

Odlehčete svůj další projekt s **Austrotherm EPS GEOFOAM®**



**Expandovaný polystyren ve službách
dopravního stavitelství**



Izolujeme.
Ekologicky.

Celosvětově úspěšné řešení odzkoušené v českých podmínkách

Austrotherm EPS GEOFOAM® přináší řešení pro mosty a násypy na méně únosném podloží nebo pro potřeby vylehčeného zemního tělesa z jakéhokoliv dalšího důvodu.



Obrázek 1: Použití bloků GEOFOAM z expandovaného polystyrenu na projekt dálnice D1 – vylehčený násyp u mostního objektu.

Austrotherm EPS GEOFOAM® – polystyren EPS ve službách dopravního stavitelství

Austrotherm EPS GEOFOAM® je revoluční výrobek s mnoha možnými aplikacemi v geotechnickém inženýrství, který se v prostředí České republiky plně osvědčil na výstavbě vylehčeného násypu u mostního objektu D211 na dálnici D1. Tento produkt lze úspěšně použít při různých typech infrastrukturních staveb, jak ukazují projekty z mnoha zemí světa.

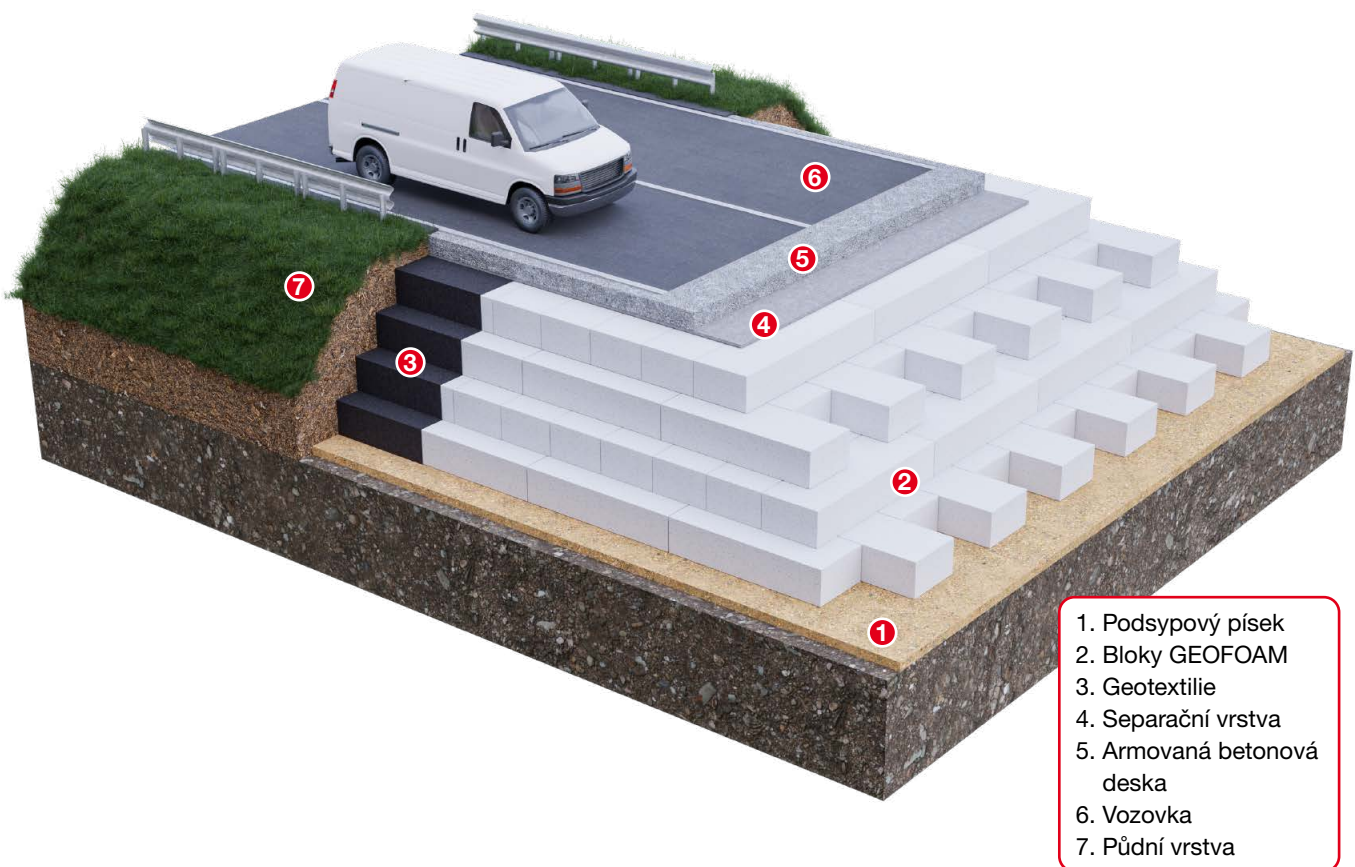
Austrotherm EPS GEOFOAM® zajistí nejvyšší staveb-

ní a ekonomickou efektivitu v oblasti zemních násypů na měkkém, vysoce stlačitelném podloží.

Blok z expandovaného polystyrenu Austrotherm EPS GEOFOAM® je lehký výrobek s uzavřenou buněčnou strukturou, který se používá v geotechnických aplikacích. Je to materiál s vysokým poměrem pevnosti v tlaku a hustoty, vyrábí se v objemové hmotnosti od 15 kg/m³ do 30 kg/m³.

Mezi oblasti použití materiálu Austrotherm EPS GEOFOAM® patří:

- ▶ Výstavba násypů pro dálnice a mosty
- ▶ Zemní práce nad podzemními inženýrskými sítěmi a propustky
- ▶ Lehké výplně nad tunely
- ▶ Stavba protihlukových bariér
- ▶ Terénní úpravy
- ▶ Stupňovitá sezení na stadionech, v divadlech apod.



Obrázek 2: Klasický lichoběžníkový násyp z bloků GEOFOAM

Austrotherm EPS GEOFOAM®

Bloky z expandovaného polystyrenu se s úspěchem používají v dopravních stavbách **pro nižší zatížení podloží a nosných konstrukcí**. Při větší mocnosti měkkých stlačitelných sedimentů v podloží (> 1 m) se právě jako jedno z možných opatření nabízí snížení hmotnosti násypu použitím lehkých materiálů, jako je např. Austrotherm EPS GEOFOAM®.

Použití polystyrenu jako materiálu, jehož účelem je **vylehčení zemního tělesa** pro omezení jeho sedání, se

mj. věnuje česká technická norma ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. Ta uvádí v článku 5.10.2, že při použití expandovaného polystyrenu EPS lze snížit svislé napětí na podloží až o 95 % v porovnání s napětím vyvozeným na podloží při použití běžné sypaniny z přirozené zeminy.

Ve srovnání s jinými materiály (např. popílek či lehké keramické kamenivo) se v případě použití Austrotherm EPS GEOFOAM® jedná o nejúčinnější opatření.

Výrobek	Austrotherm EPS GEOFOAM® 15	Austrotherm EPS GEOFOAM® 20	Austrotherm EPS GEOFOAM® 25	Austrotherm EPS GEOFOAM® 30
Číslo výrobku	X15GEOFOAM	X20GEOFOAM	X25GEOFOAM	X30GEOFOAM
Objemová hmotnost (kg.m ³)	15	20	25	30
Pevnost v tlaku (kPa) při $\epsilon=10\%$	70	100	150	200
Pevnost v tlaku (kPa) při $\epsilon=2\%$	12	20	30	36
Pevnost v ohybu (kPa)	115	150	170	200
Rozměrová tolerance – délka (dle ČSN EN 14933)	±0,3 až ±1,0 % nebo ±3 až ±10 mm podle třídy			
Rozměrová tolerance – šířka (dle ČSN EN 14933)	±0,3 až ±0,5 % nebo ±3 až ±5 mm podle třídy			
Rozměrová tolerance – tloušťka (dle ČSN EN 14933)	±0,2 až ±0,5 % nebo ±2 až ±5 mm podle třídy			
Reakce	bez obsahu FCKW, HFCKW, HFKW a HBCD			
Rozměry	4000 x 1000 x 500 mm *			

* Alternativní rozměry jsou možné

Výhody použití:

- ▶ Chemicky a biologicky neutrální materiál
- ▶ Snadná manipulace a nízká hmotnost - možnost bloky ručně přenášet
- ▶ Pevnost v tlaku
- ▶ Odolnost vůči mikroorganismům jako jsou houby, plísně apod.
- ▶ Velmi nízká nasákavost
- ▶ Snížení napětí na podloží díky bezkonkurenčně nízké objemové hmotnosti

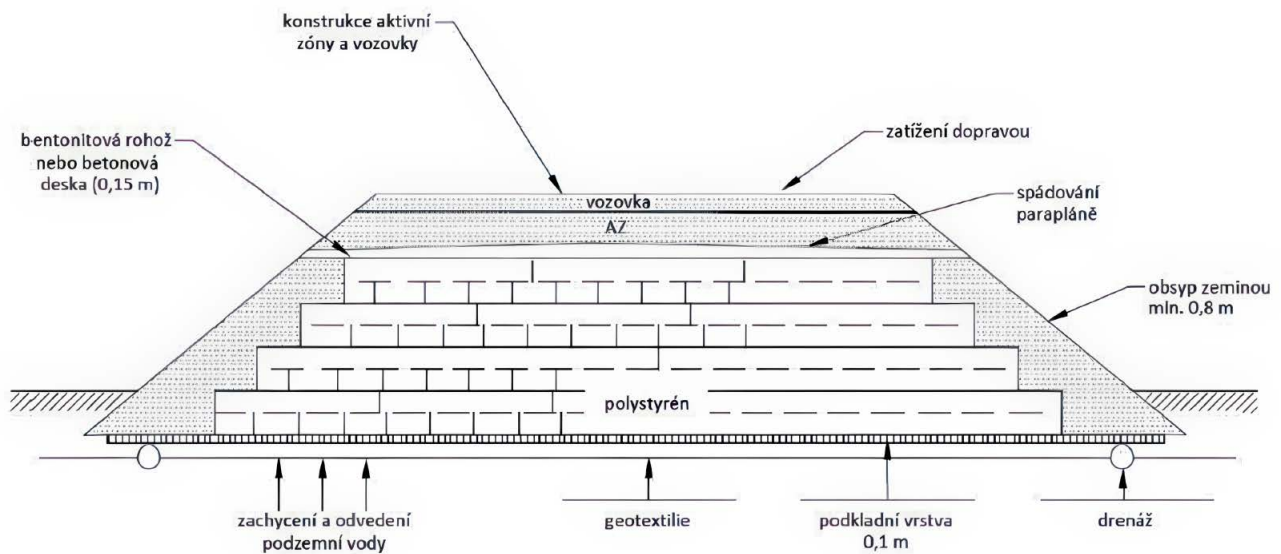


Obrázek 3: Snadná manipulace s materiálem Austrotherm EPS GEOFOAM®

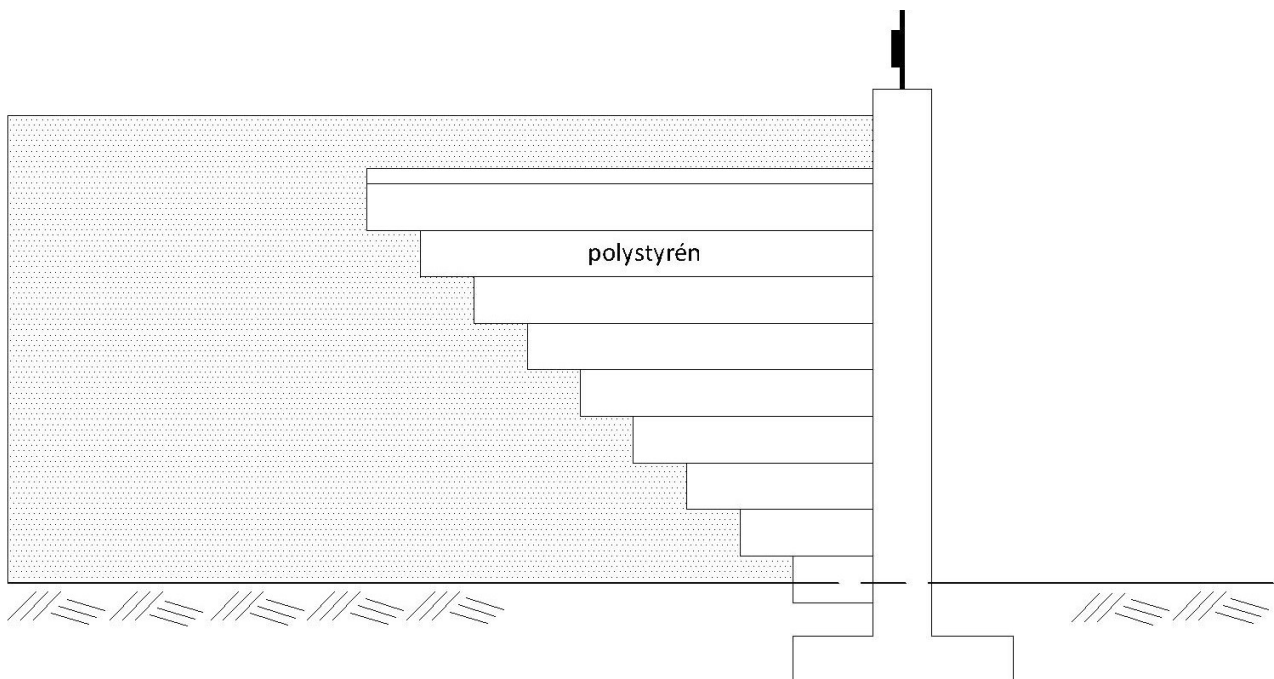
Aplikace

Bloky Austrotherm EPS GEOFOAM® se pokládají ve vazbě **vedle sebe a nad sebou ve vrstvách**, aby nevznikaly průběžné spáry mezi bloky. Minimální přesah spár bloků v nadložní vrstvě min. 0,3 m, ve vodorovném směru přesah bloků min. 0,6 m. Podklad pro kladení bloků EPS musí být vodorovný.

Podrobné požadavky na úpravu podloží násypu a výstavbu vlastního tělesa násypu z bloků Austrotherm EPS GEOFOAM® se řídí Technickými podmínkami pro vylehčené násypy pozemních komunikací TP 198 vydanými Ministerstvem dopravy.



Obrázek 4: Příklad příčného řezu násypem pozemní komunikace vylehčeného pomocí bloků z expandovaného polystyrenu EPS
 Zdroj: Technické podmínky TP 198, Ministerstvo dopravy, březen 2024



Obrázek 5: Snižování zemního tlaku na opěrnou konstrukci pomocí bloků z expandovaného polystyrenu EPS
 Zdroj: Technické podmínky TP 198, Ministerstvo dopravy, březen 2024

Způsoby použití a referenční stavby v ČR a zahraničí

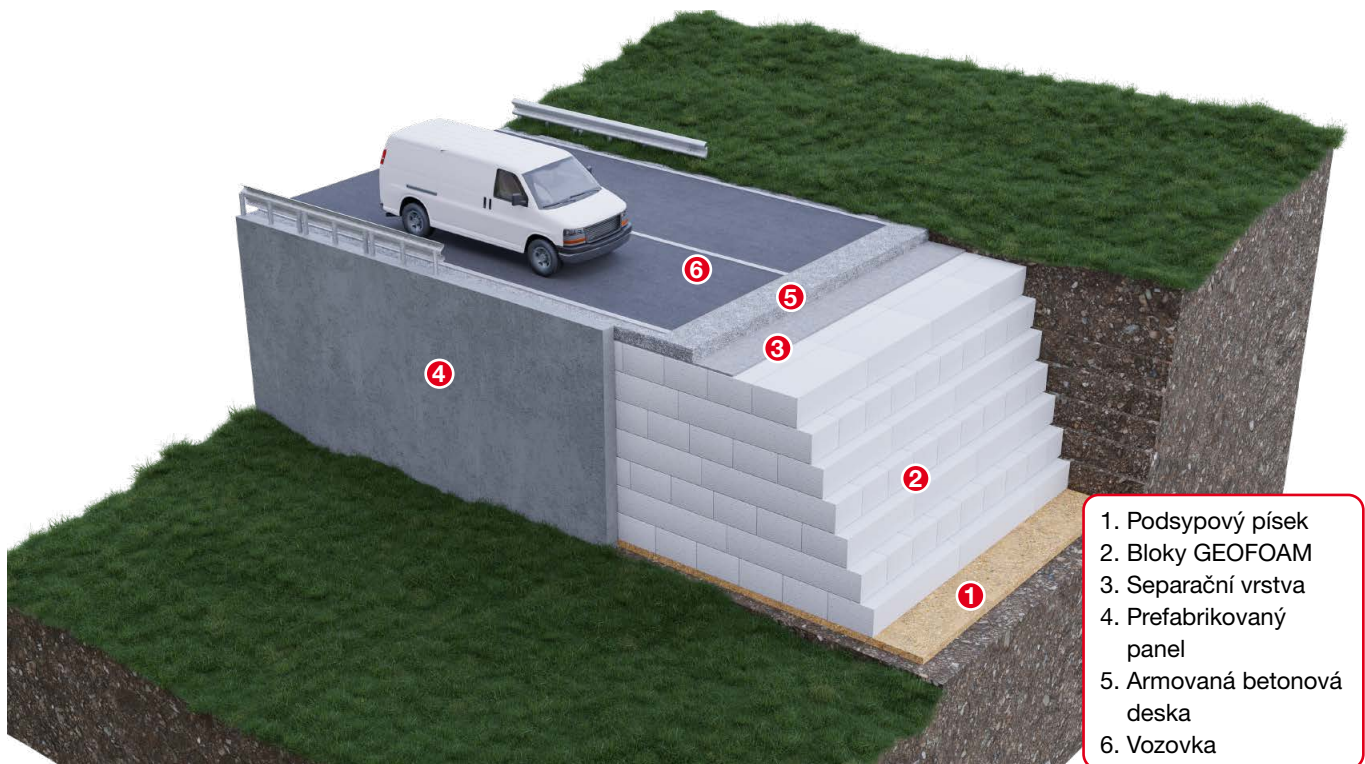
Dálniční násypy

Dálniční násypy postavené na méně únosném podloží mohou způsobovat nadměrné celkové sedání, a proto vyžadují speciální geotechnická řešení. Při navrhování řešení je důležitým aspektem **stabilita dálničních násypů**, a to nejen během výstavby, ale především její zajištění pro dlouhodobé užívání stavby. S ohledem na přípustné celkové sedání, únosnost a kritéria stability jsou vždy navrhována vhodná řešení na základě místních podmínek.

Na upraveném podloží se tradičně budují násypy a nájezdy na mosty ze ztuhlé země. Pro úpravu se hojně využívají tradiční techniky, jako jsou injektáže, drenáže, hloubková stabilizace a podobné technologie. Tyto úpravy mají své technické hranice a nemusí být ani přes svou náročnost dostatečné.

Alternativou může být **výstavba násypů na méně**

únosném podloží pomocí geofamových bloků, které jsou 50 až 100krát lehčí než hutněný zemní násyp. Geofamové bloky poprvé použila Norská správa dálnic (NPRA) v roce 1972 u nájezdového násypu mostu Flom na dálnici 159 u Osla pro zabránění celkovému sedání. Po vybudování této první aplikace a s rozšířením technologie GEOFOAM vydala Norská laboratoř pro výzkum silnic (NRRL) normu pro použití geofamových bloků při stavbě dálnic (NRRL, 1992). Po prvních úspěšných aplikacích technologie GEOFOAM v Norsku založili zástupci japonského průmyslu organizaci EDO (Expanded Polystyrol Construction Method Development Organization), která se začala systematicky věnovat metodologii použití materiálu EPS pro stavební práce. Technologie GEOFOAM byla v Japonsku implementována v roce 1985 (Tsukamoto, 2011).



Obrázek 6: Násyp se svislými stranami z bloků GEOFOAM

Základní kroky výstavby vylehčených násypů z geofamových bloků:

- (1) uložení podsyrového písku
- (2) položení geofamových bloků na základě připraveného plánu
- (3) umístění separáční vrstvy
- (4) položení geotextilie a opatření geofamového násypu vrstvou zeměny příp. instalace prefabrikovaných panelů
- (5) armovaná betonová deska
- (6) konstrukce vozovky

Po zavedení geofamových bloků jako geotechnologie v Norsku bylo **použití geofamových bloků v dálničních projektech** realizováno také v Německu (Beinbrech & Hillmann, 1997), Francii (Perrier, 1997), Anglii (Thompsett et al., 1995), v Nizozemsku (Duškov & Nijhuis, 2011), Turecku (Herle, 2011), Řecku (Papacharalampous & Sotiropoulos, 2011), Finsku (Saarelainen & Kangas, 2001) a Srbsku (Spasojević et al., 2011). Výstavba geofamových násypů nabrala v poslední době na intenzitě zejména v Turecku (Özer et al., 2017; Özer & Akinay, 2017; Özer et al., 2018; Özer & Akinay, 2019; Özer 2020).

Technologie GEOFOAM byla zavedena také mj. v Číně, Jižní Koreji a na Tchaj-wanu (Aabøe et al., 2019).

Ve Spojených státech byla první aplikace geofamu dokončena v roce 1989 na dálnici 160 v Coloradu. Technologie GEOFOAM hrála významnou roli v projektu rozšíření a rekonstrukce dálnice I-15, který byl realizován v letech 1998-2001 (Bartlett et al., 2000). V rámci stu-

die financované z programu The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) byla vypracována norma pro navrhování dálničních násypů z geofamových bloků (Stark et al., 2004 a; 2004 b).

Kromě **krátké doby realizace projektu výstavby dálničního násypu z bloků GEOFOAM** mohou být počáteční investiční náklady projektu (v závislosti na hloubce upravované zeminy) nižší než náklady na aplikaci upravované zeminy a následnou výstavbu konvenčního hutněného zemního násypu (Duškov & Waarts, 2011; Özer et al., 2012). Protože se jedná o **účinné řešení proti celkovému a dílčímu sedání**, zaručuje technologie geofamových **bloků minimální náklady na údržbu** po celou dobu životnosti projektu.

Dálniční násypy z geofamových bloků lze **budovat jak se se sklonem - lichoběžníkové (obr. 2), tak se svislými stranami (obrázek 6)**. Kromě toho lze v případě potřeby obě techniky **kombinovat** (str. 23, obrázek 35).



Obrázek 7: Výstavba silničního násypu



Obrázek 8: Výplň nájezdové rampy

EPS GEOFOAM® v České republice

Bloky Austrotherm EPS GEOFOAM® lze využít jako lehký stavební materiál při výstavbě silnic, dálnic a mostních konstrukcí. Díky nim se výrazně snižuje hmotnost silničního násypu, a tím i zatížení podloží. Cílem použití bloků Austrotherm EPS GEOFOAM® je především minimalizovat sedání a deformace na méně únosném podloží.

Projekt dálnice D1 – vylehčený násyp u mostního objektu D211

Stavba 0133 Vyškov- Mořice km 32,800 – 48,884

Stavební projekt D101: vylehčený násyp v km 40,633 – 40,831

Vedoucí člen „Sdružení D1“ zhotovitelů stavby 0133: Skanska DS a.s.

Generální projektant stavby: HBH Projekt s.r.o.

Investor stavby: ŘSD ČR

Zhotovitel stavebního projektu D101: SSŽ, a.s.

Výrobce expandovaného polystyrenu EPS: DCD IDEAL spol. s r.o. – nyní Austrotherm CZ s.r.o.

Dálniční násyp v k.ú. Ivanovice na Hané byl v DSP i DZS navržen jako sendvičový s přitěžovacími lavicemi, dosahující maximální výšky cca 14m nade dnem údolí a mostním objektem tvořeným monolitickou klenbou délky 90m, přesypanou 4m nadnásypu. Vzhledem k velmi nepříznivým základovým poměrům se však předpokládalo celkové sednutí takto navržené konstrukce kolem 80cm. Proto byla navržena taková konsolidační opatření, aby větší část sednutí proběhla před vybudováním mostní konstrukce a zejména před položením vozovkového souvrství dálnice.

V etapě zpracování RDS se GP stavby snažil maximálně zjednodušit navrhované konstrukce tak, aby došlo ke **snížení pracnosti, časové náročnosti** a v neposlední řadě i k **úspoře nákladů na výstavbu**.

Princip navrženého řešení spočívá ve zmenšení přitížení podloží násypem dálničního tělesa. Pro snížení hmotnosti násypu byla využita náhrada části zemní konstrukce jádra násypu **bloky z expandovaného polystyrenu EPS**. To současně umožňuje i náhradu obsypané klenbové mostní konstrukce jednopólovým mostem z prefabrikovaných nosníků, založeným plošně na vyztuženém zemním tělese násypu a přesypaném vylehčeným násypem z polystyrenových bloků.

Pro stavbu byly použity bloky GEOFOAM z expandovaného polystyrenu, **jehož minimální objemová hmotnost a napětí při 10% deformaci** jsou:

- ▶ 20 kg/m³ 100 kPa pro méně namáhané části
- ▶ 25 kg/m³ 150 kPa pro běžný násyp
- ▶ 30 kg/m³ 200 kPa pro více namáhané části

Spodní vrstva EPS byla kladena delší stranou bloků podél rubu opěry mostu, šikmo k ose dálnice v šířce 46,5m, další vrstva byla kladena napříč, tj. podélně s osou dálnice. Takto střídavě byly kladeny všechny vrstvy pod úrovní mostovky. Nutné úpravy délky bloků byly prováděny u opěr a na koncích vrstvy. Aby se zabránilo posunu polystyrenových bloků při pokládání a zásypu, spojily se navzájem v jednotlivých vrstvách zasekávacími hmoždinkami.

Horní povrch bloků EPS je chráněn položením filtračně-separační geotextilie s přesahem 0,5m. Na provedené těleso z bloků GEOFOAM byla pak rozprostřena a zhutněna vrstva šterkopísku a následně provedena vrchní vrstva cementové stabilizace.

Po obou stranách tělesa z bloků GEOFOAM jsou provedeny ochranné bloky hutněného zasypu sprašovým materiálem z výkopu trasy. Svahy zemního tělesa vylehčeného bloky GEOFOAM jsou běžným způsobem svažovány, ohumusovány a osety.

Vybavení dálnice je za účelem zajištění bezchybné funkce celé konstrukce uzpůsobeno tak, aby **do prostoru vylehčeného násypu nezasahovaly žádné další konstrukce** (např. kanalizační potrubí, šachty, sloupky svodidel atd.).

Výstavba mostní konstrukce



Příprava podloží pro pokládání bloků



Stupňovitě připravený terén pro pokládku bloků



Zakládání první řady bloků



Ukázka pokládání bloků do vazby



Ukázka kotvení bloků



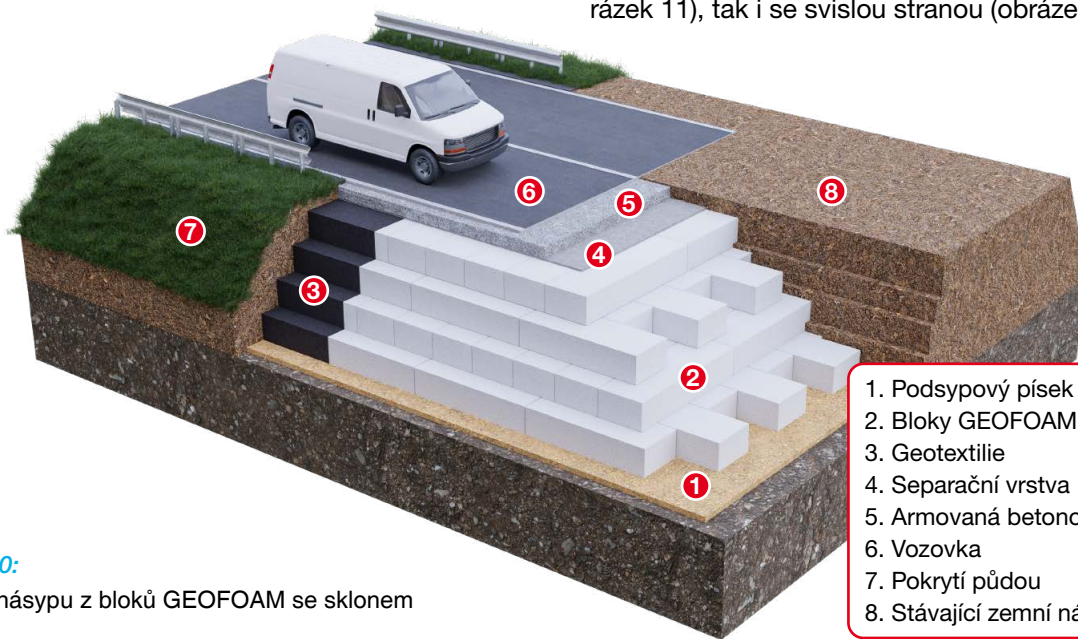
Obrázek 9: Postup výstavby dálnice D1

Bloky Austrotherm EPS GEOFOAM® pro rozšíření násypu

Rozšiřování jízdních pruhů se často používá k uspokojení rostoucích dopravních potřeb a k vybudování bezpečnějších připojovacích a odbočovacích pruhů. Výstavba **rozšíření násypu** na stávající trase dálnice může představovat technický problém, který vyžaduje zvážení celkového i dílčího sedání jak ve stávajícím násypu, tak v rozšířené části násypu. K prevenci dílčího a celkového sedání se používají lehké výplňové materiály, geosyntetika, piloty, předpětí, kamenné sloupy, prefabrikované svislé drenáže a podobné techniky (Han et al., 2006; Serridge & Synac, 2007).

Použití technologie GEOFOAM v projektech rozšiřování násypů představuje ve srovnání s tradičními technikami vylehčování půdy nejen **ekonomicky výhodnou alternativu**, ale také významnou **úsporu času při realizaci projektu**.

Z celkových 5,3 milionů m³ bloků EPS použitých v Japonsku v letech 1985-2010 v pozemním stavitelství bylo celých 47,5 % využito v projektech rozšiřování násypů. (Kubota, 2011). Stejně jako tradiční násypy z geofoamových bloků lze i rozšíření násypu z geofoamových bloků provést jak se sklonem - lichoběžník (obrázek 10 a obrázek 11), tak i se svislou stranou (obrázek 12).



1. Podsyrový písek
2. Bloky GEOFOAM
3. Geotextilie
4. Separáčnı vrstva
5. Armovaná betonová deska
6. Vozovka
7. Pokrytí půdou
8. Stávající zemní násyp

Obrázek 10:

Rozšíření násypu z bloků GEOFOAM se sklonem

Fáze výstavby rozšíření násypů pomocí bloků Austrotherm EPS GEOFOAM® jsou stejné jako fáze výstavby kompletních geofoamových dálničních násypů. Pro výstavbu rozšíření násypu z geofoamových bloků musí

být svah stávajícího násypu stabilní (obrázek 11). Pokud stávající svah není stabilní, je třeba před uložením bloků provést nezbytnou sanaci svahu (obrázek 12).



Obrázek 11: Rozšíření násypu pomocí bloků GEOFOAM jako výplně bočního svahu přiléhajícího ke stabilnímu svahu stávajícího násypu (Vinterbro/Ås/Akershus/Norveč), (Damtevd., 2011)



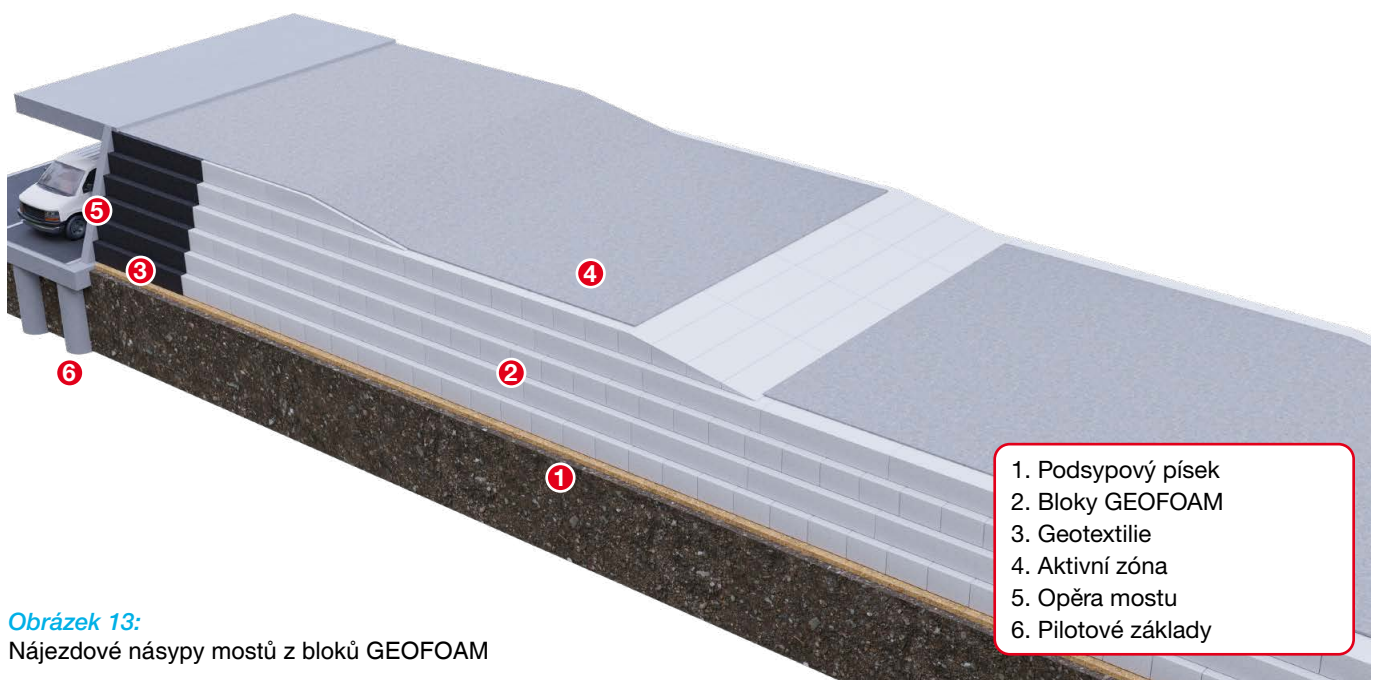
Obrázek 12: Rozšíření násypu se svislou stranou z geofoamových bloků vybudovaného jako výplň bočního svahu přiléhajícího ke stávajícímu násypu vozovky. Uložení geofoamových bloků zahájeno po sanaci svahu zemními hřebíky a torkretováním dokončeném ve stávajícím svahu násypu (Second Mesa/Arizona/USA). (Fotografoval: S. F. Bartlett)

Nájezdové násypy mostů

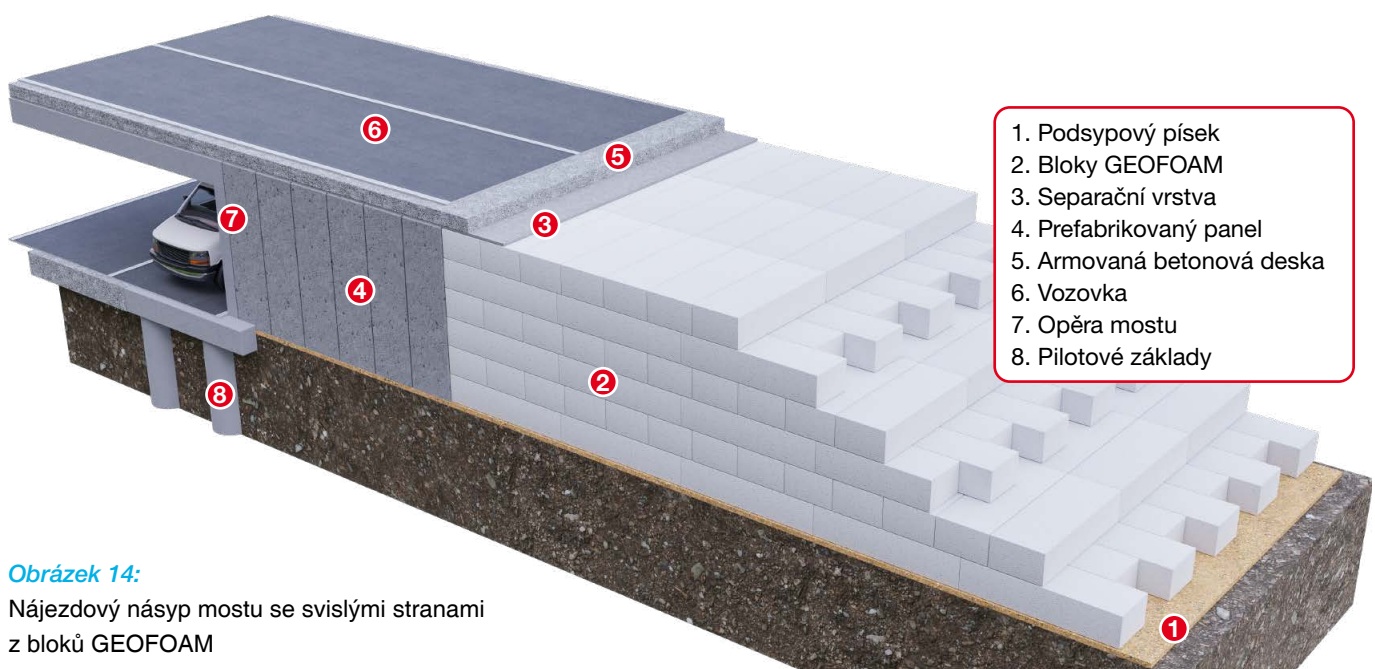
Výstavba nájezdů na mosty v místech s měkkými stlačitelnými sedimenty vyžaduje speciální řešení. Mostní opěry na takových půdách se tradičně budují na pilotových základech, aby se zabránilo celkovému sedání a poruchám vlivem nerovnoměrné únosnosti podloží. Pokud se v tomto případě neprovede tradiční úprava podloží v základech u nájezdového násypu, dochází k dílčímu sedání mezi opěrou mostu a nájezdovým násypem. Toto dílčí sedání zvyšuje náklady na údržbu a může také ohrozit stabilitu násypu i opěry mostu. Nájezdy na mosty mohou být zhotoveny z geofoamových

vých bloků, aby se zabránilo dílčímu sedání a ztrátě stability.

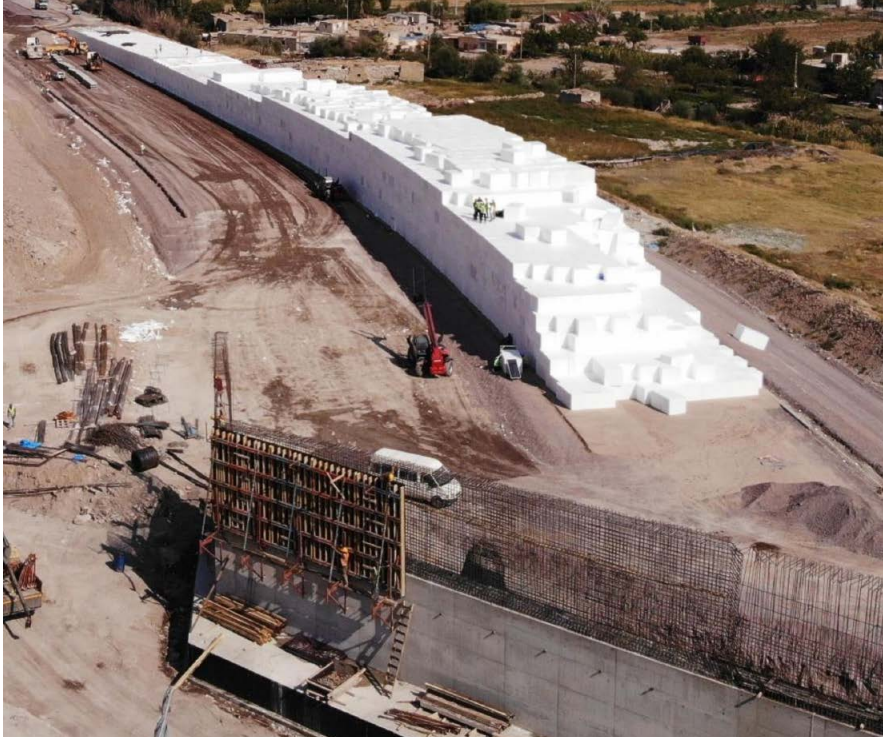
Podobně jako u tradičních dálničních násypů z geofoamových bloků mohou být i **nájezdy na mosty konstruovány jak se sklonem** (obrázky 13 a 18), **tak se svislými stranami** (obrázky 14 a 19). Kromě prevence dílčího sedání poskytuje konstrukce nájezdových mostních násypů s geofoamovými bloky **ekonomicky výhodnou alternativu**. Ve srovnání s tradičním ztuhněným zemním násypem snižuje boční tlaky působící na opěru na zanedbatelnou úroveň.



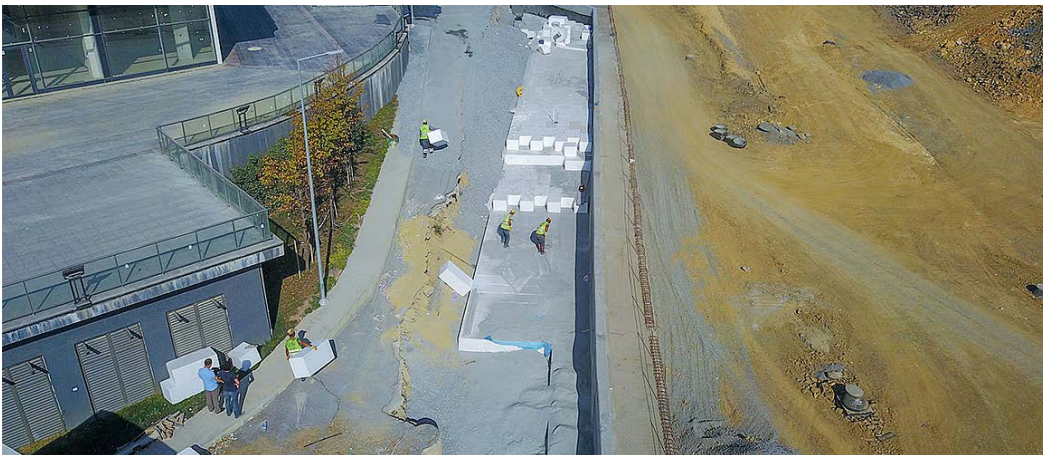
Obrázek 13:
Nájezdové násypy mostů z bloků GEOFOAM



Obrázek 14:
Nájezdový násyp mostu se svislými stranami z bloků GEOFOAM



Obrázek 15: Výstavba geofamového nájezdového násypu mostu (Turecko)



Obrázek 16: Mírný svah za opěrnou zdí, Ibn Haldun University, Kayasehir, Istanbul



Obrázek 17: Projekt mostních násypů (Akyazi, Turecko)

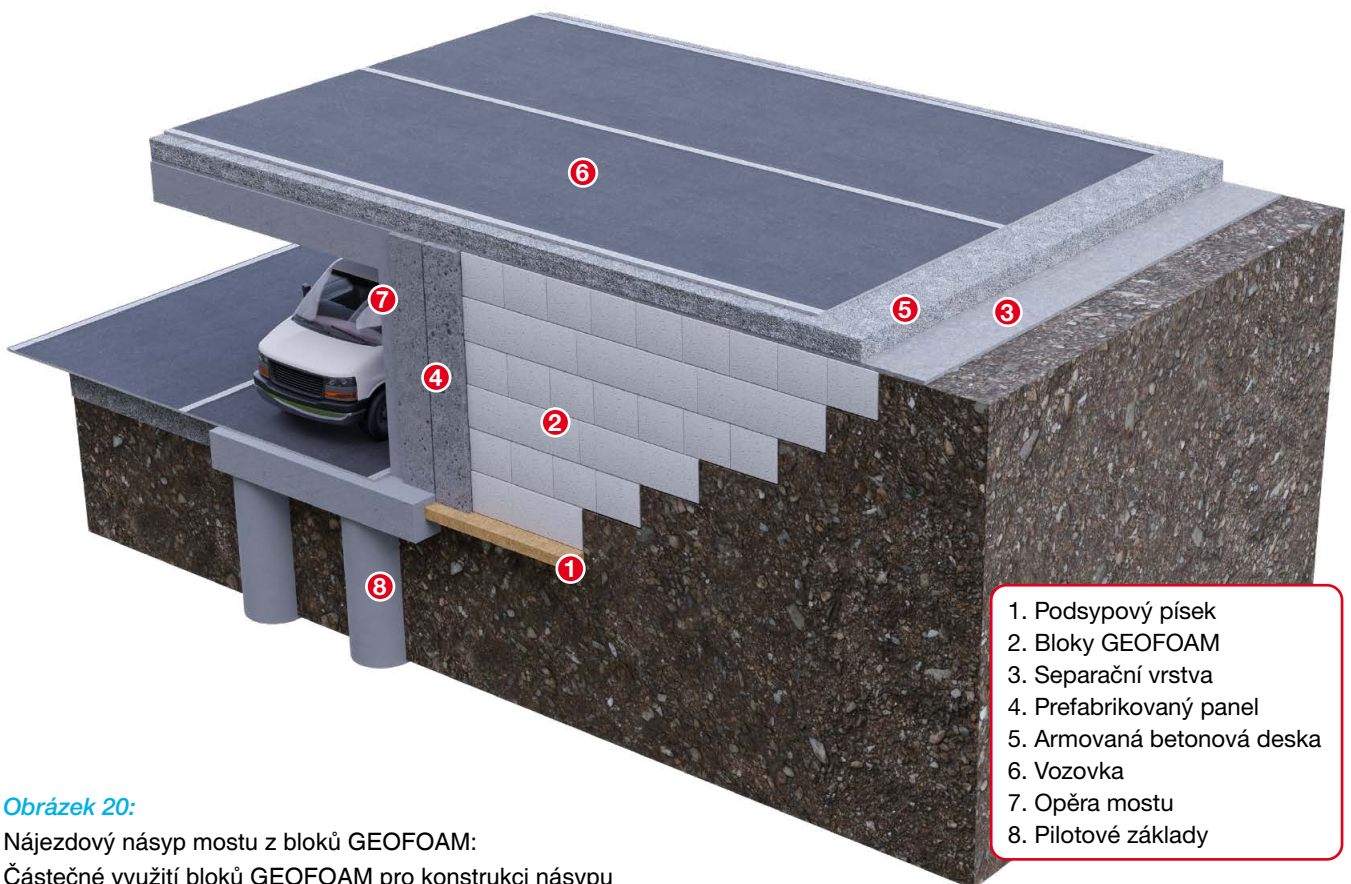
Kromě výstavby celého nájezdu na most pomocí geofoamových bloků lze **využít geofoamové bloky také pouze pro část konstrukce** (obrázek 20). Tento způsob rozmístění bloků je upřednostňován za účelem **hospodárnějšího návrhu mostní opěry** při statickém i dynamickém zatížení, pokud je celkové a dílčí sedání podél nájezdového násypu v přípustných mezích.



Obrázek 18: Nájezdový násyp mostu z bloků GEOFOAM (Norsko), (EUMEPS, 2010)



Obrázek 19: Nájezdový násyp mostu z bloků GEOFOAM: Dálnice I-15 (Salt Lake City/Utah/USA) (Fotografoval: S. F. Bartlett)



Obrázek 20:

Nájezdový násyp mostu z bloků GEOFOAM:
Částečné využití bloků GEOFOAM pro konstrukci násypu

Výstavba nájezdového násypu mostu

Jednou z nejdůležitějších výhod technologie GEOFOAM při výstavbě nájezdového násypu mostu je doba realizace, která se ve srovnání s tradičními technikami vylehčování půdy výrazně zkrátí, jako například při stavbě rampy u Bogazkopru-Kocasinan/Kayseri (Turecko).



Obrázek 21: Fáze výstavby geofoamových nájezdových násypů mostů – letecké snímky:
(Místo: Bogazkopru-Kocasinan/Kayseri, Datum:08.08.2019 -19.11.2019)



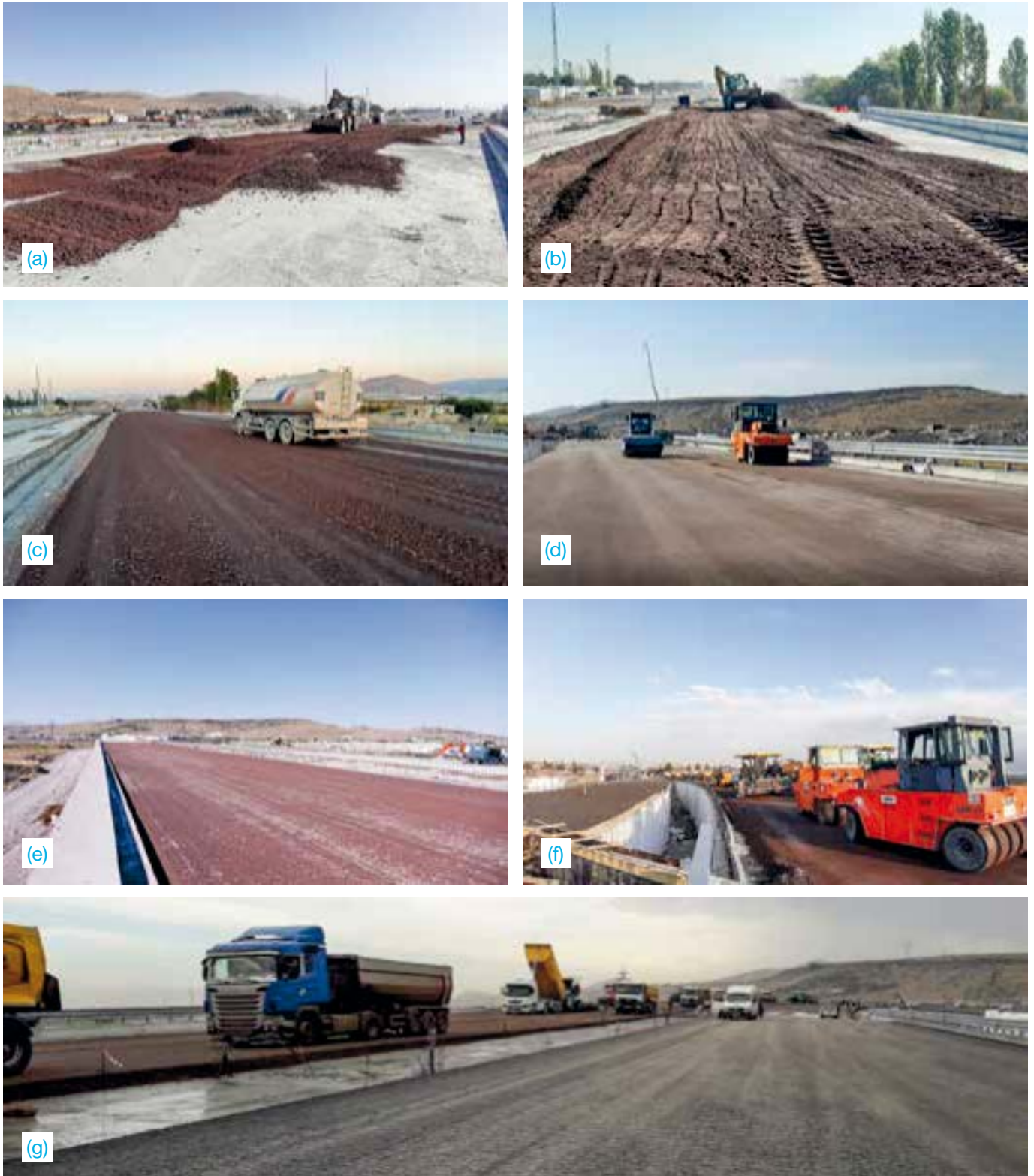
Obrázek 21: Bogazkopru-Kocasinan/Kayseri (pokračování)

Výstavba nájezdového násypu mostu

Postup **výstavby nájezdového násypu mostu** z gefoamových bloků u Bogazkopru-Kocasinan/Kayseri zahrnoval uložení volného drenážního podsypového písku, položení gefoamových bloků na základě plánů, vylití železobetonové desky na sestavu gefoamových bloků, uložení aktivní zóny, zhotovení obrusné vrstvy. Na boční ochranu bloků před UV degradací a vnějšími faktory byly použity prefabrikované panely.



Obrázek 22: Přeprava gefoamových bloků: (a) První bloky GEOFOAM dorazily na staveniště, (b) Průběžná přeprava bloků při pokračující pokládce bloků. (Místo: Bogazkopru-Kocasinan/Kayseri, Turecko, Datum: 02.08. 2019 - 08.08.2019)



Obrázek 23: Uložení podkladní vrstvy: a-b) Vrstva položená na železobetonovou desku, c) Přidání vody pro dosažení vlhkosti podkladní vrstvy v rozmezí $\pm 2\%$ optimální vlhkosti, d) Zhutnění podkladní vrstvy pomocí válců, e) Uložení podkladní vrstvy bylo dokončeno, f) Uložení podkladní vrstvy pomocí silničního zařízení, g) Uložení živичné vrstvy v jednom z nájezdových násypů mostu, zatímco pokládka-zavlažování-hutnění podkladní vrstvy pokračuje v druhém nájezdovém násypu. (Místo: Bogazkopru-Kocasinan/Kayseri, Datum: 01.09.2019 - 16.10.2019)

Výstavba nájezdového násypu mostu

Železobetonová deska a vrstvy vozovky (podkladní, základové a živičné vrstvy) byly pokládány současně v úsecích, kde byla dokončena montáž bloků (obrázek 24). Současné provádění stavebních prací urychlilo dobu dokončení projektu.



1
Položení bloků GEOFOAM



2
Vyztužení železobetonové desky



3
Položení železobetonové desky



4
Položení podkladní vrstvy

Obrázek 24: Současné provádění stavebních fází geofamových nájezdových násypů mostů (Místo: Bogazkopru-Kocasinan/ Kayseri, Datum: 28.08.2019 -15.10.2019)

Propustky a podzemní potrubí

Použití bloků GEOFOAM jako lehké výplně na vrcholu propustků

Propustek je konstrukce umožňující průtok vody, průjezd vozidel a průchod chodců pod vozovkou (obrázek 25). Propustky se vyrábějí z betonu, železobetonu (litého na místě nebo prefabrikovaného), oceli nebo materiálů na bázi polymerů (HDPE, PVC, PP atd.). Propustky se vyrábějí v různých velikostech a tvarech (čtyřúhelníkové, kruhové, tlamové atd.).

Na propustky lze navršíť zemní zásypy různé tloušťky a vytvořit tak násyp vozovky. Pokud je tloušťka zemního zásypu na vrcholu propustku relativně malá, důležitým

parametrem návrhu je stanovení podmínek pro maximální nosnost projíždějících motorových vozidel (obrázek 25). Naopak při zvětšování tloušťky zemního zásypu se snižuje nárůst napětí způsobený zatížením nápravami motorových vozidel, avšak zvyšuje se vlastní hmotnost zemního zásypu (obrázek 26). Pokud jsou propustky navrhovány pod relativně silnými zemními zásypy, mohou být konstrukční prvky propustku poměrně velké, aby splňovaly návrhová kritéria. To přirozeně vede ke zvýšení počátečních investičních nákladů projektu.



Obrázek 25: Železobetonový propustek s dvojí komorou sloužící jako most (Zdroj: <http://www.hudsoncivil.com.au>)



Obrázek 26: Poměrně silný zemní zásyp na vrcholu dvoukomorového železobetonového propustku. (Zdroj: <http://www.hudsoncivil.com.au>)



Obrázek 27: Výplň z geofomových bloků na vrcholu tříkomorového železobetonového propustku: Konstrukce výplně násypu na propustku pomocí technologie GEOFOAM výrazně snížila zatížení propustku. (Alton/Iowa/U.S.A.)
(Zdroj: <https://www.achfoam.com/>)

Pokud by bylo potřeba na stávajícím propustku vybudovat silnou vrstvu násypu, představuje technologie lehkých geofomových bloků funkční alternativu, jak předejít možnému poškození konstrukce (obrázek 27), aniž by se muselo přistoupit k investici do nutného zpevnování propustku.

Zejména rozšíření dálničních a železničních násypů postavených na měkkých půdách vyžaduje speciální řešení statické stability stávajících propustků. Pokud jsou tyto násypy budovány s použitím běžných zemních výplní, může primární konsolidace způsobit strukturální poškození stávajících propustků. Postupy modifikace půdy prodlužují dobu výstavby a zvyšují celkové náklady projektu v závislosti na místním půdním profilu. **Případnému poškození konstrukce stávajících propustků lze předejít vybudováním rozšíření násypu pomocí geofomových bloků (obrázek 28).**



Obrázek 28: Aplikace, kde je výplň z geofomových bloků postavena na vrcholu jednodemového železobetonového propustku: Rozšíření železničního násypu bylo provedeno pomocí geofomových bloků, aby se zabránilo dílčímu sedání, které by mohlo způsobit poškození konstrukce propustku. (Draper/Utah/A.B.D.), (Bartlett et al., 2015)

Výstavba ochranných galerií proti padání kamenů

Výstavba ochranných galerií proti padání kamenů z materiálu Austrotherm EPS GEOFOAM® je rovněž považována za vhodnou alternativu, pokud je prostor na stavbu úzký. Tradiční zásyp zeminou nad ochrannými galeriemi má omezenou schopnost absorbovat energii padajících těles. Přidání vrstev geofoamových bloků pod zásyp zeminou však může výrazně zvýšit účinnost ochranné konstrukce díky vysoké schopnosti geofoamových bloků absorbovat energii, která způsobuje deformaci v důsledku dopadu kamenů.

Jako typický příklad lze uvést použití bloků GEOFOAM v konstrukci ochrany proti padání kamenů na dálnici Adana - Pozanti mezi městy Çiftelhan - Pozanti v Turecku (obrázek 29).

V roce 2014 byl na dálnici Ankara - Pozanti, úsek Çiftelhan - Pozanti, vybudován tunel chránící před padáním kamenů. Na tomto ochranném tunelu jsou pod zemním krytem umístěny geofoamové bloky pro absorpci energie. (Zdroj: EPSDER)



Obrázek 29: Použití bloků GEOFOAM v galeriích pro ochranu proti škodám způsobeným padajícími kameny

Použití bloků GEOFOAM v hlubokém výkopu



Obrázek 30: Použití bloků GEOFOAM v projektu hlubokého výkopu (Místo: Atakoy-Ikitelli Subway Bahariye Station, Bahariye-Ikitelli/Kucukcekmece, Istanbul, Datum: 22.10.2018)

Dodatečné násypy, terasy a plošiny

Vzhledem k funkčním změnám stávajících konstrukcí mohou architekti navrhnout další zásypy, které vytvoří terasy a plošiny. Tato dodatečná svislá zatížení, která nebyla v původním návrhu uvažována jako součást provozních zatížení, mohou ohrozit konstrukční systém. Bloky GEOFOAM lze použít k vyplnění stávajících konstrukcí bez dodatečného zatížení stávajícího konstrukčního skeletu.

Při výstavbě městské nemocnice v Eskişehiru byly použity bloky GEOFOAM, aby se zmírnilo návrhové zatížení desky nájezdové rampy pro záchrannou službu (obrázek 31). S podobnou aplikací se setkáváme při výstavbě rampy umístěné mezi budovou terminálu a molem v projektu obnovy přístaviště trajektu Kabatas Seagull Project/Kabatas Square (obrázek 32).



Obrázek 31: Lehká výplň z bloků GEOFOAM pro nájezdovou rampu záchranné služby
(Místo: Městská nemocnice Eskişehir, Odunpazari/Eskişehir, Datum: 03.05.2018)



Obrázek 32: Lehká výplň z geofamových bloků pro nájezdovou rampu servisních vozidel
(Místo: Kabatas Seagull Project, Kabatas Square and Ferry Transfer Center, Istanbul, Datum: 27.11.2018)

Zkušenosti s použitím EPS GEOFOAM bloků v Turecku

První použití výrobku GEOFOAM ve významných projektech v Turecku se setvalo s pozitivním ohlasem stavebních odborníků a použití polystyrenových bloků namísto konvenčních řešení potvrdilo technické výhody, stejně jako výhody související s kvalitou díla, zkrácením doby uvedení do provozu, a tedy i nákladů na výstavbu s použitím bloků GEOFOAM.

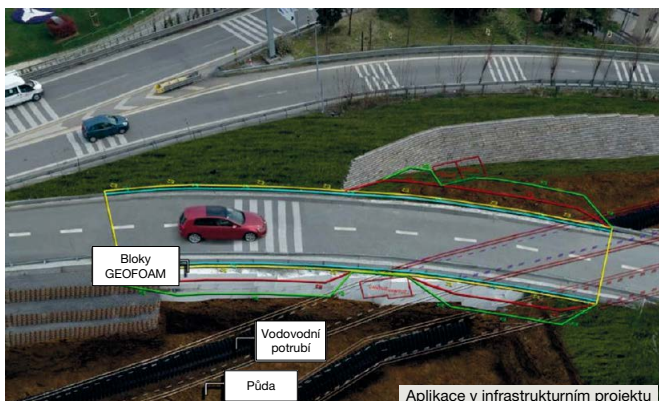
První aplikace s použitím polystyrenových bloků GEOFOAM v Turecku byly podrobeny kontrole ze strany EP-SDER (EPS Sanayi Derneği – Sdružení EPS průmyslu v Turecku) a Austrotherm Turecko. Projekt ocenilo asi 50 účastníků, složených z úředníků tureckého ministerstva dopravy, akademiků a stavebních inženýrů.



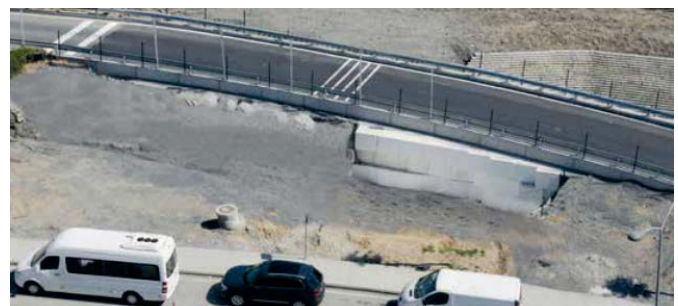
Obrázek 33: První silniční násyp z bloků GEOFOAM v Turecku (Acibadem-Uskudar/Istanbul) (Özer & Akinay, 2017)

Postup výstavby prvního násypu z geofoamových bloků v Turecku (obrázek 33) podrobně vysvětlují Özer & Akinay (2017). Při **stavbě dálničního násypu se svislými stranami z geofoamových bloků** se prefabrikované panely umístí na betonový základ a ukotví se do roznášecí desky (strana 6, obrázek 6).

Plán rozmístění bloků GEOFOAM je připraven tak, že podélné osy bloků v dané vrstvě jsou orientovány kolmo na podélné osy bloků v sousedních vrstvách.



Obrázek 34: Umístění geofoamových bloků a vodovodní síť (Acibadem-Uskudar/Istanbul) (Özer & Akinay, 2017)

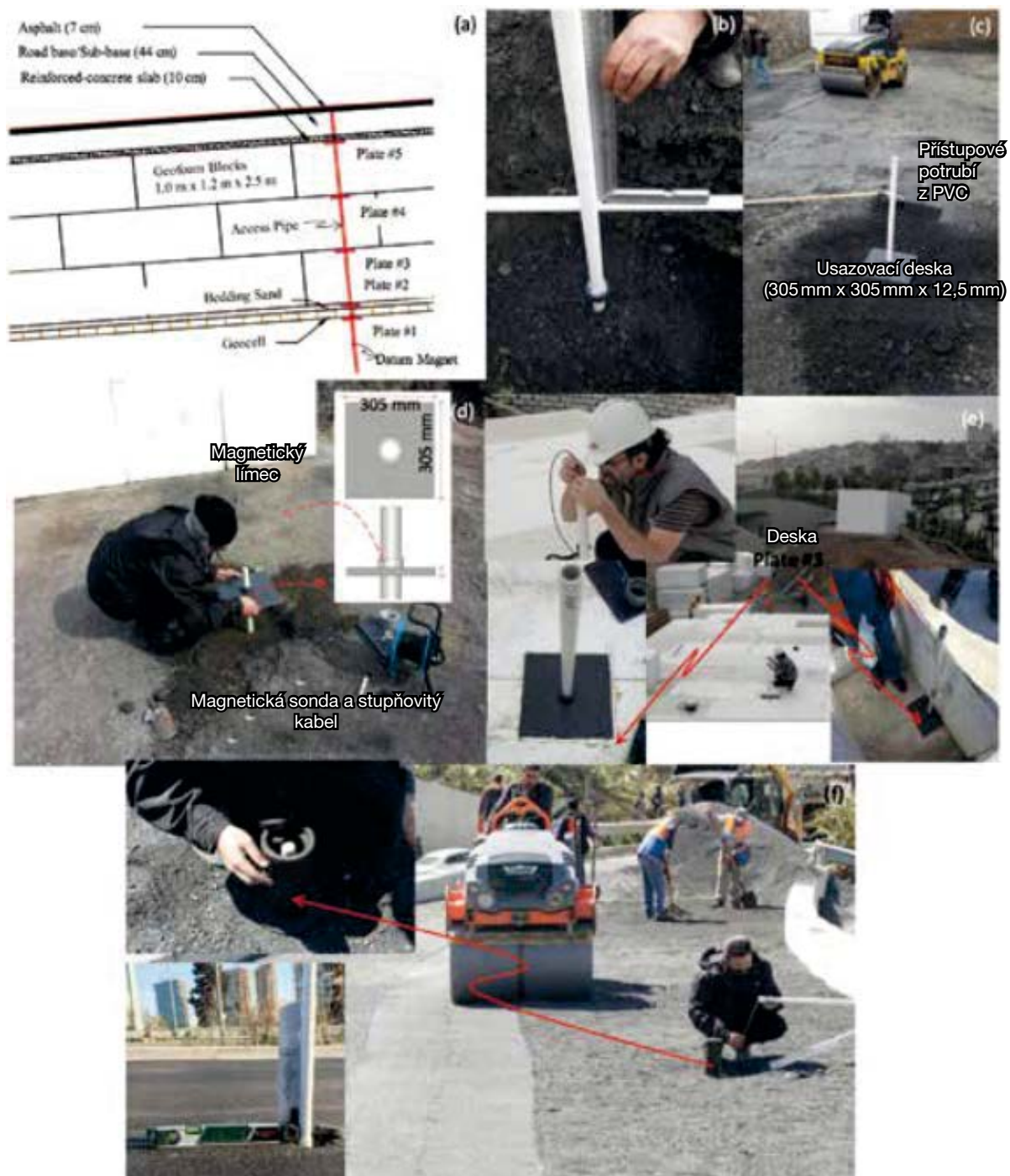


Obrázek 35: Použití konfigurace lichoběžníkových i svislých stran násypu z geofoamových bloků (Acibadem - Üsküdar/Istanbul), (Özer & Akinay, 2017)

Monitorování chování násypu během výstavby

Pro sledování chování násypu nejen během výstavby, ale i v období po výstavbě při provozním zatížení byl připraven speciální monitorovací systém. Do geofoamového násypu byla za tímto účelem instalována souprava přístrojů sestávající z magnetických usazovacích desek a byly pořízeny záznamy deformací (obrázek 36). Na konci výstavby bylo zaznamenáno nižší sedání než

přípustná hranice pružné deformace (1 %) geofoamového násypu (Özer & Akinay, 2017; 2019). Kromě toho předpokládaná hodnota dlouhodobého sedání, odhadnutá na základě záznamů sedání od otevření vozovky pro dopravu, ukázala, že očekávané celkové sedání (sedání po výstavbě plus dlouhodobá plíživá deformace) bude pod přípustnou hranicí (2 %) (Özer & Akinay, 2019).



Obrázek 36: Fáze instalace sestavy magnetických desek pro dlouhodobé monitorování (Özer & Akinay, 2017; 2019)

První projekt EPS GEOFOAM v Rumunsku

Základní údaje o projektu:

- ▶ Silniční rampa křižující obecní plynovod, 2023
- ▶ Dodaný objem: 915 m³
- ▶ Doba realizace: 4 dny
- ▶ Délka násypu: 50 metrů / Šířka: 12 metrů
- ▶ Maximální výška násypu: 5 metrů



Obrázek 37: Výstavba prvního násypu z bloků GEOFOAM v Rumunsku

Austrotherm EPS GEOFOAM® – nový partner pro vaše infrastrukturní projekty

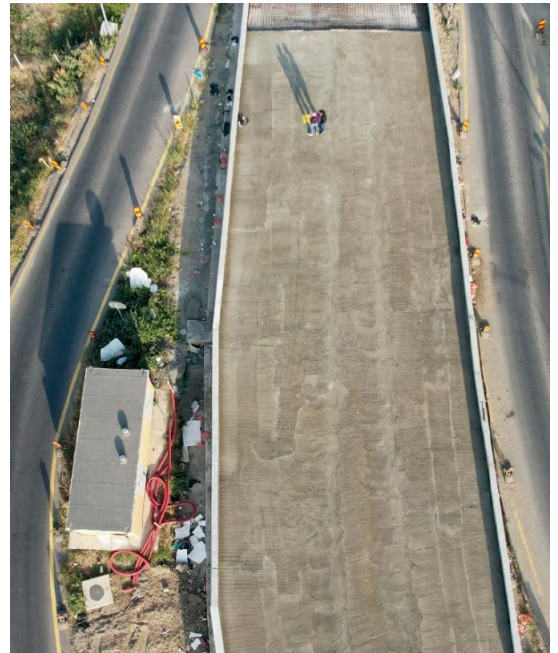
V mnoha případech se stále více projevuje potřeba výstavby nových silnic na měkkém nebo nestabilním podloží, které neunesou další zásahy. Projektanti musí najít inovativní stavební materiály a techniky, které by vyřešily problém výstavby na takovém podloží nebo v oblastech, kde se nachází inženýrské sítě.

Náš produkt Austrotherm EPS GEOFOAM® lze použít jako **náhradu stlačitelné zeminy nebo místo těžkých výplňových materiálů**.

Dalším důvodem pro použití polystyrenových bloků GEOFOAM je **úspora času**. S výrobkem se **snadno manipuluje** bez nutnosti použití specializovaného vybavení.

Díky **vysoké pevnosti v tlaku** je GEOFOAM schopen unést dopravní zátěž spojenou s dálnicemi, evropskými nebo státními silnicemi. Austrotherm EPS GEOFOAM® je průmyslově vyráběný produkt, na stavby je dodáván **po důkladném testování**.

Austrotherm EPS GEOFOAM® umožňuje inženýrům, architektům a stavitelům zvolit nejlepší kombinaci výrobků pro dosažení cílů projektu. Díky nebývalé **pevnosti a pružnosti** nabízí systém GEOFOAM také nová řešení řady problémů, včetně **ochrany proti seismickým a hlukovým otřesům a tlumení vibrací**.



Obrázek 38: Využití materiálu GEOFOAM v infrastrukturních projektech



Obrázek 39: Ochrana potrubí



Obrázek 39: Konstrukce schodů s materiálem GEOFOAM odlehčuje zatížení

Bloky z expandovaného polystyrenu Austrotherm EPS GEOFOAM® se používají ve stavebních projektech pro:

- ▶ Výstavbu násypů pro dálnice a mosty
- ▶ Výstavbu násypů pro železnice
- ▶ Výplně opěrných zdí
- ▶ Výstavbu násypů nad potrubím a propustky
- ▶ Stabilizace svahu
- ▶ Zelené střechy a krajinářské aplikace
- ▶ Výstavbu násypů pro letištní pojezdové a přistávací dráhy
- ▶ Aplikace seismické izolace / tlumení vibrací
- ▶ Ochranné konstrukce proti pádu kamení
- ▶ Stavbu plovoucích ostrůvků
- ▶ Konstrukci protihlukových bariér
- ▶ Pro konstrukci stupňovitých sezení na stadionech, v divadlech apod.

Bloky používané v inženýrských stavbách jsou nejčastěji:

- ▶ Široké 100 cm
- ▶ Dlouhé 200-500 cm
- ▶ Vysoké 50-60 cm
- ▶ S objemovou hmotností 15-30 kg/m³

Příslušenství:

Austrotherm EPS GEOFOAM® hmoždinka

Zasekávací hmoždinky pro zabránění posunu bloků Austrotherm EPS GEOFOAM® při jejich pokládání a zásypu.



Použití: min. 2ks/blok
– osazení diagonálně

Proč právě Austrotherm EPS GEOFOAM®?

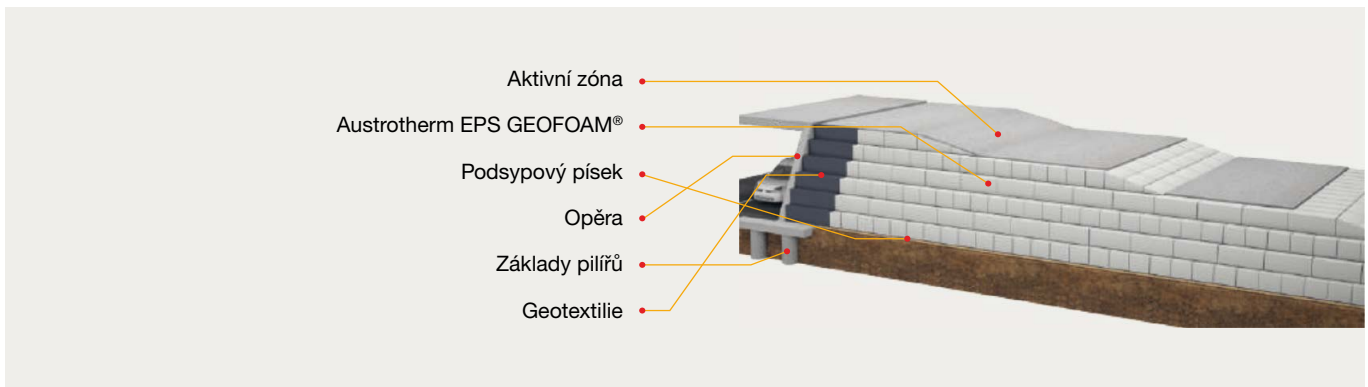
Austrotherm EPS GEOFOAM® je jedním z nejuniverzálnějších lehkých materiálů;
Austrotherm EPS GEOFOAM® maximalizuje efektivitu instalace na místě;
Austrotherm EPS GEOFOAM® je na stavbě ihned připraven k umístění.

Příklady možného použití Austrotherm EPS GEOFOAM®

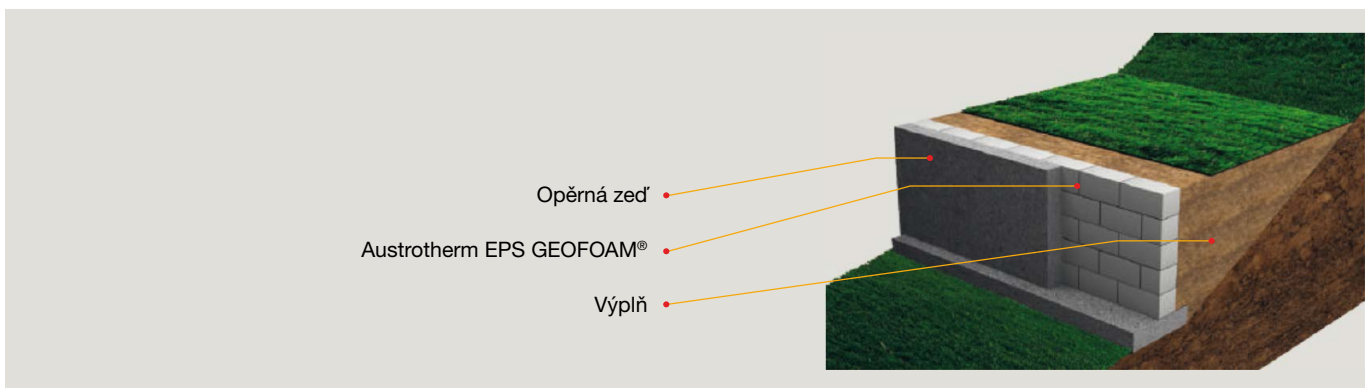
Použití při stavbě dálnic



Použití při stavbě nájezdových násypů k mostům



Koncept sniřovn tlaku na podloř

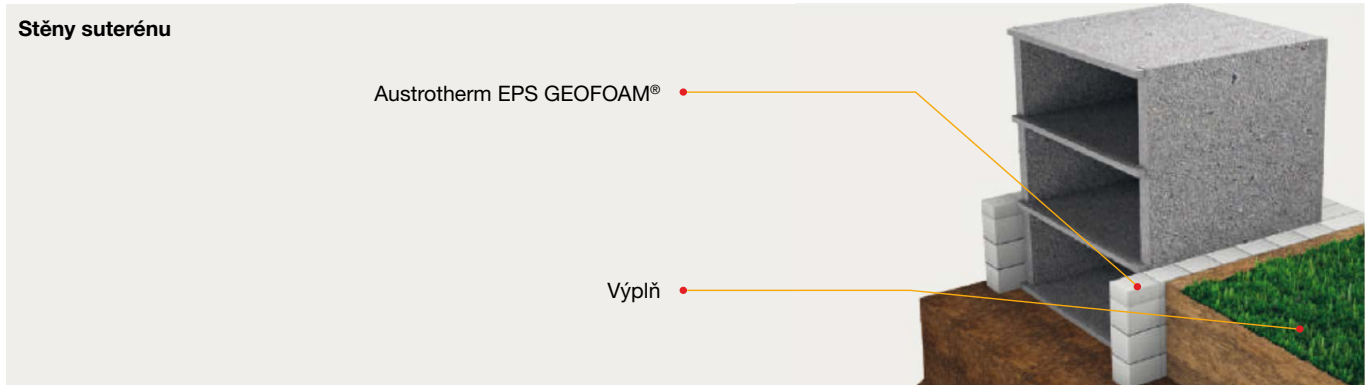


Pojezdov plochy letiř

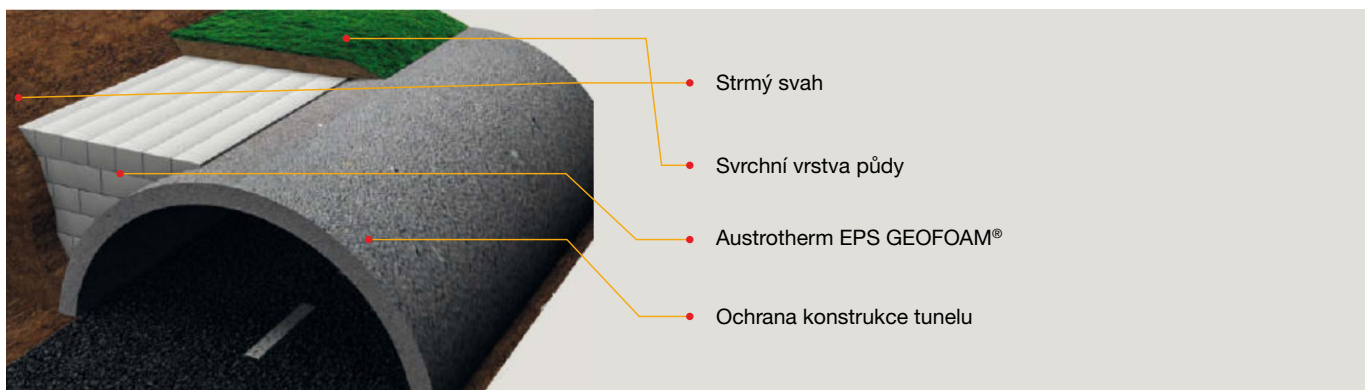


Základy odolné proti zemětřesení

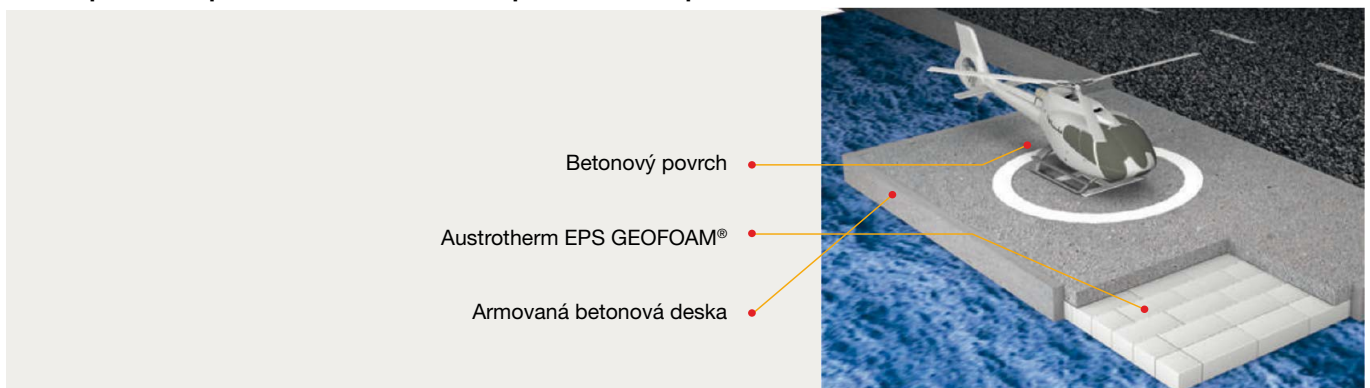
Stěny suterénu



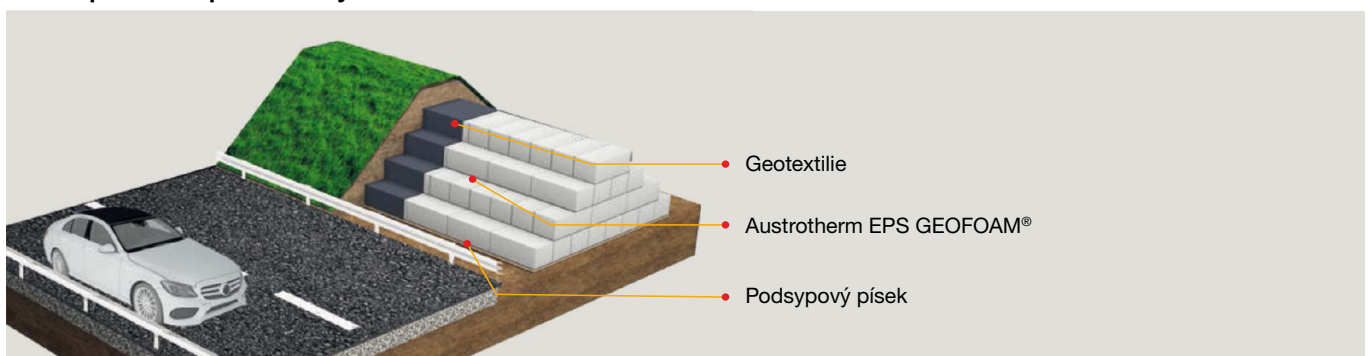
Konstrukce na ochranu před padajícími kameny



Použití při stavbě plovoucího ostrůvku nebo plovoucího heliportu

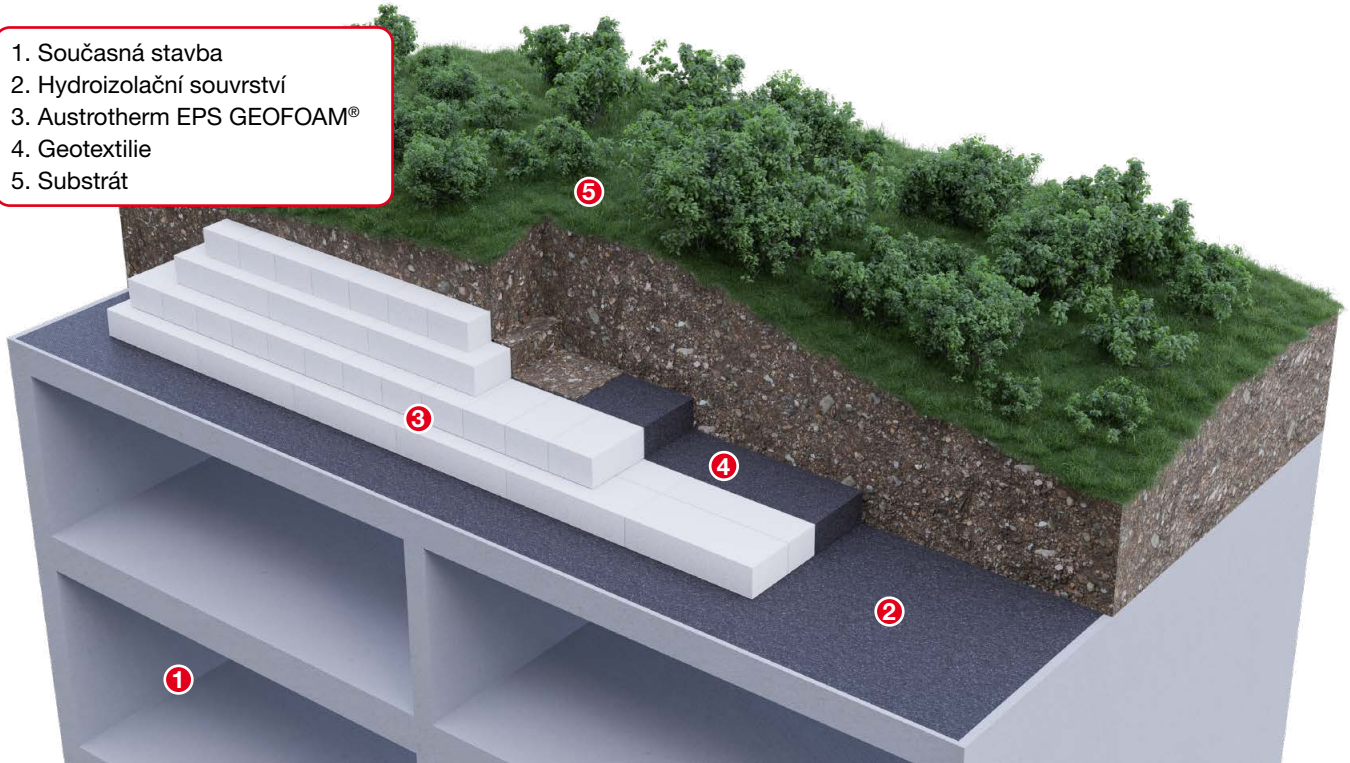


Použití při stavbě protihlukových bariér



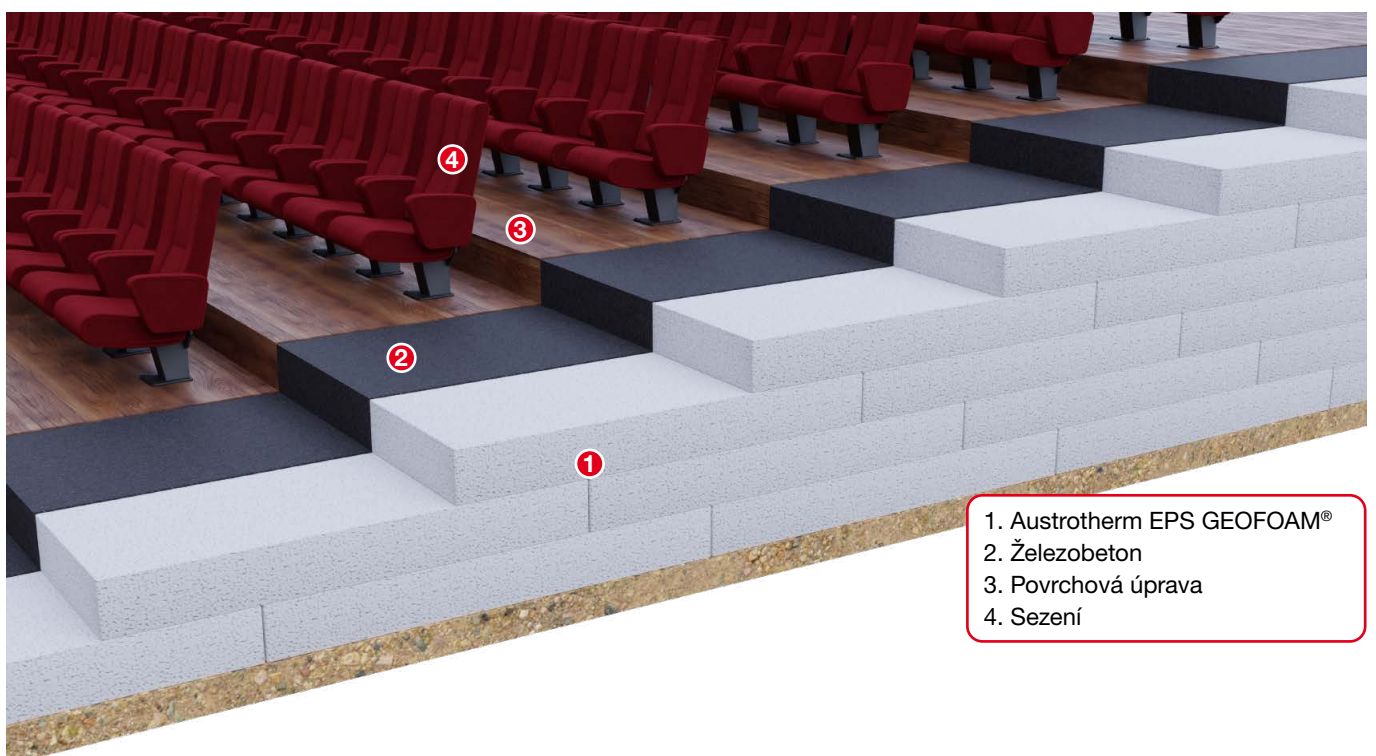
Použití při modulacích terénu

1. Současná stavba
2. Hydroizolační souvrství
3. Austrotherm EPS GEOFOAM®
4. Geotextilie
5. Substrát



Použití Austrotherm EPS GEOFOAM® v interiéru

Geofoamové bloky lze využít i v interiéru, např. při konstrukci stupňovitých sezení v divadlech, na stadionech apod.



1. Austrotherm EPS GEOFOAM®
2. Železobeton
3. Povrchová úprava
4. Sezení

Ekologické přínosy použití polystyrenových bloků GEOFOAM při stavbě dálnic a silnic:

▶ **Snížení emisí CO₂:**

Polystyren je lehký materiál, což znamená, že jeho přeprava a manipulace vyžadují méně energie ve srovnání s tradičními stavebními materiály. To vede ke snížení emisí oxidu uhličitého během výstavby.

▶ **Ochrana přírodních zdrojů:**

Použití polystyrenových geobloků eliminuje potřebu těžby a dovozu dalších stavebních materiálů, což šetří přírodní zdroje a snižuje dopad na ekosystém.

▶ **Recyklovatelnost:**

Bloky GEOFOAM mohou být vyrobeny z recyklovaného materiálu a po skončení jejich životnosti mohou být opět recyklovány. To přispívá k redukci odpadu a šetření přírodních zdrojů.

▶ **Trvanlivost a dlouhá životnost:**

GEOFOAM je odolný vůči vlhkosti, při zabudování do zemního tělesa je životnost tohoto materiálu téměř neomezená.

▶ **Snížení hluku:**

Polystyrenové geobloky využití při stavbě protihlukových stěn a násypů přispívají ke snížení hluku z dopravy, což má pozitivní dopad na kvalitu života obyvatel v okolí komunikací.

▶ **Ochrana životního prostředí:**

Při výrobě a zpracování není použito FCKW, HFCKW, HFKW ani HBCD.

Díky těmto výhodám je Austrotherm EPS GEOFOAM® udržitelnou volbou pro moderní projekty výstavby silnic, což je v souladu s environmentálními cíli a snižuje celkovou uhlíkovou stopu stavebních činností.



Austrotherm CZ s.r.o.
Dynín 88, 373 64
austrotherm.cz

+ 420 387 789 011
info@austrotherm.cz