

ANALÝZA STAVU ERÓZIE PÔDY A PROTIERÓZNYCH OPATRENÍ V ČÍNSKOM REGIÓNE SPRAŠOVÁ TABUĽA

ANALYSIS OF THE STATE OF SOIL EROSION AND SOIL CONSERVATION MEASURES IN THE LOESS PLATEAU OF CHINA

**Štefan Koco^{1,2}, Stanislav Torma², Jozef Vilček^{1,2},
Gabriela Barančíková², Yanan Tong³, Lianyou Liang³,
Puhui Ji³, Tingyu Hou³**

Abstract:

Soil erosion is one of the most serious soil degradation processes in the world. Inception and progression of erosion is conditioned by a combination of natural and by human influences factors. Long-term highest values of soil sediments runoff is in the Loess Plateau in China. The paper summarizes information about the intensity and consequences of soil erosion in this area. It also describes the implemented soil conservation measures and their effects on the land stabilization of the Loess Plateau. Significantly values of soil sediments runoff in the half of 20th century, in some places reached up to 530 t.ha⁻¹.year⁻¹ have been for the last 60 years reduced by 87%. The current average value of soil sediments runoff is in the range of 10-25 t.ha⁻¹. year⁻¹. Loess Plateau provides sufficient scope for studying the phenomenon of erosion and its effects and research ways to prevent it.

Key words:

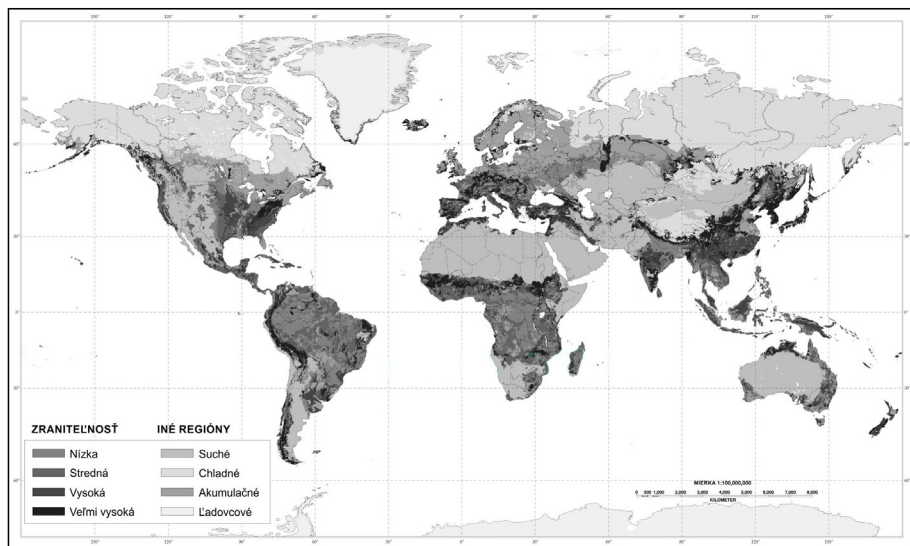
Soil erosion, Soil conservation, Loess Plateau, Yellow River, China

ÚVOD

Pôda, ako jedna z najväčších hodnôt našej planéty, trpí v dôsledku intenzívneho využívania nielen poklesom kvality, ale aj rozlohy. Degradácia pôd je jedným z najstarších procesov znehodnocovania životného prostredia človekom. Zároveň, ako základný zdroj poľnohospodárskej produkcie, predstavuje tento proces význam-

-
- 1 **RNDr. Štefan Koco, PhD., Prof. Ing. Jozef Vilček, PhD.,** Katedra geografie a regionálneho rozvoja FHPV PU v Prešove, Ul. 17. Novembra 1, 081 16 Prešov, e-mail: stefan.koco@unipo.sk, jozef.vilcek@unipo.sk
 - 2 **RNDr. Štefan Koco, PhD., Ing. Stanislav Torma, PhD., Prof. Ing. Jozef Vilček, PhD., RNDr. Gabriela Barančíková, PhD.,** Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Raymanova 1, 081 01 Prešov, e-mail: s.koco@vupop.sk, s.torma@vupop.sk, j.vilcek@vupop.sk, g.barancikova@vupop.sk
 - 3 **Prof. Yanan Tong, Dr. Lianyou Liang, Dr. Puhui Ji, Tingyu Hou,** Northwest Agricultural and Forest University, 3 Taicheng Street, Yangling City, Shaanxi Province, P. R. of China, e-mail: tongyanan@nwsuaf.edu.cn

né riziko v oblasti výživy ľudstva. Medzi pôdodegradačnými procesmi má zvláštne postavenie erózia pôdy, ktorá je najzávažnejším degradačným procesom, ktorý často vedie k úplnému odnosu jemnozeme, a tým až k devastácii pôdy. Žiadny iný proces nepôsobí tak dlhodobo a veľkoplošne a žiaden nevedol doteraz k úplnému znehodnoteniu takej veľkej rozlohy pôdy, aký spôsobila erózia v mnohých oblastiach sveta (Fulajtár a Janský, 2001). Neustály rast obyvateľstva sveta zapríčiňuje, že intenzita erózie v posledných desaťročiach stúpa. Súvisí to najmä sa rastom populácie v rozvojových krajinách, kde rastúci dopyt po potravinách vedie k rozširovaniu poľnohospodárskych pôd, často aj v oblastiach na túto činnosť nevhodných. Situácia však nie je lepšia ani v prípade rozvinutých priemyselných krajín s ustáleným počtom obyvateľov, kde je tlak na intenzívnejšie využívanie krajiny spôsobený vzrastajúcimi životnými nárokmi obyvateľov. Prikladom je Rakúsko, kde napriek zvýšenej pozornosti venovanej životnému prostrediu stúpol v rokoch 1950 až 1990 objem plavenín v Dunaji o 32 % (Summer et. al., 1996).



Obr. 1 Ohrozenosť vodnou eróziou vo svete (USDA, 2002)

Na základe vyhodnotenia obsahu plavenín v riekach patrí medzi eróziou najintenzívnejšie postihnuté krajiny Čína (obr. 1). Táto krajina vlastní iba 9 % z celosvetovej rozlohy ornej pôdy, pričom živí takmer 22 % svetovej populácie (Gao et. al., 2006). To vytvára obrovsky tlak na potrebu intenzifikácie poľnohospodárskej výroby. Tá je zároveň sústredená väčšinou v oblastiach svahových spraší. Spraše svojimi fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami vytvárajú vhodné prostredie pre mikrobiálnu činnosť organizmov, čo v celom komplexe zložitého kolobehu látok a závislosti priaznivo pôsobí na úrodnosť pôd. Avšak nepriaznivý pomer medzi koloidnou a prachovou frakciou spraší spôsobuje slabé viazanie prachových častíc, čím sú pôdy na sprašiach náchylnejšie na eróziu (Zachar, 1960). Kombinácia týchto faktorov robí z sprašových

oblastí Číny miesta, kde intenzita odnosu pôdy dosahuje maximá v rámci celého sveta (Walling a Webb, 1996). Krajina sa tak musí vysporiadať s poklesom z už aj tak nedostatočnej výmery poľnohospodárskej pôdy. Ambície Číny tlačia vedenie krajiny k snahe o potravinovú sebestačnosť, čo v niektorých prípadoch vedie až ku kontroverzne prijímaným postupom, ako je napr. nákup poľnohospodárskej pôdy v zahraničí (Jourdan, 2013). Zároveň boli spustené rozsiahle programy na ochranu zostávajúcej a revitalizáciu degradovanej poľnohospodárskej krajiny. Čína tak poskytuje rozsiahle možnosti na výskum príčin a dôsledkov fenoménu erózie pôdy, ako aj hodnotenia efektívnosti navrhovaných postupov protierózných opatrení.

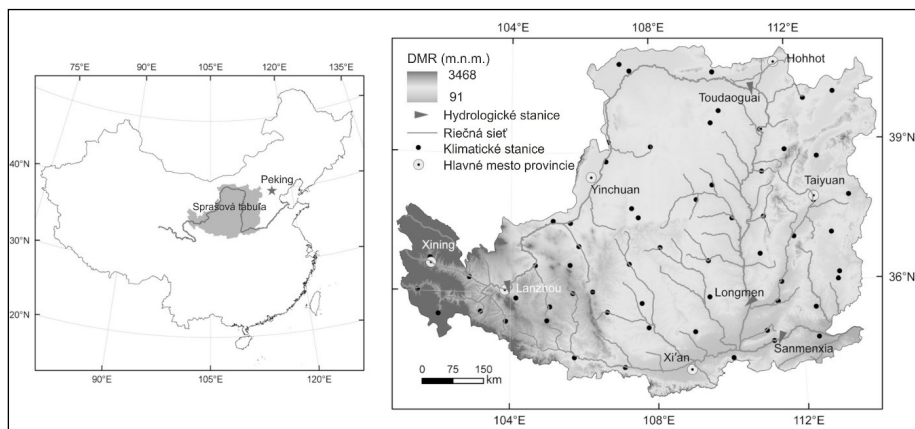
V predkladanej práci sumarizujeme prejavy erózných procesov v oblasti Sprašovej tabule v severnej Číne, ktorá dosahuje najvyššiu mieru straty pôdy v dôsledku erózie v rámci celého sveta. Ako najväčšia kompaktná sprašová tabuľa sveta predstavuje významnú poľnohospodársku oblasť s dlhodobým ľudským osídlením, ktorá je značne postihnutá erózo-degradačnými procesmi. Zabráneniu týmto nežiaducim procesom a obnove pôvodnej krajiny je tu preto venovaná zvláštna pozornosť.

VYMEDZENIE ÚZEMIA

Sprašová tabuľa sa rozprestiera na severe Číny, na strednom toku Žltej rieky. Leží medzi 33°43' a 41°16' severnej zemepisnej šírky a medzi 100°54' a 114°33' východnej zemepisnej dĺžky (obr. 2). Rozprestiera sa na ploche 630 000 km², čo predstavuje asi 6,6 % rozlohy Číny (Fu et. al., 2011). Sprašová tabuľa sa tiahne od západného predhoria Taihang na východe až po východný svah Wushao. Na juhu ju ohraničuje pohorie Qinling, zatiaľ čo severe pohorie Yinshan. Nadmorská výška tabule je v rozmedzí 90 až takmer 3500 m. n. m. (Zhao et.al., 2013). Ako z názvu tabule vyplýva, región je tvorený kvartérnymi, značne hrubými vrstvami spraše s hrúbkou od 100 do 300 m, ktoré kontinuálne pokrývajú pohoria, pahorkatiny, kotliny, ako aj údolné nivy (Cai, 2002). Klíma tabule je semiaridná s priemerným ročným množstvom zrážok 464 mm (Fu et. al., 2011). Priemerná ročná teplota kolíše od 4,3 °C na severozápade, po 14,3 °C na juhovýchode (Zhao et.al., 2013). Limitované zrážky nie sú rozdelené rovnomerne priestorovo ani časovo. Najviac zrážok padne v priebehu letných mesiacov. Práve časté búrky, predispozícia terénu, ako aj nízka úroveň ochranného vplyvu vegetácie robí z tejto oblasti eróziou najviac postihnutý región sveta (Wang et al., 2005; Zhang a Liu, 2005). Celé územie patrí do povodia Žltej rieky (Chuangche). Až 90 % sedimentov odnášaných tokom Žltej rieky pochádza práve z oblasti Sprašovej tabule (Tang et. al, 1991), vďaka čomu tento tok získava charakteristické sfarbenie. Na juhu územia prevládajú zmiešané a listnaté opadavé lesy, ktoré smerom na sever prechádzajú do stepných a polopúštnych spoločenstiev (Zhongming, 2010).

Sprašová tabuľa je zároveň jedným z jadier vzniku a vývoja čínskeho národa, s dlhodobou poľnohospodárskou tradíciou trvajúcou 4000 až 5000 rokov. V istých obdobiach v tejto oblasti žilo až 25 % ľudí z celkového počtu obyvateľstva Číny. V súčasnosti na tomto území žije viac ako 104 miliónov obyvateľov, čo predstavuje 8,5 % z celkovej populácie Číny a hustotu obyvateľstva 168 obyv./km² (Fu et. al., 2011). Z administratívneho hľadiska sa Sprašová tabuľa nachádza úplne alebo čiastočne

točne na území siedmich provincií – Shanxi (celkom), Shaanxi, Gansu (väčšinou), Ningxia, Henan, Qinghai a vnútorne Mongolsko (čiastočne).



Obr. 2 Poloha Sprašovej tabule a jej vybraná topografia (Zhao, 2013)

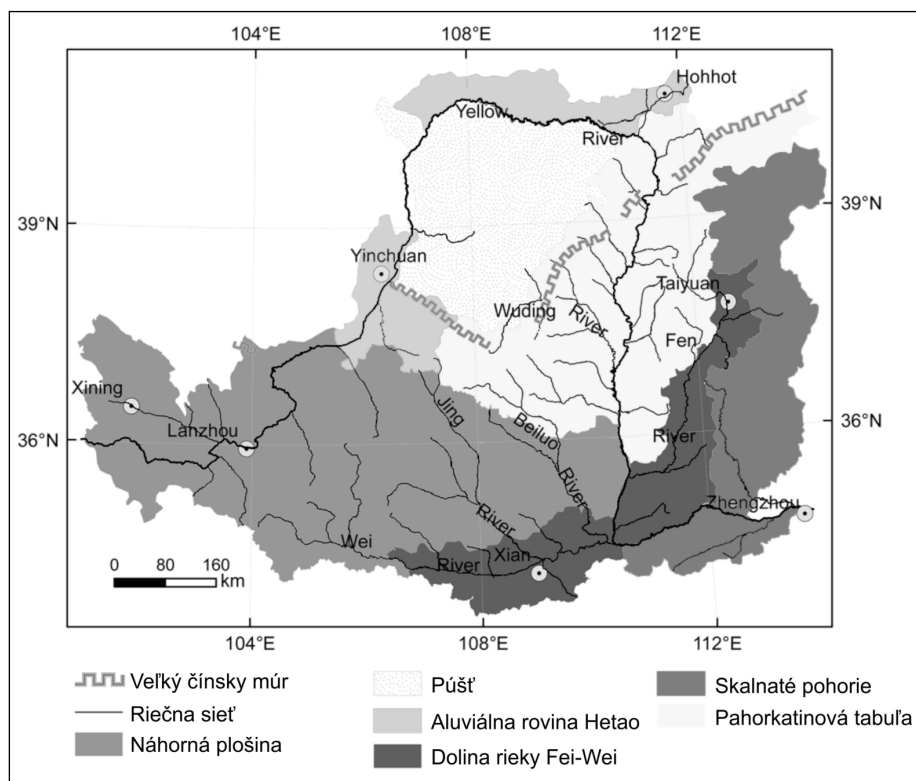
ERÓZIA PÔDY NA ÚZEMÍ SPRAŠOVEJ TABULE

V oblasti Sprašovej tabule dochádza k významnej kombinácii podmienok pre vznik a rozvoj erózie pôdy, ako sú málo odolné podložie, klimatické podmienky charakteristické nepravidelnou zrážkovou situáciou, úrodné pôdy a dlhodobý dopad ľudských aktivít na štruktúru krajiny, spojený s nekontrolovaným odlesňovaním a maximálnym poľnohospodárskym využitím.

Priemerná hodnota ročného odnosu pôdy pre celé územie predstavovala na prelome tisícročí 20 až 25 t.ha⁻¹.rok⁻¹ (Shi a Shao, 2000). Tieto hodnoty by sami o sebe neboli až také extrémne, keby neexistovali veľké variácie medzi jednotlivými časťami tabule. A tak donedávna 37,1 % rozlohy územia trpelo eróziou vyššou ako 50 t.ha⁻¹.rok⁻¹, a dokonca na 12,8 % územia tieto hodnoty presahovali 100 t.ha⁻¹.rok⁻¹ (Cai, 2002). V regióne Sprašovej tabule má povodie aj pravostranný prítok Žltej rieky, Huangfuchuan, kde ročný odnos z povodia ešte v nedávnej minulosti predstavoval 530 t.ha⁻¹.rok⁻¹ (Walling a Webb, 1996), čo pri objemovej hmotnosti pôdy 1,5 g.cm⁻³ predstavuje stratu približne 3,5 cm hrubej vrstvy pôdy ročne. To robí z regiónu Sprašovej tabule miesto s najzávažnejšou hrozbou erózie pôdy nielen v Číne, ale aj na celom svete. Za posledných 60 rokov boli milióny hektárov poľnohospodárskej pôdy na Sprašovej tabuli degradované a krajina je posiatá desiatkami tisíc výmoľov. Aj v súčasnosti je Sprašová tabuľa významnou oblasťou produkcie potravín a energetických zdrojov Číny, preto takáto úroveň erózie vážne ohrozuje existenčné základy miliónov ľudí. Zároveň je to aj veľký ekonomický problém, keďže podľa odhadov erózia pôdy spôsobila v oblasti Sprašovej tabule stratu 10 miliárd yuanov (više 1,16 miliardy eur) (Ritsema 2003).

Spraš je vysoko náchylná na eróziu pôdy, zvlášť na eróziu zapríčinenú vodou. V oblasti Sprašovej tabule sú na poľnohospodársky obrábaných rovinách dominant-

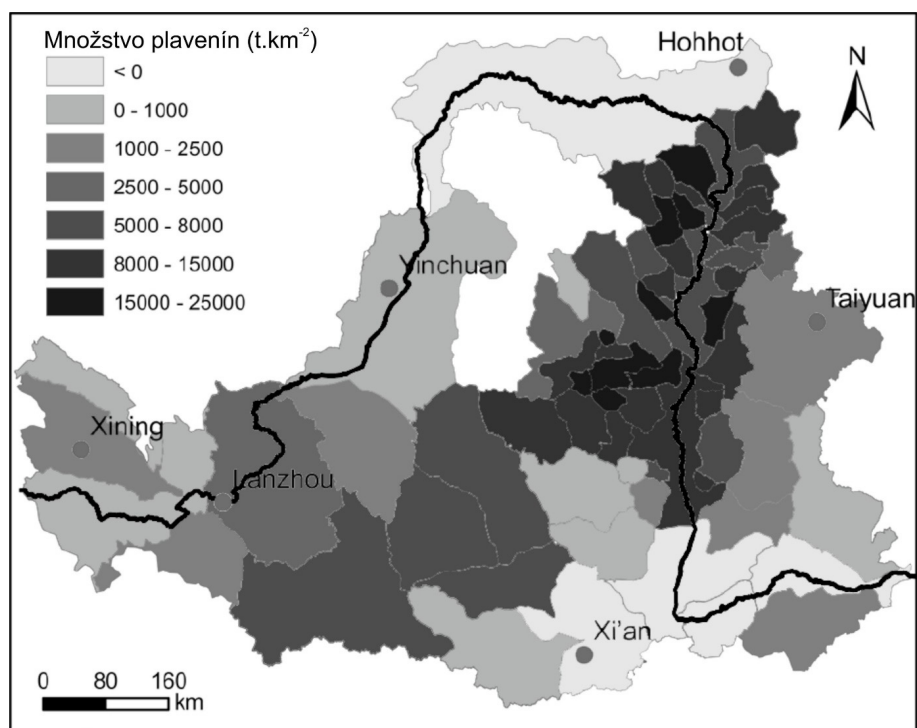
nými typmi erózie plošná a stružková a na miestach s hornatejším a strmším terénom gravitačná a výmoľová erózia. Rozdielne geomorfologické a pôdne pomery v rámci regiónu zapríčiňujú aj rozdielnú priestorovú distribúciu dominantného typu erózie (obr. 3). Takýto závažný stav súvisí prevažne s prírodnými faktormi. Časté a silné monzúnové búrky, ľahko erodovateľné sprašové pôdy a nízka úroveň vegetačnej pokrývky sú tak jedným z hlavných faktorov inicializácie erózných procesov.



Obr. 3 Geomorfologické celky v oblasti Sprašovej tabule (Zhao, 2013)

Na druhej strane dlhodobé využívanie pôdy v tejto oblasti na poľnohospodárske účely je hlavným antropogénnym faktorom vplyvujúcim na akceleráciu erózných procesov. Pôvodné lesné spoločenstvá v údoliach a na miernych svahoch boli postupne v plnom rozsahu odstránené a kultivované pre potreby výživy stále rastúceho počtu obyvateľstva. Oblasť sa však postupne dostala do situácie, keď rozsiahle odlesňovanie spôsobovalo rast intenzity erózie, tá spôsobovala zhoršenie vlastností pôd, čo viedlo k poklesu poľnohospodárskej produktivity. Zároveň transport erodovateľného materiálu do vodných tokov a jazier znehodnocoval vodné zdroje. Zvýšila sa aj frekvencia prírodných katastrof, ako sú záplavy, suchá a piesočné búrky. Takýto neudržateľný stav dosiahol vrchol v 50. a 60. rokoch 20. storočia. Politický tlak na zvyšovanie hospodárskej produktivity spolu so začiatkom prejavov celosvetových eko-

logických zmien a absenciou akýchkoľvek ochranných opatrení spôsobil najvyššiu mieru erózie pôdy v celej geologickej minulosti Sprašovej tabule (Zhao et.al., 2013). Analýza priemerných hodnôt obsahu sedimentov, ktoré odvádzali jednotlivé povodia Sprašovej tabule do toku Žltej rieky v rokoch 1955 – 1969, ukazuje koncentráciu území s najvyššou mierou erózie v centrálnej časti tiahnucej sa od juhozápadu na severovýchod (obr. 4). Ide o oblasť pahorkatín a náhornej plošiny, kde odnos pôdnych častíc v tomto období dosahoval hodnoty vyššie ako $50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Pahorkatinová oblasť medzi hydrologickými stanicami Toudaoguai a Longmen (obr. 2) o rozlohe $78\,600 \text{ km}^2$ dosahovala hodnoty vyššie ako $80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Aj keď táto oblasť zaberala iba 14,8 % z rozlohy Sprašovej tabule, až 80 % sedimentov z tohto územia, ktoré sa dostali do Žltej rieky, pochádzalo práve z tejto oblasti pahorkatín (Xu et al., 1998).



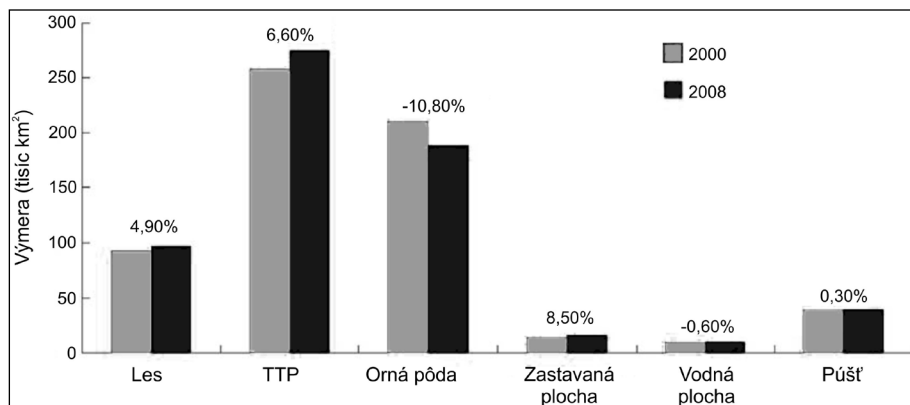
Obr. 4 Priemerné množstvo plavenín odvedených z povodia Sprašovej tabule v rokoch 1955 až 1969 (Zhao, 2013)

Vzhľadom na takýto alarmujúci stav erózie a ňou indukované ekonomicko-environmentálne problémy sa začala značná pozornosť venovať výskumu tohto fenoménu a hľadaniu opatrení, ktoré by zredukovali množstvo odplavených sedimentov, zlepšili by podmienky poľnohospodárskej výroby a zvýšili kvalitu prostredia Žltej rieky.

PROTIERÓZNE OPATRENIA A ICH VÝSLEDKY

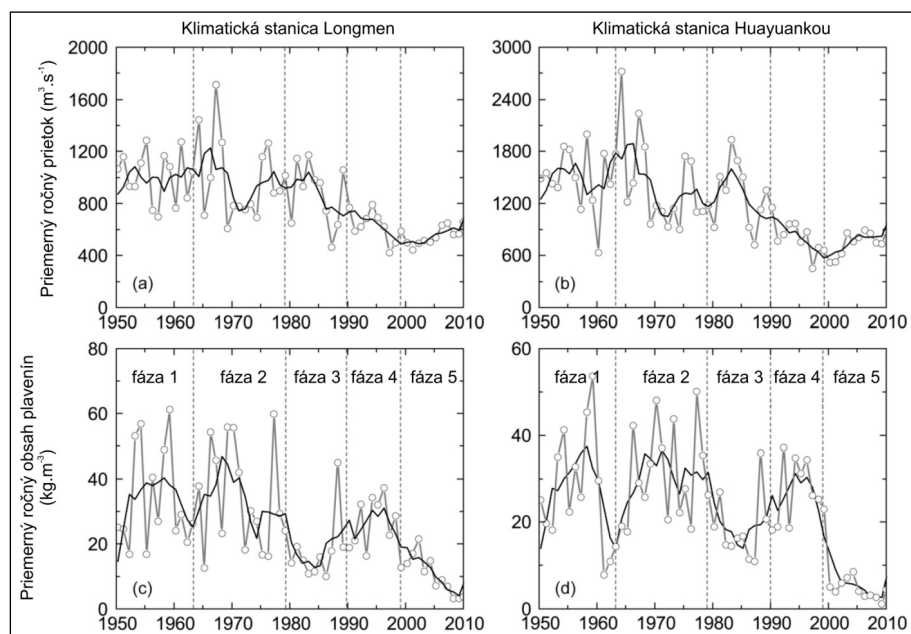
Od roku 1950 sa v regióne Sprašovej tabule začali zavádzať a uplatňovať rôzne opatrenia voči zhubným následkom erózie, s cieľom zamedziť degradácii pôdneho fondu a kontaminácii vodných zdrojov splavovanými sedimentmi. K prvotným a základným postupom patrilo terasovanie, vysádzanie stromov, prirodzená obnova vegetácie a stavba zamedzovacích hrádzi. Terasy redukujú erózne vplyvy na prudkých obrábaných svahoch tým, že skracujú jeho dĺžku a rekonštrukcia vegetačného krytu zvyšuje faktor jej ochranného vplyvu na pôdu. Oba prístupy vplyvajú na erózne procesy priamo na svahoch, tzn. v zdrojových oblastiach erózie. Na druhej strane zamedzovacie hrádze, vybudované vo výmoľoch, zachytávajú nesené erodované častice, čím čiastočne revitalizujú tieto eróziou podmienené depresné formy (Zhao et.al., 2013). Celý tento proces prebieha až do súčasnosti, pričom je ho možné rozdeliť do piatich fáz. V počiatočných fázach dochádzalo k aplikovaniu vyššie spomenutých protieróznych opatrení na miestach s najvýraznejšími prejavmi erózie. Postupne sa prešlo ku komplexným, štátom riadeným programom, zameraným na monitoring erózných procesov a zlepšovanie manažmentu využívania poľnohospodárskej krajiny v jednotlivých povodiach Sprašovej tabule. Na to nadviazali projekty ekologického poľnohospodárstva, spojené s prirodzenou obnovou pôvodných rastlinných spoločenstiev. Zatiaľ posledná, piata fáza, ktorá začala v roku 1999 a trvá dodnes, je spojená so svetovo najrozsiahlejším projektom revitalizácie krajiny s názvom „Grain-for-Green Program“ (GFGP). Do programu, hradeného z verejných zdrojov, sú priamo zapojené milióny vidieckych domácností, ktoré sú hlavnými činiteľmi realizácie projektu (Lü et al., 2012). Program je zameraný na rehabilitáciu krajiny Sprašovej tabule premenou ornej pôdy na lesy, lúky a pasienky. V rokoch 1999 až 2008 čínska vláda poskytla štátne subvencie vo výške cca. 21 miliárd eur pre asi 120 miliónov farmárov, aby takto podporila opustenie orných pôdy na strmých svahoch, alebo ich transformáciu na iný druh pozemku s vyššou protieróznou účinnosťou (Li, 2009). Vďaka programu GFGP došlo medzi rokmi 2000 až 2008 k badateľným zmenám vo využívaní krajiny Sprašovej tabule. Zvýšil sa podiel lesov, lúk a pasienkov, ale mierne aj podiel púští. Avšak o viac ako 10 % klesol podiel orných pôd (graf 1).

Graf 1 Zmeny krajinskej pokrývky Sprašovej tabule medzi rokmi 2000 až 2008 (Lu, 2009)

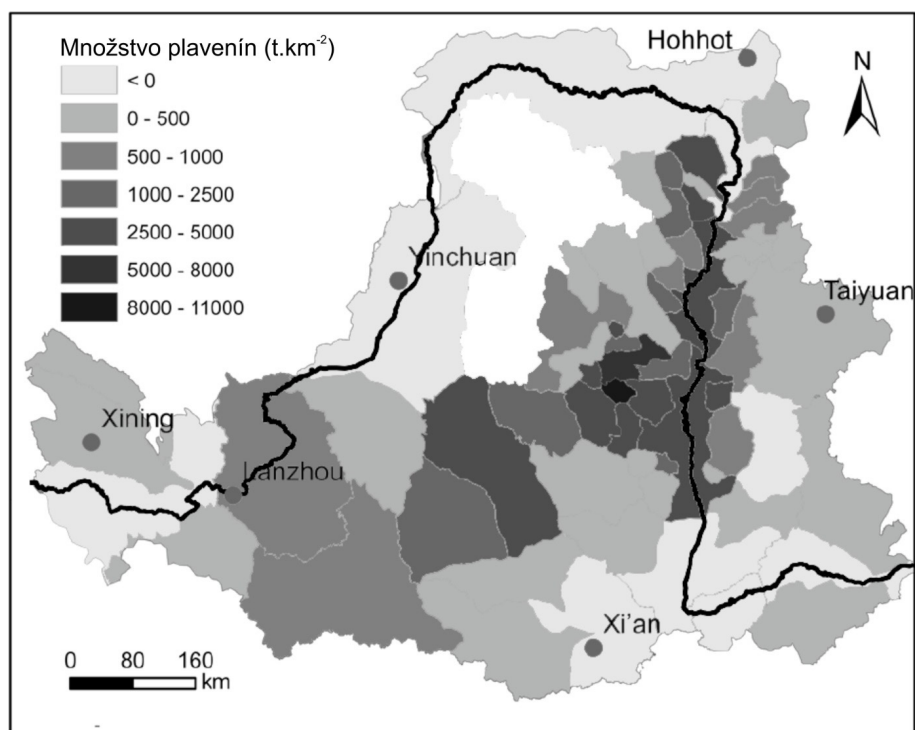


Aplikácia týchto protieróznych opatrení v posledných šiestich dekádach sa dotkla takmer 30 % rozlohy územia Sprašovej tabule. To sa prejavilo na postupnom poklese celkového obsahu plavenín v toku Žltej rieky. Ako ukazuje priebeh grafu 2, tento proces podliehal rôznym výkyvom, čo do značnej miery záviselo od úspešnosti manažmentu protieróznych opatrení v kombinácii s prírodnými faktormi v jednotlivých rokoch. Celkový trend poklesu je však jednoznačný, s výrazným prejavom najmä v poslednej, piatej fáze (graf 2).

Graf 2 Zmeny v priemernom ročnom prietoku a obsahu plavenín v Žltej rieke v rokoch 1950 až 2010 (Zhao, 2013)



Analýza priemerných hodnôt obsahu sedimentov, ktoré odvádzali jednotlivé povodia Sprašovej tabule do toku Žltej rieky v rokoch 2000 – 2009, ukazuje priestorovo badateľný pokles v ich priemernom množstve. Viac ako 80 % územia dosahuje hodnoty odnosu do $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (obr. 5). Obsah plavenín nad $80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ prichádzal do Žltej rieky už iba z malého povodia (923 km^2) rieky Qingjian (Zhao et.al., 2013). V sledovanom období takmer šesťdesiatich rokov došlo k najvýraznejšiemu poklesu intenzity erózie pôdy na strednom toku Žltej rieky. Ide o pahorkatinovú časť Sprašovej tabule, ktorá bola najviac postihnutá týmto fenoménom a kde sa aj najviac sústredili snahy o zabránenie týmto zhubným prejavom. Zmenšili sa rozsiahle regióny postihnuté výmoľovou eróziou, resp. roztrieštili sa na malé výmoľové oblasti prevažne vo východnej a južnej časti Sprašovej tabule (Fu, 2011).



Obr. 5 Priemerné množstvo plavenín odvedených z povodí Sprašovej tabule v rokoch 2000 až 2009 (Zhao, 2013)

ZÁVER

Nestabilné klimatické pomery v spojení s dlhodobým ľudským osídlením, ktoré prispelo k narušeniu ekologickej rovnováhy a akcelerovalo erózne procesy, spravili zo Sprašovej tabule v Číne vo svetovom meradle bezkonkurenčne najviac eróziou postihnutú lokalitu. Katastrofálne dôsledky nekontrolovaného využívania tohto územia na poľnohospodárske účely dosiahli vrchol v polovici 20. storočia, kedy sa na tomto území vyskytovali miesta s ročnou stratou pôdy presahujúcom hodnotu $530 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Kontraproduktívnosť takéhoto stavu sa následne prejavila v poklese výnosov z poľnohospodárskej výroby a na výraznom zhoršení stavu životného prostredia, primárne kontamináciou vodných zdrojov. Neúnosný stav viedol od roku 1950 k postupnému zavádzaniu rôznych protieróznych opatrení, s cieľom zabrániť ďalšej degradácii pôdneho fondu a revitalizovať eróziou zničené územia. Tieto snahy vrcholili v poslednom desaťročí prostredníctvom vládneho programu Grain-for-Green, ktorý je zameraný na transformáciu orných pôd v poľnohospodársky nevhodných oblastiach na krajinné typy s vyšším protieróznym faktorom. Úspešnosť prevedených opatrení sa v posledných rokoch prejavila v 87% poklese odnosu pôdnych častíc do toku Žltej rieky. Progres v týchto protieróznych opatreniach potvrdzuje, že prirodzená rehabilitácia krajiny je najlepšou cestou k dosiahnutiu ekologickej rovnováhy v miestach výraz-

ných ľudských aktivít. Hľadanie praktických riešení rozporov medzi environmentálnym manažmentom a ekonomickým rozvojom v regióne Sprašovej tabule poskytuje široké pole uplatnenia vedeckého skúmania fenoménu erózie pôdy, a to nielen pre oblasť Číny.

LITERATÚRA

- CAI, Q. 2002. *The Relationships between Soil Erosion and Human Activities on the Loess Plateau*. In: Proceedings of the 12th ISCO Conference, vol. 1, Beijing, 2002, s. 112 – 118.
- FU, B., LIU, Y., LÜ, HE, CH., ZENG, Y., WU, B. 2011. *Assessing the soil erosion control service of ecosystems change in the Loess Plateau of China*. In: Ecological Complexity, 8, 2011, s. 284 – 293, ISSN: 1476-945X.
- FULAJTÁR, E., JANSKÝ, L. 2001. *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. Bratislava: VÚPOP, 2001. 310 s. ISBN 80-85361-85-X.
- GAO, C., SUN, B., ZHANG, T. L. 2006. *Sustainable nutrient management in Chinese agriculture: challenges and perspective*. In: Pedosphere, 16 (2), s. 253–263, ISSN: 1002-0160.
- JOURDAN, A. 2013. *China to invest in 3 mln hectares of Ukrainian farmland*. Reuters [cit. 2014-03-21]. Dostupné na internete: <<http://in.reuters.com/article/2013/09/22/china-ukraine-idINL3N0HI04620130922>>
- Li, Y.C. 2009. *Grain for Green program is a great concrete action towards the ecological civilization in China: summary of a decade program implementation*. In: Forestry Construction, 27 (5), s. 3 – 30, (čínsky).
- LÜ, Y.H., FU, B.J., FENG, X.M., ZENG, Y., LIU, Y., CHANG, R.Y., SUN, G., WU, B.F. 2012. *A policy-driven large scale ecological restoration: quantifying ecosystem services changes in the Loess Plateau of China*. In: Plos One, 7(2), e31782. doi:10.1371/journal.pone.0031782, ISSN-1932-6203.
- RITSEMA, C.J. 2003. Introduction: soil erosion and participatory land use planning on the Loess Plateau in China. In: Catena, 54 (1-2), s. 1-5, ISSN: 0341-8162.
- SHI, H., SHAO, M. 2000. *Soil and water loss from the Loess Plateau in China*. In: Journal of Arid Environments, 45(1), 2000, s. 9 – 20, ISSN: 0140-1963.
- SUMMER, W., KLAGHOFER, E., HINTERSTEINER, K. 1996. *Trends in soil erosion and sediment yield in the alpine basin of the Austrian Danube*. In: Walling, D.E., Webb, B.W., (eds.): Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives, Proceedings of the International Symposium of IAHS, Exeter, 1996, No. 236, s. 473 – 479, ISBN 0-947571-89-2.
- TANG, K.L., ZHANG, P., WANG, B. 1991. *Soil erosion and eco-environment changes in Quaternary*. In: Quaternary Research, 4, 1991, s. 49–56, (čínsky s anglickým abstraktom).
- WALLING, D.E., WEBB, B.W. 1983. *Pattern of sediment yield*. In: Gregory, K.J., (ed.): Background to Paleohydrology: a perspective, John Wiley & Sons, Chichester, s. 69 – 100, ISBN 0-471-90179-2.

- WALLING, D.E., WEBB, B.W. 1996. *Erosion and Sediment Yield: Global overview*. In: Walling, D.E., Webb, B.W., (eds.): *Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives*, Proceedings of the International Symposium of IAHS, Exeter, 1996, No. 236, s. 473 – 479, ISBN 0-947571-89-2 .
- WANG, L., SHAO, M.A., WANG, Q.J., GALE, W.J. 2005. *Evolution of the southern Mu US desert in north China over the past 50 years: an analysis using proxies of human activity and climate parameters*. In: *Land Degradation & Development*, 16 (4), 2005; s. 351 – 366, ISSN: 1099-145X.
- XU, J.H., LI, X.M., ZHANG, P.D., LIN, Y.P. 1998. *Delimitation of coarse sediment and study on overlap of coarse sediment and sediment abundant areas in the middle Yellow River basin*. In: *Journal of Sediment Research*, 4, s. 36 – 46, ISSN: 0468-155X, (čínsky s anglickým abstraktom).
- ZACHAR, D. 1960. *Erózia pôdy*. Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1960, 308 s.
- ZHANG, X.C., LIU, W.Z. 2005. *Simulating potential response of hydrology, soil erosion, and crop productivity to climate change in Changwu tableland region on the Loess Plateau of China*. In: *Agricultural and Forest Meteorology*, 131, 2005, s. 127 – 142, ISSN: 0168-1923.
- ZHAO, G., MU, X., WEN, Z., WANG, F., GAO, P. 2013. *Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the Loess Plateau of China*. In: *Land Degradation & Development*, 24, 2013, s. 499 – 510, ISSN: 1099-145X.
- ZHONGMING, W., LEES, B.G., FENG, J., WANNING, L., HAIJING, S. 2010. *Stratified vegetation cover index: A new way to assess vegetation impact on soil erosion*. In: *Catena*, 83, 2010, s. 87 – 93, ISSN: 0341-8162.

Poznámka:

„Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV SK-CN-0022 – 12 a tiež agentúry VEGA č. 1/0008/13.“

SUMMARY

Knowing the causes of erosion inception and progression is important component part of efforts to conservation the soil resources of the world. China, as the country most affected by these problems in the last decades expended significant efforts to reduce this phenomenon and restore country devastated by erosion. As one of the best-known areas in the world, the Loess Plateau, has long been suffering from serious soil erosion. This region is located in an unstable climate area with thick layers of lightly erodible loess. It is also a core region of origin and evolution of the Chinese nation with evidence of human activity exceeding 5,000 years. Permanent population growth resulted in almost total destruction of natural plant communities due to the expansion of land for agricultural purposes. Uncontrolled devastation of the area peaked in the half of 20th century when 1/6 of area reached values of soil sediments runoff over 80 t.ha⁻¹. year⁻¹. Simultaneously 80% of sediments in the Yellow River came precisely from this area. This led to the projects launching

of conservation and restoration of degraded soils. Since the 1950s, a large amount practices have been planted, which are consisted of terracing, planting trees, natural vegetation rehabilitation, and check-dams construction. These have been gradually replaced extensive, state-sponsored projects of land rehabilitation. Thanks to this, managed to reduce extreme value soil sediments runoff by 87%. Almost on the 80% of the territory is the erosion rate less than 10 t.ha⁻¹. year⁻¹. Extensive regions affected by gully erosion have now shrunk to the fragmented gully areas in the eastern and southern Loess Plateau. Research of relative practical, scientific framework to solve the contradiction between environmental management and economic development on the Loess Plateau provides a wide field of application of the scientific examination of the soil erosion not only for China.