





A Távérzékelési technológiák és térinformatika online, a szolgáltatók és felhasználók online folyóirata. Megjelenik évente két alkalommal.

Kiadja az **Eötvös Loránd Tudományegyetem Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszéke**  
(1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A Postacím: 1518 Budapest, Pf. 32.)  
és a **Szent István Egyetem Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar Növénytani és  
Ökofiziológiai Intézete** (2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.)  
**HU ISSN 2062-8617**

**Alapító főszerkesztő:**

Bakó Gábor

**Szerkesztők:**

Bartha Csaba	Lelleiné Kovács Eszter
Eiselt Zoltán	Licskó Béla
Kardeván Péter	Nagy János
Kovács Gábor	Szerdahelyi Tibor
Kristóf Dániel	Zentai László

**Hirdetésszervezés:**

Feldhoffer Zsófia - 06 70 327 4376

**További munkatársak:**

Írás Krisztina, Mészáros János, Molnár Zsolt, Tóth Zsuzsanna

**Design:**

Göttinger Erika

**Szerkesztőség:**

2310, Szigetszentmiklós, Csokonai köz 1/1.

**Telefon:** 06 70 615 7223

**E-mail:** [magazin@rsgis.hu](mailto:magazin@rsgis.hu)

[www.rsgis.hu](http://www.rsgis.hu)

Címlapon: Az egyetemi tömb 10 cm terepi felbontású légifelvétel-térképe (Bakó Gábor – INTERSPECT, IS 4 digitális moduláris mérőkamera)

Hátsó borító: Digitális infravörös légifelvétel. (Magyar fejlesztésű Interspect IS 4 mérőkamera)

## Tartalom

3. Szerkesztői köszöntő
  
4. A practical post-correction method for spectral libraries - András Jung, Christian Götze and Cornelia Gläßer
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
13. Archaeological remote sensing survey: Lidar, hyperspectral and aerial imaging in one campaign - Gergely Padányi Gulyás, Máté Stibrányi
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
21. Szerkesztői cikkek:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
21. Térinformatikai szoftverlixikon - Lelleiné Kovács Eszter
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
41. Collection of geoinformatic softwares - Lelleiné Kovács Eszter
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
58. A légi távérzékeléssel készülő állományok minőségét befolyásoló tényezők - Bakó Gábor

## Szerkesztői köszöntő

Egy új szakmai-tudományos folyóiratnak (mely most második számához érkezett) nemcsak az ismeretek átadása a célja, hanem fel kell vállalni különféle további feladatokat is. Az egyik ilyen fontos feladat a szaknyelv megalkotása. Ebben a számunkban az olvasók az első számunktól eltérően angol nyelvű tanulmányokkal is találkozhatnak (nemcsak külföldi, de magyar anyanyelvű szerzőktől is). Egyrészt nem titkolt ambíciónk, hogy szaklapunkban megjelenési lehetőséget adjunk külföldi szerzők megfelelő színvonalú tanulmányainak is (ezzel lapunk ismertségét, elismertségét is tudjunk növelni), másrészt a hazai szerzők kutatási eredményei is akkor válhatnak szélesebb körben ismertté.

Napjainkban minden szakterületen megfigyelhető az angol nyelv térhódítása, nemzetközi közvetítőnyelvvé válása. Azonban egy magyar nyelvű szaklapnak az is a feladata, hogy segítsen a hazai szaknyelv kialakításában, hozza létre azokat a szakkifejezéseket, amelyek legjobban visszaadják magyar nyelven az adott idegen nyelvű szakkifejezést.

A két cél: az angol nyelvű tanulmányok közlése és a magyar nyelvű szaknyelv megalkotása, ápolása csak látszólag ellentétes egymással. Valójában ezek egymást segítő folyamatok, hiszen egy szakkifejezés magyar nyelvű megfelelőjének megalkotása sokkal bonyolultabb művelet az egyszerű fordításnál: jól kell ismerni mindkét nyelvet – sőt inkább azt mondhatnánk szaknyelvet –, hogy megtaláljuk a legjobb, leginkább elfogadott hazai változatot. Sokszor előfordul, hogy az elsőnek javasolt kifejezést a hazai szakma nem fogadja el, más javasol helyette, esetleg következetesen tovább használja az eredeti angol változatot. A hazai szakemberek kitartásán, állhatatosságán is múlik, hogy végül meg tud-e honosodni egy, a többség által elfogadott kifejezés, amit ezután már a szakkönyvekben, tanulmányokban is át fognak venni, része lesz a magyar nyelvnek.

Hisszük, hogy szaklapunknak ezen a téren is van felelőssége.

Zentai László – 2011. október 17.

## A practical post-correction method for spectral libraries

RS&GIS - 2011 / 2. András Jung, Christian Götze and Cornelia Gläßer

Martin-Luther University Halle-Wittenberg, Institute of Geosciences\*

**Keywords:** Spectral ground-truth, post-correction, field- and laboratory spectra, spectral libraries,

**Summary:** This paper is focusing on an easy-to-use post-correction method of spectral ground-truth signatures. The development and application of this method is presented. The following spectrometers were used: FieldSpec (FS) and TerraSpec (TS) from Analytical Spectral Devices, Inc and HandySpec<sup>VIS/NIR</sup> (HS) from the German company Tec5 AG. As a fourth virtual spectrometer, the free spectral library of United States Geological Survey (USGS) was included. Spectral measurements taken by different spectrometers for the same objects can cause difficulties when comparisons are made between ground-truth spectra. The instrumental differences, the technical parameters (spectral resolution and ranges, illumination sources, geometrical arrangement, field of view (FOV)) vary from spectrometer to spectrometer, but a white-reference dependent post-correction could work and enhance the similarity between spectra. By the post-correction method a positive change of over 10 % was achieved which is considered as significant for most spectral library users. The importance of spectral libraries is growing and the intercomparability of them is still a challenge. The post-correction method is a practical tool for building and using multi-source ground-truth spectral libraries.

**Összefoglalás:** Ez a munka a terepi spektrumok egyszerűen elvégezhető utólagos korrekciójával foglalkozik. A korrekcióhoz vezető módszert és annak alkalmazását mutatjuk be. A következő spektrométerekkel dolgoztunk a kísérlet során: a FieldSpec (FS) és a TerraSpec (TS) az Analytical Spectral Device, míg a HandySpec<sup>VIS/NIR</sup> (HS) a Tec5 mérőműszerei voltak. A negyedik ún. virtuális spektrométer az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának (USGS) spektrális könyvtára volt. Könnyen nehézségekbe ütközhetünk, ha olyan terepi spektrumokat akarunk összehasonlítani, amelyek ugyanarra az objektumra vonatkoznak, de különböző spektrométerekkel készültek. A műszerbeli különbségek, a műszaki paraméterek (spektrális felbontás és tartomány, fényforrások, geometriai elrendezés, látószög) készülékről-készülékre változhatnak, de ha egy "fehér-referencia" alapú utólagos korrekciót hajtunk végre, akkor a spektrumok közötti hasonlóság javítható. A post-korrekciós eljárás segítségével mintegy 10 %-kal növelhető a hasonlósági mutatók értéke, ami a legtöbb spektrális könyvtárhasználó számára egy ígéretes eredmény. A spektrális könyvtárak jelentősége egyre nagyobb, míg összehasonlíthatóságuk továbbra is kihívás marad a felhasználói körökben. A post-korrekciós eljárás egy gyakorlati eszköz azok számára, akik különböző eredetű spektrális könyvtárakkal dolgoznak.

## Introduction

From point measurements to pixel based imaging systems numerous techniques and methods are available for use. The spectral information can originate from many sources and are usually stored in spectral libraries. In hyperspectral remote sensing high resolution spectral signatures are essential for object identification. These facts challenge both the primary data producers and the data archivists but most importantly the high-end data users (MILTON et al. 2006). Even now practical questions are still of high importance and need to be discussed before going into more details. However, to discuss the whole data chain would go over the frame of this paper. For this case, a reduced but highly focused approach is advisable. This reduction leads to the very first level of the spatial data scale, the ground truth. It is well known, that the most common way to capture spectral ground truth spectra is to use a hand-held field spectrometer. This device can virtually provide a consistent dataset for the same target in a very short time. However, measurements taken by different types of spectrometer for the same object could result in different spectra, what can strongly affect the spectral identification (PRICE 1994, 1998; CASTRO-ESAU et al 2006, JUNG et al. 2010). Recent tendencies have shown that the number of field spectrometer providers is growing and in some segments of the market prices have decreased. This tendency will be more noticeable when new hyperspectral satellites will be on orbit and ground truth data will be required. Experiences from practice have shown, that using external spectral libraries often leads to disappointments. Methods, that can improve the spectral similarity between “quasi-identical” samples are needed to develop. In this paper, a simple and easy-to-use post-correction approach will be presented, which can help users synchronize multi-source ground-truth spectra. Special attention was paid to the white-reference measurements, because the proposed post-correction method works with white panel raw data. Three commercially available hyperspectral spectrometers and the free USGS spectral library were included into the experiment. It was not our intention to make any ranking between the spectrometers. Decisions on which spectrometer is the most suitable for an application, should depend on research aims and target specifications.

## Materials and Methods

HandySpec<sup>VIS/NIR</sup> from Tec5, FieldSpec and TerraSpec from Analytical Spectral Devices (ASD 2010) and (Tec5 2010) were included into this experiment. The following abbreviations are used in this paper. FS stands for FieldSpec Pro FR (350-2500 nm), TS for TerraSpec (350-2500 nm), HS for HandySpec<sup>VIS/NIR</sup> (400-1690 nm) and USGS for the USGS spectral library sample (400-2500 nm). To enhance the spectral comparability the same mineral was tested by all spectrometers. As test material chlorite was selected. Chlorite with a size of 5x5 cm was an ideal mineral for a spectrometric test because it is hard-wearing and shows selective absorption minima and stand-alone features throughout the spectrum of 400-2500 nm. This consideration is of high importance for a spectrometer with a sensing capability of up to 1690 nm (HS, for instance). The mineral sample was courtesy of the geological collection of the Martin Luther University Halle-Wittenberg, Germany (MLU).

Due to instable illumination factors in the field (such as changing atmospheric conditions, seasonal and diurnal variations etc.), the laboratory environment seemed to be the most stable and suitable place for carrying out this experiment. The illumination parameters, human factors and other technical parameters were not predetermined during the experiment, because every spectrometer has its own source of illumination and white reference panel in practice. Two white reference panels were from Labsphere® (LABSPHERE 2010) and the third one was a device coupled material from Tec5. The white panel for the USGS spectrum was not known. However, the differences in quality of white reference panels can strongly modify the spectral reflectance curves. The white reference measurements were separately taken by each spectrometer and were used as reference spectra for the chlorite sample.

The analyzed spectral products obtained with instruments having different spectral resolution and ranges should have spectrally resampled for subsequent comparisons. This process was necessary when HS was compared to all other spectra or when USGS to FS, TS and HS. FS and TS had the same spectral resolution. The above mentioned circumstances are very typical for multi-source spectral libraries and were treated as reality factor.

Each spectral measurement was repeated four times over the same target and saved separately. For the evaluation the single measurements were averaged. Before reflectance values were generated, the raw data or digital counts were also archived. Milton et al. wrote that reflectance data will remain a

convenient way to represent the energy interactions occurring at the surface, and they have value in generic spectral libraries (MILTON et al. 2009). This approach was highly accepted and followed in this work and used for further analyses. It is important to note at this point, that the quantity acquired by the spectrometers was the reflectance factor. The term reflectance factor refers to the ratio of the radiant flux reflected by a target to that reflected by an ideal and diffuse standard surface into the same reflected-beam geometry, under the same illumination conditions (NICODEMUS et al. 1997). The reflectance factors were calculated and after resampling analyzed.

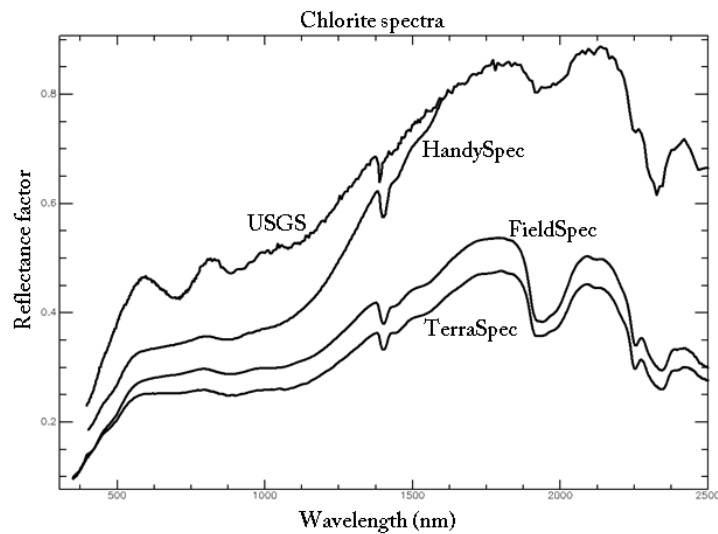
Before applying the white-reference post-correction method, the reflectance factor curves were compared by using several options of hyperspectral analysis like Spectral Angle Mapper (SAM), Spectral Feature Fitting (SFF) and Binary Encoding (BE). Methods for comparing spectra used in this work are widely used in hyperspectral image classification (LEONE & SOMMER, 2000, ASPINALL et al., 2002), but less common in analyses of single-point measurements or spectral libraries. The data processing was made by ENVI 4.4 software (ENVI 2010). The three comparison methods will be described in the following.

**Spectral Angle Mapper (SAM):** It matches spectra to reference spectra using a measure of spectral similarity based on the angle between the spectra treated as vectors in an n-dimensional space with dimensionality (n) equal to the number of spectral channels. Smaller angles represent closer matches. The angle between each spectra and all reference spectra can be mapped, and assigned to the material for which the spectral angle is smallest and within a defined threshold angle (KRUSE et al. 1993b). When used on reflectance data, the SAM is relatively insensitive to effects of illumination changes, because the angle between vectors is measured rather than the length of the vector. It determines the similarity of an unknown spectrum to a reference spectrum.

**Spectral Feature Fitting (SFF):** It uses least squares methods to compare the fit spectra to selected reference spectra (CROWLEY & CLARK, 1992). The method measures absorption feature depth which is related to material abundance. It enables the user to specify a range of wavelengths within which a unique absorption feature exists for the chosen target.

**Binary Encoding (BE):** It is a classification method that encodes the data and reference spectra into 0-s and 1-s based on whether a spectral value in a band falls below or above the overall average of spectrum. An exclusive 'OR' function is then used to compare each encoded reference spectrum with the encoded data spectra and classify the dataset (MAZER et al. 1988). Each spectrum is classified to the material with the greatest number of channels that match above a minimum match threshold (CLARK et al. 1987, KRUSE et al. 1993a).

In Fig.1 it can be seen how the four-source spectra of chlorite take place within the 400-2500 nm spectral range. The HandySpec (HS) spectrometer works only up to 1690 nm and shows significant divergence over 1000 nm. The other chlorite spectra vary also both in reflectance level and resolution but exhibit quite similar spectral behaviour compared to HandySpec (HS). The chlorite sample from USGS spectral library shows a larger offset and more pronounced absorption minima in the visible spectrum, what could be explained by differences in mineral composition of the measured rock samples compared to the sample measured by TS and FS.



**Figure 1:** Chlorite reflectance factor curves created by four different spectrometers

This interpretation is supported also by the differences of absorption minima belonging to water content near 1900 nm and the differences of the corresponding characteristic features above 2200 nm. For the USGS chlorite sample were only the reflectance factors available without knowing anything about the white panel properties. This is common for most spectral libraries. However, the supplementary sample information is well documented in the available on-line database (USGS 2010)

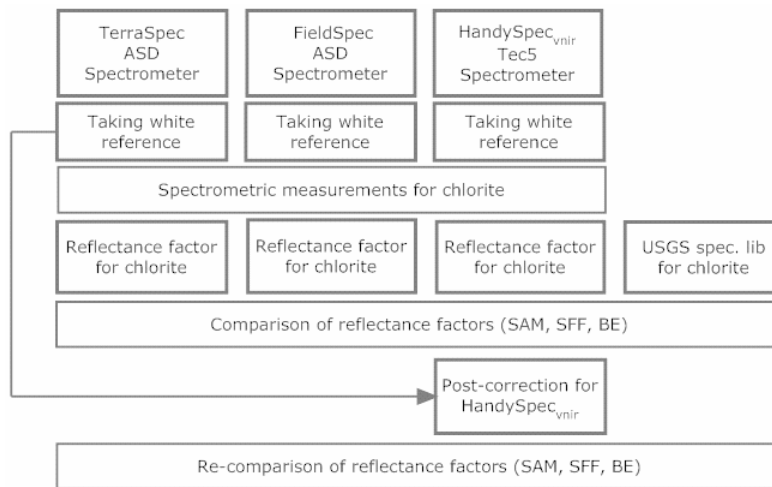
#### Description of the post-correction method

Special attention was paid to the reflectance factor curve of HS. For HS the white panel raw data was known and could be well processed. For a post-correction a master spectrum is needed to define which one serves as reference. In this case the white panel raw data of TS was chosen for HS. The FS (FieldSpec) and TS (TerraSpec) spectra were very similar (see Fig. 1).

Why to use TS as reference? On the one hand, there were technical similarities between TS and HS because both of them had internal illumination, which ensured a higher similarity between spectra taken from the same samples. On the other hand TS was a new device with an up-to-date calibration file.

In Fig.2 the applied methods and main processing flow-chart are depicted. To generate a post-correction curve, the white panel raw (radiance) data are necessary to know, because the reflectance factor spectra mask the original properties of the reference surface. Raw data are the DN values of measurements in radiance mode.



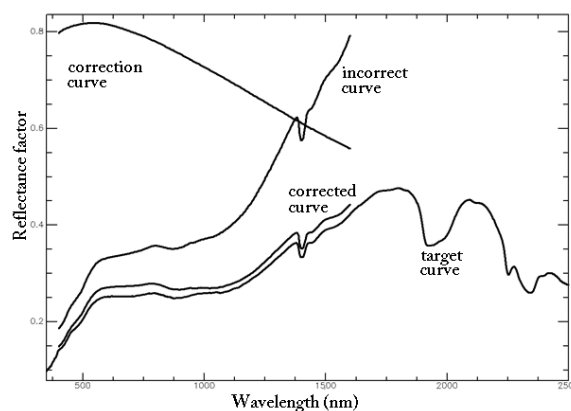


**Figure 2:** The post-correction work flow

The white reference post-correction is significant when ground-truth spectra have to be compared. If both white reference raw values and a master spectrometer with known white reference raw values are given the correction curve can be calculated. The post-correction of HS was carried out by Eq. (1).  $ORC_{HS}$  stand for Original Reflectance Curve of HS,  $WRRD_{HS}$  for White Reference Raw Data of HS,  $WRRD_{TS}$  for White Reference Raw Data of TS and  $CRC_{HS}$  for Corrected Reflectance Curve of HS.

$$ORC_{HS} \cdot \frac{WRRD_{HS}}{WRRD_{TS}} = CRC_{HS} \quad (1)$$

The changes implicated by the post-correction method can visually be observed in Fig.3. The 'correction curve' was calculated from  $(WRRD_{HS}/WRRD_{TS})$ , the 'incorrect curve' represents  $ORC_{HS}$  and the 'corrected curve' is virtually  $CRC_{HS}$ . The 'target curve' is the sample reflectance factor curve (chlorite) of the master, in this case TS. The HS has no sensing capabilities above 1700 nm, this is the reason why the 'correction curve' and the 'corrected curve' ends at 1700 nm.



**Figure 3:** Curve changes caused by post-correction

## **Summary**

Reflectance factors of different instruments for the same target were compared and for one case post-corrected (see Eq. 1, Fig. 1,3). The similarity measures (Tab. 1) shows the results of comparison. Each spectrometer to each spectrometer was compared and relative similarity values were calculated. The matches were set between 0 and 1. The column 'rel.similarity' stands for an averaged value calculated from SAM, SFF and BE.

For the average values, an increase of 6 % (between bc: FS to HS and ac: FS to HS) and 5 % (between bc: TS to HS and ac: TS to HS) was registered. This values (as it can be seen in Tab. 1) depend very much on methods. If considering SAM for changes the values increased by 11 % (SAM between bc: FS to HS and ac: FS to HS) and by 13 % (SAM between bc: TS to HS and ac: TS to HS). These changes are significant when multi-source ground-truth signatures should be compared. SFF and BE show also considerable changes in similarities before corrections, but both methods can be regarded as relative insensible for the correction to the contrary of the SAM method. These results show the strengths and robustness of the comparison methods too and throw our attention to the SAM. The similarity measures of SAM and BE do not contain the relative shifts of the compared reflectance spectra, only the shape differences, while the SFF method does include them. This is the reason for the relative low similarity value in the case of SFF when compared FS and TS to USGS, and the relative smaller decrease in similarity value when comparing HS to USGS, as HS has a smaller average offset to USGS then the two other curves.

The examples shown prove that the post correction procedure is powerful to remove potential shape difference of measured spectra when using white reference panels of different quality. The procedure is powerful also for the special case when only relative shifts of reflectance factor curves occur. Application of this kind of post calibration can substantially improve stability of reflectance spectra by carrying out cross calibration between different instruments, or repeated reference measurement using the same instrument with seemingly the same white reference but used several times in the field being thus exposed to intensive dust and other kinds of dirt or even to cleaning procedures what cause slight modification of its spectral behavior.

**Table 1:** Comparison results before and after the correction

Comparison	Comparison methods			
	rel.similarity	SAM	SFF	BE
<b>before correction (bc)</b>				
FS to TS	0,94	0,97	0,85	0,99
FS to USGS	0,75	0,88	0,48	0,88
FS to HS	0,89	0,85	0,84	0,99
TS to USGS	0,86	0,95	0,67	0,96
TS to HS	0,92	0,85	0,91	1,00
USGS to HS	0,86	0,86	0,75	0,97
<b>after correction (ac)</b>				
FS to HS <sub>corrected</sub>	0,95	0,96	0,93	0,98
TS to HS <sub>corrected</sub>	0,97	0,98	0,92	0,99

Via the post-correction method, it was possible to produce a positive change of over 10 % as indicated by SAM, which is very promising. From a practical point of view the similarity between two spectra was increased by over 10 % that is significant when spectral libraries have to be synchronized.

When reflectance spectra are originating from different sources and comparison must be done, then post-correction is very advisable and a helpful tool. Systematical differences (see Fig. 3) introduced by device, reference panels or other time varying factors could be corrected for. Post correction is possible when white reference raw values are available and well documented.

The results indicated that the post-correction of the curves were effective when the raw reflectance values were known and well documented. The spectral characteristics of the reference materials are as important as the technical properties of the devices. It is important to emphasize that the numerical results of this investigation are only valid for those materials measured by these 3+1 spectrometers. But in general, the following conclusions can be drawn:

There are many spectral libraries available worldwide and the database is growing. It is often very difficult, time-consuming and inaccurate to use them for scientific aims or comparisons. The standardization of spectral libraries and documentations is reasonable when hyperspectral satellites will be launched and spectra from different sources for the same targets will be captured and evaluated. Before going global, local initiatives must be started and completed for comparing field spectro(radio)meters. Reference panels used in practice have different chemical components, working and spectral properties. The spectral responses given by reference panels affect the ultimate results of the measurement, which can also be corrected.

With the results of this investigation it is conducted to support specialists in agriculture, geology, geography and other environment-related experts who are intending to use or build multi-source ground-truth spectral libraries.



## Acknowledgements

This comparison would have not been possible to do without the TerraSpec spectrometer of the Department of Economic Geology and Petrology at the MLU Halle. Special thanks go to the German spectroscopy company Tec5 for the excellent cooperation and technical support.

## References

- ASD (2010), Analytical Spectral Device (ASD), <http://www.asdi.com/> (checked on 28.08.2011)
- ASPINALL, R.J., MARCUS, W.A. & BOARDMAN, J. W., 2002: Considerations in collecting, processing, and analysing high spatial resolution hyperspectral data for environmental investigations. – *Journal of Geographical Systems*, **4**: 15–29.
- CASTRO-ESAU, K.L., SANCHEZ-AZOFEIFA, G.A. & RIVARD, B., 2006: Comparison of spectral indices obtained using multiple spectroradiometers. – *Remote Sensing of Environment*, **103**(3): 276–288.
- CLARK, R.N., KING, T.V.V. & GORELICK N.S., 1987: Automatic continuum analysis of reflectance spectra, JPL Publication. Proc. 3rd AIS workshop, California, USA, 138–142.
- CROWLEY, J.K. & CLARK R.N., 1992: AVIRIS study of Death Valley evaporate deposits using least squares band-fitting methods. – JPL Publication **92–14** (1): 29–31.
- ENVI 2010, Image Processing & Analysis Solutions, <http://www.itvis.com/ProductServices/ENVI.aspx>, (checked on 16.06.2010)
- JUNG, A., GÖTZE, C. & GLÄSER, C. 2010: White-reference Based Post-correction Method for Multi-source Spectral Libraries. *Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation (PFG)*, **5**, 361-368.
- KRUSE, F.A., LEFKOFF, A.B. & DIETZ J.B., 1993a: Expert System-based mineral mapping in northern Death Valley, California/Nevada using the Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS). – *Remote Sensing of Environment*, **44**: 309–336.
- KRUSE, F.A., LEFKOFF, A.B., BOARDMAN, J.B., HEIDEBRECHT K.B., SHAPIRO A.T., BARLOON P.J. & GOETZ A.F.H., 1993b: The spectral image processing system (SIPS) – Interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data. – *Remote Sensing of Environment*, **44**: 145–163.
- LABSPHERE (2010), Spectralon. <http://www.labsphere.com/> (checked on 28.08.2011)
- LEONE, A.P. & SOMMER, S., 2000: Multivariate Analysis of Laboratory Spectra for the Assessment of Soil Development and Soil Degradation in the Southern Apennines (Italy). – *Remote Sensing of Environment*, **72**(3): 346–359.
- MAZER, A.S., MARTIN, M., LEE, M. & SOLOMON, J.E., 1988: Image processing software for imaging spectrometry data analysis. – *Remote Sensing of Environment*, **24**: 201–210.
- MILTON, E.J., FOX, N. & SCHAEPMAN, M.E., 2006: Progress in field spectroscopy, Proc. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS '06, Denver, USA. 1966–1968.
- MILTON, E. J., SCHAEPMAN, M.E., ANDERSON, K., KNEUBÜHLER, M. & FOX, N., 2009: Progress in field spectroscopy. – *Remote Sensing of Environment*, **113**: 92–109.
- NICODEMUS, F.E., RICHMOND, J.C., HSIA, J.J., GINSBERG, I.W. & LIMPERIS T., 1977: Geometrical Considerations and Nomenclature for Reflectance. National Bureau of Standards (U.S.)
- PRICE, J. C., 1994: How unique are spectral signatures? – *Remote Sensing of Environment*, **49**: 181–186.
- PRICE, J.C., 1998: An approach for analysis of reflectance spectra. – *Remote Sensing of Environment* **64** (3): 316–330.
- TEC5 (2010): Technology for Spectroscopy, <http://www.tec5.com/deutsch/home.html> (checked on

28.08.2011)

USGS (2010): U.S. Geological Survey. <http://speclab.cr.usgs.gov/spectral.lib04/spectral-lib.desc+plots.html> (checked on 28. 08.2011)

\*Address of the Authors:

Dr. ANDRÁS JUNG, Dr. CHRISTIAN GÖTZE, Prof. Dr. CORNELIA GLÄßER, Martin-Luther University Halle-Wittenberg, Institute of Geosciences, D-06120 Halle, Tel.: +49-34-55526021, Fax: +49-34-555-27168, e-mail: [ajung@sphereoptics.de](mailto:ajung@sphereoptics.de), [christian.goetze@geo.uni-halle.de](mailto:christian.goetze@geo.uni-halle.de), [cornelia.glaesser@geo.uni-halle.de](mailto:cornelia.glaesser@geo.uni-halle.de)

## **Archaeological remote sensing survey: Lidar, hyperspectral and aerial imaging in one campaign**

**RS&GIS - 2011 / 2. Gergely Padányi-Gulyás<sup>1</sup> ([gergely.padanyi@mnm-nok.gov.hu](mailto:gergely.padanyi@mnm-nok.gov.hu)) – Máté Stibrányi<sup>2</sup> ([mate.stibranyi@mnm-nok.gov.hu](mailto:mate.stibranyi@mnm-nok.gov.hu))**

### **ABSTRACT:**

The focus of this paper is an EUFAR remote sensing archaeological project in Hungary called ARMSRACE. Although the project is still in progress and there are no tangible results yet, it still seems to be a good idea to share information about the novel data acquisition scheme combining high-resolution digital imaging, hyperspectral and LiDAR sensors simultaneously over such extended areas. The data were collected in August 2010 and delivered after pre-processing in February 2011. The main goal of this paper is to present the essence of this archaeological remote sensing survey and also give a picture about EUFAR Transnational Access.

**Keywords:** *remote sensing, LiDAR, hyperspectral imaging, aerial photogrammetry, archaeological predictive modeling, historical climate changes.*

### **ÖSSZEFOGLALÁS:**

Jelen cikk célja egy régészeti célú távérzékelési EUFAR pályázat, az ARMSRACE rövid ismertetése. A pályázat keretein belül egy meglehetősen nagy, 60x10 km-es terület került felmérésre egyidőben lézershkennerrel, hiperspektrális és digitális kamerával, mely mind technológiájában, mind méreteiben példa nélküli a hazai régészetben. A repülésre 2010 augusztusában került sor, az előfeldolgozott adatok 2011 februárjában érkeztek meg. Az adatfeldolgozás jelenleg még kezdeti stádiumban van, ennek ellenére egy első tájékoztatást mindenképpen érdemes adni, melynek során a pályázat ismertetésén túl az EUFAR Transnational Access is bemutatásra kerül.

---

1 GIS expert at Hungarian National Museum, National Heritage Protection Center, Department of Topography. GIS expert for project ARMSRACE.

2 Archaeologist at the Hungarian National Museum, National Heritage Protection Center, Department of Topography, Lead scientist of project ARMSRACE.



**Kulcsszavak:** távérzékelés, LiDAR, hiperspektrális képalkotás, légifotogrammetria, régészeti célú prediktív modellezés, történelmi klímaváltozások.

## INTRODUCTION

In August, 2010 a British aeroplane loaded with remote sensing equipment took off several times from Sárrét Airport, Hungary. Its single aim was to simultaneously collect as much data as possible for two Hungarian projects called AIMWETLAB and ARMSRACE. The aeroplane was equipped with a Leica LiDAR, a Leica 39 megapixel digital camera and an AISA Dual hyperspectral scanner. The data collecting method was the same, but the purposes of the two projects were quite different. AIMWETLAB (Aerial Imaging of the Wetlands of Lake Balaton and the Kis-Balaton)<sup>3</sup> was designed to get high resolution data for survey of shore vegetation, while ARMSRACE (Archaeological and Relief Modeling of the Sárvíz-valley for Reconstruction of Ancient Climate Events) intended to use the data for searching of new archaeological sites and modeling climate changes throughout history. This paper is dedicated to the latter one, ARMSRACE<sup>4</sup>. The whole application was funded by EUFAR (European Facility for Airborne Research) Transnational Access.

The main goal of this research was to connect archaeological settlement patterns with historic geomorphological and hidrological modelling based on remote sensing data. GIS-based investigation of settlement patterns with elevation models are very rare in Hungary, most of it completed in the eastern part of the country. Our goal was to collect archaeological and topographical data from a pilot area and to build geomorphologic and hydrologic models based on these datasets, and to use these models to investigate the effect of climate changes on historic settlements through archaeological sites. Remote sensing data will be closely integrated into past and future fieldwork.

So far archaeological settlement pattern research and interpretation was only possible based on wide-scale measurements and reconstructions. In Transdanubia, environmental reconstructions were previously based on borehole datasets since no other surveys were carried out. Geoinformation systems and remote sensing allow reconstructions at a much larger scale. The occurrence of several significant historic changes of climate is a known fact, but the impacts of these on the settlements is yet unknown, although these are essential for understanding the changes of settlement pattern. The central region of the Carpathian Basin is a floodplain which was especially affected by changes of climate. The topography and the already accumulated archaeological data of this area is ideal for such a study.

## 1. EUFAR TRANSNATIONAL ACCESS

The survey was completed by the Airborne Research and Survey Facility (ARSF) of the Natural Environmental Research Council (NERC) of the UK, based at Staverton Airport, Gloucester.

---

<sup>3</sup> Lead scientist: András Zlinszky, junior research fellow at Balaton Limnological research Institute of the Hungarian Academy of Sciences

<sup>4</sup> For further information about project AIMWETLAB visit [http://studiacrescent.com/abstracts/issue-nr.-11-\(1-2011\)/andras-zlinszky-et-colab.-initial-report-of-the-aimwetlab-project](http://studiacrescent.com/abstracts/issue-nr.-11-(1-2011)/andras-zlinszky-et-colab.-initial-report-of-the-aimwetlab-project)

According to their homepage, „EUFAR is an ‘Integrating Activity’ funded by the European Commission under FP5/FP6/FP7. EUFAR aims to coordinate the operation of instrumented aircraft and hyperspectral imaging sensors, exploiting the skills of experts in airborne measurements in the fields of environmental and geo-sciences, in order to provide researchers with the infrastructure best suited to their needs.”<sup>5</sup> The Transnational Access (TA) Activities has a budget of 3M€ and offers 6 instruments and 22 instrumented aircrafts, including scientific and engineering support for integration of instruments, planning of airborne campaigns, and data analysis. The most important thing about EUFAR TA is that fully funded flight hours can be applied with a good application after a successful selection procedure on a chosen aeroplane equipped with up-to-date remote sensing instruments.

## 2. EQUIPMENT AND DATA COLLECTION<sup>6</sup>

The aircraft for both Hungarian projects was a Dornier 228 aircraft operated by NERC-ARSF and the flight window was chosen to be between 16 and 26 August 2010. The aircraft and crew were stationed at Sármellék airport, a former military air base now serving international flight traffic, located in the immediate vicinity of Lake Balaton, therefore close to both of the survey areas of AIMWETLAB and ARMSRACE. This proved to be ideal for logistics as the flight time was shared between the projects, so days of acceptable weather could be exploited beyond the flight endurance of the plane. In many cases, after taking off in the morning and completing a five-hour flight, the aircraft would land for a quick refueling (facilitated by the sparse traffic at the airport) and be back on the study site to continue the survey in the afternoon. The chosen aircraft was equipped with a Leica ALS 50-II LiDAR, a Leica RCD-105 39 megapixel digital camera and a Specim Eagle&Hawk (AISA DUAL) hyperspectral scanner.

---

<sup>5</sup> For further information visit <http://www.eufar.net>

<sup>6</sup> Based on AIMWETLAB’s initial report



Fig. 1 The Dornier 228 aircraft at Sármellék airport

AISA Eagle is a relatively compact imaging spectrometer with a spectral range of 400-970 nm in the visible and near infrared light spectrum with a maximum spectral resolution of 3.3 nm (subject to spectral binning in marginal light conditions) and 244 bands. The view angle range of the instrument is 37°. AISA Hawk is an imaging spectrometer operating in the infrared and short wave infrared wavelengths with a range on 960 to 2450 nm and a spectral resolution of 6 nm adding up to 254 bands. The two imaging spectrometers are integrated to form a dual imaging system collecting pixels through the same pushbroom configuration. The view angle range of this sensor is 24°.

Leica ALS50 is a compact topographic laser scanning system operating in the nearinfrared wavelength at a pulse frequency of up to 83 kHz. Multiple pulse capability allows for the exploitation of the pulse frequency at higher flight elevations. The instrument scans with a vibrating mirror, creating a sinusoidal point layout along the flight track. A maximum of four returns can be distinguished for each pulse.

The Leica RCD 105 camera is a medium-format digital imaging system designed to complement the ALS50 LiDAR. It has a 39 megapixel CCD and was designed to collect true colour images.

### 3. THE STUDY AREA

The study area is the valley of the Sárvíz River in County Fejér in Central Hungary (see **Fig. 2**). Sárvíz is an altogether 100 km long river which connects the Sárrét wetland with the river Sió and the Danube river. Its western bank is the loess ridge of Káloz-Igar, moderately hilly, but its eastern part is a flat region, the westernmost part of the Great Hungarian Plain called the Mezőföld. In this project



we are focusing only on the northern part of the Mezőföld region. It's approximate length is 60 km. On the flat eastern part even small changes of water level cause large shifts in the bank of the wetlands and the settlements, which use the nearest suitable areas for the water level to follow these changes. It is necessary because the loess bedrock of the region is highly permeable to water and wells could not reach the low-lying water table.

This area always has been a very important communication channel and thus was quite densely populated in the past 8000 years, including the town of Gorsium from the Roman Age, which was one of the largest settlements of its time and is part of the study area. As a major communication and commercial route from the NW of Europe to the eastern Mediterranean since the prehistory, this area usually had been more densely populated compared to its surroundings. The dense settlement structure, the low topography and the constraint that only surface waters (due to the loess environment) were available can be an excellent indicator for reconstructing hydrology and climate.

The marshland area was drained in the 19th century, so all areas that were submerged up to the Early Modern Age can be studied in the field. The southern end of the area is one of the three pilot areas of the proposed Hungarian Landscape Value Cataster, the archaeological survey, which was performed by the National Heritage Center in 2010 (at that time it was called Field Service for Cultural Heritage in Hungary).

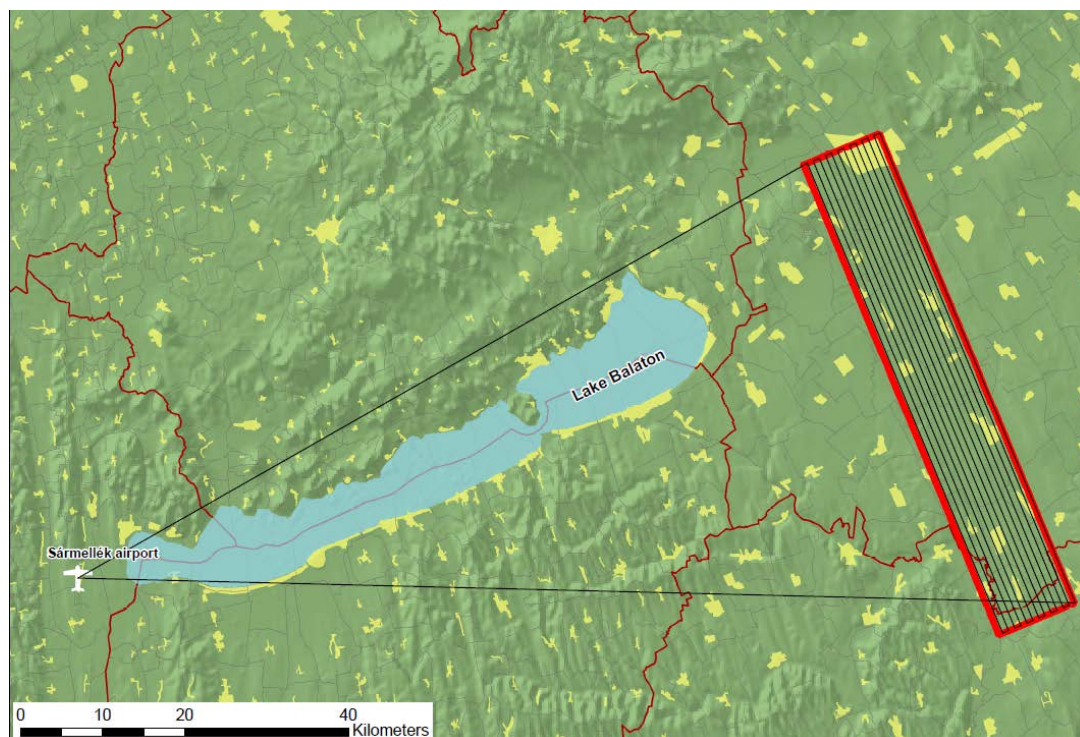


Fig. 2 Study area and flight plan

#### 4. BENEFITS OF REMOTE SENSING DATA IN ARCHAEOLOGY

Amongst the datasets, the LiDAR was the most important for us. With LiDAR data we can create the actual digital elevation model (DEM) of the Sárvíz valley, which is essential for the water level reconstruction and relief modeling. By examining a hillshade image of the DEM (raster or TIN model) even the slightest slope anomalies become visible. Combining this with slope and aspect images together with vector data (rivers, roads etc.) we can find preferred sites for historic settlements. The terrain from the LiDAR will be the base for modeling the waterline.

Hyperspectral images are excellent for examination of soil types and vegetation. With a relatively good resolution the anomalies are also visible, which can show added information (extra iron content, buried buildings, disturbed soils etc). With the accurate vegetation map we can conclude the potential vegetation of the Sárvíz valley. The advantages of hyperspectral images are not well known and used in landscape-scale archaeology, and this project will contribute to providing further knowledge on this topic. After the atmospheric correction we can select the right images from the data cube for further analysis and can make classifications. Unfortunately there was no possibility to gather reference spectra during the campaign, but since our main goal with the hyperspectral data is to find relative anomalies it still can be done without reference data.

Because of the good resolution, aerial images are best for fieldwork. It is essential to rectify the images. Because of the high resolution they are also good for finding anomalies which cannot be seen on the LiDAR or the hyperspectral images (for example certain visible colouring on the fields, cropmarks etc).

#### 5. PRE-PROCESSING AT ARSF-DAN

At ARSF-DAN (Data Analysis Node, based in the Remote Sensing Group at Plymouth Marine Laboratory, PML) in January 2011 both one of the authors of this paper and Andras Zlinszky (lead scientist of project AIMWETLAB) have had the opportunity to get a picture about the pre-processing. Hyperspectral data cubes are pre-processed to the level of radiance, and the orientation and position information are also supplied along with the data. Timing errors which would lead to minor positioning errors are also corrected by the DAN on a strip-by-strip basis. LiDAR data are also pre-processed by the ARSF-DAN to link recorded signal travel times and intensities to the position and altitude data of GPS and the IMU and the corresponding angle of the scanning mirror. A basic filtering is applied to flag points that most probably result from atmospheric or secondary echoes. To correct some minor errors in the scanning angle calibration, a roll correction is applied to each flight line, based on minimizing errors of fit in the overlapping parts of the strips. Aerial photogrammetric images can be georeferenced automatically based on positions provided from GPS and angles from IMU data which are also supplied by the pre-processing team.

#### 6. PRELIMINARY RESULTS

As mentioned before, there are no tangible results yet. However, we already begun working with the LiDAR data, since relief modeling is the most important at the moment. Up to now we have tested several pieces of software to create an accurate and acceptable DTM. First of all, we tried the open source GRASS GIS with implemented LiDAR functions. It has not produced any satisfactory results yet: although it managed to filter out buildings, the dense vegetation (mainly forests) is still visible on the final DTM. ArcGIS free extension Felis Analyst is also a LiDAR tool which works with the

last returns and seems to produce better DTM than GRASS GIS. **Fig. 3** and **Fig. 4** indicates the DSM from the first returns and the best of DTM yet from the last returns. Other software products are going to be tested like OPALS, TreesVis and Fusion. The conclusions so far: the main problem with the LiDAR data is that the point density is relatively low ( $0.5 \text{ points/m}^2$ ) which causes only a small difference between the first and the last returns.

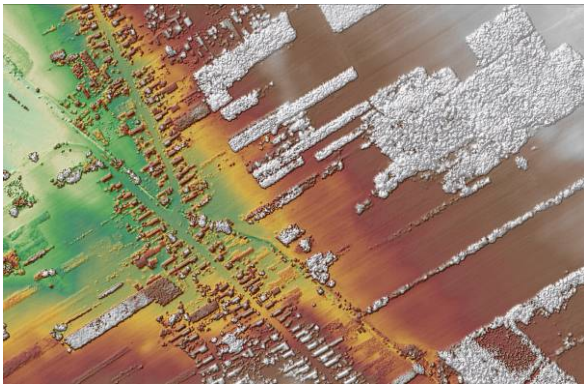


Fig. 3 DSM generated from the first returns

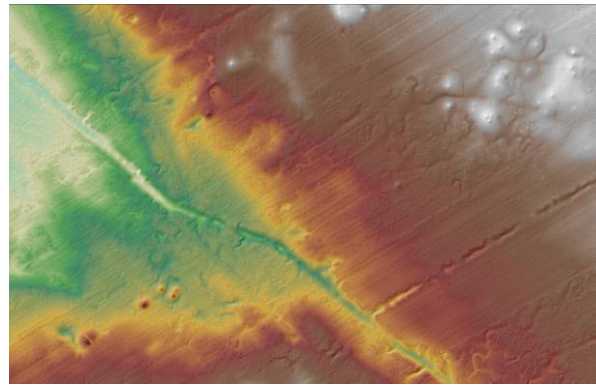


Fig. 4 DTM generated from the last returns

**Fig. 5** indicates the LiDAR intensity data. Although it seems to be a good method to classify the different materials using intensity values such as forests, roads etc. which would help us in the DTM creation, it will not be possible, since at ARSF-DAN the intensity data were normalized between 0 and 255 instead of using true values, and therefore it is not advised to use them for scientific purposes.



**Fig. 5** LiDAR intensity data

## **5. ACKNOWLEDGEMENTS**

The research leading to this paper has received funds from the European Community's 7th Framework Programme (FP7/2008-2012). The support of the EUFAR team during the preparation, completion and aftermath of the survey is gratefully acknowledged. The authors would also like to thank A. Zlinszky for acting as an external application advisor and remote sensing expert, and for creating the opportunity by successfully applying for project AIMWETLAB. The NERC ARSF crew also did a great job during the flight. Gergely Padányi-Gulyás would especially thank ARSF-DAN for giving the opportunity to visit PML and get a picture about the pre-processing.

## Szerkesztői cikkek

---

# Térinformatikai szoftverlexikon

RS&GIS - 2011 / 2. Lelleiné Kovács Eszter

### Kereskedelmi szoftverek

ArcGIS (ESRI)	<a href="http://www.esri.com">http://www.esri.com</a>
AutoCAD Map 3D (Autodesk)	<a href="http://usa.autodesk.com/autocad-map-3d/">http://usa.autodesk.com/autocad-map-3d/</a>
Autodesk GIS Design Server (Autodesk)	<a href="http://www.autodesk.com">http://www.autodesk.com</a>
AED-SICAD	<a href="http://www.aed-sicad.com/">http://www.aed-sicad.com/</a>
Bentley PowerMap (Bentley)	<a href="http://www.bentley.com/hu-HU/">_http://www.bentley.com/hu-HU/</a>
MicroStation (Bentley)	<a href="http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/">_http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/</a>
ERDAS IMAGINE (ERDAS Inc.)	<a href="http://www.erdas.com">http://www.erdas.com</a>
ER Mapper (ERDAS Inc.)	<a href="http://70.87.108.212/Default.aspx?t=1">http://70.87.108.212/Default.aspx?t=1</a>
IDRISI (Clark Labs)	<a href="http://www.clarklabs.org">http://www.clarklabs.org</a>
ENVI (ITT Visual Information Solutions)	<a href="http://www.itvis.com/">http://www.itvis.com/</a> <a href="http://www.geol.hu/index.php">http://www.geol.hu/index.php</a>
MGE (Intergraph)	<a href="http://www.intergraph.com/cgi/products/default.aspx">http://www.intergraph.com/cgi/products/default.aspx</a>
MapSphere	<a href="http://www.mapsphere.com/">http://www.mapsphere.com/</a>
Digiterra Map	<a href="http://www.digiterra.hu/">http://www.digiterra.hu/</a>
Kolibri (Intermap)	<a href="http://www.intermap.hu">http://www.intermap.hu</a>
MapInfo (Infograph)	<a href="http://www.infograph.hu/map_hu.htm">http://www.infograph.hu/map_hu.htm</a>

### Nyíltforrású szoftverek

OSGEO (Open Source Geospatial Foundation)	<a href="http://www.osgeo.org/">http://www.osgeo.org/</a>
GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)	<a href="http://grass.fbk.eu/">http://grass.fbk.eu/</a>



GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) Utilities	<a href="http://www.gdal.org/">http://www.gdal.org/</a>
OpenJUMP	<a href="http://www.openjump.org/">http://www.openjump.org/</a>
Qantum GIS	<a href="http://www.qgis.org/">http://www.qgis.org/</a>
UMN MapServer	<a href="http://mapserver.org/">http://mapserver.org/</a>
MapWindow	<a href="http://www.mapwindow.org/">http://www.mapwindow.org/</a>
ILWIS (Integrated Land and Water Information System)	<a href="http://52north.org/communities/ilwis">http://52north.org/communities/ilwis</a>
FreeTR	<a href="http://freetr.hu">http://freetr.hu</a>
MICRODEM	<a href="http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem/microdem.htm">http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem/microdem.htm</a>
3DEM Visualization Software	<a href="http://www.visualizationsoftware.com/3dem">http://www.visualizationsoftware.com/3dem</a>

### **Ingyenes térkép-megjelenítők**

ArcExplorer (ESRI)

MapInfo ProViewer

Volo View Express

Geomatica FreeView

ER Viewer (ER Mapper)

ViewFinder (ERDAS)

Bentley View

GeoPDF Toolbar

GeoMedia Viewer

ArcGIS

<http://www.esri.com>

<http://www.esrihu.hu>

Az ArcGIS lehetővé teszi adatainak, térképeinek és földrajzi információinak kezelését egy együttműködő, nyílt, szabványosított normákra alapozott rendszer keretein belül. Az ArcGIS térképezés, elemzés, közös munka, szerkesztés, tervezés és összeállítás eszközei a következő feladatok elvégzésére alkalmasak:

- Tervezés és elemzés – tudományos alapokon nyugvó elemző eszközök százait használja, hasonlóképpen 2D, 3D és alkalmi vizualizációs lehetőségeket.
- Adatkezelés – térben szervezett információkat gyűjt és lehetővé teszi a különböző verziók együttes használatát, valamint a többfelhasználós szerkesztést. Adatainak integritását a QA/QC eszközök segítségével tartja fenn.
- Működési előny – képessé teszi a döntéshozókat egyszerű web-alapú alkalmazások segítségével, hogy döntéseikhez földrajzi vonatkozású kulcspontokat találjanak.
- Terepi munka támogatása – a terepen dolgozó munkatársaknak lehetőséget nyújt az információk hozzáférésehez, gyűjtéséhez és kezeléséhez. Távoli naprakész információk küldését is lehetővé teszi, mely automatikusan szinkronizálható office alapú rendszerekkel.

Az ArcGIS moduljai:

#### Desktop GIS

Az asztali GIS a földrajzi tudás létrehozásának, szerkesztésének és elemzésének felülete, valamint segíti a döntéshozást. Az asztali GIS használatra kész adatokat és eszközöket tartalmaz, melyek lehetővé teszik folyamat alapú modellek, szkriptek és teljes munkafolyamatok létrehozását. Ezek azután segítenek kérdések megválaszolásában, predikciók tesztelésében és az adatainkon belüli összefüggések feltárásában.

#### Server GIS

A szerver GIS gyors és megbízható hozzáférést biztosít a térképeinkhez, ábráinkhoz, modelljeinkhez és GIS eszközeinkhez. Alkalmazható GIS források közzétételéhez asztali, mobil, illetve webes alkalmazásokon való használatra. A szerver GIS messzemenően együttműködő, a növekvő igényeknek megfelelően skálázható, és támogatja az ipari biztonsági szabványokat.

#### Mobile GIS

A mobil GIS technológia segít a pontos szervezésben, a valószerű üzleti döntésekben, és mind terepi, mind irodai környezetben alkalmazható. A vezeték nélküli kapcsolat, geoszolgáltatások és webes térképezési alkalmazások teszik lehetővé a terepi munkatársaknak a naprakész információkhoz való azonnali hozzáférést. A mobil GIS segítségével kiterjesztheti GIS vállalkozását számos mobil platformra, jobb működési hatékonyságot és helyzeti előnyt eredményezve.

#### Developer Tools

Az ArcGIS gazdag választékát nyújtja az alkalmazás-programozási felületeknek (API) és eszközöknek, melyekkel számos GIS alkalmazás építhető ki. Ez magában foglalja a webes térképezés, az iPhone, a mobil és az asztali alkalmazások felületeit. A szükséges szoftverek licenceinek beszerzésében segít az Esri Developer Network (EDNSM), mely költséghatékony módját nyújtja az ArcGIS termékek és eszközök előfizetésének. Ez magában foglalja a testreszabott GIS megoldások széles választékának létrehozásához szükséges forrásokat bármely platformon, beleértve az asztali, a mobil, a szerver és a webes szolgáltatásokat.

## ArcGIS

<http://www.esri.com>

ArcGIS lets you manage your data, maps, and geographic information within an interoperable, open, standards-based system. Use the mapping, analysis, collaboration, editing, design, and compilation tools in ArcGIS for

- Planning and analysis – Make use of hundreds of scientifically based analysis tools as well as 2D, 3D, and temporal visualization capabilities.
- Data management – Collect information that is spatially organized and allows versioning and multiple user editing. Maintain your data integrity with QA/QC tools.
- Operational awareness – Empower decision makers with simple Web-based applications that reveal key decision points in a geographic context.
- Field workforce – Give your field staff members the power to access, collect, and manage information. You can also provide them with up-to-date information that's automatically synced with office-based systems.

### Desktop GIS

Desktop GIS is the platform for creating, editing, and analyzing geographic knowledge and improving your

decision making. Desktop GIS includes ready-to-use data and tools that let you build process models, scripts, and complete workflows to help you better answer questions, test predictions, and examine relationships within your data.

### Server GIS

Server GIS provides fast, reliable access to your maps, imagery, models, and GIS tools. You can use it to publish your GIS resources for use in desktop, mobile, and Web applications. Server GIS is highly interoperable, can be scaled to meet increasing demand, and supports industry security standards.

### Mobile GIS

Mobile GIS technology helps organizations make accurate, real-time business decisions and collaborate in both field and office environments. Wireless connectivity, geoservices, and Web mapping applications give field staff immediate access to up-to-date information. Mobile GIS expands your enterprise GIS to a variety of mobile platforms, providing better operational efficiency and situational awareness.

### Developer Tools

ArcGIS provides a rich set of APIs (application programming interface) and tools to build a variety of GIS applications. This includes APIs for Web mapping, iPhone, mobile, and desktop applications. To help you license the software you need, Esri Developer Network (EDNSM) provides you with a cost-

effective way to license ArcGIS products and tools through an annual subscription-based program. It includes the resources necessary to create a wide range of custom GIS solutions on every platform, including desktop, mobile, server, and the Web.

AutoCAD

<http://usa.autodesk.com/autocad-map-3d/>

Az AutoCAD Map 3D térképező szoftver hozzáférést biztosít az infrastruktúra tervezéséhez, a szerkesztéshez és a kivitelezéshez szükséges adatokhoz. Segíti az áruszállításban, a vidékfejlesztésben, a víz- és energia-projektekben dolgozó szakembereket abban, hogy még könnyebben gyűjthessék be a kataszteri, a közmű-, a térképészeti, a környezeti, a képi, a lézer szkennelési (LIDAR) és a tulajdoni adatokat. Segíti a jobb vizualizálást és az adott körülmények kiértékelését; javítja a döntéshozás hatékonyságát folyosó-, hálózat- és területelemzéssel; információt cserél állami ügynökségek, közművek és vállalkozók között mind CAD, mind GIS adatformátumban.

AutoCAD

<http://usa.autodesk.com/autocad-map-3d/>

AutoCAD Map 3D mapping software provides access to data needed for infrastructure planning, design, and management activities. It helps professionals working on transportation, land development, water, and power projects to more easily aggregate cadastral, utility, topographic, environmental, image, LIDAR, and asset data; better visualize and evaluate existing conditions; improve decision making by performing corridor, network, and site analysis; and exchange information with government agencies, utilities, and contractors in both CAD and GIS data formats.

Autodesk GIS Design Server

<http://www.autodesk.com>

Az Autodesk GIS Design Server egy térbeli adatszerver, mely kifinomult adatintegritást, adatkezelést és elemző képességeket biztosít olyan szervezeteknek, melyeknél fontos a többfelhasználós munkavégzés egyetlen térbeli adatbázison, mely nem térbeli adatok tárolására is alkalmas. Az Autodesk GIS Design Server intelligens térképeket és tervrajzokat tárol és kezel nem saját Oracle adatbázisban, mely adatokhoz a hozzáférést asztali (AutoCAD Map 3D software) és webes (Autodesk MapGuide) szoftvereken keresztül biztosítja.

Autodesk GIS Design Server

<http://www.autodesk.com>

Autodesk GIS Design Server is an enterprise spatial data (GIS) server that provides sophisticated data integrity, management, and analysis capabilities for organizations that need multiple users (tens to hundreds) to work concurrently on a single seamless spatial database that can also store nonspatial data. Autodesk GIS Design Server stores and manages intelligent maps and designs within a nonproprietary Oracle database, providing access to this data via desktop (AutoCAD Map 3D software) and web (Autodesk MapGuide) software.

#### AED-SICAD

<http://www.aed-sicad.com/>

<http://www.sicad.com.cn/english/default.htm>

A SICAD eredetileg a Siemens számítógéppel támogatott tervező programrendszerét jelentette. Innen kapta a nevét is (Siemens Computer Aided Design). Később került kifejlesztésre a rendszerhez csatlakozó földrajzi adatbázis (Geographical Database System), amelynek segítségével a legkülönbözőbb térinformatikai (GIS) feladatok váltak megoldhatóvá. Különböző moduljai a felmérési adatok beolvasásától kezdve a térkép kinyomtatásáig a teljes munkafolyamatot lefedik.

AED-SICAD Aktiengesellschaft a földrajzi információs rendszerek és alkalmazások egyik vezető szolgáltatója. Fejlesztéseiket a közműhálózat, az állami szervezetek, az e-kormányzati alkalmazások és más válogatott üzleti területek piaci szegmenseinek ügyfelei számára összpontosítják.

#### AED-SICAD

<http://www.aed-sicad.com/>

<http://www.sicad.com.cn/english/default.htm>

SICAD means originally the computer aided design program system of Siemens (SICAD: Siemens Computer Aided Design). Afterwards a Geographical Database System was developed connecting to this system, coping with diverse GIS tasks. Different moduls cover the entire workflow from reading the survey data to printing maps.

AED-SICAD Aktiengesellschaft is a leading supplier of geographic information systems and applications, concentrating developments for customers in the market segments utilities, governmental organizations, e-government applications and other selected areas of business.

#### Bentley PowerMap

<http://www.bentley.com/hu-HU/>

A Bentley PowerMap egy egyszerűen használható, teljes körű szolgáltatást kínáló térképkészítő és térinformatikai alkalmazás. A Bentley PowerMap középpontjában egy gazdag, kétdimenziós geometriát létrehozó és szerkesztő környezet áll, amely lehetővé teszi felhasználói számára, hogy egyszerűen készítsenek kiváló pontosságú, nagyméretű térképeket.

Legfontosabb szolgáltatásai többek között egy sor szerkesztő, tisztító és tematikus térképészeti eszköz, fájl import több megszokott térinformatikai formátumhoz, rugalmas koordináta rendszer támogatás, automatikus hivatkozási fájl átalakító és integrált, nagy teljesítményű képalkotás. A



Bentley PowerMap ODBC összekapcsolhatóságot kínál, illetve lehetővé teszi Oracle Locator/Spatial adatok lekérését.

A Bentley PowerMap emellett hatékony fejlesztő platform egyéb térinformatikai alkalmazások számára. A támogató fejlesztőeszközök, beleértve a MicroStation Development Language-et (MDL), a Visual Basic for Applications-t (VBA), a Topology Macro Language-et és az Oracle Spatial eszközeit.

MicroStation

<http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/>

(Számtalan a Bentley cég terméke.)

A MicroStation megoldások jellemzően a MicroStation alaprendszerből, és a benne futó szakmaspecifikus alkalmazásokból állnak. A műszaki konfigurációk olyan összeállítások, amelyek az alaprendszer szolgáltatásait építészeti, térinformatikai, építőmérnöki, létesítménytervezési vagy gépészeti gyártás-előkészítési alkalmazás céljából kiterjesztik.

ERDAS IMAGINE

<http://www.erdas.com>

Raszter-központú térinformatikai szoftver, melyet a GIS szakértők úrfelvételekből és légifényképekből való információ kinyerésére használnak. Eszközök széles tárháza segíti a felhasználókat az adatelemzésben, sokféle adatforrást és adatformátumot ismer.

Az ERDAS térinformatikai és képfeldolgozó szoftver háromfajta kiépítésben létezik:

ERDAS IMAGINE ESSENTIALS: gazdag eszközkészlettel rendelkező, alacsony árú, képalapú térképező és vizualizáló szoftver.

ERDAS IMAGINE ADVANTAGE: Az Essentials alapjaira épül, annak eszközkészletét tartalmazza, kiegészítve pontosabb térképező és képelemző funkciókkal. Támogatja a képekkel való műveleteket, a raszteres elemzést, és rugalmas ortorektifikációs eszközöket is biztosít.

ERDAS IMAGINE PROFESSIONAL: Az Essentials és az Advantage verziók eszközeit természetesen tartalmazva, azokat tovább bővítve a gyakorlott távérzékelő szakember számára készült. A legkorszerűbb osztálybasorolási funkciók, radarképek elemzése és grafikus térbeli modellezési lehetőségek jellemzik.

ERDAS IMAGINE

<http://www.erdas.com>

ERDAS IMAGINE is the raster-centric software GIS professionals use to extract information from satellite and aerial images. The vast array of tools allowing users to analyze data from almost any source and present it in formats ranging from printed maps to 3D models.

ER Mapper

<http://70.87.108.212/Default.aspx?t=1>

Az ER Mapper egy földrajzi képfeldolgozó szoftver, mely futtatható Windows NT, Windows 95/98/ME, Windows 2000 vagy Windows XP operációs rendszerek alatt.

Az ER Mapper-t használva megjeleníthetők, nagyíthatók és integrálhatók a raszteres adatok, szerkeszthetők vektoros adatok, és összeköthetők földrajzi információs rendszerek adataival, adatbázis kezelőkkel vagy más virtuális forrásokkal.

Az ER Mapper egyedi koncepciót alkalmaz, melyet algoritmusoknak nevez, hogy elkülönítse a képi adatokat a képfeldolgozás lépéseitől. A feldolgozás lépéseit automatikusan tárolja és szerkeszti egy algoritmus file-ban, amint kiválasztjuk az adatfeldolgozó illetve megjelenítési opciókat. Az ER Mapper többnyire eredeti képi adatokból dolgozik, és valós időben dolgozza fel azokat a tárolt algoritmus file lépéseit használva, majd az eredményt egy ablakban jeleníti meg, vagy elküldi a nyomtatóra vagy elmenti. Ez a következő fő előnyökkel jár:

mindig eredeti adatokból dolgozva megmarad az eredeti adat pontossága,

a valós idejű feldolgozás lehetővé teszi a próbálgatás rugalmasságát

nincs szükség külön lemez tárhelyre az ideiglenes vagy feldolgozott file-ok számára

További fontos jellemzők a sokféle import adatformátum és a támogatott nyomtatók nagy száma.

Az ER Mapper erőforrásai a hardverhez igazíthatók, és kihasználhatók az új multiprocesszor architektúra előnye is, amint az elérhetővé válik.

ER Mapper

<http://70.87.108.212/Default.aspx?t=1>

ER Mapper is a geographic image processing software product, which runs on PCs running Windows NT, Windows 95/98/ME, Windows 2000 or Windows XP.

Using ER Mapper you can display, integrate and enhance raster data, display and edit vector data, and link with data from Geographic and Land Information Systems, Database Management Systems or virtually any other source.

ER Mapper uses a unique concept called algorithms to separate the image data from the image processing steps. The processing steps are automatically stored and edited in an algorithm file as you use your mouse or keyboard to choose processing and viewing options. In most cases, ER Mapper works from your original image data and processes it in realtime, using the steps in the algorithm file, and the resultant image is displayed in an Image Window or output to a printer or Hardcopy device. This gives the following major advantages:

always working from original data retains the original data accuracy

processing in realtime allows you 'try it and see' flexibility

there is no need for additional disk storage for saving temporary or processed files.

Other important features are the large number of import data formats and printing devices supported.

ER Mapper's power scales with the hardware, with the ability to take advantage of new multiprocessor architectures as they become available.

## IDRISI

<http://www.clarklabs.org>

A Clark Labs a térbeli információk elemzéséhez termékek széles választékát kínálja.

Az IDRISI Taiga, mint integrált GIS és képfeldolgozó szoftver megoldás, a digitális térbeli információk elemzéséhez és megjelenítéséhez közel 300 modult kínál.

A Land Change Modeler egy forradalmi tájhasználat változás elemző és előrejelző szoftver, ezen változások élőhelyre és a biodiverzitásra gyakorolt hatásainak elemzésére, mérésére és előrevetítésére kidolgozott eszközökkel.

### Alkalmazási területek:

Felszínborítás Térképezés, Földhasználat Tervezés, Természeti Források Kezelése, Környezeti Modellelés, Ökológiai Elemzések, Kockázat & Sérülékenység Becslés

A térbeli adatok bevitelére, megjelenítésére és elemzésére az IDRISI for Windows programcsomag a menü és eszköz rendszerén keresztül több mint 100 program modult fog át és fűz össze egységes térinformatikai rendszerré. Ezeket a térbeli adatokat az egy-egy egyszerű témát leíró térképi rétegek segítségével jeleníti meg. Ilyen egyszerű térképi téma lehet például az utak rétege, a domborzati térkép rétege, a talajtípus rétege, a vizek rétege stb.

Mindamellet a megjelenítés érdekében a különböző térképi rétegeket egy közös térképi kompozíció keretén belül is fel tudjuk dolgozni, illetve megjeleníteni. Mivel a különböző térinformatikai modellek eltérő típusú rétegeket használhatnak az adatmodell típusától függően, így az IDRISI for Windows programcsomag is két fő alap rétegtípussal dolgozik: a raszteres képek rétege, ill. a vektoros rétegek.

Habár az IDRISI for Windows program mindkét típusú input adatot, tehát a vektorost és a raszterest is egyaránt jól tudja kezelni, azonban a rendszer elsősorban raszteres rétegeket kezel. Az IDRISI for

Windows program nagyon erős analitikai eszközökkel rendelkezik a vektoros attribútumok kezelésére vagy szakadatok kezelésére, valamint a vektor - raszter irányú konverziók elvégzésére.

IDRISI

<http://www.clarklabs.org>

Clark Labs offers a variety of products to facilitate the analysis of geospatial information.

IDRISI Taiga, an integrated GIS and Image Processing software solution, provides nearly 300 modules for the analysis and display of digital spatial information.

The Land Change Modeler is revolutionary land cover change analysis and prediction software with tools to analyze, measure and project the impacts of such change on habitat and biodiversity.

Application areas:

Land Cover Mapping, Landuse Planning, Natural Resource Management, Environmental Modeling, Ecological Analysis, Risk & Vulnerability Estimation

ENVI

<http://www.itvis.com/>

Az ITT Visual Information Solutions (ITT VIS) olyan szoftver termékeket hozott létre, melyek különféle iparágak szakértőit segítik mindenféle adatok és képek elemzésében és megosztásában.

Az ENVI termékcsalád számos szoftver megoldást kínál a világszerte tevékenykedő tudósok, kutatók, képelemzők és GIS szakértők által használt felvételek feldolgozására és elemzésére. Az ENVI megoldások a felvételekből való értelmes információ kinyerésének elősegítése érdekében ötvözik a legújabb spektrális képfeldolgozó és képelemző technológiát egy intuitív, felhasználóbarát felülettel.

A különböző területek és tudományágak szakértői, mint a védelem és hírszerzés, várostervezés, bányászat, geológia, földtudományok és űrtudományok, használják az ENVI megoldásait, hogy döntéseik elősegítéséhez gyors és pontos válaszokat kapjanak. Az ENVI termékcsalád képfeldolgozó és képelemző eszközök gazdag választékát kínálja a képekből való információ kinyerésének folyamatához, és a népszerű GIS szoftverekhez való integráláshoz.

Minden ENVI megoldás IDL alatt készült, mely egy különféle diszciplínák által használt tudományos programozási nyelv, ami komplex numerikus adatokból hoz létre értelmes képi megjelenítést. Az IDL átfogó programozási környezetet teremt számos alkalmazás számára a kisebb elemző programoktól kezdve a széles körben elterjedt alkalmazásokig, az adatokból való hatékony információszerzés érdekében. Az ENVI termékek megkönnyítik az információk kiolvasását, feltárását, előkészítését, elemzését és megosztását a felvételekből.

ENVI Modulok:

ENVI Atmospheric Correction Module (Légköri Korrekciós Modul) eltávolítja a képről a zavaró légköri viszonyokat, a végeredmény pontosságának növelése érdekében.

ENVI Orthorectification Module (Ortorektifikációs Modul) pontosan hozzárendeli a képet a földi koordinátákhoz, és a torzulások eltávolításához geometriailag javítja azt.

ENVI NITF Module az állami standard NITF file formátum támogatása képekhez való hozzáférés, a képek megtekintése, feldolgozása és elemzése érdekében.

ENVI DEM Extraction Module (Digitális Domborzatmodell Kinyerése Modul) javítja a képelemzés munkafolyamatát térben pontos, 3D adat-megjelenítéssel.

Az ENVI-hez kapcsolódó SARscape Modulok lehetővé teszik SAR (Synthetic Aperture Radar) adatok olvasását, feldolgozását, elemzését és kimenetét más távérzékelési adatokhoz és térbeli eszközökhöz való csatlakoztatáshoz.

ENVI

<http://www.itvis.com/>

ITT Visual Information Solutions (ITT VIS) creates software products that help professionals across industries access, analyze, and share all types of data and imagery.

The ENVI product family provides a variety of software solution for processing and analyzing geospatial imagery used by scientists, researchers, image analysts, and GIS professionals around the world. ENVI solutions combine the latest spectral image processing and image analysis technology with an intuitive, user-friendly interface to help you get meaningful information from imagery.

Professionals from diverse industries and disciplines, such as defense & intelligence, urban planning, mining, geology, and space science, and earth science use ENVI solutions to get quick, accurate answers to help them make decisions. The ENVI product family offers a robust suite of image processing and analysis tools to support your image exploitation workflows, and integrate with popular GIS software.

All ENVI solutions are built on IDL, the scientific programming language, used across disciplines to create meaningful visualizations out of complex numerical data. From small scale analysis programs to widely deployed applications, IDL provides the comprehensive computing environment you need to effectively get information from your data. ENVI products make it easier than ever to read, explore, prepare, analyze, and share information from imagery.

ENVI Modules:

ENVI Atmospheric Correction Module removes challenging atmospheric conditions from imagery to increase the accuracy of your final results.

ENVI Orthorectification Module accurately registers imagery to ground coordinates and geometrically corrects it to remove distortions.

ENVI NITF Module is a world-class support of the government standard NITF file format for image access, viewing processing, and analysis.



ENVI DEM Extraction Module improves image analysis workflow by creating spatially accurate, 3-D data representations.

SARscape Modules for ENVI allows to read, process, analyze, and output SAR (Synthetic Aperture Radar) data to integrate with other remotely sensed data and geospatial tools.

Modular GIS Environment (MGE)

<http://www.intergraph.com/cgi/products/default.aspx>

Az MGE (Modular GIS Environment) az Intergraph professzionális térinformatikai rendszere. Gyakorlatilag lefedi az összes GIS alkalmazási területet a 3D-s analízistől a térképgyártásig, és támogatja a jellemző munkafolyamatokat. A rendszer moduláris felépítése révén rugalmasan illeszthető a felhasználói igényekhez.

A beépített adatszerverek révén az MGE jelenleg a következő adatformátumokat támogatja: ArcInfo, ArcView, Oracle Spatial Cartridge, MGE, MGDM, MGSM, FRAMME, MicroStation, AutoCAD, MapInfo.

MGE modulok:

#### Digital Aerial Camera Systems

Ipari technológia az Intergraph-tól, mely magában foglalja a repülési és szenzor-kezelési rendszereket, valamint a képfelvételt, közepes és nagy formátumú digitális légi kamerák használatával. Az Intergraph képkészítési megoldása kiemelkedő minőségű digitális felvételt eredményez, még csökkent fényviszonyok között is.

#### G/Technology

Az Intergraph G/Technológiája egy sokoldalú alkalmazás platform, melyet a térbeli adatforrás-kezelés kívánalmainak megfelelően alakítottak ki szolgáltató és kommunikációs vállalatok részére.

#### GeoMedia

A GeoMedia termékcsalád jól integrált alkalmazások gyűjteménye, melyek teljes egészükben lefedik az ipari, csakúgy mint a kormányzati és a szállítási vállalatok számára szükséges térbeli adatfeldolgozás lehetőségeit a térképgyártás, az infrastruktúra kezelés és a tájhasználat területén. Közüzemi és távközlési vállalatok, akárcsak védelmi és hírszerzési szervezetek szintén bizalommal fordulnak a termékcsaládhoz adatelemzésekkel, adatmegosztással vagy térképkészítéssel kapcsolatos ügyekben.

#### Image Scout

Az Image Scout gyors és pontos nagyterületű keresési műveleteket tesz lehetővé digitális felvételeken, eszközöket kínálva a képmozaiok gyors felépítéséhez és térbeli adatok segítségével való közvetlen kereséshez. Ha a keresett pontokat beazonosítottuk a képen, a vonatkozó képek már felhasználhatók az elektronikus átvilágító asztal funkcióinak segítségével a képelemek szelektálására, felnagyítására és összeillesztésére.

### ImageStation

Az ImageStation digitális fotogrammetriai szoftvercsomag a kormányzati és a kereskedelmi fotogrammetriát, valamint világszerte a térképező ügynökségeket szolgálja, lehetővé téve a digitális fotogrammetriai munkafolyamatok végzését, egészen a projekt létrehozásától, tájékoztatástól és háromszögelésétől, a 3D alakzatok összegyűjtésén és szerkesztésén át a digitális domborzati modell (DTM) létrehozásáig és szerkesztéséig, valamint ortofotó készítéséig légi és űrszenzorok használatával.

### TerraShare

A TerraShare termékcsalád egy kliens/szerver, vállalati térbeli tartalom-hozzáférési megoldás, mely lehetővé teszi adatfile-ok kezelését és építését (képi adatok, magassági adatok, csakúgy, mint egyéb georeferált és nem georeferált adatok) egy vállalaton belül. Ez több szerver- és kliens-oldali modulból áll, integrálva egy raktár infrastruktúrát a végfelhasználói előállító és felhasználó eszközökkel.

### Modular GIS Environment (MGE)

<http://www.intergraph.com/sgi/products/default.aspx>

MGE (Modular GIS Environment) is the professional geoinformatic system of Intergraph. It covers practically all the GIS application areas from 3D analysis to mapping, and supports the characteristic workflows. Due to modular construction the system adaptable to the user's requirements.

By means of built-in data servers, MGE supports the following dataformats: ArcInfo, ArcView, Oracle Spatial Cartridge, MGE, MGDM, MGSM, FRAMME, MicroStation, AutoCAD, MapInfo.

MGE moduls:

### Digital Aerial Camera Systems

Industry-leading technology from Intergraph includes flight and sensor management systems and image capture using our medium- and large-format digital aerial cameras. Intergraph's image acquisition solution captures high-quality digital imagery, providing superior image quality even in reduced light conditions.

### G/Technology

Intergraph's G/Technology is a feature-rich application platform designed to meet the geospatial resource management needs of utilities and communications companies. It is based on Intergraph's knowledge of utilities and communications company requirements collected during our more than 35 years serving these industries.

### GeoMedia

The GeoMedia product suite is a set of well-integrated applications that provide you with the full breadth of geospatial processing capabilities needed by industries, such as governments and transportation agencies for map production, infrastructure management, and land management. Utility

and telecommunications companies, as well as defense and intelligence organizations, also rely on this product suite for data analysis, data sharing, and map production.

### Image Scout

Image Scout enables quick and accurate broad area search operations on digital imagery, providing the tools to quickly build image mosaics and direct searches using geospatial data. Once points of interest are identified in the imagery, related images can be exploited using electronic light table functionalities to chip, enhance, and mensurate image elements.

### ImageStation

The ImageStation® digital photogrammetric software suite serves government, commercial photogrammetry, and mapping agencies worldwide by enabling you to process digital photogrammetry workflows, including project creation to orientation and triangulation, 3D feature collection and editing, digital terrain model (DTM) collection and editing, and orthophoto production using aerial and satellite sensors.

### TerraShare

The TerraShare family of products is a client/server, enterprise geospatial content access solution, enabling the management and structure of data files (image data, elevation data, as well as other georeferenced and non-georeferenced data) within an enterprise. It consists of several server and client side modules to integrate a storage infrastructure with end-user production and exploitation tools.

### MapSphere

<http://www.mapsphere.com/>

A MapSphere egy térképező szoftver Windows alá, amely:

- különböző forrásokból származó térképeket és úrfelvételeket tölt le (OpenStreetMap, Terraserver, LandSat és mások)
- minden térképi adatot a merevlemezen tárol offline használat esetére
- megjeleníti a térképet 2D és 3D nézetben
- támogatja a GPS-vevőket adott helyzetünk nyomonkövetésében
- más felhasználók helyzetét és az ő GPS útvonalait is mutatja
- beszélgetést biztosít az útvonal megvitatásához
- georeferálja fényképeinket az útvonalnak megfelelően, és feltölti azokat egy személyes utazás oldalra
- útvonalakat, fotókat és chat üzeneteket mutat a térképen

### MapSphere

<http://www.mapsphere.com/>

MapSphere is a mapping software for Windows that:

- downloads maps and satellite images from different sources (OpenStreetMap, Terraserver, LandSat, and others)
- stores all the mapping data on the hard drive for offline use
- represents the map in 2D and 3D modes
- supports GPS-receivers to track your current position
- displays the location of other users and their GPS tracks
- provides a chat to discuss your travels
- geo-references your photos according to your track and uploads them to your personal trip page
- shows tracks, photos, and chat messages on the map

### Digiterra Map

<http://www.digiterra.hu/>

A DigiTerra MAP egy magas szinten integrált térinformatikai szoftver professzionális felhasználók részére. A programmal nagyméretű földrajzi adatbázisok alakíthatók ki, legyen szó vektor vagy raszter térképi állományokról, terepmodellekről és térképi elemekhez kapcsolódó leíró adatokról. A szoftver ezen feladatok elvégzéséhez szükséges valamennyi eszközt tartalmazza: beépített tematikus térképező, térképszerkesztő és elemző eszközök, digitális képfeldolgozó és felületmodellező, relációs adatbáziskezelő és jelentéskészítő. A program a mindennapokban is hatékonyan alkalmazható a földrajzi vonatkozású adatok feldolgozásában: ingatlan-nyilvántartás, erdőgazdálkodás, tájtervezés, környezet- és természetvédelem, vízgazdálkodás, közműnyilvántartás, önkormányzati feladatok, szociológiai- és üzleti elemzések.

A DigiTerra Map az eltérő felhasználói igényekhez alkalmazkodva modulszerűen épül fel. Az alapszoftver biztosítja az általános térképezési, térinformatikai adatbáziskezelő- és szervező, jelentéskészítő és térképnyomtatási funkciókat, ezen felül pedig külön-külön állnak rendelkezésre az egyes szakterületeken szükséges modulok.

A DigiTerra Map a következő modulokat tartalmazza: Alapszoftver és vektoros elemzések, Terepmodellezés (3D), valamint Digitális fotogrammetria és raszter feldolgozás. Ez a felépítés lehetővé teszi, hogy minden felhasználó csak a valóban használt modulokért fizessen.

### Kolibri

<http://www.intermap.hu>

Az InterMap Kft. saját fejlesztésű Térinformatikai termékcsaládja:

Kolibri MAP

Kolibri PRO

Kolibri IMS

Kolibri FORTE

MAGTER

e-Atlasz

A Kolibri MAP térinformatikai alapszoftverrel az InterMap Kft. egy olyan széles felhasználói kört célt meg, amely elsősorban megjelenítésre és elemzésekre keres könnyen kezelhető térinformatikai rendszert. A termék biztosítja a leggyakrabban használt térinformatikai funkciókat. Tervezésekor a magyar adatbázisokat és szabványokat is figyelembe vették. Az elkészített adatbázisok és elemzések közvetlenül publikálhatók InterMapServer segítségével az Interneten. A telepítő CD a felhasználó számára értékes, Magyarország-településszintű és regionális térképet, valamint a világ országaira vonatkozó adatbázist is tartalmaz.

A Kolibri Professional professzionális térinformatikai szoftver, a KolibriMAP funkcióit egészíti ki speciális területekkel, mint pl. szerkesztő, karbantartó, térképészeti funkciók, web-integrációs funkció csoport, speciális importálási lehetőségek, fejlesztői, programozói felület.

A Kolibri InterMAPServer a Kolibri térinformatikai alapszoftverek végtelen felhasználóra tervezett, intranet / internet alapú változata. A szerverszoftver a vékony kliens architektúrát alapul véve kliens oldalon mindössze egy szabványos böngészővel használható. Az InterMAPServer felhasználói felülete egyszerűen elsajátítható, könnyen megérthető, mivel az internetes felületeken általában alkalmazott megoldásokat használja.

A Kolibri FORTE (Folyamat ORientált Településirányítás E-önkormányzatoknak) jelenlegi termékcsalája segítségével a néhány 100 lelket számláló községek, körjegyzőségek, vagy éppen megyei jogú városok számára hatékonyan alkalmazható, költséghatékonyan bevezethető hivatali ügyintézési és nyilvántartási rendszerek alakíthatóak ki. A FORTE rendszerek bevezetésével a település polgármesteri hivatala európai színvonalú, magas szintű szolgáltatásokat biztosító ügyintézési működést valósíthat meg. Konceptiójának egyedi jellemzője, hogy nem pusztán a Ket. által meghatározott elektronikus ügyintézési és egyéb az ügyvel kapcsolatos, front office szolgáltatásokat és elektronikus interakciók végrehajtását támogatja, hanem a hivatalon belül működő – back office – alrendszerei segítségével igen hatékony eszközt ad az ügyintézők és vezetők kezébe a hivatali munkavégzés támogatására, szervezésére, adminisztrálására.

A MAGTER az InterMap Kft. és a GKI Gazdaságkutató Rt. által létrehozott térinformatikai adatbázis és elemző rendszer. Az adatbázis a magyar gazdasági élet mutatóit tartalmazza rendkívüli részletességgel, közigazgatási egységek szerinti bontásban. A rendszer lehetővé teszi saját adatok és az adatbázis adatainak összevetését, együttes megjelenítését valamint analízisét.

A Magyarország e-Atlasz tartalmazza az egész ország területére az összes közlekedési utat (közút, vasút) és a települések utcahálózatát. A térkép nagyítható, a nagyítás során folyamatosan bővül a tartalma, az ország vasút- és főútvonalait továbbá vízrajzát ábrázoló áttekinthető térképtől egészen a településeken belül az utcák és lakótömbök szintjéig.

MapInfo

<http://mapinfo.varinex.hu>



A MapInfo Professional nagy funkcionalitással rendelkező, de mégis könnyen használható, térképes adatelemzésre és tervezésre egyaránt alkalmas, komplex térinformatikai rendszer. A szoftver legnagyobb előnye, hogy gyorsan és egyszerűen felfedhetők az adatok térbeli összefüggései, ezáltal üzleti elemzések, tervezési munkák végezhetőek el egyszerűen. A szoftver segítségével az összes térbeli vonatkozású adatunkat - az üzleti adatok mintegy 80%-át - térképen tudjuk megjeleníteni, így átláthatóvá és gyorsan elemezhetővé téve azokat. A térképek publikálására, üzleti bemutatókba történő felhasználására több megoldás is beépítésre került.

**Adatelérési lehetőségek:**

A MapInfo Professional beépített támogatást biztosít sokféle adatformátum közvetlen megnyitására és megjelenítésére (pl. Microsoft Excel, Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server stb.) térinformatikai környezetben.

A széleskörű adatszerkesztő és létrehozó funkcionalitás, többek között egy CAD rendszerű adatszerkesztő MapCAD modul, lehetővé teszi, hogy a szoftverben közvetlenül szerkeszthetők az egyes objektumokhoz tartozó attribútum információk, adattáblák is.

A térképi megjelenítés minősége már régóta az egyik legnagyobb erőssége a MapInfo Professional szoftvernek. Ön azonnal tud változtatni a megjelenítési beállításokon. Így egy kattintással módosíthat megjelenítési stílusokat, színezéseket, jelölhet területeket, vagy pontokat. Készíthet tematikus térképeket a már meglévő attribútum adatok alapján, mindezt tetszőleges módon, területi színezéssel, egyedi értékes színezéssel, kör, oszlop és egyéb diagram módszerrel, pontsűrűség módszerrel és sok egyéb beépített vagy egyedi tematikus módszerrel. Az egyes tematikák készítésénél felhasználhatja a beépített összesítő, átlag vagy súlyozott átlag számítási lehetőségeket, így nem kell ezeket külön előállítani. Ezáltal egyszerűen osztályozhatók az értékesítési területek, felfedhetők a potenciális lehetőséget rejtő területek, illetve a piaci trendek.

Az elemzések megosztására a MapInfo Professional számos megoldást kínál. Több formátumban lehetséges a térbeli, illetve az attribútum adatok exportálása, lehetőségünk van továbbá az elkészített térképeinket szabványos képformátumokba, illetve akár a térképi rétegeket kezelő PDF formátumba is publikálni. Az egyes térképek Microsoft Office termékekbe egy kattintással átemelhetők.

## **Nyíltforrású szoftverek**

OSGEO

<http://www.osgeo.org/>

Az Open Source Geospatial Foundation a minőségi nyíltforrású térinformatikai szoftverek támogatására és készítésére jött létre. Céljuk a közösségi projektek fejlesztésének és használatának bátorítása.

The Open Source Geospatial Foundation created to support and build the highest-quality open source geospatial software. Their goal is to encourage the use and collaborative development of community-led projects.

GRASS

<http://grass.fbk.eu/>

A Geographic Resources Analysis Support System ingyenes térinformatikai (GIS) szoftver térbeli adatok kezelésére és elemzésére, képfeldolgozásra, grafikák/térképek készítésére, térbeli modellezésre és megjelenítésre. GRASS szoftvert jelenleg az egész világon használnak tudományos és kereskedelmi célokra, csakúgy, mint számos állami ügynökségnél és környezeti tanácsadó irodánál. GRASS az Open Source Geospatial Foundation hivatalos projektje.

Geographic Resources Analysis Support System is free Geographic Information System (GIS) software used for geospatial data management and analysis, image processing, graphics/maps production, spatial modeling, and visualization. GRASS is currently used in academic and commercial settings around the world, as well as by many governmental agencies and environmental consulting companies. GRASS is an official project of the Open Source Geospatial Foundation.

GDAL Utilities

<http://www.gdal.org/>

A Geospatial Data Abstraction Library egy fordító könyvtár raszteres térbeli adatformátumokhoz, melyet egy X/MIT típusú Open Source licenc alatt bocsátott ki az Open Source Geospatial Foundation. Mint könyvtár, egy egyszerű adatmodell kivonatát jelenít meg minden támogatott formátum hívó alkalmazásához. Ezenkívül számos hasznos parancssor eszközt tartalmaz adatok fordításához és feldolgozásához.

Geospatial Data Abstraction Library is a translator library for raster geospatial data formats that is released under an X/MIT style Open Source license by the Open Source Geospatial Foundation. As a library, it presents a single abstract data model to the calling application for all supported formats. It also comes with a variety of useful commandline utilities for data translation and processing.

OpenJUMP

<http://www.openjump.org/>

Az OpenJUMP egy nyíltforrású térinformatikai rendszer (GIS), melyet Java programozási nyelvben írtak. Az egész világból egy vállalkozó csoport fejleszti és tartja fenn. OpenJUMP mint JUMP GIS indult, a Vivid Solutions tervei alapján.

OpenJUMP is an open source Geographic Information System (GIS) written in the Java programming language. It is developed and maintained by a group of volunteers from around the globe. OpenJUMP started as JUMP GIS designed by Vivid Solutions.

Qantum GIS

<http://www.qgis.org/>

A Quantum GIS (QGIS) egy felhasználóbarát nyíltforrású térinformatikai rendszer (GIS), mely a GNU General Public License alatt lett engedélyeztetve. A QGIS az Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) hivatalos projektje. Linux, Unix, Mac OSX és Windows alatt fut, és számos vektoros, raszteres és adatbázis formátumot támogat.

Quantum GIS (QGIS) is a user friendly Open Source Geographic Information System (GIS) licensed under the GNU General Public License. QGIS is an official project of the Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). It runs on Linux, Unix, Mac OSX, and Windows and supports numerous vector, raster, and database formats and functionalities.

UMN MapServer

<http://mapserver.org/>

A MapServer egy nyíltforrású platform térbeli adatok publikálására és interaktív webes térképezési alkalmazásokhoz. Eredetileg az 1990-es évek közepén fejlesztették ki a Minnesota Egyetemen, így a MapServer-t MIT-típusú licence alatt bocsátották ki, és minden főbb platformon fut (Windows, Linux, Mac OS X).

MapServer is an Open Source platform for publishing spatial data and interactive mapping applications to the web. Originally developed in the mid-1990's at the University of Minnesota, MapServer is released under an MIT-style license, and runs on all major platforms (Windows, Linux, Mac OS X).

MapWindow

<http://www.mapwindow.org/>

A MapWindow GIS projekt egy ingyenes asztali térinformatikai rendszert (GIS) tartalmaz kiterjeszhető plugin architektúrával; egy ingyenes GIS ActiveX vezérlőt; és egy ingyenes, teljes C# GIS API-t: DotSpatial.

The MapWindow GIS project includes a free desktop geographic information system (GIS) application with an extensible plugin architecture; a free GIS ActiveX control; and a free fully C# GIS API called DotSpatial.

ILWIS

<http://52north.org/communities/ilwis>

Az Integrated Land and Water Information System (ILWIS) egy távérzékelési és GIS szoftver, mely magában foglalja a képi, a vektoros és a tematikus adatokat is egyetlen hatalmas csomagban az asztalon. ILWIS széles skáláját nyújtja a funkcióknak, mint az import/export, digitalizálás, szerkesztés, elemzés és az adatok megjelenítése, csakúgy, mint a minőségi térképek gyártása. Az ILWIS szoftver nevezetes a funkcionalitásáról, felhasználóbarát jellegéről és alacsony áráról, valamint létrehozott egy népes felhasználói tábort fejlődése éveitől kezdve. Még a 2005-ös utolsó kereskedelmi kiadása után is aktív maradt a felhasználói közössége, az ITC-n belül és kívül.

Integrated Land and Water Information System (ILWIS) is a remote sensing and GIS software which integrates image, vector and thematic data in one unique and powerful package on the desktop. ILWIS delivers a wide range of features including import/export, digitizing, editing, analysis and display of data, as well as production of quality maps. ILWIS software is renowned for its functionality, user-friendliness and low cost, and has established a wide user community over the years of its development. Even after its last commercial release in 2005, its user community has remained active, both within and outside ITC.

FreeTR

<http://freetr.hu>

A FreeTR egy ingyenes térképszerkesztő rendszer, melynek segítségével könnyen létrehozhat, szerkeszthet és konvertálhat digitális térképeket. Rendelkezik DXF, DAT, ki-, és bemenettel, alaphelyzetben pedig saját adatformátumában, egy \*.ftr kiterjesztésű fájlban tárolja az adatokat. A fejlesztők a felhasználót helyezték az első helyre, ez a megfontolás eredményezte többek között a könnyen áttekinthető kezelői felületet, az egyszerű kezelhetőséget, a gyors grafikát. A programot nem kell telepíteni, ezáltal akár egy pendriveről is működik. Kompatibilis a Windows XP, Vista, Windows Se7en és a Wine Project kiegészítő mellett a Linux alapú operációs rendszerekkel is.

## MICRODEM

<http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem/microdem.htm>

A MICRODEM egy ingyenes microcomputer térképező program, melyet Prof. Peter Guth írt, az USA Tengerészeti Akadémiájának Óceánográfia Karáról. Rendszerigénye egy 32 bites Windows (NT/2000/XP vagy 95/98/ME). A MICRODEM ingyen használható, korlátozások nélkül.

A MICRODEM megjelenít és egyesít digitális magassági modelleket, űrfelvételeket, szkennelt térképeket, vektoros térképi adatokat, GIS adatbázisokat a következő forrásokból: US Geological Survey, National Imagery and Mapping Agency, Census Bureau, National Ocean Survey, British Ordnance Survey, Landsat TM, SPOT.

MICRODEM is a freeware microcomputer mapping program written by Professor Peter Guth of the Oceanography Department, U.S. Naval Academy. It requires a 32 bit version of Windows (NT/2000/XP or 95/98/ME). You may freely use MICRODEM with no restrictions.

MICRODEM displays and merges, digital elevation models, satellite imagery, scanned maps, vector map data, GIS databases, from sources such as US Geological Survey, National Imagery and Mapping Agency, Census Bureau, National Ocean Survey, British Ordnance Survey, Landsat TM, SPOT.

## 3DEM Visualization Software

<http://www.visualizationsoftware.com/3dem>

A 3DEM for Win95/98/ME/2000/XP and Windows Vista 3D domborzati képek és repülési animációk előállítására képes könnyen elérhető adatforrások segítségével. A domborzati vizualizációs szoftver képes többszörös DEM-ek egyesítésére, nagy felbontású ránézeti térképeket és nagy területek 3D képét mutatva. A szélességi és hosszúsági koordinátákat minden ránézeti térkép kijelzőjén mutatja. Mind a WGS84, mind az UTM koordináták láthatók, lehetővé téve a helyzet nagy pontosságú megjelenítését és mérését. GPS vevő útpontok, utak és nyomvonalak leolvashatók soros adapteren keresztül, és megjeleníthetők 3D képen és domborzati repülés nézetben, lehetővé téve az ösvények és nyomvonalak vizualizációját a terepen.

Bár a 3DEM szoftver szerzője befejezte az alkalmazás fejlesztését, az elérhető és letölthető a jelenlegi formájában.

3DEM for Win95/98/ME/2000/XP and Windows Vista has the capacity to produce 3D terrain images and flyby animations by leveraging data sources readily available. The terrain visualization software offers the ability to merge multiple DEMs to provide high-resolution overhead maps and 3D projections of large areas. Latitude and longitude coordinates are shown on all overhead map displays. Both Lat/Lon and UTM coordinates are supported, allowing display and measurement of position to high accuracy. GPS receiver waypoints, routes, and tracks can be read via serial interface and displayed on 3D images and flybys of the terrain, allowing visualization of the path of a trek through the wilderness.

While the author of the 3DEM software has ceased development for the application, it is still available for download in its current form.

## Collection of geoinformatic softwares

RS&GIS - 2011 / 2. Lelleiné Kovács Eszter<sup>7</sup>

### Commercial softwares

ArcGIS (ESRI)	<a href="http://www.esri.com">http://www.esri.com</a>
AutoCAD Map 3D (Autodesk)	<a href="http://usa.autodesk.com/autocad-map-3d/">http://usa.autodesk.com/autocad-map-3d/</a>
Autodesk GIS Design Server (Autodesk)	<a href="http://www.autodesk.com">http://www.autodesk.com</a>
AED-SICAD	<a href="http://www.aed-sicad.com/">http://www.aed-sicad.com/</a>
Bentley PowerMap (Bentley)	<a href="http://www.bentley.com/hu-HU/">http://www.bentley.com/hu-HU/</a>
MicroStation	(Bentley) <a href="http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/">http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/</a>
ERDAS IMAGINE (ERDAS Inc.)	<a href="http://www.erdas.com">http://www.erdas.com</a>
ER Mapper (ERDAS Inc.)	<a href="http://70.87.108.212/Default.aspx?t=1">http://70.87.108.212/Default.aspx?t=1</a>
IDRISI (Clark Labs)	<a href="http://www.clarklabs.org">http://www.clarklabs.org</a>
ENVI (ITT Visual Information Solutions)	<a href="http://www.itvis.com/">http://www.itvis.com/</a>
MGE	(Intergraph) <a href="http://www.intergraph.com/sgi/products/default.aspx">http://www.intergraph.com/sgi/products/default.aspx</a>
MapSphere	<a href="http://www.mapsphere.com/">http://www.mapsphere.com/</a>
Digiterra Map	<a href="http://www.digiterra.hu/">http://www.digiterra.hu/</a>
Kolibri (Intermap)	<a href="http://www.intermap.hu">http://www.intermap.hu</a>
MapInfo (Infograph)	<a href="http://www.infograph.hu/map_hu.htm">http://www.infograph.hu/map_hu.htm</a>

### Open source softwares

---

<sup>7</sup> Hungarian Academy of Sciences -Institute of Ecology and Botany

OSGEO (Open Source Geospatial Foundation)	<a href="http://www.osgeo.org/">http://www.osgeo.org/</a>
GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)	<a href="http://grass.fbk.eu/">http://grass.fbk.eu/</a>
GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) Utilities	<a href="http://www.gdal.org/">http://www.gdal.org/</a>
OpenJUMP	<a href="http://www.openjump.org/">http://www.openjump.org/</a>
Qantum GIS	<a href="http://www.qgis.org/">http://www.qgis.org/</a>
UMN MapServer	<a href="http://mapserver.org/">http://mapserver.org/</a>
MapWindow	<a href="http://www.mapwindow.org/">http://www.mapwindow.org/</a>
ILWIS (Integrated Land and Water Information System)	<a href="http://52north.org/communities/ilwis">http://52north.org/communities /ilwis</a>
FreeTR	<a href="http://freetr.hu">http://freetr.hu</a>
MICRODEM	<a href="http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem/microdem.htm">http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem/mi crodem.htm</a>
3DEM Visualization Software	<a href="http://www.visualizationsoftware.com/3dem">http://www.visualizationsoftwar e.com/3dem</a>

### **Free map viewers**

ArcExplorer (ESRI)  
MapInfo ProViewer  
Volo View Express  
Geomatica FreeView  
ER Viewer (ER Mapper)  
ViewFinder (ERDAS)  
Bentley View  
GeoPDF Toolbar  
GeoMedia Viewer



ArcGIS

<http://www.esri.com>

ArcGIS lets you manage your data, maps, and geographic information within an interoperable, open, standards-based system. Use the mapping, analysis, collaboration, editing, design, and compilation tools in ArcGIS for

- Planning and analysis – Make use of hundreds of scientifically based analysis tools as well as 2D, 3D, and temporal visualization capabilities.
- Data management – Collect information that is spatially organized and allows versioning and multiple user editing. Maintain your data integrity with QA/QC tools.
- Operational awareness – Empower decision makers with simple Web-based applications that reveal key decision points in a geographic context.
- Field workforce – Give your field staff members the power to access, collect, and manage information. You can also provide them with up-to-date information that's automatically synced with office-based systems.

### Desktop GIS

Desktop GIS is the platform for creating, editing, and analyzing geographic knowledge and improving your

decision making. Desktop GIS includes ready-to-use data and tools that let you build process models, scripts, and complete workflows to help you better answer questions, test predictions, and examine relationships within your data.

### Server GIS

Server GIS provides fast, reliable access to your maps, imagery, models, and GIS tools. You can use it to publish your GIS resources for use in desktop, mobile, and Web applications. Server GIS is highly interoperable, can be scaled to meet increasing demand, and supports industry security standards.

### Mobile GIS

Mobile GIS technology helps organizations make accurate, real-time business decisions and collaborate in both field and office environments. Wireless connectivity, geoservices, and Web mapping applications give field staff immediate access to up-to-date information. Mobile GIS expands your enterprise GIS to a variety of mobile platforms, providing better operational efficiency and situational awareness.

### Developer Tools

ArcGIS provides a rich set of APIs (application programming interface) and tools to build a variety of GIS applications. This includes APIs for Web mapping, iPhone, mobile, and desktop applications. To help you license the software you need, Esri Developer Network (EDNSM) provides you with a cost-effective way to license ArcGIS products and tools through an annual subscription-based program. It includes the resources necessary to create a wide range of custom GIS solutions on every platform, including desktop, mobile, server, and the Web.

#### AutoCAD

<http://usa.autodesk.com/autocad-map-3d/>

AutoCAD Map 3D mapping software provides access to data needed for infrastructure planning, design, and management activities. It helps professionals working on transportation, land development, water, and power projects to more easily aggregate cadastral, utility, topographic, environmental, image, LIDAR, and asset data; better visualize and evaluate existing conditions; improve decision making by performing corridor, network, and site analysis; and exchange information with government agencies, utilities, and contractors in both CAD and GIS data formats.

#### Autodesk GIS Design Server

<http://www.autodesk.com>

Autodesk GIS Design Server is an enterprise spatial data (GIS) server that provides sophisticated data integrity, management, and analysis capabilities for organizations that need multiple users (tens to hundreds) to work concurrently on a single seamless spatial database that can also store nonspatial data. Autodesk GIS Design Server stores and manages intelligent maps and designs within a nonproprietary Oracle database, providing access to this data via desktop (AutoCAD Map 3D software) and web (Autodesk MapGuide) software.

#### AED-SICAD

<http://www.aed-sicad.com/>

<http://www.sicad.com.cn/english/default.htm>

SICAD means originally the computer aided design program system of Siemens (SICAD: Siemens Computer Aided Design). Afterwards a Geographical Database System was developed connecting to this system, coping with diverse GIS tasks. Different moduls cover the entire workflow from reading the survey data to printing maps.

AED-SICAD Aktiengesellschaft is a leading supplier of geographic information systems and applications, concentrating developments for customers in the market segments utilites, governmental organizations, e-government applications and other selected areas of business.

#### Bentley PowerMap

<http://www.bentley.com/en-us/>

This customizable mobile environment enables the rapid collection of field data, as-built reporting, and other field applications. Query and review your data without connection to a database server or a local database product on the field computer. Share your data with everyone who works in the field and allow them to use the redline and editing capability. Bentley PowerMap Field for Communications complements the Bentley Communications products because it shares a similar user interface and a common data model.

#### MicroStation

<http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/>

MicroStation V8i is the CAD Software used by engineers, architects, GIS professionals, constructors, and owner operators to design, model, visualize, document, map, and sustain infrastructure projects.

MicroStation is their preferred CAD software foundation because it delivers an integrated and proven suite of intuitive, interactive, and highly interoperable capabilities to the desktop.

#### ERDAS IMAGINE

<http://www.erdas.com>

ERDAS IMAGINE is the raster-centric software GIS professionals use to extract information from satellite and aerial images. The vast array of tools allowing users to analyze data from almost any source and present it in formats ranging from printed maps to 3D models.

ERDAS IMAGINE performs advanced remote sensing analysis and spatial modeling to create new information. In addition, with ERDAS IMAGINE, you can visualize your results in 2D, 3D, movies, and on cartographic quality map compositions.

The core of the ERDAS IMAGINE Suite was designed to scale with your geospatial data production needs; from IMAGINE Essentials, through IMAGINE Advantage and on to IMAGINE Professional. Optional add-on modules providing specialized functionalities are also available to enhance your productivity and capabilities.

#### ER Mapper

<http://70.87.108.212/Default.aspx?t=1>

ER Mapper is a geographic image processing software product, which runs on PCs running Windows NT, Windows 95/98/ME, Windows 2000 or Windows XP.

Using ER Mapper you can display, integrate and enhance raster data, display and edit vector data, and link with data from Geographic and Land Information Systems, Database Management Systems or virtually any other source.

ER Mapper uses a unique concept called algorithms to separate the image data from the image processing steps. The processing steps are automatically stored and edited in an algorithm file as you

use your mouse or keyboard to choose processing and viewing options. In most cases, ER Mapper works from your original image data and processes it in realtime, using the steps in the algorithm file, and the resultant image is displayed in an Image Window or output to a printer or Hardcopy device. This gives the following major advantages:

always working from original data retains the original data accuracy

processing in realtime allows you 'try it and see' flexibility

there is no need for additional disk storage for saving temporary or processed files.

Other important features are the large number of import data formats and printing devices supported.

ER Mapper's power scales with the hardware, with the ability to take advantage of new multiprocessor architectures as they become available.

IDRISI

<http://www.clarklabs.org>

Clark Labs offers a variety of products to facilitate the analysis of geospatial information.

IDRISI Taiga, an integrated GIS and Image Processing software solution, provides nearly 300 modules for the analysis and display of digital spatial information.

The Land Change Modeler is revolutionary land cover change analysis and prediction software with tools to analyze, measure and project the impacts of such change on habitat and biodiversity.

Application areas:

Land Cover Mapping, Landuse Planning, Natural Resource Management, Environmental Modeling, Ecological Analysis, Risk & Vulnerability Estimation

ENVI

<http://www.itvis.com/>

ITT Visual Information Solutions (ITT VIS) creates software products that help professionals across industries access, analyze, and share all types of data and imagery.

The ENVI product family provides a variety of software solution for processing and analyzing geospatial imagery used by scientists, researchers, image analysts, and GIS professionals around the world. ENVI solutions combine the latest spectral image processing and image analysis technology with an intuitive, user-friendly interface to help you get meaningful information from imagery.

Professionals from diverse industries and disciplines, such as defense & intelligence, urban planning, mining, geology, and space science, and earth science use ENVI solutions to get quick, accurate answers to help them make decisions. The ENVI product family offers a robust suite of image processing and analysis tools to support your image exploitation workflows, and integrate with popular GIS software.

All ENVI solutions are built on IDL, the scientific programming language, used across disciplines to create meaningful visualizations out of complex numerical data. From small scale analysis programs to widely deployed applications, IDL provides the comprehensive computing environment you need to effectively get information from your data. ENVI products make it easier than ever to read, explore, prepare, analyze, and share information from imagery.

ENVI Modules:

ENVI Atmospheric Correction Module removes challenging atmospheric conditions from imagery to increase the accuracy of your final results.

ENVI Orthorectification Module accurately registers imagery to ground coordinates and geometrically corrects it to remove distortions.

ENVI NITF Module is a world-class support of the government standard NITF file format for image access, viewing processing, and analysis.

ENVI DEM Extraction Module improves image analysis workflow by creating spatially accurate, 3-D data representations.

SARscape Modules for ENVI allows to read, process, analyze, and output SAR (Synthetic Aperture Radar) data to integrate with other remotely sensed data and geospatial tools.



Modular GIS Environment (MGE)

<http://www.intergraph.com/sqi/products/default.aspx>

MGE (Modular GIS Environment) is the professional geoinformatic system of Intergraph. It covers practically all the GIS application areas from 3D analysis to mapping, and supports the characteristic workflows. Due to modular construction the system adaptable to the user's requirements.

By means of built-in data servers, MGE supports the following dataformats: ArcInfo, ArcView, Oracle Spatial Cartridge, MGE, MGDM, MGSM, FRAMME, MicroStation, AutoCAD, MapInfo.

MGE moduls:

#### Digital Aerial Camera Systems

Industry-leading technology from Intergraph includes flight and sensor management systems and image capture using our medium- and large-format digital aerial cameras. Intergraph's image acquisition solution captures high-quality digital imagery, providing superior image quality even in reduced light conditions.

#### G/Technology

Intergraph's G/Technology is a feature-rich application platform designed to meet the geospatial resource management needs of utilities and communications companies. It is based on Intergraph's knowledge of utilities and communications company requirements collected during our more than 35 years serving these industries.

#### GeoMedia

The GeoMedia product suite is a set of well-integrated applications that provide you with the full breadth of geospatial processing capabilities needed by industries, such as governments and transportation agencies for map production, infrastructure management, and land management. Utility and telecommunications companies, as well as defense and intelligence organizations, also rely on this product suite for data analysis, data sharing, and map production.

#### Image Scout

Image Scout enables quick and accurate broad area search operations on digital imagery, providing the tools to quickly build image mosaics and direct searches using geospatial data. Once points of interest are identified in the imagery, related images can be exploited using electronic light table functionalities to chip, enhance, and mensurate image elements.

#### ImageStation

The ImageStation® digital photogrammetric software suite serves government, commercial photogrammetry, and mapping agencies worldwide by enabling you to process digital photogrammetry workflows, including project creation to orientation and triangulation, 3D feature collection and editing, digital terrain model (DTM) collection and editing, and orthophoto production using aerial and satellite sensors.

#### TerraShare

The TerraShare family of products is a client/server, enterprise geospatial content access solution, enabling the management and structure of data files (image data, elevation data, as well as other georeferenced and non-georeferenced data) within an enterprise. It consists of several server and client side modules to integrate a storage infrastructure with end-user production and exploitation tools.

## MapSphere

<http://www.mapsphere.com/>

MapSphere is a mapping software for Windows that:

- downloads maps and satellite images from different sources (OpenStreetMap, Terraserver, LandSat, and others)
- stores all the mapping data on the hard drive for offline use
- represents the map in 2D and 3D modes
- supports GPS-receivers to track your current position
- displays the location of other users and their GPS tracks
- provides a chat to discuss your travels
- geo-references your photos according to your track and uploads them to your personal trip page
- shows tracks, photos, and chat messages on the map

## Digiterra Map

<http://www.digiterra.hu/>

DigiTerra MAP is a high level integrated geoinformatic software for professionals. Suitable for developing large geographical databases both with vector and raster map files, digital terrain models and attribute data connecting to spatial entities. The software includes all tools managing these tasks: integrated thematic mapper, tools for mapping and analyzing data, digital image processing and surface modeller, relational database management system and report builder. The software is effective in processing geographical data in different areas: real estate register, forestry, landscape planning, environmental deterioration and nature protection, water management, public utility register system, local government tasks, sociological and business-analyses.

DigiTerra Map is built up in modular way accomodating to demands of diverse users. The basic software ensure the general mapping, geoinformatic, database managing, report building and map printing functions. Additionally, different moduls are available for the individual specialities.

DigiTerra Map includes the following moduls: basic software and vectorial analyses, terrain modelling (3D), furthermore digital photogrammetry and raster processing. This structure makes possible for the users paying only for the actually used modules.

Kolibri

<http://www.intermap.hu>

Geoinformatic products developed by the InterMap Kft.:

Kolibri MAP

Kolibri PRO

Kolibri IMS

Kolibri FORTE

MAGTER

e-Atlasz

Kolibri MAP – basic geoinformatic software, an easy-to-use application for visualization and analyses of spatial data taking aim at wide range of users. The product includes the most often used geoinformatic functions. Hungarian databases and standards were also taken into consideration at the construction of the software. The finished databases and analyses can be published directly on the internet by the InterMapServer. The install CD also includes valuable regional and settlement scale maps of Hungary, and database on the world countries.

Kolibri Professional – professional geoinformatic software, expanding the functionality of KolibriMAP with special editing, maintaining, mapping functions, web-integrating functions, import feasibilities, developer and programmer surfaces.

Kolibri InterMAPServer the Kolibri basic geoinformatic software for limitless users on intranet / internet surface. Based on thin client architecture, the serversoftware can be used through a simple web browser from the client side. InterMAPServer user surface is easy to acquire and understand, while it uses the solutions applied generally on internet surfaces.

Kolibri FORTE (Process Oriented Settlement Management for E-governments) is suitable for settlements with some hundred habitants or also for big cities in configure effective applicable and cost efficiently introducable office routine and registry systems. Introducing FORTE systems the local governments can achieve an administration with high level services.

Hungary e-Atlasz – contains the traffic roads and railways, and the street networks of the settlements for the whole county. The map could be enlarged with continuously widened content, from a review map of the country to the street and housing block level.

MapInfo

<http://mapinfo.varinex.hu>

MapInfo Professional is a complex geoinformatic system with high functionality, yet with easy usage, and suitable for data analyses as well as for designing. The biggest advantage of the software is to simply and quickly discover spatial relationships of data, thus business analyses and planning works could be carried out simply. Through the software we can visualize our spatial data on maps, thus take them clear and faster analysable. There have been configured more solutions for publishing maps and applying in business performances.

Possibilities for data access:

MapInfo Professional ensure a built-in assistance to open and display many data format as Microsoft Excel, Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server etc., in geoinformatic environment.

Wide range of data editing and creating functionalities make enable editing attributes and data tables directly in the software, e.g. a data editing MapCAD modul of CAD-system.

Display quality is one of the biggest forces of the MapInfo Professional software for a long time. Display options can be changed presently. Thus display styles, colours, area and point selections could be modified with one click. Thematic maps could be prepared on the base of present attribute data, with areal or individual toning as with circle, column or other diagram methods and many other built-in or optional thematic ways. Preparing certain thematics you can use the built-in summarizing, average or weighted average calculation options. That way marketing areas can be simply classified, or areas with special possibilities or market trends can be discovered.

Sharing results MapInfo Professional offers several solutions. Exporting spatial and attribute data is possible in many formats. Furthermore, we can publish our maps in standard image formats, or also in PDF managing map layers. The individual maps could be transport in Microsoft Office products only with one click.

## Open source softwares

OSGEO

<http://www.osgeo.org/>

The Open Source Geospatial Foundation created to support and build the highest-quality open source geospatial software. Their goal is to encourage the use and collaborative development of community-led projects.

GRASS

<http://grass.fbk.eu/>

Geographic Resources Analysis Support System is free Geographic Information System (GIS) software used for geospatial data management and analysis, image processing, graphics/maps production, spatial modeling, and visualization. GRASS is currently used in academic and commercial settings around the world, as well as by many governmental agencies and environmental consulting companies. GRASS is an official project of the Open Source Geospatial Foundation.

GDAL Utilities

<http://www.gdal.org/>

Geospatial Data Abstraction Library is a translator library for raster geospatial data formats that is released under an X/MIT style Open Source license by the Open Source Geospatial Foundation. As a library, it presents a single abstract data model to the calling application for all supported formats. It also comes with a variety of useful commandline utilities for data translation and processing.

OpenJUMP



<http://www.openjump.org/>

OpenJUMP is an open source Geographic Information System (GIS) written in the Java programming language. It is developed and maintained by a group of volunteers from around the globe. OpenJUMP started as JUMP GIS designed by Vivid Solutions.

Qantum GIS

<http://www.qgis.org/>

Quantum GIS (QGIS) is a user friendly Open Source Geographic Information System (GIS) licensed under the GNU General Public License. QGIS is an official project of the Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). It runs on Linux, Unix, Mac OSX, and Windows and supports numerous vector, raster, and database formats and functionalities.

UMN MapServer

<http://mapserver.org/>

MapServer is an Open Source platform for publishing spatial data and interactive mapping applications to the web. Originally developed in the mid-1990's at the University of Minnesota, MapServer is released under an MIT-style license, and runs on all major platforms (Windows, Linux, Mac OS X).

MapWindow

<http://www.mapwindow.org/>

The MapWindow GIS project includes a free desktop geographic information system (GIS) application with an extensible plugin architecture; a free GIS ActiveX control; and a free fully C# GIS API called DotSpatial.

#### ILWIS

<http://52north.org/communities/ilwis>

Integrated Land and Water Information System (ILWIS) is a remote sensing and GIS software which integrates image, vector and thematic data in one unique and powerful package on the desktop. ILWIS delivers a wide range of features including import/export, digitizing, editing, analysis and display of data, as well as production of quality maps. ILWIS software is renowned for its functionality, user-friendliness and low cost, and has established a wide user community over the years of its development. Even after its last commercial release in 2005, its user community has remained active, both within and outside ITC.

#### FreeTR

<http://freetr.hu>

FreeTR is a free map editor system, with which you can easily create, edit and convert digital maps. It desposes of DXF and DAT input and output, and in root position it stores data in its original data format of \*.ftr extension. Developer placed user in the first position, resulting in a clear-cut operating surface, simple operability and the quick graphics. You don't need install software, it works also from a pen-drive. It is compatible with Windows XP, Vista, Windows Se7en, and also with Linux based operation systems with the Wine Project accessory.

#### MICRODEM

<http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem/microdem.htm>

MICRODEM is a freeware microcomputer mapping program written by Professor Peter Guth of the Oceanography Department, U.S. Naval Academy. It requires a 32 bit version of Windows (NT/2000/XP or 95/98/ME). You may freely use MICRODEM with no restrictions.

MICRODEM displays and merges, digital elevation models, satellite imagery, scanned maps, vector map data, GIS databases, from sources such as US Geological Survey, National Imagery and Mapping Agency, Census Bureau, National Ocean Survey, British Ordnance Survey, Landsat TM, SPOT.

### 3DEM Visualization Software

<http://www.visualizationsoftware.com/3dem>

3DEM for Win95/98/ME/2000/XP and Windows Vista has the capacity to produce 3D terrain images and flyby animations by leveraging data sources readily available. The terrain visualization software offers the ability to merge multiple DEMs to provide high-resolution overhead maps and 3D projections of large areas. Latitude and longitude coordinates are shown on all overhead map displays. Both Lat/Lon and UTM coordinates are supported, allowing display and measurement of position to high accuracy. GPS receiver waypoints, routes, and tracks can be read via serial interface and displayed on 3D images and flybys of the terrain, allowing visualization of the path of a trek through the wilderness.

While the author of the 3DEM software has ceased development for the application, it is still available for download in its current form.

## Légi távérzékeléssel készülő állományok minőségét befolyásoló tényezők

RS&GIS - 2011 / 2. Bakó Gábor<sup>8</sup>

A távérzékelte állományokból előállított adatbázisok minőségét elsősorban a

- nyers alapadatok minősége (távérzékelő eszközzel felvett állomány, helyszíni mérések, vizsgálatok,...)
- A levezetett adatok tematikus származtatásának pontossága (légifelvétel-térképek vizuális-, osztályozási interpretációjának torzítása és hibái; számítógépes osztályozás pontossága; helyszíni adatok bevitelének helyes megadása, stb.)

határozzák meg.

Ezekből adódik az eredményül kapott adatbázis, tematikus térképfedvény térbeli származtatási pontossága (térbeli pontossága és reprezentativitása).

Ezért a távérzékelési eljárások általános minőségi követelményeit most a széles spektrumú légi és űrfelvételek példáján vezetjük le.

### **A távérzékelte állományok minőségét meghatározó tényezők:**

Jó minőségű (geometriailag pontos, részletes, jól kiértékelhető) fotó-térkép csak kiváló minőségű alapképekből hozható létre. A légifényképezés speciális követelményrendszer alapján kerül végrehajtásra. A légifelvétel-térképek szabványszerűen megfelelő időjárási körülmények között készülnek, a legalkalmasabb napállás mellett. A felvételek minőségét elsősorban a következő minőségi tulajdonságok határozzák meg:

**Terepi felbontás:** A terepi felbontás azt fejezi ki, hogy hány cm oldalhosszúságú terepi folt képződik le egy pixelen (elemi képponton). A terepi felbontás a felvételek részletességét jellemzi.

Az olyan pixelek amelyek több különböző spektrális tulajdonsággal rendelkező felület találkozását fedik le, a lefedett felületektől eltérő értékeket vesznek fel. Ezért az ilyen pixeleket **kevert pixel**nek nevezzük, és az osztályozás során a felszínborítási határokon eltéréseket okoznak kis felbontásnál. Minél jobb egy felvétel terepi felbontása és élessége, annál pontosabb adatokat szolgáltat a felszínborításról és annak jelenségeiről.

---

<sup>8</sup> Interspect Csoport, Szent István Egyetem



5 cm terepi felbontású -  $M=1:600$  (nyomtatási méretarány 300 dpi esetén) légifelvétel részlet



10 cm terepi felbontású -  $M=1:1200$  (nyomtatási méretarány 300 dpi esetén) légifelvétel részlet



50 cm terepi felbontású - M=1:6000 (nyomatási méretarány 300 dpi esetén) légifelvétel részlet

**Képméretarány:** A normál méretű (100%) nyomtatott állomány méretaránya a leképzett felülethez viszonyítva.

**Terepi pontosság:** Azt fejezi ki, hogy mekkora geometriai hibákkal terhelt a térkép. A térképek geometriájának és méretarányának pontosságát jellemzi. Az adatok mért és elméleti eltérésének a jellemzője. Számszerűen általában a szórással vagy a középhibával adják meg



Geometriailag helyes és hibás légifelvétel-térkép részletek



**Színmélység:** Minden egyes pixel színét egy számadat sor írja le. Minél több számból áll ez a sor, azaz minél több számjeggyel (bittel) definiáljuk az adott pixel színét, annál pontosabb a felvétel színrészletessége. A jó minőségű színvisszaadás egyik alapfeltétele, hogy elég színt és árnyalatot tároljunk el. Például csatornánként 8 bit RGB módban egy adott képpont színét összesen 24 bittel, azaz 3 byte-tal (16.777.216 különféle szín) jellemezhetjük. (8 bit esetén 256 színt vehet fel a vörös, a zöld és a kék pixelrész, míg 16 bit színmélység esetén már pixelenként 65536 színértéket.)

**Dinamikai átfogás:** A képen található legsötétebb és legvilágosabb pont közötti különbség, tehát az árnyalatterjedelem szélessége. Minél több különböző fényességű képpontot tud a képérzékelő elkülöníteni a két szélsőérték között, annál pontosabban ábrázolja a valóságot. Az eltárolt digitális felvétel dinamikáját nem csak a szenzor, de a képérzékelőn jelentkező elektromos jeleket átalakító processzor és algoritmus minősége is befolyásolja. Ha a téma dinamikai tartománya nagyobb a fényképezőgép által érzékelhető és eltárolható tartománynál, nem létezik jó expozíció. A digitális felvételen a csúcsfények túlexponálásával elvesztett képrészek, a beégett részletek semmilyen utólagos korrekcióval nem állíthatók helyre hiánytalanul.



Azonos felszínrészletet ábrázoló helyesen exponált széles és elégtelen dinamika-tartományú felvétel



Hisztogramelemzés segítségével további részletek hívhatók elő, amennyiben a felvétel dinamikája ezt engedi



Keskeny dinamikai tartományú felvétel esetében nem nyerhető ki ennyi információ. A hisztogramelemzés során a részletek még jobban elvesznek, a felvétel beég, vagy elsötétül.

**Képzaj:** Az a jelenség, ami a filmek érzékenységének növelésével szemcsésedést, „grízesevést”, a digitális gépek esetében, analóg erősítésnél (az A/D konvertálás előtt történő fényérzékenység növelésnél) véletlenszerű pixelszíneződéseket okoz. Okozhatja még a képérzékelő felépítése is. A képzaj olyan, a valóságos képet az adott képpontban nem jellemző szín és intenzitás információ, amely a távérzékelő rendszer valamilyen optikai-elektronikai tökéletlensége miatt jön létre. A növekvő képzaj negatívan befolyásolja mind a vonalélességet, mind a színeket, spektrális értékeket. A digitális képzaj több komponensű, de optikai rendszerek esetében a kromatikus képzaj a legzavaróbb mindközül, ami abban nyilvánul meg, hogy a kinagyított képen olyan színes pontok is megjelennek többnyire az egész kép felületén, de az árnyakosabb felületeken észlelhetőbben, amelyek nem tartoznak a kép alkotóelemei közé. Minden digitális érzékelőnek megvan az optimális fényérzékenységi értéke, amelyen a képzaj a legkisebb. A digitális fényképezőgépeknél általában a legkisebb számmal jelölt ISO érzékenységtérték nyújtja a legjobb minőségű képet.



A kiértékelés automatizálhatóságát jelentősen gátló képzaj

#### Közeghatás:

**A páratartalom** káros fénytöréseket, torzítást és rossz látási viszonyokat okoz. Csökkenti a felvételek felszíni adattartalmát. Nagy különbségek vannak a levegő mindenkori páratartalma függvényében: a

trópusi és tengeri légtömegek jobban szórják a fényt, mint a kontinentális és sarki légtömegek, de mindez alapvetően függ a légáramlatok konkrét páratartalmától, szennyezettségétől.

A **légszennyezettség** jelentősen ronthatja a látási viszonyokat, szóródik a fény a részecskéken, képtorzulást okozva.



Inverziós réteg 1500 méteres magasságban

Az ultraibolya, látható és közeli infravörös tartományban az **atmoszférikus szórás** hatása jelentős. A szórásban résztvevő molekulák méretei szerint két csoportot különböztethetünk meg: a **Rayleigh szórás**t a tiszta atmoszférát alkotó gázok okozzák, (molekuláinak átmérője kisebb, mint a látható fény hullámhossza). A Rayleigh féle szórás fordítva arányos a hullámhossz 4. hatványával, következésképp a kék spektrumban nagyobb, mint a vörös spektrumban és ez okozza az égbolt kék színét. Az égbolt kék sugárzása a terep teljes megvilágításában is részt vesz, ezt égfénynek nevezzük. A repülőgép alatti légréteg is sugároz légfényt, ennek a sugárzásnak a Rayleigh komponensét csökkenthetjük ultraibolya, fekete-fehér képek készítésekor sárga szűrő alkalmazásával. Hatása sokkal jelentősebb a rövidebb hullámhosszokon.

A levegőben lévő nagyobb részecskék (molekulahalmazok, vízcseppek, füst, por, stb.) a **Mie-féle szórás**t okozzák. Ez a szórás az atmoszféra alsóbb (~ 5000 m-ig) rétegeire korlátozódik. Nem egyenletes, a beeső fény irányához közeli szögek felé nagyobb az intenzitása (Belényesi et al.2008.)

A **felhők** közvetlen kitakarást eredményeznek, ha a repülőgép alatt vannak, és felhőárnyékot, ha magasabban. A felhő által beárnyékolt terepfelület hibás expozíció, részletvesztés, kiértékelési hibát okozó tónus,- és megvilágítás különbségek jellemzőek.





Felhőárnyék és eróziós foltok elkülönítése (A bal oldali felvételtől nehéz eldönteni, hogy melyek a talajeróziós foltok, és hol kezdődik a felhőárnyék. A jobb oldali képen látható a korrekt kiértékelés, a felhőárnyék sárga, a talajeróziós folt piros színt kapott.)

A hordozóeszköz motorjából, hajtóművéből származó **füstgázok** elterelésére, elvezetésére, nagy hangsúlyt kell fektetni. Ellenkező esetben üzemanyag, és olajcseppek jelenhetnek meg a véglencsén, vagy szűrőn (felmarva a védőréteget), és meleg füst áramolhat a kamerarendszer alatt, erős, sztochasztikus képtorzító hatással.

A **légtörési sugárzás mértékét** elsősorban a napszak, az évszak, és a légkör összetétele, a meteorológiai viszonyok befolyásolják. A detektor érzékenysége határozza meg, hogy adott megvilágításnál létezik-e olyan expozíció ami a mozgás ellenére éles és kellőképpen világos képet ad. Az érzékelő spektrális felbontása, a képnadártól mért optikatengely-szög, a Nap irányával bezárt szög, a fény polarizációja és optika tulajdonságai is befolyásolják a hasznos megvilágítást. A **nappfény beesési szöge** meghatározza az árnyékok hosszát. Ezért az évszaknak megfelelően változik a légifelvétel-térképezésre megfelelő órák száma. Mindezekkel a tervezés és a végrehajtás során számolni kell.

**Lencsehibák:** Fotogrammetriai alkalmazásoknál célszerű síkra korrigált, kiváló minőségű, és minimális torzítású, rendkívüli szabályok szerint tisztántartott objektívvel, és kamerarendszerrel dolgozni, mert az így nyert állományokat határfelbontáson használjuk.

**Képvándorlás:** Amennyiben a hordozóeszköz haladási sebességét vesszük alapul, a tárgy távolság és a kamera mozgási sebességének függvényében változik a leképzett pont sebessége a képérzékelőn. Amennyiben ez az elmozdulás meghaladja az elemi pixel legkisebb átmérőjének kétszeresét, repülésirányú bemozdulásról, azaz képvándorlásról beszélünk, ami a vonalélességet jelentősen rontja. Még nagyobb mértékű káros bemozdulást okoz a felvevőrendszer gyors elfordulása.



Képvándorlás miatt használhatatlan légifelvétel részlete

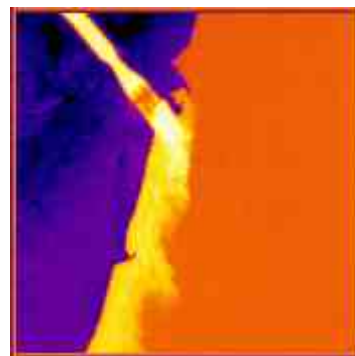
**Spektrális felbontás:** A spektrális feloldás azt fejezi ki, hogy az adott rendszer hány és milyen széles spektrális tartományban érzékeli az elektromágneses energiát (Domokos Gy-né 1984). Meghatározza a kiértékelési lehetőségeket, a detektálható objektumok, folyamatok és élőlények számát.



VIS (RGB)



C-NIR (színes közeli infravörös)



Termovízió

**Élesség:** Négy mérhető fizikai fogalom összessége, mely együtt adja az élesség érzetét. A **Kontraszt (tónus- és szín-), a Lokális kontraszt (akutancia), a szemcsézet méret és sűrűség, valamint a felbontóképesség alapvetően befolyásolják.** Az objektívek élességének mérése nehéz, mivel az élesség nem fizikai fogalom, hanem a látással kapcsolatos pszichofizikai érzet. Az élesség jellemzésére leggyakrabban az ún. felbontóképességet használjuk. A másik élesség jellemző, a modulációs átviteli függvény (Modulation Transfer Function = MTF). Élességérzetünk szorosan összefügg a kontraszt különbséggel. Az objektívek felbontóképességét feloldóképességnek nevezzük.

A fényképezőgép objektívek feloldóképességét egyenlő közül vonalas rácsokkal vizsgáljuk. A feloldóképességre jellemző az a legsűrűbb rács, amely optikai képén a rácson vonalas szerkezet még felismerhető. Az objektívek felbontóképességének értékét vonalpár/mm-ben fejezik ki. Az optikai rendszerekben használt "térbeli frekvencia", a fekete és fehér váltakozásának gyakoriságát nem időben, hanem hosszúságban méri. Mértékegysége a vp/mm (vonalpár/mm).

A kép élességét befolyásoló tényezők (feltételezve, a helyes élesség beállítását):

..... az objektív éles rajza

..... a felvételi anyag (film, szenzor) kontúrélessége

..... a nagyítás közben előálló élességromlás; átméretezés hatása a kontúrélességre

..... A légkör hatásai

..... A rendszer tisztasága

..... Képvándorlás

..... Egyéb bemozdulások, rázkódások

..... Helyes megvilágítás

..... Helyes élesség beállítás

Egy kör alakú folt optikai leképezése az élesség szempontjából háromféle lehet:
- éles, kemény jellegű kép,
- éles, lágy jellegű kép,
- életlen kép

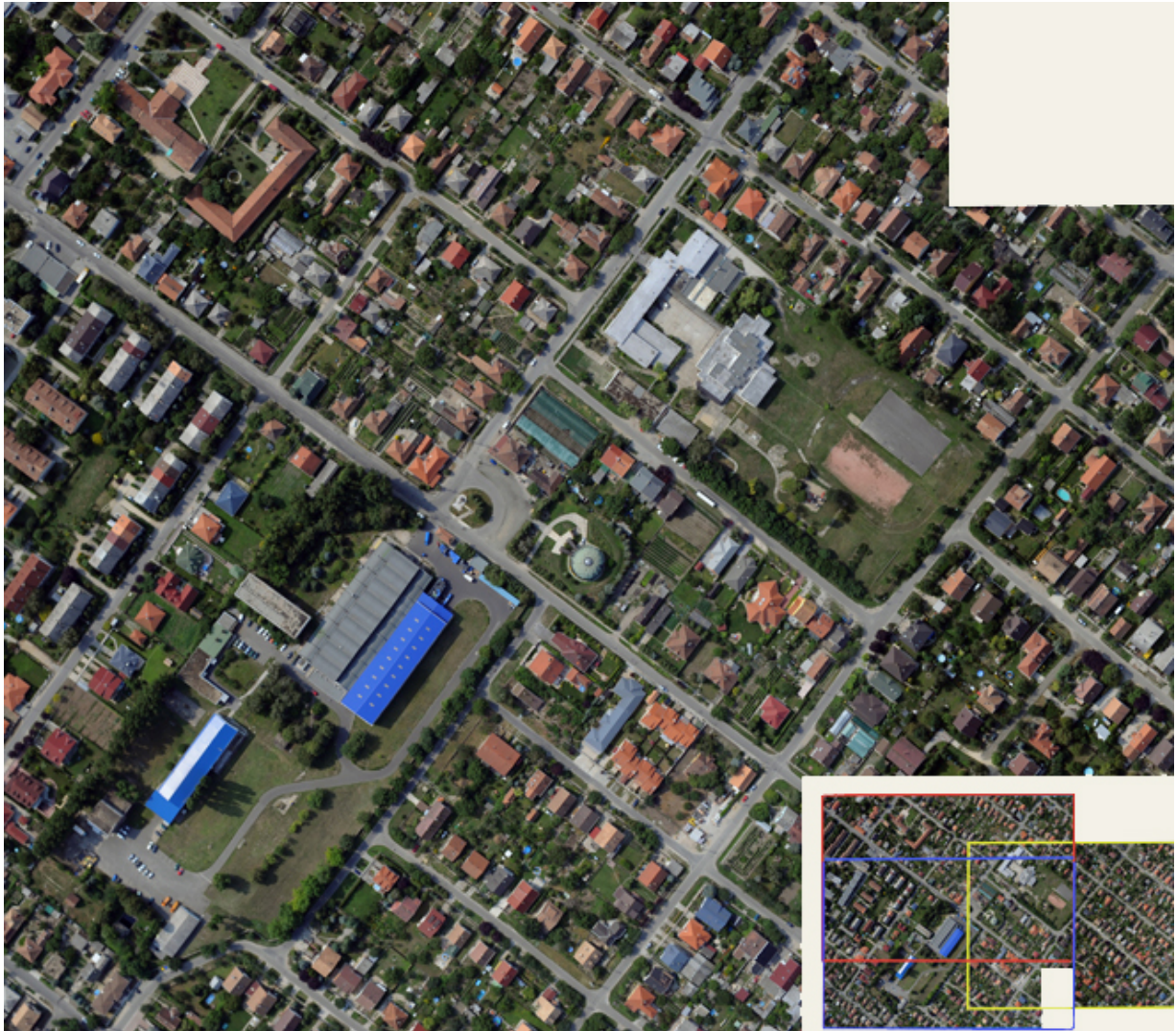
A lágy rajzú objektívek képalkotását, mint külön esetet, kell megkülönböztetni. A lágy rajzú kép tulajdonképpen egy teljesen éles kép és egy, a képmagtól távolodva halványodó életlen kép összessége.

Az optikai életlenségtől meg kell különböztetni a bemozdulásos életlenséget, mely abból adódik, hogy az expozíciós idő alatt a téma vagy a fényképezőgép elmozdul (képvándorlás), vagy elfordul.

### **Mozaikolás:**

A geometriailag pontos felvételek olyan vágóvonal mentén történő összeillesztése és hisztogram egyeztetése, hogy az egyes felvételek határa vizuálisan és szoftveres osztályozás során elkülöníthetetlen legyen. Amennyiben a mozaikolás hibás, az elemzési hibához vezethet.





Hibátlanul mozaikolt légifelvételek (Bakó 2010)

**Mozaikolási hibák:**

Geometriai torzulásokból adódó mozaikolási hibák: Olyan egységes, vagy képterületen belül változó irányú és mértékű eltérések, amelyek hibás mérési eredményeket, és vágóél menti eltéréseket okozhatnak.





Pontatlanul transzformált ortofotó, amely nem csak a térképi vetülettel, de saját bázispárjával sem szabatos



Geometriai és hisztogramegyeztetési szempontból is hibás mozaik a vágóélnél

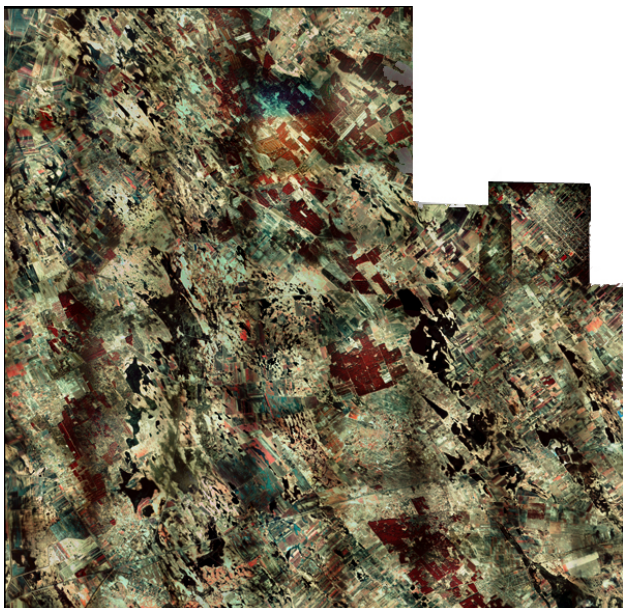
Az ortofotó-térképek **geometriai pontosságát** a felszínen értelmezzük. Ezért a kimagasló oszlopok, kémények, tornyok és fák a centrális vetítésből adódóan a nadírtól kifelé dőlhetnek. Ez a hatás sűrűbb képfőpont tervezéssel csökkenthető. (Amikor felületmodell is segítségül hívunk, és a fényképezéskor is számoltak a magas épületekkel, a kiemelkedő építmények is pontosak lesznek.)



A felszínen pontos ortofotó-mozaik képeinek találkozási pontján, ahol nem vették figyelembe a kiemelkedő objektumok centrális vetítésből adódó eltéréseit



Amennyiben a felvételezés megtervezésekor számoltak a magas objektummal, és a teteje valamelyik képkockán a felvételre kerül, a probléma helyes vágóvonal vezetéssel orvosolható



**Vignettáció:** A rosszminőségű objektívek az egyes felvételek széleinek (különös tekintettel a sarki részekre) sötétítését eredményezhetik. A vignettációt csökkentő algoritmusok kihagyásakor az ábrán látható hullámzashoz fogható jelenséggel találkozunk.

A helyes hisztogrammegegyeztetés eltünteti az osztályozást is megnehezítő jelenséget, de az ilyen kivilágosítandó széleken csökkenni fog a fotó-térkép dinamikája.

#### Nyomatott állomány élessége:

A felvétel legyen olyan éles, hogy az élességét a tisztánlátás kb. 25 cm-es távolságából csak a szemünk adottsága korlátozza, amikor a kép kidolgozott, nyomtatott formában megfelelő megvilágítási viszonyok között elénk kerül.

Egy átlagos ember szeme legalább 0.05mm felbontású, tehát milliméterenként 20 pontot képes megkülönböztetni. A milliméterenkénti 20 pont inch-enként 25.4×20, vagyis 500 dpi-t jelent. A szemünk tehát legalább 500 dpi felbontású. Ha a korszerű fotólaborok 400 dpi levilágítási felbontását vesszük alapul, és a 400 dpi felbontás mellett egy 30×40 cm-es képet szeretnénk készíteni, akkor a szükséges pixelszám:  $400 \times 11.8 \times 400 \times 15.8 = 29.8$  Megapixel. Hasonló módon számolva az 50×60 cm-es kép 74,4 Megapixelt igényel, és így tovább. (Maklár Zoltán nyomán)

#### **Felhasznált irodalom:**

Bakó G. (2010): Nagyfelbontású légi fényképezés alkalmazása a települési szintű környezetvédelemben és a természetvédelemben, Gödöllő

Belényesi M., Kristóf D., Neidert D. (2008): Távérzékelés a környezetgazdálkodásban Gyakorlatok, Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Gödöllő, 15 p.

Domokos Gy.-né (1983): Fotogrammetria és távérzékelés, Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest 64-p.



