

Cseke Ágnes – Miklós Zsuzsa

Geodéziai felmérések Németskér, Közlegelőn

Felmérés Set5F mérőállomással

A Tolna megyei földvárkutató keretében 2003. június 23-án, átrepülés közben vettem észre a Németskér határában, a Közlegelő-dűlőben levő, árokkal, sánccal övezett dombot (1-2. kép).

A GPS koordináta (46°45,003' 18°43,113') alapján augusztus 13-án jártam be a lelőhelyet, amely a falutól ÉNy-ra kb. 2,5–3 km-re, a Hardi-ér K-i partján helyezkedik el, a vizenyős területből mintegy 4,5 m-re kiemelkedő dombok egyikén. A kb. 10×20 m-es, ovális dombot körben árok, és kívül sánc övezi. A dús fűvű legelőn leletet nem találtam.

A geodéziai felmérésre késő ősszel nyílt lehetőség. Ugyanakkor bejártuk a környéket is. A legelőn a vakond- és disznótúrásokat néztük meg. Mindössze 1 db fehér, kavicsos anyagú, középkori fazékoldalt találtunk. Megnéztük a közelben levő szántást is, de a frissen boronált talajban nem találtunk leleteket (3. kép).

A minimális leletanyag ellenére az árokkal övezett domb – mérete, szerkezete alapján – minden bizonnyal középkori földvár. Korának, szerkezetének pontos megállapításához természetesen ásatás szükséges.

A földvár felmérését egymástól függetlenül, más-más módszerrel, szemlélettel végeztük el.

Jómagam Set5F mérőállomással és SDR31 terepi adatrögzítővel mértem (4. kép).¹ A mérés módszere a szokásos földvármérési mód: a terepalakulattól és a látási viszonyoktól függően vesszük fel a pontokat a védett területen és az erődítés vonalán (perem, köröm, árokfenék, sánctető, terep stb.). Ha nagyon kicsi a szintkülönbség, sűrűbben vesszük fel a pontokat. Az erődítésen kívül 50–100 m távolságig mérünk.

A Set5F mérőállomás legfontosabb tulajdonságai: belső memóriája 3000 adatsor (pont) kapacitású; a szögmérés pontossága 5"; a távmérés hatótávolsága 1 prizmával 1500 m; pontossága 3 mm+2 ppm. Viszonylag nagy szintkülönbségeket is mérhetünk vele anélkül, hogy át kellene állni: a prizmát a toldalékkal együtt 3,5 m-re lehet kiemelni. Tiszta terepen igen gyorsan mér: 1,7 másodperc/pont (durva mérésnél). Erdőben, illetve kedvezőtlen időjárási körülmények között (pl. szélben, borús, hideg időben) természetesen lassabb a mérés.

A műszer mindenféle geodéziai munkára alkalmas. Mi csupán földvárfelmérésnél alkalmazzuk. Önállóan is lehet vele dolgozni, vagy pedig SDR31 terepi adatrögzítővel együtt. Utóbbi esetben az adatokat az SDR tárolja.

Ágnes Cseke – Zsuzsa Miklós

Geodetic surveys at Németskér, Közlegelő

Survey with Set5F measuring instrument

I noticed the hill enclosed by trenches and ramparts (Figs. 1–2) at Közlegelő as we were flying over Németskér in June 23, 2003 within the frames of earthen fort investigations in Tolna county. I surveyed the site on August 13 after the GPS co-ordinates (46°45,003' 18°43,113'). It can be found about 2.5–3 km NW of the village on the E bank of the Hardi-ér, on one of the knolls rising about 4.5 m over the waterlogged area. A trench and, outside it, a rampart encircle the about 10×20 m large oval knoll. I could not find any finds in the pasture thickly overgrown by grass.

We could make a geodetic survey in late autumn and at the same time we surveyed the environment of the site. We checked the mole-hills and the wallowing places of pigs. We found only a single wall fragment of a medieval pot of a pebbly material. We also walked the length of the ploughed land in the nearby but could not find anything in the freshly harrowed field (Fig. 3).

Despite the minimal number of finds, the hill enclosed by trenches must have been a medieval earthen fort after its measurements and structure. Naturally, excavations must be conducted to determine the exact age and structure of the fort.

The surveys of the earthen fort were carried out independent of each other from different approaches and with different methods.

I myself¹ took measurements with the help of a Set5F instrument and a SDR31 field data-recorder (Fig. 4). The method of the measurement was the one generally used at earthen forts: the points are set in the protected area and along the line of the fortification (edge, slope, bottom of the trench, top of the rampart, field etc.) depending on the surface formations and the visibility. When the altitude differences are small, the points are set denser. We measured to a distance of 50–100 m outside the fortification.

The major characteristics of the Set5F measuring instrument: The integrated memory has a capacity of 3000 data units (points), the exactitude of angle measurement is 5"; the range of distance measurement with 1 prism is 1500 m, its exactness is 3 mm+2 ppm. We can measure relatively large elevation differences without changing the position: the prism can be raised to a height of 3.5 m with an extension. It measures fast in a clear field: 1.7 second/point (at approximate measurements). Naturally, it takes more time in a forest or within unfavourable weather conditions (e.g. in wind, and cloudy sky, cold weather).

1 A felmérést Korondán Zoltán aktív közreműködésével végeztem, a rajz Réti Zsolt munkája.

1 I made the survey with Zoltán Korondán's active co-operation. Zsolt Réti prepared the drawing.

A műszerrel rögzített adatokat a *Geoprofi* nevű program segítségével tölthetjük át számítógépre. A megfelelő módon áttöltött adatokat az *AutoCad* alapú *AutoGeo*-val dolgozhatjuk fel. Ez a program támogatja a geodéziai felmérések feldolgozását és a legkülönbözőbb méretarányú térképek szerkesztését. Segítségével a terepi geodéziai mérések teljes feldolgozását elvégezhetjük. A pontokat a program háromdimenziós rajzelemként kezeli, így lehetővé teszi a domborzatmodell vagy a szintvonalrajz automatizált előállítását, a hossz- és keresztmetszelvek készítését. A program korábbi verziójával szemben a jelenleginél már lehetőség van a szintvonalkészítést megelőző hálókészítés kézi és automatikus változatára is. Meghatározhatjuk pl. a készítendő rajz méretarányát, jelkulcsát, az alapszintvonalak távolságát. Miután a program által ismert jelkulcsot a földvárak ábrázolásánál nem tudjuk alkalmazni, előzetesen nem kérünk jelkulcsot.

Miután ez a program *AutoCad* alapú, lehetővé teszi, hogy a szintvonalas felmérésen utólag további műveleteket végezhessünk az *AutoCad* szerkesztő parancsainak segítségével. Így lehetőség nyílik pl. a peremek, sáncok, gödrök stb. ábrázolására, a földvárak felméréseknél alkalmazott jelkulcs felhasználásával.

A mért pontok alapján az *AutoGeo* az általunk kijelölt helyen metszeteket is készít. A németkéri földvárról torzításmentes metszetet készítettünk. A program azonban lehetőséget nyújt akár többszörös torzításra is. Erre akkor van szükség, amikor pl. az egykori árkokat, sáncokat a mezőgazdasági művelés már erősen lekoptatta, ezért torzítás nélkül nem lennének szemléletesek a metszetek.

Eddigi tapasztalataim szerint a fent leírt mérőállomás földvármérésre nagyon jól használható. A hagyományos, kézi műszerekkel (Nováki Gyula és Sándorfi György által használt módszer) szemben több előnye is van: gyors; a mérési adatokat tárolja, és az *AutoGeo* fel is szerkeszti a pontokat. Tehát nem kézzel kell beírni az adatokat, és nem kézzel kell szerkeszteni a szintvonalakat. Az értelmezést, a régészeti jelkulcsok felrakását már természetesen nekünk kell elvégeznünk. Hátránya, hogy esőben, havazásban ezt a műszert nem célszerű használni a meghibásodás veszélye miatt.

Miklós Zsuzsa

Felmérés a térinformatika eszközeivel²

Szakmérnök jelöltként diplomamunkámban³ a németkéri földvárat és környékét GPS (Global Positioning System = Globális [az egész Földre kiterjedő] Helymeghatározó Rendszer) technikával, és Wild (Leica) TC1010 típusú mérőállomással mértük fel.⁴ A terepi felmérések

The instrument is suitable for various geodetic tasks. We use it only for the survey of earthen forts. It can be used independently or together with a SDR31 field data recorder. In the latter case the SDR stores the data.

The data recorded by the instrument can be loaded into the computer with the help of the *Geoprofi* program. The appropriately loaded data can be elaborated with the *AutoCad*-based *AutoGeo* program. This program supports the elaboration of the geodetic surveys and the construction of maps in most diverse scales. With its help we can prepare the complex elaboration of geodetic surveys. The program treats the points as three-dimensional graphic units, thus a relief model, a contour map or longitudinal and cross-sections can automatically be prepared. The new version of the program supports both a manual and an automatic net creation preceding the drawing the contour lines. We can determine, e.g. the scale, the legends of the drawing and the distances between the main contour lines. As the legends used by the program cannot be applied at the drawing of earthen forts, we omit this step.

This program is based on *AutoCad* and affords to make further modifications with the help of the editor commands. Thus we can draw e.g. edges, ramparts, pits etc with the legends used at earthen fort surveys.

The *AutoGeo* prepares cross-sections where we want from the measured points. We made an undistorted cross-section of the Németkéri earthen fort. The program, however, affords the preparation of even a multiply distorted picture. This is necessary when, e.g. agricultural activity has worn off the one-time trenches and ramparts and the cross-section would not be suggestive enough without distortion.

As far as I could experience, the above-described measuring instrument proved excellent for the survey of earthen forts. It has plenty of advantages as compared to the traditional manual instrument (the method applied by Gyula Nováki and György Sándorfi). It is fast, it stores the measurement data and the *AutoGeo* makes a drawing from the points. It means that there is no need to manually enter the data and calculate the contour lines. Naturally it is our task to interpret the data and add the archaeological legends. The disadvantage of the method is that it is not suggested to use the instrument in rain and snowfall for fear of a technical failure.

Zsuzsa Miklós

Survey with GPS instruments²

Within the topic of my university degree work in engineering³, we surveyed the earthen fort of Németkéri and its environment with a GPS (Global Positioning System) and a Wild (Leica) TC1010 type measuring

2 CSEKE 2004a

3 CSEKE 2004

4 A mérésnél konzulenseim (BME) és kollégáim (KÖH) nyújtottak segítséget.

2 CSEKE 2004a

3 CSEKE 2004

nél általában az Amerikai Egyesült Államok által kifejlesztett NAVSTAR/GPS (Navigation System with Timing And Ranging/Global Positioning System = Idő és távolságmérésen alapuló globális helymeghatározás) mesterséges holdakra végzünk méréseket. A NAVSTAR/GPS egy a Föld felszínén, vagy annak közelében háromdimenziós hely-, sebesség-, valamint időmeghatározást lehetővé tevő, az időjárási körülményektől független rendszer.⁵

A GPS-szel a mesterséges hold és a földi vevő közötti úgynevezett pszeudo-(ál) távolságot a mesterséges hold által kibocsátott jel futási idejének mérésével határozzuk meg. A GPS-szel mért távolság nem tekinthető geometriai értelemben vett távolságnak. A geometriai távolságot javításokkal kell ellátnunk, mely javítások a mesterséges hold és a vevő órájának eltéréséből, valamint a légkör szerkezetének hatásaiból adódnak. A mesterséges hold koordinátáit a Kepler-törvények segítségével a hold által sugárzott adatokból (a mesterséges hold pályájának helyzete, a pályaeállításra vonatkozó adatok, a mesterséges hold helyzete a pályasíkon, korrekciók) számíthatjuk. A meghatározandó pont koordinátáit a földi vevő által „látott” mesterséges holdak koordinátáinak, és a mért pszeudo-távolságok ismeretében határozhatjuk meg.

A felméréseknél a nagyobb pontosság eléréséhez két, vagy több vevőt használunk. Az adatok feldolgozásánál nem az számít, hogy a vevők külön-külön az adott ponton meghatározott ideig hány mesterséges holdat észleltek, hanem az, hogy egyidejűleg milyen hosszú ideig mértek a vevők, és ezen időtartam alatt mennyi volt azon mesterséges holdak száma, amelyeket az összes vevő látott.

A GPS régészetben való alkalmazhatóságának az igazolásához – majdani céloomhoz – a mesterséges holdakon alapuló mérési módszerek közül az RTK (Real Time Kinematic = Valós idejű kinematikus módszer) technikát használják a geodéziai pontossági igényű felméréseknél. Az RTK mérés valós idejű, mivel a mérés végeredményei, azaz a meghatározandó pontok koordinátái (GPS rendszerbeli koordináták, vagy más, az adott országra jellemző koordináták [például EOVI]) közvetlenül a terepen, néhány másodperces észlelés után a rendelkezésünkre állnak; és kinematikus, mert a mérésben kétfajta vevő vesz részt: az álló (referencia) vevő, amely a mérés teljes időtartama alatt egy helyben áll, és a mozgó vevő.

Az RTK mérési módszer lényege⁶:

– A referenciavevő a mérési adatokat (időpontok, távolságok) folyamatosan, rádiós összeköttetés révén továbbítja a mozgó vevő felé. A mozgó vevő feladata az adatok feldolgozása, és helyzetének meghatározása a referenciavevőhöz képest.

instrument.⁴ At the measurements taken in the field, we measured by the satellites NAVSTAR/GPS (Navigation System with Timing And Ranging/Global Positioning System) developed in the United States of America. NAVSTAR/GPS is a system that enables the three-dimensional determination of a place, speed and time on the surface of the Earth or close to it, irrespective of the weather conditions.⁵

With the GPS, the so-called pseudo distance between the satellite and the receiver on the earth is determined with measuring the runtime of the sign emitted by the satellite. The distance measured with GPS is not a distance in a geometrical sense. In order to get the geometrical distance, corrections have to be made, which come from the discrepancy between the clocks of the satellite and the receiver and the structural effects of the atmosphere. The co-ordinates of the satellite can be calculated from the data issued by the satellite (the position of the orbit of the satellite, data of the ellipse of the orbit, the position of the satellite in the plane of the orbit, corrections) with the use of Kepler's laws. The co-ordinates of the point we intend to measure can be determined from the co-ordinates of the satellites that the receiver "sees" from the earth and the measured pseudo-distances.

Two or more receivers are used at the surveys for the sake of a greater exactness. What is important at the elaboration of the data is not how many satellites the individual receivers detect and how long but how long the receivers measure at a time, and the number of the satellites that all the receivers detect during this time range.

To justify the adaptability of the GPS in archaeology, which is my future aim, the RTK (Real Time Kinematic) system is used from the measuring methods based on satellites at surveys that need a geodetic exactness. The RTK measurements are taken in real time since the co-ordinates of the points to be determined (co-ordinates in the GPS system or other co-ordinates characteristic of the country [e.g. EOVI]) are ready after a few seconds of recording in the field since two types of receivers are used: a stabile (reference) receiver, which is not moved during the measuring, and a mobile receiver.

The essence of the RTK measuring method:⁶

– The reference receiver continuously transmits the measurement data (time and distances) to the mobile receiver through radio connection. The task of the mobile receiver is the elaboration of the data and the determination of its position in relation to the reference receiver.

5 VARGA-VIRÁG-SZÚCS 1987

6 HUSTI 2000

4 I got help in the measuring from my consultants (BME) and my colleagues (KÖH).

5 VARGA-VIRÁG-SZÚCS 1987

6 HUSTI 2000

– Az RTK mérés feltételezi, hogy az álló vevő helyzete a GPS alaprendszerében (tömegközépponti elhelyezésű ellipszoid) ismert. Amennyiben ez a feltétel nem áll fenn, az álló vevő koordinátáit előzetesen meg kell határozni. Az ismeretlen pontok (itt: álláspont) koordinátáinak meghatározását a felméréndő terület környékén található ismert koordinátájú országos GPS hálózati alappontok (OGPSH pontok) bevonásával végezzük. A GPS mérési módszerek alkalmazásánál minden esetben meg kell győződnünk a felméréndő terület, valamint az OGPSH pontok mérésre való alkalmasságáról.

A Közlegelő-dűlő felső részében talált földvárat a hazánk területén a leggyakrabban használt EOV (Egységes Országos Vetület) vetületi rendszerben mértem fel. A GPS, és a geodéziai módszerrel végzett méréseket ArcView térinformatikai program segítségével dolgoztam fel. Megszerkesztettem a felmért terület szintvonalas modelljét, síkrajzát (5–6. kép), valamint három irányból (hosszmetszet, keresztmetszet: földváron keresztül, nyúlványon keresztül) metszeteket készítettem. A szintvonalas modelleket egymásra téve (7. kép) lényegében azonos eredményre jutottam. Eltérések természetesen voltak, hiszen a szintvonalak elhelyezkedését befolyásolja a mérési pontok száma, eloszlása, és a terep egyenetlenségei. A két mérés összehasonlítását magassági értelemben is elvégeztem, azaz a mérőállomással végzett mérésből adódó szintvonalas modellre ráhelyeztem az RTK mérési pontokat a magasságuk megjelölésével (8. kép). Összehasonlítva a GPS méréssel kapott magasságokat a szintvonalas modelltől „leolvasott” magasságokkal, 10–20 cm-es nagyságrendű hibákat találtam, melyeket egyrészt a terep egyenetlenségének, másrészt transzformációs eredetű (a mesterséges holdakra vonatkozó mérések alap koordináta-rendszere, valamint az ország területén használt koordinátarendszer közötti) hibáknak tulajdonítottam.

A GPS mérési módszereknek (pl. RTK-nak), mint a többi mérési módszernek, megvannak a maguk előnyei és hátrányai. A GPS méréseknél a felméréndő terület kiválasztása okozhat gondot, viszont a feltételeknek megfelelő, nagyobb kiterjedésű területek felmérése esetén gyorsabb lehet, mint ugyanazon terület geodéziai eszközökkel való felmérése. Amennyiben a felméréndő terület GPS mérésre csak részben felel meg, a fennmaradó részt geodéziai mérésekkel pótolhatjuk ki.

Cseke Ágnes

– The RTK measuring postulates that the position of the stabile receiver is known in the basic system of the GPS (an ellipsoid in the centre of the gravity). If this condition is fulfilled, the co-ordinates of the stabile receiver must be determined before measuring. The co-ordinates of the unknown points (here: position points) are determined with the involvement of the national basic points of the GPS system of known co-ordinates (OGPSH points) that can be found in the area of the territory to be surveyed. When GPS measuring methods are used we have to check that the territory to be surveyed and the OGPSH points are suitable for measuring.

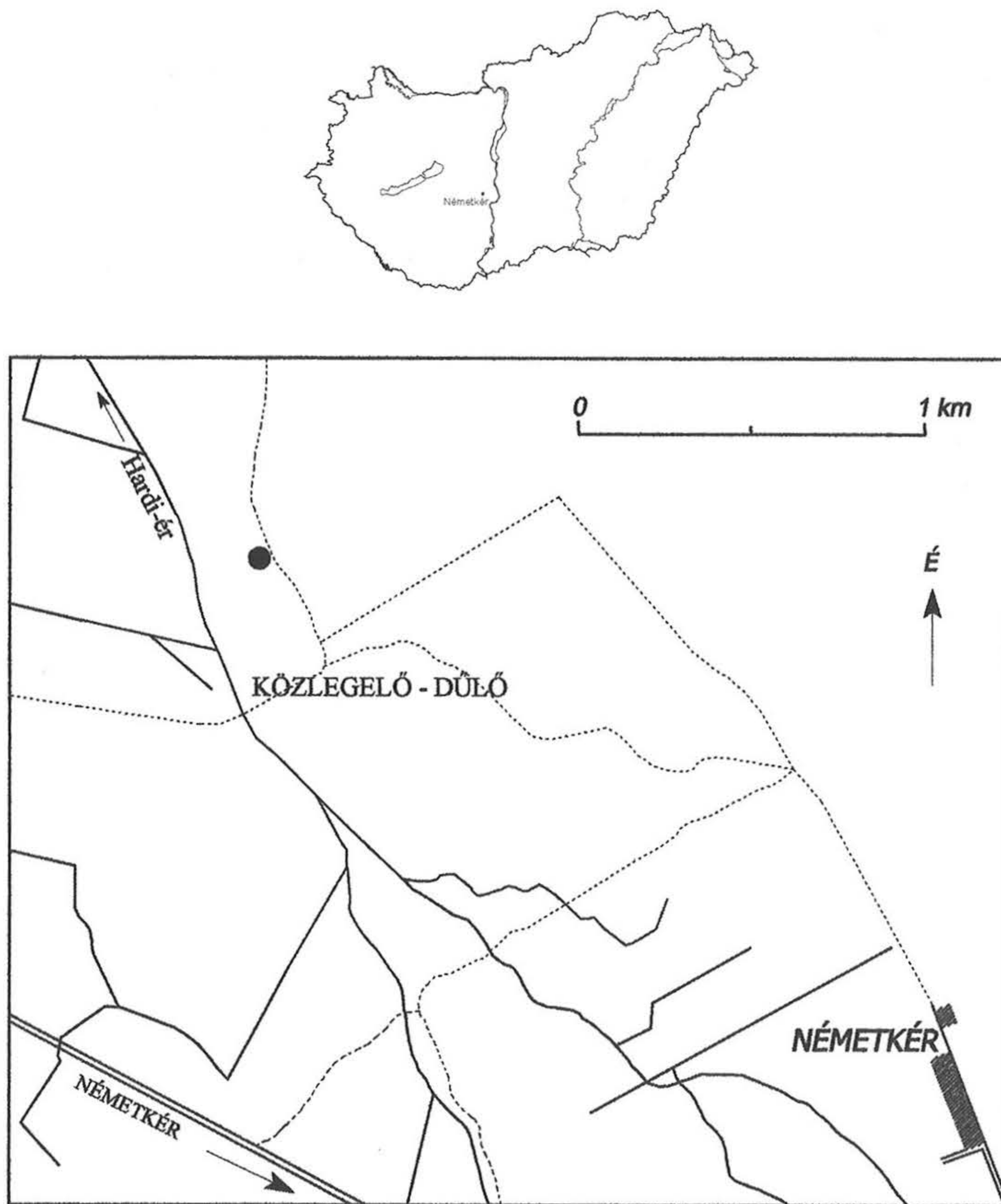
I surveyed the earthen fort discovered in the upper part of Közlegelő-dűlő in the most frequently used EOV (Unified National Orthography) orthographic system. I elaborated the measurements made with the GPS and the geodetic methods with the help of the ArcView GIS program. I constructed the contour model of the surveyed territory, its ground plan (Figs 5–6) and I made cross-sections from three directions (longitudinal section, cross-sections: across the earthen fort, across the tongue). The results were actually the same when I put the contour models on each other. (Fig. 7) Naturally, there were divergences since the number and distribution of the measurement points and the irregularities of the surface influence the position of the contour lines. I compared the two measurements from the respect of altitude as well, which means that I put the RTK measurement points over the contour model drawn from the measurements got from the measuring station, and marked the altitude of the points (Fig. 8). When I compared the altitudes of the GPS measurements with the altitudes read from the contour model, I found divergences of 10–20 cm, which came, in my view, from the irregularities of the surface and from the errors of transformation (between the basic co-ordinate system of the measurements connected with the satellites and the co-ordinate system used in the territory of the country).

The GPS measuring method has its advantages and disadvantages as all other measuring methods do. At GPS measuring, the choice of the territory to be surveyed can cause problems, while, at the same time, on suitable and large territories the survey is faster than with geodetic methods. If the territory is not entirely suitable for GPS measuring, the remaining area can be measured with geodetic methods.

Ágnes Cseke

Irodalom • *References*

- CSEKE 2004 CSEKE Á.: Régészeti célú terepi adatgyűjtés GPS technológiák segítségével. Budapest (2004). Diplomamunka (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem)
- CSEKE 2004a CSEKE Á.: Egy újonnan felfedezett földvár felmérése Németkéren a Közlegelő-dűlőben, avagy földvárfelmérés térinformatikus szemmel. Műemlékvédelem 2004/3, 164–166.
- HUSTI 2000 HUSTI Gy.: Globális helymeghatározó rendszer (bevezetés). Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron 2000, 115.
- VARGA-VIRÁG-SZŰCS 1987 DR. VARGA M. – VIRÁG G. – SZŰCS L.: Globális helymeghatározó rendszerek a mérnöki gyakorlatban. Budapesti Műszaki Egyetem (1987). Kézirat.



1. kép: Németskér, Közlegelő-dűlő, helyszínvázlat

Fig. 1: Németskér, Közlegelő-dűlő, plan of the site



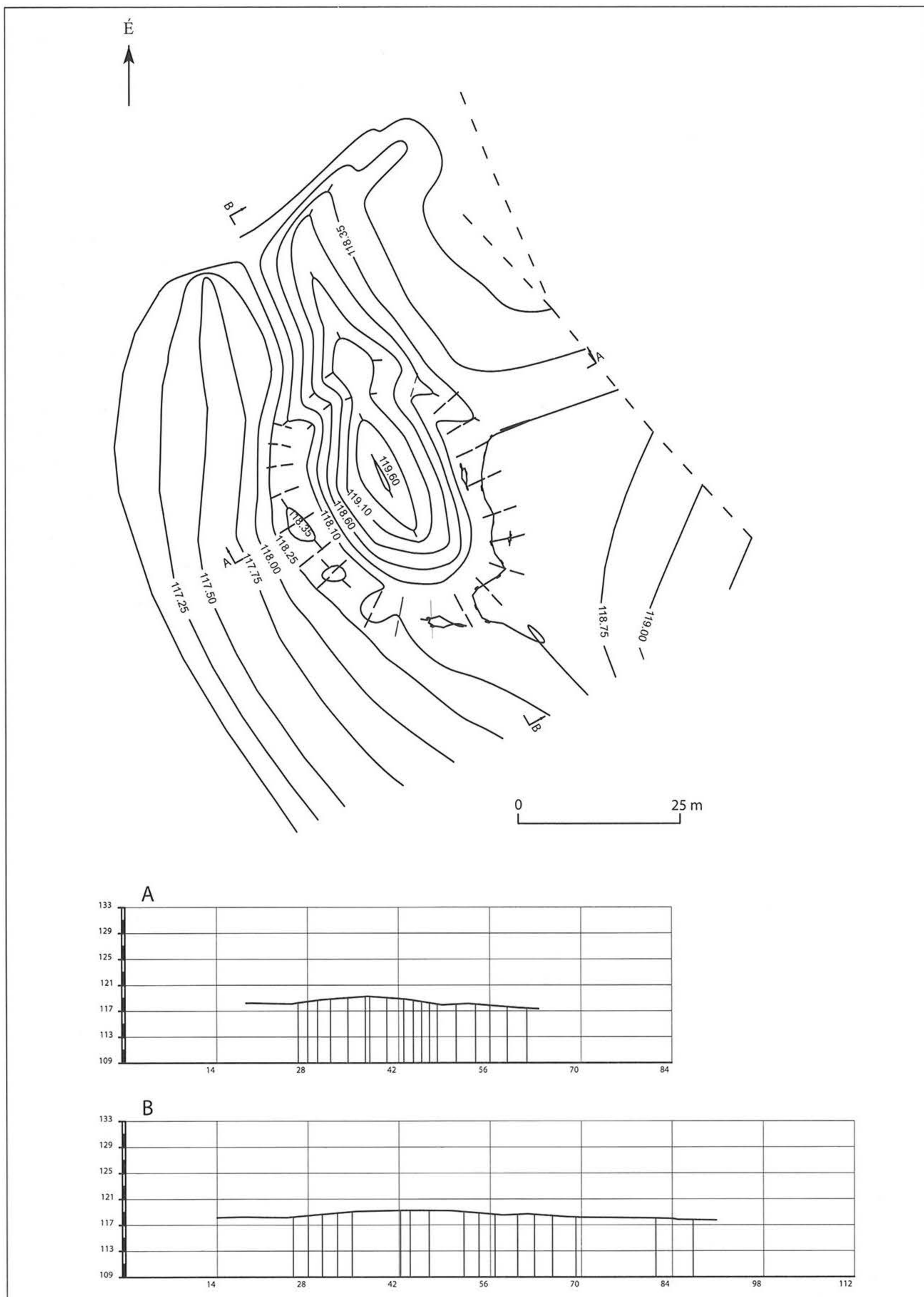
2. kép: A földvár légi fotója (Miklós Zsuzsa, 2003. június 23.)

Fig. 2: The aerial photo (Zsuzsa Miklós, June 23, 2003) of the earthen fort



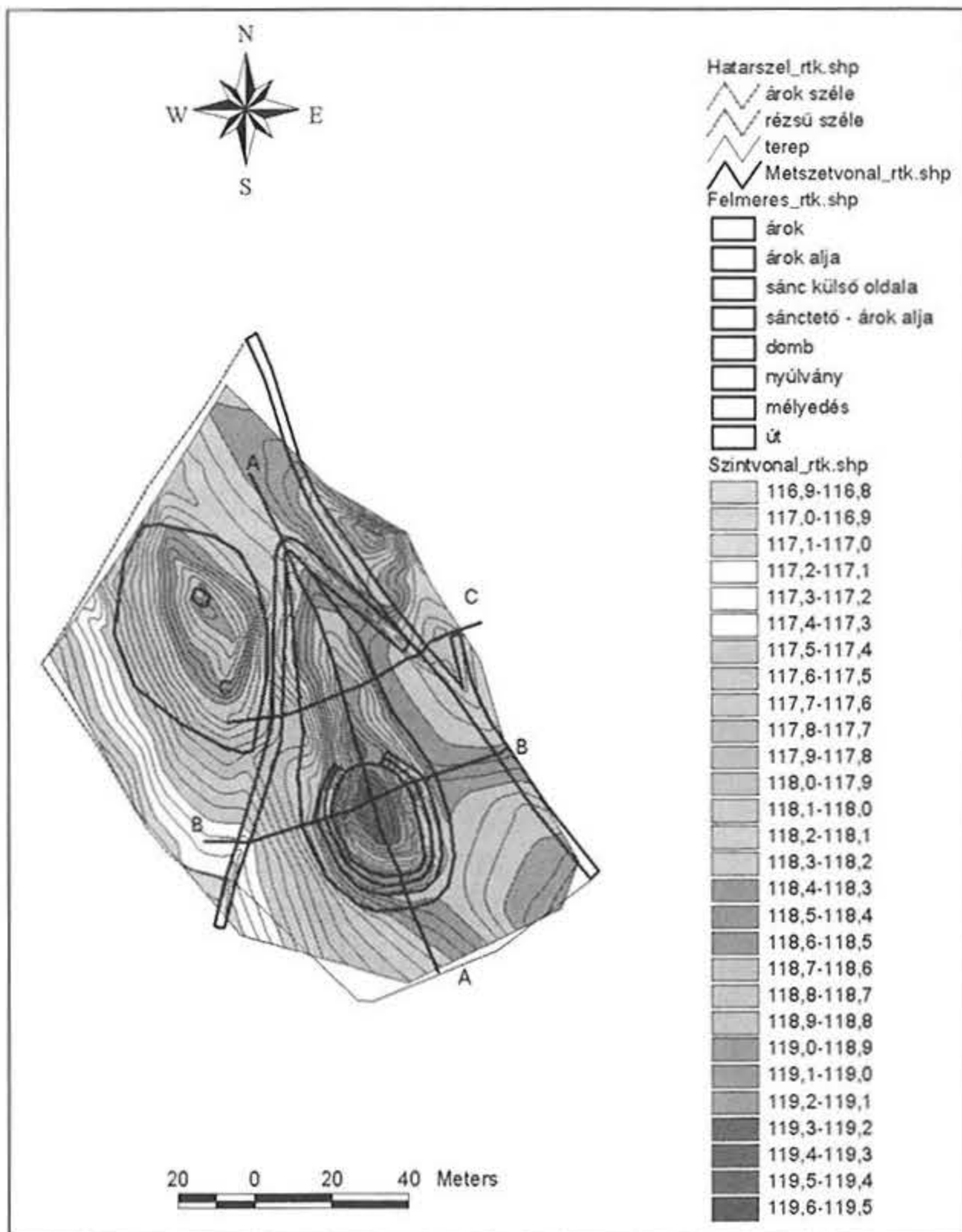
3. kép: A földvár felszíni fotója (Cseke Ágnes, 2003. november 20.)

Fig. 3: The surface photo (Ágnes Cseke, November 20, 2003) of the earthen fort



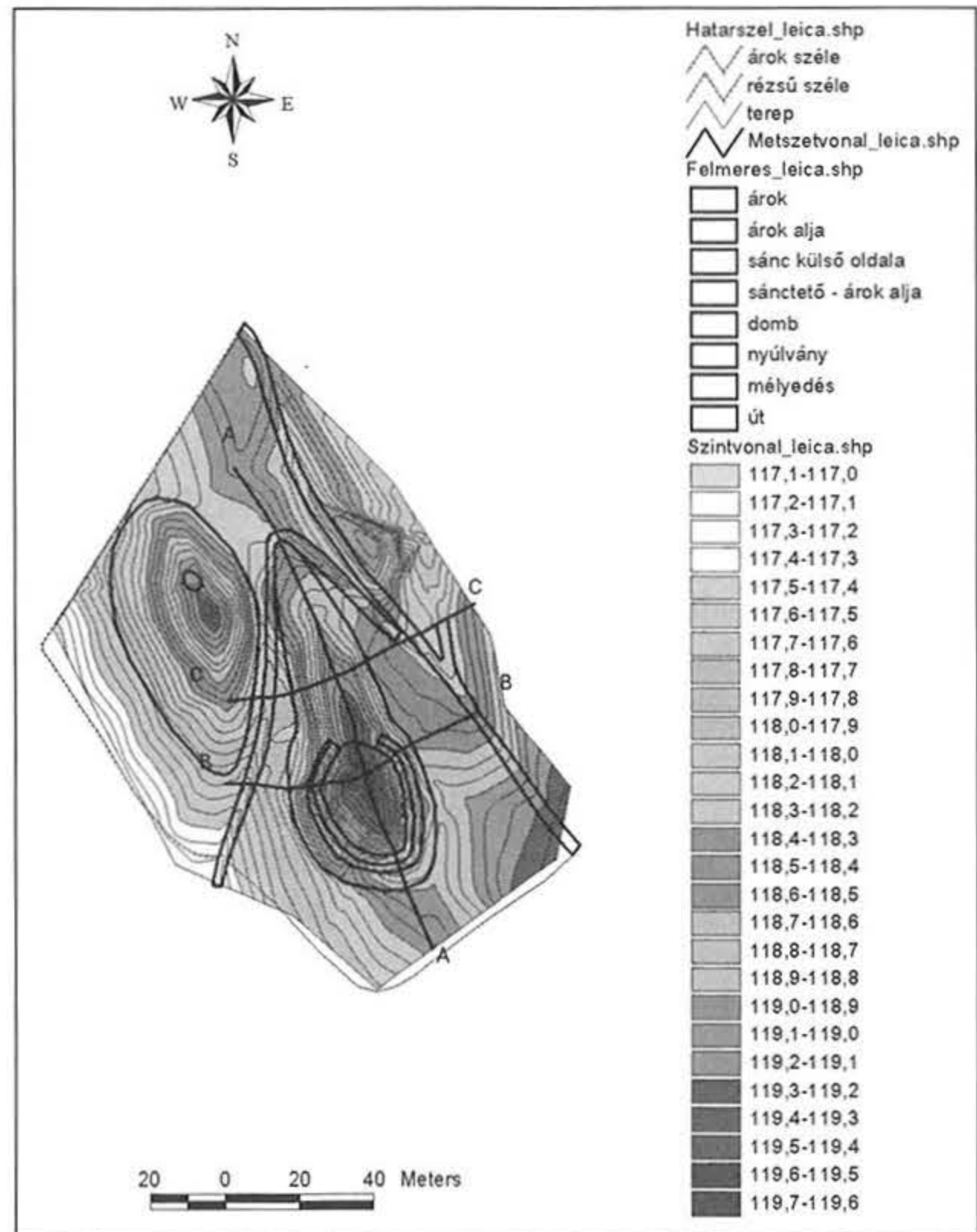
4. kép: Szintvonalas felmérés (Miklós Zsuzsa, 2003. november 10.)

Fig. 4: Contour map (Zsuzsa Miklós, November 10, 2003)



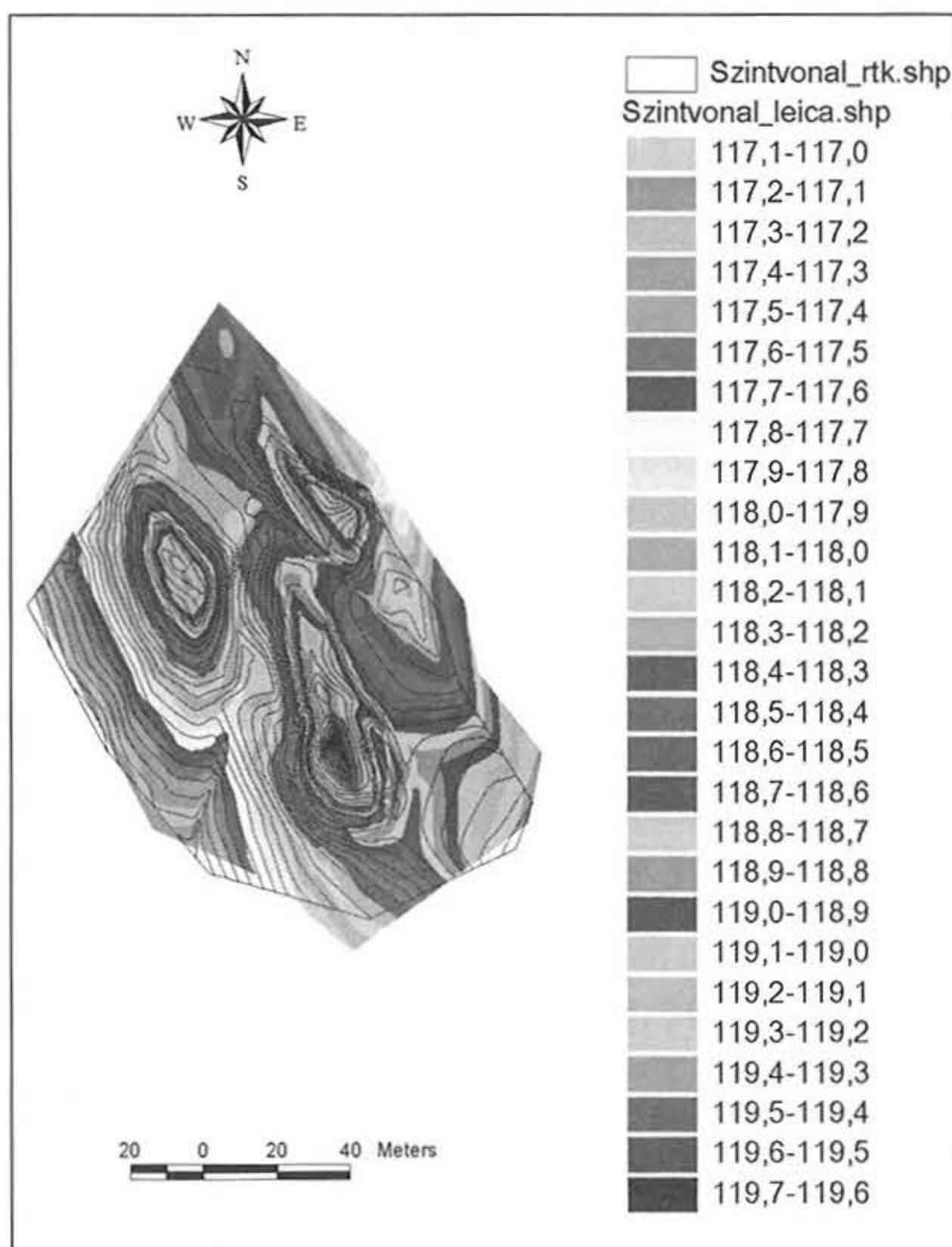
5. kép: Szintvonalas modell és síkrajz
(Cseke Ágnes, RTK, 2003. december 16.)

Fig. 5: Contour model and plane map
(Ágnes Cseke, RTK, December 16, 2003)

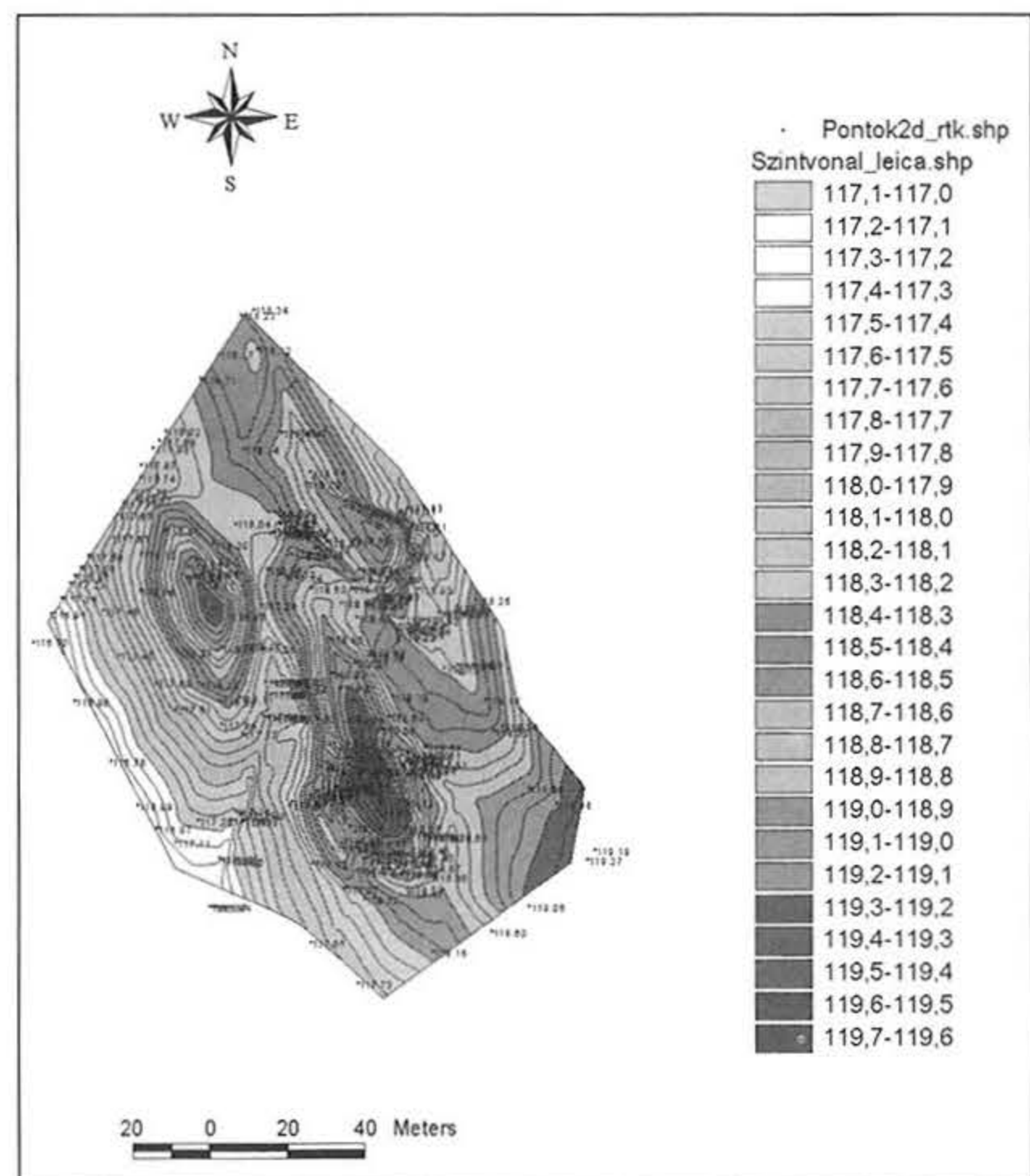


6. kép: Szintvonalas modell és síkrajz
(Cseke Ágnes, mérőállomás, 2003. december 18.)

Fig. 6: Contour model and plane map
(Ágnes Cseke, measuring station, December 18, 2003)



7. kép: A szintvonalas modellek összehasonlítása
Fig. 7: Comparison of the contour models



8. kép: Az RTK mérési eredmények (magasságok) összehasonlítása a mérőállomásos mérés szintvonalas modelljével

Fig. 8: The comparison of the RTK measurement results (altitudes) with the contour model made from the results of the measuring station.