

Vážení čtenáři,

IGS.CZ je národní pobočkou International Geosynthetic Society (IGS), založené roku 1983 v Paříži. IGS je společnost založená za účelem vědeckého a technického rozvoje geosyntetických materiálů a souvisejících technologií. Geosyntetické materiály je obecné označení pro geotextilie, geomříže, geomembrány, geokompozity a další jim podobné materiály. Tyto jsou určeny k zabudování do zemních či dalších konstrukcí, ve kterých plní výztužnou, separační, filtrační, drenážní, protierozní či ochrannou funkci.

Cílem IGS.CZ je shromažďovat, analyzovat a rozšiřovat všechny poznatky o geosyntetikách, zvýšit úroveň poznatků o nich, aktivně se podílet na tvorbě norem a předpisů v oblasti jejich využití, podporovat či se přímo podílet na tvorbě publikací a článků o využívání geosyntetik, podporovat a koordinovat výzkum a vývoj v průmyslu, na univerzitách, odborných pracovištích a v jiných organizacích...

Vyztužování zemních konstrukcí

Vyztužování zemních konstrukcí, ať už jde o konstrukce liniové, dopravní, zemní valy, násypy nebo opěrné stěny, je velice široké téma. Vzhledem k omezenému rozsahu článku tohoto zpravodaje se dotkneme tedy pouze jednoho, zato však zásadního aspektu, který podstatně předurčuje budoucí výsledek - **účinnost geosyntetika ve vyztužované konstrukci**.

S tím jednoznačně souvisí kritický, tedy hodnotící pohled na správný výběr vhodného typu výztuhy. Po fázi projektování a následném určitém stanovení silových poměrů v konstrukci při jejím zatěžování, zjištění průběhů sil, stanovení rovnováhy či definování použitelnosti konstrukce, je dále nutné odpovědně vybrat vhodné typy výrobků, které jsou schopny účinně aplikovat vypočtenou teorii do praxe, neboť „software snese všechno“, konstrukce však nikoliv.

Aspekt účinnosti geosyntetika v konstrukci

Zeminy obecně mají nízkou schopnost přenášet tahová napětí, která vznikají v konstrukci při jejím zatěžování. Vzniklé tahové síly je možné zachytit a přenášet pomocí geosyntetik – výztužných geomříží a geotextilií. Vlivem vnějšího zatížení pronikají do konstrukce tahové a smykové síly, které jsou absorbovány výztuhami na základě principu interlockingu (zaklínění zrn materiálu do struktury geosyntetika) a přenosu třecí síly na

rozhraní geosyntetika a zeminy. Absorpci tahových sil ve výztuze se vnější zatížení rozloží na velkou plochu, čímž se minimalizuje lokální namáhání podloží. Pro zrnité, nesoudržné materiály na štěrkové bázi jsou obecně vhodnější geomříže, pro soudržné jemnozrné zeminy (písky, hlíny, jily) jsou vhodnější geotextilie nebo geokompozity.

Geotextilie

Geotextilie fungují při namáhání konstrukce jako **tahové membrány**. Chceme-li tedy zmobilizovat jejich pevnost, musí dojít ke svislé deformaci konstrukčních vrstev. Používání geotextilií jako výztužných tahových prvků je vhodné při budování strmých svahů a vytváření konstrukce typu obalovaného čela. V návrzích se nejčastěji používají tkané případně pletené geotextilie z polyesteru nebo polypropylenu. Jelikož ale prioritním aspektem návrhu je účinnost výztuhy, je nutné si uvědomit, že sečná tuhost geotextilií při nízkých přetvořeních, charakterizující mezní stav použitelnosti konstrukce, je všeobecně nízká a geotextilie vykazují při malých generovaných zatíženích výrazný počáteční nárůst deformace. Konstrukce takto navržená má tedy poměrně značné deformace na počátku a je nutno tuto skutečnost zohlednit při návrhu, aby nedošlo k nekontrolovanému přetváření, porušení vzhledu či ztrátě bezpečnosti. Při zpětném zabalování geotextilií je nutné vytvořit pevnostní zámek, zakotvení

pod následující vrstvu a alespoň částečně tak eliminovat dotvarování. Je nutno pamatovat také na nízkou hodnotu smykového odporu na rozhraní geotextilie - zemina a navrhnout výztuhy tak, aby v konstrukci nevznikaly dodatečné kluzné plochy.

Podstatnou roli při účinné aplikaci geotextilie jako výztužného prvku hraje její schopnost **pevnostní separace** v souvrstvích, což samo o sobě vytváří výrazný stabilizační efekt a umožňuje případné rozptýlení pórových tlaků. Pokud chceme eliminovat nedostatky geotextilií při výztužných aplikacích, pak je vhodnou technologickou variantou použití **výztužné síťoviny** (obr. 1), většinou vyráběné pletením, která má vzhled a funkci geotextilie a zároveň se svou strukturou blíží parametrům geomříže s vysokou hodnotou smykového odporu na rozhraní geosyntetikum - zemina.



Obr. 1: Pletená výztužná síťovina s vlastnostmi textilie

Geomříže

Účinek geomříže jako výztuhy je přímo úměrný se schopností interlockingu, zaklínění zrn ve struktuře mříže. Po zhutnění zrnitého materiálu položeného na geomříž vniknou zrna částečně do otvorů mříže a vzájemně se postupně zaklíní. Takto vytvořená vrstva s násobně vyšší tuhostí, než má samotný materiál zásypu, zvyšuje nosnou schopnost v případě vodorovné konstrukce (dochází k lepšímu roznosu zatížení na měkké podloží), nebo umožňuje zvýšenou absorpci smykových sil v případě svislé konstrukce.

Geomříže stabilizují nestmelené vrstvy, tzn. vytvářejí separátní tenkou nosnou

konstrukci. Na neúnosném podloží umožňuje jejich existence redukcí tloušťky nestmelených vrstev, resp. zvýšení životnosti celé konstrukce. Na nehomogenním podloží snižují geomříže hodnoty nerovnoměrného sedání.

Ne všechny geomříže však budou při tvorbě zaklínění stejně účinné. Důležitost maximální pevnosti jakožto jediného kritéria návrhu je velmi diskutabilní. Pro opravdový, účinný návrh se musí zohlednit především tato hlediska:

- celkové nízké protažení při namáhání
- vysoká hodnota iniciační pevnosti (jmenovitě při 2% protažení)
- sečnová tuhost prvku

- geometrické vlastnosti mříže – tvarování prvků, velikost oka apod.
- výběr výztuhy s ohledem na druh použité zeminy v konstrukci

Geomříž je více-méně plochý prvek, po kterém požadujeme, aby díky zaklínění zrn materiálu účinkoval i „do prostoru“. V tomto ohledu jsou v nevýhodě ploché mříže (tkané, pletené, svařované), o jejichž strukturu se nemohou zrna materiálu „opřít“ a vzniklá ztužující vrstva je tenká. Výrazně účinnější jsou mříže „tvarované“, nejčastěji extrudované, kde výška žebra dosahuje např. 4 až 6 mm a celkové tvarování mříže výrazně napomáhá zaklínování v poměrně mocné vrstvě (obr. 2, 3).



Obr. 2: Výrazné prostorové tvarování žebra a spojů mříže; sečnová tuhost 900 kN



Obr. 3: Vysoké žebro a spoje (4, 5 a 6 mm) výrazně napomáhají zaklínění zrn; sečnová tuhost 550 kN

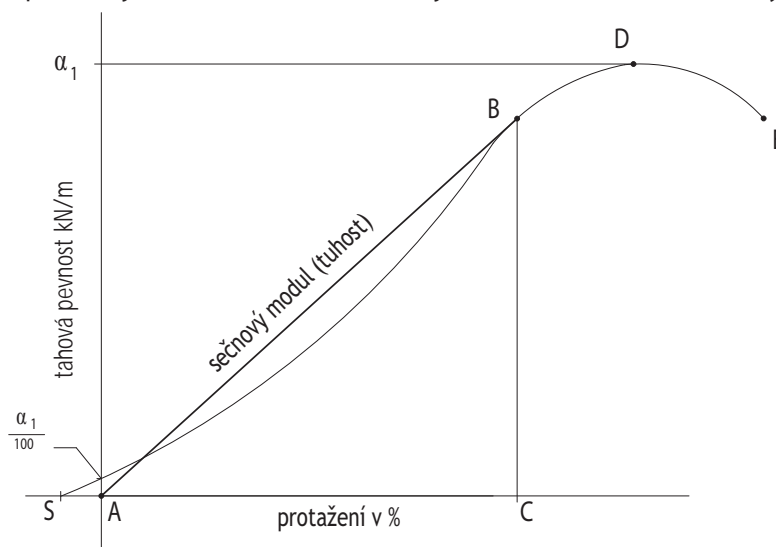
Pokud se týká fyzikálně mechanických vlastností geomříží, jediným solidním kritériem porovnání rozdílů mezi jednotlivými typy může být hodnota pevnosti při nízkém protažení, jmenovitě při 2 či 3%. Vrcholová pevnost jako vstupní údaj návrhu má nízkou vypovídající schopnost o tom, jak bude výztuha pracovat při zatěžování v konstrukci, její stabilizaci a dotvarování a následných změnách zatížení, ať už od dopravy či jinak, neboť při těchto pevnostech je protažení 10% a více, což není relevantní s konstrukcí. Zvláště pro aplikace stabilizace a zvyšování únosnosti podloží je 2% protažení relevantní faktor při posouzení efektivnosti výztužného prvku. V tomto ohledu jsou ve velké výhodě extrudované prvky, jejichž hodnoty pevností jsou většinou dvojnásobně vyšší než pevnosti tkaných a pletených mříží při 2% protažení. Značnou nevýhodou extrudovaných mříží oproti PET či PVA tkaným a pleteným mřížím jsou creepové vlastnosti materiálu, které jsou obvykle dvakrát až třikrát horší než u PET či PVA. Creep geomříže se však při konsolidaci a stabilizaci zemní konstrukce na počátku neprojevuje vůbec, a pokud ano, tak až se značným zpožděním a jen velmi málo. Většinou se jedná o ustálený creep a při

velmi nízkých zatíženích, maximálně do 20 či 30% nominální pevnosti prvku. Reálná redukce creepem je tak velmi nízká.

Alternativou porovnání chování mříže při iniciačním zatížení konstrukce je hodnota sečnové tuhosti při 0,5% protažení (obr. 4). Uvádí se většinou u extrudovaných mříží, je v řádech stovek kN a vypovídá mj. o způsobu chování prvku a absorpci smykových sil ihned po začátku zatížení. Z tohoto pohledu je nutné si uvědomit, že

technologie výroby mříže má dost zásadní vliv na hodnotu této tuhosti a výrazně vyšších hodnot dosahují mříže s nepřerušovanými molekulárními řetězci (např. až 900 kN pro mříž s maximální pevností okolo 50 kN).

Jestliže platí, že pro šterkovité materiály je vhodná mříž a pro písčito-hlinité geotextilie, tak stále existuje poměrně široká škála zemín, které nejsou ani jedno, ani druhé – jsou to velmi často se u nás vyskytující



Obr. 4: Ilustrace sečnové tuhosti (mezi body A, B) pro danou deformační křivku v závislosti na hodnotě protažení C

šterkovité jíly a písky, zeminy podmíněně vhodné s označením GF až GC, SF až SC či MG až CG. Pro tyto zeminy jsou výborným vyztužujícím prvkem **vícevrstvé mřížové struktury** (obr. 5) s proměnlivým tvarem otvoru a dostatečnou hodnotou tuhosti tak, aby byl zajištěn interlocking zároveň s dostatečnou hodnotou smykového odporu na rozhraní. Tyto prvky jsou vhodné jako primární výztuhy zejména přímo pokládáné na ložnou spáru nebo pláň a všude tam, kde není ekonomické vrstvit spousty drahého kvalitního tříděného materiálu s plynulou křivkou zrnitosti.

Geobuňky

Významným geosyntetikem, pokrývajícím také oblast vyztužení zemin a stabilizace podloží, jsou geobuňky-pláštěvné struktury s výškou stěny 10-20 cm. Používají se také k protierozní ochraně svahů a výstavbě opěrných konstrukcí, jsou instalovány v jedné nebo více vrstvách a vyplněny zeminou. Problematice geobuněk bude díky obsáhlosti tématu věnován samostatný článek v některém z příštích čísel IGS News.



Obr. 5: Prostorová struktura vícevrstvé mříže s označením MS – hlína/písek; sečnová tuhost 450 kN

Autor: Ing. Dalibor Grepl
technický specialista Marcador

Vyztužování podloží

V případě použití geosyntetických materiálů pro zlepšování kvality podkladních vrstev mluvíme o stabilizační funkci pomocí tzv. mechanicky stabilizované vrstvy.

Při správném návrhu konstrukčního řešení je možné pomocí této technologie překonat oblasti s téměř nulovou únosností, redukovat tloušťky konstrukčních vrstev, případně zvyšovat životnost či zatížitelnost konstrukcí při zachování shodných užitečných vlastností.

Princip řešení spočívá ve vytvoření kompozitního zeminového systému, který je tvořen polymerním stabilizačním prvkem (geomříž příp. geotextilie) a vhodným zásylovým materiálem. Vzájemnou interakcí mezi těmito materiály je pak zajištěna vlastní stabilizační funkce. Je však nutné zdůraznit, že rozdílná struktura geomříží a geotextilií se projevuje také v jiném principu fungování v mechanicky stabilizované vrstvě a v její celkové účinnosti

Geotextilie v mechanicky stabilizované vrstvě

Zatímco u geomříží je spolupůsobení se zrnitým zásypem zajištěno zazuběním zrn do otvoru geomříže, u geotextilií se jedná o pouhé tření. Při návrhu geotextilií pro stabilizační funkci je pak nutné také zohlednit především jejich pevnostní charakteristiky, protože v konstrukcích fungují na principu tahové membrány. Chceme-li tedy zmobilizovat pevnost geotextilie, musí nutně dojít k jejímu protažení (svislému přetvoření), jenž je však v mnoha případech nepřijatelné. Z tohoto důvodu je použití geotextilií omezeno na konstrukce dočasné a na konstrukce na velmi měkkých podložích (Edef2 < 10 MPa),

kteří umožní vznik membránového efektu. Pro mechanickou stabilizaci tedy doporučujeme především využití geomříží, které vykazují v porovnání s geotextiliemi výrazně vyšší stabilizační účinek. Geotextiliemi se tedy v další části článku již zabývat nebudeme.

Geomříže v mechanicky stabilizované vrstvě

Geomříže se používají pro mechanicky stabilizované vrstvy již od 80. let minulého století. Za dobu své existence se tyto staly nezastupitelným pomocníkem při realizaci staveb ve všech odvětvích stavebnictví. Jakákoliv geomříž je však v konstrukci pouze výrobkem, který má určitý potenciál pro zlepšení vlastností záspy. Výsledná účinnost stabilizované vrstvy pak závisí především na volbě stabilizační geomříže. Zatímco definice vhodnosti zásylového materiálu je z hlediska geotechnického poměrně jednoduchá (křivka zrnitosti, tvarový index, míra zhutnění atd.), u stabilizačních geomříží je situace s ohledem na množství dnes nabízených výrobků značně komplikovanější. Dlouhodobým zkoušením nejrůznějších návrhových parametrů stabilizačních geomříží prováděných renomovanými nezávislými zahraničními laboratořemi však bylo možné stanovit klíčové vlastnosti ovlivňující požadovanou stabilizační funkci.

První výzkumné práce, které prokázaly schopnost geomříží zlepšit kvalitu podkladních vrstev, byly testy prováděné již v roce 1981 profesorem Milligenem na univerzitě v Oxfordu. Zásadní se pak staly především výzkumy prováděné

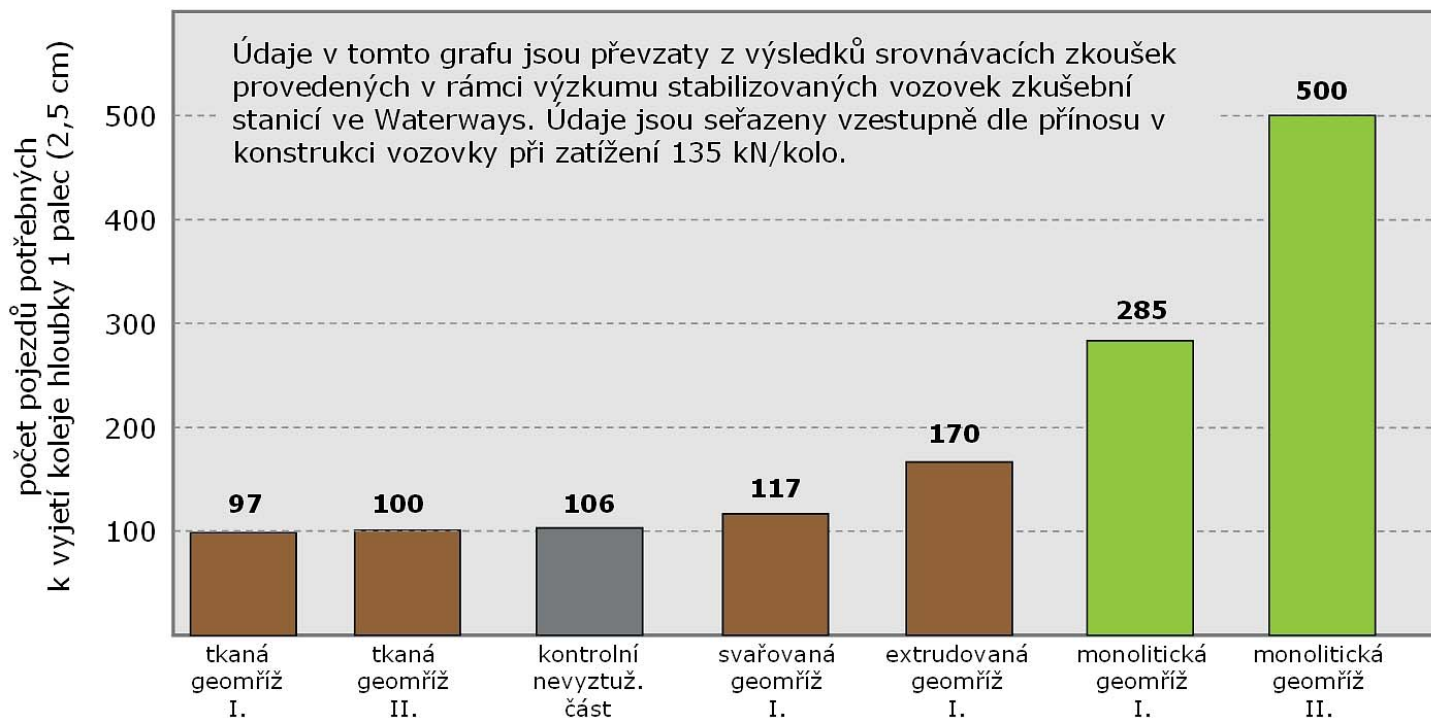
v roce 1992 v laboratořích společnosti US Army Corps of Engineers (USACE). Na zkušebních sekcích s různými typy geomříží byly prováděny zatěžovací testy, které simulovaly zatížení vyvolané pojezdem nápravy. Jednotlivé sekce měly stejnou konstrukci včetně tloušťky a lišily se pouze použitými stabilizačními geomřížemi. Z výsledků provedených testování vyplynulo, že skutečná efektivnost stabilizované vrstvy závisí na konstrukčních vlastnostech geomříže, jež jsou předurčeny technologií jejich výroby. Jinak v konstrukci působí geomříž tkaná, lepená, extrudovaná či monolitická. Na následujícím obrázku jsou patrné rozdíly v počtu nutných pojezdů zkušebního zařízení k dosažení zvolené referenční hloubky kolejí, kterou byla deformace o hodnotě jednoho palce. Čím více pojezdů bylo nutno zkušebním zařízením provést pro dosažení zvolené deformace, tím větší byl přínos stabilizační geomříže a tím vyšší byla účinnost mechanicky stabilizované vrstvy.



Obr. 1: Princip zazubění záspy do otvorů geomříže a jejich spolupůsobení

Kriteria porušení hloubky vyjetých kolejí

Všechny úseky: 50 mm asfaltu, podkladní vrstva 356 mm na podloží CBR = 3 %



Obr. 2: Výsledky srovnávacích zkoušek, USACE (2)

Tímto a dalšími následnými výzkumy byla prokázána rozdílná účinnost jednotlivých druhů geomříží z hlediska jejich výroby. Soubor pokusů byl dostačující na to, aby se z něj dalo stanovit obecné doporučení pro všechny geomříže používané pro stabilizaci podkladních vrstev. Jednotlivé charakteristiky se zaměřily na žebro, otvor a strukturu geomříže. Nebyly tedy porovnávány

tahové pevnosti ani protažení. Tato hodnota nám o výsledném chování geomříže mnoho nenapoví, protože výstupem je síla a protažení, které je výrobek při stanovené rychlosti zatěžovací schopen přenést. Protažení standardních výrobků se pohybuje v hodnotách cca 8 až 12 %, což je daleko za hranicí toho, co bychom ve většině stavebních konstrukcí vůbec mohli připustit.

Následující tabulka shrnuje obecná zjištěná doporučení, ke kterým se po pokusech na skladbách tvořených různými druhy geomříží dopracovali odborníci z US Army Corps of Engineers. Jedná se o obecná doporučení, která nám umožní při porovnávání dvou typů geomříží udělat rychlé rozhodnutí a zvolit typ, který splní naše očekávání.

charakteristiky geomříže	vlastnosti	posouzení
žebro geomříže	tloušťka	tlustší je lepší
	tuhost	tužší je lepší
	tvár	čtvercový nebo obdélníkový je lepší než kulatý nebo oblý
otvor geomříže	velikost	rozmezí od 0,75 do 1,5 palce se považuje za optimální
	tvár	kulatý nebo čtvercový je lepší
	tuhost	tužší je lepší
struktura geomříže	pevnost spoje	je nutná alespoň minimální pevnost spoje
	sečný modul	je nutná alespoň minimální hodnota sečného modulu
	stabilita	důležitá je stabilita otvoru geomříže v rovině rotace

Tabulka 1: Výsledky srovnávacích zkoušek, USACE (2)

Závěry tohoto výzkumu byly v následujících letech ověřeny dalšími výzkumnými pracemi (např. Transport Research Laboratory v letech 2005 - 2012) a řadou mechanicky stabilizovaných vrstev realizovaných po celém světě.

Prováděné výzkumy a měření umožnily vznik normativní návrhové metodiky CROW (1), jenž respektuje zjištěné skutečnosti a zohledňuje účinnost jednotlivých druhů geomříží. Bohužel naše předpisy toto zcela pomíjí a stanovují pro stabilizační geosyntetika pouze požadavky na pevnostní charakteristiky. Výzkumné práce a samotná realita však jednoznačně ukazují, že správný návrh stabilizační geomříže je závislý především na dané technologii výroby, konstrukci a struktuře. Z hlediska účinnosti lze geomříže s ohledem na technologii výroby sestup-

ně seřadit v následujícím pořadí: geomříže monolitické, extrudované, lepené a tkané.

Klíčovými vlastnostmi pro správný návrh jsou pak příčný profil žebra (tvar, velikost), tuhost žebra, účinnost spoje, velikost oka a zejména rovinná tuhost nikoliv však tahová pevnost, jak se mnohdy chybně uvádí.

Literatura:

1. CROW, Dunne asfaltverhardingen: dimensionering en herontwerp, Publicatienummer 157, 2002, ISBN 90 6628 343 2.
2. Webster, S.L., Geogrid Reinforced Base Course for Flexible Pavements for Light Aircraft: Test Section Construction, Laboratory Tests, and Design Criteria, Geotechnical Laboratory, Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Report Number DOT/FAA/RD-92-25 (available from NTIS, Springfield, Virginia), December 1992.

3. Webster S L, Geogrid reinforced base courses for flexible pavements for light aircraft: Literature Review and test section design, Geotechnical Laboratory, Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Mississippi, 1991.
4. Chaddock B C J, Deformation of Road Foundations with Geogrid Reinforcement, TRL Research Report 140, 1988.
5. Dep't of Transport Highway & Traffic Advice Note HA 35/87, Structural Design of New Road Pavements, 1987.
6. T.C. Kinney, Y. Xiaolin: Geogrid Aperture Rigidity by In-Plane Rotation, 1995.

*Téma: Vyztužování podloží
Autor: Ing. Martin Kašpar
GEOMAT s.r.o.*

Použití geosyntetických materiálů na stavbě jezera „Medard“

Geosyntetické materiály mají na stavbách díky širokému rozsahu jejich funkcí celé spektrum využití. Používají se na stavbách dopravních, dále na stavbách bytových a industriálních, ale také na stavbách s ekologickým charakterem. Jedním z takových typů staveb jsou i sanace povrchových dolů v rámci rekultivací postižených území těžbou.

Základní údaje o stavbě

Název akce: Zatopení zbytkové jámy Medard-Libík – 2. Stavba-opevnění břehové linie a terénní úpravy.

Místo stavby: k.ú. Svatava, Bukovany, Habartov – Karlovarský kraj – Česká republika

Investor: Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.

Projektant: MV projekt spol. s r.o., Ing. Martin Valečka.

Realizace: SMP CZ, a.s., Šilhánek a syn, a.s.

Lokalizace a cíle stavby

Lom Medard-Libík jako součást Sokolovské uhelné, a.s. se nachází západně od města Sokolova. Dále sousedí s obcemi Svatava, Habartov, Bukovany a Cítice. Po vytěžení lomu byla učiněna první sanační opatření. Ze zákona o likvidaci lomu bylo vypracováno několik variantních řešení vedoucích k celkové revitalizaci lomu jak z hlediska ekologického, tak z hlediska regionálně sociálního. Jako nejlepší varianta bylo vybráno řešení spočívající v zatopení prostoru zbytkové jámy s rozhodujícím zdrojem vody – řekou Ohře. Součástí projektu jsou celkové terénní úpravy dna a břehů budoucího jezera. Cílem stavby jsou likvidace ekologických zátěží po těžbě v oblasti hnědouhelného lomu Medard-Libík, začlenění oblasti do přirozené podkrušnohorské krajiny s možnými ekonomickými přínosy ve vztahu k turistickým, sportovním a zájmovým činnostem návštěvníků oblasti.



Tabulka 1: Lokalizace jezera Medard

Terénní úpravy

Před samotným zahájením napouštění jezera bylo nutné provést úpravy spodní části lomu a svahů pro budoucí dno jezera. Na různých místech bylo prováděno odkopávání zeminy a její navážení na jiná místa za účelem likvidace zemních lavic jako rizikových míst možných sesuvů a celkového vyrovnání terénu. V rámci terénních úprav tak bylo provedeno celkem 2.121.000 m³ odkopávek. Na jižních svazích bývalého lomu byly ponechány 3 ostrůvky pro hnízdění ptactva ve vzdálenosti cca 50 m od budoucího břehu. Součástí HTÚ severních svahů bylo i vytvoření „koupaliště Habartov“. Vodní plocha kou-

paliště byla propojena s jezerem propustky pro zabezpečení cirkulace vody.

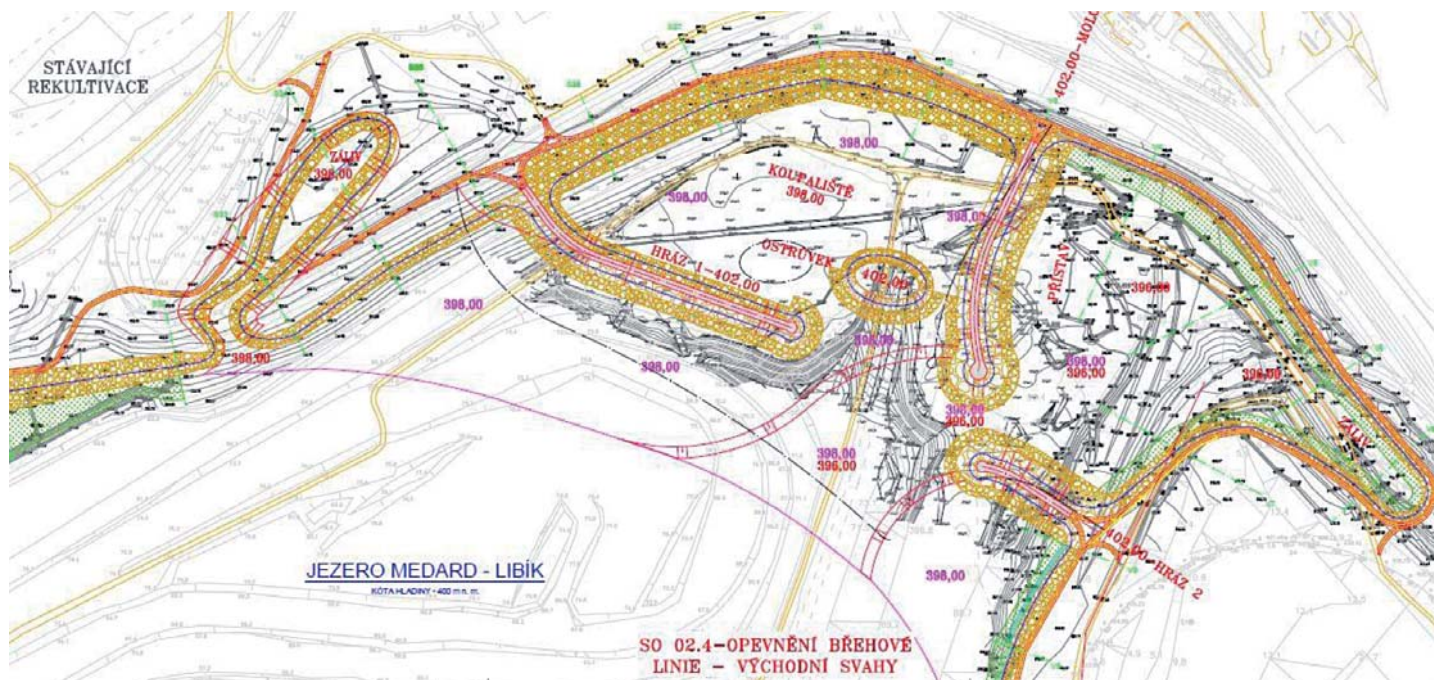
Největší terénní úpravy byly prováděny na východních svazích bývalého lomu. Zde se kromě již zmíněných úprav v rámci stabilizace dna prováděly dále terénní úpravy pro vybudování „koupaliště Svatava“, úpravy břehů pro vybudování přístavu a vytvoření násypů hrází a ostrovů jak pro koupaliště, tak pro přístav. Hutné násypy pro tělesa hrází činí 89.100 m³ zeminy.

Budoucí jezero zbytkové jámy hnědouhelného lomu bude zapuštěné v okolním te-

rénu, který tvoří bývalé skryvkové svahy lomu, boční svahy lomu a svahy vnitřní výsypky. Budoucí jezero po úplném napuštění bude mít hladinu na úrovni 400 m n.m., maximální hloubka jezera bude činit 50 m. Celková plocha jezera bude 416,88 ha, objem vod 119.850.768 m³.



Obr. 2: Dno jezera při zahájení HTÚ



Obr. 3: Pohled shora na východní svahy u obce Svatava – záliv, hráze, ostrov a koupaliště

Použití geosyntetických materiálů na stavbě

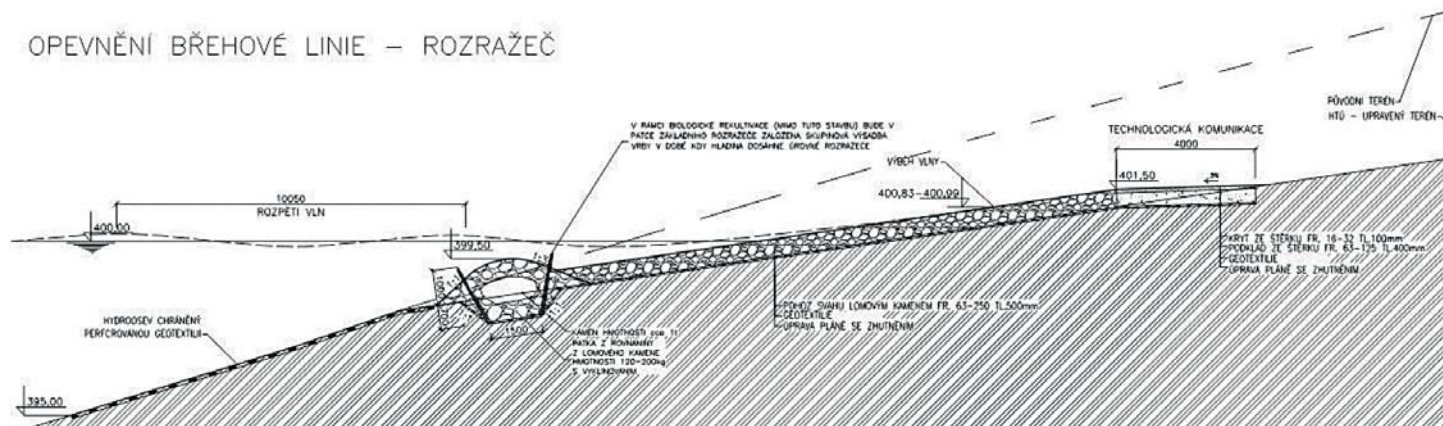
Při realizaci jednotlivých fází výstavby byly ve velké míře používány geosyntetické materiály. Používány byly pro založení obslužných komunikací na stavbě, výstavbě přivaděče vody z řeky Ohře a dalších napájecích kanálů v okolí budoucího jezera atd. Největší využití

geosyntetických materiálů pak bylo při realizaci břehové linie jezera a realizaci zemních těles hrází.

Výstavba břehové linie

Výstavba břehové linie zahrnovala i výstavbu technologické komunikace a výstavbu propojení příkopů přes komunikaci do jezera. Samotná výstavba břehové

linie spočívala v provedení břehového opevnění, které má chránit břehy od účinků vodní abraze a to především účinkům vln. Dále pod úrovní opevnění břehové linie byla realizována opatření vedoucí k zajištění upraveného budoucího dna proti zemní erozi.



Obr. 4: Řez břehovou linií s kamenným rozrážečem, kamennou lavicí a protierozním opatřením

Hlavní část břehové linie tvoří vlnový rozrážeč. Ten je situován do výškové linie vedoucí těsně pod budoucí úrovní vodní hladiny. Je tvořen základními kameny o velikosti kolem 1 tuny s obložím a vyklínováním menšími lomovými kameny. Vlnový rozrážeč je vybudován v terénním zářezu a jeho základ je oddělen od podloží vysoce odolnou netkanou geotextilií ze 100% polypropylenu. Do samotného tělesa vlnového rozrážeče bude při dosažení hladiny dále aplikována výsadba vrbového proutí. Nad tělesem rozrážeče byla vybudována zóna pro výběh vln. Tato zóna je vybudována jako lavice z lomového kamene o tloušťce 500 mm. Celá lavice je založena na separační netkané geotextilii ze 100% polypropylenu. Zóna pod vodním rozrážečem je terénně upravena

a opatřena protierozní geotextilií, jež má za úkol zajistit upravený svah do doby, než dosáhne hladina vody jezera požadované maximální úrovně. Použitá protierozní geotextilie je vyrobena z polypropylenových vláken, která jsou barvena zeleně. Textilie je perforovaná otvory o průměru 20 mm. Tyto otvory umožňují přístup vláhy pro vzrůst vegetace a prorůstání vegetace přes geotextilii, přitom zakrývá část tvoří 80% plochy geotextilie. Tato geotextilie je zařazena do dočasných protierozních materiálů, protože podléhá degradaci. Degradace geotextilie je založena na postupném rozkladu vláken UV-zářením ze slunečního svitu. Protierozní geotextilie je kotvena pomocí ocelových skob. V rámci instalace protierozní geotextilie byl prováděn hydroseev.



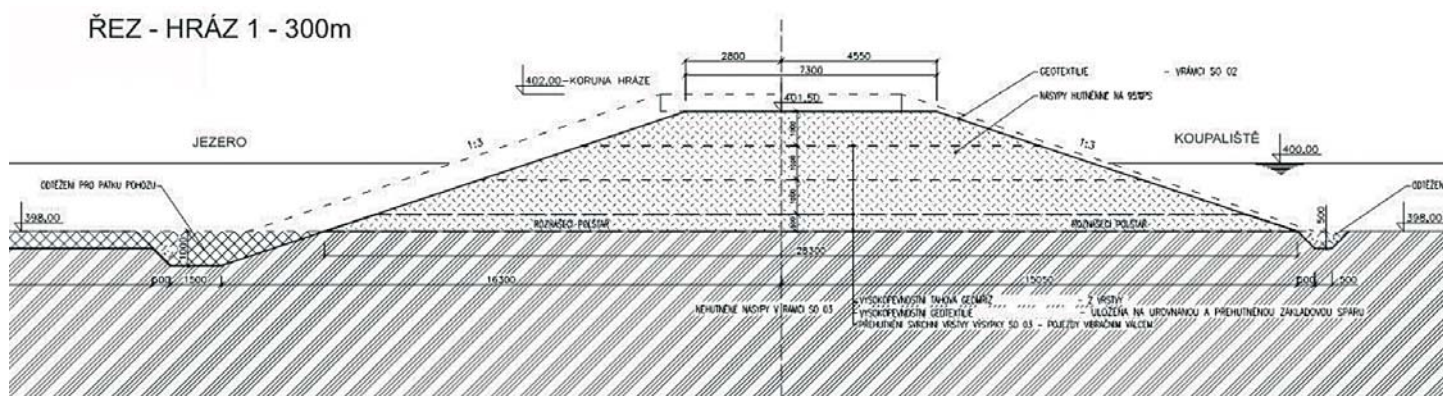
Obr. 5: Pohled na břehovou linií s rozrážečem, kamennou lavicí a protierozním opatřením pod rozrážečem.

Výstavba hrází na východních svazích

Nejdříve bylo nutné vytvořit zemní těleso jako základ pro realizaci hrází a umělých ostrovů. Pro tento účel bylo upraveno budoucí dno jezera u obce Svatava

dosypáním a dorovnáním 2.750.444 m³ zeminy pomocí kolejového zakladače. Úprava byla provedena do úrovně 398 m n.m. Na tomto základu byly realizovány hráže a umělý ostrov. Přitom dvě ze tří hrází budou sloužit jako ochranné hráže

a třetí hráz bude plnit funkci přístavního mola. Uvnitř takto vytvořeného vodního prostoru bude vybudován umělý ostrov a koupaliště.



Obr. 6: Řez hutněnou hrází vyztuženou vysokopevnostními geosyntetickými materiály



Obr. 7: Výstavba roznášecího polštáře s pomocí vysokopevnostního geosyntetického kompozitu

Tělesa hrází byla budována jako vyztužené zemní konstrukce. Celá tělesa hrází jsou založena na základových roznášecích polštářích. Pro realizaci roznášecích polštářů byl použit vysokopevnostní geosyntetický kompozit s pevností 180 kN. Jeho základem je netkaná polypropylénová geotextilie, do níž jsou vetkána vysokopevnostní polyesterová vlákna. Tento geosyntetický kompozit v uzavřeném polštáři o tloušťce 500 mm brání vyplavování zeminy zevnitř a zároveň svou vysokou tahovou pevností drží ztuhnutou zeminu jako základový polštář na neúnosném podloží pro samotné těleso hráze.

Na roznášecí polštář se dále navážela a hutnila zemina v několika vrstvách. Zemní tělesa nad roznášecími polštáři byla vyztužena ve dvou úrovních po 1 výškovém metru pomocí tahové geo-

mříže o pevnosti 55 kN. Tato geomříž je tvořena vysokopevnostními pramenci polyesterových vláken a na povrchu je opatřena ochranným polymerním povlakem. Tyto geomříže jsou díky svým pevnostním vlastnostem, nízkému protažení a velmi dobrému „creepu“ velice vhodné pro realizaci vyztužených zemních těles. Aplikací tahových geomříží tak vznikla stabilní tělesa hrází připravená pro finální úpravu jako ochranná a přístavní mola.



Obr. 8: Opevnění svahů hrází lomovým kamenem na stranách od jezera

Zemní konstrukce vysoké 3,5 m byly hutněny a následně upravovány se sklonem svahů 1:3. Na upravený povrch svahů byla přes celý objekt tělesa instalována netkaná geotextilie vyrobená z nekonečných polypropylenových vláken. Ve spodních částech těles byla tato geotextilie zajištěna do patek. Tato aplikace zajišťuje vnitřní stabilitu zemních těles z hlediska eroze. Svahy hrází, jež nebudou vystaveny vlnovému namáhání, jsou opevněny kačirkem

frakce 4-32 mm. Svahy hrází od jezera, jež budou vystavena vlnovému namáhání, jsou opatřeny obkladem z lomového kamene s vyklínováním. Na horní části hrází jsou vytvořeny obslužné komunikace pro nízkou zátěž.

Míra použití geosyntetik, hodnocení stavby

Na stavbě jezera Medard byly ve velké rozsahu používány geosyntetické materiály. Počínaje separačními a ochrannými geotextiliemi přes vysokopevnostní geokompozity a vysokopevnostní geomříže po protierozní geosyntetika. Na stavbě bylo spotřebováno 294 tis. m² netkané geotextilie, 40 tis. m² vysokopevnostního geokompozitu, 29 tis. m² vysokopevnostní geomříže a 151 tis. m² protierozní textilie. Všechny použité geosyntetické materiály byly instalovány dle platných postupů za technického dohledu autorizovaných zástupců. Použité geosyntetické materiály značnou mírou přispěly výsledku stavby – realizaci jezera Medard. Budoucí jezero Medard bude přínosem k obnovení funkce krajiny nejen z hlediska ekologických a krajinně estetických hodnot, ale bude vytvářet podmínky pro postupný návrat člověka v různých formách do území, desítky let využívaných jen pro těžbu uhlí a zakládání výsypek.

Autor: Miloš Řejha, projekt manažer PVP syntetik s.r.o.

Připravované akce

SGCC (20.-21. June 2012)
Bangkok, Thajsko



mezinárodní symposium na téma dlouhodobě využitelných geosyntetik a zelených technologií při současných abnormálních klimatických změnách (záplavy, sesuvy...)
<http://sgcc.website.org>

EuroGeo 5 (16.-19. September 2012)
Valencia, Španělsko



největší evropská mezinárodní geosyntetická konference, konající se jednou za čtyři roky vždy v jiné zemi...
<http://www.eurogeo5.org>

Geosynthetics 2013 (1.-4. April 2013)
Long Beach, California,



mezinárodní konference na téma „Geosynthetics for Water and Energy Challenges“ („Geosyntetika pro vodohospodářské a energetické projekty“)
<http://www.geosynthetics2013.com>

Vydavatel: IGS.CZ, Korunní 18, Praha 2, igs@igs.cz, IČO 26612046, **Redakce:** výkonný výbor IGS.CZ, **Tiskne:** Grafické závody Hronov, s.r.o., **Grafická úprava:** Studio Plus - reklamní agentura, s.r.o., Horní Radechovná, www.studioplus.cz, **Výše nákladu:** 1000 ks, **Datum vydání:** duben 2012, **Cena výtisku:** Zdarma
Veškerá autorská práva k IGS News vykonává vydavatel. Publikování nebo jakékoli další šíření obsahu IGS News, ať již v tištěné nebo elektronické podobě, je bez písemného souhlasu vydavatele výslovně zakázáno. Za obsah jednotlivých příspěvků odpovídají jejich autoři.