

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lucie Mašková

Územní technická a správní služba

Název práce

Půdní eroze a protierozní ochrana v Číně

Název anglicky

Soil erosion and soil conservation in China

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vypracovat rešerši o stavu a vývoji eroze půdy v Číně, včetně přehledu používaných protierozních opatření. Zvláštní pozornost bude věnována oblasti Žluté řeky.

Metodika

Bakalářská práce bude zpracována formou literární rešerše na základě studia odborné literatury (domácí i zahraniční) zabývající se erozí půdy. Součástí rešerše bude souhrn informací o výskytu eroze půdy v Číně, hlavních činitelích, příčinách a následcích eroze půdy a specifikace používaných protierozních opatření, včetně konkrétních příkladů. Zvláštní pozornost bude věnována oblasti kolem Žluté řeky. Práce bude rozdělena do několika částí:

1. Úvod a cíle práce
2. Literární rešerše vztažená k území Číny (přírodní podmínky, výskyt eroze půdy (vč. map a grafů), příčiny a faktory ovlivňující erozi půdy, následky eroze půdy, používaná protierozní opatření a jejich konkrétní příklady)
3. Diskuse a závěr

Doporučený rozsah práce

min. 40 stran, včetně obrázků, tabulek a grafů

Klíčová slova

eroze půdy, protierozní opatření, ochrana půdy, Čína

Doporučené zdroje informací

- Deng L., Shanguan Z., Li R., 2012: Effects of the grain-for-green program on soil erosion in China. International Journal of Sediment Research, Vol. 27, Issue 1, 120-127.
- El Kateb H., Zhang H., Zhang P., Mosandi R., 2013: Soil erosion and surface runoff on different vegetation covers and slope gradients: A field experiment in Southern Shaanxi Province, China. CATENA, Vol. 105, 1-10.
- Foster G.R., 1973: Approved Practices in Soil Conservation. The Interstate Printers and Publisher, Inc. Danville, Illinois, USA, 497.
- Janeček M., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 113.
- Janeček M. et al., 2008: Základy erodologie: pro posluchače FŽP, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 165.
- Morgan R.P.C., 2004: Soil erosion and conservation, Third edition. Wiley-Blackwell, Inc. Hoboken, New Jersey, USA, 316.
- Xiaobing L., Shaoliang Z., Xingyi Z., Guangwei D., Cruse R.M., 2011: Soil erosion control practices in Northeast China: A mini-review. Soil and Tillage Research, Vol. 117, 44-48.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Olga Čermáková

Elektronicky schváleno dne 22. 9. 2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 9. 2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra biotechnických úprav krajiny



Půdní eroze a protierozní ochrana v Číně

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Olga Čermáková

Autor práce: Lucie Mašková

2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Olgy Čermákové, a že jsem uvedla všechny prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 29.3.2015

.....

Lucie Mašková

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Olze Čermákové za vedení při práci, za opravy a cenné rady a připomínky při zpracovávání.

Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou půdní eroze a protierozní ochrany v Číně, především v oblasti povodí Žluté řeky. V první části obsahuje obecnou charakteristiku typů půdní eroze. V druhé části se věnuje popisu zkoumaných oblastí jak z geomorfologického, tak z historického hlediska. Dále pojednává o konkrétních protierozních opatřeních a o státní politice ochrany půdy. V poslední části rozebírá konkrétní zákon na protierozní ochranu vody a půdy Čínské lidové republiky.

Cílem práce je shrnout fakta o aktuálním stavu eroze a protierozní politice v Číně. Zároveň je propojuje s historickými skutečnostmi, které dodnes ochranu půdy v Číně ovlivňují. V závěru shrnuje dosažené úspěchy ochrany a nedostatky způsobené především nesourodostí institucionální struktury.

Klíčová slova: Čína, Žlutá řeka, Sprašová plošina, vodní eroze

Abstract

This thesis deals with the problems of soil erosion and erosion control in China, especially in the Yellow River Basin. The first part contains general characteristics of the soil erosion. The second part is devoted to the description of examined areas both in geomorphological and historical terms. It also deals with specific erosion control measures and state policy of soil conservation. The last section discusses the specific Water and Soil Conservation law of the People's Republic of China.

The aim of this thesis is to summarize facts about the current state of soil erosion and erosion control policy in China. At the same time it links it with historical facts that are influencing soil protection in China until today. The conclusion summarizes the achievements and shortcomings of protection that are mainly caused by disparate institutional structures.

Keywords: China, Yellow River, Loess Plateau, water erosion

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Cíle práce	7
3. Eroze	8
4. Následky eroze.....	9
5. Druhy eroze.....	10
5.1. Vodní eroze	10
5.1.1. Povrchová vodní eroze.....	10
5.1.2. Podpovrchová vodní eroze.....	11
5.1.3. Příčiny vodní eroze	11
5.1.4. Následky vodní eroze.....	11
5.2. Větrná eroze	12
5.2.1. Příčiny větrné eroze.....	13
5.2.2. Následky větrné eroze	14
6. Eroze na území Číny.....	14
6.1. Povodí Žluté řeky	16
6.1.1. Charakteristika povodí Žluté řeky.....	17
6.1.2. Sprašová plošina	18
6.1.3. Eroze v oblasti Žluté řeky	20
6.1.4. Povodně a sucha.....	21
7. Protierozní ochrana	22
7.1. Protierozní opatření	22
7.1.1. Terasová pole	22
7.1.2. Vegetace.....	23
7.1.3. Zadržovací hráze	24
7.2. Historie protierozní ochrany.....	25
7.3. Yellow River Conservancy Commission	27
7.3.1. Přehrada Xiaolangdi.....	29
7.4. The Loess Plateau Watershed Rehabilitation Project.....	30
7.6. Program Grain for Green.....	31
8. Zákon o ochraně vody a půdy.....	33
8.2. Kapitola II Plánování.....	34
8.3. Kapitola III Prevence.....	35

8.4. Kapitola IV Kontrola.....	37
8.5. Kapitola V Monitorování a dohled.....	38
9. Diskuse.....	39
11. Závěr	41
12. Seznam zdrojů.....	42

1. Úvod

Asie je erozí nejvíce postižený kontinent na Zemi (Liu 2004). Erodivaná plocha je v porovnání s evropskými měřítky enormní. Kvůli obrovskému populačnímu tlaku, ohromné ploše a nejrůznějším klimatickým podmínkám nabízí Čína ideální prostředí pro studium půdní eroze a sedimentace. Zároveň umožňuje zkoumání vývoje eroze ovlivněný přírodními vlivy a sociálně-ekonomickým rozvojem země (Zachar 1982).

Čína má velmi dlouhou tradici protierozní ochrany. Již v dávné minulosti byla v povodí Žluté řeky uskutečňována protierozní opatření mnohdy obrovských, pro Evropského pozorovatele nepochopitelných rozsahů. Terasová pole, hráze na dnech strží, a další. Bohužel kvůli mnoha faktorům nebyla ani tato opatření v dlouhodobém měřítku dostačující a eroze dosáhla dnešní katastrofální míry. Problém eroze v okolí Žluté řeky a vlastně ve většině Číny je všeobecně znám. Otázkou zůstává, jak se Čína k tomuto problému začala stavět v novodobých dějinách, především po roce 1949, po vzniku Čínské lidové republiky. Stále není jasné, zda bude někdy schopna se vymanit ze začarovaného kruhu počínajícího podporou nadužívání přírodních zdrojů ze strany státu a končícího masami Číňanů žijících pod hranicí chudoby. Chtěla bych se především zaměřit na politiku v oblasti protierozní ochrany vody a půdy v Číně a na programy usilující o zapojení obyvatelstva do protierozních snah. Dále se chci věnovat problematice původu eroze v nejvážněji postižených oblastech na Sprašové náhorní plošině a v povodí Žluté řeky.

2. Cíle práce

Hlavním cílem předkládané bakalářské práce je zhodnocení aktuálního stavu eroze v Čínské lidové republice, a to především v oblasti povodí Žluté řeky. Protierozní ochrana je v Číně dlouhodobě řešeným problémem, který je však díky obrovské rozloze a populačnímu zatížení území velmi obtížně řešitelný. V práci se tomuto problému budu věnovat rešeršním způsobem. Hodnocení vypracuji na základě státní politiky ochrany vody a půdy, revitalizačních projektů a dalších písemných dokumentů hodnotících aktuální a historický stav eroze na zkoumaném území. Na základě těchto informací bych chtěla určit hlavní úspěchy a hlavní problémy v oblasti ochrany půd a diskutovat možná budoucí řešení.

3. Eroze

Slovo „eroze“ má svůj původ v latinském slovese „*erodere*“, což znamená „rozhlodávat. Poprvé byl tento termín použit v geologii pro popsání prohlubní vzniklých působením vody a pro odplavování materiálu způsobené říční vodou, zatímco povrchový splach a srážková eroze se nazývala „*ablace*“ (z latinského „*ablatio*“ – odnášet) (Zachar 1982).

Eroze je přirozený proces rozrušování půdního povrchu (pedosféry), při kterém dochází k uvolnění částic z půdy, odnosu půdních částic a jejich následnému usazování v momentě, kdy není dostatek energie pro další transport. Hlavní příčinou eroze je především mechanické působení vody, větru a jiných erozních činitelů na zemský povrch. Zachar (1982) uvádí, že někdy je půdní eroze uvažována pouze jako eroze způsobená srážkami. Většinou se ale setkáváme s názorem, že erozi způsobují přírodní vlivy spolu s vlivem člověka (Zachar 1982).

Intenzita eroze je dána vegetačním krytem, klimatickými podmínkami, morfologickými poměry (sklon, délka a tvar svahů), půdními poměry. Stejně tak se ale na erozi dnes významně podílí svou činností člověk. Například špatným využíváním a obhospodařováním půdy. Směr obdělávání, tvar pozemků, pěstování bez střídání plodin.

Rozlišujeme erozi geologickou neboli přirozenou, normální a erozi zrychlenou. Pokud se rychlost odnosu půdy rovná rychlosti její tvorby zvětráváním, pak se jedná o erozi vyrovnanou, normální.

V minulosti byla eroze pomalým procesem v rovnováze s přirozenou tvorbou částic půdy. Zrychlená eroze se pak objevila v době, kdy se člověk začal zabývat pěstováním plodin a začal velkoplošně odlesňovat. V současnosti je pravděpodobně největším problémem právě zrychlená eroze, která je způsobená nevhodným hospodařením na zemědělských pozemcích. Scelování pozemků, pěstování monokultur a širokořádkových plodin (Janeček 2008)

Eroze je i dnes přirozeným procesem a proto nelze tvrdit, že zodpovědnost za dnešní stav půdy nese výhradně jen člověk. Lze ale předpokládat, že právě lidská činnost odstartovala zrychlenou erozi i na dříve erozí neohrožených půdách. Vznik a intenzita eroze jsou ovlivněny jak přírodními faktory, tak i lidskou aktivitou (Janeček 2008).

4. Následky eroze

Nejvýznamnějším následkem působení eroze je degradace půdy. Ztráta svrchní nejúrodnější vrstvy zemědělské půdy – ornice, znamená snížení kvality a tím pádem i snížení produkční schopnosti půdy. Jedná se o vážný problém ovlivňující jak životní prostředí, tak především i životy lidí. Často vede k politické a sociální nestabilitě států.

Dochází také ke změně fyzikálně-chemických vlastností půdy. Degradace fyzikálních vlastností půdy výrazně mění strukturu, texturu, objemovou hmotnost půdy, omezují infiltraci, urychluje povrchový odtok, zmenšuje i retenční kapacitu půdy. Tak zhoršuje i biologickou aktivitu půdy, snižuje obsah živin a humusu v půdě (MZe 2012).

Pokud vlivem eroze dojde k odhalení podorničí (materiál pod oderodovanou ornici) s vyšším podílem jílu, tak se zvyšuje obsah pórů, ale zmenšuje se jejich průměrná velikost a začínají převažovat především póry kapilární. Vodní kapacita půdy vzroste, ale voda je poutána kapilárními silami a rostliny se k ní tak nemohou dostat. Zároveň dochází ke snížení infiltrace a k povrchovému odtoku. Snižováním mocnosti ornice a neustálým přioráváním se jílovitý materiál z podorničí dostává do svrchní vrstvy půdního horizontu, čímž se obsah vody v půdě snižuje (Janeček 2008).

Působením exogenních činitelů na svrchní vrstvu zemského povrchu vznikají určité útvary, které můžeme třídit. V tomto případě však narážíme na problém, jelikož tyto formy nejsou utvářeny jen erozí ale i dalšími formami modelování území. I tak jsme stále schopni podle formy útvarů posuzovat původ, sílu, vývoj a možnost protierozní ochrany půd (Janeček 2008).

V konečném důsledku degradace půdy způsobuje především snížení či úplnou ztrátu produkční a mimoprodukční schopnosti půdy a tedy snížené produkce plodin což je pak často vyrovnávání hnojením erodovaných půd. Zpětné zúrodnování degradovaných půd je navíc náročné jak časově, tak především finančně. I z tohoto hlediska je daleko výhodnější degradaci půd předcházet zavedením protierozních opatření a preventivně tak zemědělské půdy chránit proti zbytečným ztrátám úrodnosti.

Půda slouží jako základní prostředek pro zemědělskou a lesnickou výrobu, zároveň je ale velmi citlivá na způsoby hospodaření a velmi snadno podléhá degradačním procesům (eroze, zhutňování, acidifikace, ztráta humusu, sesuvy aj.). To, jak se o půdu staráme dnes, bude mít zásadní vliv na její stav i v budoucnosti. Je nutné k půdě

přístupovat jako k živému mechanismu, který vyžaduje zacházení odpovídající potřebám trvale udržitelného rozvoje území.

5. Druhy eroze

Podle Janečka (2008) rozlišujeme 4 základní druhy eroze podle erozních činitelů, které ji způsobují. Jsou to eroze vodní (akvatická, fluviální), větrná (eolická), ledovcová (glaciální) a sněhová (nivální). Mezi další erozní činitele řadíme rostliny, zvířata a člověka. V této práci se primárně zabývám erozí vodní.

5.1. Vodní eroze

Vodní eroze je rozrušování Zemského povrchu kapkami deště, povrchovým odtokem, podzemní vodou a vodou, která se nevyskytuje se v korytech, např. vodou v mořích. Vodní eroze je vyvolána především působením kinetické energie kapek, které dopadají na obnažený povrch půdy. Dlouhodobé vystavování holé půdy dešti znatelně půdu oslabuje. Přívalové deště jsou nejvýznamnějším rozrušujícím činitelem. Jako důsledek kapek dopadajících na holou půdu mohou být částice půdy odmršťovány vzduchem až na několikacentimetrové vzdálenosti (Morgan 2005)

Pakliže srážkový úhrn převyšuje vsakovací schopnost půdy, dochází k povrchovému odtoku a následné tvorbě rýžek, rýh a strží. Podle Zachara (1982) můžeme vodní erozi rozdělit do dvou skupin, na mořskou (*marine erosion*) a pozemní erozi (*terrestrial erosion*). Pozemní eroze pak zahrnuje proudovou a srážkovou erozi, která mimo srážek ve formě deště zahrnuje i srážky sněhové a kroupy. Srážková eroze dále kromě povrchového odtoku způsobuje dále podpovrchový odtok a vnitropůdní erozi.

Janeček (2008) se však přiklání k jednoduššímu řazení a vodní erozi dělí na erozi povrchovou a podpovrchovou. Povrchovou pak dále dělí na erozi plošnou, výmolovou a proudovou.

5.1.1. Povrchová vodní eroze

- Plošná eroze znamená, že je půda erodována téměř rovnoměrně na celém pozemku či na části svahu. Čím rovnější máme povrch pozemku, tím menší je pak působení eroze a možnost soustředování vody. I za těchto podmínek se však voda může soustřeďovat v rýžkách a odtokem tak způsobovat výmoly. Proto je často velmi obtížně od sebe oddělit erozi plošnou a výmolovou.

- Výmolová eroze je konečným výsledkem brázdové a rýžkové eroze. Vzniká soustředěním povrchového odtoku a formováním postupně se prohlubujících zářezů v půdě. Výmolová eroze v extrémních případech může přejít až v erozi stržovou, která je již nebezpečná a silně devastující.
- Proudová eroze probíhá ve vodních tocích a je způsobována unášecími silami vodního toku. Pokud je rozrušováno dno koryta, pak je to eroze dnová. Je-li rozrušován břeh, pak břehová. Nejvíce znatelná je proudová eroze v bystřinách kvůli velkému množství unášených splavenin.

5.1.2. Podpovrchová vodní eroze

Pokud srážková voda působí erozně i při podpovrchovém odtoku, pak se jedná o vnitropůdní erozi. Ve sprašových půdách může docházet k vymílání vod nahromaděných na nepropustných vrstvách a dochází ke vzniku tunelů, tzv. tunelová eroze (sufoze). Konečným stádiem jsou otevřené erozní rýhy vzniklé propadem stropů v tunelech (Janeček 2008).

5.1.3. Příčiny vodní eroze

Za hlavní příčiny jsou považovány klima, topografie, vegetace, půda a lidský faktor, které působí v kombinacích na zemský povrch. Podrobněji Janeček (2008) tyto faktory vysvětluje jako:

- klimatické a hydrologické – zeměpisná poloha, nadmořská výška, teplota, výpar, množství, rozdělení a intenzita srážek;
- morfologické – sklon, délka a tvar svahu;
- geologické a půdní – textura a struktura půdy, půdní typ a druh;
- vegetační – hustota vegetace, délka trvání pokryvu;
- způsob obhospodařování půdy a využívání pozemků – poloha a tvar pozemků, směr obdělávání, střídání plodin.

5.1.4. Následky vodní eroze

Pokud dojde k povrchovému odtoku, tak nejprve jako plošný odtok v tenké vrstvě bude stékat směrem dolů ze svahu, než se začne soustřeďovat a vytvářet síť nepravidelných rýžek. Následně se začne zvyšovat rychlost, kinetická energie a také hloubka

vytvářených rýžek. Vznikají rýhy, případně až strže, které jsou nejzávažnější formou erozních rýh (Janeček 2008)

Splavené částice půdy a na nich navázané živiny a zbytky hnojiv, pesticidů či jiných chemických látek představují významný zdroj znečištění vodních zdrojů. Kromě znečišťování komunikací a zanášení akumulčních prostorů nádrží a snižování průtočné kapacity toků tyto částice způsobují kontaminaci vod, eutrofizaci a tím pádem zhoršování životních podmínek pro vodní živočichy. S tím pak souvisejí zvyšující se výdaje spojené s úpravou vody a těžbou nánosů a usazenin.

Na povrchu půdy se také jako výsledek hutněního účinku kapek vytváří povrchový škraloup. Z rozpadajících se půdních agregátů se uvolní částice jílu, které pak ucpávají póry. Snižuje se tak infiltrační kapacita půdy a tento škraloup se tak významně podílí na tvorbě povrchového odtoku.

5.2. Větrná eroze

Větrná eroze (eolická) je proces mechanického rozrušování půdního povrchu větrem. Dochází k uvolnění půdních částic (abrazi) a jejich následnému odnosu (deflaci; z latinského *deflare* - odvádět). Nakonec se částice usazují na jiném místě (akumulace) při poklesu energie vzdušného proudu (Janeček 2008).

Větrná eroze se vyskytuje v oblastech s nedostatkem srážek spolu s převažujícími vysokými teplotami, to jsou především aridní oblasti. Vodní eroze je na druhé straně faktor typický pro oblasti s vyšší vlhkostí. Oba tyto typy eroze se setkávají v semiaridních oblastech (Zachar 1982).

Hustota vzduchu a také atmosférický tlak se snižuje se zvyšující se nadmořskou výškou a se zvyšující se teplotou. Díky rozdílům ve fyzikálních vlastnostech vzduchu a vody je rychlost proudění vzduchu deset, až stokrát větší, než je rychlost tekoucí vody a dá se tedy říct, že vzduch je stále v pohybu. Jak v horizontálním, tak i ve vertikálním směru (Zachar 1982).

Půdy, které se vyvinuly na jemně texturovaných usazeninách, mají sice vysoký podíl hlíny a jílu a jsou poměrně odolné vůči vážnější větrné erozi. Nicméně tyto půdy jsou náchylnější k vodní erozi, zatímco písek je srážkovými vodami erodován jen obtížně (Zachar 1982).

Rozlišujeme tři druhy transportu půdních částic podle jejich velikosti (Zachar 1982):

- Suspenze – pohyb těch nejmenějších frakcí. Částice jsou zvedány do vzduchu a unášeny na velké vzdálenosti. Tyto částice zůstávají ve vzduchu velmi dlouho. Sedimentuje až při velkém poklesu větru nebo vlivem srážek. Ve formě suspenze bývá přepravován jen malý objem půdy, jde však o tu nejurodnější část.
- Skokem, saltací – tímto pohybem se transportuje největší množství půdních částic. Pohybují se tak částice příliš těžké na pohyb suspenzí ale zároveň dostatečně lehké ke zvednutí z povrchu půdy. Zároveň je to pohyb, při kterém dochází k největším škodám na mladých klíčících rostlinách letícími částicemi. Také dochází k dalšímu rozbíjení půdních agregátů a uvolňování částic půdy.
- Sunutí – pohyb větších částic, které jsou příliš těžké na uzdvižení.

5.2.1. Příčiny větrné eroze

K větrné erozi dochází nejčastěji na exponované půdě bez vegetace. Vegetační kryt chrání půdní agregáty před rozrušováním větrnými proudy a snižuje rychlost větru při povrchu. Odolnost půdy proti deflaci závisí pak především na jejích vlastnostech, tzn. textuře, obsahu vlhkosti a drsnosti povrchu. Míra eroze závisí dále na kohezi půdních agregátů, což je ovlivněno množstvím tmelící substance - jílu a obsahem půdní vlhkosti. S vyšším obsahem vody v půdě roste i vzájemná soudržnost půdních částic způsobená povrchovým napětím vody. Všechny tyto vlastnosti jsou přitom vzájemně provázané (Zachar 1982).

Hlavním faktorem větrné eroze je pohyb a cirkulace vzduchu - vítr. Celkový vliv větru je určen jeho erozivitou a odolností půdy proti větru – erodibilitou. Rozhodující je přitom jeho unášecí síla, rychlost, délka trvání a četnost výskytu. Vítr ovlivňuje půdy vysoušením povrchové vrstvy a odnášením částic půdy deflací. Čím silnější vítr, tím větší je efekt na půdu. Při deflaci dochází k uvolnění částic půdy a jejich přemístění, takže zůstanou jen hrubší materiály z podloží. Mohou také vznikat vzdušné víry a písečné bouře, které přenášejí materiál na obrovské vzdálenosti. Minimální rychlost větru, která je potřebná k zahájení pohybu částic a při které se větrná eroze začne vyskytovat s mírou nad přípustnou mez, se nazývá kritická rychlost. Tato rychlost je menší než rychlost potřebná k udržení částic ve vzduchu (Zachar 1982).

Dalšími klimatickými činiteli ovlivňujícími větrnou erozi kromě srážek jsou teplota a výpar. Míra větrné eroze roste také s velikostí území. S délkou pozemku roste i počet uvolňovaných částic.

5.2.2. Následky větrné eroze

Škody způsobené větrnou erozí jsou způsobeny především odnosem ornice, tím pádem i hnojiv a osiva. Hlavním důsledkem tohoto typu eroze je ztráta organické hmoty a živin. To doprovází snížení výnosovosti a zvýšené požadavky na hnojení, tím pádem i na chemizaci půdy. Výsledkem jsou vyšší výdaje nejen na postiženém pozemku, ale i mimo něj.

Akumulace půdních částic může mít i příznivý dopad v případě, že přispěje ke zvýšení úrodnosti půdy. Většinou se však potýkáme s negativními důsledky, jako je zanášení komunikací, vodních toků či znečišťování ovzduší.

6. Eroze na území Číny

Asijský kontinent trpí mnohem vyšším stupněm eroze a na mnohem větší ploše erodované půdy, než Evropa. Ve skutečnosti trpí nejvyšším stupněm transportu erodovaných částic ze všech kontinentů (Liu 2004). Čína má rozlohu 9,6 milionů km² s hornatým povrchem na západě a nížinami na východě. Nejvýznamnější problémy jsou vodní a větrná eroze, následovány zasolováním (World Bank 2001). Geomorfologie je složitá, převažují hory, kopce a plošiny, které tvoří 2/3 celkové plochy (Liu 2004). Zimy jsou chladné a suché kvůli studeným vzdušným proudům ze Sibiře, léta jsou horká a deštivá pod vlivem teplého a vlhkého monzunu z jihovýchodní části Tichého oceánu (Liu 2004). Roční rozdělení srážek je výrazně ovlivněno vzdáleností do oceánu. Vysoký úhrn v jihovýchodních pobřežních oblastech (> 1500 mm) a nízký (<50 mm) v severozápadní části vnitrozemí (Yang et al. 2002).

Míra eroze je vysoká ve většině horských oblastí Číny. Kombinace klimatu a topografických faktorů vyústila v různorodé rozdělení půdní eroze (Yang et al. 2002). Na celém území je způsobována rozmanitou škálou přírodních sil včetně vody, větru, gravitace, mrazu a ledovců. Pravděpodobně nejvýznamněji je přitom postižena oblast Sprašové plošiny, která je charakteristická členitým reliéfem. Eroze tady dosahuje katastrofických rozměrů (Zachar 1982). Kromě eroze na Sprašové plošině, se největší eroze předpokládá na málo výnosných a neúrodných půdách. Oběťmi se stávají především chudí zemědělci, kteří jsou nuceni takovéto půdy horší kvality obdělávat (World Bank 2001).

Jedním z hlavních problémů je zasolování, které je především spojeno se špatně navrženým, anebo špatně prováděným zavlažováním v suchých a semiaridních

oblastech. Oblast zasolené půdy se odhaduje na 82 až 100 milionů ha (World Bank 2001). V roce 2014 by to mělo být pouhých 37 milionů ha (Zhaoyong et al. 2014). Podle údajů zpracovaných Ministerstvem pro vodní zdroje, oblasti zasolené obdělávané půdy se během dvaceti let do roku 1996 zvýšily asi o 10 %. Avšak v průběhu 80. a 90. let znatelně klesly. Většina zasolené obdělávané půdy v Číně se nachází ve třech zeměpisných regionech: Sever (30 % z celkového počtu), Sprašová plošina (26 %), a severovýchod (16 %) (World Bank 2001). Vláda vyvinula a zrealizovala řadu programů pro dohled nad zasolováním a pro kultivaci zasolené půdy prostřednictvím investic do zkvalitnění systémů zavlažování a odvodňování. Programy byly velmi úspěšné. Od roku 1988 díky prevenci prováděné společně s nápravou zasolených půd, s pevným čistým ziskem (World Bank 2001).

Desertifikace v severní Číně se dostalo velké pozornosti veřejnosti hlavně po prašné bouři, která zasáhla 20krát v posledních letech, z toho 9krát jen na jaře roku 2000 v Pekingu (Yang et al. 2002). Primárně se odehrává v polosuchých a suchých oblastech v severozápadní Číně. Zhruba třetina Číny je náchylná k desertifikaci. Celková plocha postiženého území byla odhadnuta na 2 620 000 km² (World Bank 2001). Věří se, že to je nejvyšší poměr aktuální k potenciální desertifikaci na světě. Během posledních 50 let se postupně zhoršovala, přičemž se zrychlila během 80. a 90. let. Nejhorší a nejvíce postižené jsou oblasti vyskytující se v agro-pastevní zóně v severní Číně. V této oblasti není pochyb o tom, že nejvýznamnější přispěvatelem za posledních padesát let bylo nadměrné obdělávání půdy během 60. a 70. let, v kombinaci s nadměrnými početními stavy hospodářských zvířat a nekontrolovaným spásáním travních porostů. Oba faktory byly poháněny vládou ve snaze o potravinovou soběstačnost (World Bank 2001).

V posledním půl století měla řada národních programů pro boj proti desertifikaci pozitivní výsledky. Avšak vzhledem k populačnímu tlaku, omezeným přírodním zdrojům (palivo, krmivo) a chybějícímu povědomí o životním prostředí v regionu, rychlost obnovování nedokázala držet krok s destrukcí. Desertifikace oblastí ve skutečnosti stále pokračuje (Yang et al. 2002).

Pozemky v Číně jsou pod silným tlakem obyvatelstva již od 18. století. Dnes se počet obyvatel se odhaduje na 1,368 mld. (NBS 2015). Orná půda na obyvatele činí v současné době méně než desetinu ha, což je 1/5 světového průměru (Yang et al. 2002). Tříletý výzkum odhalil, že 3.569.200 km² území Číny je postiženo erozí půdy.

To je přibližně 40 % celkové rozlohy Číny, neboli více než trojnásobek světového průměru, který je zhruba 12,3 % (Bennett et al. 2008). Každoročně tak ztráta půdy činí 4 520 milionů tun (Xinhua 2008). Neděje se tak pouze ve venkovských oblastech, ale i ve městech a poblíž továren a dolů. Tato data uvedl vědecký výzkumný tým bio-environmentální bezpečnosti a vodní eroze v Číně. Jednalo se o největší vědecký výzkum protierozní ochrany půdy v Číně od založení Čínské lidové republiky v roce 1949. Erozi lze nalézt téměř v každé provincii. Pokud by eroze pokračovala tímto tempem, produkce obilí by v následujících 50 letech byla snížena až o 40 procent (Xinhua 2008).

Podle statistik Čínského Národního Statistického Úřadu, Čína v roce 2009 vynaložila 450 milionů dolarů na prevenci proti erozi půdy (China Briefing 2011). I tak se odhaduje se, že roční ekonomická ztráta v důsledku eroze půdy je zhruba 2,25 % HDP Číny (Liu 2012). China Briefing (2011) uvádí dokonce hodnotu kolem 3,5 % národního HDP, která vychází z výzkumu Asijské Rozvojové Banky. Nedávným příkladem může být sesuv půdy v Zhouqu, provincie Kan-su ze dne 8. srpna 2010, který zapříčinil smrt 1765 lidí (Petley 2010). Čínská vláda ohodnotila ekonomickou ztrátu v důsledku této katastrofy na částku kolem 400 milionů čínských jüanů, což činí přibližně 1,5 miliardy českých korun (Liu 2012). Celkem do roku 2000 eroze způsobila ztrátu v přepočtu 29,4 miliardy dolarů (Xinhua 2008), tedy přes 700 miliard korun českých.

6.1. Povodí Žluté řeky

Povodí Žluté řeky je součástí Číny od počátků čínského národa. Tato oblast bývá označována za kolébku Čínské civilizace a dnes se zde vyskytuje asi 17 % z celkového množství zemědělské půdy v Číně (Giordano et al. 2004). Zemědělské společnosti se na březích Žluté řeky údajně objevily již před víc jak 7000 let (YRCC 2012). Klíčivou roli hraje nejen v ekonomickém rozvoji země, ale i v historické a kulturní identitě Čínského lidu (Giordano et al. 2004). Mnoho čínských filosofů postavilo své filosofické teorie na obrazu zkrocení Žluté řeky. Dokonce snad i bohaté zkušenosti s mobilizací mas lidí pro konstrukci hrází na Žluté řece přispěly k dlouhotrvající centralizované vládě v Číně (Zhu et al. 2003a). Je to centrum politického, ekonomického a sociálního rozvoje země (Zhu a et al. 2003a).

Na druhou stranu je ale Žlutá řeka známá i jako „zármutek Číny“, protože půdy, které podpořily lidský rozvoj, jsou také spojovány s častými, mnohdy katastrofickými, záplavami. Zkáza, kterou tyto záplavy způsobují je často ve východním měřítku nepředstavitelná (Zhu a et al. 2003a). Povodně v minulosti způsobily smrt milionů lidí. Například o povodních v letech 1887 a 1889, zemřely asi 2 miliony lidí. Dalších 7 milionů lidí zůstalo bez domova. Některé vesnice byly pohřbeny pod 3 metry hlubokou vrstvou bahna. V roce 1938, když během stoleté vody Žlutá řeka po sedmé změnila svou dráhu, zemřelo asi 890 000 lidí (Zachar 1982).

V posledních třech desetiletích, čínská ekonomika rostla nejrychleji mezi všemi hlavními národy (Liu et al. 2008). Jako výsledek rychlých ekonomických a sociálních změn se všaj objevují nové problémy. Například nedostatek vody, nadužívání zdrojů a degradace životního prostředí. Tyto problémy se v rámci vodního hospodářství posouvají na vrchol pořadu jednání. V podstatě se ve vodním hospodářství jedná o přechod od „řeky škodící lidem“ k „lidem škodícím řece“ (Giordano et al. 2004).

6.1.1. Charakteristika povodí Žluté řeky

Plocha povodí Žluté řeky je větší, než je plocha Francie a svou délkou přes 5400 km je druhou nejdelší řekou Číny a šestou nejdelší řekou na světě. V roce 2006 bylo povodí Žluté řeky domovem pro 107 milionů lidí, nebo také 8,6 % čínské populace (Kasuda 2010). Do roku 2010 to podle propočtů mělo být 121 milionů lidí (Zhu et al. 2003a). Protéká 9 provinciemi a autonomními oblastmi a její povodí obydluje asi 9 % populace Číny (Zhu et al. 2003a).

Nachází se v suché až semiaridní oblasti, s rozsáhlým vlivem kontinentálních monzunů na severozápadě a vlhkým podnebím na jihovýchodě. Zimy jsou chladné a suché, zatímco léta jsou velmi teplá až horká. Dešťové srážky (více než 60 %) bývají soustředěny v létě během června až září. Průměrná roční teplota v povodí je 4 až 14 stupňů Celsia (Zhu et al. 2003a). Přibližně 75 % povodí je pokryto horami a kopci, roviny tvoří jen asi 17 % povrchu (Zhu et al. 2003a).

Žlutá řeka Pramení v pohoří Bayankala (Bajan Har) v západní Číně, v provincii Čching-chaj (*Quinghai*) na Tibetské náhorní plošině a vlévá se do Pochajského zálivu ve Žlutém moři. Povodí se tradičně dělí na horní, střední a dolní tok a dá se také popsat jako tři stupně kaskády: Tibetská plošina, Sprašová plošina a niva (YRCC 2012). Horní tok odvádí vodu z 51 % plochy povodí. Na Tibetské plošině, kde Žlutá řeka

pramení, je nízký výpar a relativně vysoká úroveň srážek (Zhu et al. 2003b). Jak se řeka pohybuje směrem na sever do Vnitřního Mongolska, výpar převyšuje srážky, což do značné míry snižuje průtok řeky (Zhu et al. 2003a). Střední tok pokrývá 46 % plochy povodí. Proudí skrz Sprašovou plošinu, kde se do toku dostává masivní množství spraše, která činí 90 % z celkového množství sedimentů v řece (Zhu et al. 2003a). Dolní tok je jedním z nejunikátnějších říčních úseků na světě. Jak se řeka rozlévá do Velké čínské roviny, sediment ze středního toku se začíná usazovat a vzniká meandrující se nestabilního koryto (Zhu et al. 2003b). Ústí Žluté řeky se nachází mezi Pochajskou a Lajčouskou zátokou v jižní části Pochajského moře. Hloubka vody v ústí je méně než 15 m. Obrovské množství sedimentu, které z řeky proudí do moře, má za následek rychlé rozšiřování pobřeží směrem k moři rychlostí 1,1-2,6 km za rok. Také způsobuje rychlé změny umístění hlavních ramen řeky v deltě (Quao et al. 2010).

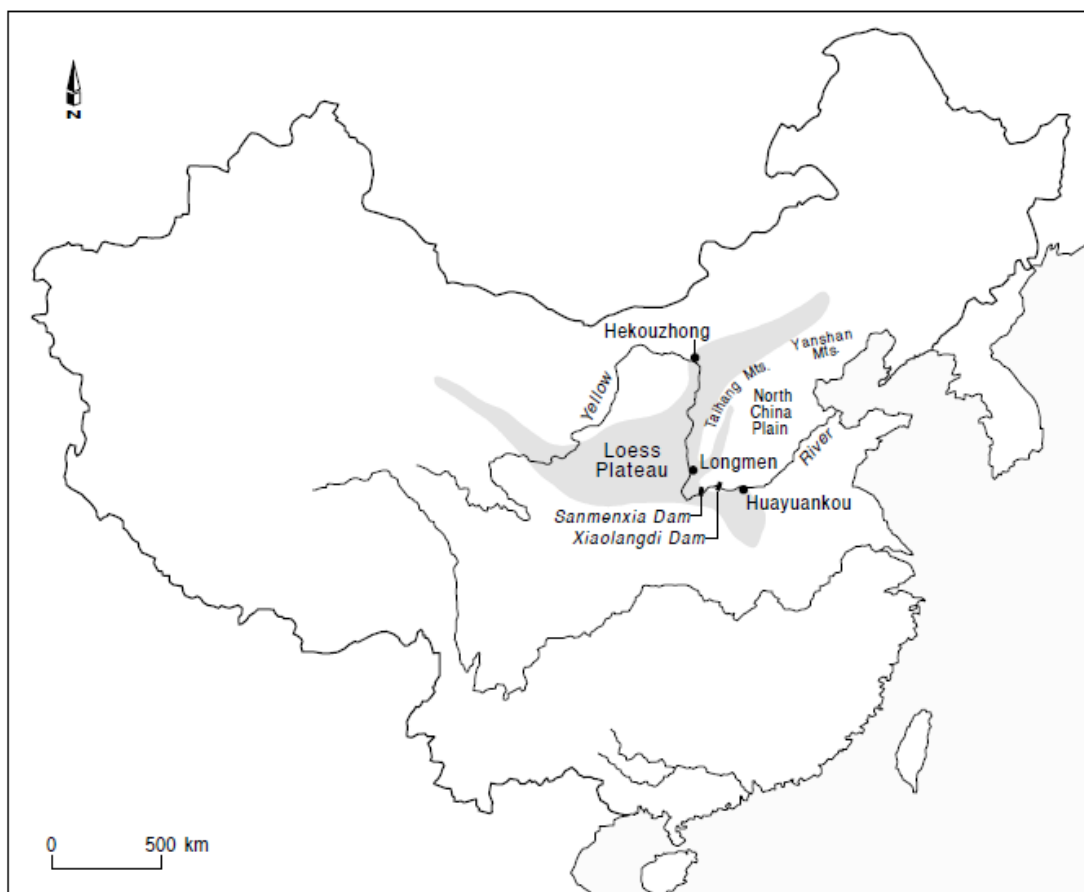
Vysoká úroveň sedimentů ve Žluté řece je způsobena nejen přírodními faktory jako je značná erodibilita sprašové půdy. Značně k tomu přispívá také nízký průměrný úhrn srážek zpomalující růst zpevňující vegetace a postupný nárůst ve sklonu a síle toku. Tyto faktory jsou pak dále zhoršovány výše zmíněnými antropogenními vlivy, které se často odehrávají po stovky či tisíce let. Dlouhodobé přetrvávání jevu je vidět i na čínském rčení „až se (Žlutá) řeka vyjasní“, které znamená „nikdy“ (Giordano et al. 2004).

6.1.2.Sprašová plošina

Erozi nejvážněji postižený region je Sprašová plošina, rozprostírající se kolem středního a horního toku Žluté řeky (viz Obr. č. 1). Plošina pokrývá oblast o velikosti přibližně 640 000 km² (Yang et al. 2002). Má velice členitý povrch, kde se nacházejí jedinečné sprašové kopce a sprašové náhorní plošiny s mnoha kanály. Kvůli řídké vegetaci a intenzivním letním monzunovým dešťům tvoří tato oblast asi polovinu z celkové plochy Číny postiženou vodní erozí (Bennett et al. 2008). Průměrné roční srážky v oblasti plošiny jsou 200 až 600 mm, přičemž srážky spadají především během července až září. V tomto období spadne 60-70 % celkových ročních srážek (Shi et Shao 2000).

Ztráta půdy v oblasti plošiny je způsobená kombinací přirozené a zrychlené eroze (Shi et Shao 2000). Ve starověku byla Sprašová plošina velice úrodná a snadno obdělávané území, což napomohlo rozvoji rané Čínské civilizace právě na tomto místě. Lidé zde

vyvíjí své aktivity již po dobu delší než 5000 let (Shi 2000). Nicméně staletí odlesňování, zemědělská expanze, neúnavná pastva zemědělského dobytka a související aktivity přispěly ke ztrátě vegetačního krytu a vystavení křehkých půd erozi. Problém rostl s rostoucí populací, což nakonec vedlo ke kultivaci oblastí s vysokým sklonem, které jsou velmi erodibilní. Výsledkem byla degenerace ekosystémů, desertifikace a nezadržitelné chudnutí místní ekonomiky (Giordano et al. 2004).



Obr. č. 1: Umístění Sprašové plošiny (Finlayson 2002)

Přes 60 % plochy Sprašové plošiny je zasaženo vodní nebo větrnou erozí. Průměrná roční ztráta půdy je 2000-2500 t/km² (Shi et Shao 2000). Spraš je název pro prachovitých sediment, který se v minulosti na této náhorní plošině usazoval z větrných bouří. Sprašové půdy jsou velmi náchylné na větrnou, i na vodní erozi. Vrstva Sprašové usazeniny je přitom silná v průměru 50-300 m (WWAP 2012). Důvodem vysoké erodibility je vysoký podíl jemné půdní frakce spolu s relativně nízkým obsahem stmelujících koloidních částic (Zachar 1982). Tyto jemné písčité hlíny se mohou zbortit po pouhých 1 až 2 minutách ve vodě. To vede k charakteristicky vysoké

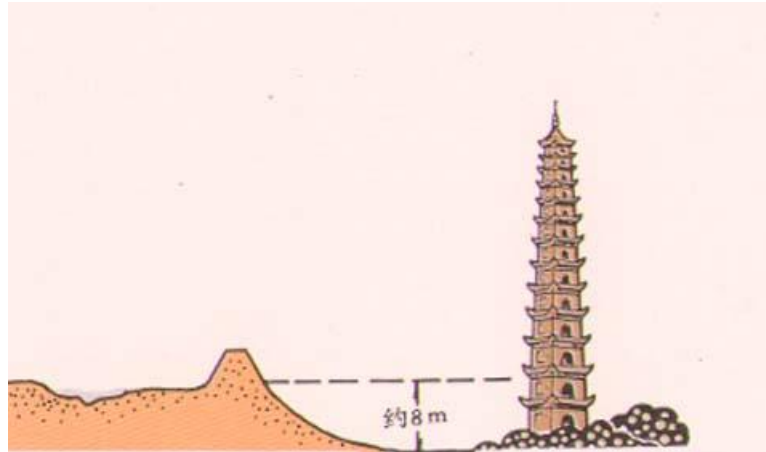
erodovatelnosti, včetně tvorby kanálů a jeskyní (Shi et Shao 2000). Křehká půda z plošiny je v obrovských objemech strhávána do Žluté řeky a jejích přítoků především během koncentrovaných přívalových dešťů v letních měsících. Právě díky obrovskému množství splavené půdy dostala Žlutá řeka a Žluté moře své jméno (Giordano et al. 2004).

6.1.3. Eroze v oblasti Žluté řeky

Žlutá řeka unáší největší množství částic zeminy na světě. Podle Zachara (1982) je průměrná koncentrace sedimentů $37,6 \text{ kg/m}^3$. Novější publikace uvádějí hodnoty naměřené v oblasti dolního toku Žluté řeky kolem $25,5 \text{ kg/m}^3$ (Quao et al. 2010). Během povodní byly naměřeny hodnoty mezi 430 a 460 kg/m^3 (Zachar 1982), v maximech však dosahuje hodnot až 590 kg/m^3 (Yang et al. 2002). V takovém případě se tok stává plastickým a na jeho povrchu se tvoří vrásky. Zajímavé je zjištění, že při této míře kalnosti se rychlost proudění vody zvyšuje (Zachar 1982).

Hlavním zdrojem splavené půdy ve Žluté řece je Sprašová plošina. Celkem se do řeky každý rok dostane průměrně $1,6 \times 10^9$ tun za rok (Xu 2003). To představuje 60 % celkové eroze v Číně a 10 % ze světového celku (WWAP 2012). Je to 9-21krát větší hodnota než hodnota ve většině světových hlavních řek (Shi et. Shao 2000). Jen asi 25 % unášeného sedimentu doputuje do moře, zbytek se ukládá v říčním dně a na březích. Podle Xu (2003) by to mělo být $0,4 \times 10^9$ tun sedimentu každý rok. Tím se zmenšují průtočné profily a zvyšuje se riziko, že se řeka vylije z břehů (Zachar 1982). Uložený sediment z letních bouřek navyšuje dno Žluté řeky rychlostí asi 5-10 cm za rok (Yang et al. 2002) - starší publikace uvádějí 8-10 cm za rok, což svědčí o zlepšující se tendenci (Shi et. Shao 2000). Pomalu se tak vytváří „visuté“ koryto řeky. To znamená, že řeka proudí korytem, které je nad úrovní okolních měst a polí. Nachází se například 13 m nad městem Kaifeng (viz Obr. č. 2) a 20 m nad úrovní města Xingxiang (WWAP 2012).

Pro stabilizaci kanálu správci řeky po tisíciletí stavěli hráze pro udržení řeky v korytě. Koryto Žluté řeky se neustále zvedá tak, že celková tloušťka usazeného materiálu v některých úsecích je až několik desítek metrů. Proto je nutné úrovně těchto zemních hrází podél břehů dolního toku pravidelně zvyšovat za účelem prevence povodní při vyšších průtocích. Ty se vyskytují především na jaře, když na horách taje sníh a v létě od července do října, když dorazí přívalové deště (Zachar 1982).



Obr. č. 2: Schéma visutého koryta nad městem Kaifeng (Leung 2005)

S každým navýšením hrází se ale také zvyšuje i riziko jejich protržení. V takové situaci představuje hrozbu i jinak zanedbatelná činnost hlodavců, kteří se do zemních hrází zavrtávají, a tak mohou značně přispět k jejich protržení. Hráze proto vyžadují pravidelnou údržbu a přestavby (Zachar 1982). Bývalý ministr Qian Zhengying podotýkal, že zvyšování hrází však rozhodně není trvale udržitelným řešením problému (Zhu et al. 2003a). Snížení množství sedimentu v řece by zvýšilo životnost přehrad a posunulo navyšování hrází. Ale s ohledem na reliéf krajiny a klimatické podmínky je velmi nepravděpodobné, že by v budoucnu bylo dosaženo alespoň částečného vyčištění řeky. Úplně zbavit řeku splavenin je nemožné (Zhu et al. 2003a). Kromě zvyšujícího se nebezpečí protržení hrází také vzniká problém se srážkami z okolí, které se do kanálu nad úroveň terénu nemohou nijak dostat. Stejně tak se to řeky nemohou vlévat přítoky (Zhu et al. 2003b). S téměř žádným přítokem je podíl odtoku z povodí v této části řeky jen asi 3 % (Zhu et al. 2003a).

6.1.4. Povodně a sucha

Před rokem 1949 se udály v průměru 2 povodně každé 3 roky a jedna změna říčního roku každých 100 let (Zhu et al. 2003a). Před Dynastií Sui (581-618 n. l.) došlo k zaplavení jednou za století, zatímco za dynastie Ming (1368-1644 n. l.) 155krát za století. V průběhu let 1912-1936, došlo k zaplavení 103krát (Shi et Shao 2000).

S povodněmi souvisejí také přesuny koryta. Jejich příčinou je protržení zemních hrází a zaplavení nížiny. Kvůli tomu, že dno řeky se nachází nad okolním povrchem, se však voda nemůže vrátit zpět do svého koryta. Záznamy ukazují, že za poslední 3000 let byly hráze protrženy více než 1500krát a průběh toku se změnil 26krát (Leung 1996). Hlavní posun nastal v roce 1194 a byl pravděpodobně ekonomicky nejvíce devastující

ze všech (Leung 1996). V roce 1855 se kanál přemístil z jižní strany Šantungského poloostrova na jeho severní stranu celkem o 1000 km (Zhu et al. 2003a). Od roku 1855 koryto migrovalo napříč deltou 9krát (Li et Wang 2003). Například v roce 1938, když byly hráze poblíž Huayaunkou úmyslně protrženy kvůli zabránění postupu Japonských vojsk. Trhlina byla později zasypána a v roce 1947 se řeka navrátila do svého současného koryta (Zhu et al. 2003a). Poslední přesun nastal v roce 1976 (Quao et al. 2010).

Dolní tok Žluté řeky také velmi často vysychá. Sucha byla v historii před rokem 1949 zaznamenána víc jak 1000krát. V moderní historii, 34 milionů obyvatel zápasilo na pokraji smrti během dlouhého období sucha v letech 1920-1930 (Zhu et al. 2003a). V letech 1992 až 1998 tok vysychal dokonce každý rok. Nejhorší situace nastala v roce 1997. Nulový průtok byl naměřen po 226 dní v roce a vyschlo kolem 700 km koryta (Li et Wang 2003).

7. Protierozní ochrana

7.1. Protierozní opatření

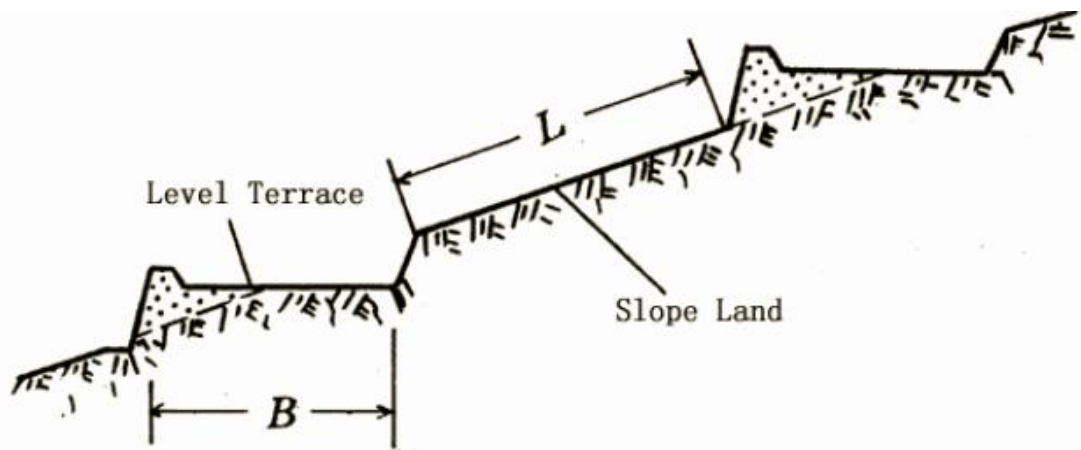
Čína má v protierozní ochraně půdy dlouhodobé zkušenosti. Z tohoto důvodu pro komplexní správu využívá jako základní jednotku pro aplikaci opatření malá povodí. Půdní typ a struktura v menších oblastech jsou obdobné, a tak je správa jednodušší (Shi et Shao 2000). Mezi nejčastěji používaná protierozní opatření patří kromě zalesňování a zatravnění svahů také terasování a výstavba hrází. Dále se přistupuje k orbě po vrstevnici, meziplodinám, rotační pastvě a střídání plodin.

7.1.1. Terasová pole

Terasy patří mezi základní technická protierozní opatření, ke kterým se v Číně přistupuje (Liu 2005). Vytvářejí plochá stupňovitá pole po stranách strží a kopců. Terasy mění sklon pozemků, snižují ztrátu půdy, zachytávají vodu a hnojiva a tím zvyšují úrodnost půdy. Do roku 1996 bylo v regionu plošiny vytvořeno $3,8 \times 10^6$ ha terasových polí, což představuje 20 % celkové zemědělské půdy v Číně (Hu et al. 2005). Stavba teras na Sprašové plošině trvá dlouho, protože spraš je velmi měkká a hluboká což činí stavbu obtížnou. Dříve se terasy stavěly ručně, proto byly úzké a často ničené silnými bouřemi. Nyní se k jejich vytváření používají strojní zařízení, která

vytvářejí pole širší s vysokými náspy (Fei 2009). Terasování oblasti o velikosti Francie je obrovská výzva, která se však s ohledem na benefity vyplácí (Liu 2005).

Zavlažovací terasy mají zvednutý vnější okraj, který zadržuje vodu jednotně na celé ploše. Terasy rozdělují strmé svahy na řadu schodů s horizontální plošinou se sklonem do 6° (Fei 2009) a vertikální anebo téměř vertikální zdi. Zdi mohou být z kamene, cihel nebo ze dřeva. Pokud je půda dostatečně stabilní, může být stěna stabilizována vegetací (Levy 1996). Stupňovité terasy jsou obvykle stavěny na svazích se sklonem menším než 25° (Hu et al. 2005). Dalším typem teras jsou terasové stupně oddělené svahem namísto zdi (viz Obr. č. 3), které dokáží zachytávat až dvojnásobné množství srážek (Hu et al. 2005). Kromě Číny se terasování často používá i v dalších zemích jako jsou Japonsko, Filipíny, Indonésie, Nepál či Peru (Levy 1996).



Obr. č. 3: Náčrt terasového pole odděleného svahem (Hu et al. 2005)

7.1.2. Vegetace

Stromy jsou nejdůležitějším a nepropagovanějším aspektem protierozní ochrany v Číně. Vegetační opatření zahrnuje zalesňování břehů terasových polí, ochranné lesy na svažitéch územích, na dnech strží či na březích řek (Hu et al. 2005). Navrácení stromů do regionu je zásadní šancí pro nápravu škod, které byly napáchány v průběhu tisíců let. Nicméně během posledních desetiletí bylo prokázáno, že samotná protierozní ochrana formou výsadby vegetace není v oblasti Žluté řeky dostačující (Xu et al. 2004). Na počátku 80. let byl kladen důraz právě na pěstování zeleně, avšak erodovaná půda i nadále vtékala do Žluté řeky (Xu et al. 2004). Na neúrodných půdách v suchém klimatu je obtížné stromy udržet při životě, a pokud již přežijí, většina z nich nikdy nedosáhne dostatečného vzrůstu pro ochranu půdy. Výzkum v roce 1998 ukázal, že míra přežití stromů v regionu Hekou-Longmeng byla 53 % a

trav 24,2 % (Xu et al. 2004). Čínská vláda však začala projevovat snahy o integrovaný přístup, který v protierozní ochraně půdy dosáhl znatelných úspěchů (Liu 2005). Pro uvědomění si významu změn dějících se na Sprašové plošině je velmi důležité pochopení politických změn v podobě zákazu kácení stromů, zákazu obdělávání strmých svahů a zákazu volné pastvy domácích zvířat doprovázené aktivní výsadbou stromů (Liu 2005).

Jiným vegetačním opatřením je stabilizace písečných dun především v oblasti severozápadní Číny v provincii Xinjiang. Sláma je svazována do sítí spolu s rostlinami a travami, které mohou přežít v hlubokých písčitých půdách (Liu 2005). Tyto sítě zabraňují tomu, aby se písek vlivem větru vznesl a dopadl na okolní vegetaci. Další vynikající způsob, jak stabilizovat půdní pokryv jsou víceleté plodiny, které zvyšují příjmy a zpestřují hospodářství malých zemědělských komunit (Liu 2005).

Výše zmíněné jsou aktivní protierozní opatření, která generují z ekonomicky životaschopné půdy příjmy. Stejně efektivní však může být i pasivní ochrana ve smyslu ochrany ekologicky významných půd před vlivem člověka a jeho činností. Vegetace se na taková místa může navrátit přirozeně a půda se může sama regenerovat (Liu 2005).

7.1.3. Zadržovací hráze

Výstavba zadržovacích hrází má v Číně velmi dlouhou historii. Některé, postavené před 400 lety jsou funkční do dnes. Největší popularitu toto opatření zažilo od založení Čínské lidové republiky. Do roku 2002 jich bylo vystavěno asi 113 500. Vytvořily tak 3200 km² úrodných polí a zachytily 700 milionu m³ spraše, která by jinak stekla do Žluté řeky (Xu et al. 2004). Na dna strží jsou umisťovány mělké hráze, které se během monzunových dešťů postupně plní erodovanou sprašovou půdou. Když je nejnižší hráz naplněna, vystaví se další o trochu výše než ta předchozí. Takto se pokračuje, dokud celé dno rokle není vyplněno rovnými poli, jak je patrné z Obr. č. 4 (Liu 2005). Je to nejefektivnější způsob jak zabránit půdě v cestě do řeky. A zároveň tak vznikají nová, vysoce úrodná pole (Xu et al. 2004).

Pro zabránění stržové erozi je stále ideální kombinace všech opatření. Kromě zafixování strže zadržovacími hrázemi by měly být chráněny i strany rokle. Ochranná opatření jako jsou terasy, vegetace a agrotechnická opatření nejen mohou zvýšit

vsakování vody do země, ale také může zlepšit životní prostředí (Chunhong et al. 2004).



Obr. č. 4: Strž s nově vytvořenými poli v provincii Shaanxi (Chunhong et al. 2004)

7.2. Historie protierozní ochrany

Již za dynastie Xia (kolem roku 2000 př. n. l.) byla ve správě povodí Žluté řeky ochráně před povodněmi dána hlavní priorita (Giordano et al. 2004). Za Dynastie Han (206 př. n. l.), byla vytvořena nová funkce ředitele úřadu na ochranu vod v rámci Ministerstva veřejných prací. Tato kancelář se stala plánovacím a kontrolním orgánem pro celostátní hospodaření s vodou. Prostřednictvím svých kanceláří, vodohospodáři představili komplexní správu povodní. Určili tak trend směrem k plánování celého povodí, který můžeme vidět dnes (Liang 2005).

Hanové založili nyní dlouholetou tradici staveb rozsáhlých vodních děl v Číně. Již v této době měly vysokou prioritu renovace starých vodních děl. Také si uvědomovali důležitost neustálé údržby každého projektu kvůli neustálému opětovnému zanášení Žluté řeky. Je důležité si uvědomit, že úspěšné řízení, a to i tehdy, bylo možné pouze s úspěšnou koordinací mezi národními a místními úřady. Národní agentury byly odpovědné za celkové plánování a koordinaci stavebních projektů. Poskytovat práci

potřebnou pro výstavbu a provoz daného projektu zůstalo odpovědností místních agentur, stejně jako financování a řízení zavlažovacích projektů. Potíže vznikly v byrokracii. Místní úředníci se zabývali pouze záplavami v jejich oblasti působnosti a nezohledňovali důsledky vlastních činů (Liang 2005).

Na začátku 19. století byl nápomocný západní vliv ve spouštění několika interprovinciálních vodohospodářských agentur. Čínští studenti studovali západní inženýrství v zahraničí ve větším počtu, než kdy předtím. Nejvýznamnějším z těchto výměnných studentů byl Li Yi-Chih, který se v roce 1933 zasadil o vznik první agentury pro řešení problému v celém povodí Žluté řeky - „The Yellow River Water Conservancy Commission“ (YRWCC). Svou práci realizovat v rámci starých vodohospodářských principů a čínské filozofie (Kasuda 2010). Fungovala přímo pod centrální vládou a byla zodpovědná za všechny aspekty Žluté řeky. Nikdy jí ale nebyla poskytnuta plná odpovědnost za hospodaření s vodou a chybělo jí samostatné řízení. Proto nebyla schopna provádět potřebné práce. Později v roce 1946 nastoupila „Yellow River Conservancy Commission“ (YRCC). Bohužel stejně jako její předchůdce, ani YRCC nezískala úplnou nezávislost řídicího orgánu, ačkoliv posloužila k řešení sporů o řece (Liang 2005).

Po roce 1949 Sovětský svaz podporoval rozsáhlé a kapitálově náročné vodní projekty (Liang 2005). V 50. letech byl vytvořen ambiciózní plán na „zkrocení“ řeky vybudováním více než 46 velkých přehrad především za účelem získávání vodní energie, kontroly záplav a vytváření rezerv pro zavlažování. V 60. letech problémy při budování Sanmenxia rezervoáru probudily zájem veřejnosti a vlády. Tato přehrada ztratila svou pískovou kapacitu již v prvních dvou letech provozu kvůli absenci konstrukce pro splach sedimentů (Zhu et al. 2003a). Neúspěšné projekty z této doby spolu s přírodními katastrofami způsobily sociální nepokoje a hladomor (Liang 2005). Nadšení pro ryze technická řešení rozvoje povodí z těchto důvodů rychle opadlo. Čína se zaměřila na revizi a obnovu řeky, odtok a zavlažování (Zhu et al. 2003a).

Osmdesátá léta se vyznačují zvyšováním povědomí veřejnosti o životním prostředí, především ve spojení s kvalitou vody a s případy přerušení proudění na dolním toku řeky. V devadesátých letech spolu s ekonomickým růstem také začaly problémy s nedostatky vodních zdrojů. Navíc to v severní Číně bylo desetiletí sucha. Částečně jako odpověď čínská vláda v roce 1998 řadu zákonů jak například Vodní zákon, zákon protierozní ochrany vody a půdy, zákon na ochranu před povodněmi, zákon o lesích a

další (Zhu et al. 2003a). V letech 1998-2000, Státní rada Číny schválila a zrealizovala "Národní ekologické plánování" a "Národní směrnice pro ekologii a ochranu životního prostředí". Tak nastínila hlavní plán ochrany vody a půdy pro počátek 21. století a začlenila melioraci a ochranu půdy do strategií udržitelného rozvoje (Liu 2004).

7.3. Yellow River Conservancy Commission

Vzhledem k rostoucí poptávce po vodě a snížení dostupnosti vody je v 80. letech zaznamenána kompetice mezi sektory o tento drahocenný zdroj. Kvůli značné poptávce po vodě v horním a středním úseku povodí byly mezi lety 1972 a 1999 části říčního toku vyschlé jedenadvacetkrát (WWAP 2012). To vedlo ke ztrátě produkce obilovin, pozastavení některých průmyslových odvětví, a nedostatečným dodávkám vody pro více než 100 000 obyvatel, kteří museli denně do fronty pro pitnou vodu (YRCC 2012). Zavlažování přitom využívá 80 % spotřebované vody z řeky a zbytek zásobuje průmysl a tvoří pitnou vodu pro města podél řeky i mimo povodí (YRCC 2012).

V roce 1987 Čínská státní rada ustanovila „Yellow River Water Allocation Scheme“ jako pokus o lepší vyvážení poptávky a zásobování vodou (WWAP 2012). V roce 2006 ho následoval předpis na regulování a kontrolu objemu vody ve Žluté řece. Tento předpis klade odběry vody ze Žluté řeky pod státní kontrolu kvůli snaze o uspokojení poptávky a zlepšení podmínek životního prostředí. Také si klade za cíl podporu socioekonomického rozvoje povodí Žluté řeky (WWAP 2012).

Komise Pro Ochranu Žluté řeky (The Yellow River Conservancy Commission – YRCC) byla Ministerstvem vodních zdrojů Čínské lidové republiky zmocněna v roce 1999. Tato komise má na starosti správu vodních a půdních zdrojů v oblasti povodí Žluté řeky spolu s ochranou místních ekosystémů (WWAP 2012). Jako hlavní instituce správy vod v povodí Žluté řeky je odpovědná za hospodaření s vodou v rámci celého povodí. YRCC investuje do činností, které zlepšují ekologické zdraví řeky a zároveň poskytují výhody pro obyvatele žijící v povodí, v oblastech snižování rizika povodní, zajištění spolehlivé dodávky vody, spolehlivější zásobování elektrickou energií ve špičkách a lepší přírodní podmínky pro rekreaci. Následuje adaptivní model řízení, přičemž její činnosti jsou založeny na kontinuálním vědeckém zkoumání, založeném na šetření a monitorování a povědomí o měnících se potřebách komunit v povodí (YRCC 2012). Komise zavedla řadu rozsáhlých projektů pro hospodaření s půdou

v povodí, především v regionu Sprašové plošiny. To zahrnovalo výstavbu přehrad, zalesňování, terasování a převod zemědělské půdy ve svazích na pastviny (WWAP 2012).

Po konzultaci s provinciemi, YRCC nyní v povodí koordinuje rozdělování vody v povodí. Alokace do krajů jsou upravovány každý rok, měsíc a občas denně, vztaženo na dostupné množství vody ve zdroji. Přibližně jedna třetina ročního odtoku je vyhrazena pro účely ochrany životního prostředí. Od roku 1999, kdy byla YRCC oprávněna provádět integrované řízení dolního toku, Žlutá řeka nikdy nepřestala proudit (YRCC 2012).



Obr. č. 5: Každoroční splachování sedimentu z nádrže Xiaolangdi (Amusing Planet 2013)

Zlepšilo se hospodářství, příjmy a kvalita života vůbec. Produkce obilovin vzrostla 1,5krát, roční produkce ovoce vzrostla 4krát, a průměrný zisk se zvýšil 4krát (YRCC 2012). V povodí Žluté řeky obnova snížila množství erodované spraše, která tradičně ucpávala koryto a vedla k nebezpečným záplavám, suchu a hladomoru. Od roku 2002, byla každoročně nárazově pouštěna přehrada Xiaolangdi (tzv. “splachovací akce“, viz Obr. č. 5) za účelem odstranění části usazenin z nádrží a dna řeky (YRCC 2012). Z nádrže se vypustí takové množství vody, aby bylo schopné usazeniny zanést až do moře. Koryto bylo sníženo v průměru o 1,5 metru, a tak se docílilo více než

zdvojnásobení maximální kapacity průtoku, což je podstatné zlepšení povodňové bezpečnosti (SIWW 2010). Celkově lze říci, že ochranná opatření v oblasti Sprašové plošiny snížila zatížení Žluté řeky sedimenty až o 40 procent (YRCC 2012). Dále je pak kapacita nádrže Xiaolangdi natolik dostatečná, že riziko povodní s potenciálem porušení hráze bylo sníženo z jednou za 60 let, na jednou za 1000 let (YRCC 2012). To vše, spolu s potenciálem absorbovat vodu do půdy a vegetace a uvolňovat jí pomalu v průběhu ročních období, zásadně mění říční dynamiku (Liu 2005). Příklad obnovy Sprašové plošiny by mohl sloužit jako vzor pro jiné regiony s takto silně člověkem narušenými a degradovanými ekosystémy (Liu 2005).

V roce 2010 YRCC dokonce obdržela ocenění „Lee Kuan Yew Water Prize“. Stala se tak třetím držitelem této prestižní ceny, která uznává mimořádné příspěvky k řešení globálních problémů s vodou. Rada uznala značný pokrok v překonávání přírodních a člověkem způsobených problémů prostřednictvím inovačních a udržitelných politik a řešení. Integrovaný program přidělu vody, který komise aplikovala, vyvážil dostupnost vody se sociálním, ekonomickým a ekologickým vývojem. Zlepšená dodávka vody zvýšila kvalitu života pro více než sto milionů lidí. Rovněž byly obnoveny velké plochy mokřadů a biologická rozmanitost v deltě, navracející řece život a vitalitu (SIWW 2010).

7.3.1. Přehrada Xiaolangdi

V březnu 1992 Světová banka a YRCC provedli studii investičního plánování Žluté řeky. Studie zjistila, že výstavba víceúčelové přehrady Xiaolangdi je akutně nutná a ekonomicky nejvíce životaschopný multifunkční projekt navržený v povodí. Bez toho by rozsáhlé povodně i nadále ohrožovaly celý dolní tok, včetně některých nejproduktivnějších Čínských zemědělských půd a hlavních ropných polí (World Bank 1994)

Navrhovaný projekt Xiaolangdi zmenší záplavy na úroveň, která by mohla být pojata stávajícími protipovodňovými hrázemi. Také bude pro obyvatele žijící před hrázemi a v záplavových oblastech výrazně redukovat škody z povodní. Projekt je určen pro provoz takovým způsobem, že se nánosy za prvních 20 let provozu bude zachytávat, a tak zabraňovat jeho ukládání ve dně řeky. Poté nádrž dosáhne rovnováhy, kdy se únik sedimentu bude rovnat jeho přítoku. To by v doprovodu se splachováním usazenin vodou z nádrže mohlo odložit navyšování až 800 km hrází podél řeky asi o

20 let. Cíle víceúčelového projektu Xiaolangdi (stavba proběhla v letech 1994 až 2000) jsou (World Bank 1994):

- 1) protipovodňová ochrana 103 milionů lidí v oblasti Velké čínské nížiny;
- 2) kontrola přírůstku sedimentů v dolním toku Žluté řeky po dobu asi 20 let;
- 3) tvorba potřebné vodní energie;
- 4) přívod závlahové vody (a zvýšení spolehlivosti zavlažování) a zajištění stabilnější dodávky pitné vody.

7.4. The Loess Plateau Watershed Rehabilitation Project

V roce 1994 byl vládou Čínské lidové republiky zahájen projekt známý jako „The Loess Plateau Watershed Rehabilitation Project“. Déle než 3 roky spolupracovalo Ministerstvo vodních zdrojů a mezinárodní projektanti ze Světové banky spolu s experty na hydrologii, půdu, lesnictví, zemědělství a ekonomiku. Z plánovacího procesu vyšla najevo řada důležitých pravidel (Liu 2005):

- zákaz kácení stromů;
- zákaz sadby ve strmých svazích;
- zákaz volné pastvy hospodářských zvířat;
- stanovení jasných zásad držby půdy - určení práv a povinností zemědělců;
- rozlišení na ekologické a hospodářské půdy, omezení produkce na vhodné pozemky a málo výnosovou půdu pokrýt přirozenou vegetací;
- integrovaná správa povodí.

Hlavním cílem projektu bylo zvýšit zemědělskou produkci a příjmy na pozemcích na Sprašové plošině. Druhým cílem bylo snížení přílivu sedimentů do Žluté řeky, čehož bylo dosaženo umístěním projektů do erozí nejvážněji postižených oblastí v povodí (Chen et al. 2004).

Financování bylo zajištěno Mezinárodní asociací pro rozvoj (IDA) a projekt pokrýval 21 okresů, z nichž 17 bylo vládou zařazeno mezi nejchudší oblasti v Číně. Hlavní částí projektu bylo terasování, zalesňování, keře, sady, trávníky, hospodářské lesy, zavlažování, přehrady a institucionální podpory (školicí střediska, vozidla, počítače a

software pro GIS a informační systémy). Úvěr od IDA ve výši 150 milionů dolarů pokryl 60% projektu (Chen et al. 2004).

Sponzorům projektu byl nejdříve ukázán jednoduchý model ve vesnici Shageduo, kde byla poprvé tradiční pastva koz nahrazena pěstováním ořešáků. Na tomto příkladu bylo výsledkem drastické zlepšení stavu zemědělské půdy v blízkosti vesnice. Byl to právě tento malý model, který posloužil jako katalyzátor počáteční realizace projektu. Díky tomu byli sponzoři schopni prokázat pozitivní dopady tohoto procesu a vytvořit funkční model pro replikaci (Mackedon 2012).

Na začátku procesu bylo rozhodující zapojit místní obyvatele do obnovy a zasvětit je do způsobů využívání půdy udržitelným způsobem. Velké úsilí bylo také vynaloženo pro zajištění, že lidé budou spolupracovat i v budoucnu. Pro dokončení práce se musí zapojit celé generace zemědělců. Nejdříve bylo nutné lidi přesvědčovat o důležitosti obnovy. Později, jak projekt pokračoval, a výsledky byly viditelné, se lidé již zapojovali sami (Liu 2005).

Když byl tento projekt poprvé zformulovaný, běžným předpokladem bylo, že projekt, v případě úspěchu, nemůže být opakován. Celková velikost a rozsah projektu a nepoddajné politické struktury přesvědčily mnohé, že tato iniciativa by nikdy nemohla být v tomto měřítku realizována. Nicméně realizátoři projektu byli schopni prokázat, že dodržování zvládnutelných teorií změn, realizace dobře známých principů a vytvoření potřebných prostor může projekt přizpůsobit podmínkám v požadovaném rozsahu (Mackedon 2012). Během posledních deseti let došlo k ohromující transformaci těžce poškozených ekosystémů. Kdysi obnažené svahy jsou pokryté vegetací, vrací se ptáci a hmyz, mění se vlhkost. Celá dynamika plošiny změnila. Počet obyvatel v oblasti projektu, žijících pod hranicí chudoby klesl z 59 % v roce 1993 na 27 % v roce 2001 (Chen et al. 2004).

7.5. Program Grain for Green

Velká sucha v roce 1997 a masivní záplavy v roce 1998 pobídly Čínskou vládu k přijetí dalších ochranných opatření (Liu et al. 2008). V roce 1999 zrealizovala program „Grain for Green“ (také známý též jako „Sloping Land Conversion Program“ nebo „Farm to Forest Program“), za účelem zvýšení plochy lesních porostů a prevence eroze půdy na strmých obdělávaných svazích a málo výnosných půdách (Deng et al. 2012). Tento program patří k největším programům na světě kvůli jeho ambiciózním cílům,

masivním měřítkům, velkým platbám, a potenciálně obrovským dopadům (Liu et al. 2008). Byl zahájen v Shanxi v roce 1999 a byl rozšířen na všechny regiony Číny jako národní program v roce 2000. Program zahrnuje 25 provincií. Zaměřuje se především na západní Čínu kvůli ekologické zranitelnosti oblasti, a protože 80 % eroze z celé Číny se nachází právě tam (Liu et al. 2008). Dále se v západní části Číny vyskytuje největší míra dezertifikace, 3/4 orné půdy ve svazích se sklonem nad 25° a 60 % obyvatelstva se nachází pod hranicí chudoby (Liu et al. 2008).

Účastníci projektu, obvykle farmáři, obdrželi tři druhy kompenzace: hotovost, obilí a o osivo, které mohlo být použito k obnově zalesněním nebo zatravněním (Deng et al. 2012). Vláda nabídla zemědělcům 1500 až 2250 kg obilí na ha/rok, nebo za stejných podmínek v hotovosti 2100 až 3150 juanů na hektar přeměněné zemědělské půdy za rok. Kromě toho obdrží hotovost 300 juanů/ha za rok na různé výdaje, a osivo a sazenice v hodnotě přibližně 750 juanů za hektar (Liu et al. 2008). Doba trvání dotací závisí na výsledku přeměny orné půdy. Navíc z převedené půdy nejsou odváděny žádné daně.

Jen v povodích Žluté řeky a Jang-c-t'iang, téměř 4,3 milionů ha orné půdy se nacházelo na svazích o sklonu $\geq 25^\circ$ (Liu et al. 2008). Nadměrná nabídka obilí na konci 90. let stejně jako zvýšení finanční výkonnosti Číny poskytlo stabilní základnu pro provedení programu (Liu et al. 2008). Klade si za cíl zvýšit vegetační kryt do roku 2010 o 32 milionů ha. Z toho, 14,7 milionů ha má být převedeno z orné půdy ve strmých svazích zpět na lesy, louky a pastviny (Liu et al. 2008). Zbytek bude vytvořen zalesněním neúrodných půd. Kromě hlavního cíle, kterým je snížení poškozování životního prostředí, existují další dva cíle, a to je snížení chudoby a podpora rozvoje místního hospodářství (Liu et al. 2008).

Deng (2012) uvádí, že od roku 2000 do roku 2008 se celková plocha lesních půd převedených ze zemědělských zvyšovala, ačkoliv počet hektarů převedené lesní půdy nejprve vzrostl a pak klesl. Program tak lze rozdělit do dvou etap. V první etapě v letech 2000 až 2003 došlo ke zvýšení počtu převedených hektarů z 0,32 milionů ha v roce 2000, na 3,4 milionů ha v roce 2003. Jednalo se tedy o průměrný roční nárůst o 1,0 milion hektarů za rok. V druhé etapě v letech 2004 až 2008, došlo k poklesu počtu převedených ha na zalesněnou půdu na pouhých 0,012 milionu ha, což představuje méně než 0,4 % v porovnání s rokem 2003 (Deng et al. 2012).

Jak se celková výměra převedených lesních půd zvýšila, smyv a eroze půdy nejprve vzrostly a poté klesly (Deng et al. 2012). K ekologickým efektům dochází k časovým

zpožděním, zatímco sociálně-ekonomické opady jsou bezprostřední (Liu et al. 2008). Dopad na melioraci a ochranu půdy ze začátku nebyl příliš viditelný, ale po jeho zavedení se postupem času se schopnost programu mít pozitivní vliv na ochranu vody a půdy stala stále více znatelná (Deng et al. 2012). Struktura příjmu mnoha zemědělců se změnila přesunem od zemědělství zejména ke stavebnictví, dopravě a podnikání v pohostinství (Liu et al. 2008). Program má také globální důsledky, protože zvyšuje vegetační kryt a tím i ukládání uhlíku, a snižuje riziko prachových bouří. Budoucí dopady tohoto programu mohou být dokonce i větší.

Roční míra eroze půdy v oblasti povodí Žluté řeky v letech 2003 až 2007 se ve srovnání s erozí v letech 1998 až 2002 snížila o 27 % (Deng et al. 2012). S jeho dokončením v roce 2010, program převedl 14,67 milionů hektarů zemědělské půdy na lesní a travní porosty a účastníci zasadil stromy na 17,3 milionech hektarů neúrodných hor a pozemků vhodných pro zalesnění. Pokrytí lesními a travními porosty se zvýšilo o 4,5 % (Deng et al. 2012). Znamená to výrazné zlepšení životního prostředí po celé Číně.

Program ale také vytvořil finanční zátěž pro mnoho místních vlád. Ty ztrácí daňové příjmy vzhledem k tomu, že z převedené půdy nejsou odváděny žádné daně a obdělávané půdy jsou nyní rovněž osvobozeny (Liu et al. 2008). Program Grain for Green vedl k řadě úspěchů, ale původně plánovaná doba trvání dotací je příliš krátká. Nestačí pro plné zotavení lesů a pro dosažení takového vzrůstu stromů, aby poskytovaly dostatečnou úrodu a příjmy na kompenzaci ztrát z převedeného pozemku. V případě ukončení dotací je možné, že některé z převedených lesů, luk a pastvin budou převedeny zpět na zemědělské půdy (Liu et al. 2008). S ohledem na tyto a další faktory, ústřední vláda nedávno prodloužila tento program na dalších 2-8 let. Roční platby v průběhu prodloužení se přitom sníží na polovinu (Liu et al. 2008).

8. Zákon o ochraně vody a půdy

Ztrátu půdy erozí Čína považuje za svůj hlavní ekologický problém. Politika protierozní ochrany půdy začala někdy v polovině padesátých let, původně spíše s cílem zvýšení produkce jídla než jako ochrana životního prostředí. Je to znát i z dobového sloganu „*necht' se holé kopce stanou zelenými poli*“. Po zkušenostech s přehradou Sanmenxia v šedesátých letech se začala brát v úvahu důležitá role řízení množství sedimentů. Od té doby čínská vláda začala používat protierozní ochranu půdy nejen pro zvýšení zemědělské produkce, ale i pro kontrolu erodované půdy v řece a řeší tak

dva problémy najednou (Zhu et al. 2003a). První nařízení o ochraně vody a půdy Čína vydala v roce 1982. Toto nařízení bylo nahrazeno zákonem o ochraně vody a půdy Čínské lidové republiky, (Water and Soil Conservation Law – dále jen WSCL) v roce 1991 (Liu 2012). Ministerstvo vodních zdrojů Čínské lidové republiky zahájilo revizi zákona v roce 2005. Lidový kongres přijal 25. prosince 2010 pozměňovací návrhy a nový WSCL vstoupil v platnost 1. března 2011.

Nový WSCL obsahuje sedm kapitol s 60 ustanoveními. Kapitoly jsou rozděleny do následujících okruhů: (I) Obecná ustanovení; (II) plánování; (III) prevence; (IV) obnova; (V), monitorování a dohled; (VI) Právní odpovědnost; a (VII) Doplňující ustanovení. Kapitola II je zcela nová kapitola, která si klade za cíl poskytnout lepší plánování protierozních opatření pro protierozní ochranu v Číně.

Lidové vlády a příslušná oddělení na všech úrovních posílí informovanost veřejnosti, vzdělávání v oblasti ochrany vod a půdy, bude šířit vědecké poznatky o protierozní ochraně půdy a bude zvyšovat povědomí veřejnosti o ochraně vody a půdy. Všechny subjekty a jednotlivci budou mít povinnost chránit vodní a půdní zdroje, zajišťovat prevenci ztráty půdy, a budou mít právo oznámit chování poškozující vodní a půdní zdroje.

Místní vlády na všech úrovních musí pro snížení ztráty půdy přijmout opatření, jako jsou asanace, podpora výsadby stromů, zatravňování, rozšiřování oblastí se stromy a travami a zachování vodních zdrojů. Zákon stanovuje kontrolní opatření, která musí být přijata, pokud výroba, stavební projekt či jakékoli jiné činnosti způsobují ztrátu půdy.

8.1. Kapitola II Plánování

Toto je zcela nová kapitola, která od centrální a regionální vlády vyžaduje pravidelná šetření a průzkumy eroze půdy. Regionální lidová vláda je povinna určovat na základě výsledků šetření ztráty půdy klíčové oblasti s velkým potenciálním rizikem ztráty půdy („Klíčové Oblasti Prevence“) a klíčové oblasti s vážným stupněm ztráty půdy („Klíčové Oblasti Kontroly“). Plány na protierozní ochranu vody a půdy musí být prováděny na základě výsledků šetření eroze půdy a vymezení klíčových oblastí prevence a klíčových oblastí kontroly (WSCL 2011).

Orgán pro správu vod bude organizovat celostátní šetření ztráty půdy a výsledky šetření bude pravidelně vyhlášovat. Oddělení vodního hospodářství v rámci lidových

vlád provincií, autonomních oblastí a obcí spadajících pod centrální vládu, jsou odpovědné za šetření ztráty půdy v rámci svých regionů a vyhlásí výsledky šetření poté, co je předloží orgánu správy vod Státní Rady pro archivní účely.

Kapitola II obsahuje také podrobné požadavky plánování. Náplň plánování musí obsahovat: současný stav eroze půdy, vymezení různých typů oblastí ztráty půdy, cíle ochrany, úkoly a opatření pro prevenci a kontrolu ztráty půdy erozí.

Existují dva typy plánování - obecné plánování a specifické plánování. Právní předpisy vyžadují, aby plánování ochrany půdy a vody bylo koordinováno společně s obecným územním plánováním, plánováním vodních zdrojů, měst a venkova a plánováním ochrany životního prostředí. Při zpracovávání konkrétních plánů na budování protierozních opatření budou vyžadovány jak názory odborníků, tak i laiků.

V článku 15 zákona o ochraně vody a půdy se kromě toho uvádí, že v případě, že by těžba, výstavba infrastruktury, městské výstavby nebo výstavby veřejně prospěšných staveb v průběhu výkonu mohly způsobit erozi půdy, měly by být v plánovacích procedurách zahrnuta protioopatření pro prevenci a kontrolu ztráty půdy.

8.2.Kapitola III Prevence

Nový WSCL věnuje zvláštní pozornost protierozní ochraně půdy ve zvláštních oblastech. Místní lidové vlády na všech úrovních přijmou opatření pro zamezení nebo zabránění ztrátě půdy, jako je například přirozená obnova, zvětšení plochy pokryté stromy a travami a ochrana vodních zdrojů.

Je zakázáno provádět výkopové práce, těžební nebo jinou činnost, která může způsobit ztrátu půdy v oblastech s nebezpečím sesuvu půdy. Tyto oblasti musí být ohraničeny a ohlášeny místní vládou. Při vymezení těchto oblastí musí být brány v úvahu oblasti náchylné ke geologickým rizikům a klíčové oblasti prevence a kontroly.

Dále právní předpisy vyžadují omezení nebo zákaz staveb, které by mohly zapříčinit půdní erozi, a to v ekologicky citlivých oblastech, stejně jako v oblastech s vysokým stupněm eroze. Vegetace, lišejníky atd. musí být přísně chráněny. Je zakázána kultivace nebo výsadba plodin na svazích se sklonem více než 25 stupňů (WSCL 2011). Lesní hospodářství je povoleno pouze pod podmínkou, že budou přijata opatření, aby se zabránilo erozi půdy.

Je zakázána kultivace odlesněním či odstraněním travního porostu. Krom toho článek 21 zákona zakazuje v klíčových oblastech prevence a kontroly vykopávání pařezů, sběr lékořice, chvojníku (*Ephedra*), vláknitých řas (*Nostoc flagelliforme*)¹, či vyhrabávání housenice čínské (*Ophiocordyceps sinensis*)².

Kácení stromů musí být provedeno přiměřenými způsoby a přísné kontrole bude podroben i čistý řez. Kácení v ochranných lesích (lesy, které poskytují ochranu vodních zdrojů, protierozní ochranu půdy, lesy plnící funkci větrolamů) je povoleno pouze za účelem posílení porostu a jeho obnovy. V oblasti smýcení musí být přijata opatření pro prevenci ztráty půdy a zalesnění musí být provedeno ihned po smýcení.

Protierozní opatření musí být přijata pro výsadbu stromů, zalesňování, výchovu mladých lesních porostů a pro výsadbu tradičních čínských léčivých bylin ve svazích o sklonu 5 stupňů a více.

Nový WSCL poskytuje preventivní opatření eroze půdy způsobené stavebními projekty. Stavební projekty, které je nutné uskutečňovat v klíčových oblastech prevence a obnovy, mají zvýšené požadavky na prevenci a kontrolu. Stavební technika musí být také optimalizována tak, aby se co možná nejvíce snížilo narušení půdního povrchu a vegetace.

Pro spuštění stavebního projektu, který by mohl mít za následek ztrátu půdy v horské nebo kopcovité oblasti, v oblasti s výskytem písečných bouří nebo jakékoliv jiné oblasti náchylné k erozi, je subjekt povinen vypracovat schéma protierozní ochrany. Toto schéma předloží orgánu správy vod Čínské lidové republiky a následně učiní opatření pro prevenci ztráty půdy v souladu se schváleným schématem. Schválený plán je předpokladem pro zahájení stavebního projektu.

Pro stavební projekty, u kterých zákon vyžaduje schéma protierozní ochrany, musí být postavební zbytky jako jsou odpadní písky, kameny, půda, hlušiny vzniklé během výstavby úplně a účelně využity. Dále, pokud odpady využity být nemohou, budou skladovány na speciálně určených místech.

¹ Tato řasa zvaná jinak "fat choy" bývá používána především v budhistické a kantonské kuchyni. Jelikož se vyslovuje stejně jako "nalézt štěstí", fat choy se konzumuje během Čínského Nového roku a během dalších oslav právě jako symbol štěstí (Grygus 2014).

² Jedná se o larvu mûry, která byla infikována parazitickou houbou *Ophiocordyceps sinensis*. Při konzumaci mají údajně protinádorové, antivirové, detoxikační a mnohé další účinky (Finkel 2012).

8.4.Kapitola IV Kontrola

Stát posílí výstavbu klíčových projektů na ochranu vody a půdy, jako je například změna svažitých zemědělských polí na terasovitá pole, a vyvine větší úsilí v oblasti ekologické obnovy. Stát také posílí prevenci a kontrolu ztráty půdy v horních tocích řek, v ochranných pásmech vodních zdrojů, a bude získávat prostředky do národního kompenzačního systému ekologických benefitů prostřednictvím „kompenzačních poplatků na protierozní ochranu vody a půdy“. V případě, že stavební projekt způsobí škodu na protierozních opatřeních, reliéfu nebo vegetaci a pokud původní funkci ochrany vody a půdy již nelze obnovit, pak právnická osoba zodpovědná za výstavbu zaplatí tento kompenzační poplatek, který musí být použit výhradně na prevenci eroze a ztráty půdy. Administrativu získaných financí provádí oddělení veřejných financí ve spolupráci s oddělením správy vod. Nejsou však uvedeny žádné další podrobnosti o tom, jak by tento systém mohl fungovat.

V novém WSCL stát podporuje subjekty a jednotlivce v podílení se na kontrole ztráty půdy dle plánu na protierozní ochranu půdy, a poskytuje podporu v podobě kapitálu, technologií a úlev na daních.

Podle článku 37 zákona kdokoliv, kdo zkulivuje prudký svah, kde je kultivace zakázána, vrátí tuto půdu do původního stavu, vysadí stromy a zatravní ji v souladu s příslušnými ustanoveními státu; případně, pokud je navrácení půdy do původního stavu velmi obtížné kvůli nedostatku zemědělské půdy, pak musí být vybudovány terasy, nebo musí být přijata další protierozní opatření.

Půda na povrchu stavebních pozemků se musí odstranit, zakonzervovat a využít pro vyrovnání výkopu a vyplnění nerovností povrchu parcely. Po ukončení stavební činnosti se výkopy, těžební oblasti a skladovací místa musí zatravnit a osadit stromy, případně se musí obnovit původní vegetace. Pro stavební činnost v suchých oblastech nebo v oblastech s nedostatkem vody musí být přijata opatření pro zabránění větrné erozi a musí být instalována zařízení na zadržování dešťových srážek.

Stát podporuje převzetí následujících protierozních opatření v horských oblastech, kopcovitých oblastech, písčítých a dalších oblastech náchylných k erozi půdy:

- orba po vrstevnici, střídání plodin, travní pásy, meziplodiny, atd.;
- ukončení obdělávání, rotační pastva;

- využití solární energie, větrné energie a vodní energie a využití uhlí, elektrické energie a zemního plynu na místo palivového dříví;
- přechod z ekologicky citlivých oblastí;
- další užitečná opatření protierozní ochrany půdy.

8.5.Kapitola V Monitorování a dohled

Oddělení vodních zdrojů v rámci centrální vlády má za úkol zlepšit Národní Monitorovací Systém Protierozní ochrany půdy. Od vstupu nového WSCL v platnost, je nyní povinností národních a provinciálních oddělení pro správu vod pravidelně zveřejňovat výsledky kontrol. Článek 42 zákona vyžaduje, aby orgány správy vod na všech úrovních pravidelně zveřejňovaly následující informace na základě výsledků monitorování eroze půdy:

- typ, oblast, síla, distribuce a trend vývoje ztráty půdy;
- škody způsobené ztrátou půdy;
- prevence a kontrola eroze půdy.

Oddělení správy vod na a nad krajskou úrovni jsou odpovědné za provádění inspekci v oblasti dohledu na ochranu půd. Správní orgány povodí mohou vykonávat dozor nad státní správou vod v rámci své pravomoci. Inspektoři musí mít při výkonu funkce kontroly dohledu pravomoc přijmout následující opatření:

- právnická nebo fyzická osoba musí v rámci kontroly poskytnout příslušné dokumenty, certifikáty, licence a materiály;
- právnická nebo fyzická osoba musí v rámci kontroly podat vysvětlení prevence a kontroly ztráty půdy;
- umožnění přístupu na parcelu za účelem vyšetřování a získání důkazů.

Pokud právnická nebo fyzická osoba v rámci kontroly odmítne zastavit nezákonné činnosti, a tak způsobuje vážné škody na půdě, pak může být nářadí, stavební stroje a zařízení používané pro tuto ilegální činnost se souhlasem orgánu správy vod zapečetěno nebo zabaveno.

Stavební firmy odpovědné za stavební projekty velké a střední velikosti (není k dispozici žádná jasná definice "velkých" nebo "středních" projektů), které by mohly

způsobit erozi půdy, musí sledovat a pravidelně hlásit ztrátu půdy místnímu oddělení správy vod sami, anebo případně prostřednictvím kvalifikovaných institucí. Stavební firma a kvalifikované instituce musí pro zachování kvality monitoringu dodržovat národní technické normy, pravidla a postupy v procesu.

9. Diskuse

Nová úprava zákona o protierozní ochraně vody a půdy dokazuje snahy vlády řešit faktory zhoršující stav těchto přírodních zdrojů více než kdy předtím. Ve srovnání s jeho předchůdcem z roku 1991 je znát zlepšení. Klade si za cíl posílit kontrolní mechanismy tak, že oddělení správy vod pověří vypracováním a dohledem nad plány na ochranu vody a půdy. Kromě toho by nový zákon měl přispět ke zlepšení prevence eroze půdy, k ochraně a rozumnému využívání vodních zdrojů a půdy, zlepšení životního prostředí a zajištění udržitelného hospodářského a sociálního rozvoje. Nicméně zdá se, že pro dosažení lepší protierozní ochrany půdy je zapotřebí dalšího vylepšení zákona. Hlavním problémem je pravděpodobně rozptýlenost. Stávající zákon a předpisy o ochraně půdy se zdají být roztržité, nesystematické, a tím pádem nemohou být schopné efektivně bránit nepříznivým vlivům na půdu. Chybí konkretizace, která by zajistila účinnost aplikovaného zákona. Další pozornost vyžaduje také otázka realizace a prosazování zákona. Správa je navíc prováděna na malých povodích a uvažuje pouze přírodní zdroje. To ale znamená, že se jen zřídka zajímá o sociální a ekonomické podmínky na vyšších úrovních.

Mezi další problémy nevyřešené novým WCSL patří neschopnost nezávislého orgánu vést vládní instituce k jejich vlastní odpovědnosti v případě, že se jim nepodaří dodržet závazky vyplývající ze zákona. Článek 47 zákona však stanovuje, že odpovědným zaměstnancům vlády může být uložen trest, pokud nedělají svou práci. To však neřeší otázku, zda vláda může být podle nové právní úpravy žalována ať pouze podniky, nebo i jednotlivci.

Jelikož čínská verze Zákona o ochraně půdního fondu se neorientuje směrem na vlastnické otázky ale především na metody ochrany půdy, očekávala bych například i zmínku o možnostech znečištění. O kategoriích znečišťujících látek v půdě, o riziku znečištění, o pravidlech chování v oblasti dopravy atd. To by vyžadovalo další řešení otázky dohledu a kontroly stavu půdy, která také není zdaleka zodpovězená.

Obrovským problémem zůstává otázka těžby nerostných surovin. Během posledních několika desetiletí byly snahy na ochranu půdy mařeny nezemědělskými aktivitami, jako je například těžba uhlí a neželezných kovů v oblasti „černého trojúhelníku“ mezi provinciemi Šan-si, Šen-si a Vnitřním Mongolskem (Zhu et al. 2003a). Důsledkem byla velmi vysoká míra eroze v oblasti. Důlní aktivity i nadále podléhají neoficiálnímu povolení, ba dokonce i podpoře ze strany krajských vlád ve snaze o rozvoj místní ekonomiky (Zhu et al. 2003a). Na protierozní ochranu půdy by se mělo nahlížet z širšího pohledu a protierozní snahy aplikovat již do ekonomického plánování. Ochrana půdy by pak mohla mít vliv na omezení aktivit, jako je právě dolování, které je momentálně nedotčené. Je to základní příležitost, jak problém řešit přímo u zdroje jeho vzniku. Plošina jinak obdrží škody na životním prostředí z hornictví, ale nemá možnost čerpat z průmyslu ve vyspělejší oblasti na dolním toku, který by mohl poskytnout jiné způsoby obživy než jen obdělávání neúrodných, strmých a erodovatelných svahů.

Navzdory faktu, že problémy jak se správou eroze, tak s erozí jako takovou stále přetrvávají, se dá říci, že komplexní správa eroze v oblasti Sprašové plošiny dosáhla určitého úspěchu. Čína se i navzdory své rozloze a vážnému stupni eroze dokázala postarat o aplikaci protierozních opatření překvapivě efektivně. Za posledních 60 let nasbírala obrovské množství zkušeností a ochrana půdy se v současnosti opravdu vyplácí. Projekty obnovy v povodí Žluté řeky mají opravdu vliv na snížení množství sedimentu v řece a zlepšení životní úrovně velké části obyvatelstva, která dříve žila pod hranicí chudoby. Počínaje prakticky z ničeho, Čína tak během relativně krátkého časového úseku dosáhla úžasných výsledků. Investice do přehrad a dalších opatření se velice rychle vrací v podobě zlepšení podmínek pro zemědělce a efektivní prevence před záplavami, jak je vidět na výstupech již aplikovaných projektů The Loess Plateau Watershed Rehabilitation Project či Grain for Green.

11. Závěr

Po vstupu nového zákona o ochraně půdy a vody v platnost, má Čína teoreticky lepší právní nástroje ke zvládnutí svých závažných problémů s erozí půdy. Zůstávají ale praktické otázky provádění a prosazování právních předpisů. Například není jasné, jak se bude vláda zodpovídat v případě nesplnění svých povinností vyplývajících z právních předpisů. Zákonu také chybí jakákoliv provázanost s ostatními oblastmi státní správy.

Základními předpoklady pro zefektivní politiky ochrany půdy, by bylo nastavení jasné institucionální struktury. Je nutné definovat základní práva a povinnosti všech stran v půdě dohledu prostředí. Nikde totiž není jasně určeno, na jakém stupni státní správy se ten daný problém má řešit. Instituce si problémy mezi sebou tak budou jen prohazovat a řešení se dostaví o to později, pokud vůbec. Zajisté je to dáno obrovskou rozlohou lidové republiky, která velmi znesnadňuje strukturalizaci státní správy.

Je však na čase se začít zabývat problematikou aplikace zákonů přímo u zdroje. Po ustanovení jednotné institucionální struktury by bylo vhodné pro různé aspekty ochrany půdy vytvořit různá oddělení, či pracovní skupiny. Stanovit cíle ochrany půdy a teprve na základě toho formulovat konkrétní zákony a předpisy. Důležité je zapojení mnoha ministerstev tak, aby byla ochrana půdy zajištěna ze všech možných oblastí ochrany. Ochranu vody a půdy by bylo vhodné zapojit například oddělení pro ochranu životního prostředí, Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo financí, Ministerstvo zdravotnictví, Ministerstvo pro místní zdroje a další. Ochrana půd zahrnuje mnoho oblastí, a je nutné zřídit mechanismus spolupráce a koordinace mezi jednotlivými odvětvími. Měly by se stanovit cíle zajišťující ochranu životního prostředí, rozumné hospodaření s půdou, zemědělství, správu vody, kvalitní dohled a tak dále.

Ačkoliv za poslední půl století bylo již v ochraně půdy dosaženo obrovských úspěchů, faktem zůstává, že i pokud by obnova erodovaných oblastí pokračovala současným tempem, bude trvat nejméně několik desítek až stovek let, než bude ošetřena celá plocha povodí Žluté řeky. Obrovským problémem navíc stále zůstávají nezemědělské aktivity Číny, které jsou v rozporu se snahami o protierozní ochranu vody a půdy.

12. Seznam zdrojů

AMUSING PLANET, 2013: Annual Sand Washing Operation at Xiaolagdi Dam on Yellow River. Online: <http://www.amusingplanet.com/2013/07/annual-sand-washing-operation-at.html>, cit. 5. 2. 2015

BENNETT J., WANG W., ZHANG L., 2008: Environmental protection in China: Land-Use Management. Edward Elgar Publishing, Cornwall, 234 s.

ČÍNA, 2010: Water and Soil Conservation Law of the People's Republic of China, v platném znění. Vydání 25. 12. 2010, účinnost od 1. 3. 2011.

DENG L., SHANGGUAN Z., LI R., 2012: Effects of the grain-for-green program on soil erosion in China. *International Journal of Sediment Reserch* 27/1: 131-138.

FEI W., 2009: Bench terraces on loess soil. WOCAT – World Overview of Conservation Approaches and Technologies, online: https://qt.wocat.net/qt_summary.php?lang=english &qt_id=151, cit. 15. 3. 2015

FINKEL M., 2012: Tibet's Golden "Worm". National Geographic Society, online: <http://ngm.nationalgeographic.com/2012/08/tibetan-mushroom/finkel-text>, cit. 5. 2. 2015.

FINLAYSON B. L., 2002: Managing soil erosion on the Loess Plateau of China to control sediment transport in the Yellow River - A geomorphic perspective. *Sustainable Utilization of Global Soil and Water Resources, Proceedings of the 12th ISCO Conference* 1: 398-404.

GIORDANO, M., ZHU, Z., CAI, X., HONG, S., ZHANG, X., XUE, Y., 2004: Water management in the Yellow River Basin: Background, current critical issues and future research needs. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 39 s.

GRYGUS A., 2014: Fat Choy - Black Moss. Clovegarden, online: http://www.clovegarden.com/ingred/al_fatchz.html, cit. 2. 2. 2015.

HU C., WANG Y., ZHANG Y., TONG Y., SHI H., LIU C., FAN Z., JAYAKUMAR R., ZHOU Z., XU M., WU D., 2005: Case Study on the Yellow River Sedimentation. International Research and Training Center on Erosion and Sedimentation, Beijing, 126 s.

CHEN S., WANG Y., WANG Y., 2004: The Loess Plateau Watershed Rehabilitation Project. The International World Bank for Reconstruction and Development, online: http://web.worldbank.org/archive/website00819C/WEB/PDF/CHINA_LO.PDF, cit. 20. 2. 2015

CHINA BRIEFING, 2011: China Revises Law on Water and Soil Conservation. Asia Briefing Ltd., Hong Kong, online: <http://www.china-briefing.com/news/2011/01/06/china-revises-law-on-water-and-soil-conservation.html>, cit. 5. 2. 2015.

CHUNHONG H., DEYI W., JAYAKUMAR R., and AJISAWA S., 2004: Warping dams - Constuction and its Effects in Environment, Economy, and Society in Loess Plateau Region of China. UNESCO Office Beijing, Beijing, 32 s.

JANEČEK, M. [ed.], 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 165 s.

KASUDA T., 2010: The Yellow River: water and life. World Scientific, Singapore, 1-118.

LEUNG G., 1996: Reclamation and Sediment Control in the Middle Yellow River Valley. *Water International* 21/1: 12-19.

LEUNG G., 2005: Yellow River Home Page. East Meets West, online: <http://www.emw21.com/CTS/GeorgeLeung/YRiver/geof/yalbum17.html>, cit. 15. 3. 2015

LEVY G. J., 1996: Soil Stabilisers. Agassi M.: Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation. Marcel Dekker, New York, 267-299.

LI W., WANG K., 2003: Evolution of the Yellow River estuary and its sedimentation problems. *International Conference on Estuaries and Coasts*, Hangzhou, 11-22.

LIANG L., 2005: Water Management and Allocation of the Yellow River Basin. International Water Management Institute, online: http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/research_projects/River_Basin_Development_and_Management/Liang_WaterPolicy_YRB.pdf, cit. 26. 2. 2015.

LIU J. D., 2005: Loess Plateau Watershed Rehabilitation Project. Environmental Education Media Project, online: <http://eempc.org/environmental-challenges-facing-china-rehabilitation-of-the-loess-plateau/>, cit. 23. 2. 2015.

- LIU J., LI S., OUYANG Z., TAM C., CHEN X., 2008. Ecological and socioeconomic effects of China's policies for ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105/28: 9477-9482.
- LIU N., 2012: People's Republic of China: Water and Soil Conservation Law. *IUCN Academy of Environmental Law e-Journal* 1: 69-74.
- LIU Z., 2004: Soil and water conservation in China. *Proceedings of the Ninth International Symposium on River Sedimentation*, Yichang: 136-142.
- MACKEDON J., 2012: Rehabilitating China's Loess Plateau. *Scaling Up in Agriculture, Rural Development, and Nutrition*. International Food Policy Research Institute: 12-13.
- MORGAN, R.P.C., 2005: Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing, Malden: 1-44.
- NBS, 2015: China population clock. National Bureau of Statistics of China, Beijing, online: <http://data.stats.gov.cn>, cit: 18. 2. 2015.
- PETLEY D., 2010: August fatal landslide data. *Dave's Landslide Blog*, online: <http://www.landslideblog.org/2010/09/august-fatal-landslide-data.html>, cit. 2. 2. 2015.
- QUAO S., SHI X., ZHU A., LIU Y., BI N., FANG X., YANG G., 2010: Distribution and transport of suspended sediments off the Yellow River (Huanghe) mouth and the nearby Bohai Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86/3: 337-344.
- SHI H., SHAO M., 2000: Soil and water loss from the Loess Plateau in China. *Journal of Arid Environments* 45: 9-12.
- SIWW, 2010: Yellow River Conservancy Commission Awarded Lee Kuan Yew Water Prize. Singapore International Water Week Pte Ltd, online: <http://www.siww.com.sg/media/yellow-river-conservancy-commission-awarded-lee-kuan-yew-water-prize>, cit. 23. 2. 2015.
- ÚZEI, 2012: Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2012, "Zelená Zpráva". Ministerstvo zemědělství: 163-171.

WORLD BANK, 1994: China - Xiaolangdi Multipurpose Project. The World Bank Group, 18 s., online: <http://documents.worldbank.org/curated/en/1994/03/733021/china-xiaolangdi-multipurpose-project>, cit. 5. 2. 2015.

WORLD BANK, 2001: China: Air, Land, and Water. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, D. C.: 17-46.

WWAP (World Water Assessment Programme), 2012: Chapter 42: Yellow river basin, China. United Nations World Water Development Report 4: Managing Water Under Uncertainty and Risk. UNESCO, Paris: 809-813.

XINHUA NEWS AGENCY, 2008: Soil Erosion Threatens China. Beijing, online: http://news.xinhuanet.com/english/2008-11/20/content_10389313.htm, cit. 18. 2. 2015.

XU J., 2003: A study of sediment delivery by floods in the lower yellow river, China. Hydrological Sciences Journal, 48/4: 553-566.

XU X., XHANG H., YHANG O., 2004: Development of check-dam systems in gullies on the Loess Plateau, China. Environmental Science & Policy 7: 79-86.

YANG A., WANG H., TANG K., SUN G., 2002: Soil Erosion Characteristics and Control Measures in China. Proceedings of 12th International Soil Conservation Organization Conference: 463-469, online: http://tucson.ars.ag.gov/isco/isco12/volume_1.html, cit. 10. 2. 2015.

YRCC, 2012: Yellow River Basin issues and management. International Water Centre, online: <http://watercentre.org/portfolio/rhef/attachments/report-cards/yellow-river-basin-issues-and-management-report>, cit. 23. 2. 2015.

ZACHAR, D., 1982: Soil Erosion. Developments in soil science. Elsevier Scientific, Amsterdam: 1-80, 347-433.

ZHAOYONG Z., ABUDUWAILI J., YIMIT H., 2014: The Occurrence, Sources and Spatial Characteristics of Soil Salt and Assessment of Soil Salinization Risk in Yanqi Basin, Northwest China. PLoS ONE, online: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4161317/>, cit. 1. 2. 2015.

ZHU Z., GIORDANO M., CAI X., MOLDEN D., 2003(b): Yellow River Basin Water Accounting. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, online:

[http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/publications/ Workshop%20Papers/IYRF_2003_Zhu.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/publications/Workshop%20Papers/IYRF_2003_Zhu.pdf), cit. 26. 2. 2015.

ZHU Z., GIORDANO M., CAI X., MOLDEN D., HONG S., ZHANG H., LIAN Y., LI H., ZHANG X., ZHANG X., XUE Y., 2003(a): Yellow River Comprehensive Assessment: Basin Features and Issues. Working Paper 57. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 26 s.