTOK HELYÉNEK ÉS ÁLLANDÓSÍTÁSI MÓDJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A magassági értelmű mozgásösszetevők meghatározásához 4 darab szintezési csap (*dübeles csavar*) került elhelyezésre a tűztorony lábazati falában, a járda magassága felett mintegy 10 cm-rel. Két magassági jelet az észak-nyugati és ugyancsak kettőt a dél-keleti homlokzaton helyeztünk el.

##### 4.2.2. A MAGASSÁGI ÉRTELMŰ MOZGÁSVIZSGÁLAT MÓDSZERE

A magassági értelmű mozgásvizsgálat módszere a geometriai szintezés volt. A felhasznált mérőeszközök általában megegyeztek a magassági alapponthálózat észlelése során részletezett eszközökkel. Eltérés csak 2 vizsgálati pont esetében volt, ahol 2 méteres, szintén 1 cm osztásközü szintezőlécet használtunk, mivel a 4 méteres szintezőléc – a torony dőlése miatt – nem volt függőlegesen elhelyezhető.

Mind a négy alappontból kiindulva – egymástól függetlenül – egy-egy műszerállás létesítésével méréseket végeztünk az adott műszerállásból irá-



nyozható vizsgálati pontokra. Ehhez irodai előkészület keretében előzetesen kijelöltük a műszerállások helyeit.

\* A dőlés mértékének szélső értékei a lábazati fal felső síkja geometriai középpontjának függőlegeséhez képest értendők a dőlés irányában.

A leolvasások ez esetben is három szálon történtek. Kivételt képezett az a néhány eset, amikor a jelentősebb magasságkülönbség, illetve a szintezőléc rövid hossza (2 méter) miatt erre nem volt lehetőség.

#### 4.2.3. A MAGASSÁGI ÉRTELMŰ MÉRÉSI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSA

A mérési eredmények alapján számítottuk a vizsgálati pontok magasságait. Minden magassági vizsgálati pontra – a több független mérés eredményeként – több számított magasság keletkezett. A feldolgozások során három vizsgálati pontra két-két, míg a negyedike három számított magasság állt elő. Az azonos pontokra kapott magasságok közötti eltérés egy esetben 2 mm, két esetben 1 mm, míg a negyedik esetben 1 mm alatti.

A vizsgálati pontok végleges magasságai a kapott magasságok számtani közepét képezve álltak elő, melyek EOMA magasságok.

### 5. A mozgásvizsgálati mérések elemzése

#### 5.1. Vízszintes értelmű mozgások

A 2003. évi részletmérések végrehajtása előtt elvégeztük a vízszintes mérések céljára létrehozott alapponthálózat mozgásmentességének vizsgálatát. A kapott eredményeket elemezve megállapítható, hogy a vízszintes alappontok mozgásmentesnek tekinthetők.

A vizsgálatba bevont részletpontok 2001. és 2003. évben meghatározott vízszintes értelmű koordinátáit elemezve megállapítható, hogy az eresz magasságában elhelyezett vizsgálati pontokon, valamint a tűztorony csúcsán a mozgás sebessége: 1 cm/2 év.

#### 5.2. Magassági értelmű mozgások

A 2003. évi részletmérések végrehajtása előtt elvégeztük a magassági mérések céljára 2002. évben létrehozott, 4 pontból álló alapponthálózat mozgásmentességének vizsgálatát is. A kapott magasságkülönbségeket elemezve megállapítható, hogy a magassági alappontok mozdulatlanok tekinthetők.

A vizsgálatba bevont részletpontok 2002. és 2003. évben meghatározott magasságait elemezve megállapítható, hogy a mérés megbízhatóságát meghaladó függőleges irányú elmozdulás nem mutatható ki.

Céljaink között szerepel, hogy mind a vízszintes, mind a magassági értelmű méréseket rendszeres időközönként megismételjük. Ezek ismeret-

ben lesz lehetőség a mozgás időbeni lefolyásának megbízhatóbb leírására, esetleges előrejelzésére.

### **Movement Examination of the fire-tower of Szécsény**

*E. Ferencz–J. Fábán*

#### *Summary*

The fire-tower of Szécsény has a slant which is visible to the naked eye. The Autonomous Community of Szécsény entrusted the Land Office of Nógrád County with determination of degree of slant. The Land Office created two independent movement examination reference point networks. The horizontal network and the vertical network consist of four-four reference points. The method of horizontal movement examination was intersection and the method of vertical movement

examination was geometric levelling. The measurements of movement examination were performed in 2001 and 2003. As a result we were able to analyse the velocity of movements. The article outlines the details of accomplishment of reference networks, the measurement, the processing and the analysis.

#### **IRODALOM**

1. Szakvélemény a szécsényi tűztorony mozgásméréséről. Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, 1975

2. *Szenográdi Ferenc*: Szécsény. Mikszáth Kiadó, Horpács, 2000

3. *Dr. Detrekői Ákos–dr. Ódor Károly*: Ipari geodézia II. rész. Tankönyvkiadó, Budapest, 1984

4. *Dr. Detrekői Ákos*: Geometriai mérések matematikai feldolgozása. Tankönyvkiadó, Budapest, 1987

# GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA

hirdetési díjai:

## **SZÍNES ODALAK**

hátsó külső oldal	110.000,-Ft
címlap belső oldal	90.000,-Ft
hátsó belső oldal	70.000,-Ft

## **FEKETE-FEHÉR /BELSŐ**

1 oldal	35.000,-Ft	1/2 oldal	23.000,-Ft
1/4 oldal	11.000,-Ft	1/8 oldal	8.000,-Ft

Egyedi megbeszélés alapján lehetőség van szórólap elhelyezésére is.

Áraink az ÁFÁ-t tartalmazzák.

Az árak nyomdakész hirdetésre vonatkoznak, többszöri megrendelés esetén kedvezmény!

Jogi tagjaink részére 10 % engedményt adunk!

A kézirat leadási határideje minden hónap harmadika.

Megrendelés és hirdetésfelvétel:

## **MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG**

1027 Budapest, II. Fő u. 68. V. emelet 510.

Telefon: 201-86-42 Fax: 201-25-26