

ZELENÉ A BEZPEČNÉ STRMÉ SVAHY

- výstava a ukázka protierozních materiálů -

7. 12. 2022 - 31. 1. 2023 Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýčká 129, Praha 6 - Suchbát

Kontaktní osoby a autoři scénáře: Ing. Jana Kalibová, Ph.D. (kalibova@fzp.czu.cz), doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc. (zlatuska@fld.czu.cz)

Výstava vznikla v návaznosti na revizi Technických podmínek MD ČR „Protierozní zabezpečení na svazích pozemních komunikací“ (TP 53) Na revizi spolupracují:



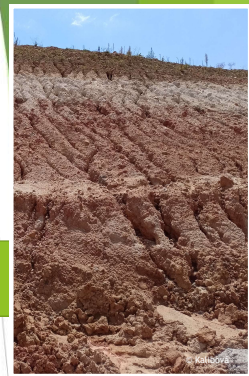
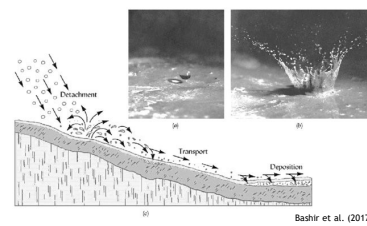
Co je to eroze půdy, co jí způsobuje?

kinetická energie dešťových kapek

• unášecí síla povrchového odtoku

• transport sedimentu

Dle erozního činitele lze rozlišit erozi vodní, větrnou, ledovcovou, sněhovou. Strmé svahy pozemních komunikací (dále jen PK) jsou nejvíce zasaženy erozí vodní. Vodní erozi způsobuje destruktivní činnost dešťových kapek, povrchový odtok a následný transport uvolněných půdních částic. V podmínkách ČR se jedná o nejzávažnější druh eroze půdy. Rozsah vodní eroze ovlivňuje celá řada ukazatelů: intenzita a charakter srážek, půdní poměry, morfologie území (sklon, délka a tvar svahu), vegetační poměry či způsob využití pozemků. Tyto faktory ovlivňují vodní erozi vždy ve vzájemné kombinaci. Vodní eroze se na povrchu půdy projevuje zejména vznikem rýžek, rýh, výmolů, případně strží v místech odtokových drah. V extrémních případech může docházet vlivem eroze i k sesuvu strmých svahů.



Eroze je přirozený proces... Tak proč mi vadí?

Eroze je přirozený proces. Ovšem lidské zásahy do krajiny v podobě budování infrastruktury a sídel a nešetrné hospodaření v krajině vedlo ke zrychlení a zintenzivnění erozního procesu za únosnou mez, kterou je příroda (krajina) schopna kompenzovat přirozeným půdotvorným procesem.



narušená stabilita povrchu i zemního tělesa

• ukládání sedimentu na nežádoucích místech

• estetika

Eroze na strmých „nezemědělských“ svazích

Předmětem této výstavy jsou strmé svahy, které nejsou zemědělsky využívány. Oproti zemědělské půdě mívají tyto svahy mnohem vyšší sklony a následně i vyšší riziko vzniku eroze. Mezi tyto svahy se řadí zemní svahy podél liniových staveb (PK), zemní svahy na staveništích, zemní svahy trvale vystavené vodě a skalní svahy.

Tato výstava se věnuje protierozní ochraně svahů PK, vychází z připravované revize TP 53. Některé prvky a principy jsou použitelné i pro svahy stavenišť a svahy trvale smáčené vodou. Tyto svahy však vyžadují specifický management. Skalní svahy se neozelenují, jejich ochrana je řešena v rámci jiného předpisu (TP 97).

Předpoklady a limity svahu zabezpečeného před erozí

Finální volbě vhodného a efektivního protierozního opatření předchází:

- určení příčiny erozního ohrožení
- vyřešení odtokových poměrů v povodí tak, aby na zemní svah nepřítékala cizí, vnější voda (úprava toků, nadžářezové příkopy, svodné žláby ve svahu apod.)
- vyřešení statické stability svahu (ČSN 73 6133, ČSN EN 1990, ČSN EN 1997-1)
- vyřešení svahových vývěrů, pramenů (TD LDS)
- navržení nebo vybudování všech staveb a konstrukcí, které by mohly měnit morfologii svahu a odtokové poměry na svahu (patky, schodiště, svahové žebříky, zárubní, opěrné nebo obkladní zdi, zálivy pro dopravní klásky, oplocení atp.)

Dále je třeba zvážit:

- pokyny investora (cílový stav svahu, způsob údržby)
- podklady a výsledky průzkumných prací

Po zhotovení návrhu protierozního opatření je třeba kontrolovat realizaci (správný technologický postup aplikace PEO, včetně údržby).



CÍL = ZELENÝ STABILNÍ SVAH

PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ NA SVAZÍCH PK (PEO)

Jak chránit svah před erozí?

1) **PREVENCE** vzniku eroze (=PEO), pokud selže nebo je nedostatečná ⇒ 2) opatření pro **ZACHYCENÍ SEDIMENTU**

Erozi zemních svahů pozemních komunikací lze omezit, případně úplně zastavit pomocí zdravé a udržované vegetace. V některých případech je účelná **podpora zakládání a udržení vegetačního pokryvu za pomoci technických a biologických opatření, případně jejich kombinací**. Geologický podklad a klimatické podmínky ovlivnit nelze. Protierozní ochrana svahů proto vede cestou zvýšení odolnosti půdy vůči erozi, úprav reliéfu terénu, založení a udržení vegetačního pokryvu.

Primárním cílem má být prevence vzniku eroze. V případě, že prevence selže nebo je nedostatečná, lze využít opatření pro zachycení sedimentu.

Aby opatření dlouhodobě a spolehlivě plnila svou funkci, je zásadní jejich kvalitní instalace, kotvení na svahu a údržba.

Jak dopadne absence PEO nebo špatný technologický postup:



Typy PEO na strmých nezemědělských svazích

přirozená vegetace

dočasná opatření

trvalá opatření

Přirozenou a účinnou ochranu před erozními činiteli půdě poskytuje zapojená a dostatečně vyvinutá vegetace. Primárním cílem protierozního zabezpečení svahu PK by proto mělo být založení a dosažení zapojeného vegetačního pokryvu. Po ukončení stavebních prací na zemním tělese komunikace však povrch svahů zůstává zcela bez vegetace. Rizikové je období mezi ukončením disturbancí svahu, kdy je povrch svahu většinou holý, a plným vyvinutím vegetačního pokryvu.

Podpora vývoje protierozního výsevu a výsadby probíhá formou dočasných nebo trvalých opatření. Dočasná opatření chrání povrch půdy, dokud tuto funkci nepřevzme vzrostlá vegetace. Dočasné materiály se pak rozpadají, čímž dodávají organický materiál do půdního profilu a dodatečně podporují růst vegetace. V případě vysokého rizika eroze nebo extrémních stanovištních podmínek lze využít materiály, které trvale podporují stabilitu půdního profilu, osiva či kořenového systému ochranné vegetace. K tomuto účelu jsou využívána tzv. geosyntetika s protierozní funkcí (ČSN EN ISO 10318). Zpravidla se jedná o geotextilie nebo geosítě a geomřížky nebo kombinace materiálů syntetických a přírodních (sláma, juta, kokos, len, doplněných případně o travní semeno).

Dle míry erozního ohrožení (četnosti výskytu a intenzitě erozního činitele) lze strmé nezemědělské svahy zabezpečit pomocí (řazeno vzestupně):

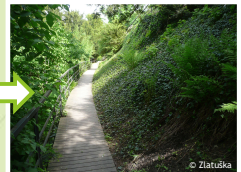
- Travinobylinných společenstev
- Porostů dřevin
- Přírodě blízkých materiálů na podporu výsevu a výsadby
- Trvalých materiálů na podporu výsevu a výsadby
- Biotechnických protierozních konstrukcí
- Technických protierozních konstrukcí
- Kombinovaných opatření

Jak vypadá svah zabezpečený proti erozi?



Cílem protierozního zabezpečení je tvorba svahu, který:

- odolává erozi
- vyžaduje minimum údržby
- kromě ochrany plní i další funkce (ekologické, hydrologické, estetické atd.)



Ideální protierozní opatření na svahu není vidět

Tohle umíme!

Přírodě blízké protierozní zabezpečení svahů nad Vítkovským tunelem v Praze



PEO na svazích PK TRAVINY A DŘEVINY

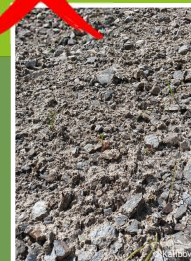
- výstava a ukázka protierozních materiálů -

Přirozená protierozní ochrana = vegetace ⇒ POZOR na holé svahy!



Zapojený vegetační pokryv svahu:

- chrání půdní povrch před kinetickou energií dopadajících dešťových kapek,
- chrání povrch půdy před účinky větru,
- podporuje erozní odolnost půdy (zvýšení vlhkosti, podílu organické hmoty),
- podporuje vsak vody do půdy (struktura půdy, omezení zhutnění) a redukuje objem povrchového odtoku
- zpomaluje povrchový odtok (snížení unášecí síly),
- zachytává sediment v případě, že preventivní protierozní opatření selžou nebo jsou nedostatečná nebo nejsou dostatečně rozvinutá (v počátečním období po založení PEO),
- kořenový systém porostu stabilizuje vrchní vrstvu zeminy,
- reguluje teplotní výkyvy a pomáhá ke stabilizaci mikroklimatu,
- podporuje biodiverzitu a estetickou hodnotu stanoviště.



Založení protierozních travních a travinobylinných společenstev

K úspěšnému založení travních a jetelotravních společenstev může dojít **pouze za předpokladu respektování optimálních podmínek pro výsev (výsadbu), správného sestavení složení směsi pro dané konkrétní využití a zvolení vhodné technologie pro založení a následnou péči porostu.**

Úspěšnost každého založení travních a travinobylinných společenstev závisí na:

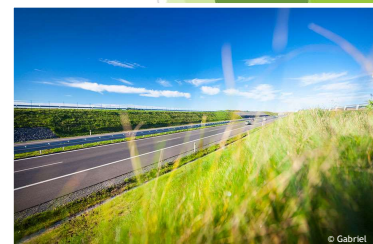
- kvalitní předseťové přípravě půdy (včetně odplevelení),
- vhodném termínu založení porostu,
- volbě vhodného osiva,
- vhodné dávce osiva,
- vhodné metodě založení protierozních společenstev (výsevem, výsadbou, kombinací výsevu a výsadby).

V náročných podmínkách pomůže HYDROOSEV

Na erozi ohrožených a extrémních (výchvěvných, suchých, nesoudržných) stanovištích představuje hydroosev nejúčinnější způsob založení travního i travinobylinného porostu a vyložení se **doporučuje u sklonů terénu nad 30%**. U společenstev se zastoupením dvouděložných rostlin, které mají proti travám **pomalejší vývoj**, je hydroosev nejvýznamnější metodou výsevu.



Směs osiva, vhodného pojiva (fixátor), pomocných půdních látek (podpora klíčení, vzcházení), mulčovací materiálů, popř. hnojiv, organické hmoty a vody je vytvořena a promíchána ve speciálním stroji (hydroseederu) a pod vysokým tlakem rovnoměrně nastříkáována na určenou plochu.



Doposud se hydroosev nejčastěji používal pro rychlé založení porostů na složitě dostupných místech, ale s vývojem menších modelů hydroseederů dochází k využití této metody zakládání porostů i na rovinatých a bezproblémových plochách. Díky možné aplikaci organické hmoty je uplatnění hydroosevu významné na skalnatých zářezech, lomech a na plochách s horší kvalitou podkladové zeminy nebo bez vegetačního substrátu. Spolu s výsevem speciální travinobylinné směsi se mohou aplikovat i řízky sukulentů regionálního původu, přičemž při nástřiku je vyžadován mechanismus, který řízky nepoškozuje.

Výsadba protierozních porostů dřevin

Na svazích PK lze rozlišit základní **typy stanovišť** se specifickými požadavky na zakládání porostů dřevin:

- svahy zářezů a násypů s rostlou nebo navezenou půdou,
- úzké doprovodné pásy na okrajích dálničního tělesa,
- středové pásy (velmi nepříznivé podmínky pro vegetaci).

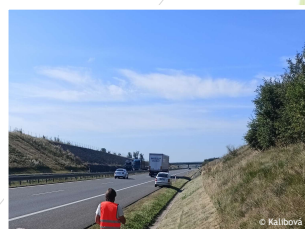
Vzhledem k vysoce atakovanému prostředí, které vzniká v důsledku

- zimní údržby vozovek (solení, postřiky CaCl_2),
- zvýšeného výskytu zplodin (výfukové plyny, ropné úkapy),
- nepříznivých půdních podmínek, způsobených rozsáhlými přesuny půdy (zářezy, násypy) je třeba uplatňovat odpovídající způsoby zakládání i další výchovy porostů.

V prvé řadě se jedná o **výběr dřevin, které budou splňovat následující požadavky:**

- malá náročnost na kvalitu půdy,
- odolnost / tolerance vůči pevným a plynným imisím,
- odolnost / tolerance vůči solení a postřikům.

Způsob zakládání porostů dřevin na svazích pozemních komunikací je podrobně popsán ve Standardu AOPK SPPK A02 010 (2017) a v TKP 13 (2006).



PEO na svazích PK PŘÍRODĚ BLÍZKÉ MATERIÁLY

- výstava a ukázka protierozních materiálů -

Když nestačí travní porost, ani hydroseev, simulujeme vegetaci dočasnými přírodními materiály

Před plným vývinem vegetačního pokryvu je třeba chránit povrch svahu před dopadem dešťových kapek a povrchovým odtokem jinými materiály. Vegetace jimi postupně prorůstá a přebírá ochrannou funkci. Geosyntetika z přírodních materiálů se biologicky rozkládá a obohacují půdu o organický materiál. Protože se jedná o přírodní – ekologický materiál, nemá jejich rozklad negativní vliv na životní prostředí.

Dle míry erozního ohrožení jsou k ochraně strmých nezemědělských svahů využívána patření (řazeno vzestupně):

- Geotextilie (GTX) pro ochranu osetí svahu
- GTX s hydrosevem
- Travní rohože s osivem
- Geosyntetika vhodná pro zastíněná stanoviště
- Živé a suché dříví, kolíky, řízky (fixace/oživení konstrukcí)
- Kámen, kamenivo (pohozy, záhozy)



Vegetace simulovaná přírodními geosyntetiky

Protierozní geosyntetika (ČSN EN ISO 10318) z přírodních materiálů jsou tvořena přírodními vlákny (nejčastěji juta, kokos, sláma) nebo přizemi zpracovanými do struktury netkané nebo tkané geotextilie (GTX) nebo georochože. Tkané protierozní geotextilie z přírodních vláken jsou vyrobeny tkaním do dvojrozměrné otevřené struktury vláken (osnovy a útky) a používají se k dočasné ochraně povrchu svahu zemního tělesa a pro prevenci nebo omezení pohybu zeminy nebo jiných částic (osiva) po povrchu svahu. Tkané geotextilie jsou většinou pro podporu protierozního výsevu a výsadby vhodnější než netkané geotextilie nebo georochože. Jejich otevřená struktura umožňuje přístup vzduchu, vláhy a světla ke vzcházejícím rostlinám, zároveň zpomalují povrchový odtok. Ideální propustnost světla zajišťující zároveň pevnost i vhodné podmínky pro vývoj vegetace je 40 – 70 %. Po dobu své životnosti GTX zabezpečují optimální podmínky pro vývoj vegetace. Geotextilie se mohou kombinovat s trvalými, prkennými, laťovými nebo geotextilními plůtky zajišťujícími protierozní stabilitu vrchní vrstvy půdy na svahu.

Jutové tkané geotextilie jsou dodávány o plošné hmotnosti 250 a 500 g/m², v šíři 1,22 m. Kokosové tkané geotextilie jsou dodávány o plošné hmotnosti 400 a 700 g/m², v šířích 1 a 2 m; pro speciální použití se vyrábějí také geotextilie s vyšší plošnou hmotností (900 a 1200 g/m²). Jutové netkané geotextilie se vyrábějí obvykle na zakázku nebo bývají součástí protierozních geokompozitů. Kokosové netkané geotextilie se vyrábějí v plošné hmotnosti 400 a 700 g/m² a šířce 3,0 m. Kokosové netkané geotextilie se častěji používají pro mulčování nebo bývají součástí protierozních geokompozitů, např. s papírovou vložkou a nalepeným osivem.

Volba konkrétního PEO z přírodě blízkých materiálů

Nelze definovat jeden všeobecně platný předpis, vždy je třeba zohlednit specifické podmínky stanoviště. V prvním kroku lze vycházet z těchto principů:

Sklon svahu

Přibližně lze na svahy o sklonu do 45° využít jutové sítě a kokosové sítě o plošné hmotnosti 400 g/m². Na strmější svahy se doporučuje kokosová síť o plošné hmotnosti 700 g/m².

Náročné podmínky pro vývoj vegetace (jižní expozice, nesoudržné zeminy, nedostatek vláhy, vysoký sklon atp.)

GTX položená na svah je následně přestříkána směsí hydrosevu.

Povrch zastíněn stromy/budovami

Zde není žádoucí využít geotextilie o vyšší plošné hmotnosti (500 a 700 g/m²) a hustotě (travní rohože; geokompozit). Tyto materiály by nepropustily dostatek slunečního světla, což by bránilo vývoji vegetace. Na urovaný a osetý svah je v tomto případě uložena netkaná geotextilie z přírodních vláken o nízké plošné hmotnosti (150 – 250 g/m²), která je následně překryta tkanou geotextilií, nejčastěji kokosovou sítí o plošné hmotnosti 400 g/m².

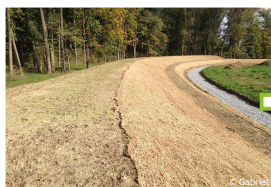
Nezbytná životnost (délka ochrany), vystavení vodě

Kokosová vlákna mají vyšší pevnost a delší životnost (přibližně 3 – 5 let), lze je vystavit delšímu působení vody, nicméně vzhledem ke své vyšší tuhosti mají horší přilnavost k povrchu půdy. Juta má nižší pevnost a kratší životnost (cca 1 – 3 roky), nicméně výborně váže vodu a má skvělou přilnavost k povrchu.

Potřeba rychlého zatravnění svahu

- nesoudržné zeminy
- zeminy s vyšším obsahem prachových částic
- strmé a dlouhé svahy
- svahy vystavené tzv. cizí vodě
- místa vystavovaná intenzivním přívalovým srážkám
- polohy nad 700 m n. m.

Travní rohože s osivem



PEO na svazích PK TRVALÉ MATERIÁLY

- výstava a ukázka protierozních materiálů -

Na velmi strmých svazích, v místech dočasně zaplavených vodou, vystavených účinkům vln nebo proudící vodě již přirozená vegetace nemusí poskytnout dostatečnou ochranu zemních svahů proti erozi. Vhodným řešením je pak využití **trvalých materiálů** v podobě **georochoží, geosítí nebo geobuněk**. Tyto materiály zpevňují povrch, chrání jej před erozními účinky deště a povrchového odtoku, snižují transport sedimentu a podporují vývoj vegetačního pokryvu. Jelikož se vyrábí z v krajině nepůvodního materiálu, měly by být využívány až v případech, kdy nelze zajistit dostatečnou protierozní ochranu svahu pomocí přírodních materiálů.

V rámci předpisu TP 53 je řešena pouze protierozní ochrana povrchu svahu, nikoliv statická stabilita zemního tělesa, dimenzování kotvení trvalých materiálů ani dimenzování svahu ovlivněného proudící nebo stagnující vodou.

Typy trvalé protierozní ochrany - georochože

3D georochože



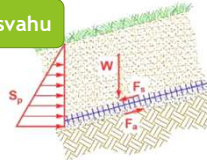
3D georochože se používají k ochraně strmých svahů zejména u vodo hospodářských staveb a u komunikací. Jejich využití je vhodné zejména pro svahy smáčené srážkami (náspy, zářezy, sanované svahy), střídavě smáčené svahy (přepady vodních staveb, hráze, protipovodňové násypy), v některých případech i trvale zavodňované svahy (břehy nádrží, vodních toků, kanálů). Stabilitu nesoudržných zemin lze zvýšit proložením půdního profilu **2D geosítěmi**.

3D georochože mají různou velikost ok s různým počtem spojů a různou tloušťkou. 3D struktura rohoží stabilizuje svrchní vrstvu zeminy a zlepšuje soudržnost kořenového systému zaseté vegetace. Velikost ok rohože je třeba volit v souladu se zrnitostí zásovkové zeminy (jednotlivá zrna musí propadnout oky rohože).

3 - 5 cm pod povrch svahu



> 20 cm pod povrch svahu



Typy trvalé protierozní ochrany - geosítě

2D geosítě



2D geosítě nacházejí uplatnění zejména tam, kde je potřeba se přizpůsobit podkladu nebo dochází k jeho deformacím během fungování konstrukce. Častým použitím geosítí je ochrana skalních svahů vůči erozi horniny vlivem zvětrávání a působení mrazu. Problematika skalních svahů je však předmětem jiných Technických podmínek (TP 97). V protierozní ochraně zemních svahů PK slouží geosítě ke stabilizaci vrstev nesoudržných zemin.

3D kompozitní sítě jsou pro svou vysokou pevnost v podélném směru a 3D strukturu (garantující vysoké hodnoty tření na rozhraní geosyntetik a zeminy) vhodné jak k ochraně povrchu svahů před erozí, tak i pro stabilizaci zeminových konstrukcí.

> 20 cm pod povrch svahu

kompozitní 3D síť



Zásady aplikace trvalých materiálů na svah

Abyste jakékoliv ochranné opatření mohlo plnit svou funkci, je zásadní dodržet korektní technologický postup pokládky. Hlavní zásady volby konkrétního výrobku a pokládky lze shrnout následovně:

1. Používat **zeminu o vhodné zrnitosti** (propad zeminy materiálem a kontakt zeminy s podkladem).
2. Dodržet minimální požadavky na **obsah organické hmoty** a strukturu zeminy (v závislosti na složení vegetace).
3. Geosyntetika musí být **na svahu fixována kotvami**, na horní hraně svahu tzv. **zámkem** (proti podtečení povrchovým odtokem) a v patě svahu kotvami nebo zatížením kameny nebo kamenivem (ochrana proti stržení větrem).
4. Při pokládce na povrch svahu musí být **zajištěn plný kontakt s půdním povrchem** po celou dobu životnosti.
5. V případě nutnosti prostřihů ochranných materiálů (prostor pro sázení dřeviny/pařezy) je třeba postupovat opatrně, aby nebyla narušena stabilita struktury ochranného materiálu. Nezbytná je důkladná fixace geosyntetik na svah.
6. Rolovaná geosyntetika na svahu **rozbalovat svisele**, od vrchu dolů (po spádnici); instalace geosyntetik ve vodorovných pásech se akceptovatelná zcela výjimečně.
7. **Omezit pohyb osob po zemním svahu** při osévání a při instalaci geosyntetik. Pro tyto činnosti je nezbytné používat žebříky nebo lešení s minimálním tlakem na svah, **aby se předešlo vzniku prošlapů**, následně koncentraci povrchového odtoku a tvorbě erozních rýh v zemině pod geosyntetikem.
8. Osévání, instalaci geosyntetik i hydroosev je nutno provádět na **odplevený povrch svahu**.
9. **Primárně se upřednostňují přírodě blízká opatření.**
10. Při volbě konkrétního materiálu (hloubce jeho uložení) se zohledňuje **riziko narušení PEO hlodavci/zvěří**.
11. Při volbě PEO je nutno zvážit **odolnost proti případným chemickým postřikům a roztokům**.



PEO na svazích PK BIOTECHNICKÉ A TECHNICKÉ KONSTRUKCE

- výstava a ukázka protierozních materiálů -

Oživené (biotechnické) konstrukce obsahují vegetační prvky s kladným vlivem na vlastnosti stavebních konstrukcí. Mají charakter poddajného opevnění, protože jsou schopny přizpůsobit se nerovnostem terénu. Oživené konstrukce se využívají kromě stabilizace erozních rýh, strží a strmých svahů a oživení pozemků bez vegetace i v projektech hrzení bystřin. Vegetační materiál, který je součástí těchto konstrukcí, musí být schopen rychlého zakořenění a musí vytvářet pružné a málo se větvící výhonky. Nejčastější součástí oživených konstrukcí jsou pruty a řízky z keřových vrub získané v okolí staveniště. Používají se samostatně nebo jako součást oživených konstrukcí. Mezi biotechnické konstrukce se řadí: **drnování, hařování, zápleťové plůtky, kordony z větví a sazenic, palisády, svahový rošt oživený, Korutanská (srubová) stěna oživená, oživený zához, oživená rovinanina.**

Technické konstrukce jsou „nejsilnějším“ protierozním opatřením vhodným do podmínek, kde jiné materiály, ať už přírodní nebo trvalé, nejsou schopny zajistit dostatečnou ochranu svahu před erozí. Z těchto konstrukcí se pro ochranu strmých svahů používají především **geobuňky, gabiony, ocelové 3D panely, zatravnovací cementobetonové nebo plastové dílce.**



Biotechnické protierozní konstrukce

Svahové hatě a povázky

Svahové povázky a hatě jsou tvořeny svazky živých vrbových prutů. Hařové válce lze plnit štěrkem nebo zeminou, obalovým materiálem můžou být buď pruty vhodných dřevin, nebo geotextilie a pletiva.



Zápleťové plůtky

Jedno až dvouřadá konstrukce tvořená kůly, mezi kterými se provádí vrbový záplet.

Klejonáž a garnisáž

Klejonáž označuje klestový pokryv na ochranu povrchu obnažených příkrých svahů, kterým se zajišťuje založení a vývoj vegetace. **Garnisáž** tvoří ochranný kryt z vrstev k zemi připevněného klestu, používaný k sanaci erozních rýh.



Oživený zához/rovinanina

V rámci protierozní ochrany svahu pozemní komunikace lze provést velkoplošný zához/rovinaninu z lomového kamene. Na vlhčích stanovištích je možno volit tzv. oživený zához. Jedná se o zřízení vrstvy ze živého proutí nebo klestu jako lože pro zához. Vrstva kamene přitlačí proutí a klest k povrchu půdy, ten zakoření a v mezerách mezi jednotlivými kameny vyrostou prýty použitých dřevin.

Svahový rošt oživený, Korutanská (srubová) stěna oživená

Konstrukce tvaru roštu/srubové stěny z dřevěné kulatiny zajišťující stabilitu zeminy na svahu. Stabilizační funkce těchto konstrukcí je posílena kombinací se živými materiály.



Technické protierozní konstrukce

Geobuňky

Geobuňky označují trojrozměrnou otevřenou (propustnou) polymerní konstrukci ve tvaru včelího plástu. Stěny geobuňek většinou bývají děrované pro dosažení jejich propustnosti a v případě použití jako protierozního materiálu také zvyšují možnost prokořenění zeminy mezi jednotlivými buňkami. Používají se na strmějších svazích více ohrožených erozí, na svazích, na kterých je možno je řádně přikotvit k podkladu. Plnit je lze štěrkem nebo zeminou, která je následně oseta.



Gabiony

Gabiony = drátokoše = zdivo z lomového kamene na sucho do drátěných košů. Používají se pro výstavbu opěrných zdí, protihlukových stěn, zpevňování svahů a sanace sesuvů, zpevňování koryt a břehů vodních toků, terasování svažitéch pozemků a zahradní architekturu. Armovací schopnost postupně přebírají kořeny náletových nebo vysazených dřevin. velikost kamene musí být větší než je velikost ok gabionů.

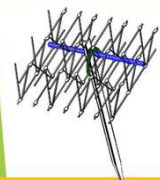


Zatravnovací dlažba

Betonové nebo plastové dílce, které jsou po upevnění na svah zahrnuty zeminou a osety. Propouští dešťovou vodu a udržují přirozený vzhled zatravněné plochy.

Ocelové 3D panely

Alternativou tradičních ocelových ochranných sítí kombinovaných s georochoží jsou 3D ocelové panely vyplněné kamenivem a následně zasypané zeminou. Tato technologie je **vhodná pro velmi příkré svahy (do sklonu až 65°)** a na těchto svazích umožňuje do určité míry také výsadbu dřevin keřového vzrůstu.



Systém tvoří ocelové prolisované plechy opatřené protikorozní ochranou. Při použití tradičních ocelových ochranných sítí s georochoží často dochází k vyplavování sypkého materiálu do sítí a dole ve svahu se pak tvoří „napěchované měchy“. U 3D panelů se to nestane. Tato technologie však vyžaduje rovný podklad. To je její nevýhoda. Vyšší náklady na tuto metodu kompenzuje možnost její pokládky i na velmi strmé a nesoudržné svahy.

