

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta životního
prostředí**

**Faktory ovlivňující protierozní účinek vybraných
geotextilií**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jana Kalibová, Ph.D.

Bakalant: Daniela Merunová

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniela Merunová

Územní technická a správní služba

Název práce

Faktory ovlivňující protierozní účinek vybraných geotextilií

Název anglicky

Main factors affecting the effectiveness of erosion control geotextiles

Cíle práce

Bakalářská práce je psána s představou podpořit zefektivnění účinnosti protierozních geotextilií. Hlavním cílem práce je tedy na základě literární rešerše a analýzy dotazníkového šetření, realizovaného s několika odborníky z praxe, shrnout vnější faktory, které přímo či nepřímo působí na geotextilie a ovlivňují jejich technické vlastnosti a následně protierozní účinek.

Metodika

V předložené práci je formou literární rešerše popsán vliv erozních činitelů na půdu a skalní masiv. Práce dále obsahuje přehled protierozních geosyntetik dle českých technických norem (ČSN) a také faktorů ovlivňujících funkci protierozních geotextilií (dále jen GTX). Závěr rešerše se pro doplnění čtenářovy představy krátce věnuje srovnání efektivity vybraných protierozních GTX vzájemně mezi sebou. Kromě literární rešerše je téma zpracováno také formou shrnutí osobních konzultací a dotazníkového šetření realizovaného se zástupci firem v České republice, které se zmiňovanými materiály běžně pracují, čímž poskytuje cenný náhled do aktuální praxe v České republice.

Doporučený rozsah práce

40-60 stran

Klíčová slova

vodní eroze, juta, kokos, strmé svahy, protierozní ochrana

Doporučené zdroje informací

- ÁLVAREZ-MOZOS J., ABAD E., GIMÉNEZ R., CAMPO M. A., GONI M., ARIVE M., CASALÍ J., DÍEZ J., DIEGO I., 2014: Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes, Part 1: Effects of runoff and soil loss. *Catena*, 118. S. 168–178.
- CERDA' A., LAVEE H., ROMERO-DÍAZ A., HOOKE J., MONTANARELLA L., 2010: Soil erosion and degradation in mediterranean type ecosystems. *Land Degrad. Dev.*, 21. S. 71–74.
- GIMÉNEZ-MORERA A., RUIZ SINOGA J. D., CERDA' A., 2010: The impact of cotton geotextiles on soil and water losses from mediterranean rainfed agricultural lan. *Land Degrad. Dev.*, 21. S. 210–217.
- KALIBOVÁ J., JAČKA L., PETRŮ J., 2016: The effectiveness of jute and coir erosion control blankets in different field and laboratory conditions. *Solid Earth*, 7. S. 469-479.
- KERTÉSZ A., TOTH A., SZALAI Z., JAKAB G., KOZMA K., BOOTH C. A., FULLEN M. A., DAVIES K., 2007: Geotextile as a tool against soil erosion in vineyards and orchards. In: KUNGOLAS A., BREBBIA C. A., BERIATOS E. (eds.): *Sustainable Development and Planning III*. Vol. 2. WIT Press, Southampton, UK. S. 611–619.
- RICKSON R. J., 2000: The use of geotextiles for soil erosion control. Ph. D. thesis. Cranfield University. Cranfield, UK. 295 s.
- ŘEJHA, M., 2007: Protierozní ochrana zemních těles a svahů. *Geotechnika*. Roč. 10, č. 1. S. 38-41.
- SUTHERLAND R. A. et ZIEGLER A. D., 2007: Effectiveness of coirbased rolled erosion control systems in reducing sediment transport from hillslopes. *Appl. Geogr.*, 27. S. 150–164.
- ZLATUŠKA, K. – MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA. ÚSTAV LESNICKÝCH STAVEB A MELIORACÍ. *Ochrana běhů vodního toku zatravněním zejména za podpory geotextilií*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-691-3.
-

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jana Kalibová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2018

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 14. 04. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Jany Kalibové, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Karlových Varech 22.4.2018

.....

Poděkování

Děkuji tímto všem, kteří mi se zpracováním bakalářské práce pomohli. Zejména pak Ing. Janě Kalibové, Ph.D. za odborné vedení a poskytnutí cenných a užitečných informací, Ing. Petru Hubíkovi, jednatelem firmy Geomat s.r.o., za poskytnutí důležitých odborných informací a rad.

V Karlových Varech 22.4.2018

.....

Abstrakt

Cílem této práce je zjistit, kterými faktory mohou být ovlivněny funkce protierozních geotextilií používaných v České republice. První část bakalářské práce je zpracována formou literární rešerše, druhá část práce se věnuje vlastnímu výzkumu. Různé druhy geotextilií mají různé vlastnosti a reagují odlišně i na vlivy faktorů z okolí. Faktorů je mnoho, nejdůležitější však je, aby si geotextilie za daných podmínek udržela svou funkčnost. Teoretická část se nejprve věnuje příčinám vzniku eroze a projevům vodní eroze. Další část je zaměřena na využití geosyntetik v praxi a jejich rozdělení dle materiálu a životnosti. Vlastní šetření formou dotazníkové ankety a osobní konzultace včetně vlastního pozorování příkladů z praxe poskytuje srovnání praktických zkušeností s odbornou literaturou. Z odpovědí na anketu je zřejmé, že hlavními negativními faktory nejsou zcela jednoznačně samotné přírodní procesy, nýbrž lidské jednání.

Klíčová slova: vodní eroze, juta, kokos, strmé svahy, protierozní ochrana

Abstract

The aim of this thesis is to find out which factors can affect the performance of erosion control geotextiles used in the Czech Republic. The first part of the thesis is written in the form of research. The second devotes to the authors own research. Different types of geotextiles have different characteristics and respond differently to effects of factors from their surroundings. There are many factors, but the most important thing is for the geotextile to maintain its effectiveness. The theoretical part firstly concerns itself with the causes of erosion and the effects of water erosion. Another part focuses on the use of geosynthetics in practice and their separation by material and lifespan. Personal research in the form of surveys and personal consultations including research of examples from experience provide the comparison of practical experiences with expert literature. Form the survey answers it is obvious that the main negative factors aren't decidedly natural processes nor human behavior.

Keywords: water erosion, jute, coir, steep slopes, erosion control

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíle	9
3. Metodika	9
4. Literární rešerše	10
4.1 Eroze	10
4.2 Protierozní opatření	12
4.3 Geosyntetika – protierozní ochrana	14
4.4 Materiály používané k výrobě protierozních geotextilií	16
4.4.1 Protierozní ochrana trvalými geotextiliemi	18
4.4.2 Protierozní ochrana dočasnými geotextiliemi	21
4.5 Faktory ovlivňující funkci přírodních protierozních	26
4.5.1 Geologický podklad	26
4.5.2 Intenzita, četnost a objem srážek	27
4.5.3 Geomorfologie svahu	27
4.5.4 Lokalita	28
4.5.5 Materiál, typ a vlastnosti geotextilie	28
4.5.6 Míra krytí svahu	29
4.5.7 Doba životnosti geotextilie	30
4.5.8 Cena geotextilie	30
4.5.9 Vliv člověka	30
5. Vlastní výzkum	31
5.1 Anketa	31
5.2 Vlastní příklady z praxe – vlastní pozorování	36
6. Diskuse	47
7. Závěr	49
8. Seznam použité literatury a obrázků	50
8.1 Odborné publikace	50
8.2 Legislativní zdroje	57
8.3 Internetové zdroje	57
8.4 Obrázky	58
8.5 Přílohy	60

Seznam zkratek:

CE – označení dokládá, že výrobek byl posouzen před uvedením na trh Evropského hospodářského prostoru a splňuje legislativní požadavky EU

ČSN – české technické normy (česká verze evropských norem EN ISO

ČZU – Česká zemědělská univerzita

Ezú – Elektrotechnický zkušební ústav

FŽP – Fakulta životního prostředí

GSY– geosyntetika

GTP – výrobek podobný geotextilii

GTX – geotextilie

HDPE – vysokohustotní polyethylene

NAG – North American Green

PET – polyethylentereftalát

PLA – polylaktidová vlákna (mezinárodní zkratka PLA) jsou chemické textilní výrobky kyseliny mléčné (označují řadu syntetických nebo polosyntetických polymerních materiálů)

PP – polypropylen

3D – “trojrozměrný”

VÚMOP – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy

1. Úvod

Termín eroze půdy (soil erosion) použil poprvé W. J. Mc Gee již v roce 1911. Tento pojem rozšířil na normální nebo-li přirozenou (geologickou) erozi a erozi zrychlenou světoznámý americký erodolog Hugh Hammond Bennet roku 1939 ve svém díle *Soil conservation*. Za přirozenou erozi lze považovat jev, při kterém je úbytek půdy v rovnováze s půdotvorným procesem. Z hlediska lidské generace je geologická (přirozená) eroze půdy skoro nepozorovatelným jevem, neboť probíhá velice pomalu. Naopak při zrychlené erozi ubývají půdní částice rychleji, než jsou půdotvorným procesem nahrazovány a z hlediska dlouhodobé udržitelnosti představuje tento jev vážný světový problém. V současné době je zrychlenou erozí ohroženo přibližně 1094 mil. ha půdy na celém světě, z toho je nejvíce zasaženým světadílem Asie (Janeček 2007). Není tedy divu, že přímá ochrana půdy jako neobnovitelného a nenahraditelného přírodního bohatství vedoucí ke snížení degradace půdy a podpoře zachování všech půdních funkcí je celosvětovou snahou.

Již několik desítek let trvající antropogenní zásahy do přírody jsou hlavní příčinou degradace půdy, jejíž náprava se stává drahou a časově náročnou. V České republice byl k dnešnímu dni vyčíslen maximální úbytek půdy představující přibližně 21 mil. tun ornice za rok. Při finančním vyjádření této ztráty na základě ceny zeminy činí minimálně 4,3 mld. Kč ročně (MZe 2015). Také srovnání celorepublikové erozní ohroženosti dokazuje navýšení dlouhodobého průměrného smyvu od roku 2013 do roku 2018 o 1,5 %, což představuje smyv v množství 61 614 ha půdy za 5 let. Pomalé půdotvorné procesy nejsou schopny tuto ztrátu včas nahradit, neboť vznik půdní vrstvy o mocnosti 2 až 3 cm je odhadován na průměrných sto až tisíc let. Celkově je erozní ohroženost zaznamenána na 4 175 236 ha půdy ze 7 886 702 ha, tedy na více než polovině rozlohy České republiky (VÚMOP 2018).

Proto je ochrana půdy v posledních letech nejvíce diskutovaným tématem i v České republice. Dotýká se nešetrného obhospodařování půdy nejen v oblasti zemědělství, ale také v oblasti průmyslu. Zejména pozemní stavitelství zanechává strmé svahy v důsledku značných zásahů do terénu. Erozně náchylné svahy vznikají především při výstavbě zemních těles, jako jsou násypy a zářezy komunikací, vodní hráze a břehy vodních toků. Stejný problém nastává při budování nových parků, dětských hřišť či sportovišť, kdy holé svahy vyžadují následné protierozní zabezpečení.

Jednodušší a ekonomičtější je půdu chránit a omezovat její ztráty (Janeček 2008). Proto by mělo být protierozní opatření vždy důležitou částí plánování i následné realizace projektu. Obzvláště důležité je podrobně analyzovat erozní riziko a určit nutnou míru ochrany. Jedním z mnoha řešení, jak předejít erozi, je využití geotextilií. Nejnovější technologie a vysoce účinné materiály dokážou zajistit nezbytnou protierozní ochranu. Na trhu je možné vybírat z přírodních či umělých geotextilií, zásadní je však zvolit geotextilii odpovídající daným podmínkám a odolnou vůči vnějším faktorům, které svým působením mohou měnit vlastnosti a chování jednotlivých druhů geotextilií. Bakalářská práce se soustředí pouze na ochranu svahů vzniklých výstavbou zemních těles, ochrana zemědělské půdy není předmětem této práce.

2. Cíle

Předkládaná bakalářská práce je psána s představou podpořit zefektivnění účinnosti protierozních geotextilií. Hlavním cílem práce je tedy shrnutí vnějších faktorů působících přímo či nepřímo na materiály, z kterých jsou geotextilie vyrobeny. Faktory mohou pozitivně či negativně ovlivnit technické vlastnosti geotextilií a následně i jejich chování a protierozní účinek. Efektivnost geotextilií zajišťujících ochranu proti erozi závisí také na intenzitě působících faktorů. Na základě literární rešerše a analýzy dotazníkového šetření lze tyto faktory ovlivňující funkci protierozních geotextilií porovnat.

3. Metodika

V teoretické části této práce je formou literární rešerše popsán vliv erozních činitelů na půdu a skalní masiv. Práce dále obsahuje přehled geosyntetik dle českých technických norem (ČSN) a také faktorů ovlivňujících funkci geotextilií (dále jen GTX). Závěr rešerše se věnuje srovnání efektivnosti jednotlivých protierozních GTX vzájemně mezi sebou. Kromě literární rešerše je téma zpracováno také formou vlastního výzkumu. Výsledkem průzkumu je shrnutí odpovědí z dotazníkového šetření a informací z osobních konzultací se zástupci stavebních firem v České republice. Tyto firmy využívají protierozní geotextilie běžně při své činnosti a mají se zmiňovanými materiály dlouholeté zkušenosti. Závěr bakalářské práce je zaměřen na faktory ovlivňující účinnost protierozních GTX a posuzuje faktory z pohledu literární rešerše a z pohledu praxe.

4. Literární rešerše

4.1 Eroze

Pro jednotlivé protierozní návrhy pomocí ochranných opatření je nutné určit erozní riziko a stanovit potřebnou míru zabezpečení v závislosti na druzích eroze. Na strmých svazích s nedostatečným rostlinným krytím či na skalních masivech vystavených neustálému působení **gravitační eroze** dochází k uvolnění a pohybům hornin a sedimentů. Podobný proces degradace lze pozorovat také u **vodní eroze**, při níž jsou drobné půdní částice unášeny deštěm a silou proudící nebo vlnící se vody. Nelze podceňovat ani **erozi působením ledu** v malých skalních prasklinách. V místech silničních komunikací a železnic může být odloučená část skalního masivu příčinou vážných dopravních nehod. Protierozní návrh by měl zajistit ochranu půdy také proti **chemické erozi**, při které dochází k rozpouštění hornin, a také proti **tektonickým účinkům eroze**. Nezanedbatelná, avšak často nedostatečně řešena během realizace projektu je **eroze způsobená vlivem člověka**. Ani vhodně zvolený návrh na ochranu půdy nemůže fungovat optimálně, pokud nebude správně realizován. Špatně či neodborně provedené protierozní opatření má v tomto případě nulový protierozní účinek (Kašpar 2011).

Většina protierozních návrhů u nás řeší degradaci půdy způsobenou vodní erozí, neboť jedním z nejrozšířenějších erozních činitelů na území České republiky je bezesporu voda (Janeček 2007). Její erozní činnost působí na zemní tělesa během jejich dlouhé životnosti nejen na povrchu, ale také uvnitř. Negativním vlivem vodní eroze dochází také ke snížení funkčnosti staveb. Protierozní ochrana se tak stává důležitým prvkem při projektování a realizaci staveb zvláště tam, kde přítomnost či potenciální riziko vodního živlu je zvýšeno jeho opakovanou či stálou přítomností. Protierozní opatření mají chránit půdu před destruktivními účinky dešťů a povrchově proudící vody, podporovat vsakování a pomalé odtékání vody (Řejha 2007).

Hlavní příčinou poruch u zemních těles jsou především stékající vody z přívalových dešťů. Jestliže je množství srážek vyšší než míra infiltrace půdy, dochází ke vzniku povrchového odtoku a následně erozních rýh mnohdy značné hloubky i šířky (obr. 1). Rozrušená zemina je přemísťována a ukládána v nejrůznějších drenážních systémech (propustky, povrchové drény), na jejichž údržbu jsou následně vynakládány nemalé finanční prostředky. Dalším častým typem je eroze tekoucí vodou působící dlouhodobě

případně nárazově. Jedná se především o místa vystavená dočasnému zaplavení vodou, účinkům vln nebo přerušovanému rychle se pohybujícímu proudu (např. říční břehy, pobřeží, příkopy, protipovodňové hráze a přepadové přehradní hráze) (Kašpar 2011).

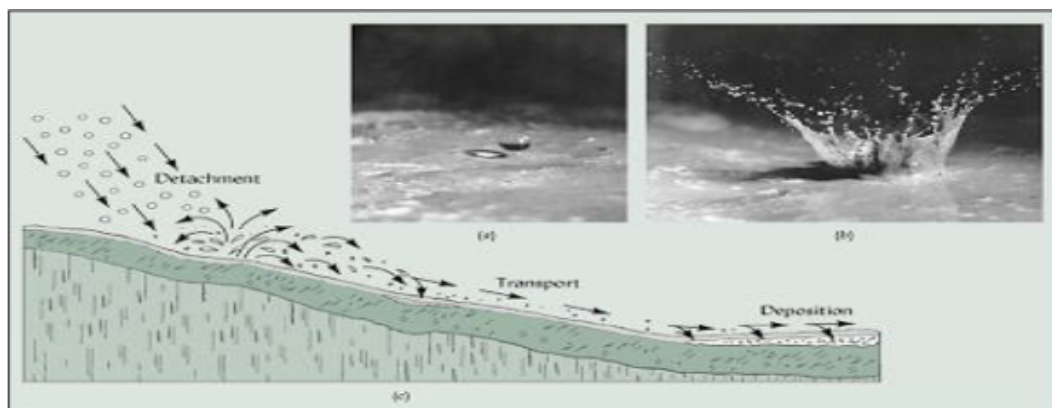


Obr. 1: Erozní rýhy po přívalemých deštích, vpravo nevhodně zvolená protierozní ochrana (Geomat, 2017)

Při bližším pohledu na obrázek 2 jsou patrné tři fáze erozní činnosti vody, jak je ve své práci uvádí Gray et Sotir (1995), Brady et Weil (2002) a Morgan (2005):

Proces vodní eroze

- 1) částice jsou odděleny z půdní hmoty nárazem padajících kapek,
- 2) odloučená zemina je transportována tekoucí vodou ze svahu směrem dolů,
- 3) dochází k sedimentaci přemístěných částic v místech s nižší nadmořskou výškou.



Obr. 2: Proces vodní eroze (Brady et Weil, 2002)

Účinky vodní eroze se neprojevují pouze na povrchu pokrytém vrstvou zeminy, nýbrž postihují také skalní masivy. Zvětrávání a působení mrazu na skalní povrch vede k rozrušování skalních vrstev nebo celých bloků a následné přímé infiltraci vody do trhlin, jež degradaci skalního masivu urychluje. Takto narušované skály představují v závislosti na velikosti jejich odpadajících úlomků potenciální riziko především na veřejných místech. Proto nebezpečí a nenávratným následkům vodní eroze v podobě odnosu půdy je třeba účinnými opatřeními předcházet.

4.2 Protierozní opatření

Nárůst populace a nezadržitelný společenský rozmach je spojen s řadou nových stavebních prací (Rickson et al. 2006; Sutherland et Ziegler 2006). Výstavbou dopravní a technické infrastruktury, bytových a nebytových prostor, vodohospodářských staveb, prostor pro sportovní a rekreační vyžití jsou současné svahy radikálně měněny. V důsledku těžby, rekultivačních činností a v rámci budování zemních těles vznikají svahy nové. Výsledkem těchto terénních úprav bývají téměř vždy svahy náchylné k erozi půdy, na které je nutné instalovat protierozní ochranu (Morgan et Rickson 1995; Janeček 2008; Norris et al. 2008). Bezesporu je důležité myslet také na stávající svahy, na kterých se erozní procesy již projevily, a zajistit jejich další funkčnost a bezpečnost.

Eroze je přirozeným a nevyhnutelným procesem (Morgan 2005; Janeček 2008), proto snažit se mu zcela zabránit je nereálné (Bhattacharyya et al. 2010b). Protierozní opatření mají za úkol alespoň částečně eliminovat vliv přírodních a antropogenních činitelů vyvolávajících erozní procesy. Za nejefektivnější jsou považována ta opatření, která zmírňují účinek dopadajících dešťových kapek (Morgan 2005). Rustom et Weggel (1993) zmiňují ve svém díle autory Borst et Woodburn (1942), kteří uvádí, že z hlediska redukce ztrát půdy je účinnější snižování erozních vlivů dešťových kapek, než snižování rychlosti povrchového odtoku. Dále by protierozní opatření měla podporovat infiltraci vody do půdy a zpomalovat unášecí síly povrchového odtoku (Morgan 2005; Janeček et al. 2008; Novotný et al. 2014). Bhattacharyya (2010b) podotýká, že při srovnání finančních nákladů na protierozní ochranu a nákladů na odstranění důsledků eroze je varianta protierozního zabezpečení svahů výhodnější, to znamená až o 1/5 levnější, než následné odstraňování sedimentů.

V dnešní době existuje široké spektrum technologií a materiálů, které zohledňují

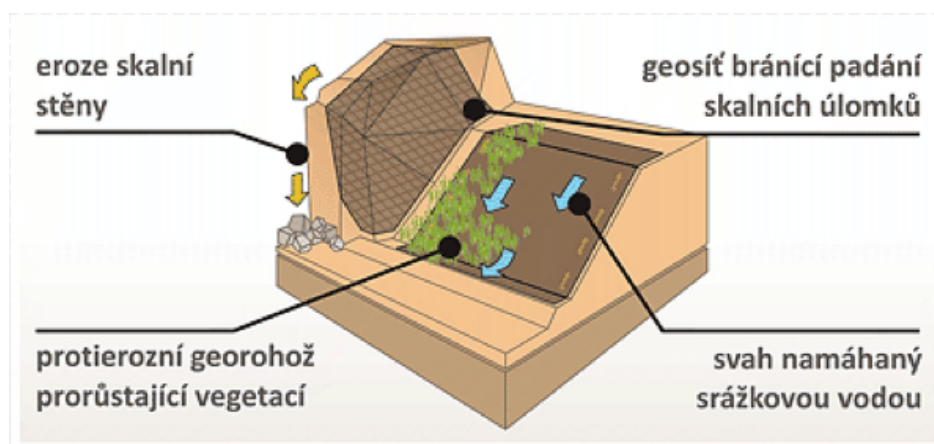
potřebný protierozní výkon, ale pouze výběr vhodného typu ochrany a správná instalace ochrany zajistí kvalitní zabezpečení svahu proti půdní degradaci. Jedno z nejužívanějších protierozních řešení k zajištění nových či již erozně narušených svahů je vytvoření vegetačního především travního krytu (Morgan et Rickson 1995; Gyssels et al. 2005; Morgan 2005; Morgan 2007; Janeček 2008). Pro založení kvalitního rostlinného porostu je třeba svahy po konečné terénní úpravě obohatit humusem a oset pro dané místo vhodnou travní směsí. Vybraná travní směs by měla být složena především z rychle vzrůstajících druhů trav, které zajistí včasnou a účinnou ochranu svahů (Morgan et Rickson 1995; Morgan 2005; Úradníček et Šlezinger 2007; Janeček 2007; Norris et al. 2008).

Rozhodujícím obdobím pro vzrůst kvalitního travního pokryvu na svazích je období od osetí svahu až po vzklíčení travního semene a utvoření kořenového systému. Travní porost poskytuje částečnou ochranu svahů proti půdní erozi již 3 měsíce od vzejití travního semene (Hrabě et al. 1990; Knot et al. 2010; Šlezinger et Uhmánová 2010), ovšem opravdu kvalitní travní porost s odpovídající protierozní ochranou je připraven teprve až po 1. či 2. vegetační sezóně (Rickson et al. 2006; Morgan 2007; Bhattacharyya et al. 2009). V této době je působením erozních činitelů ohrožen jak povrch svahů, tak vysetá travní semena, a tedy i tvorba plnohodnotného travního porostu. Protierozní ochranu upravených svahů i v tomto kritickém období lze zajistit aplikací protierozních produktů, jejichž úkolem je okamžitá ochrana holé půdy včetně osetí a napomáhání vzrůstu kvalitního porostu (Ziegler et Sutherland 1998; Mitchell et al. 2003; Davies et al. 2006; Rickson et al. 2006; Sutherland et Ziegler 2006; Bhattacharyya et al. 2009; Bhattacharyya et al. 2010a, b).

Řešení protierozní ochrany svahů zemních těles a zemních konstrukcí bylo nalezeno na základě poznatku funkce mulčování a ponechání posklizňové biomasy na ochranu zemědělské půdy (Sutherland 1998a). Technologie mulčování však kvůli své aplikační náročnosti, krátké životnosti a extrémním stanovištním okolnostem není vždy schopna zajistit potřebnou protierozní ochranu svahů, a proto došlo v průběhu 60. let 20. století k rozmachu výroby protierozních produktů, z přírodních, syntetických či kombinovaných materiálů (Theisen 1992; Lancaster et Austin 1994; Sutherland 1998a). Geosyntetika, jak začala být tato protierozní opatření později nazývána, jsou čtenáři přiblížena v následujících kapitolách.

4.3 Geosyntetika – protierozní ochrana

V současnosti existuje mnoho možností, jak předcházet erozi půdy. Jedním z nich je použití protierozních geosyntetik. Používají se k zabezpečení strmých svahů, svahů vodohospodářských staveb, dopravních staveb, inženýrských konstrukcí a skalních stěn (obr. 3). Své uplatnění naleznou také v místech namáhaných opakujícími se povodněmi, vlnami nebo občasnými toky s vysokou rychlostí proudění, jako je tomu u břehů řek, pobřeží, kanálů, pobřežních hrází a jezů.



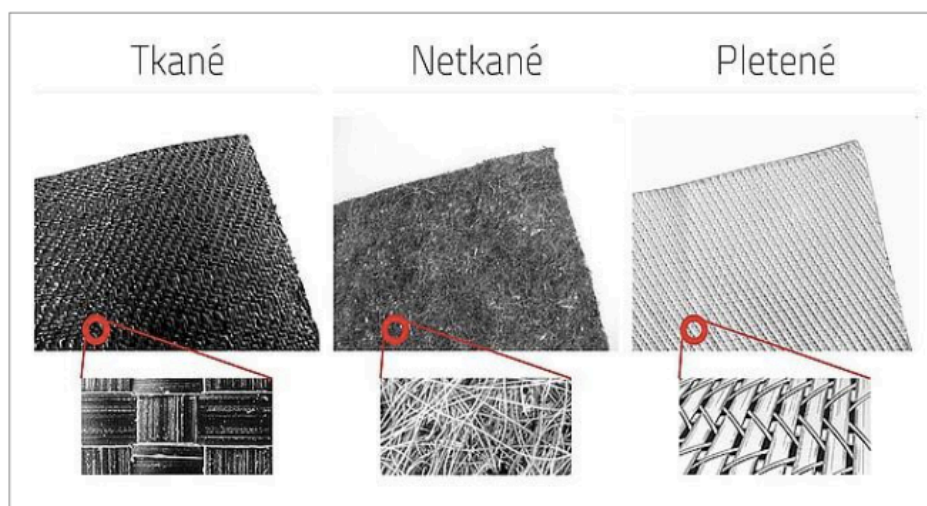
Obr. 3: Schéma protierozní ochrany pomocí geosyntetik a ocelových sítí (Geomat, 2017)

Geosyntetika (GSY) využívaná k zabránění nebo omezení pohybů zeminy nebo jiných částic jsou dle ČSN EN ISO 10318-1:2015 (80 6172) výrobky, u nichž je alespoň jedna složka vyrobena ze syntetického nebo přírodního vlákna (polymeru) ve tvaru fólie, pásku nebo 3D struktury. Výrobky jsou používány ve styku se zemínou (proto předpona "geo") a/nebo jinými materiály v geotechnice a stavebním inženýrství.

Geosyntetické výrobky z oblastí mimo EU (kromě přírodních protierozních sítí) používané v České republice musí být v souladu s požadavky konkrétního nařízení vlády. Dodavatel GSY musí předložit příslušný CE certifikát systému řízení výroby a EU prohlášení o shodě dle předpisů a norem k danému výrobku a účelu použití. Výrobce jím deklaruje, že výrobek prošel posouzením a splňuje bezpečnostní, zdravotní i environmentální požadavky EU (Ponikelský et al. 2011; EZÚ 2018). Geosyntetické protierozní výrobky lze rozlišovat z pohledu použitého materiálu při výrobě (přírodní, syntetické nebo jejich kombinace) a délky jejich protierozní účinnosti (dočasné a trvalé). Do skupiny geosyntetik patří dle ČSN EN ISO 10318-1:2015 geotextilie (GTX)

a výrobky podobné geotextiliím (GTP).

Geotextilie (GTX) představují plošné propustné polymerní (syntetické nebo přírodní) textilní materiály, které mohou být tkané, netkané nebo pletené a používají se v kontaktu se zeminou a/nebo jinými materiály při zemních a stavebních pracích. **Tkané** GTX jsou vyráběny provázáním na tkalcovském stavu, obvykle v pravém úhlu dvou nebo více soustav nití, nekonečně dlouhých vláken, pásků či jiných prvků tak, aby vytvořily vzájemnou pravidelnou soustavu propletených pramenců. **Netkané** GTX jsou tvořeny urovnanými nebo náhodně orientovanými staplovými (spřadatelnými) vlákny, nekonečnými vlákny (filamenty) nebo jinými prvky spojenými mechanicky (vpichováním) a/nebo tepelně a/nebo chemicky. **Pletené** GTX jsou vyráběny na pletacích strojích proplétáním smyček z jedné nebo více přízí, nekonečných vláken nebo jiných prvků uspořádaných do sloupků a řádků (obr. 4) (ČSN EN ISO 10318-1:2015).



Obr. 4: Rozdělení geotextilií dle technologie výroby (Geomat, 2017)

Výrobky podobné geotextiliím (GTP) představují plošné propustné polymerní (syntetické nebo přírodní) materiály, užívané v kontaktu se zeminou a/nebo jinými materiály při zemních a stavebních pracích, které neodpovídají definici geotextilií. Mezi GTP jsou řazeny geomříže, geosítě, georochože, geobuňky, geopásky a georozpěrky (ČSN EN ISO 10318-1:2015).

Dále se bakalářská práce věnuje pouze geotextiliím (GTX) z přírodních a syntetických materiálů, na výrobky podobné geotextiliím (GTP) se práce již nezaměřuje.

Dimenzování protierozních opatření závisí na několika důležitých aspektech. Alfou a omegou při výběru protierozních GTX je určení vhodného materiálu, ze kterého jsou GTX vyrobeny. Materiál protierozních GTX by měl odpovídat daným podmínkám a zajistit potřebnou ochranu erozí ohrožených svahů.

4.4 Materiály používané k výrobě protierozních geotextilií

Používání geotextilií (GTX) z přírodních a syntetických materiálů v rámci protierozních opatření je stále diskutovaným tématem. Bylo provedeno již mnoho výzkumů, které podporují využívání především přírodních protierozních materiálů a na základě svých studií označují protierozní materiály geosyntetické za nevyhovující (Davies et al. 2006; Bhattacharyya et al. 2009; Bhattacharyya et al. 2010b; Bhattacharyya et al. 2013). Hlavním argumentem proti syntetickým materiálům je pozbytí smyslu přítomnosti trvalých GTX po vzklíčení kvalitního travního porostu, neboť travní drn je schopen odolávat účinkům erozních činitelů (Bhattacharyya et al. 2010a, b). Hudson (1995) uvádí, že travní drn dokáže odolávat proudění vody o rychlosti 0,75 až 2,5 m/s již po druhém vegetačním období. Podobné hodnoty v závislosti na půdě a zapojení travního porostu udává ve své práci také Morgan (2005).

Jak uvádí Ing. Hubík (X. 2017, in verb.), další výhodou přírodních protierozních materiálů, jako je juta, kokosové vlákno, sláma, len, konopí, rýže, seno a jiné druhy biomasy, je 100 % biodegradabilita (biologická odbouratelnost) během 2 až 5 let. Předností jsou také lepší přiléhavost k půdnímu povrchu podle nasákavosti přírodního materiálu, vhodnější podmínky pro vzejití travního semene (udržováním půdní vlhkosti, zmírňováním teplotních výkyvů půdy), větší schopnost infiltrace, obohacení půdy o organické látky po rozkladu přírodních materiálů, jednoduchá a levná produkce bez zatížení životního prostředí (Sutherland 1998a, b; Davies et al. 2006; Bhattacharyya et al. 2009; Bhattacharyya et al. 2010a, b; Bhattacharyya et al. 2013). Vyjmenováním výhod přírodních protierozních materiálů se může zdát, že není třeba se syntetickými materiály v rámci protierozní ochrany svahů zabývat. Je však důležité zmínit výzkumy Ziegler et al. (1997), Ogdobe et al. (1998), Sutherland et al. (1998 a, b), Ziegler et Sutherland (1998), Rickson et al. (2006), Sutherland et Ziegler (2006) a Bhattacharyya et al. (2010b), kde byla porovnána účinnost protierozních syntetických a přírodních materiálů vůči nekrytému půdnímu povrchu. Z výzkumů vyplývá, že před účinky erozních činitelů byla efektivněji chráněna půda s krycími protierozními materiály

(přírodními i syntetickými) než půda bez protierozní ochrany. Účinnost protierozních syntetických materiálů byla srovnatelná s efekty protierozních přírodních materiálů, v některých situacích byl protierozní účinek syntetických materiálů dokonce vyšší. Nejlepší výsledky u objemu odnosu sedimentů z ploch opatřených protierozními syntetickými materiály byly srovnatelné s dosaženými výsledky z ploch krytých protierozními přírodními materiály (Sutherland 1998b).

Některé studie však upozorňují na možné nevýhody přírodních protierozních materiálů, z toho důvodu mohou být protierozní účinky přírodních materiálů omezeny. Knapen et al. (2009) ve své studii zmiňuje, že některé protierozní přírodní materiály, v tomto případě kokosová vlákna, jsou poměrně pevná a silná, což způsobuje nedokonalé přilnutí k půdnímu povrchu. Tento nedostatek však mohou vykazovat i jiné protierozní materiály v případě špatného ukotvení GTX. Následkem je podtékání a narušování půdního povrchu s následným odnosem zeminy. Fifield et al. (1988) a Morgan et Rickson (1995) konstatují, že pozitivní účinek protierozních přírodních materiálů na vzklíčení travních semen (potřebná vlhkost a teplota půdy) může způsobit nadměrný růst trav a v případě delších suchých období i úhyn těchto trav. Při další studii protierozních účinků GTX z kokosových vláken byl zjištěn zvýšený výskyt napadání rostoucích trav houbovými chorobami, které se vyskytují u půd s vyšší teplotou a vlhkostí. Proto nejsou protierozní materiály z kokosových vláken doporučovány do zemí se středoevropským klimatem (Bhattacharyya 2011). Theisen (1992) a Morgan et Rickson (1995) upozorňují na značnou hořlavost protierozních přírodních materiálů, a že přírodní materiály na výrobu GTX mohou být konzumovány zvěří.

V následujících dvou podkapitolách jsou pro čtenářovu lepší představu vybrány a popsány geotextilie trvalé i dočasné.

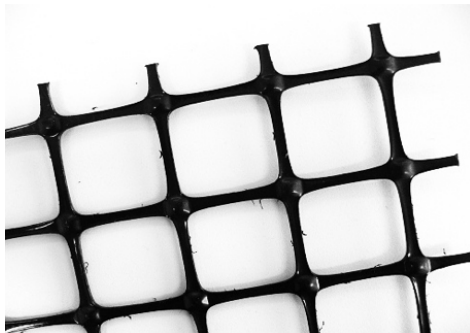
4.4.1 Protierozní ochrana trvalými geotextiliemi

Ochrana skal by měla být samostatnou kapitolou, přesto je zde tomuto tématu věnováno několik řádků. Důvodem je aktuálnost této problematiky.

Mnoho staveb v České republice, a zvláště dopravních, bylo realizováno v 19. a 20. století. Většina zásahů do skalních masivů byla provedena bez dlouhodobého zajištění

bezpečnosti provozu u těchto staveb či byla zcela podceněna dlouhodobá péče o skalní stěny. V posledních letech lze pozorovat, i s přispěním výraznějších klimatických výkyvů, značný rozmach degradace skalní masivů (Štábl et al. 2013). Pokud jsou tato místa v kontaktu s veřejnými prostory, silnicemi nebo železnicí, je nezbytné redukovat nebezpečí od padajících úlomků či celých skalních bloků, uvádí Ing. Petr Hubík (X. 2017, in verb.), jednatel společnosti Geomat. Také dodává, že výhodou protierozních opatření pomocí přírodních nebo syntetických produktů je značná variabilita a přizpůsobivost k měnícím se podmínkám na stavbě. Nabízejí nejen technickou, ale především ekonomicky výhodnou alternativu ke konvenčním metodám řešení protierozní ochrany (např. zatravnovací tvárnice, obkladové kameny či stříkaný beton).

V důsledku zvětrávání a působení mrazu na skalní stěny dochází k jejich rozrušování a následnému uvolňování větších či menších úlomků skalního masivu. Standardně se provádí nejprve odtěžení nestabilních částí a následně zpevnění ohrožených skalních bloků. Důležitým faktorem pro funkční protierozní návrh zabezpečení je velikost uvolňovaných částic a následné dimenzování ochrany (velikosti "ok"). Při návrhu nelze opomenout životnost jednotlivých prvků s ohledem na korozi materiálu. Zde jsou vhodným opatřením trvalé povrchové **dvouosé monolitické geomříže (PP)** (obr. 5) nebo **ocelové sítě** (obr. 6) (Geomat 2017a).



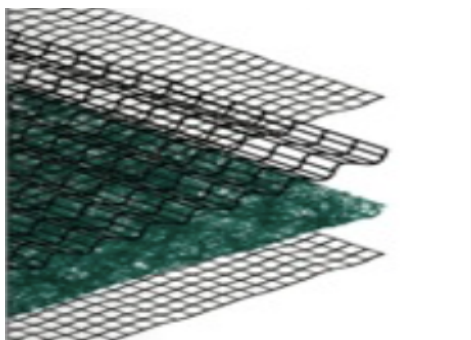
Obr. 5: Dvouosá monolitická geomříž (Geomat, 2017)



Obr. 6: Ocelová síť (Geomat, 2017)

Propylenové georochože (obr. 7) vyráběné z kompozitních materiálů jsou využívány jako vysoce odolné protierozní řešení pro svahy trvale namáhané rychle proudící vodou. Materiál použitý na vnitřní část matrace je navíc ze 100 % UV stabilní polypropylenové pryskyřice zabudované do trojrozměrné výztuže. Instalace těchto

georochoží se provádí povrchově na dna i břehy toků (NAG 2017a).



Obr. 7: Georochož (PP) (NAG, 2017)

Protierozní ochrana občasně smáčených svahů je zajištěna flexibilní prostorovou georochoží, která se nerozkládá, aplikuje se těsně pod povrchem svahu a slouží k trvalé podpoře kořenového systému. **Trojrozměrné georochože (PP/HDPE/PET)** o různých délkách a sklonech (obr. 8) zajišťují po jednoduché instalaci do svahu zesílení povrchu během vzrůstu vegetace a výrazně se podílejí na založení souvislého kořenového systému. Díky flexibilitě prostorové georochože lze tuto ochranu aplikovat i při povrchových nerovnostech terénu. Výhodou materiálu je nulová nasákavost, vysoká tažná síla a pružnost. Z důvodu umístění georochoží těsně pod povrchem je k jejich výrobě používán chemicky a mikrobiologicky inertní materiál (NAG 2017b).



Obr. 8: 3D georochož (PP/HDPE/PET) (Geomat, 2017)

Využití materiálů s trvalou životností k protierozní ochraně svahů a skalních stěn je ekonomicky dlouhodobým řešením této problematiky. Rychlá a snadná instalace geotextilií (GTX) přináší nejen úsporu, ale také přirozený a atraktivní vzhled chráněným svahům. Nahrazuje tak některé nevzhledné a finančně nákladné tradiční aplikace obkladů. Trvalé protierozní GTX jsou vyrobeny především z UV stabilizovaných syntetických polymerů. Široké spektrum geotextilií určité hmotnosti, tloušťky a hustoty zajistí vhodné řešení konkrétních požadavků na ochranu holých půdních ploch. K vytvoření zeleně v krátké době od instalace jsou využívány georochože, které v sobě obsahují speciální travní osev (hydroosev). Další výhodou trvalých protierozních geotextilií je flexibilita. Těsný kontakt GTX s půdou přispívá k hlubokému zapuštění rostlinného kořenového systému. Do doby vytvoření vegetačního pokryvu zabraňují sesuvům ornice ze svahů a poskytují vegetaci oporu i v počátcích jejího vrůstu. Dokážou zamezit vzniku "holých míst" na travnatých svazích v důsledku opotřebením. V neposlední řadě zabraňují splachům zeminy do stavebních jam, drenážních a kanalizačních systémů, čímž snižují nemalé náklady na jejich údržbu (NAG 2017c).

Trvalé protierozní georochože z polyamidových vláken používané v dnešní době v rámci protierozních opatření na nových svazích zemních těles či zemních konstrukcí, díky svým vlastnostem (vysoká pevnost v tahu, 3D struktura, zachování až 90 % volného prostoru při poměrně velkém objemu GTX) zvyšují stabilitu svahu, umožňují efektivní ochranu zeminy a prorůstání kořenového systému travního porostu (Zornberg 2007). Takto se vytváří armoovaná zemní konstrukce, která propojuje stabilizační a protierozní účinky vegetačního krytí a GTX dohromady. Tím zaručuje trvalou protierozní ochranu svahu po celou dobu životnosti konstrukce (Coppin & Richards 1990; Morgan 2005; Úradníček & Šlezinger 2007; Řejha 2011). Vyztužená zemní konstrukce zároveň zvyšuje odolnost půdního povrchu vůči vyšším rychlostem povrchového odtoku, než je tomu u půdního povrchu, který je chráněn pouze samotnou vegetací (Nguyen 2000; Morgan 2005). Morgan (2005) udává následující rychlosti povrchového odtoku, kterým je půda na povrchu svahů díky účinku GTX schopná odolat. U samotné georochože bez přítomnosti travního porostu činí rychlost povrchového odtoku 1,5 m/s, u georochože společně s vegetací 2,5 až 3,5 m/s. Nguyen (2000) dodává, že rychlosti nezávisí na zemině. Zemní konstrukce armoovaná georochoží se vzešlou travní směsí (v době pokusu 14 dní od vysetí) odolala rychlostem 4,2 m/s po dobu dvou dní při pokusu v hydraulickém žlabu na ČVUT v Praze. Někteří výrobci trvalých GTX uvádí rychlosti od 2,0 m/s (GTX bez přítomnosti vegetace) až do 6,0 m/s

(GTX s vegetací), přičemž tyto hodnoty byly dosaženy při testování v hydraulických žlabech v certifikovaných hydraulických laboratořích.

4.4.2 Protierozní ochrana dočasnými geotextiliemi

Trendem moderní doby je ekologické uvažování a environmentální přístup ve všech oborech lidské činnosti. Také na trhu protierozních opatření lze vybírat z několika variant a kombinací ekologicky nezávadných materiálů, které tvoří dočasnou protierozní ochranu svahu.

Biologicky odbouratelné geotextilie (GTX) jsou vyráběny z juty, kokosového vlákna, rýže, slámy nebo jiné biomasy a často se ukazují být efektivními, udržitelnými a ekologicky šetrnými alternativami k syntetickým materiálům používaných při protierozní ochraně svahů a k prevenci před následnými degradačními procesy půdy (Morgan et Rickson 1995; Fullen et al. 2007; Sutherland et Ziegler 2007; Jordán et al. 2011; Khan et Binoy 2012). Podle Ing. Hubíka (X. 2017, in verb) je nejpřirozenější využití při výrobě biologicky odbouratelných GTX samotné lokální vegetace případně doplněné o inertní materiály. Tato metoda biologického způsobu ochrany svahů je nazývána bioinženýring a věnuje se především projektům z ekologicky citlivých lokalit. Biologicky odbouratelné GTX významně přispívají z environmentálního hlediska k mírnění důsledků dnešního moderního způsobu žití (Morgan et Rickson 1995). Nejvyšší míra eroze a nejvíce degradované půdy se nachází právě v místech zasažených vývojem, infrastrukturou nebo urbanizací (Cerdà 2007; Pereira et al 2015; Sadeghi et al. 2015; Seutloali et Beckedahl 2015; Yuan et al. 2015).

Ing. Hubík (X. 2017, in verb) uvádí, že dočasné protierozní GTX lze rozdělit na biodegradovatelné (juta, kokosové vlákno, sláma, konopí, len, rýže, seno, bavlna a jiné biomasy) a na fotodegradovatelné. Theisen (1992) a Řejha (2011) upozorňují na některé syntetické materiály, které nejsou proti UV záření stabilizovány a při UV záření dochází k jejich rozpadu na menší částice, které jsou následně půdními mikroorganismy přeměněny na oxidy uhlíku. Přírodní biodegradabilní (rozložitelné) geotextilie (geosítě), jsou vyráběny především z kokosových a jutových materiálů (Luo et al. 2013) a je vhodné tyto geotextilie (GTX) aplikovat v místech nízkých srážek, kde vytvoření vegetačního porostu vyžaduje delší dobu, doplňuje Ing. Hubík (X. 2017, in verb). Kvalitní protierozní ochrana svahu závisí také na vhodné travní směsi. Gray et Sotir (1995), Morgan (2005) a Janeček (2008) uvádí, že travní směsi k protierozní

ochraně svahů by měly obsahovat semena trav, které vynikají dostatečně rychlým vzejitím a počátečním růstem, dobrým odnožováním, odolností vůči extrémním stanovištním podmínkám (půdy často chudé na živiny, s různou mírou půdní vlhkosti), nenáročností na péči a vytrvalostí na stanovišti. Janeček (2008) dodává, že by travní směsi měly být tvořeny základními druhy trav ze 40-60 % - např. kostřava červená (*Festuca rubra*), která je velmi vytrvalá a adaptabilní v různých stanovištních podmínkách, nenáročná na živiny a poměrně hluboko kořenící. Norris et al. (2008) zároveň jako velice vhodnou uvádí kostřavu rákosovitou (*Festuca arundinacea*). Doplňkové druhy trav by měly činit 10-30 % – např. lipnice luční (*Poa pratensis*), jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), kostřava luční (*Festuca ovina*) a jiné. Speciální druhy trav by měly být voleny v závislosti na stanovištních podmínkách a tvořit v travní směsi 5-20 %.

Geosítě se svou ojedinělou strukturou a přizpůsobivostí k nerovnému terénu umožňují vegetaci získat dostatek prostoru k růstu tím, že "oka" mezi vlákny nechají proniknout dostatek světla na povrch půdy. Aplikováním přírodních protierozních GTX nejsou půda, semena i rostliny unášeny vlivem proudění vody, naopak voda se vsakuje do vláken geosít, která tak mohou udržovat v okolí rostlin půdní vlhkost, zvyšovat vlhkost vzduchu i v sušším období a dočasně zachovat mírnou teplotu zeminy. Povrchové proudění vody pak nezpůsobuje strhávání čerstvě zakořeněných rostlin ze svahu, ani odkrývání jejich kořenů, ale splaveniny jsou zadržovány mezi jednotlivými vlákny "ok" geosítě (Zlatuška 2003). Theisen (1992) konstatuje, že struktura přírodních protierozních geosít vede v závislosti na velikosti "ok" ke snížení ochranného účinku GTX. Při velkém rozměru "ok" je půdní povrch vystaven působení erozních činitelů, při malém rozměru "ok" dochází ke špatnému prorůstání vegetace nebo k nadzvedávání přírodní geosítě, což má negativní dopad na tvorbu kvalitního travního porostu. Knapen et al. (2009) uvádí, že u GTX z kokosových vláken může dojít ke zvýšení místních turbulencí při povrchovém odtoku v prostoru "ok" a k většímu narušení půdního povrchu v daném místě. Zlatuška (2003) ještě dodává, že použitím přírodních protierozních geosít dochází nejen ke zpomalení odtoku, ale zároveň to znamená i větší retenční plochu. Přírodní biologicky degradabilní geotextilie vynikají také svým mulčovacím a hnojícím efektem, kdy při svém rozkladu obohacují půdu o organické látky. Tento účinek se projeví po první zimě, kdy se struktura sítě začne rozkládat, tzv. "přihnije" či "přiroste" k půdnímu povrchu a není možné ji lehce odtrhnout.

Jak bylo již zmíněno, k výrobě přírodních geotextilií je nejčastěji využívána juta

a kokosové vlákno. Geosítě jutové a kokosové jsou loděmi ze Srí Lanky, Indie nebo Pakistánu, kde se vyrábějí, distribuovány téměř po celém světě (Zlatuška 2003).

Jutové geotextilie (obr. 9) jsou vyráběny ze 100 % přírodního materiálu – juty. Po dobu až 5 let podporují růst vegetačního porostu a slouží jako dočasná (rozložitelná) protierozní ochrana především strmých svahů násypů silnic a železnic, k zazelenění nových parků či nadnásypů opěrných zdí. Průměrná funkční životnost jutových geotextilií je cca 12–24 měsíců, záleží však na podmínkách, v jakých jsou aplikovány. Jutové GTX mají mulčovací efekt, při rozkladu uplatňují vlastní hnojící účinek a nezanechávají žádné syntetické zbytky (Geomat 2017b). Měkčí struktura jutových vláken GTX pravděpodobně poskytuje lepší podmínky pro tok vody ve srovnání s tvrdšími kokosovými vlákny (Kalibová et al. 2016). Na svahy se sklonem do 45° lze použít jutové geotextilie s plošnou hmotností 500 g/m². Pro ukotvení a fixaci protierozních jutových sítí na svazích všech sklonů jsou využívány ocelové kotvící skoby nebo dřevěné kolíky. Jutové geotextilie se vyznačují nízkou prodejní cenou, k nevýhodám patří jen jejich značná prašnost, způsobená uvolňováním elementárních vláken, a nepříjemný zápach (Geomat 2017b).



Obr. 9: Jutová geotextilie (Geomat, 2017)



Obr. 10: Kokosová geotextilie (Geomat, 2017)

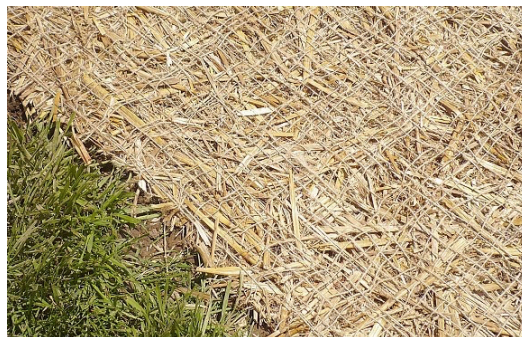
Kokosové geotextilie (obr. 10) jsou produkty ze 100 % přírodního materiálu – kokosového vlákna. Představují dočasnou (rozložitelnou) ochranu strmých zemních svahů proti erozi na svazích násypů silnic a železnic, pro zazelenění nově vybudovaných parků a nadnásypů opěrných zdí. Podporují růst vegetace po dobu až 5 let. Průměrná funkční životnost kokosových geotextilií je cca 36 měsíců, ta může být ovlivněna podmínkami, při kterých jsou geosítě instalovány. Při rozkladu GTX z kokosových vláken dochází v rámci mulčovacího efektu k obohacování půdy

o organické látky (hnojení) a nezanechávají po sobě žádné syntetické zbytky. Kokosové geotextilie s plošnou hmotností 400 g/m² jsou používány k zajištění svahů se sklonem do 45°, s plošnou hmotností 700 g/m² pro svahy nad 45°. Pro ukotvení a fixaci protierozních kokosových sítí se používají ocelové kotvící skoby nebo dřevěné kolíky stejně jako u jutových sítí (Geomat 2017c).

Příkladem dalších dočasných protierozních produktů využívaných ke stabilizaci strmých svahů a břehů jsou biologicky rozložitelné geotextilie vyrobené kombinací dvou různých 100 % přírodních materiálů (obr. 11, 12). Také tyto biologicky rozložitelné GTX mají mulčovací a hnojící účinky a nezanechávají žádnou ekologickou stopu (NAG 2017d).



Obr. 11: Geotextilie z kokosových vláken a juty
(Geomall, 2017)



Obr. 12: Geotextilie ze slámy a juty
(Geomall, 2017)

Shrnutí k protierozním geotextiliím

Stejně jako ostatní protierozní výrobky jsou také stávající přírodní protierozní geotextilie (GTX) neustále inovovány a nové dále vyvíjeny. Přesto zatím trvalé GTX nelze nahradit ve všech případech protierozních návrhů biologicky rozložitelnými geotextiliemi. Trvalé protierozní GTX ze syntetických materiálů mají proti přírodním protierozním GTX sice velkou environmentální nevýhodu ve své nerozložitelnosti, avšak u některých protierozních projektů je trvalost GTX potřebná či nutná. Jiná protierozní řešení vyžadují v extrémních případech zase pevné GTX, které jsou schopné odolat i nadměrné zátěži bez snížení jejich protierozních účinků. I v tomto případě jsou vhodnější trvalé protierozní geotextilie než geotextilie dočasné (přírodní).

4.5 Faktory ovlivňující funkci přírodních protierozních geotextilií

V důsledku nadměrného využívání přírody člověkem (zemědělství, těžba, pastviny, odlesňování) dochází k degradaci půdy a následné zrychlené erozi, což způsobuje nejen environmentální, ale i ekonomické a sociální škody (Cerdà et al. 2010; Keesstra et al. 2014; Lieskovský et Kenderessy 2014; Moreno-Ramón et al. 2014; Erkossa et al. 2015). Nejvíce znehodnocené půdy se však obvykle nachází v místech postižených urbanizací nebo infrastrukturou, kde projekty stavebního inženýrství často vedou ke vzniku strmých svahů s holou půdou. Zde energie dešťových kapek a povrchového odtoku odnáší na erozi citlivou půdu nenávratně pryč (Weggel et Rustom 1992; Cerdà 2007; Pereira et al. 2015; Sadeghi et al. 2015; Seutloali et Bechedahl 2015). Stejně účinky vody působí i na svahy chráněné přírodními protierozními geotextiliemi, které však dokážou svými vlastnostmi erozní působení zmírnit. Vlastnosti respektive efektivnost biologicky rozložitelných geotextilií je ovlivněna mnoha faktory (Giménez-Morera et al. 2010). Z dosud zdokumentovaných studií lze faktory ovlivňující efektivitu vyzorovat a tyto brát v úvahu při hledání optimálního opatření proti erozi na konkrétní lokalitě.

Základní faktory, které působí na funkčnost protierozních geotextilií, jsou jednotlivě uvedeny v následujících podkapitolách.

4.5.1 Geologický podklad

Jedním z nejvíce variabilních faktorů ovlivňující erozi půdy je samotná půda (Smets et al. 2011). Geologický podklad ovlivňuje účinnost geotextilií především svou různou schopností převodu povrchově odtékajících srážkových vod ve vody podzemní. Tato vlastnost se řídí propustností hornin. Struktura půdy, typ, druh a vlhkost ovlivňuje míru a délku trvání infiltrace srážkové vody do půdy. Při zjišťování půdního druhu je třeba řešit celý půdní profil. Je-li pod horní propustnou vrstvou vrstva nepropustná, může dojít k přesycení vrchní vrstvy vodou a k jejímu smyvu. Tento jev se vyskytuje zejména u podzolů. Skeletové půdy jsou typické velkou mírou propustnosti a nízkou pohyblivostí půdních částic, čímž je snižována intenzita povrchového odtoku a odnosu půdních částic. Příznivé jsou také půdy s drobtovitou strukturou, které mohou absorbovat až 85 % srážkové vody, zatímco půdy s prašnou strukturou pouze 30 %. Podstatný je také půdní typ. Obsah humusu a nasycenost sorpčního komplexu je rozhodující zejména pro

odolnost půdy proti destrukčním účinkům dešťových kapek a povrchově stékající vody. Nejlépe čelí povrchovému smyvu černoze s drobtovitou strukturou, méně odolné jsou hnědozemě, obvykle s nedostatečně vyvinutou strukturou a malou soudržností, a nejméně podzoly s prašnou strukturou (MD-OPK 2003). Odloučené půdní částice unášené velkým množstvím povrchové vody stékající po svazích způsobují zanášení „ok“ v sítích a efektivita geotextilií klesá (Beven 2011). Jak bylo již řečeno, efektivita geotextilií závisí také na vlhkosti půdy. Vysoká vlhkost půdy snižuje infiltraci srážkové vody a tím se zvyšuje odtok, naopak nízká vlhkost půdy snižuje odolnost půdního agregátu proti rozplavování ve vodě, ale zvyšuje schopnost půdy absorbovat (MD-OPK 2003). Proces infiltrace tedy významně podporuje efekt protierozních geotextilií tím, že snižuje množství povrchového odtoku a redukuje tak účinek unášecích sil (Beven 2011).

4.5.2 Intenzita, četnost a objem srážek

Stejně působí krátké intenzivní deště. Jakékoliv přívalové srážky charakterizované značnou intenzitou a krátkou dobou trvání přispívají k povrchovému odtoku a ztrátě půdní zeminy na strmých svazích. Obecně platí, že holá nechráněná půda reaguje na dešťovou srážku výrazně rychleji než svahy ošetřené protierozními geotextiliemi (Cerdà et al. 2009). Intenzita srážek, četnost a objem srážek i rychlost proudění povrchových vod stékajících ze svahů může účinnost geotextilií snižovat. Ing. Hubík (X. 2017, in verb) dodává, vlivem těchto přírodních faktorů a procesů dochází ke značnému namáhání geotextilií, při návrhu GTX je tedy nutné volit odpovídající druh a typ GTX.

4.5.3 Geomorfologie svahu

Správné fungování geotextilie mohou ovlivnit také sklon, délka a tvar svahu. Sklon je jedním z rozhodujících činitelů při výběru geotextilií. Čím je svah strmější a delší, tím je působení na geotextilie intenzivnější a jejich funkčnost může být snížena. Proto je třeba stanovit prahovou hodnotu sklonu, při které se mění chování geotextilie (Rickson 2000; Álvarez-Mozos et al. 2014). Například na svahy se sklonem do 45° lze použít jutové geotextilie s plošnou hmotností 500 g/m², avšak pro svahy se sklonem nad 45° lze použít kokosové geotextilie s plošnou hmotností 700 g/m², aby byla zachována protierozní účinnost GTX (Geomat 2017b, c). Ing. Hubík (X. 2017, in verb) uvádí, že před samotnou instalací geotextilií musí být zajištěny také technické kvalitativní

podmínky terénu, tzn. úprava svahu (odstranění nečistot a velkých nerovností). Neupravené svahy nedovolují geotextiliím dokonale přilnout k půdnímu povrchu a tím je snížena jejich efektivita.

4.5.4 Lokalita

Mnoho případových studií po celém světě dokazuje odlišnou účinnost geotextilií kvůli různým podmínkám lokalit. Jedná se o klimatické podmínky, geografickou polohu i nadmořskou výšku (Fifield 1992). Teplota podle lokality určuje stupeň výparu, který zase ovlivňuje vlhkost půdy. Také expozice svahu vzhledem ke světovým stranám má určité vlivy na GTX. Sluneční expozice na jižní a západní svahy způsobuje rychlé tání sněhu, tím větší povrchový odtok, než ve srovnání se zastíněnými svahy na severní a východní straně. Odtok sněhových vod je značný zejména ze závětrných svahů, na nichž se během zimy nahromadí vysoká vrstva sněhu (MD-OPK 2003). Vlivem klimatických podmínek může docházet ke snižování účinnosti protierozních geotextilií, záleží však na podmínkách dané lokality.

4.5.5 Materiál, typ a vlastnosti geotextilie

Efektivita protierozních GTX může být ovlivněna také jejich vlastními parametry, dodává Ing. Hubík (X. 2017, in verb.). Luo et al. (2013) se zabýval studii, do kterých nebyly zahrnuty žádné netkané geotextilie, neboť jak dodává, nejsou tak účinné při snižování odtoku jako geotextilie tkané či pletené. Davies et al. (2006) na základě vlastních poznatků dodává, že netkané GTX mohou zapříčinit dokonce větší odtok než holá půda bez ochranné sítě. Kalibová et al. (2016) dle vlastní studie (laboratorní a terénní) uvádí, že byl zaznamenán největší pokles odtoku a snížení ztráty půdy u jutové sítě J500.

Materiál a typ GTX

Výběr vhodné geotextilie se provádí na základě zhodnocení výše popsaných faktorů. Geotextilie je třeba volit dle daných podmínek přírodní či syntetické a zda je pro danou situaci vhodnější použít např. geosít či georohož. Každý protierozní návrh vyžaduje individuální přístup. V případě aplikace neodpovídající geotextilie není zaručen její správný efekt (Petr Hubík X. 2017, in verb.).

Plošná hmotnost, tloušťka a pružnost GTX

Základní hydraulickou vlastností geotextilií je propustnost vody kolmo k rovině produktu, kdy geotextilie musí být schopna umožnit bezpečný průchod vody půdou. Netkané GTX s nižší plošnou hmotností dosahují výrazně vyšší propustnosti než geotextilie tkané. S narůstající plošnou hmotností netkaných GTX, a s ní související narůstající tloušťka, vyvolává obvykle snížení schopnosti propouštět vodu, až se od určité hodnoty plošné hmotnosti stávají propustnější geotextilie tkané. Tkané GTX mají vyšší pevnost v tahu a odolnost proti protržení, netkané GTX mají větší propustnost vody (Geotextilie 2017). Ing. Hubík (X. 2017, in verb.) konstatuje, že plošná hmotnost a tloušťka je pro jednotlivé druhy GTX dána dle požadavků na efektivitu GTX. Je-li do návrhu projektu zvolena odpovídající GTX, lze říci, že hmotnost, tloušťka a pružnost GTX zvyšují její funkčnost.

Kapacita absorpce GTX

Schopnost absorbovat vodu je u jednotlivých druhů GTX různá. Při mimořádně nízké absorpci vlhkosti nemá působení vody vliv na mechanické vlastnosti GTX. Absorpce vody je u GTX výhodou v sušších obdobích, kdy GTX zvlhčují nejen okolní půdu, ale i vzduch. Je-li však u GTX překročena jejich absorpční kapacita, dojde vlivem nadměrného množství vody k omezení protierozních účinků GTX (Petr Hubík X. 2017, in verb.).

Rozměry “ok” geositě

Theisen (1992) uvádí, že velké rozměry “ok” u přírodních GTX mohou vést k vystavení půdního povrchu vlivům erozních činitelů, a tedy k nedostatečné protierozní ochraně. U malých rozměrů “ok” může docházet ke špatnému prorůstání vegetace, což může mít negativní dopad na tvorbu kvalitního travního porostu nebo může docházet k nadzvedávání přírodní geositě, čímž je snížen její ochranný účinek.

4.5.6 Míra krytí svahu

Procento pokrytí svahu GTX

Účinnost GTX určuje její struktura. Obecně platí, čím strmější nebo vodou

zatíženější svah, tím větší musí být míra zakrytí plochy svahu pomocí GTX (Geomat 2017b, c).

4.5.7 Doba životnosti geotextilie

Životnost GTX je ukončena jejich úplným rozkladem. Délka životnosti se liší podle jednotlivých typů přírodních GTX. Průměrná doba životnosti přírodních geotextilií je 12 až 36 měsíců (Geomat 2017b, c), ta však může být ovlivněna **photodegradací** (GTX jsou rozkládány světelným UV zářením, jehož zdrojem je sluneční svit), **degradací termickou** (činitelem rozkladu GTX je rostoucí stupeň teploty), **degradací chemickou** (salinizací nebo-li zasolováním), **acidifikací** (okyselováním), **alkalizací a znečištěním** polutanty, jako jsou těžké kovy, hnojiva, pesticidy, rozpouštědla nebo ropné produkty a dále **biodegradací** (rozklad GTX je prováděn pomocí mikroorganismů vyskytujících se v půdě), v podstatě se jedná o biologické odbourávání organických látek, doplňuje Ing. Hubík (X. 2017, in verb.).

4.5.8 Cena geotextilie

Výběr individuálního produktu může být nevhodnější, pokud je založen na poměru nákladů a jeho účinnosti. Poměr ceny a kvality GTX - v žádném případě by nemělo docházet k výběru protierozních geotextilií pouze na základě ceny. Vždy je na prvním místě použití odpovídajících geotextilií pro správné zajištění svahu proti erozi (Fifield 1992). Lze tedy říci, že nízká cena může být u nevhodných GTX faktorem snižující jejich efektivitu, naopak u vhodných GTX může jejich účinnost zvyšovat a to i pokud bude cena GTX vyšší.

4.5.9 Vliv člověka

Nelze opomenout zásadní faktor a tím je faktor lidský. Funkčnost GTX může být ovlivněna již samotným návrhem protierozního řešení od projektantů. Jedná-li se tedy o výběr nevyhovující GTX pro daný projekt, protierozní účinek GTX se snižuje. Naopak výběr odpovídající GTX včetně správné instalace a ukotvení efektivitu GTX zvyšuje.

Shrnutí k faktorům ovlivňujících účinnost geotextilií

Účinnost jednotlivých protierozních GTX je obvykle zjišťována podle jejich

schopností regulovat povrchový odtok a ztrátu půdy. V odborné literatuře již bylo popsáno mnoho studií, které se snaží přispět nejen k optimalizaci funkcí a vlastností samotných GTX, ale také přijít na to, jaké vnější faktory mohou působit na efektivitu GTX. V předešlém textu byly formou rešerše vyjmenovány základní faktory, které pozitivně či negativně ovlivňují funkci protierozních geotextilií. Následující kapitola je zaměřena na praktické zkušenosti s protierozními GTX v rámci GSY formou vlastního výzkumu.

5. Vlastní výzkum

5.1 Anketa

Cílem mého výzkumu bylo získání odborných informací o protierozních geotextiliích (GTX) v rámci geosyntetik (GSY) a vnějších faktorech, které ovlivňují vlastnosti GTX běžně v praxi. Průzkum byl zaměřen na české firmy, které s GSY pracují nebo jsou jejich dodavateli. Anketa se uskutečnila formou dotazníků, které obsahovaly sedm otázek. Na odeslaných 86 dotazníků zaslalo zpětné reakce celkem 12 firem, 9 menších stavebních společností s několikaletými zkušenostmi s instalací protierozních GSY a tři větší dodavatelé geosyntetik, kteří dokážou vypracovat odborný návrh protierozního řešení od výběru vhodných GSY až po samotnou aplikaci GSY.

Následující tabulka 1 shrnuje odpovědi uvedené zástupci jednotlivých firem, kteří se problematice protierozních geosyntetik odborně věnují. Jednotlivé vyplněné dotazníky jsou čtenáři v případě zájmu k nahlédnutí v přílohách bakalářské práce.

Tab. 1: Otázky a odpovědi – protierozní GSY (vlastní, 2018)

Otázka č. 1

Jaké druhy GSY používáte k protierozní ochraně strmých svahů?

Odpověď	Častá	Méně častá	Výjimečná
Dle materiálu:	PP, kokos*, juta	PE, PLA, sláma+kokos*	konopí
Dle tvaru:	metráž	válec	-
Dle struktury:	síť, rohož	geobuňky	-
Dle poptávky:	dle projektu	nejlevnější dle specifikace	nejlevnější
Dle způsobu použití:	povrchové	podpovrchové	-

* kokos = kokosové vlákno

Otázka č. 2

Uvd'te faktory pozitivně nebo negativně ovlivňující funkci GSY podle Vašich zkušeností z praxe.

Častá odpověď: Nekvalitně připravené podloží a neodborně připravený návrh projektu.

Méně častá odpověď: Nesprávná aplikace GSY (kotvení atd.) a použití nevhodné GSY pro daný sklon svahu.

Výjimečná odpověď: Nadměrné zatěžování a nedostatečné odvodňování míst s GSY.

Otázka č. 3

Jak mohou jednotlivé faktory ovlivňující GSY působit na efektivitu GSY?

Jednoznačná odpověď: Negativně. Vyřadí GSY z provozu pro její nefunkčnost (např. poškozením, nesprávným ukotvením atd.).

Otázka č. 4

Lze negativní vlivy na GSY omezit či zcela eliminovat?

Častá odpověď: ANO – lepšími návrhy projektů, správnou instalací GSY.

Méně častá odpověď: ANO - výběrem odpovídající a kvalitní GSY.

Výjimečná odpověď: ANO – lepší přípravou podkladu GSY

Otázka č. 5

Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti GSY.

Jednoznačná odpověď: Nejlepším kritériem hodnocení je míra snížení eroze půdy a odtoku.

Otázka č. 6

Jaká je průměrná doba skladování GSY bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

Častá odpověď: Obvykle nejsou GSY drženy skladem. Firmy se drží vypracovaných projektů a pro různé projekty je předepsáno použití velké škály různých materiálů. Proto by se firmám až na výjimky materiály z ekonomického hlediska nevyplatilo skladovat (není jisté, zda je ještě někdy využijí).

Méně častá odpověď: Skladování se nedoporučuje z důvodu plísní, zavlečení cizích rostlin, vlhkosti nebo znehodnocení zvěří (např. myši).

Otázka č. 7

Jaká je průměrná doba účinnosti GSY ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Častá odpověď: Záleží na typu materiálu, způsobu použití, požadovaném účelu. Povrchové GSY mají obvykle nižší trvanlivost a běžně nedožijí ani konce záruky (obvyklá doba je 60 měsíců) nebo vykazují velké známky poškození. S tím ale firmy obvykle počítají, neboť funkce GSY v době jejich poškození není již nezbytně nutná (svah poroste vegetací, sedne apod.).

Výjimečná odpověď: Destrukce GSY může být okamžitá, záleží na klimatických podmínkách.

Komentář k tabulce 1: Otázky a odpovědi – protierozní geosyntetika

Otázka č. 1

Odpovědi z ankety jasně dokazují, že přírodní geotextilie mají u firem vždy přednost, pokud jsou pro daný projekt vhodné. Syntetické geotextilie firmy využívají v případě potřeby vysoké životnosti, pevnosti a odolnosti proti chemickým vlivům z okolí. Nejčastěji jsou při protierozní ochraně strmých svahů používány geotextilie v metrážích. Jejich instalace je rychlá a jednoduchá. To samé platí u protierozních válců, které se využívají jako břehová opevnění. Další návrhy tvarů GSY nebyly firmami u otázky č. 1 uvedeny. Výběr struktury GSY vychází z projektové dokumentace na řešení protierozní ochrany dané situace. Nejčastěji se však uplatňují geosítě a georochože, na místech s větší erozní zátěží geobuňky. Jiné struktury GSY firmy v dotaznících neuvádí. Firmy se musí řídit při realizaci protierozních opatření především odborně zpracovanými projekty. V některých případech protierozních návrhů lze volit mezi dražší a levnější variantou GSY, avšak požadovaný odpovídající protierozní efekt GSY by měl zůstat vždy zachován. Je-li při výběru GSY upřednostněna nejlevnější cena před kvalitou, je zde riziko, že protierozní opatření GSY bude neefektivní. Protierozní GSY jsou aplikována nejčastěji na povrch svahů, ale hojně jsou využívána také podpovrchová GSY. Firmy se při instalaci GSY drží návrhů v projektech, neboť záleží především na místních podmínkách svahu.

Otázka č. 2

Zkušenosti z praxe oslovených firem ukazují, že častým faktorem ovlivňující funkci GSY je nepřipravené půdní podloží. Před aplikací GTX by měl být povrch svahu zbaven nečistot a srovnán, aby došlo k přilnutí GTX ke svahu a funkce GTX nebyla snížena. Stavební firmy se také často potýkají s neodborně připravenými návrhy protierozních opatření. Návrhem neodpovídajících GSY, nedostatečným ukotvením GSY a nevhodnými GSY pro daný sklon svahu není zajištěna dostatečná protierozní ochrana. Funkčnost GSY bývá v praxi snížena také jejich nadměrnou zátěží např. intenzivním povrchovým prouděním vody, nedostatečným odvodňováním míst s GSY či malá infiltrační schopnost půdy pod GSY.

Otázka č. 3

Na otázku č. 3: Jak mohou jednotlivé faktory ovlivňující GSY působit na efektivitu GSY, odpověděly všechny oslovené firmy stejně. Faktory ovlivňující funkci GSY působí na jejich vlastnosti – negativně. Ze svých zkušeností uvedly např. poškození GSY a sjíždění GSY ze svahu nesprávným ukotvením, nadzvedávání geomatrace náletovou vegetací, přírodní procesy a zejména lidský faktor.

Otázka č. 4

Otázka č. 4 zněla, zda je možné negativní vlivy na funkci GSY omezit či zcela eliminovat. Nejčastěji byl oslovenými firmami uveden lepší protierozní projekt, který by navrhoval odpovídající (kvalitnější) GSY a správný postup instalace GSY. Zmíněna byla také lepší příprava půdního podloží před aplikací GSY, odklizení nečistot z povrchu svahu a srovnání nerovností terénu. Náletová vegetace, která způsobuje nadzvedávání geomatrací je řešena např. ošetřením Randapem.

Otázka č. 5

Na základě stejné odpovědi všech oslovených firem lze potvrdit, že nejlepším kritériem hodnocení účinnosti GSY v praxi je míra snížení ztráty půdy a povrchového odtoku. Cíl použití GSY je dobře známý již od začátku projektu a je velmi jednoduché určit, zda je použitá technologie správná. Ne hned, ale časem rozhodně ano, např. v průběhu nebo ke konci záruční doby. Záruční doba = uváděná životnost/funkčnost GSY od instalace.

Otázka č. 6

Průměrnou dobu skladování GSY bez vlivu negativních faktorů od doby použití nelze určit. Firmy se drží vypracovaných projektů a pro různé projekty je předepsáno použití velké škály různých materiálů. Proto by se firmám až na výjimky materiály z ekonomického hlediska nevyplatilo skladovat (není jisté, zda je ještě někdy využijí). Skladování GSY se nedoporučuje ani z důvodu jejich znehodnocení např. vlhkostí, okousáním a u přírodních GTX sněžením hlodavci.

Otázka č. 7

Průměrná doba účinnosti GSY od doby použití a působení negativních faktorů se u jednotlivých druhů GSY liší. Doba účinnosti GSY je kratší než doba životnosti, trvá do doby, kdy GSY přestanou plnit svou funkci. Například životnost 100% přírodních GTX je 12 až 36 měsíců, životnost syntetických GTX je nekonečná, avšak vlivem vnějších faktorů může dojít k destrukci GTX a jejich doba účinnosti bude kratší.

Z poskytnutých informací je zřejmé, že pro firmy jsou projekty protierozních opatření zásadní. Ing. Kašpar (l. 2018, in verb.), vedoucí obchodně technického oddělení společnosti M-SILNICE a.s. dodává, že firmy se musí projektových zadání často slepě držet, i když jsou přesvědčeny, že protierozní řešení není zcela vyhovující. Ing. Vaníček (l. 2018, in verb.) za firmu Geosyntetika s.r.o. ještě doplňuje, že se ale objeví i výjimky, kde mohou firmy zanést do projektů vlastní myšlenky, není jich však mnoho, neboť rozpočet je dán zadavatelem zakázky a není jednoduché jej měnit.

Z odpovědí lze také vyčíst, že nejčastějším negativním vlivem na GSY je lidský faktor. Ten je však v možnostech i schopnostech všech odborníků na protierozní ochranu zcela eliminovat.

V rámci vlastního výzkumu bylo provedeno také vlastní pozorování skutečného použití protierozních geotextilií v praxi. Jednotlivé příklady jsou popsány v následující podkapitole.

5.2 Vlastní příklady z praxe – vlastní pozorování

Všechny následující fotografie byly s ohledem na detailní zaměření ponechány v původní velikosti.

Vlastní pozorování realizace protierozních opatření se uskutečnilo na třech místech v České republice. První příklad aplikace protierozních geotextilií (GTX) (obr. 13, 14, 15) byl zachycen v lázeňském městě Luhačovice na jižní Moravě v roce 2017, druhý příklad (obr. 16, 17) z roku 2018 pochází z lázeňského města Karlovy Vary v západních Čechách během rekonstrukce vlakového nádraží a třetí příklad je také z Karlových Varů, kde byl svah zbaven vegetačního krytu z důvodu rozšíření příjezdové cesty ke garážím.

V Luhačovicích byla na podzim v roce 2016 provedena rozsáhlá úprava místního lázeňského parku včetně oživení zeleně. Obnova vegetačního pokryvu se týkala původních svažitých ploch mezi parkovými chodníky a nově vybudovaných svahů vzniklých po výstavbě přístupové cesty k léčivému prameni, stejně jako při rozšiřování lázeňské promenády.

Obrázek č. 13 dokumentuje nevhodné protierozní zabezpečení nově vybudovaných svahů kolem pramene. V tomto případě byla na holý svah instalována nejprve černá GTX k zamezení růstu plevelu a na ni protierozní geosíť z juty či kokosového vlákna. Při bližším pohledu je zřejmé, že geosíť zde neplní svou protierozní funkci, z estetického hlediska jen maskuje černou geotextilii kůrou. Kůra je sice na svahu stabilizována geosítí, ale pouze do té doby, než se přírodní geosíť rozloží. Již nyní lze pozorovat postupné odnášení kůry povrchovým odtokem.

Situace na obrázku č. 14 s parkovými chodníky je obdobná jako u obrázku č. 13, navíc stížena strmým sklonem svahu a trháním přírodní geosítě. Protierozní řešení při použití černé GTX a geosítě nespěje k úspěšnému konci, tzn. samostatné vegetační ploše, která je stabilní vůči erozi. Místo kůry byl použit na maskování černé GTX písek, který bude, stejně jako kůra, po rozložení geosítě odplaven povrchovým odtokem. Ani v tomto případě zvolená protierozní ochrana evidentně nefunguje. Dle nevhodně zvolené protierozní ochrany lze usuzovat selhání lidského faktoru.

V obou uvedených příkladech z praxe platí slova Cerdà et al. (2009), že v případě malé schopnosti infiltrace půdy dochází vlivem intenzivních a četných srážek ke značnému povrchovému odtoku, který působí na GTX negativně. Pro správný výběr geotextilie nelze zanedbat ani sklon svahu (Álvarez-Mozos et al. 2014). Jak uvedl Kašpar (l. 2018, in verb.), bohužel ne vždy je dodrženo, že navržené GTX by měly odpovídat projektu především svou kvalitou a ne požadovanou cenou investora. Použitím nesprávné GTX či špatnou instalací dochází k znehodnocení samotné GTX, potažmo k nulovému efektu proti půdní erozi.



Obr. 13: Protierozní opatření u pramene, Luhačovice (vlastní, 2017)



Obr. 14: Protierozní opatření mezi chodníky, Luhačovice (vlastní, 2017)



Obr. 15: Protierozní opatření u promenády, Luhačovice (vlastní, 2017)

Je velice zajímavé, že jen několik metrů od místa realizace neúčinných protierozních opatření lze najít zcela vyhovující zabezpečení strmých svahů proti erozi vhodnými geotextiliemi. Obrázek č. 15 znázorňuje protierozní ochranu v praxi pomocí přírodní georohože, která odpovídá daným podmínkám a dokáže zajistit efektivní ochranu strmých svahů u nově vybudované lázeňské promenády v Luhačovicích. V tomto případě se zde projevil pozitivní vliv lidského faktoru.

V roce 2017 došlo v Karlových Varech k obnově vlakového nádraží. Terénními úpravami vznikly dva nové svahy, avšak pouze jeden z nich byl zajištěn proti erozi. Lze se domnívat, že na svah bez protierozní ochrany budou navazovat další stavební činnosti spojené s výstavbou mostu přes vlakové nádraží. V současné době, tedy osm měsíců po instalaci protierozních přírodních geotextilií lze na svazích pozorovat značné rozdíly ve vývoji vegetačního porostu včetně smyvu půdy u nechráněného svahu. Obrázek č. 16 dokumentuje svah zabezpečený protierozním opatřením. Geotextilie není narušená ani v rozkladu, stále zajišťuje efektivní podporu vzrůstajícím rostlinám na svahu, snižuje povrchový odtok a ztráty půdy. Zpomalením odtoku dochází k většímu vsakování vody do půdy, zvětšuje se tak retenční plocha. Při bližším pohledu je však zřejmé, že po první zimě došlo ke změnám ve struktuře sítě spojením s půdním povrchem. Takto přichycenou („přihnilou“) síť již nelze od země lehce odtrhnout. Během dvou až tří let vytvoří vegetace na svahu dostatečně pevný drn a síť začne hnit, až se zcela ztratí, tzn. nezanechá po sobě žádnou ekologickou stopu (Jaroslav Kašpar, I. 2018, in verb.).

Na obrázku č. 17 jsou po osmi měsících viditelné známky erozních vlivů. Svah je téměř bez rostlinného pokrytí, smyv půdy je zřejmý podle sedimentů ve spodní části svahu. V tomto případě je možné říci, že bez protierozních opatření nelze negativním účinkům eroze zabránit.



Obr. 16: Efektivní protierozní ochrana, K. Vary (vlastní, 2018)



Obr. 17: Svah bez protierozní ochrany, K. Vary (vlastní, 2018)



Obr. 18: Protierozní opatření u cesty, K. Vary (vlastní, 2018)



Obr. 19: Protierozní opatření u cesty s opěrnou zdí, K. Vary (vlastní, 2018)

Protierozní opatření zachycené na obrázku č. 18 a č. 19., bylo aplikováno na původně již vegetací porostlý svah. Z důvodu rozšíření a zkvalitnění příjezdové cesty ke garážím, které jsou vidět v horní části obou snímků, byl porost křovin zcela odstraněn a svah zčásti zajištěn opěrnou zdí s odvodněním (obr. 19). Po úpravě příjezdové cesty ke garážím byla na obnažený povrch svahu aplikována černá GTX a podobně jako tomu bylo v příkladu č. 1, i zde byla černá GTX překryta přírodní geosítí. Z takto nesprávně instalovaných a nedostatečně ukotvených GTX není zřejmé, za jakým účelem bylo opatření svahu realizováno. Pokud mělo opatření svahu pouze zabránit růstu vegetace, v kombinaci s přírodní GTX nevyjde toto opatření nejlevněji. V případě protierozního opatření je tato kombinace obou GTX neefektivní, pod černou GTX nevzejde vegetační porost a pokud přírodní geosíť nepřiléhá k půdnímu povrchu, její účinnost je nulová. Efektivita protierozní GTX je i v tomto případě snížena negativním vlivem lidského faktoru.

6. Diskuse

Správné fungování protierozních geotextilií (GTX) bude zaručeno eliminací negativních faktorů a podporou pozitivních faktorů ovlivňujících funkci GTX. Ve výsledku je takových faktorů mnoho. Odborná literatura uvedená v této bakalářské práci je zaměřena na základní faktory ovlivněné většinou přírodními procesy. Smets (2011) uvádí jako jeden z nejvíce variabilních faktorů ovlivňující funkci GTX samotnou půdu. Její druh, typ, struktura i vlhkost mohou mít různý vliv na funkčnost protierozních geotextilií (Beven 2011). Intenzivní a četné srážky se mohou v případě malé schopnosti infiltrace půdy projevit v podobě značného povrchového odtoku, který působí na GTX negativně (Cerdà et al. 2009). Pro správný výběr geotextilie nelze zanedbat ani sklon a délku svahu (Álvarez-Mozos et al. 2014). Jak dokazuje mnoho studií po celém světě, významný vliv na účinnost geotextilií mají také klimatické podmínky, geografická poloha a nadmořská výška (Fifield 1992). Jak bylo již zmíněno Petrem Hubíkem (X. 2017, in verb.) z jeho praktických zkušeností nebo dokázáno studii (např. Kalibová et al. 2016), vliv faktorů je u jednotlivých GTX různý. Záleží jak na materiálu, z kterého jsou vyrobeny, struktuře či tloušťce GTX, tak na jejich vlastnostech – kapacita absorpce vláken, pružnost či životnost.

Na základě faktorů, kterým se věnuje teoretická část bakalářské práce včetně předcházejícího odstavce by se mohlo zdát, že problematika týkající se protierozních geotextilií (GTX) je založena převážně na studiích přírodních procesů a jejich vlivu na GTX. Výsledky studií však poskytují důležité informace. Lze je uplatnit při výběru protierozních GTX a zároveň aplikovat jako návod na podporování faktorů působících na funkci GTX pozitivně a tím alespoň částečně omezit faktory působící na GTX negativně. Vliv na efektivnost geotextilií mají i další faktory. Jsou zřejmé z dotazníkového šetření a týkají se především neodborných projektových návrhů, nepřipraveného podloží, nesprávné aplikace GTX (např. kotvení) nebo použití nevhodné geotextilie pro daný sklon svahu. Všechny tyto uvedené faktory ovlivňuje či rozhoduje člověk, jsou tedy faktory lidskými. Mezi lidské faktory lze zahrnout také cenu GTX. Investor má možnost volit mezi levnější a dražší variantou GTX, přesto, že tyto GTX nemají stejnou protierozní účinnost. Fifield (1992) řekl, že výběr nejvhodnějšího produktu je založen na poměru nákladů a jeho účinnosti. Ze zkušeností z praxe je však zřejmé, že tomu tak vždy není. Některé projekty jsou vypracovány pouze s ohledem na

cenu a požadavky na kvalitu a efektivitu protierozních opatření zcela opomíjejí.

7. Závěr

Ekologické myšlení a ochrana životního prostředí jsou celosvětovým trendem současné doby. Nejen míra urbanizace a infrastruktury, ale celkové nadměrné využívání přírody vede v České republice k velkým ztrátám půdy. Proto bylo velkým krokem k záchraně půdy i životního prostředí upuštění od používání tradičních způsobů zajišťování strmých svahů, které vedly k vyšší spotřebě fosilních paliv a nárůstu uhlíkové stopy (nástroj k měření dopadů lidských aktivit na životní prostředí) (Petr Hubík, X. 2017, in verb.). Snaha o environmentální projektování protierozních opatření je stále aktuální téma, nelze však zatím potvrdit uplatnění bioinženýringu ve všech případech protierozní ochrany.

Nové výzkumy včetně této bakalářské práce se upínají k zefektivnění protierozních opatření strmých svahů. Snahou je zjistit negativní i pozitivní faktory ovlivňující účinnost protierozních geotextilií. Problematice faktorů se věnovalo a stále věnuje mnoho českých i zahraničních výzkumů i samotných firem, které při své činnosti pracují s GTX po celém světě. Funkce GTX jsou nejčastěji ovlivněny vlastnostmi půdy; geomorfologií svahu; intenzitou, četností a objemem srážek; materiálem a vlastnostmi GTX; klimatickými podmínkami; geografickou polohou; nadmořskou výškou; cenou a také lidským faktorem.

Bohužel ne vždy je dodrženo, že navržené geotextilie (GTX) by měly odpovídat projektu především svou kvalitou a ne požadovanou cenou zadavatele zakázky. Použitím nesprávné GTX či špatnou instalací dochází k znehodnocení samotné GTX, potažmo k nulovému efektu proti půdní erozi (Jaroslav Kašpar, I. 2018, in verb.).

Přesto, že firmy postupují při výběru a instalaci geosyntetik (GSY) podle pokynů výrobců, není protierozní efekt GSY vždy optimální. Jak je to možné? V České republice jsou k dispozici pouze technické normy (ČSN) vycházející z evropských norem, které schvalují parametry dovážených GSY (kromě přírodních) ze zemí mimo EU. Ale není zde žádný jednotný metodický pokyn k používání geosyntetik, závazná legislativa v tomto oboru zcela chybí. Návrh metodiky v oblasti používání GSY, by mohl být předmětem navazující diplomové práce.

8. Seznam použité literatury a obrázků

8.1 Odborné publikace:

ÁLVAREZ-MOZOS J., ABAD E., GIMÉNEZ R., CAMPO M. A., GONI M., ARIVE M., CASALÍ J., DÍEZ J., DIEGO I., 2014: Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes, Part 1: Effects of runoff and soil loss. *Catena*, 118. P. 168–178.

BEVEN K. J., 2011: *Rainfall-runoff modelling: the primer*. John Wiley & Sons. 449 p.. ISBN:978-0-470-71459-1.

BHATTACHARYYA R., FULLEN M. A., DAVIES K., BOOTH C. A., 2009: Utilizing palm-leaf geotextile mats to conserve loamy sand soil in the United Kingdom. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130 (1-2). P. 50-58.

BHATTACHARYYA R., FULLEN M. A., DAVIES K., BOOTH C. A., 2010a: Use of palm-mat geotextiles for rainsplash erosion control. *Geomorphology*, Volume 119, Issues 1-2. P. 52-61.

BHATTACHARYYA R., SMETS T., FULLEN M. A., POESEN J., BOOTH C. A., 2010b: Effectiveness of geotextiles in reducing runoff and soil loss: A synthesis. *Catena*, Volume 81, Issue 3. P. 184-195.

BHATTACHARYYA R., FULLEN M. A., BOOTH C. A., KERTESZ A., TOTTH A., SZALAI Z., JAKAB G., KOZMA K., JANKAUSKAS B., JANKAUSKIENE G., BÜHMANN C., PETERSON G., MULIBANA E., NELL J. P., VAN DER MERWE G. M. E., GUERRA A. J. T., MENDONCA J. K. S., GUERRA T. T., SATHLER R., BEZERRA J. F. R., PERES S. M., YI Z., YONGMEI L., LI T., PANOMTARACHICHIGUL M., PEUKRAI S., THU D. C., CUONG T. H., TOAN T. T., 2011: Effectiveness of biological geotextiles for soil and water conservation in different agroenvironments. *Land Degrad Dev*, Volume 22, Issue 5. P. 495-504.

BORST H. L., WOODBURN R., 1942: The effect of mulching and methods of cultivation on runoff and erosion from Muskingum Silt loam. *Agricultural Engineering*, Issue 23. P. 19-22.

BRADY N. C., WEIL R. R., 2002: *The nature and properties of soils*. Prentice Hall, New

Jersey, 960 p..

CERDA` A. 1998: Effect of climate on surface flow along a climatological gradient in Israel: A field rainfall simulation approach. *J. Arid Environ.*, 38. P. 145–159.

CERDA` A., 2007: Soil water erosion on road embankments in eastern Spain. *Scient. Total Environment.*, 378. P. 151–155.

CERDA` A., GIMÉNEZ-MORERA A., BODÍ M. B., 2009: Soil and water losses from new citrus orchards growing on sloped soils in the western Mediterranean basin. *Earth Surf. Proc. Land.*, 34. P. 1822–1830.

CERDA` A., LAVEE H., ROMERO-DÍAZ A., HOOKE J., MONTANARELLA L., 2010: Soil erosion and degradation in mediterranean type ecosystems. *Land Degrad. Dev.*, 21. P. 71–74.

COPPIN N. J., RICHARDS I. G., 1990: Use of vegetation in civil engineering. CIRIA Publication. Butterworths, London. 263 p..

DAVIES K., FULLEN M. A., BOOTH C. A., 2006: A pilot project on the potential contribution of palm-mat geotextiles to soil conservation. *Earth Surf. Proc. Land.*, 31. P. 561–569.

ERKOSSA T., WUDNEH A., DESALEGN B., TAYE G., 2015: Linking soil erosion to on-site financial cost: lessons from watersheds in the Blue Nile basin. *Solid Earth*, 6. P. 765-774.

FIFIELD J. S., MALNOR L. K., RICHTER B., DEZMAN L. E., 1988: Field testing erosion control products to control sediment and to establish dryland grasses under arid conditions. *Proceedings of Conference XIX. International Erosion Control Association. New Orleans.* P. 325-341.

FIFIELD J. S., 1992: How effective are erosion control products in assisting with dryland grass establishment with no irrigation?. *Proceedings of the XXIII the IECA Annual Conference "The environment is our future". Reno, Nevada.* P. 321–334.

FULEN M. A., BOOTH C. A., SARSBY R. W., DAVIES K., KUGAN R., BHATTACHARYYA R., SUBEDI M., POESEN J., SMETS T., KERTÉSZ Á., TÓTH A.,

SZALAI Z., JAKAB G., KOZMA K., JANKAUSKAS B., JANKAUSKIENE G., BÜHMANN C., PATERSON G., MULIBANA E., NELL J. P., VAN DER MERWE G. M. E., GUERRA A. J. T., MENDONCA J. K. S., GUERRA T. T., SATHLER R., BEZERRA J. F. R., PERES S. M., YI Z., YONGMEI L., LI T., PANOMTARACHICHIGUL M., PEUKRAI S., THU D. C., CUONG T. H., TOAN T. T., JONSYN-ELLIS F., JALLOW S., COLE A., MULHOLLAND B., DEARLOVE M., CORKILL C., 2007: Contributions of biogeotextiles to sustainable development and soil conservation in developing countries: the BORASSUS Project. *Ecosyst. Sustain. Dev.* WIT Press. Southhampton (UK). P. 123-141.

GIMÉNEZ-MORERA A., RUIZ SINOGA J. D., CERDA` A., 2010: The impact of cotton geotextiles on soil and water losses from mediterranean rainfed agricultural lan. *Land Degrad. Dev.*, 21.P. 210– 217.

GRAY D. H., SOTIR R., 1995: Biotechnical stabilization of steepened slopes. Transportation Research Board Record No. 1474. National Academy Press. National Research Council. P. 23-38.

GYSSELS G., POESEN J., BOCHET E., LI Y., 2005: Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. *Progress in Physical Geography*, Volume 29, Issue 2. P. 189-217.

HRABĚ F., BLÍŽKOVSKÝ P., KUBÍKOVÁ, 1990: Travinné porosty v oblasti Českomoravské vrchoviny a jejich ekologický význam. *Ekologie a kultury. Ochrana a ekologický rozvoj kulturních krajín.* S. 122-129.

HUDSON N., 1995: *Soil Conservation*. Third Edition. Iowa State University Press, Ames, IA. 392 p..

JANEČEK M., 2007: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. ISV nakladatelství, Praha. 201 s.. ISBN: 85866-85-8.

JANEČEK M., 2008: *Základy erodologie*. Česká zemědělská univerzita, Praha, 172 s.

JORDÁN A., ZAVALA L. M., MUNOZ-ROJAS M., 2011: Mulching, effects on soil physical properties. *Encyclopedia of Agrophysics*. In: GLINSKI J., HORABIK J., LIPIEC J., 2011: *Mulching, effects on soil physical properties*. Springer, Dordrecht. P. 492-496.

KALIBOVÁ J., JAČKA L., PETRŮ J., 2016: The effectiveness of jute and coir erosion control blankets in different field and laboratory conditions. *Solid Earth*, 7. P. 469-479.

KEESSTRA S. D., MAROULIS J., ARGAMAN E., VOOGT A., WITTENBERG L., 2014: Effects of controlled fire on hydrology and erosion under simulated rainfall. *Cuader. Invest. Geográf.*, 40. P. 269–293.

KERTÉSZ A., TOTH A., SZALAI Z., JAKAB G., KOZMA K., BOOTH C. A., FULLEN M. A., DAVIES K., 2007: Geotextile as a tool against soil erosion in vineyards and orchards. In: KUNGOLAS A., BREBBIA C. A., BERIATOS E. (eds.): *Sustainable Development and Planning III. Vol. 2.* WIT Press, Southampton, UK. P. 611–619.

KHAN A. J. et BINOY T. H., 2012: Top soil erosion control Using Geojute. *Proceedings of international conference on advances in civil engineering.* Delhi, India. Issue 28-29. P. 146-150.

KNAPEN A., SMETS T., POESEN J., 2009: Flow-retarding effects of vegetation and geotextiles on soil detachment during concentrated flow. *Hydrol Process*, Issue 23, P. 2427-2437.

KNOT P., HRABĚ F., HEJDUK S., KRAUSOVÁ A., 2010: Trvalé travní porosty – významný ekostabilizační faktor kulturnosti života a krajiny. *Rekreace a ochrana přírody.* Ediční středisko Mendelovy univerzity, Brno. S. 151-157.

LANCASTER T., AUSTIN. D N., 1994: Classifying rolled erosion-control products: a current perspective. *Geotechnical Fabrics Report.* P. 1-4.

LIESKOVSKÝ J., KENDERESSY P., 2014: Modelling the effect of vegetation cover and different tillage practices on soil erosion in vineyards: A case study in Vrábce (Slovakia) using WATEM/SEDEM, *Land Degrad. Dev.*, 25. P. 288–296.

LUO H., ZHAO T., DONG M., PENG X., GUO Y., WANG Z., LIANG C., 2013: Field studies on the effect of three geotextiles on runoff and erosion of road slope in Beijing. *China. Catena*, 109.P. 150–156.

MARTÍNEZ-MURILLOJ. F., NADAL-ROMERO E., REGÜÉ D., CERDA` A., POESEN J., 2013: Soil erosion and hydrology of the western Mediterranean badlands throughout

rainfall simulation experiments: A review. *Catena*, 106. P. 101–112.

MITCHELL D. J., BARTON A. P., FULLEN M. A., HOCKING T. J., ZHI W. B., YI Z., 2003: Field studies of the effects of jute geotextiles on runoff and erosion in Shropshire. UK. *Soil Use Managem.*, 19. P. 182–184.

MORENO-RAMÓN H., QUIZEMBE S. J., IBÁÑEZ-ASENSIO S., 2014: Coffee husk mulch on soil erosion and runoff: experiences under rainfall simulation experiment, *Solid Earth*, 5. P. 851–862.

MORGAN R. P. C. et RICKSON R. J., 1995: Slope stabilization and erosion control: A Bioengineering Approach. First edition, E & FN Spon, New York. 274 p..

MORGAN R. P. C., 2005: Soil erosion and conservation. Third edition, Blackwell Publishing Ltd. 304 p..

MORGAN R. P. C, 2007: Vegetative-based technologies for erosion control. *Eco- and Ground Bio-Engineering: The Use of Vegetation to Improve Slope Stability. Developments in Plant and Soil Sciences*, Issue 103. P. 265-272.

NGUYEN A. N., 2000: Application of geosynthetic materials in dam construction: A thesis. Czech Technical University in Prague. 184 p..

NORRIS J. E., STOKES A., MICKOVSKI S. B., CAMMERAAT E., VAN BEEK R., NICOLL B. C., ACHIM A., 2008: Slope stability and erosion control: Ecotechnological solutions. Springer Netherlands. 287 p..

NOVOTNÝ I., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi. 2. Aktualizované vydání. Ministerstvo zemědělství. 73 s., ISBN 978-80-87361-33-7.

OGDOBE O., ESSIEN K. S., ADEBAYO A., 1998: A study of biodegradable geotextiles used for erosion control. *Geosynth, Internation*, Issue 5. P. 545-553.

PEREIRA P., GIMEÍNEZ-MORERA A., NOVARA A., KEESSTRA S., JORDÁN A., MASTO R. E., BREVIK E., AZORIN-MOLINA C., CERDA, A., 2015: The impact of road and railway embankments on runoff and soil erosion in eastern Spain. *Hydrol. Earth Syst. Scient. Discuss.*, 12. P. 12947–12985.

PONIKELSKÝ Z., MIČA L., ŠTORK V., VALÁŠEK J., 2011: Geosyntetika funkce, popis, terminologie, symboly. International Geosynthetics Society – Česká Republika, Praha, 37 s.

RICKSON R. J., 2000: The use of geotextiles for soil erosion control. Ph. D. thesis. Cranfield University. Cranfield, UK. 295 p.

RICKSON R. J., CLARKE M. A., OWENS P. N., 2006: The use of vegetation for erosion control and environmental protection. Earth Surface Processes and Landforms, Volume 31, Issue 5. P. 533-535.

RUSTOM R. N., WEGGEL J. R., 1993: A laboratory investigation of the role of geosynthetics in interrill soil erosion and sediment control. Geotechnical Fabric Reports. P. 16-18, 23-24, 26-28, 30-33.

ŘEJHA M., 2007: Protierozní ochrana zemních těles a svahů. Geotechnika. Roč. 10, č. 1. S. 38-41.

ŘEJHA M., 2011: Protierozní zabezpečení svahů zemních těles a svahů zemních konstrukcí. Inženýrské stavby/Inženýrské stavby 04. S. 1-5.

SADEGHI S. H. R., GHOLAMI L., SHARIFI E., KHALEDI DARVISHAN A., HOMAEE M., 2015: Scale effect on runoff and soil loss control using rice straw mulch under laboratory conditions. Solid Earth, 6. P. 1–8.

SEUTLOALI K. E., BECKEDAHL H. R. 2015: Understanding the factors influencing rill erosion on roadcuts in the south eastern region of South Africa. Solid Earth, 6. P. 633–641.

SMETS T., POESEN J., BHATTACHARYYA R., FULLEN M. A., SUBEDI M., BOOTH C. A., KERTESZ A., SZALAI Z., TOTH A., JANKAUSKIENE G., GUERRA A. J. T., BEZERRA J. F. R., YI Z., PANOMTARANICHAGUL M., BUHMANN C., PATERSON G., 2011: Evaluation of biological geotextiles for reducing runoff and soil loss under various environmental conditions using laboratory and field plot data. Land Degrad. Dev, 22. P. 480–494.

SUTHERLAND R. A., 1998a: Rolled erosion control systems for hillslope surface

protection: a critical review, synthesis and analysis of available data. I. Background and formative years. *Land Degradation and Development*, Volume 9, Issue 6. P.465-486.

SUTHERLAND R. A., 1998b: Rolled erosion control systems for hillslope surface protection: a critical review, synthesis and analysis of available data. I. Background and formative years. *Land Degradation and Development*, Volume 9, Issue 6. P.487-511.

SUTHERLAND R. A., MENARD T., PERRY J. L., 1998a: The influence of rolled erosion control systems on soil temperature and surface albedo. Part I. A greenhouse experiment. *Land degradation and Development*, Volume 9, Issue 2. P. 159-178.

SUTHERLAND R. A., MENARD T., PERRY J. L., 1998b: The influence of rolled erosion control systems on soil moisture content and biomass production. Part II. A greenhouse experiment. *Land degradation and Development*, Volume 9, Issue 3. P. 217-231.

SUTHERLAND R. A. et ZIEGLER A. D., 2006: Hillslope runoff and erosion as affected by rolled erosion control systems: A field study. *Hydrological Processes*, Volume 20, Issue 13. P. 2839-2855.

SUTHERLAND R. A. et ZIEGLER A. D., 2007: Effectiveness of coirbased rolled erosion control systems in reducing sediment transport from hillslopes. *Appl. Geogr.*, 27. P. 150–164.

ŠLEZINGR M., UHMANNOVÁ H., 2010: Stabilization of banks with using geosynthetics. *People, buildings and environment*. P. 547-550.

THEISEN M. S., 1992: The role of geosynthetics in erosion and sediment control: An overview. *Geotextiles and Geomembranes*, Issue 11. P. 535-550.

ÚRADNÍČEK L. et ŠLEZINGR M., 2007: Stabilizace břehů za využití armované zemní konstrukce s podporou kořenových systémů dřevin. *Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno*. 210 s..

WEGGEL J. R., RUSTOM R., 1992: Soil Erosion by Rainfall and Runoff – State of the Art. *Geotext. Geomembr.*, 11. P. 551–572.

YUAN Y., JIANG Y., TAGUAS E. V., MBINIMPA E. G., HU W., 2015: Sediment loss and its cause in Puerto Rico watersheds. *SOIL*, Issue 1. P. 595-602.

ZIEGLER A. D., SUTHERLAND R. A., TRAN L. T., 1997: Influence of rolled erosion control systems on temporal rainsplash response - a laboratory rainfall simulation experiment. *Land Degradation and Development*, Volume 8, Issue 2. P. 139–157.

ZIEGLER A. D. et SUTHERLAND R. A., 1998: Reduction in interrill sediment transport by rolled erosion control systems. *Soil and Tillage Research*, Volume 45, Issue 3-4. P. 265-278.

ZLATUŠKA K., 2003: Ochrana břehů vodního toku zatravněním zejména za podpory geotextilií. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 45 s.

ZORNBERG J. G., 2007: New concepts in geosynthetic-reinforced soil - keynote lecture. *Proceedings of the Fifth Brazilian Symposium on Geosynthetics. REGEO*, Recife. Brazil. P. 1-26.

8.2 Legislativní zdroje:

ČSN 80 6172: Geosyntetika. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2015, 16 s.

8.3 Intenetové zdroje:

EZÚ, 2018: CE certifikát (online) [cit. 2018.02.20], dostupné z <<http://ezu.cz/produkty/ce-certifikat/>>.

GEOMAT, ©2017a: Geomříže (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <<http://www.geomat.cz/chci-vyrobky/geomrize/>>.

GEOMAT, ©2017b, c: Jutové a kokosové geotextilie (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <<http://www.geomat.cz/chci-vyresit-problem/protierozni-ochrana/prirodni-ochrana-svahu/>>.

GEOTEXTILIE, 2018: Druhy geotextilií a jejich vlastnosti (online) [cit. 2018.04.07], dostupné z <<https://www.geotextilie.cz/druhy-geotextilii-a-jejich-vlastnosti/>>.

GOSH S. K., 2014: A Review on Jute Geotextile and its Geo-Technical Applications with respect to Environmental Concern. *International Journal of Innovative Research in Science & Engineering* (online) [cit. 2017.06.20], dostupné

z <<http://ijirse.in/docs/Dec13/IJRSE1607.pdf>>.

KAŠPAR M. I., 2011: Protierozní ochrana zemních těles a skalních stěn (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <http://www.geomat.cz/dokumenty-knihovna/dokumenty-ke-stazeni/?tx_odgeomat_souborysoubor%5Bfilter%5D%5Baplikace%5D%5B0%5D=195&cHash=f82793742764b5c65b0db4870bf5f8a9/>>.

MD-OPK (Ministerstvo dopravy - obor pozemních komunikací), 2003: Protierozní opatření na svazích pozemních komunikací, Technické podmínky (online) [cit. 2018.04.02], dostupné z <http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_53.pdf>.

MZe, 2015: Situační a výhledová zpráva – půda (online) [cit. 2018.03.10], dostupné z <http://eagri.cz/public/web/file/442693/SVZ_Puda_2015.pdf>.

NAG (North American Green), ©2017a-c: VMax Permanent Turf Reinforcement Mats(online) [cit. 2017.06.15], dostupné z<<https://nagreen.com/Systems-and-products/RollMax/VMax>>.

NAG (North American Green), ©2017d: BioNet Biodegradable Erosion Control Blankets (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <<https://nagreen.com/Systems-and-products/RollMax/BioNet>>.

ŠTÁBL S., HOLÝ O., PETERA J., TICHÝ P., NAVRÁTILOVÁ L., 2013: Metodika pro hodnocení stavu skalních svahů (online) [cit. 2018.04.08], dostupné z <https://www.geoprojekt.cz/pdf/metodika_RSR-RC_zakladni_komentar.pdf>.

VÚMOP, ©2018: Půda v číslech (online) [cit. 2018.03.10], dostupné z <http://encyklopedie.vumop.cz/index.php/Ochrana_proti_erozi_zemědělské_půdy#Vodn.C3.AD_eroze_obecn.C4.9B>.

8.4 Obrázky:

Obr. 1: Erozní rýhy po příválových deštích, vpravo nevhodně zvolená protierozní ochrana (Geomat (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z<<http://www.geomat.cz/blog/protierozni-ochrana-zemnich-teles-a-skalnich-sten/>>).

Obr. 2: Proces vodní eroze (BRADY N. C., WEIL R. R., 2002)

Obr. 3: Schéma protierozní ochrany pomocí geosyntetik a ocelových sítí (Geomat (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <<http://www.geomat.cz/blog/protierozni-ochrana-zemnich-teles-a-skalnich-sten/>>).

Obr. 4: Rozdělení geotextilií dle technologie výroby (Geomat (online) [cit. 2017.12.10], dostupné z <<http://www.geomat.cz/chci-vyrobky/geotextilie/>>).

Obr. 5: Dvouosá monolitická geomříž (Geomat (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <<http://www.geomat.cz/chci-vyrobky/geomrize/>>).

Obr. 6: Ocelová síť (Geomat (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <http://www.geomat.cz/vyrobky-katalog/?tx_odgeomat_geomat%5Bfunction%5D=AA78189A-F5EB-E311-AC5B-E61F13C28FCF&tx_odgeomat_geomat%5Bcontroller%5D=Vyrobky&cHash=b87fa615592933c36e9dace87b4a500d>).

Obr. 7: Georohož (PP) (NAG (North American Green) (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <https://nagreen.com/sites/default/files/2017-04/GEN_EC_BRO_1.16-Charts.pdf>).

Obr. 8: 3D georohož (PP/HDPE/PE) (Geomat (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <http://www.geomat.cz/vyrobky-katalog/?tx_odgeomat_geomat%5Bfunction%5D=AA78189A-F5EB-E311-AC5B-E61F13C28FCF&tx_odgeomat_geomat%5Bcontroller%5D=Vyrobky&cHash=b87fa615592933c36e9dace87b4a500d>).

Obr. 9: Jutová geotextilie (Geomat (online) [cit. 2017.06.15], dostupné z <<http://www.geomat.cz/chci-vyrobky/geomanet-j-eko/>>).

Obr. 10: Kokosová geotextilie (Geomat (online) [cit. 2017.06.16], dostupné z <<http://www.geomat.cz/chci-vyrobky/geomanet-k-eko/>>).

Obr. 11: Geotextilie z kokosových vláken a juty (Geomall (online) [cit. 2017.06.16], dostupné z <<https://www.geomall.cz/stavebni-sortiment/protierozni-ochrana>>).

Obr. 12: Geotextilie ze slámy a juty (Geomall (online) [cit. 2017.06.16], dostupné z <<https://www.geomall.cz/stavebni-sortiment/protierozni-ochrana>>).

Obr. 13: Protierozní opatření u pramene, Luhačovice (vlastní, 2017)

Obr. 14: Protierozní opatření mezi chodníky, Luhačovice (vlastní, 2017)

Obr. 15: Protierozní opatření u promenády, Luhačovice (vlastní, 2017)

Obr. 16: Efektivní protierozní ochrana, K. Vary (vlastní, 2018)

Obr. 17: Svah bez protierozní ochrany, K. Vary (vlastní, 2018)

Obr. 18: Protierozní opatření u cesty, K. Vary (vlastní, 2018)

Obr. 19: Protierozní opatření u cesty s opěrnou zdí, K. Vary (vlastní, 2018)

Tabulka 1: Otázky a odpovědi – protierozní GSY (vlastní)

8.5 Přílohy:

Příloha 1-12: Dotazník 1-12 (vlastní, 2018)

Příloha 1: Dotazník 1 (vlastní, 2018)

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo doplňte, děkuji.

PO (protierozní opatření) = geotrochože (geomatrace), geosítě, geomříže, geobunty a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- kokos
- juta
- sláma
- kombinace? – napište: juta + kokos

Dle tvaru:

- metráž

Dle struktury tkani:

- síť
- rohož

Dle peptávků:

- levné PO/méně kvalitní
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci)

Dle způsobu použití:

- povrchové PO
- podpovrchové PO

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:

Nekvalitní podloží, nesprávná aplikace PO, nevhodné PO

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište:

lidský

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:

negativně

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

Odpovídající PO a instalace

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

Menší odtok i s půdou

6. Jaká je průměrná doba skladování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

?

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Různá, ale k poškození může dojít okamžitě

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkuji.

PO (protierozní opatření) = georochoze (geomatrace), geositě, geomříže, geobuňky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP
- PE
- PLA
- kokos
- juta
- sláma
- kombinace? – napište:
- jiné? – napište:

Dle tvaru:

- metráž
- válece
- jiné? – napište:

Dle struktury tkani:

- síť
- rohož
- textilie
- jiné? – napište:

Dle poptávk:

- levné PO/méně kvalitní
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (údrž kladen na funkčnost PG v dané situaci)
- jiné? – napište:

Dle způsobu použití:

- povrchové PO
- podpovrchové PO
- PO na skály
- jiné? – napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:

Který faktor je ovlivňuje nevíce (s kterým se nečastěji setkáváte)? – napište:

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO: nevím

6. Jaká je průměrná doba skladování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkuji.

PO (protierozní opatření) = georochože (geomatrace), geositě, geomříže, geobunčky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP
- PE
- PLA
- kokos
- juta
- sláma
- kombinace? – napište:
- jiné? – napište:

Dle tvaru: závisí na projektu – obvykle se používí role a případně se nařezou

- metrůž
- valce
- jiné? – napište:

Dle struktury tkání:

- síť
- rohož
- textilie
- jiné? – napište: závisí dle projektu, nejčastěji textilie, rohože, geobunčky

Dle poplávky:

- levné PO/méně kvalitní
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci)
- jiné? – napište:

Dle způsobu použití:

- povrchové PO
- podpovrchové PO
- PO na skály
- jiné? – napište: závisí dle projektu

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:

- Špatný projekt
- Nedostatečné odvodnění míst s PO
- Nedměrné zatěžování míst s PO
- Nekvalitní podloží místa s PO

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište:

- Nedostatečné odvodnění místa s PO

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:
De lacto PO vyřadí z provozu, způsobí její poškození apod.

4. Lze negativní vliv na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

Zlepšit negativní vlivy lze zejména lepšími projekty – projekty nejsou s ohledem na co nejnižší cenu často správně provedené a při provádění stavby se zjistí náležitosti, které předtím nebyly známe a obvykle není velká vůle investorů (zejména veřejných) tyto nové náležitosti zcela vyřešit a problémy úplně eliminovat. Dále není přílišná vůle (to platí obecně ve veřejném sektoru) požívat nové materiály, které jsou však často velmi dobré a výrazně lepší než starší známé technologie.

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

Nejlépeším kritériem hodnocení je funkčnost, Cíl použití PO je dobře známý již od začátku projektu a je velmi jednoduché určit, zda je použitá technologie správná – ne hned, ale časem rozhodně ano, např. v průběhu nebo ke konci záruční doby.

6. Jaká je průměrná doba skladování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití? Obvykle nedržíme skladem, proto nedokážeme posoudit. Vždy se držíme projektu a pro různé projekty je předepsáno použití velké škály různých materiálů, a proto by se nám až na výjimky materiály z ekonomického hlediska nevyplácilo skladovat (vůzujeme je ještě někdy?). Jediným podobným materiálem, který držíme skladem, je mříž ze skleněných vláken, která je však určena do asfaltových vozovkových vrstev.

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Nelze jednoduše popsat – záleží na typu materiálu, způsobu použití, požadovaném účelu. Logické je, že povrchové PO mají obvykle nižší trvanlivost a běžně nedožívají ani konce záruky (obvyklá doba je 60 měsíců) nebo vykazují velké známky poškození – ale s tím obvykle počítá a jejich funkce v době jejich poškození již není nezbytně nutná (svah prorošte, sedne apod.).

Příloha 4: Dotazník 4 (vlastní, 2018)

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, dlekuji.
PO (protierozní opatření) = georohože (geomatrace), geosítě, geomříže, geobuňky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP X – vysoká životnost, odolnost proti chemickým vlivům
- PE
- PLA
- kokos
- juta X - ekologie
- sláma
- kombinace? – napište: sláma + kokos
- jiné? – napište:

Dle tvaru:

- metráž X
- válece
- jiné? – napište:

Dle struktury tkání:

- síť X
- rohož X
- textilie
- jiné? – napište:

Dle poptávek:

- levné PO/méně kvalitní – nejčastější požadavek
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci) X
- jiné? – napište:

Dle způsobu použití:

- povrchové PO X
- podpovrchové PO X
- PO na škály
- jiné? - napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:

Nesprávná aplikace (kotvení atd.), použití v nevhodných sklonech, nedostatečné upravené podloží

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište:

Lidský faktor

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:

Sjíždění protierozního materiálu ze svahu

4. Leze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

Vizuální kontrola

6. Jaká je průměrná doba skládování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

Cca 1 rok

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Destrukce může být okamžitá – záleží na klimatických podmínkách

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo doplňte, děkuji.

PO (protierozní opatření) = georochoze (geomatrace), geosítě, geomříže, geobunčky a geotextilie...

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:
negativně

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?
Lepší projekt, správná instalace

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:
Snížení eroze a ztráty půdy

6. Jaká je průměrná doba skladování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?
x

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?
Od 12 do 24 měs., přírodní PO

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP
- kokos
- juta
- sláma
- jiné? – napište: konopí

Dle tvaru:

- metrůž
- válece

Dle struktury tkani:

- síť
- rohož

Dle poptávk:

- levné PO/méně kvalitní
-

Dle způsobu použití:

- povrchové PO
- podpovrchové PO

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:
Nedostatečné odvodňování pod PO, projekt

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište:
lidský

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkuji.

PO (protierozní opatření) = **geochóze (geomatrace), geositě, geomříže, geobunčky a geotextilie...**

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP
- PE
- PLA
- kokos
- juta
- sláma
- kombinace? — napište: sláma+kokos
- jiné? — napište:

Dle tvaru:

- metráž
- válece
- jiné? — napište:

Dle struktury tkani:

- síť
- rohož
- textilie
- jiné? — napište:

Dle poptávký:

- levné PO/méně kvalitní
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci)
- jiné? — napište:

Dle způsobu použití:

- povrchové PO
- podpovrchové PO
- PO na skály
- jiné? - napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO — napište:

Nekvalitní podloží, nesprávná aplikace PO

Který faktor je ovlivňuje nevíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? — napište:

lidský

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? — napište:

negativně

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

Lepší podloží a správná aplikace PO (lepší návrh projektu)

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

Snížení eroze

6. Jaká je průměrná doba skládování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

neskládujeme

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Různá podle PO

Příloha 7: Dotazník 7 (vlastní, 2018)

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkují.

PO (protierozní opatření) = georochože (geomatrace), geosítě, geomříže, geobuňky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP X
- PE X
- PLA X
- kokos X
- juta X
- sláma
- kombinace? – napište: sláma + kokos
- jiné? – napište:

Dle tvaru:

- metráž X
- váleček
- jiné? – napište: geobuňky

Dle struktury tkaní:

- síť X
- rohož X
- textilie
- jiné? – napište:

Dle poptávek:

- levné PO/méně kvalitní
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci) X
- jiné? – napište:

Dle způsobu použití:

- povrchové PO X
- podpovrchové PO X
- PO na skály X
- jiné? – napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište: Rozhodně lidský faktor

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište: lidský

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište: negativně

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem? Lépe zpracované projekty

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO: snížení eroze a odtoku

6. Jaká je průměrná doba skladování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití? cca 1 roků

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití? cca 1 roků

Příloha 8: Dotazník 8 (vlastní, 2018)

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkuji.

PO (protierozní opatření) = georožně (geomatrace), geosítě, geomítě, geobunčky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP x
- PE
- PLA
- kokos x
- juta x
- sláma x
- kombinace? – napište:
- jiné? – napište: konopí

Dle tvaru:

- metráž x
- válec x
- jiné? – napište:

Dle struktury tkani:

- síť x
- rohož x
- textile
- jiné? – napište:

Dle poptávků:

- levně PO/méně kvalitní
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (délka kladen na funkčnost PG v dané situaci)
- jiné? – napište: nejlevnější dle specifikace

Dle způsobu použití:

- povrchové PO x
- podpovrchové PO x
- PO na skály x
- jiné? - napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:

Špatný projekt a instalace

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište:

lidský

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:

Negativně, PO je nefunkční

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

Správné použití PO, správný návrh a instalace

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

Míra snížení eroze půdy a max. odtoku
Spotřeba fosilních paliv, uhlíková stopa

6. Jaká je průměrná doba skládování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

Neskládujeme (plísňe, hrozdavci zatažení cizích rostlin, vlhkost)

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Ušší se dle materiálu PO

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkuji.
PO (protierozní opatření) = georohože (geomatrace), geositě, geomříže, geobuňky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP x
- PE
- PLA
- kokos x
- juta x
- sláma
- kombinace? – napište:
- jiné? – napište:

Dle tvaru:

- metráž x
- válece
- jiné? – napište:

Dle struktury tkani:

- síť x
- rohož x
- textilie x
- jiné? – napište:

Dle poptávek:

- levné PO/méně kvalitní x
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci)
- jiné? – napište:

Dle způsobu použití:

- povrchové PO x
- podpovrchové PO x
- PO na skály
- jiné? – napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:

Nevhodná PO
 Nedostatečné ukotvení PO

3. Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište:
 lidský

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:

negativně

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

Kvalitní PO
 Lepší pokládka PO

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

Menší ztráta půdy

6. Jaká je průměrná doba skladování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

nevím

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Cca 5 let

Příloha 10: Dotazník 10 (vlastní, 2018)

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkuji.

PO (protierozní opatření) = georochože (geomatrace), geosítě, geomříže, geobuňky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP *
- PE
- PLA
- kokos *
- juta *
- sláma
- kombinace? — napište:
- jiné? — napište:

Dle tvaru:

- metráž*
- válece
- jiné? — napište:

Dle struktury tkání:

- síť*
- rohož*
- textilie
- jiné? — napište:

Dle poptávký:

- levné PO/méně kvalitní *
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci)
- jiné? — napište:

Dle způsobu použití:

- povrchové PO*
- podpovrchové PO*
- PO na skály
- jiné? - napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO — napište:

Nekvalitní podloží, špatný projekt

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? — napište:

Nevhodná PO a instalace

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? — napište:

Omezí funkci OP, destrukce PO

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

Ano, lepší návrh

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

Omezení eroze

6. Jaká je průměrná doba skladování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

Přírodní neskladujeme
Umělé - nekonečně

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Přírodní — cca 1 rok
Umělé - nekonečně

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkuji.

PO (protierozní opatření) = georochože (geomatrace), geosítě, geomříže, geobuňky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP xxx
- PE
- PLA
- kokos xxx
- juta xxx
- sláma
- kombinace? – napište: kokos + sláma
- jiné? – napište:

Dle tvaru:

- metrůž xxx
- válece xxx
- jiné? – napište:

Dle struktury tkani:

- síť xxx
- rohož xxx
- textille
- jiné? – napište:

Dle poprávky:

- levné PO/méně kvalitní xxx
- dražší PO/kvalitní PO xxx
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci)
- jiné? – napište:
- Xxx jak kdy, záleží na poprávce

Dle způsobu použití:

- povrchové PO xxx
- podpovrchové PO xxx
- PO na skály
- jiné? - napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:

Přetěžování PO, nesprávný projekt

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište:

Lidský faktor

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:

negativně, pokud nejsou provedeny správně

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

Ano, lepší projekt i provedená práce

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

Snížení erozní činnosti

6. Jaká je průměrná doba skladování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

?

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

To je různé dle materiálu PO

Příloha 12: Dotazník 12 (vlastní, 2018)

Vybranou odpověď zakroužkujte nebo dopište, děkuji.

PO (protierozní opatření) = georožňe (geomatrace), geosítě, geomříže, geobuňky a geotextilie...

1. Jaké druhy PO používáte nejčastěji? Uveďte důvod.

Dle materiálu:

- PP
- PE
- PLA
- kokos
- juta
- sláma
- kombinace? – napište:
- jiné? – napište:

Dle tvaru:

- metrůž
- válece
- jiné? – napište:

Dle struktury tkani:

- síť
- rohož
- textilie
- jiné? – napište: geobuňky

Dle poptávký:

- levné PO/méně kvalitní
- dražší PO/kvalitní PO
- PO odpovídající projektu (důraz kladen na funkčnost PG v dané situaci)
- jiné? – napište:

Dle způsobu použití:

- povrchové PO
- podpovrchové PO
- PO na skály
- jiné? – napište:

2. Charakterizujte z vašich zkušeností faktory negativně ovlivňující efektivnost PO – napište:

Použití PO na nevhodném sklonu svahu
Projekt
instalace

Který faktor je ovlivňuje nejvíce (s kterým se nejčastěji setkáváte)? – napište:

lidský

3. Jak mohou tyto faktory ovlivňovat funkčnost PO? – napište:

negativně

4. Lze negativní vlivy na PO omezit či zcela eliminovat? Jakým způsobem?

ano

5. Uveďte způsoby pro hodnocení účinnosti PO:

vizuální

6. Jaká je průměrná doba skládování PO bez vlivu negativních faktorů do doby použití?

???????

7. Jaká je průměrná doba účinnosti PO ovlivněných negativními faktory od doby použití?

Liší se, přírodní PO 36 měs. max, syntetické stále účinné