

# **GEODETIKÝ a KARTOGRAFIKÝ**



**Český úřad zeměměřický a katastrální  
Úrad geodézie, kartografie a katastra  
Slovenskej republiky**

**1/06**

Praha, leden 2006  
Roč. 52 (94) ● Číslo 1 ● str. 1–20  
Cena Kč 14,-  
Sk 27,-

---

## GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ OBZOR

### odborný a vědecký časopis Českého úřadu zeměměřického a katastrálního a Úřadu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

Redakce:

**Ing. Stanislav Olejník** – vedoucí redaktor

**Ing. Ján Vanko** – zástupce vedoucího redaktora

**Petr Mach** – technický redaktor

Redakční rada:

**Ing. Juraj Kadlic, PhD.** (předseda), **Ing. Jiří Černohorský** (místopředseda), **Ing. Svatava Dokoupilová**, **Ing. Dušan Fičor**,  
**doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.**, **prof. Ing. Ján Hefty, PhD.**, **Ing. Štefan Lukáč**, **Ing. Zdenka Roulová**

---

Vydává Český úřad zeměměřický a katastrální a Úřad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky v nakladatelství Vesmír, spol. s r. o., Na Florenci 3, 111 21 Praha 1, tel. 00420 234 612 395. Redakce a inzerce: Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 9, 182 11 Praha 8, tel. 00420 286 840 435, 00420 284 041 656, fax 00420 284 041 416, e-mail: stanislav.olejnik@atlas.cz a VÚGK, Chlumeckého 4, 826 62 Bratislava, telefon 004212 20 81 61 75, fax 004212 43 29 20 28. Sázi VIVAS, a. s., Sazečská 8, 108 25 Praha 10, tiskne Serifa, Jinonická 80, Praha 5.

---

Vychází dvanáctkrát ročně.

Distribuci předplatitelům (a jiným) distributorům v České republice, Slovenské republice i zahraničí zajišťuje nakladatelství Vesmír, spol. s r. o. Objednávky zasílejte na adresu Vesmír, spol. s r. o., Na Florenci 3, POB 423, 111 21 Praha 1, tel. 00420 234 612 394 (administrativa), další telefon 00420 234 612 395, fax 00420 234 612 396, e-mail vanek@msu.cas.cz, e-mail administrativa: vorackova@msu.cas.cz, nebo imlaufova@msu.cas.cz. Dále rozšiřují společnosti holdingu PNS, a. s., včetně předplatného, tel. zelená linka 800 17 11 81. Podávání novinových zásilek povoleno: Českou poštou, s. p., odštěpný závod Přeprava, čj. 467/97, ze dne 31. 1. 1997. Do Slovenskej republiky dováža MAGNET – PRESS SLOVAKIA, s. r. o., Šustekova 10, 851 04 Bratislava 5, tel. 004212 67 20 19 31 až 33, fax 004212 67 20 19 10, další čísla 67 20 19 20, 67 20 19 30, e-mail: magnet@press.sk. Předplatné rozšiřuje Slovenská pošta, a. s., Účelové stredisko predplatiteľských služieb tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, tel. 004212 54 41 99 12, fax 004212 54 41 99 06. Ročné predplatné 324,- Sk vrátane poštovného a balného.

---

Náklad 800 výtisků. Toto číslo vyšlo v lednu 2006, do sazby v prosinci 2005, do tisku 20. ledna 2006. Otisk povolen jen s udáním pramene a zachováním autorských práv.

© Vesmír, spol. s r. o., 2006

ISSN 0016-7096  
Ev. č. MK ČR E 3093

**Přehled obsahu  
Geodetického a kartografického obzoru  
včetně abstraktů hlavních článků  
je uveřejněn na internetové adrese  
www.cuzk.cz**

## Obsah

Ing. Juraj Janák, PhD., Ing. Michal Šprlák  
**Nový počítačový program na modelovanie ťažového  
ho poľa pomocou sférických harmonických funkcií** 1

Doc. Ing. Imrich Horňanský, PhD.  
**Geometrické určenie rozsahu vecného bremena jednej  
kategórie inžinierskych stavieb** ..... 8

Ing. Jiří Hladík, RNDr. Libor Číhal,  
Ing. Zbyněk Žižka  
**Pozemkové úpravy v ČR, bilancování, perspektivy** 12

**OSOBNÍ ZPRÁVY** ..... 20

**LITERÁRNÍ RUBRIKA** ..... 3. str. obálky

# Nový počítačový program na modelovanie tiažového poľa pomocou sférických harmonických funkcií

Ing. Juraj Janák, PhD.,  
Katedra geodetických základov,  
Ing. Michal Šprlák,  
doktorand katedry geodetických základov,  
Stavebnej fakulty STU v Bratislave

681.306:550.312

## Abstrakt

Počítačový program na modelovanie tiažového poľa s využitím sférických harmonických funkcií. Základné princípy modelovania tiažového poľa spolu s matematickými vzťahmi vhodnými na počítačové riešenie úlohy, stručný popis programu, formáty vstupných a výstupných súborov a porovnanie programu s existujúcimi programami. Perspektívy využitia a ďalšieho zdokonalenia programu.

## *A New Software for Gravity Field Modelling Using Spherical Harmonics*

### Summary

A new software for gravity field modelling using spherical harmonics. Basic principles of the gravity field modelling and mathematical formulae convenient for computer processing. Description of the software. Parameters and options of the software are outlined. Input and output file formats are introduced and comparison of the new software with some existing programs is performed. Future perspective and possible improving of the software are discussed.

## 1. Úvod

Práca so sférickými harmonickými funkciami sa s príchodom družicovej éry stala v geodézii často používanou, takmer rutinnou záležitosťou. Najmä modelovanie globálneho tiažového poľa Zeme je oblasť, kde sa bez sférických harmonických funkcií len ťažko zaobídeme. Mohlo by sa teda zdať, že napísať program na modelovanie niekoľkých parametrov tiažového poľa Zeme s využitím geopotenciálnych koeficientov je celkom jednoduché. Kto sa však do tejto úlohy skutočne pustí zistiť, že na to, aby takýto program správne fungoval a poskytoval dostatočne presné výsledky je potrebné prekonať viacero problémov najmä numerického charakteru. Po takmer dvoch rokoch práce na vývoji programu sa nám zdá, že je čas, aby sme sa podelili s našimi skúsenosťami a výsledkami so širšou geodetickou komunitou formou článku.

Článok je rozdelený na teoretickú časť, technologickú časť, testovanie programu a záver. V teoretickej časti sú v logickej postupnosti uvedené matematické vzťahy použité na výpočet troch fyzikálnych a štyroch geometrických veličín anomálneho tiažového poľa. V tejto časti sa tiež hovorí o spôsobe generovania Legendreových sférických funkcií. Záver teoretickej časti je venovaný určovaniu charakteristík presnosti. Problému konvergencie radov sférických harmonických funkcií sme sa v článku nevenovali a predpokladali sme ich rovnomernú konvergenciu. V technologickej časti je prezentovaný vývoj nového počítačového programu, charakteristika a možnosti jeho súčasnej verzie. V časti nazvanej testovanie programu je vykonané porovnanie možností prezentovaného počítačového programu s možnosťami existujúcich programov. V tejto časti je spomenuté aj numerické testovanie, ktorého výsledok je slovné komentovaný. Ďalej je tu prezentovaný priebeh zvislicových odchýlok vo forme vektorového poľa na území Slovenska vypočítaný novým

programom, ako ukážka možností nového programu. V závere článku je krátke zhodnotenie dosiahnutých výsledkov a perspektíva ďalšieho zdokonalenia programu.

## 2. Teória

Problematika tvorby akýchkoľvek programov, ale najmä tých vedeckých, vyžaduje teoretickú znalosť danej oblasti. V našom prípade využívame matematický aparát sférických harmonických funkcií, prostredníctvom ktorého, v kombinácii s koeficientmi existujúcich geopotenciálnych modelov, určujeme hodnoty charakteristík globálneho tiažového poľa Zeme. Napriek tomu, že teória sférických harmonických funkcií je podrobne popísaná v mnohých publikáciách, napr. [4], [5], [17], považujeme za vhodné poskytnúť stručný prehľad vzťahov, ktoré sa v programe používajú, prípadne aj tých vzťahov, z ktorých sú odvodené. Robíme to z dvoch dôvodov: po prvé kvôli zjednoteniu symboliky a po druhé kvôli upozorneniu na niektoré formulácie výhodné na počítačové spracovanie, ktoré sa často v literatúre neuvádzajú.

### 2.1 Gravitačný potenciál

Fundamentom, z ktorého vychádzame, je vzťah na výpočet skutočného gravitačného potenciálu všeobecného telesa (v našom prípade Zeme) vo vonkajšom bode pomocou rozvoja do radu sférických harmonických funkcií [2] – rovnica (205)

$$V_g(P_e) = G \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{r^{n+1}} \sum_{k=0}^n P_{n,k}(t) [J_{n,k} \cos(k\lambda) + S_{n,k} \sin(k\lambda)], \quad t = \sin \varphi, \quad (1)$$

kde  $G$  je Newtonova gravitačná konštanta;  $r$  je geocentrická vzdialenosť vonkajšieho bodu  $P_e$ ;  $P_{n,k}(t)$  sú Legendreove

funkcie prvého druhu (ďalej LF) stupňa  $n$  a rádu  $k$ ;  $J_{n,k}$ ,  $S_{n,k}$ , sú geopotenciálne koeficienty a  $\varphi$ ,  $\lambda$  sú sférické zemepisné súradnice vonkajšieho bodu.

Za predpokladu, že poznáme priestorovú polohu bodu  $P_e$ ; a geopotenciálne koeficienty, poznáme v rovnici (1) všetky veličiny a môžeme vypočítať gravitačný potenciál všeobecného telesa vo vonkajšom bode bez znalosti rozloženia hustoty vo vnútri telesa. Ak navyše poznáme uhlovú rýchlosť rotácie telesa, môžeme vypočítať aj tiažový potenciál.

Ako je známe hodnota geopotenciálnych koeficientov vo vzťahu (1) s rastúcim stupňom narastá, a preto sa tieto koeficienty normujú, pričom získavame normované bezrozmerné geopotenciálne koeficienty [2]

$$\bar{J}_{n,k} = \frac{J_{n,k}}{Ma^n}, \quad \bar{S}_{n,k} = \frac{S_{n,k}}{Ma^n} \quad (2)$$

kde  $M$  je hmotnosť Zeme, väčšinou uvažovaná spolu s hmotnosťou atmosféry a  $a$  je zvolený dĺžkový parameter, najčastejšie dĺžka hlavnej polosi referenčného elipsoidu.

Ak uvažujeme súradnicový systém, ktorého počiatok leží v ťažisku Zeme, budú koeficienty  $J_{1,0}$ ,  $J_{1,1}$ ,  $S_{1,1}$ , nulové, nemusíme ich teda uvažovať a rovnica (1) prejde na tvar

$$V_g(P_e) = \frac{GM}{r} \left\{ 1 + \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=0}^n \bar{P}_{n,k}(t) [\bar{J}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{S}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\} \quad (3)$$

Podobne ako geopotenciálne koeficienty, aj LF nadobúdajú s rastúcim stupňom veľké hodnoty, a preto ich tiež kvôli zachovaniu numerickej stability výpočtu normujeme. O voľbe normy bude podrobnejšie uvedené v časti 2.4. Po vynásobení LF vhodným normalizačným faktorom  $N_{n,k}$  dostávame normované LF

$$\bar{P}_{n,k}(t) = P_{n,k}(t) N_{n,k} \quad (4)$$

Aby sa zachovala rovnosť vo vzťahu (3) aj po normovaní LF, musia sa normované geopotenciálne koeficienty, dané vzťahom (2), normovať ešte raz

$$\bar{\bar{J}}_{n,k} = \frac{\bar{J}_{n,k}}{N_{n,k}}, \quad \bar{\bar{S}}_{n,k} = \frac{\bar{S}_{n,k}}{N_{n,k}} \quad (5)$$

čím dostávame úplne normované (v angličtine „fully normalized“) geopotenciálne koeficienty. Rovnica (3) bude mať potom tvar

$$V_g(P_e) = \frac{GM}{r} \left\{ 1 + \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=0}^n \bar{P}_{n,k}(t) [\bar{\bar{J}}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{\bar{S}}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\} \quad (6)$$

Kvôli zjednodušeniu matematického zápisu sa rovnica (6) v literatúre, napr. [12], často uvádza v tvare

$$V_g(P_e) = \frac{GM}{r} \left[ 1 + \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=-n}^n C_{n,k} Y_{n,k} \right] \quad (7)$$

kde

$$Y_{n,k} = \begin{cases} P_{n,k}(t) \cos(k\lambda), & \text{ak } k \geq 0 \\ P_{n,|k|}(t) \cos(|k|\lambda), & \text{ak } k < 0 \end{cases} \quad (8)$$

a

$$C_{n,k} = \begin{cases} \bar{\bar{J}}_{n,k}, & \text{ak } k \geq 0 \\ \bar{\bar{S}}_{n,|k|}, & \text{ak } k < 0 \end{cases} \quad (9)$$

## 2.2 Normálny gravitačný potenciál

Uvažujme teraz normálne tiažové pole Zeme, ktoré je generované dvojsovým ekvipotenciálnym elipsoidom so známymi parametrami, napr. GRS 80<sup>1)</sup> [10]. Gravitačný potenciál generovaný dvojsovým ekvipotenciálnym elipsoidom vo vonkajšom bode  $U_g(P_e)$  je symetrický vzhľadom k rovine rovníka a pri jeho vyjadrení pomocou rozvoja do radu sférických harmonických funkcií uvažujeme len párne zonálne členy rozvoja, t. j.

$$U_g(P_e) = \frac{GM}{r} \left[ 1 + \sum_{n=2,4,6,\dots}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \bar{J}_n^{GRS80} \bar{P}_n(t) \right], \quad t = \sin \varphi, \quad (10)$$

kde  $J_n^{GRS80}$  sú geopotenciálne koeficienty pre GRS 80, ktoré sú definované podľa vzťahov uvedených napr. v [4] (rovnica (2-92)). Treba poznamenať, že párne zonálne koeficienty normálneho a skutočného tiažového poľa sú odlišné. Obvyčajne je dostatočné použiť na výpočet vzťahu (10) prvé štyri párne zonálne koeficienty, čiže sumácia sa prakticky robí iba po  $n = 8$ .

## 2.3 Veličiny anomálneho tiažového poľa

Zavedenie normálneho tiažového poľa dáva možnosť definovať anomálne tiažové pole. Hodnoty veličín anomálneho tiažového poľa nadobúdajú v porovnaní s veličinami skutočného tiažového poľa veľmi malé hodnoty, čo sa s výhodou využíva pri linaerizácii funkčných vzťahov. Spomedzi všetkých veličín poruchového tiažového poľa má výsadné postavenie poruchový potenciál  $T(P_e)$ , pretože pomocou neho vieme ľahko určiť ostatné veličiny. Poruchový potenciál je definovaný ako rozdiel skutočného a normálneho tiažového potenciálu a po ich rozložení na gravitačný a odstredivý potenciál dostávame

$$T(P_e) = W(P_e) - U(P_e) = V_g(P_e) + V_c(P_e) - [U_g(P_e) + V_c(P_e)] = V_g(P_e) - U_g(P_e). \quad (11)$$

Zanedbaním alebo matematickým odstránením vplyvu atmosféry vyhovuje poruchový potenciál nad fyzickým povrchom Zeme Laplaceovej rovnici  $\nabla^2 T(P_e) = 0$  a môžeme ho rozvinúť do radu sférických harmonických funkcií. Priamo na fyzickom povrchu Zeme je to s platnosťou Laplaceovej rovnice zložitejšie a v článku sa týmto problémom zaoberať nebudeme. Dosadením (6) a (10) do (11) dostávame

$$T_g(P_e) = \frac{GM}{r} \left\{ \sum_{n=2,4,6}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \bar{P}_n(t) (\bar{\bar{J}}_n - \bar{J}_n^{GRS80}) \sum_{n=3,5,7,\dots}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \bar{P}_n(t) \bar{J}_n + \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=1}^n \bar{P}_{n,k}(t) [\bar{\bar{J}}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{\bar{S}}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\} \quad (12)$$

alebo ak rozdiel sférických harmonických koeficientov geopotenciálneho modelu Zeme a ekvipotenciálneho elipsoidu GRS 80 vyjadríme všeobecne ako  $\Delta \bar{J}_{n,k} = \bar{J}_{n,k} - \bar{J}_{n,k}^{GRS80}$ , poruchový potenciál môžeme napísať v jednoduchšom tvare

$$T(P_e) = \frac{GM}{r} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=0}^n \bar{P}_{n,k}(t) [\Delta \bar{J}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{\bar{S}}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\} \quad (13)$$

<sup>1)</sup> Geodetic Reference System 1980 (Geodetický referenčný systém 1980).

Počet numerických operácií môžeme zmenšiť, ak v poslednej rovnici zameníme poradie sumácií, pozri napr. [6]. Potom platí

$$T(P_e) = \frac{GM}{r} \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \left[ \cos(k\lambda) \sum_{n=\mu}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \bar{P}_{n,k}(t) \Delta \bar{J}_{n,k} + \sin(k\lambda) \sum_{n=\mu}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \bar{P}_{n,k}(t) \bar{S}_{n,k} \right] \right\}, \quad (14)$$

pričom  $\mu = 2$ , ak  $k < 2$ , v ostatných prípadoch je  $\mu = k$ .

Poruchový potenciál je fyzikálna veličina, pomocou ktorej určujeme geometrické charakteristiky anomálneho, a tým aj skutočného tiažového poľa, t. j. výšku geoidu  $N$ , alebo výškovú anomáliu  $\zeta$  a zložky zvislicovej odchýlky  $\xi$  a  $\eta$ . Z poruchového potenciálu tiež môžeme vypočítať tiažovú anomáliu  $\Delta g = |\Delta \vec{g}|$  a tiažovú poruchu  $\delta g = |\delta \vec{g}|$ . Medzi poruchovými potenciálom a spomenutými veličinami platia nasledujúce vzťahy, ktoré uvádzame v linearizovanom tvare, pozri napr. [9]

$$N = \frac{T(P_0)}{\gamma(Q_0)}, \quad \zeta = \frac{T(P)}{\gamma(Q)}, \quad (15)$$

$$\Delta g = -\frac{\partial T}{\partial r} - \frac{2}{r} T, \quad \delta g = -\frac{\partial T}{\partial r}, \quad (16)$$

$$\xi = -\frac{1}{\gamma r} \frac{\partial T}{\partial \varphi}, \quad \eta = \frac{1}{\gamma r \cos \varphi} \frac{\partial T}{\partial \lambda}, \quad (17)$$

kde  $r$  je geocentrická vzdialenosť vonkajšieho bodu a  $\gamma = |\vec{\gamma}|$  je normálne tiažové zrýchlenie v tomto bode. Bod  $P_0$  vo vzťahu (15) predstavuje bod na geoide, bod  $Q_0$  je bod na povrchu ekvipotenciálneho elipsoidu, bod  $P$  leží na fyzickom povrchu Zeme a bod  $Q$  leží na pomocnej ploche, ktorá má rovnaký normálny tiažový potenciál ako je skutočný potenciál na fyzickom povrchu Zeme. Táto plocha je použitá v Molodenského teórii určenia tvaru Zeme [8]. Moritz [9] nazýva takúto plochu Marussioho telluroid. Výsledné vzťahy využívajúce geopotenciálne koeficienty dostaneme dosadením rovnice (13) do rovníc (15), (16) a (17) kde po úpravách dostaneme

$$N = \frac{GM}{r\gamma(Q_0)} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r(P_0)} \right)^n \sum_{k=0}^n \bar{P}_{n,k}(t) [\Delta \bar{J}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{S}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\}, \quad (18)$$

$$\zeta = \frac{GM}{r\gamma(Q)} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r(P)} \right)^n \sum_{k=0}^n \bar{P}_{n,k}(t) [\Delta \bar{J}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{S}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\}, \quad (19)$$

$$\Delta g = \frac{GM}{r^2} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} (n-1) \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=0}^n \bar{P}_{n,k}(t) [\Delta \bar{J}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{S}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\}, \quad (20)$$

$$\delta g = \frac{GM}{r^2} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} (n+1) \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=0}^n \bar{P}_{n,k}(t) [\Delta \bar{J}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{S}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\}, \quad (21)$$

$$\xi = -\frac{GM}{r^2\gamma} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=0}^n \frac{\partial \bar{P}_{n,k}(t)}{\partial \varphi} [\Delta \bar{J}_{n,k} \cos(k\lambda) + \bar{S}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\}, \quad (22)$$

$$\eta = -\frac{GM}{r^2\gamma \cos \varphi} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{k=0}^n k \bar{P}_{n,k}(t) [\bar{S}_{n,k} \cos(k\lambda) - \Delta \bar{J}_{n,k} \sin(k\lambda)] \right\}, \quad (23)$$

Vzťahy na výpočet normálneho tiažového zrýchlenia  $\gamma$  môžeme nájsť napr. v [10]. Z meridiánovej a priečnej zložky zvislicovej odchýlky je možné jednoducho odvodiť celkovú hodnotu odklonu zvislice od normály k elipsoidu  $\Theta$  a jeho azimut  $\alpha$  podľa nasledujúcich vzťahov, pozri aj [16] (kapitola 24)

$$\Theta = \sqrt{\xi^2 + \eta^2}, \quad (24)$$

$$\alpha = \arctg \frac{\eta}{\xi}. \quad (25)$$

## 2.4 Legendreove funkcie prvého druhu

Možno povedať, že LF tvoria z numerického hľadiska najzložitejšiu časť sférických harmonických funkcií, pretože ich výpočet sa stáva numericky nestabilný s rastúcim stupňom a rovnako tak aj s rastúcou zemepisnou šírkou. Preto je dôležité zaoberať sa optimalizáciou ich výpočtu, najmä ak chceme generovať sférické harmonické funkcie vysokých stupňov, napr. až do  $n_{\max} = 2160$ , alebo 2700.

V literatúre nájdeme niekoľko vzťahov na generovanie LF, ktoré sú formálne ekvivalentné, ale z hľadiska počítačového využitia nie rovnako výhodné. Legendreove polynómy prvého druhu (ďalej LP), t. j.  $k = 0$ , môžeme definovať ako koeficienty rozvoja vhodnej, tzv. vytvorujúcej, funkcie do MacLaurinového radu [2]. Ďalší známy postup generovania LP je pomocou Rodriguesovho vzorca [4] – rovnica (1–57'). Navyše sa LP dajú generovať aj z rekurentného vzťahu [4] – rovnica (1–59), ak poznáme prvé dva LP, t. j.  $P_0(t)$  a  $P_1(t)$ . Deriváciou LP podľa parametra  $t = \sin \varphi$  je možné získať tzv. pridružené Legendreove funkcie prvého druhu (ďalej PLF), t. j.  $k \neq 0$ , podľa vzťahu [4], rovnica (1–60)

$$P_{n,k}(t) = (1-t^2)^{k/2} \frac{d^k P_n(t)}{dt^k}, \quad 0 \leq k \leq n. \quad (26)$$

Ak do vzťahu (26) dosadíme Rodriguesov vzorec, dostaneme

$$P_{n,k}(t) = \frac{1}{2^n n!} (1-t^2)^{k/2} \frac{d^{n+k}}{dt^{n+k}} (t^2-1)^n. \quad (27)$$

Ak funkciu  $(t^2-1)^n$  rozvineme do binomického radu a upravíme, dostaneme nasledujúci vzťah na generovanie PLF

$$P_{n,k}(t) = 2^{-n} (1-t^2)^{k/2} \sum_{p=0}^r (-1)^p \frac{(2n-2p)!}{p!(n-p)!(n-k-2p)!} t^{n-k-2p}, \quad (28)$$

kde  $r \leq (n-k)/2$ , ak  $(n-k)$  je párne alebo  $r \leq (n-k-1)/2$ , ak  $(n-k)$  je nepárne. Z numerického hľadiska je vzťah (28) nevýhodný, pretože pri jeho vyčísľovaní musíme generovať faktoriály. Numerické experimenty navyše ukazujú, že pri stupňoch  $n > 85$  nadobúda čitateľ v sumácií vysoké hodnoty, čím sa výpočet stáva nestabilným.

V časti 2.1 sme naznačili, že LF sa normujú, z dôvodu ich neúmerne rastúcej hodnoty pri vysokých stupňoch a rádoch. Norma sa obvyčajne volí tak, aby integrálna stredná hodnota štvorca normovanej elementárnej sférickej funkcie bola rovná jednej [3]. Pri takejto podmienke je normalizačný faktor daný vzťahom

$$N_{n,k} = \sqrt{\frac{(2-\delta_k)(2n+1)(n-k)!}{(n+k)!}}, \quad (29)$$

kde  $\delta_k$  je tzv. Kroneckerovo delta, čiže jednotkový tenzor, pre ktorý platí  $\delta_k = 1$ , ak  $k = 0$  a  $\delta_k = 0$ , ak  $k \neq 0$ . Normované LF dostávame podľa vzťahu (4).

Vzhľadom na numerickú nestabilitu vzťahu (28) nie je vhodné počítať zvlášť nenormované LF a zvlášť normalizačný faktor, ale generovať priamo normované LF nasledujúcim spôsobom. Normované LF stupňa  $n = 0$  a  $1$  odvodíme z definičných vzťahov (28) a (29)

$$\bar{P}_{0,0}(t) = 1, \bar{P}_{1,0}(t) = \sqrt{3} \sin \varphi, \bar{P}_{1,1}(t) = \sqrt{3} \cos \varphi. \quad (30)$$

Pre stupeň  $n \geq 2$  použijeme nasledujúce rekurentné vzťahy podľa [11] a [18]

$$\bar{P}_{n,k}(t) = \bar{P}_{n-1,k-1}(t) \frac{\sqrt{2n+1}}{\sqrt{2n}} \cos \varphi, \quad \text{ak } k = n \quad (31)$$

$$\bar{P}_{n,k}(t) = \bar{P}_{n-1,k}(t) \frac{\sqrt{4n^2+1}}{\sqrt{n^2-k^2}} \sin \varphi, \quad \text{ak } k = n-1 \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \bar{P}_{n,k}(t) = & \bar{P}_{n-1,k}(t) \frac{\sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2-k^2}} \sin \varphi - \\ & - \bar{P}_{n-2,k}(t) \frac{\sqrt{(2n+1)(n+k-1)(n-k-1)}}{\sqrt{(n^2-k^2)(2n-3)}}, \end{aligned} \quad (33)$$

ak  $k = 1, 2, \dots, n-2$ .

Vzťahy (31), (32) a (33) sú podľa [19] numericky stabilné a efektívne do stupňa  $n = 1900$  pre interval zemepisnej šírky  $\varphi \in (-70^\circ, +70^\circ)$ . Existujú aj iné rekurentné vzťahy, rovnako numericky stabilné len o niečo zložitejšie, ktoré sú použité v programe f388b [12] a ktoré pre  $n \geq 2$  majú nasledujúci tvar

$$\begin{aligned} \bar{P}_{n,k}(t) = & \bar{P}_{n-1,0}(t) \frac{\sqrt{(2n+1)(2n-1)}}{n} \sin \varphi - \\ & - \bar{P}_{n-2,0}(t) \frac{(n-1)\sqrt{2n+1}}{n\sqrt{2n-3}}, \quad \text{ak } k = 0, \end{aligned} \quad (34)$$

$$\begin{aligned} \bar{P}_{n,k}(t) = & \bar{P}_{n-1,0}(t) \frac{\sqrt{2(2n+1)(2n-1)}}{\sqrt{n(n+1)}} \cos \varphi + \\ & + \bar{P}_{n-2,1}(t) \frac{\sqrt{(2n+1)(n-1)(n-2)}}{\sqrt{n(n+1)(2n-3)}}, \quad \text{ak } k = 1, \end{aligned} \quad (35)$$

$$\begin{aligned} \bar{P}_{n,k}(t) = & \bar{P}_{n-1,k}(t) \frac{\sqrt{(2n+1)(2n-1)}}{\sqrt{(n+k)(n-k)}} \sin \varphi - \\ & - \bar{P}_{n-2,k}(t) \frac{\sqrt{(2n+1)(n+k-1)(n-k-1)}}{\sqrt{(n+k)(n-k)(2n-3)}}, \end{aligned} \quad (36)$$

ak  $(k-n+2) \leq 0$ ,

$$\bar{P}_{n,k}(t) = \bar{P}_{n-1,k-1}(t) \frac{\sqrt{(2n+1)(2n-1)}}{\sqrt{(n+k)(n+k-1)}} \cos \varphi, \quad (37)$$

ak  $(k-n+2) > 0$ .

## 2.5. Derivácie Legendreových funkcií prvého druhu

Vo vzťahu (22) na výpočet meridiánovej zložky zvislicovej odchýlky vystupuje derivácia LF podľa a sférickej šírky. Pozrime sa, ako bude vyzeráť derivácia funkcie  $P_{n,k}(t)$  podľa sférickej šírky  $\varphi$  ak uvážime, že  $t = \sin \varphi$ . Keďže ide o deriváciu zloženej funkcie platí

$$\frac{\partial P_{n,k}(t)}{\partial \varphi} = \frac{\partial P_{n,k}(t)}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial \varphi}. \quad (38)$$

Skúmame, ako by vyzerala derivácia vzťahu (27) podľa parametra  $t$

$$\begin{aligned} \frac{\partial P_{n,k}(t)}{\partial t} = & \frac{1}{2^n n!} \left[ -kt(1-t^2)^{k/2-1} \frac{d^{n+k}}{dt^{n+k}} (t^2-1)^n + \right. \\ & \left. + (1-t^2)^{k/2} \frac{d^{n+k+1}}{dt^{n+k+1}} (t^2-1)^n \right] = -\frac{kt}{(1-t^2)} P_{n,k}(t) + \\ & + \frac{1}{(1-t^2)^{1/2}} P_{n,k+1}(t). \end{aligned} \quad (39)$$

Výsledný vzťah pre deriváciu (27) podľa  $\varphi$  bude mať tvar

$$\begin{aligned} \frac{\partial P_{n,k}(t)}{\partial \varphi} = & \left[ -\frac{k \sin \varphi}{\cos^2 \varphi} P_{n,k}(t) + \frac{1}{\cos \varphi} P_{n,k+1}(t) \right] \cos \varphi = \\ = & -k \operatorname{tg} \varphi P_{n,k}(t) + P_{n,k+1}(t). \end{aligned} \quad (40)$$

Na numerický výpočet je vhodnejšie derivovať normované LF, ktoré sú definované vzťahmi (30) až (33). Deriváciou týchto vzťahov podľa zemepisnej šírky a jednoduchými matematickými úpravami dostávame nasledujúce rekurentné vzťahy

$$\frac{\partial \bar{P}_{0,0}(t)}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial \bar{P}_{1,0}(t)}{\partial \varphi} = \sqrt{3} \cos \varphi, \quad \frac{\partial \bar{P}_{1,1}(t)}{\partial \varphi} = -\sqrt{3} \sin \varphi, \quad (41)$$

$$\frac{\partial \bar{P}_{n,k}(t)}{\partial \varphi} = \frac{\sqrt{2n+1}}{\sqrt{2n}} \left( \cos \varphi \frac{\partial \bar{P}_{n-1,k-1}(t)}{\partial \varphi} - \sin \varphi \bar{P}_{n-1,k-1}(t) \right), \quad (42)$$

ak  $k = n$ ,

$$\frac{\partial \bar{P}_{n,k}(t)}{\partial \varphi} = \frac{\sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2-k^2}} \left( \cos \varphi \bar{P}_{n-1,k}(t) + \sin \varphi \frac{\partial \bar{P}_{n-1,k}(t)}{\partial \varphi} \right), \quad (43)$$

ak  $k = n-1$ ,

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{P}_{n,k}(t)}{\partial \varphi} = & \frac{\sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2-k^2}} \left( \cos \varphi \bar{P}_{n-1,k}(t) + \sin \varphi \frac{\partial \bar{P}_{n-1,k}(t)}{\partial \varphi} \right) - \\ & - \frac{\sqrt{(2n+1)(n+k-1)(n-k-1)}}{\sqrt{(n^2-k^2)(2n-3)}} \frac{\partial \bar{P}_{n-2,k}(t)}{\partial \varphi}, \end{aligned} \quad (44)$$

ak  $k = 0, 1, \dots, n-2$ .

Keďže v rovniciach (42) až (44) vystupujú okrem hodnôt derivácií aj hodnoty samotných LF, budú tieto rovnice rovnako numericky stabilné ako tie, ktoré sa použijú na generovanie LF.

### 2.6 Hornerova schéma

Vzhľadom na už spomínanú skutočnosť zvyšovania hornej hranice rozvoja potenciálu až na hodnotu  $n_{max} = 2160$  pri geopotenciálnych modeloch, resp.  $n_{max} = 2700$  v prípade syntetických modelov Zeme, je potrebné hľadať také metódy, ktoré zaručia efektívnosť a stabilitu výpočtu veličín anomálneho tiažového poľa až na túto úroveň. Okrem toho treba spomenúť, že numerická stabilita musí byť rovnako zaručená aj v opačnom prípade, kedy sa z meraných, družicových alebo pozemných, údajov počítajú geopotenciálne koeficienty.

Z predchádzajúceho textu jednoznačne vyplývajú problémy s numerickou stabilitou generovania LF a ich derivácií. Holmes a Featherstone [6] predstavili hneď niekoľko algoritmov výpočtu LF, respektive ich „mierkovaných“ hodnôt až do stupňa  $n_{max} = 2700$  v rozsahu zemepisnej šírky  $\varphi \in (-90^\circ, +90^\circ)$ . Jeden z týchto spôsobov, ktorý sme použili v našom programe, sa pokúsime podrobnejšie popísať na príklade výpočtu poruchového potenciálu definovaného rovnicou (14). Uvažujme najprv rekurentné vzťahy (30) až (33) na výpočet PLF a podelíme ich výrazom  $u^k = \cos^k \varphi$ , potom platí

$$\frac{\bar{P}_{0,0}(t)}{u^k} = 1, \quad \frac{\bar{P}_{1,0}(t)}{u^0} = \sqrt{3}t, \quad \frac{\bar{P}_{1,1}(t)}{u^1} = \sqrt{3}, \quad (45)$$

$$\frac{\bar{P}_{n,k}(t)}{u^0} = \frac{\sqrt{2n+1}}{\sqrt{2n}} \frac{\bar{P}_{n-1,k-1}(t)}{u^{k-1}}, \quad \text{ak } k = n, \quad (46)$$

$$\frac{\bar{P}_{n,k}(t)}{u^k} = t \frac{\sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2-k^2}} \frac{\bar{P}_{n-1,k}(t)}{u^k}, \quad \text{ak } k = n-1 \quad (47)$$

$$\frac{\bar{P}_{n,k}(t)}{u^k} = t \frac{\sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2-k^2}} \frac{\bar{P}_{n-1,k}(t)}{u^k} - \frac{\sqrt{(2n+1)(n+k-1)(n-k-1)}}{\sqrt{(n^2-k^2)(2n-3)}} \frac{\bar{P}_{n-2,k}(t)}{u^k}, \quad (48)$$

ak  $k = 1, 2, \dots, n-2$ .

Pomocou vzťahov (45) až (48) nepočítame priamo PLF, ale ich „mierkované“ hodnoty, ktoré nemôžeme použiť priamo na určenie poruchového potenciálu. Je potrebné použiť matematický mechanizmus, ktorý nazývame Hornerova schéma [6] a poruchový potenciál vyjadríme v tvare

$$T(P_e) = c \sum_{k=0}^{\infty} \Omega_k = c \left[ \left\{ \dots \left[ \left\{ \frac{\Omega_k}{u^k} \right\} u + \frac{\Omega_{k-1}}{u^{k-1}} \right] u + \frac{\Omega_{k-2}}{u^{k-2}} \right\} u + \dots \right. \\ \left. \dots + \frac{\Omega_2}{u^2} \right] u + \frac{\Omega_1}{u^1} \left] u + c\Omega_0, \quad (49)$$

kde  $c = GM/r$  a

$$\Omega_k = \cos(k\lambda) \sum_{n=k}^{\infty} \left(\frac{a}{r}\right)^n \Delta \bar{J}_{n,k} \bar{P}_{n,k}(t) + \sin(k\lambda) \sum_{n=k}^{\infty} \left(\frac{a}{r}\right)^n \Delta \bar{S}_{n,k} \bar{P}_{n,k}(t). \quad (50)$$

Výraz  $\Omega_k$  je identický s obsahom hranatej zátvorky v rovnici (14). Podobne môžeme Hornerovu schému aplikovať na ostatné veličiny tiažového poľa a taktiež na derivácie normovaných PLF. Numericky stabilné vzťahy pre derivácie PLF v rozsahu  $\varphi \in (-90^\circ, +90^\circ)$  získame obdobným spôsobom tak, že rovnice (41) až (44) vydělíme rovnakým parametrom  $u^k = \cos^k \varphi$ , teda

$$\frac{\partial \bar{P}_{0,0}(t)}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial \bar{P}_{1,0}(t)}{\partial \varphi} = \sqrt{3} \cos \varphi, \quad \frac{\partial \bar{P}_{1,1}(t)}{\partial \varphi} = -\sqrt{3} \operatorname{tg} \varphi, \quad (51)$$

$$\frac{\partial \bar{P}_{n,k}(t)}{\partial \varphi} = \frac{\sqrt{2n+1}}{\sqrt{2n}} \left( \frac{\partial \bar{P}_{n-1,k-1}(t)}{\partial \varphi} - \operatorname{tg} \varphi \frac{\bar{P}_{n-1,k-1}(t)}{u^{k-1}} \right), \quad \text{ak } k = n \quad (52)$$

$$\frac{\partial \bar{P}_{n,k}(t)}{\partial \varphi} = \frac{\sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2-k^2}} \left( \sin \varphi \frac{\partial \bar{P}_{n-1,k}(t)}{\partial \varphi} + \cos \varphi \frac{\bar{P}_{n-1,k}(t)}{u^k} \right), \quad (53)$$

ak  $k = n-1$ ,

$$\frac{\partial \bar{P}_{n,k}(t)}{\partial \varphi} = \frac{\sqrt{4n^2-1}}{\sqrt{n^2-k^2}} \left( \sin \varphi \frac{\partial \bar{P}_{n-1,k}(t)}{\partial \varphi} + \cos \varphi \frac{\bar{P}_{n-1,k}(t)}{u^k} \right) - \frac{\sqrt{(2n+1)(n+k-1)(n-k-1)}}{\sqrt{(n^2-k^2)(2n-3)}} \frac{\partial \bar{P}_{n-2,k}(t)}{\partial \varphi}, \quad (54)$$

ak  $k = n-1$ .

Vzťahy (45) až (48) a (51) až (54) sme spolu s Hornerovou schémou použili aj v prezentovanom programe.

### 2.7 Charakteristiky presnosti

Keďže väčšina globálnych modelov Zeme obsahuje okrem samotných geopotenciálnych koeficientov aj ich stredné chyby, je možné určovať aj charakteristiky presnosti počítaňých veličín. Uvedieme tu len vzťah na výpočet strednej chyby výšky geoidu danej vzťahom (18). Aplikovaním zákona hromadenia náhodných chýb [16] – (vzťah (11.20) môžeme, za predpokladu, že koeficienty  $\bar{J}_{n,k}$ , resp.  $\Delta \bar{J}_{n,k}$  a  $\bar{S}_{n,k}$  sú vzájomne nezávislé, napísať

$$\sigma_N = \frac{GM}{r\gamma} \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{a}{r}\right)^{2n} \sum_{k=0}^n \left[ \left(\bar{P}_{n,k}(t) \cos(k\lambda)\right)^2 \sigma_{\Delta \bar{J}_{n,k}}^2 + \left(\bar{P}_{n,k}(t) \sin(k\lambda)\right)^2 \sigma_{\Delta \bar{S}_{n,k}}^2 \right]}, \quad (55)$$

kde  $\sigma_N$  je stredná chyba výšky geoidu. Charakteristiky presnosti pre ostatné veličiny je možné odvodiť podobným spôsobom. Ak je k dispozícii plná kovariančná matica koeficientov geopotenciálneho modelu, môžeme určiť kovariančnú maticu počítaňej veličiny na základe zákona hromadenia variancií a kovariancií [16] – rovnica (11.17).

### 3. Počítačový program

Myšlienka napísať vlastný program pre prácu s geopotenciálnym modelom Zeme vznikla v roku 2003. Dôvody boli dva: po prvé vniknúť hlbšie do problematiky modelovania globálneho tiažového poľa Zeme a po druhé potreba mať flexibilný a efektívny nástroj na modelovanie globálneho tiažového poľa na rôzne účely, napr. určovanie geoidu a kvázigeoidu, využitie syntetických modelov Zeme na testovanie numerických riešení atď. V rámci zadania záverečnej práce bakalárskeho štúdia [13] bola zostavená prvá verzia nového programu. V roku 2004 bol program zdokonalený v rámci práce Študentskej vedeckej konferencie [14] a neskôr, v roku 2005, v rámci diplomového seminára a diplomovej práce [15]. Vylepšenia sa týkali napríklad spôsobu načítania geopotenciálnych koeficientov do pamäte, zvýšenia počtu určovaných veličín a zlepšenia stability výpočtu aj pri vysokých stupňoch zavedením Hornerovej schémy. Program dostal pracovný názov GRAFIM (GRAvity FIEld Modelling).

Program GRAFIM je napísaný v programovacom jazyku C a jeho základnou úlohou je využiť geopotenciálne koeficienty ľubovoľného globálneho modelu Zeme na určenie fyzikálnych aj geometrických charakteristík globálneho tiažového poľa. Pod pojmom „fyzikálne charakteristiky“ rozumieme poruchový potenciál, anomáliu tiažového zrýchlenia a tiažovú poruchu. Pod pojmom „geometrické charakteristiky“ rozumieme výšku geoidu alebo kvázigeoidu, meridiánovú a priečnu zložku zvislicovej odchýlky, prípadne celkovú zvislicovú odchýlku a jej azimut. Výpočet sa vykonáva v pravidelnej zemepisnej sieti, pričom pre každý bod pravidelnej siete sa vypočítajú buď fyzikálne, alebo geometrické charakteristiky globálneho tiažového poľa podľa voľby logickej premennej. Program pracuje štandardne v dialógovom režime, ale môže sa využiť aj presmerovanie vstupu zo súboru. Zadávajú sa nasledujúce informácie: názov súboru geopotenciálnych koeficientov, ohraničenie oblasti výpočtu a krok bodov pravidelnej siete v ktorej bude výpočet vykonaný (v elipsoidickej zemepisnej šírka a dĺžka, ktoré sa pred výpočtom transformujú na geocentrické zemepisné súradnice), maximálny stupeň geopotenciálnych koeficientov, ktorý chceme použiť na výpočet, logická premenná na voľbu fyzikálnych, alebo geometrických veličín, logická premenná na voľbu výpočtu na povrchu referenčného elipsoidu, alebo v priestore nad referenčným elipsoidom a názov výstupného súboru. Ak sa zvolí výpočet v priestore nad referenčným elipsoidom, je potrebné zadať názov súboru s nadmorskými výškami. Približnú elipsoidickú výšku v danom bode a následne geocentrický sprievodč k výpočtovému bodu si program dopočíta sám s využitím vzťahu (18). V takomto prípade, ak počítame geometrické charakteristiky, tak jedným z výsledkov je výška kvázigeoidu počítaná podľa vzťahu (19). Aby program mohol pracovať s ľubovoľným geopotenciálnym modelom Zeme, navrhli sme štandardný formát súboru geopotenciálnych koeficientov do ktorého jednoducho prevedieme ľubovoľný geopotenciálny model. Navrhnutý štandardný formát je nasledujúci:

- Hlavička súboru, ktorá zaberá dva riadky a obsahuje názov modelu (prvý riadok), maximálny stupeň geopotenciálnych koeficientov, použitý dĺžkový parameter  $a$  a použitú hodnotu geocentrickej gravitačnej konštanty  $GM$  (druhý riadok).
- Telo súboru, kde každý riadok obsahuje 6 stĺpcov v nasledujúcom poradí:  $n$ ,  $k$ ,  $J_{n,k}$ ,  $S_{n,k}$ ,  $\sigma J_{n,k}$ ,  $\sigma S_{n,k}$ . Význam prvých štyroch symbolov je zrejmý z predchádzajúceho textu

a  $\sigma J_{n,k}$ ,  $\sigma S_{n,k}$  sú smerodajné odchýlky geopotenciálnych koeficientov.

Editáciu modelov na štandardný tvar možno vykonať pomocou programu UltraEdit (prístupný na internete) alebo v operačnom systéme Linux pomocou nástroja Gawk [1]. Usporiadanie koeficientov v navrhnutom štandardnom formáte môže byť dvojaké:

- vzostupne – primárne podľa stupňa, t. j. nasledujúce

```
0 0 0.100000000000E+01 0.000000000000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
1 0 0.000000000000E+00 0.000000000000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
2 0 -.484165240651E-03 0.000000000000E+00 0.3106E-09 0.0000E+00
3 0 0.9571556639861E-03 0.000000000000E+00 0.4402E-10 0.0000E+00
4 0 0.539943295703E-03 0.000000000000E+00 0.2713E-10 0.0000E+00
```

- vzostupne – primárne podľa rádu, t. j. nasledujúce

```
2 0 -0.484165371736E-03 0.000000000000E+00 0.35610E-10 0.00000E+00
2 1 -0.186987635955E-09 0.119528012031E-08 0.10000E-29 0.10000E-29
2 2 0.243914352398E-05 -0.140016683654E-05 0.53739E-10 0.54353E-10
3 0 0.957254173792E-06 -0.000000000000E+00 0.18094E-10 0.00000E+00
3 1 0.202998882184E-05 0.248513158716E-06 0.13965E-09 0.13645E-09
3 2 0.904627768605E-06 -0.619025944205E-06 0.10962E-09 0.11182E-09
3 3 0.721072657057E-06 0.141435626958E-05 0.95156E-10 0.93285E-10
```

Program automaticky rozozná o aké usporiadanie koeficientov ide a podľa toho zvolí vhodnú schému načítania koeficientov do operačnej pamäte.

Výstupný súbor obsahuje v prvom riadku názov použitého geopotenciálneho modelu Zeme, ostatné riadky pozostávajú zo šiestich alebo ôsmich stĺpcov, v závislosti od voľby fyzikálnych alebo geometrických veličín. V prípade voľby fyzikálnych veličín je výstup nasledujúci: elipsoidická zemepisná šírka a dĺžka, elipsoidická výška, poruchový potenciál, anomália tiažového zrýchlenia a tiažová porucha. V prípade voľby geometrických veličín obsahuje výstupný súbor nasledujúce informácie: elipsoidická zemepisná šírka a dĺžka, elipsoidická výška, výška geoidu alebo kvázigeoidu, priečna a meridiánová zložka zvislicovej odchýlky, celková hodnota zvislicovej odchýlky a jej azimut.

### 4. Testovanie programu

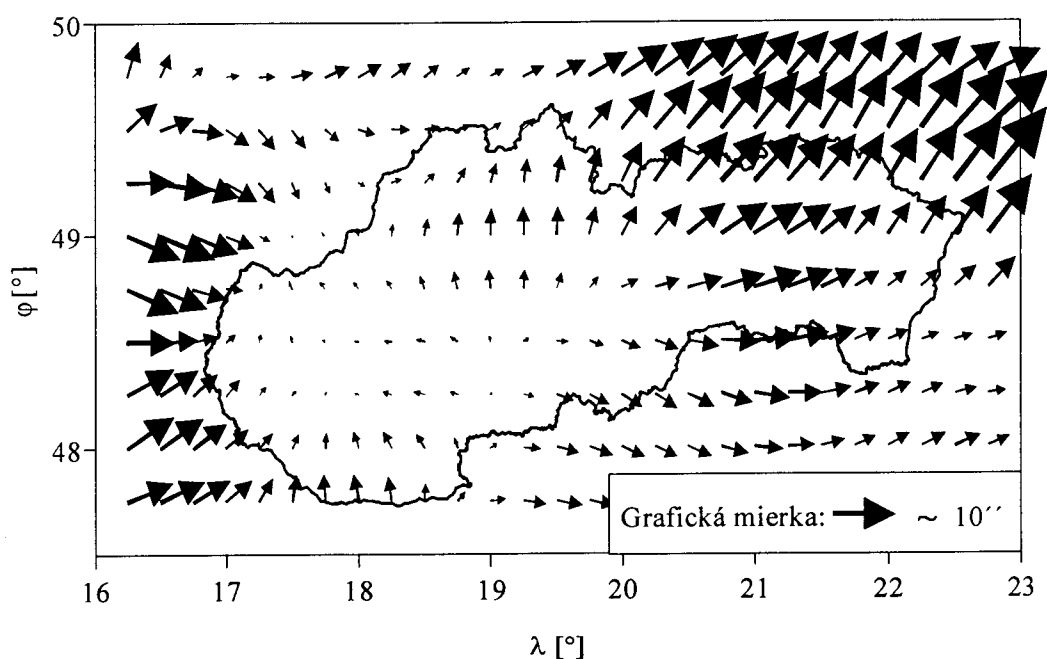
Skôr, než sme začali tvoriť program GRAFIM na prácu s geopotenciálnym modelom Zeme, museli sme si odpovedať na otázku, či to má význam, keď už existuje viacero podobných programov prístupných aj so zdrojovými kódmi. Konkrétne na našom pracovisku sme už dlhší čas používali programy f388b a f477b [12], získané z letnej školy určovania geoidu. Dva dôvody na napísanie nového programu sme už uviedli v kapitole 3 pri popisovaní programu. Tretím dôvodom bolo to, že sme potrebovali nástroj, ktorý by sme mohli ľahko dopĺňať, upravovať a vylepšovať.

Charakterizujeme teraz stručne programy f388b a f477b a porovnajme ich s našim programom. Program f388b je napísaný v programovacom jazyku Fortran. Program môže načítať geopotenciálne koeficienty, ale bez charakteristík presnosti v jedinom usporiadaní: vzostupne – primárne podľa rádu. Výpočet sa vykonáva v pravidelnej zemepisnej sieti a pri jednom spustení programu sa vypočítajú buď výška geoidu alebo anomália tiažového zrýchlenia na povrchu referenčného elipsoidu. Program f477b je podobný ako f388b s tým rozdielom, že počíta viac veličín, konkrétne: výšku geoidu, anomáliu tiažového zrýchlenia, tiažovú poruchu, meridiánovú a priečnu zložku zvislicovej odchýlky. Tieto veličiny počíta v bodoch zadaných elipsoidickými zemepisnými súradnicami aj nad referenčným elipsoidom. Takisto



**Tab. 1** Porovnanie programov na prácu s geopotenciálnym modelom Zeme

Názov, vznik	GRAFIM, 2004	f388b, 1991	f477b, 1989
Programovací jazyk	C	Fortran	Fortran
Rozsah výpočtu	pravidelná zemepisná sieť	pravidelná zemepisná sieť	bodový mód
Charakteristiky ťažového poľa Zeme	$T, \Delta g, \delta g$ , alebo $N(\zeta), \xi, \eta, \Theta, \alpha$	$N$ alebo $\Delta g$	$N, \Delta g, \delta g, \xi, \eta$
Modely Zeme	ľubovoľný v štandardnom tvare (6 stĺpcov)	ľubovoľný v požadovanom tvare (4 stĺpce)	ľubovoľný v požadovanom tvare (4 stĺpce)
Charakteristiky presnosti	áno (vývoj)	nie	nie
Výpočet nad referenčným elipsoidom	áno	nie	áno



Obr. 1 Vektorové pole zvislicových odchýlok určené z geopotenciálneho modelu EGM 96 do stupňa a rádu 360 vypočítané programom GRAFIM

nepočíta charakteristiky presnosti a nedokáže generovať body pravidelnej zemepisnej siete. Ak chceme počítať napr. zvislicové odchýlky plošne, musíme si najprv vygenerovať súradnice požadovanej pravidelnej siete, a tieto dodať programu f477b ako jednotlivé body.

Ako uvádza tab. 1 program GRAFIM je v porovnaní s f388b a f477b univerzálnejší, počíta viac charakteristík globálneho ťažového poľa a načítava aj stredné chyby geopotenciálnych koeficientov, ktoré sa môžu využiť na určenie presnosti vypočítaných charakteristík (táto možnosť je zatiaľ v štádiu vývoja).

Na ilustráciu uvádzame výstup programu GRAFIM, graficky spracovaný vo forme vektorového poľa zvislicových odchýlok na území Slovenska (obr. 1). Na výpočet bol použitý geopotenciálny model EGM 96 do stupňa a rádu 360.

Numerické porovnanie nového programu s programom f388b ukázalo úplnú zhodu vo výsledkoch v prípade všetkých spoločných charakteristík globálneho ťažového poľa, pri použití rovnakého geopotenciálneho modelu. Obidva programy sú približne rovnako rýchle. Na urýchlenie programu GRAFIM, ktorý bol spočiatku pomalší sme použili podobnú metódu ako je aplikovaná v programe f388b.

## 5. Záver

Prezentovaný program GRAFIM plánujeme využiť na prácu s globálnymi modelmi Zeme, ktoré sú založené na reálnych údajoch, ale aj na prácu so syntetickými modelmi Zeme do vysokého stupňa a rádu, ktoré je možné využiť na generovanie testovacích vstupných a výstupných údajov pre určitú nu-

merickú procedúru (napr. numerický výpočet Stokesovho integrálu), a tak otestovať jej presnosť. V štádiu vývoja je implementácia výpočtu charakteristík presnosti a zdokonalenie používateľského rozhrania programu. Do budúcnosti plánujeme implementáciu elipsoidických harmonických funkcií, ktoré sú sice matematicky náročnejšie, ale z hľadiska tvaru Zeme prirodzenejšie. Povzbudzuje nás na to vedomie, že teória elipsoidických harmonických funkcií a ich aplikácie v geodézii sú už dnes detailne rozpracované, pozri napr. [7]. Napriek tomu však sférické harmonické funkcie stále ostávajú najjednoduchším a účinným nástrojom na modelovanie globálneho ťažového poľa Zeme.

#### LITERATÚRA:

- [1] BRANDEJS, M.: Unix – Linux. Praktický průvodce. Grada Publishing 1996.
- [2] BURŠA, M.: Základy kosmické geodézie. Díl II – Kosmická geodézie dynamická. Praha, Ministerstvo národní obrany 1970.
- [3] BURŠA, M.–KOSTELECKÝ, J.: Kosmická geodezie a kosmická geodynamika. Praha, TS AČR 1994.
- [4] HEISKANEN, W. A.–MORITZ, H.: Physical Geodesy. San Francisco, Freeman 1967.
- [5] HOBSON, E. W.: The Theory of Spherical and Ellipsoidal Harmonics. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Chelsea Publ. Comp. 1965.
- [6] HOLMES, S. A.–FEATHERSTONE, W. E.: A unified approach to the Clenshaw summation and the recursive computation of very high degree and order normalised associated Legendre function. Journal of Geodesy, 76, 2002, s. 279–299.
- [7] MARTINEC, Z.–GRAFARÉND, E. W.: Solution to the Stokes Boundary-Value Problem on an ellipsoid of Revolution. Studia Geoph. et Geod., 41, 1997, s. 103–129.
- [8] MOĽODENSKIJ, M. S.–EREMEEV, V. F.–YURKINA, M. I.: Methods for Study of the External Gravitational Field and Figure of the Earth. [Preklad z ruského originálu.] Moskva 1960. [Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem 1962.]
- [9] MORITZ, H.: Advanced Physical Geodesy. Wichmann a Abacus Press 1980.
- [10] MORITZ, H.: Geodetic Reference System 1980. Bulletin Géodésique, 66, 1992, s. 187–192.
- [11] PAUL, M. K.: Recurrence relations for the integrals of associated Legendre functions. Bulletin Géodésique, 52, 1978, s. 177–190.
- [12] RAPP, R. H.: The use of Potential Coefficient Models in Computing Geoid Undulation. In: International school for the Determination and Use of the Geoid. Milano 1994, s. 71–97.
- [13] ŠPRLÁK, M.: Využitie sférických harmonických funkcií v geodézii. [Záverečná práca bakalárskeho štúdia.] Bratislava 2003. – STU. Stavebná fakulta.
- [14] ŠPRLÁK, M.: Zdokonaľovanie a testovanie programu na prácu s geopotenciálnym modelom Zeme. [Práca Študentskej vedeckej konferencie.] Bratislava 2004 STU. Stavebná fakulta.
- [15] ŠPRLÁK, M.: Modelovanie ťažového poľa Zeme. [Diplomová práca.] Bratislava 2005. STU. Stavebná fakulta.
- [16] VANÍČEK, P.–KRAKIWSKY, E. J.: Geodesy – The Concepts. Amsterdam, Elsevier 1986.
- [17] VARSHALOVICH, D. A.–MOSKALEV, A. N.–KHERSONSKIJ, V. K.: Quantum Theory of Angular Momentum. Singapore, World Scientific Publ. 1989.
- [18] WENZEL, G.: Hochauflösende Kugelfunktionsmodelle für das Gravitationspotential der Erde. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover Nr. 135. Hannover 1985.
- [19] WENZEL, G.: Ultra-high degree geopotential models GPM98A, B and C to degree 1800. In: Paper presented to the joint meetings of International Gravity Commission and International Geoid Commission. Trieste 1998.

Do redakcie došlo: 10. 2. 2005

Lektoroval:  
Doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.,  
VÚGTK, Zdisib

## Geometrické určenie rozsahu vecného bremena jednej kategórie inžinierskych stavieb

Doc. Ing. Imrich Horňanský, Ph.D.,  
Katedra mapovania a pozemkových úprav  
SvF STU, Bratislava

528.44:624.9

#### Abstrakt

*Súčasný stav vzniku vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena a jeho zápisu do katastrálneho operátu v prípadoch vybranej skupiny inžinierskych stavieb (ropovody, plynovody, telekomunikačné siete a vedenia, rozvody elektriny, stožiare a pod.). Pohľad na otázku určiteľnosti geometrického určenia rozsahu vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena. Konflikt medzi právami a povinnosťami oprávneného a právami a povinnosťami povinného z vecného bremena zapríčinený neurčitostou rozsahu vecného bremena. Návrh riešenia.*

#### *Geometric Fixing of the Extent of Onus Charge for one Category of Engineering Structures*

#### *Summary*

*Present-day state of onus charge as well as rights resulting from onus charge and its entry in cadastral documentation for selected groups of engineering structures (pipe lines, gas lines, telecommunication networks and lines, electricity distribution, towers and so on). Problem of geometric fixing of the extent of onus charge and the rights resulting from onus charge. Conflict between the rights and duties of licenced subject in the contrary regarding the rights and duties of duty subject affected by insufficient fixing of the extent of onus charge. Proposal of the solution.*

## 1. Úvod

Kataster nehnuteľností (KN) je geometrické určenie, súpis a popis nehnuteľností; súčasťou KN sú údaje o právach k týmto nehnuteľnostiam [1]. Dôležitú pozíciu v sortimentnej množine práv k nehnuteľnostiam, ktoré sú predmetom KN, zaberá vecné bremeno a právo vyplývajúce z vecného bremena. Vecné bremeno je vecnoprávne obmedzenie vlastníckeho práva k nehnuteľnosti v prospech iného subjektu. Vecné bremeno obmedzuje vlastníka nehnuteľnosti v prospech niekoho iného tak, že vlastník nehnuteľnosti je povinný niečo strpieť, niečo sa zdržať alebo niečo konať. Pozri aj [3]. Z hľadiska pôsobenia práv zodpovedajúcich vecným bremenám (prípadne vyplývajúcich z vecných bremien), predmetom nášho záujmu budú iba vecné bremená a práva vyplývajúce z vecného bremena spojené so stavbou a prevádzkovaním vybranej kategórie inžinierskych stavieb (IS). Vlastnícke právo k týmto IS nie je evidované v KN. Geometrické určenie týchto IS je v súbore geodetických informácií (SGI) KN obsiahnuté iba vo vybraných zložkách SGI KN.

## 2. Osobitná kategória IS

Podľa zákona č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku [4] stavba je stavebná konštrukcia postavená stavebnými prácami zo stavebných výrobkov, ktorá je pevne spojená so zemou alebo ktorej osadenie vyžaduje úpravu podkladu. Pevným spojením so zemou sa rozumie

- a) spojenie pevným základom,
- b) upevnenie strojnými súčiastkami alebo zvarom o pevný základ v zemi alebo o inú stavbu,
- c) ukotvenie pilótami alebo lanami s kotvou v zemi alebo na inej stavbe,
- d) pripojenie na sieť a zariadenie technického vybavenia územia,
- e) umiestnenie pod zemou.

Ďalej sa v zmysle stavebného zákona stavby členia podľa stavebnotechnického vyhotovenia a účelu na pozemné stavby a na IS. Pozemné stavby sú priestorovo sústredené zastrešené budovy vrátane podzemných priestorov, ktoré sú stavebnotechnicky vhodné a určené na ochranu ľudí, zvierat alebo vecí; nemusia mať steny, ale musia mať strechu. IS predstavujú veľmi pestrú a rozmanitú kategóriu stavieb (diaľnice, cesty, miestne a účelové komunikácie, nábrežia, chodníky, nekryté parkoviská, železnice, lanové a iné dráhy, vzletové, pristávacie a rolovacie dráhy letísk, mosty, nadjazdy, tunely, nadchody, podchody, prístavy, plavebné kanály a komory, úpravy tokov, priehrady, ochranné hrádze, závlahové a melioračné stavby, rybníky, banské stavby, ťažobné zariadenia, stavby na spracovanie a ukladanie jadrového materiálu, stavby chemických zariadení, rafinérie a koksovne, stavby ťažkého priemyslu, napríklad vysoké pece, valcovne a zlievarne, nekryté športové ihriská, automobilové, motocyklové a bicyklové dráhy, golfové ihriská, lyžiarske trate a vleky, zábavné a oddychové parky, zoológické a botanické záhrady, skládky, odpadu a i.).

Predmetom záujmu príspevku je vybraná skupina stavieb z kategórie IS, a to diaľkové ropovody a plynovody, miestne rozvody plynu, diaľkové a miestne telekomunikačné siete a vedenia, telekomunikačné stožiare, transformačné stanice, diaľkové a miestne rozvody elektriny, stožiare a stavby energetických zariadení. Týmto stavbám sa

budeme venovať na pozadí zákona č. 656/2004 Z. z. o energetike a o zmene niektorých zákonov [5] a zákona č. 610/2003 Z. z. o elektronických komunikáciách [6]. Zákon [5] výslovne spomína IS súvisiace s elektroenergetikou, plynárenstvom, prepravou pohonných látok alebo ropy potrubím, s plnením tlakových nádob so skvapalneným plynným uhľovodíkom a s rozvodom skvapalneného plynného uhľovodíka (ďalej iba IS A). Zákon [6] uvádza IS súvisiace s elektronickými komunikačnými sieťami, s rádiovými zariadeniami a s elektronickými komunikáciami (telekomunikačné zariadenie a rádiové zariadenia), ktoré pre ďalšie úvahy označíme IS B.

## 3. Vecné bremeno a právo vyplývajúce z vecného bremena

Základným účelom vecného bremena je to, že zaťažená nehnuteľnosť má slúžiť prospešnejšiemu užívaniu nehnuteľnosti oprávnenou osobou alebo iným potrebám oprávnenej osoby. To prináša so sebou zásadný prvok, a to ten, že vlastník nehnuteľnosti, na ktorú sa viaže vecné bremeno, je obmedzený vo výkone svojho vlastníckeho práva.

Subjektom právneho vzťahu vecného bremena môžu byť tak fyzické osoby, ako aj právnické osoby. Prítom na jednej strane vystupuje subjekt povinnosti zaťažený vecným bremenom a na strane druhej subjekt oprávnenia, v prospech ktorého obmedzenie (povinnosť pôsobí). Vecné bremená vznikajú písomnou zmluvou alebo na základe závetu v spojení s výsledkami konania o dedičstve alebo schválenou dohodou dedičov alebo rozhodnutím príslušného orgánu alebo zo zákona alebo vydržaním práva. Vecné bremeno nie je viazané iba na vlastníka nehnuteľnosti v dobe vzniku vecného bremena, ale je viazané na nehnuteľnosť (zaťažuje ju) a obmedzuje aj jej budúcich vlastníkov dovtedy, kým predpísaným spôsobom nezanikne. Ak sa vecné bremeno zriaďuje k časti pozemku, vyznačuje sa táto časť pozemku na geometrickom pláne (GP), ktorý je potom súčasťou listiny o právnom úkone, ktorým sa vecné bremeno zriaďuje. Vecné bremeno zaniká rozhodnutím príslušného orgánu alebo zo zákona alebo vkladom do KN na základe zmluvy. K zániku práva zodpovedajúceho vecnému bremeniu zmluvou treba vklad práva do KN. Vecné bremeno zanikne, ak nastanú také trvalé zmeny, že vec už nemôže slúžiť potrebám oprávnenej osoby alebo prospešnejšiemu užívaniu jej nehnuteľnosti; prechodnou nemožnosťou výkonu práva vecné bremeno nezaniká. Vecné bremeno zanikne aj na základe iných skutočností, napr. uplynutím času, ak jeho trvanie bolo časovo obmedzené, alebo splynutím povinnosti a práva z vecného bremena u toho istého subjektu. Oprávnený a povinný z vecného bremena môžu zmluvou zrušiť v podstate akékoľvek vecné bremeno. Takto možno zrušiť vecné bremeno vzniknuté aj rozhodnutím oprávneného orgánu (napr. na základe súdneho rozhodnutia), ako aj na základe zmluvy, prípadne na základe vydržania.

## 4. Vecné bremeno a právo vyplývajúce z vecného bremena v osobitnej kategórii IS

Problematika vzniku vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena, ako aj ďalšie súvislosti spoločenskej regulácie tohto právneho inštitútu je riešená pre IS A v zákone [5] a pre IS B v zákone [6]. Oba zákony riešia túto problematiku analogickým spôsobom, na rozdiely me-

dzi oboma riešeniami poukážeme. Vlastník pozemkov, na ktorých, alebo pod ktorými je postavená predmetná IS, je obmedzený vo výkone svojho vlastníckeho práva tým, že tento jeho pozemok je zaťažený vecným bremenom v prospech prevádzkovateľa IS. Tento prevádzkovateľ predstavuje subjekt oprávnenia, v prospech ktorého obmedzenie pôsobí. Vecné bremeno a právo vyplývajúce z vecného bremena pre IS, k dátumu účinnosti zákona už existujúce, tu vzniklo zo zákona a zápis do KN sa uskutoční záznamom práva na návrh toho, kto má právny záujem na tomto zápise, zrejme najčastejšie na návrh prevádzkovateľa IS. Vecné bremeno tu nie je viazané iba na vlastníka nehnuteľnosti v dobe vstúpenia zákona do účinnosti, ale je viazané na pozemok a obmedzuje aj budúcich vlastníkov pozemku. Ak sa vecné bremeno má vzťahovať iba na časť pozemku, má byť táto časť pozemku vyznačená na GP, ktorý bude súčasťou návrhu na zápis vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena do KN. Ak sa vecné bremeno má vzťahovať na celý pozemok, GP je zbytočný a stačí pozemok jednoznačne individualizovať v návrhu na zápis práva do KN podľa údajov KN. Vecné bremeno a právo vyplývajúce z vecného bremena v prípade IS kategórie A aj B, ktoré budú projektované a realizované v budúcnosti, vznikne rovnako zo zákona s tým, že zákon [5] a zákon [6] nedefinuje okamih vzniku tohto inštitútu. Do KN sa vecné bremeno zapíše záznamom na návrh. Samozrejme, že aj tu sa pripúšťa možnosť vzniku vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena aj dohodou medzi investorom IS a vlastníkom pozemku a v tejto súvislosti môže byť medzi nimi uzavretá predchádzajúca „Zmluva o uzatvorení budúcej zmluvy o náhrade ekonomickej ujmy vznikajúcej zriadením vecného bremena uzatvorená podľa § 50a Občianskeho zákonníka“, ktorá bude umožňovať investorovi vstup a vjazd na pozemok už v čase začatia stavebných prác.

Oba zákony [5] a [6] ustanovujú práva a povinnosti prevádzkovateľa IS, najmä právo vstupovať vo verejnom záujme a v nevyhnutnom rozsahu na cudzie pozemky a do cudzích objektov po predchádzajúcom súhlase vlastníka nehnuteľnosti, ustanovujú, kedy sa predchádzajúci súhlas vlastníka nevyžaduje, právo odstraňovať stromy a iné porasty, ktoré ohrozujú bezpečnosť alebo spoľahlivosť týchto energetických zariadení, právo vlastníka nehnuteľnosti na náhradu škody a na náhradu majetkovej ujmy vzniknutej v dôsledku výkonu práv prevádzkovateľa a na primeranú jednorazovú náhradu škody za nútené obmedzenie obvyklého užívania nehnuteľnosti a ustanovujú, že oprávnenia prevádzkovateľa sú vecnými bremenami spojenými s vlastníctvom dotknutej nehnuteľnosti, pričom vlastník nehnuteľnosti má nárok na primeranú jednorazovú náhradu za zriadenie takéhoto vecného bremena. Na inom mieste zákona sú definované ochranné pásma k jednotlivým druhom IS. Oba zákony [5] a [6] ustanovujú povinnosti vlastníka pozemku a obmedzenia vlastníka pozemku ležiaceho v ochrannom pásme.

Zákon [5] navyše na rozdiel od zákona [6] definuje popri ochrannom pásme plynovodu aj bezpečnostné pásmo plynovodu s inými geometrickými parametrami, ustanovuje navyše výšku pokuty, ktorú môže uložiť správny orgán prevádzkovateľovi vstúpivšiemu na cudziu nehnuteľnosť pri výkone svojich práv bez predchádzajúceho upovedomenia vlastníka nehnuteľnosti. Iba formálneho, nepodstatného, charakteru je skutočnosť, že zákon [5] navyše na rozdiel od zákona [6] ustanovuje, že návrh na vykonanie záznamu zo zákona vzniknutého vecného bremena viaznuceho na dotknutej nehnuteľnosti podá prevádzkovateľ.

## 5. Formulácia problému

Ani v jednom zo zákonov [5] a [6] nie je ustanovenie, ktorým by sa stotožnil územný rozsah vecného bremena s územným rozsahom ochranného pásma. Problém územného rozsahu vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena v osobitnej kategórii IS sa vynorí pri zápise tohto inštitútu do KN v súvislosti so skúmaním určiteľnosti jeho priestorového pôsobenia. V oboch kategóriách IS, t. j. podľa zákona [5] aj podľa zákona [6], vzniká síce vecné bremeno a právo vyplývajúce z vecného bremena zo zákona, ale jediný regulatív, ktorý je v oboch zákonoch uvedený a týka sa územného rozsahu vecného bremena, je textácia, že vecné bremeno vzniká „v nevyhnutnom rozsahu“. Vecné bremeno a právo vyplývajúce z vecného bremena v prípade už existujúcich IS kategórie A aj B tu je objektívne prítomné bez ohľadu na to, či je už v KN zapísané alebo ešte nie. Kým ale nebude v KN zapísané, nemôže toto vecné bremeno v spoločnosti reálne plnohodnotne pôsobiť a fungovať v kompletnom rozsahu svojich dôsledkov na trhu s nehnuteľnosťami. Spracovanie podania na zápis do KN záznamom je ponechané na prevádzkovateľa, podobne aj rozhodovanie sa, či prevádzkovateľ zabezpečí (objedná) spracovanie GP ako súčasť pripravovaného podania na zápis do KN. Môžu nastať situácie, keď z určitých dôvodov (nedostatok finančných prostriedkov, čo je síce u dnešných prevádzkovateľov vysoko nepravdepodobné, časová tieseň a i.) prevádzkovateľ zvolí „ľahšiu“ a „pohodnejšiu“ cestu a namiesto priloženia GP na časti pozemkov sankcionované vecným bremenom sa rozhodne vymenovať dotknuté pozemky podľa údajov KN v celosti, čím môže zväčšiť rozsah vecného bremena nad hranicu nevyhnutného rozsahu, a tým znevýhodní vlastníkov predmetných pozemkov na trhu s nehnuteľnosťami.

Súčasný stav vzniku vecného bremena v kategóriách IS A a B a jeho zápisu do KN záznamom na základe návrhu prevádzkovateľa nehnuteľnosti – IS je sprevádzaný špecifickým prvkom, že vlastník nehnuteľnosti – z vecného bremena povinná osoba – sa nedokáže dostatočne efektívne brániť proti takému rozsahu zápisu vecného bremena, ktorý je neodôvodnený, ktorý prekračuje hranice „nevyhnutného rozsahu“ a vychádza iba zo subjektívneho posúdenia situácie prevádzkovateľom IS. V lepšom prípade zasahuje iba časť jeho nehnuteľnosti, a teda je sprevádzaný GP, ale aj tu môže ísť o neodôvodnené väčší rozsah. V horšom prípade ide o celú nehnuteľnosť, ak správca IS z rozmanitých dôvodov nepriložil GP, ktorým by bola geometricky určená vecným bremenom zaťažená časť „povinného“ pozemku. Takýmto spôsobom znevýhodnenému vlastníkovi pozemku po „direktívnom“ spôsobe zápisu vecného bremena do KN, ktorým je sankcionovaný jeho pozemok, ostáva ako nápravný prostriedok iba žaloba na súd podľa § 80 bod c) Občianskeho súdneho poriadku, aby súd rozhodol o určení, či tu právo je alebo nie je, prípadne v akom územnom rozsahu tu je. Takáto žaloba je ale časovo zdĺhavá, finančne náročná a do jej prípadného pozitívneho doriešenia je vlastník pozemku na trhu s nehnuteľnosťami znevýhodnený.

Aj v zákone [5], a tiež v zákone [6] ustanovený územný rozsah vecného bremena je do istej miery iba orientačný, pripúšťajúci subjektívny výklad, ktorý je v kontraste s exaktne zadefinovaným územným rozsahom ochranného pásma predmetných druhov IS. Neidentita územného rozsahu pôsobenia vecného bremena a územného rozsahu ochranného pásma IS je pochopiteľná aj v súvislosti s potrebou zahrnúť aspoň

častočne do územného rozsahu vecného bremena aj priestor nevyhnutný na vstup na cudzie pozemky ležiace medzi pozemkom, na ktorom je umiestená IS, a najbližším verejne prístupným pozemkom (cestnou komunikáciou).

Vybrané časti IS skupiny A a B nachádzajúce sa na zemskom povrchu, ktoré majú trvalý charakter (napr. betónová päťka stožiaru elektrického vedenia v štandardných situáciách o rozmeroch od 7 x 7 m, typ stožiaru „súdok“, až po 16 x 16 m, typ stožiaru „Donau“) sú v súvislosti s ich výstavbou trvalo vynímané z poľnohospodárskej pôdy i z lesného pôdneho fondu (LPF) a sú geometricky určené v registri C KN s prideleným samostatným parcelným číslom a s druhom pozemku „zastavané plochy“. Režim využívania týchto pozemkov, ktoré ležia vo vnútri ochranného pásma IS, je riešený buď kúpou pozemku do vlastníctva prevádzkovateľa, alebo dlhodobou nájomnou zmluvou na dobu plánovanej životnosti IS (napr. 70 rokov, ale tu rekultivácia pozemku a návrat do druhu pozemku napr. „orná pôda“ po uplynutí 70 rokov je dosť ťažko predstaviteľný) medzi doterajším vlastníkom pozemku a prevádzkovateľom, alebo konkretizáciou vecného bremena a jeho zápisom do KN.

V súčasnosti prebiehajúca konkretizácia územného rozsahu vecného bremena, napr. elektrických vedení rozmanitého napätia, ktoré už boli stavebne zrealizované k dátumu vstúpenia do účinnosti zákona [5], viac-menej osciluje okolo územného rozsahu ochranného pásma definovaného v zákone s tým, že sa prípad od prípadu modifikuje. Rozsah tejto modifikácie pre našu úvahu nerozhoduje, dôležitá je skutočnosť, že k nej dochádza. Príčina toho, že územný rozsah ochranného pásma nemožno použiť bez úpravy ako direktívy pre územný rozsah vecného bremena je v tom, že kým v rovinatých priestoroch tento územný rozsah ochranného pásma vyhovuje pre potreby vecného bremena, v lesných priestoroch najmä v podmienkach výškovo členitého terénu nevyhovuje a treba ho modifikovať v závislosti od stupňa výškovej členitosti a ďalej od druhu a veku lesných drevín. Najčastejšie ale v LPF je územný rozsah vecného bremena väčší ako územný rozsah ochranného pásma. Podobne ho treba modifikovať v prípade preklenutia doliny elektrickým vedením ťahaným naprieč dolinou, ktoré je zavesené na stožiaroch umiestnených na protilahlých hrebeňoch. Modifikáciou sa niekedy zaberá v prospech vecného bremena väčší územný rozsah a niekedy menší územný rozsah oproti tomu, ktorý je definovaný ochranným pásmom. V zásade ale v prípade už zrealizovaných IS sa spracovanie návrhu na zápis vecného bremena do KN s jeho technickou prílohou GP nestretáva so zásadnými problémami medzi prevádzkovateľom vedenia a vlastníkom (spoluvlastníkmi) pozemku, lebo ide o zápis záznamom práva vzniknutého zo zákona, a vlastník tu má pasívnu úlohu. Opravné prostriedky vlastníka pozemku proti takémuto definovaniu územného rozsahu vecného bremena na časti jeho pozemku sú veľmi obmedzené. Navyše finančná ponuka kompenzácií za obmedzenie vlastníka pozemku v dôsledku vecného bremena je v súčasnosti veľkorysá. Napriek tomu právnej istote a určitosti právneho vzťahu by prispelo pri budúcej novelizácii zákona [5] a [6] legislatívne precíznejšie a aplikačnej praxi primeranejšie definovanie ochranného pásma IS alebo priamo územného rozsahu vecného bremena.

Druhý pozemkov v priestore ochranného pásma resp. vecného bremena pod vzdušným elektrickým vedením s výnimkou už spomínaných betónových pätiiek stožiarov elektrického vedenia sa v súvislosti s výstavbou tejto IS v súčasnosti nemenia, hoci z pohľadu prevádzkovateľa sú

opakovane vyslovované požiadavky na realizáciu tejto zmeny a na tvorbu samostatnej parcely s novo zavedeným druhom pozemku v KN, tzv. „bezlesia“. Časť ochranného pásma, tzv. „bezlesie“, je v šírke 2 x 4 m = 8 m, ale aj vo väčšom rozsahu, opakovane zbavovaná lesného porastu, hoci napr. ak je vedenie nad dolinou vo výške napr. 60 m, toto opakované „vyholenie“ je zbytočné, lebo v súčasnosti sa revízie vzdušného elektrického vedenia vykonávajú pohľadom z helikoptéry. Prevádzkovatelia IS elektrického vedenia navrhujú, aby bezlesný chodník bol označený samostatným parcelným číslom a prípadne aj trvale vyňatý z LPF. Samotné „bezlesie“ je v § 36, (6) zákona [5] nevhodne definované, lebo nezahŕňa stredný priestor medzi dvoma okrajovými „vyholenými“ 4 m chodníkmi. Rozhodnutie na obmedzenie využívania LPF, tzv. „holenie“, je vydávané aj vtedy, ak je lesný porast ešte nízky a nebude ešte 15 až 20 rokov ohrozovať elektrické vedenie. V § 36, (6) zákona [5] je nejasne podmienená možnosť pestovania trvalých porastov s výškou presahujúcou 5 km od krajného vodiča vzdušného vedenia, ak je zabezpečené, že tieto porasty nemôžu pri páde poškodiť vodiče vzdušného vedenia; problematika je aktuálna najmä vo svahu, ale nie je jasné, kto má predmetnú podmienku zabezpečiť.

Komplikovanejšia situácia vzniká pre prevádzkovateľa pri nových IS, ktoré sa v súčasnosti projektujú a stavebne realizujú, lebo stavebný zákon [4] podmieňuje začatie stavebných prác súhlasom vlastníka pozemku; absenciu tohto súhlasu možno obísť v prípade stavieb, v záujme ktorých by bolo možno pozemky vyvlastniť. Prevádzkovateľ ani pri príslube veľkorysej ponuky finančnej kompenzácie za budúce zriadenie vecného bremena na častiach pozemkov vlastníkov (spoluvlastníkov) nedokáže získať 100% súhlas vlastníkov (spoluvlastníkov) potrebný na uzavretie „zmluvy o uzatvorení budúcej zmluvy o náhrade ekonomickej ujmy vznikajúcej zriadením vecného bremena uzatvorenej podľa § 50 Občianskeho zákonníka“. Takáto zmluva umožňuje vstúpiť na cudzí pozemok a začať stavebné práce ešte pred vznikom vecného bremena. Týmto sa vytvára procesne komplikovaná situácia spomaľujúca ďalšiu prípravu výstavby IS. I túto skutočnosť by bolo potrebné pri budúcej novelizácii zákonov [5] a [6] legislatívne zjednodušiť vrátane precíznejšieho vyriešenia okamihu, kedy tu vznikne vecné bremeno a právo vyplývajúce z vecného bremena k takejto novej IS, ak nevznikne dohoda medzi prevádzkovateľom IS a vlastníkom pozemku, lebo súčasný právny stav vyvoláva právnu neistotu.

## 6. Báza údajov KN a evidovanie vecného bremena v KN

Špecifikom súčasnej etapy spravovania a rozvoja KN je pretrvávajúca nedobudovanosť údajov KN o vlastníckych vzťahoch k pozemkom diferencovaná podľa jednotlivých katastrálnych území. Vpis vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena do listu vlastníctva (LV) pozemku, ktorý má byť sankcionovaný touto farchou, je samozrejme možný iba vtedy, ak samotný LV pozemku je už založený v subregistri C alebo aspoň v subregistri E. Preto z čisto pragmatických dôvodov je postup evidovania vecného bremena v operáte KN usmernený v závislosti od celoplošného založenia LV v konkrétnom katastrálnom území, ktoré sa deje ako dôsledok zápisu registra obnovenej evidencie pozemkov podľa zákona č. 180/1995 Z. z. o niektorých opatreniach na usporiadanie vlastníctva k pozemkom v znení neskorších predpisov [7].

## 7. Záver

Verejný záujem na jednoznačnom definovaní a následne evidovaní územného rozsahu vecného bremena v KN v prípade skúmaných dvoch kategórií IS (diaľkové ropovody, plynovody, telekomunikačné siete a vedenia, rozvody elektriny, transformačné stanice a stavby energetických zariadení) žiada v etape novelizácia zákonov [5] a [6] precizovať doterajšiu procedúru vzniku tohto veľmi dôležitého druhu vecného práva k nehnuteľnosti z pohľadu geometrického určenia jeho rozsahu. Cieľom tohto precizovania je zvýšenie právnej istoty oprávneného i povinného z vecného bremena. Doterajšia prax stavia do nerovnováhy na jednej strane práva a povinnosti oprávneného z vecného bremena a na druhej strane práva a povinnosti povinného.

Predmetné precizovanie geometrického určenia vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena možno realizovať aj legislatívnou úpravou súčasnej definície územného rozsahu ochranného pásma a legislatívnou úpravou, podľa ktorej by územný rozsah vecného bremena bol obmedzený iba na ochranné pásmo príslušnej IS. Zároveň by potreba prevádzkovateľa – správcu vstupovať na cudzie objekty v súvislosti s prevádzkou IS (kontrola, údržba, rekonštrukcia, havária a pod.) vo väčšom rozsahu než je zákonom definované ochranné pásmo IS bola riešená opierajúc sa o zákon, ale vždy za opakovanú kompenzáciu ujmy – škody spôsobenej vlastníkovi pozemku. Alternatívne v prípade plynových vedení možno uvažovať o geometrickom a polohovom určení územného pôsobenia vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena namiesto rozsahu ochranného pásma plynovodu v rozsahu bezpečnostného pásma plynovodu.

Podobne sa žiada novelizovať viaceré jednotlivé aspekty definovaného územného rozsahu ochranného pásma, ktoré sa v značnom rozsahu premieťa do územného rozsahu vecného bremena tak, ako to súčasná aplikačná prax prevádzkovateľa IS vyžaduje.

### LITERATÚRA:

- [1] Zákon NR SR č. 162/1995 Z. z. o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam (katastrálny zákon) v znení neskorších predpisov.
- [2] Vyhláška Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky č. 79/1996 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon NR SR o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam (katastrálny zákon) v znení neskorších predpisov.
- [3] HORŇANSKÝ, I.: K otázke vpisu vecného bremena do katastrálneho operátu. Geodetický a kartografický obzor, 50/92, 2004, č. 8, s. 165–168.
- [4] Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov (účinný od 1. 1. 2004).
- [5] Zákon č. 656/2004 Z. z. o energetike a o zmene niektorých zákonov.
- [6] Zákon č. 610/2003 Z. z. o elektronických komunikáciách.
- [7] Stanovisko k zápisu vecného bremena zo zákona. ÚGKK SR [č. KO-413/2004] z 26. 1. 2004.

Do redakcie došlo: 16. 5. 2005

Lektoroval:  
Ing. Matej Bada  
ÚGKK SR

## Pozemkové úpravy v ČR, bilancování, perspektivy

Ing. Jiří Hladík, RNDr. Libor Číhal,  
Ústřední pozemkový úřad,  
Ing. Zbyněk Žižka,  
ČÚZK

528.46

### Abstrakt

*Intenzita procesu pozemkových úprav v České republice (ČR) má v důsledku nových požadavků na pozemkové úpravy silící tendenci. Požadavky na zahajování pozemkových úprav přicházejí z několika zdrojů: optimalizace charakteru držby při zachování vlastnictví; zlepšení infrastruktury; snížení fragmentace parcel; zlepšení biologických parametrů krajiny. Pozemkovou úpravu lze chápat jako silný polyfunkční nástroj rozvoje venkova a důležitý nástroj obnovy katastru. Vstup ČR do Evropské unie obohatil pozemkové úpravy o nové cíle a akcenty. Popis a analýza základních statistik procesu komplexních pozemkových úprav.*

### Land Consolidation in the Czech Republic, Balance, Perspectives

### Summary

*At the moment land consolidation are executed broadly in the Czech Republic (CR). The demand for land consolidation arises from many sources: the need for readjusting unfavourable land division and promoting the appropriate use of the real property without changing the status of ownership; improving the infrastructure; enhancing landscape and natural protection; diminishing undemanding parcel fragmentation. The land consolidation is a strong instrument with multi-purpose objectives. Description and analysis of the basic statistics of land consolidation activities in the CR, with the concentration on complex land consolidation (including whole land area outside of village).*

## 1. Úvod

Pozemkové úpravy se považují za klíčový instrument rozvoje venkova nejen v ČR (Česká republika), ale i ve většině zemí EU (Evropské unie). Pozemkové úpravy intenzivně probíhají a jsou oceňovány ve většině zemí EU – v Německu, Francii, Rakousku, Holandsku. Legislativa pozemkových úprav má v těchto zemích tradici a je detailně a konzistentně rozpracována. Poslední významné změny v legislativě o pozemkových úpravách v těchto zemích sahají do sedmdesátých let minulého století, kdy se měnil tradiční pojem a sociálně-politická role zemědělství ve společnosti (Remembrement Rural, Fluhrbereinigungsgesetz, Real Property Formation Act). Tradiční chápání pozemkových úprav jako pouhé vylepšení držby dostalo další dimenze. Pozemkové úpravy se chápou jako silný multifunkční nástroj rozvoje venkova k dobudování a zlepšení infrastruktury, k tvorbě krajiny, k ochraně přírody až k analýze ekonomického a sociálního potenciálu rozvoje vesnice a implementace opatření k realizaci komplexního ekonomického a sociálního rozvoje vesnice. Posledních osm let se pozemkové úpravy intenzivně realizují na území ČR. Proces pozemkových úprav se opírá o Zákon 139/2002 Sb., o pozemkových úradech a úpravách a vyhlášku č. 545/2002 Sb. Pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí pozemky, zabezpečuje se jim přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Současně se jim zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny. Obvod řešení pozemkové úpravy obvykle zahrne plochu extravilánu katastrálního území. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako závazný podklad pro územní plánování.

Pozemkové úpravy se provádějí zpravidla formou komplexních pozemkových úprav (KPÚ). Pokud je nutné vyřešit pouze některé hospodářské potřeby (urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků, rekonstrukce přídělů, ekologické potřeby v krajinně jako například protierozní nebo protipovodňové opatření), nebo když se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území, provádějí se formou jednoduchých pozemkových úprav.

## 2. Pozemkové úřady a cíle pozemkových úprav

Proces pozemkové úpravy je technicky, organizačně i finančně náročný proces vyžadující delší časové období a je spojen s řadou administrativních rozhodnutí o nové podobě vlastnictví. Ve většině zemí řídí proces pozemkové úpravy dvou či tříúrovňová státní administrativa. Ve své současné podobě tento proces řídí v ČR Ministerstvo zemědělství prostřednictvím pozemkových úřadů s pravomocemi v regionech mapujících hranice bývalých okresů. Prostředky, které vkládá stát do provádění pozemkových úprav jsou obrovské (kolem 0,7 mld Kč ročně), obrovský je též rozsah dokončených respektive rozpracovaných pozemkových úprav. Pozemkové úpravy byly dokončeny do konce r. 2004 na 660 000 ha, z toho připadá na komplexní pozemkové úpravy 192 000 ha. Jednoduché pozemkové úpravy jsou rozpracovány na 25 400 ha a komplexní pozemkové úpravy na 82 500 ha.

ČR se rozsahem ukončovaných pozemkových úprav výrazně odlišuje od svých východoevropských sousedů. Proces pozemkových úprav se opírá v ČR o rozpracovanou legislativu, která např. v Maďarsku chybí.

Pokud procházíme začleněním pozemkových úřadů do státní administrativy v zemích EU, je patrný rozdíl mezi polohou pozemkového úřadu a zemědělskými organizacemi typu pozemkového fondu, státními či polostátními (ve Francii). Problematika pozemkového úřadu je výrazně odlišná de facto a ve většině evropských zemí i de jure, směřovat dva typy rozdílných aktivit nevede k optimálním výsledkům. Činnost zaměstnance pozemkového úřadu je mezioborová, na pomezí mezi geodetem, krajinným inženýrem, projektantem, zemědělcem a pochopitelně manažerem, naproti tomu zemědělské organizace zmíněného typu se převážně zabývají různými typy distribucí půdy popř. podporou hospodaření na ní a obvykle jsou substitutem vlastníka.

Historickým cílem pozemkové úpravy v Evropě bylo a je vylepšení pracovních a produkčních podmínek, snížení produkčních nákladů a podpora adaptací kvantitativních parametrů produkce potřebám trhu. Dalšími nepominutelnými cíli může být v současnosti např. parcelace vodních oblastí (práv, v Norsku), obnova vesnice, což se chápe jako důležitý cíl v Německu, zabránění erozím v jižní Evropě, je skandinávských zemích je hlavním úkolem snížení fragmentace vlastnické držby lesa apod. Pozemková úprava reprezentuje dlouhodobé řešení agrární struktury, cílí na povýšení neproduktivních funkcí zemědělství. Jedním z cílů pozemkové úpravy je zvýšení průměrné zemědělské výměry na funkční farmu v daném území. V zemích, kde je běžný pronájem půdy (Belgie, Francie), to znamená optimální alokaci vlastní i pronajaté půdy funkční farmě. V mnoha zemích je též záměrem pozemkových úprav takové prostorové uspořádání, jež by usnadnilo rozvoj místních průmyslových odvětví a vytvoření prostorových podmínek pro rozvoj bydlení. Pozemkové úpravy by též měly zabránit možným konfliktům mezi různými formami využití půdy, měly by napomoci sladění zájmů územního rozvoje, rozvoje průmyslu, infrastruktury, přírodních rezervací a využití venkova pro rekreaci.

V Německu, kde od r. 1945 nepřetržitě probíhají pozemkové úpravy, je patrný nárůst nezemědělských cílů, např. v r. 2002 zde z 12 700 akcí typu pozemkové úpravy 8770 akcí nebylo iniciováno zemědělským sektorem, prostřednictvím pozemkových úprav se řešily požadavky dopravní sítě, vodohospodářského managementu, rozvoje vesnice, odpadu, ochrany přírody a rekreace.

Proces pozemkové úpravy v ČR má několik iniciačních zdrojů: pomoc hospodaření a zemědělské produkci jako takové; vytvoření a vylepšení infrastruktury hospodaření; zpřístupnění pozemků, zde sehrály pozemkové úpravy velkou roli, napomohly vzniku soukromě hospodařících farem; protipovodňová opatření; antierozní opatření; stavby významných komunikací; vlastnické tlaky na vytvoření optimální podoby držby; přesvědčivá identifikace vlastnictví.

Pozemková úprava v ČR se zabývá v současnosti převážně extravilánem. Zákon v současné podobě takto vymezuje pozemkovou úpravu. Toto pojetí má své historické kořeny, pozemková úprava jako komasace se dotýkala především extravilánu, počátkem devadesátých let nabízela pozemková úprava rychlá řešení pro potenciální samostatně hospodařící zemědělce a tudíž řešit pouze extravilán bylo zcela postačující. Ovšem s posunem náhledu na evropské zemědělství ke komplexním řešením, směrem ke globálnímu rozvoji venkova, řešení omezené na extravilán bez dořešení intravilánu je silně omezující a navíc neekonomické. Pozemková úprava,

jak je pojímána např. v Bavorsku, kde se akcentuje komplexní pohled na vesnici v její územní dynamice při zohlednění estetických parametrů krajiny a rozvoj ekonomického a sociálního potenciálu vesnice, může být pro nás v tomto směru inspirující.

### 3. Finanční prostředky

Koncem r. 2004 bylo dokončeno 498 KPÚ, celkové náklady činily 3,25 mld Kč. Z investovaných prostředků bylo 42 % věnováno na zaměření a vypracování projektu, 13 % na vy-

tyčení nového návrhu a 45 % na realizaci stavebních prací, z realizací bylo 89 % věnováno na výstavbu cest. Tab. 1 uvádí průměrné náklady v jednotlivých nákladových kategoriích a příslušné směrodatné odchylky  $\sigma$  [1].

Převážná část pozemkových úprav (436) byla ukončena po roce 1999. Bez zohlednění inflace nebyla po roce 1999 pozorována žádná významná změna v nákladových kategoriích vztažených na hektar, ANOVA (analýza rozptylu) nesignalizuje statisticky významný meziroční posun v nákladech na hektar (tab. 2). Pravděpodobně z důvodů zvládnutí procesu pozemkovými úřady se ukazuje racionalizace v nákladech, celkové náklady na hektar mají i bez zohlednění inflace dlouhodobou mírně klesající tendenci.

V tab. 3 se porovnávají základní nákladové kategorie v krajském třídění, analýza rozptylu naznačuje signifikantní rozdíly nákladů v krajském třídění, krajské rozdíly se dají vysvětlit rozdílnými cenami geodetických prací, tradiční strukturou držby a zájmem o původní parcely v daném regionu, geografickými rozdíly nebo též organizačními problémy se zvládnutím procesu pozemkové úpravy.

Tab. 1 Nákladové kategorie

kategorie	celkem	průměr	odchylka $\sigma$	%
náklady celkem	3 246 964	6647	5719	100
zaměření + projekt	1 369 536	2812	2537	42,2
vytyčení	428 173	863	880	13,2
realizace	1 449 255	2922	4500	44,6
náklady na cesty	1 294 883	2600	5196	

Údaje jsou v tisících Kč

Tab. 2 Náklady na hektar

rok	cena bez realizací		cena návrhu		cena vytyčení	
	v tisících Kč					
	průměr	odchylka $\sigma$	průměr	odchylka $\sigma$	průměr	odchylka $\sigma$
2000	11,1	5,7	8,0	4,2	3,1	2,7
2001	11,0	4,5	8,3	3,7	2,7	2,2
2002	10,2	6,5	7,9	5,6	2,4	2,1
2003	10,1	5,2	7,5	4,0	2,4	1,8
2004	10,1	5,9	7,6	4,8	2,5	2,9

Tab. 3 Náklady po krajích na hektar (v tisících Kč)

kraj	N	cena bez realizací		cena návrhu		cena vytyčení	
		průměr	odchylka $\sigma$	průměr	odchylka $\sigma$	průměr	odchylka $\sigma$
Středočeský	78	8,7	3,4	5,4	2,5	3,1	2,3
Jihočeský	71	8,1	3,4	6,1	2,7	1,9	1,8
Plzeňský	35	12,3	6,2	6,9	2,9	4,9	2,7
Karlovarský	30	6,9	4,9	3,4	2,8	3,4	2,9
Ústecký	17	14,1	10,5	8,4	4,8	5,7	6,0
Liberecký	8	9,0	3,5	7,2	3,0	1,8	1,7
Královéhradecký	32	7,5	3,5	5,5	2,6	1,9	2,1
Pardubický	38	5,6	3,0	4,0	2,0	1,6	1,6
Vysočina	53	11,5	4,4	8,8	3,5	2,7	1,8
Jihomoravský	74	13,2	7,3	11,4	6,1	1,8	1,8
Olomoucký	30	11,5	4,3	10,1	5,4	1,9	1,8
Moravskoslezský	6	9,8	4,8	7,8	4,0	2,5	1,5
Zlínský	12	17,1	5,8	15,0	5,1	2,1	1,2
celkem	484	10,0	5,7	7,4	4,7	2,6	2,5

N je počet KPÚ



#### 4. Komplexní pozemková úprava

Dokončením KPÚ se rozumí převzetí výstupu z projektu pozemkové úpravy katastrálním úřadem. Komplexní pozemkové úpravy probíhají na celém území státu, v posledních letech se ročně v závislosti na finančních možnostech dokončuje asi 80 KPÚ. Na projektování KPÚ se v ČR podílelo 157 soukromých firem, KPÚ je tedy též velkým zaměstnavatelem v daném oboru a zdrojem ekonomické aktivity. V 6,5 % případech byly KPÚ projektovány vlastními kapacitami pozemkových úřadů (pozemkový úřad ve funkci zodpovědného řešitele či přímého koordinátora řešení). Průměrná doba trvání KPÚ vypracované pozemkovými úřady byla 4,36 roku, soukromými firmami 5,26 roku (signifikantní rozdíl,  $p = 0,031$ ). Statisticky signifikantní rozdíly mezi projektem vypracovaným pozemkovým úřadem a firmou se projevují i v dalších parametrech (ovšem zde se nezohledňují náklady na chod úřadu a na pracovní sílu):

- cena projektu na ha 4950 Kč (firma 7570 Kč);
- celkové náklady na ha bez realizací 6440 Kč (firma 10 190 Kč);
- vytyčení 1630 Kč (firma 2650 Kč).

Nejfrekventovanější řešitelé KPÚ v ČR jsou uvedeni v tab. 4, dále je uvedena výměra KPÚ, počet parcel před a po KPÚ a koeficient defragmentace (počet parcel po KPÚ / počet parcel před KPÚ).

Na jednu řešitelskou firmu připadá v průměru 2,6 řešených KPÚ, přitom 89 řešitelů řešilo pouze jednu KPÚ. Prů-

měrná doba trvání KPÚ do okamžiku druhého rozhodnutí činí 5,2 roku, přitom doba trvání KPÚ vykazuje statisticky signifikantní rozdíly na úrovni krajů na jednocentní hladině významnosti (tab. 5). Zohledňují se pouze ty rozsahy souborů a statistik, kdy je zjištěna hodnota příslušných parametrů.

Doba trvání KPÚ není signifikantně korelována se žádným ze sledovaných parametrů, test  $\chi^2$  [1] však na jednocentní hladině udává ovlivnění mezi kategoriemi doby trvání a počty parcel a stejně tak mezi kategoriemi doby trvání a kategoriemi nákladů na projekt (tab. 6). Nebylo pozorováno kategoriální ovlivnění mezi dobou trvání a výměrou území pozemkové úpravy. Krajské rozdíly (tab. 7) jsou patrné ve fragmentaci parcel na list vlastnictví (LV), pozemková úprava nevede k významnější redukci počtu vlastnictví, i když třeba ve Francii a v Maďarsku je to též jedna z hlavních cílů pozemkové úpravy.

#### 5. Základní statistiky souboru ukončených pozemkových úprav v ČR

Pozemkovou úpravou se podstatným způsobem mění struktura katastrálního území. Nová struktura by měla být navržena tak, aby odpovídala současným představám o ekonomii hospodaření, musí se zohlednit a implementovat do návrhu protiriziková opatření ve smyslu erozního ohrožení půdy, nebezpečí přívalových dešťů, povodní. Navržená cestní síť a základní morfologie parcel by měly odpovídat současně hos-

Tab. 4 Nejfrekventovanější řešitelé KPÚ v ČR

firma	počet dokončených KPÚ	výměra [ha]	počet parcel před KPÚ	počet parcel po KPÚ	koeficient defragmentace
Agroprojekt PSO Brno	47	25 670	76 902	36 168	0,47
Agroprojekce Litomyšl	14	5885	12 737	5983	0,47
Kadlec K. K. Nusle	14	2844	4778	3160	0,66
EKOS T s. r. o. Třebíč	11	9094	16 197	7904	0,49
VEST-projekt, České Budějovice	11	4764	11 985	3623	0,30
AGROPOZ v.o.s. České Budějovice	10	3512	7741	2874	0,37
AP Plzeň – projektové sdružení, Ing. Mergl, Pod Všemi svatými 4, Plzeň	10	3301	8238	3555	0,43
LANDINFO	10	3204	7130	2958	0,41
AGEO Brno	9	3538	9452	4763	0,50
AGREGO	9	3268	9867	3502	0,35
Aquatis a. s. Brno	9	3108	11 984	8318	0,69
Georeal Plzeň	9	4776	6593	3426	0,52
Agrostav Litomyšl	8	2705	4166	2369	0,57
Geocentrum s. r. o. Olomouc	8	5490	8322	4595	0,55
Ing. Josef Honz, CSc., Písek	8	3668	11 603	2690	0,23
Ing. Miroslav Charvát –Ingeos, Masarykova 2462/55, Teplice	8	2259	4754	2461	0,52
NATURPROJEKT Karlovy Vary	8	2434	4933	2257	0,46
Hydroprojekt Praha	7	2528	3722	1622	0,44
LANDservis Č. B.	7	2464	4734	2077	0,44
ORIS s. r. o., J. Mišáka 44, Olomouc	7	2341	5580	2870	0,51

podářské využitelnosti pozemků. Představy vlastníků mohou pochopitelně narušit vizi projektanta.

Snížení fragmentace pozemků i vlastnictví je žádaným výstupem pozemkové úpravy. Z tab. 8 je patrné, že počet parcel po pozemkové úpravě poklesl na polovinu a podstatně se zvětšila průměrná výměra parcely, což je pozitivní trend. Párový *t*-test [1] signalizuje statisticky signifikantní posun ve všech podstatných parametrech pozemkové úpravy jako jsou počty vlastnických parcel v dotčeném území, celkový obvod vlastnických parcel, průměrný obvod vlastnické parcely a průměrná výměra vlastnické parcely (tab. 9).

Tab. 10 udává změnu průměrné výměry parcely a koeficientu defragmentace v procesu KPÚ v jednotlivých krajích (je patrná jistá homogenita parametrů KPÚ na krajské úrovni, viz např. rovnici 3). Tab. 11 udává bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ) s největšími výměrami v procesu KPÚ.

KPÚ se začaly intenzivně řešit po r. 1999, kdy se tímto směrem přesunul akcent činnosti pozemkových úřadů od jednoduchých pozemkových úprav. Rozsah nově zahajovaných i dokončovaných pozemkových úprav závisí na vlo-

Tab. 5 Doba trvání KPÚ (roky)

Kraj	<i>N</i>	průměr	odchylka $\sigma$
Středočeský	75	6,1	2,7
Jihočeský	74	4,4	2,2
Plzeňský	32	5,0	1,9
Karlovarský	20	6,1	2,0
Ústecký	15	4,9	1,8
Liberecký	7	5,7	1,9
Královéhradecký	33	4,2	1,9
Pardubický	30	4,9	2,1
Vysočina	49	6,1	2,2
Jihomoravský	70	5,3	2,4
Olomoucký	27	4,6	1,5
Moravskoslezský	6	4,8	3,3
Zlínský	12	4,4	0,7
celkem	450	5,2	2,3

Tab. 6 Kategorie doby trvání v. nákladové kategorie

	tertil náklady na projekt				suma
		1	2	3	
tertil doba trvání	1	39	31	18	88
	2	60	56	70	186
	3	43	57	65	165
Suma		142	144	153	439
	Hodnota		df	Asymp. Sig. (2-sided)	
Pearsonovo kritérium	13,26127026		4	0,010067	

Tab. 7 Krajské přehledy

kraj	<i>N</i>	před KPÚ		po KPÚ		před KPÚ		po KPÚ	
		plocha KPÚ	počet LV	plocha KPÚ	počet LV	výměra na LV	výměra na LV	počet parcel LV	počet parcel LV
Středočeský	75	25189	7391	6970	3,4	3,6	5,7	3,2	
Jihočeský	74	27012	6692	6436	4,0	4,2	10,0	3,6	
Plzeňský	32	8952	2837	2610	3,2	3,4	7,1	3,6	
Karlovarský	20	4768	499	512	9,6	9,3	11,4	9,1	
Ústecký	15	6371	1132	1060	5,6	6,0	9,1	4,5	
Liberecký	7	1726	404	398	4,3	4,3	11,4	5,7	
Královéhradecký	33	8821	2981	2864	3,0	3,1	5,4	3,2	
Pardubický	30	12 437	4445	4397	2,8	2,8	5,8	2,9	
Vysočina	49	25 454	5057	5325	5,0	4,8	10,5	4,1	
Jihomoravský	70	32 630	23 715	23 593	1,4	1,4	5,0	2,7	
Olomoucký	27	16 260	5991	5952	2,7	2,7	5,3	2,8	
Moravskoslezský	6	2943	619	566	4,8	5,2	8,3	5,2	
Zlínský	12	4100	2633	2620	1,6	1,6	4,8	3,3	
celkem	450	176 662	64 396	63 303	2,7	2,8	6,4	3,2	

Plocha a výměra jsou udány v hektarech

Tab. 8 Parametry pozemkové úpravy

	průměr	N	směrodatná odchylka
PPARPRED (počet parcel před KPÚ)	931	484	860
PPARPO (počet parcel před KPÚ)	458	484	435
LVPRED (počet vlastníků před KPÚ)	148	475	174
LVPO (počet vlastníků před KPÚ)	144	475	172
OPARPRED (obvod parcel před KPÚ)	216 769	452	211 281
OPARPO (obvod parcel po KPÚ)	127 067	452	117 676
O_PA_PO (průměrný obvod parcely po KPÚ)	298	448	138
O_PA_PRE (průměrný obvod parcely před KPÚ)	249	448	137
plot size after (průměrná výměra parcely po KPÚ)	1,12	483	0,81
plot size before (průměrná výměra parcely před KPÚ)	0,59	483	0,51

Obvody jsou uvedeny v metrech, výměra v hektarech

Tab. 9 Párový test změny

Párový test	Párová diference		Sig. (2-tailed)
	průměrná	směrodatná odchylka	
PPARPRED – PPARPO	472,6	522,1	0,01
OPARPRED – OPARPO	89 702	122 129	0,01
O_PA_PO – O_PA_PRE	48,7	103,94	0,01
plot size after – plot size before	0,53	0,49	0,01

Obvody jsou uvedeny v metrech, výměra v hektarech

Tab. 10 Parametry pozemkové úpravy – kraje

kraj	N	průměrná výměra parcely				koeficient defragmentace
		před KPÚ [ha]		po KPÚ [ha]		
		průměr	odchylka $\sigma$	průměr	odchylka $\sigma$	
Středočeský	79	0,8	0,5	1,6	0,9	0,52
Jihočeský	74	0,4	0,2	1,2	0,5	0,36
Plzeňský	35	0,6	0,2	1,2	0,6	0,46
Karlovarský	20	0,9	0,5	1,2	0,8	0,78
Ústecký	17	0,7	0,6	1,4	1,1	0,52
Liberecký	8	0,4	0,2	0,8	0,4	0,50
Královéhradecký	35	0,6	0,1	0,9	0,3	0,61
Pardubický	38	0,6	0,2	1,0	0,4	0,54
Vysočina	53	0,6	1,0	1,2	1,5	0,48
Jihomoravský	76	0,4	0,4	0,7	0,4	0,60
Olomoucký	30	0,7	0,4	1,2	0,5	0,59
Moravskoslezský	7	0,7	0,4	1,1	0,9	0,64
Zlínský	12	0,4	0,2	0,5	0,2	0,78
celkem	484	0,6	0,5	1,1	0,8	0,52

žených prostředcích. V posledních letech se počet dokončených pozemkových úprav za rok blíží 90; odpovídá to lidské a materiální kapacitě pozemkových úřadů a firem, které se na řešení podílejí a možnostem financování celého procesu.

Průběh dokončovaných KPÚ v hektarech je znázorněn na grafu 1, průběh počtu parcel před a po KPÚ je patrný z grafu 2 a průběh počtu vlastníků před a po KPÚ je znázorněn na grafu 3.

## 6. Regresní rovnice fragmentace

Pozemková úprava snižuje podstatným způsobem fragmentaci parcel v katastrálním území, soubor dokončených komplexních pozemkových úprav je dostatečně rozsáhlý, pro testování vlivů na snížení fragmentace. Na úrovni státu se z lineárních modelů závislosti počtu parcel po KPÚ na parametrech před pozemkovou úpravou jako nejvhodnější ukázala závislost mezi počtem parcel po pozemkové úpravě na jedné straně a počtem parcel před pozemkovou úpravou, počtem vlastníků před pozemkovou úpravou a podílem hlavní bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ),

$$pparpo = 72,01 + 0,298 * pparpred + 0,882 * pr\_bpej + 0,951 * lvpred; \quad (1)$$

koeficient determinace  $R^2 = 0,82$ ,  $pr\_bpej$  je podíl hlavní  $bpej$ .

Koeficienty defragmentace (počet parcel po KPÚ/počet parcel před KPÚ) se významně liší na úrovni krajů. Silnější regresní závislosti můžeme vypočítat na úrovni krajského třídění.

Jedním z cílů KPÚ je zvětšit průměrnou plochu na parcelu. Nelineární model (2) vyjadřuje regresní vlivy na průměrnou výměru parcely po pozemkové úpravě. Z rovnice je patrný jistý objektivní charakter procesu, průměrná výměra parcely závisí na parametrech situace v katastrálním území před pozemkovou úpravou, v krajské úrovni je patrná ještě silnější závislost. Můžeme tedy spekulovat o jistém objektivním charakteru procesu, který si implicitně vynucuje směr řešení,

$$af = 0,212 + 1,396 * ai - 0,0066 * ai * obv/vykpu + 0,226 * ln(vykpu/lvpred), \quad (2)$$

koeficient determinace  $R^2 = 0,8$ , kde  $af$ ,  $ai$  je průměrná výměra parcely po a před KPÚ,  $obv$  je obvod KPÚ,  $vykpu$  je výměra KPÚ,  $lvpred$  je počet vlastníků před KPÚ.

Pokud vyloučíme data Středočeského, Jihočeského a Západočeského kraje, dává model (2) koeficient determinace 0,91. Vzhledem k tomu, že analýza rozptylu dává signifikantní rozdíly  $af$  na úrovni krajského třídění, je na úrovni krajů patrná jistá homogenita. Nejtěsnější vazba v modelu (2) byla pozorována u krajů Vysočina ( $R^2 = 0,98$ ), Karlovy Vary (0,94), Liberec (0,93), s různými regresními koeficienty v modelu.

V případě Plzeňského kraje můžeme nalézt silnou závislost následujícího typu pro počet parcel po KPÚ:

$$pparpo = -61,79 + 0,0094 * pparpred + 1,725 * lvpred + 0,0011 * oparpred^{0,8}, \quad (3)$$

Tab. 11 Nejfrekventovanější kódy BPEJ

kód BPEJ	[ha]
30100	3284
10100	2985
73211	2672
30200	2476
73214	2373
30810	2215
20100	2145
35800	2099
51400	1921
72911	1895
00100	1732
72901	1530
83421	1524
51200	1482
55301	1463
75011	1410
72614	1369

s koeficientem determinace 0,92, kde  $oparpred$  znamená obvod parcel vstupujících do KPÚ, podobné typy závislosti se dají odvodit pro další kraje. Svědčí to o homogenizačním efektu krajské úrovně.

## 7. Pozemkové úpravy a katastr

Pozemkové úpravy, které na území ČR probíhaly v různých formách od ukončení druhé světové války znamenaly vždy značné zásahy do evidence nemovitostí, ať se jednalo o pozemkový katastr do roku 1955, o jednotnou evidenci půdy vedenou v letech 1956–1964 nebo o evidenci nemovitostí v letech 1964–1992. Hlavním cílem všech pozemkových úprav v uvedených obdobích bylo vždy přispět k naplnění určitého politického zájmu a cíle s tím, že po roce 1948 byl zcela potlačen institut soukromého vlastnictví. Od roku 1992 jsou pozemkové úpravy prováděny na kvalitativně jiném základě, podle nových předpisů, které zvýší i význam pozemkových úprav pro správu a vedení katastru nemovitostí ČR.

Přípravu podkladů, spolupráci pozemkových a katastrálních úřadů (příslušných katastrálních pracovišť) v celém průběhu pozemkových úprav a zejména využití výsledků pozemkových úprav pro katastr nemovitostí dnes upravují příslušná ustanovení jak zákona č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech, tak příslušná ustanovení zákona č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí ČR (katastrální zákon), ve znění pozdějších předpisů, a prováděcích předpisů k oběma zákonům. Mimořádný význam pozemkových úprav je v těchto právních předpisech zdůrazněn mimo jiné i jednoznačně stanoveným požadavkem na odbornou způsobilost fyzických a právnických osob, které pozemkové úpravy projektují a realizují. Pro katastr nemovitostí mají pak hlavní význam pozemkové úpravy v těch katastrálních územích, ve kterých jsou prováděny formou KPÚ. Vzhledem ke značně omezeným možnostem rozpočtu kapitoly 346 „Český úřad zeměměřický a katastrální“

(ČÚZK) je rozsah obnovy katastrálního operátu, a to zvláště novým mapováním z tohoto zdroje nedostatečný. KPÚ jsou proto od roku 1992 rozhodující formou obnovy katastrálního operátu novým mapováním především v extravilánu katastrálních území s dosud platnou katastrální mapou v sáhovém měřítku 1:2880 vyhotovenou na podkladě grafických map bývalého pozemkového katastru v souřadnicovém systému Gustenberském a Svatoštěpánském. Tyto katastrální mapy, které vznikaly od poloviny 19. století přibližně do konce dvacátých let minulého století, jsou stále základem souboru geodetických informací téměř na dvou třetinách katastrálních území z jejich celkového počtu 13 027 na území ČR. Optimální využití výsledků KPÚ pro katastr má svůj základ v úzké spolupráci příslušných pozemkových a katastrálních úřadů, která začíná přípravou KPÚ a končí rozhodnutím pozemkového úřadu o výměně nebo přechodu vlastnických práv k pozemkům a případně vyhlášením platnosti obnoveného katastrálního operátu. Podkladem pro zpracování návrhu KPÚ je platný soubor popisných a geodetických informací katastru doplněný dalšími předměty a prvky potřebnými pro jejich zpracování, které již zpravidla zůstanou obsahem nového souboru geodetických informací i po jejich ukončení. Nová právní úprava umožňuje v rámci KPÚ zaměřovat i pozemky, které nejsou předmětem KPÚ, ale u nichž se obnovuje pouze soubor geodetických informací. Smyslem této úpravy je, aby vznikl nový soubor geodetických informací pro ucelené území KPÚ. Z důvodu napojení nově vznikajícího operátu na operát ve zbývající části katastrálního území se zaměřují i hranice pozemků na obvodu KPÚ, kterých se vlastní pozemková úprava bezprostředně netýká. Geometrická a polohová přesnost podkladu pozemkových úprav musí odpovídat příslušným ustanovením zvláštního právního předpisu, kterým je vyhláška ČÚZK č. 190/1996 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Výsledkem KPÚ je, stejně jako při obnově katastrálního operátu novým mapováním, nejen digitální soubor geodetických informací – vektorová katastrální mapa, ale na základě rozhodnutí pozemkového úřadu o výměně nebo přechodu vlastnických práv k pozemkům i nový soubor popisných informací. Výsledky všech zeměměřických činností, které jsou podkladem pro návrh KPÚ, musí být ověřeny fyzickou osobou, které bylo uděleno úřední oprávnění podle zákona č. 200/1994, o zeměměřictví, ve znění pozdějších předpisů, a prováděcí vyhlášky č. 31/1995, ve znění pozdějších předpisů. K posouzení způsobilosti převzetí výsledků pozemkových úprav do katastru nemovitostí je třeba, aby pozemkový úřad předal výsledky příslušnému katastrálnímu úřadu nejpozději do 30 dnů před vydáním rozhodnutí pozemkového úřadu o výměně nebo přechodu vlastnických práv k pozemkům, popřípadě před zrušením nebo zřízením věcného břemene. Pro katastr má především velký význam to, že při KPÚ se uspořádají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Nové uspořádání vlastnických práv je pak významné pro správu a vedení katastru, nejen v územích s nedokončeným přidělovým a scelovacím řízením, ale i ve všech ostatních katastrálních územích, ve kterých jsou dosud v katastru evidovány zemědělské a lesní pozemky, jejichž hranice v terénu neexistují a jsou sloučeny do velkých půdních celků, zjednodušeným způsobem. S využitím podkladů dřívějších pozemkových evidencí, tj. bývalého pozemkového katastru, pozemkových knih a navazujících operátů přidělového a scelovacího řízení, již projekt KPÚ odhalí případné omyly a chyby v katastru, vzniklé v důsledku politických zásahů do evidence nemovitého majetku a jeho vlastnictví v uplynulém období. Vyřeší se neznámí

nebo domnělí vlastníci, vlastnické i katastrální hranice jsou nově a jednoznačně určeny v souřadnicích, popřípadě jsou v terénu stabilizovány. Všechny parcely mají digitálně určenou výměru a je provedena aktualizace údajů o BPEJ všech pozemků.

Myšlenka spojit provádění pozemkové úpravy s obnovou katastrálního operátu a vytvořit k tomu odpovídající legislativní prostředí měla od roku 1992 svůj vývoj. Vyvíjela se nejen spolupráce pozemkových úřadů s katastrálními úřady, ale také úroveň odborné spolupráce se zainteresovanými podnikatelskými subjekty, s fyzickými i právníckými osobami, které, na smluvním základě s pozemkovým úřadem, pozemkové úpravy projektují a realizují. Lze konstatovat, že přes počáteční problémy se pozemkové úpravy v současnosti úspěšně realizují nejen jako klíčový nástroj rozvoje venkova, ale také významně přispívají k obnově katastrálního operátu, závažné problémy přitom již neexistují. V současné době jsou výsledky zeměměřických činností určené k využití pro katastr předávány katastrálnímu úřadu ve většině případů v předepsané kvalitě a v dostatečném předstihu před vydáním rozhodnutí pozemkového úřadu o výměně nebo přechodu vlastnických práv k pozemkům.

Do 30. 6. 2005 byly z celkového počtu 2 705 katastrálních území (k. ú.), ve kterých byl od roku 1992 obnoven katastrální operát ve formě digitální katastrální mapy (DKM), využity výsledky pozemkových úprav ve 563 k. ú., tj. 4,1 % z celkového počtu 13 027 k. ú. Mimořádný význam pozemkových úprav pro katastr nemovitostí poněkud snižuje skutečnost, že pozemkovými úpravami je obnovena katastrálního operátu provedena pouze na části katastrálního území vymezeného obvodem pozemkových úprav a dokončení obnovy na zbývající části včetně intravilánu obce je závislé pouze na kapacitních a finančních možnostech územně příslušného katastrálního úřadu. K 30. 6. 2005 byla tak z výše uvedených 563 k. ú. dokončena obnova v celých katastrálních územích pouze ve 288 případech. Ve zbývajících 275 katastrálních územích, ve kterých byla vyhlášena platnost obnoveného katastrálního operátu na podkladě pozemkových úprav pouze na části území, existují zpravidla dva druhy kvalitativně odlišných katastrálních map a ostatních součástí katastrálního operátu, což působí katastrálnímu úřadu problémy při správě a vedení katastru i ve vztahu k veřejnosti – při poskytování údajů z katastru.

K dosaženým dobrým výsledkům významnou měrou přispěla a přispívá i úzká spolupráce na centrální úrovni mezi Ústředním pozemkovým úřadem a Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním. Pokud, při celkově příznivém hodnocení dosavadních výsledků a vzájemné spolupráce mezi úřady, se drobné problémy ještě dnes vyskytnou nebo přetrvávají, řeší se již v konkrétních podmínkách mezi pozemkovým úřadem a příslušným katastrálním úřadem (příslušným katastrálním pracovištěm).

## 8. Perspektivy pozemkových úprav v ČR

Z předchozích statistik je patrné, že trend snižování fragmentace parcel i vlastnictví zůstane zachován, popř. bude ještě akcelarovat. To na rozdíl od zemí západní Evropy, kde možnosti v tomto směru jsou již vyčerpány. Snižování fragmentace vlastnických parcel a konsekventně i uživatelských parcel zůstane strategickým cílem pozemkových úprav i v budoucnosti. Toto historické poslání pozemkových úprav však vzhledem na vývoj ve vlastnických vztazích v posledních

60 letech a formě a velikosti zemědělských podniků v ČR bude převyšeno zájmem o obnovu katastrálního operátu v těch katastrech, kde to jinou cestou prakticky ani nejde a pomoc při realizaci veřejně prospěšných staveb a technických opatření proti povodním a erozi.

S výraznou finanční podporou Pozemkového fondu ČR budou dále realizovány pozemkové úpravy v katastrálních územích s nedokončeným přidělovým řízením pro urychlení procesu privatizace státní zemědělské půdy a obnovu katastrálního operátu v těchto katastrech.

Význam pozemkových úprav v ČR pochopila i EU, když došlo ke schválení opatření 2.1.1. pozemkové úpravy v Operačním programu rozvoj venkova a multifunkční zemědělství. Díky tomu bude do procesu pozemkových úprav v ČR vloženo v účetním období 2004 až 2006 1,6 mld korun z fondu EU.

Jak již bylo řečeno výše, význam pozemkových úprav jako nástroje defragmentace parcel je již v celé Evropě výrazně převyšeno zájmem o využití pozemkových úprav jako nástroje pro usnadnění realizace různých technických opatření. Neustále se zvyšuje zájem ze strany velkých investorů (Ředitelství silnic a dálnic, krajů, obcí...) o zahájení pozemkových úprav při realizaci liniových a veřejně prospěšných staveb. Pokud souběžně postupuje výstavba dálnice a probíhá pozemková úprava, zjednoduší se proces výměny vlastnických vztahů k pozemkům pod stavbou, vyřeší se vlastnické vztahy k pozemkům rozděleným tělesem dálnice, vyřeší se přístupy k pozemkům, odvod vody z dálnice, přetáté biokoridory a další opatření v krajině, které výstavba dálnice nutně vyvolá. Pro investora pak toto řešení přináší výrazné urychlení výstavby dálnice.

Hovoříme-li v tomto článku o pozemkových úpravách jako o nástroji rozvoje venkova, pak to není prázdné heslo. Již schválený Program obnovy venkova (usnesení Vlády 730/1998) uvádí pozemkové úpravy jako hlavní nástroj pro naplnění cílů rozvoje venkova. Jako hlavní pak vnímáme neustále se zvyšující zájem, především venkovských obcí, o provádění pozemkových úprav, a to především s důrazem na realizaci společných zařízení, které dnes obce vnímají jako jedinou možnost pro řešení dopravní obslužnosti území a realizaci opatření vedoucích ke zvýšení ekologické stability území a ochranu majetku proti vodní a větrné erozi a povodním. Vývoj počasí v posledních letech a jeho chmurné předpovědi do budoucna, dávají pádný argument pro zvýšení důrazu na provádění pozemkových úprav s ohledem na zvýšení retenčních schopností krajiny a ochranu území před povodněmi. Dalším důvodem zvýšeného zájmu obcí je i provázání územně plánovací dokumentace a provedení pozemkové úpravy. Mnoho územních plánů končí prakticky na hranici zastavěného nebo zastavitelného území obce, tedy na hranici intravilánu, zatímco větší část správního území obce-extravilán, tak není většinou vůbec řešen. Pozemková úprava tak nahrazuje tento nedostatek a vedle toho, že vyřeší vlastnickou držbu a scelení pozemků, navrhne a realizuje společná zařízení a tak se stává významným nástrojem krajinného plánování.

Pozemkové úpravy tak mají velkou perspektivu v rozvoji celé ČR, vlastníci, komunální i krajské samosprávy, investoři a pracovníci katastrálních úřadů jsou si toho již plně vědomi, zbývá nám ještě o významu pozemkových úprav přesvědčit politickou reprezentaci.

Pozemkové úpravy se od konce devatenáctého století pomalu mění od nástroje pro scelení pozemků, přes vytváření polní cestní sítě k řešení obchvatů obcí a měst a následně výstavbě větších liniových staveb až po jejich

současnou podobu v celé Evropě a tou je skutečné krajinné plánování.

## 9. Závěr

Pozemkové úpravy jsou rozsáhlým a náročným procesem, počáteční impulsy pozemkových úprav – restituční a vyčlenění prozatímního užívání dostaly další inspirační zdroje, jako je obnova katastru, zlepšení charakteru držby, dobudování infrastruktury a posléze obnova venkova jako taková. Pozemkové úpravy významně mění základní parametry držby, napomáhají přesvědčivé identifikaci vlastnictví pozemků, jsou významným nástrojem obnovy venkova. V evropském měřítku se chápou jako instrument řešení strukturálních problémů v zemědělství. Význam a smysl pozemkových úprav závisí na společenské objednávce a prochází vývojem. Pozemková úprava bude dále opouštět ryze zemědělské funkce a bude ještě více zaměřena na povznesení celé venkovské oblasti ve všech aspektech.

## LITERATURA:

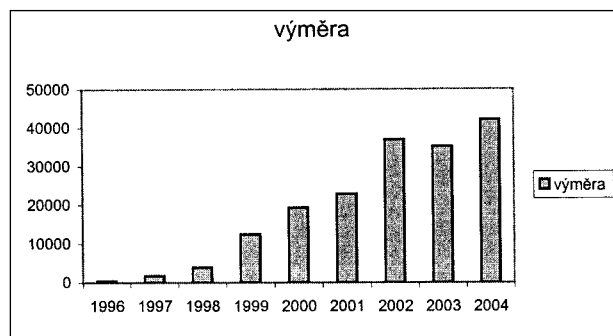
[1] MELOUN, M.–MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, Plus 1994.

Do redakce došlo: 25. 8. 2005

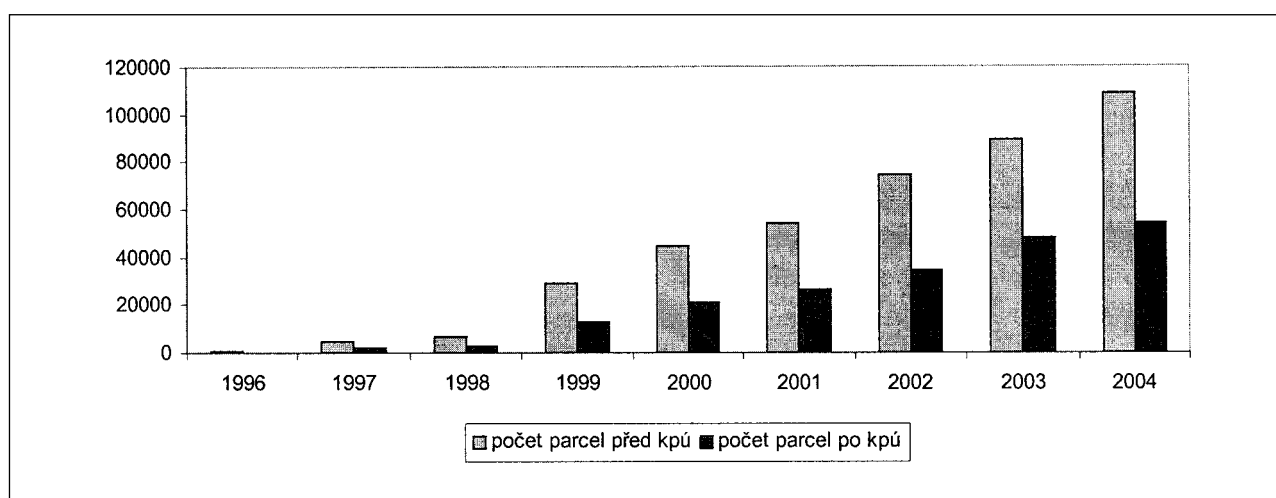
## Pro příští GaKO připravujeme

SKOŘEPA, Z.: **Podobnostní a shodnostní transformace souřadnic v rovině**

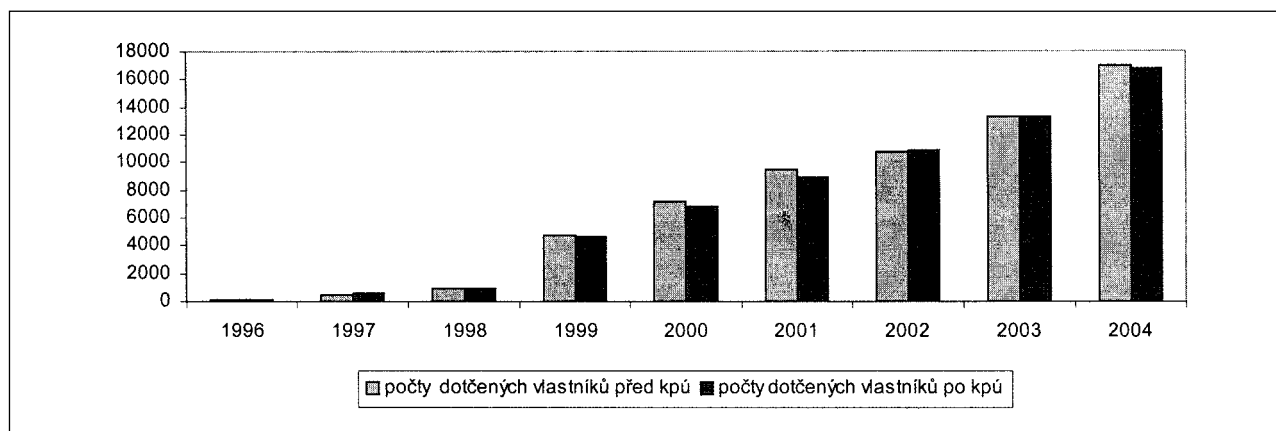
POKORNÁ, M.: **Mapování mořského dna v oblasti Porkupinské pánve**



Graf 1 Výměra dokončených KPÚ



Graf 2 Počet parcel před a po KPÚ



Graf 3 Počet vlastníků před a po KPÚ



Ve dnech 16. až 18. března 2006 se uskuteční na výstavišti v Praze - Letňanech první ročník mezinárodního veletrhu geodézie, kartografie, navigace a geoinformatiky

# GEOS 2006

Dovolujeme si Vás pozvat k návštěvě této akce a její doprovodné konference



Doprovodná konference veletrhu GEOS 2006 bude zaměřena na následující témata:

**16. 3. 2006 - Čtvrtek**

- Současný stav a budoucnost oboru a profese
- Geodetické základy

**17. 3. 2006 - pátek**

- Geodetické práce
- Katastr nemovitostí
- Geoinformace a GIS
- Fotogrammetrie a dálkový průzkum

**18. 3. 2006 - sobota**

- Navigační systémy a služby založené na lokaci
- Kartografie a mapová tvorba

**16. -18. 3. 2006**

**PVA Letňany - Praha / Prague Trade Fair Area Letňany**

[www.igeos.cz](http://www.igeos.cz)

TERINVEST, spol. s r. o., Legerova 15, 120 00 Praha 2, tel.: +420 221 992 130,  
[geos@terinvest.com](mailto:geos@terinvest.com)

