

Evropské normy pro zemní práce řady EN 16907 a jejich zavedení do české praxe

Doc. RNDr. František Kresta, Ph.D.

31. Silniční konference, České Budějovice, 23.10.2024

Obsah

- 1) Úvod
- 2) ČSN EN 16907-1
- 3) ČSN EN 16907-2
- 4) ČSN EN 16907-3
- 5) ČSN EN 16907-4
- 6) ČSN EN 16907-5
- 7) ČSN EN 16907-6 a ČSN EN 16907-7
- 8) Závěry

1. Úvod

1. Úvod

V roce 2018 byly přijaty evropské normy pro zemní práce (EN 16907-1 až 6), v roce 2021 pak norma EN 16907-7. Do české normalizační soustavy byly tyto normy zařazeny v březnu 2019 (ČSN EN 16907-1 až 6), norma ČSN EN 16907-7 pak v listopadu 2021. Normy byly převzaty v anglickém originále.

Překlady těchto norem byly dokončeny v roce 2024, přičemž normy ČSN EN 16907-4 a ČSN EN 16907-5 byly přeloženy již v roce 2023.

Normy pro zemní práce jsou následující:

- ČSN EN 16907-1 Zemní práce – Část 1: Zásady a obecná pravidla;
- ČSN EN 16907-2 Zemní práce – Část 2: Klasifikace materiálů;
- ČSN EN 16907-3 Zemní práce – Část 3: Stavební postupy;
- ČSN EN 16907-4 Zemní práce – Část 4: Úprava zemin vápnem a/nebo hydraulickými pojivy;
- ČSN EN 16907-5 Zemní práce – Část 5: Kontrola kvality;
- ČSN EN 16907-6 Zemní práce – Část 6: Rekultivace terénu materiálem těžným z vody;
- ČSN EN 16907-7 Zemní práce – Část 7: Hydraulické ukládání minerálních odpadů.

2. ČSN EN 16907-1

ČSN EN 16907-1

Norma ČSN EN 16907-1 Zemní práce – Část 1: Zásady a obecná pravidla uvádí definice, zásady a obecná pravidla pro plánování, návrh a specifikaci zemních prací. Rovněž představuje další části normy EN 16907, na které odkazuje.

Zemní práce jsou stavební inženýrskou činností zaměřenou na vytváření zemních konstrukcí změnou geometrie zemského povrchu pro stavební nebo jiné činnosti. Oblasti použití zemních prací jsou spojeny s:

- dopravní infrastrukturou (silnice a dálnice, železnice, vodní cesty, letiště);
- plochami pro průmyslové, obchodní a obytné budovy;
- vodohospodářskými stavbami, protipovodňovou ochranou a ochranou pobřeží;
- přístavy a letištními plochami, včetně výstavby násypů ve vodě;
- hrázemi podél řek, násypy v moři a hrázemi pro rekultivaci území;
- zemními hrázemi a hrázemi z kamenité sypaniny;
- pobřežními násypy vyrobenými hydraulickým ukládáním sypaniny,
- protihlukovými valy, pohledovými valy a jinými zemními pracemi, které nenesou zatížení:
- terénními úpravami;
- zasypáváním povrchových dolů a lomů;
- odkališti.

Norma nezahrnuje zlepšení podloží pod zemní konstrukcí postupy, jako je zřizování pilot, trysková injektáž, hloubkové zlepšování, svislé drény nebo štěrkové pilíře.

ČSN EN 16907-1

Norma obsahuje 7 příloh, ve kterých jsou popsány národní postupy některých evropských zemí (Rakousko, Francie, Německo, Norsko, Španělsko, Švédsko a Spojené království).

Norma ČSN EN 16907-1 řeší všechny aspekty spojené se zemními pracemi a klade důraz řízení rizik vyplývajících z projekčního návrhu, odvodnění, případně používaných materiálů, a udržitelnost spočívající v maximálním využívání vytěžených materiálů, využívání druhotných a recyklovaných materiálů, snižování spotřeby vody a energií a optimalizaci nákladů na výstavbu.

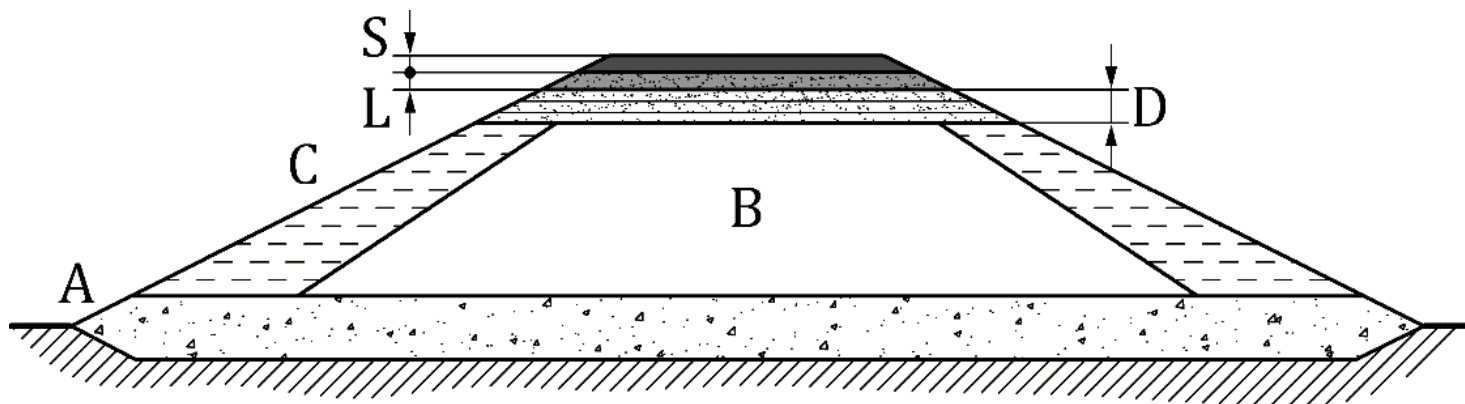
Je zdůrazněn inženýrský přístup k zemním pracím. Inženýrský přístup proto spočívá v kombinaci laboratorních zkoušek a velkorozměrových zkoušek, včetně zkoušek *in situ*.

Většina zásad uvedených v ČSN EN 16907-1 se vyskytuje i v našich TKP 4 Zemní práce, které jsou nyní (2024) předmětem revize. V rámci revize tohoto předpisu budou doplněny některé části, které nebyly dosud v TKP 4 podrobně obsaženy, např. provádění násypů ve vodě.

Norma ČSN EN 16907-1 zdůrazňuje důležitost projektu zemních prací a zpracování technických podmínek (specifikací) pro každý projekt s tím, že projekty zemních prací by měl zpracovávat určený specialista, což zatím není v českých zemích běžné.

ČSN EN 16907-1

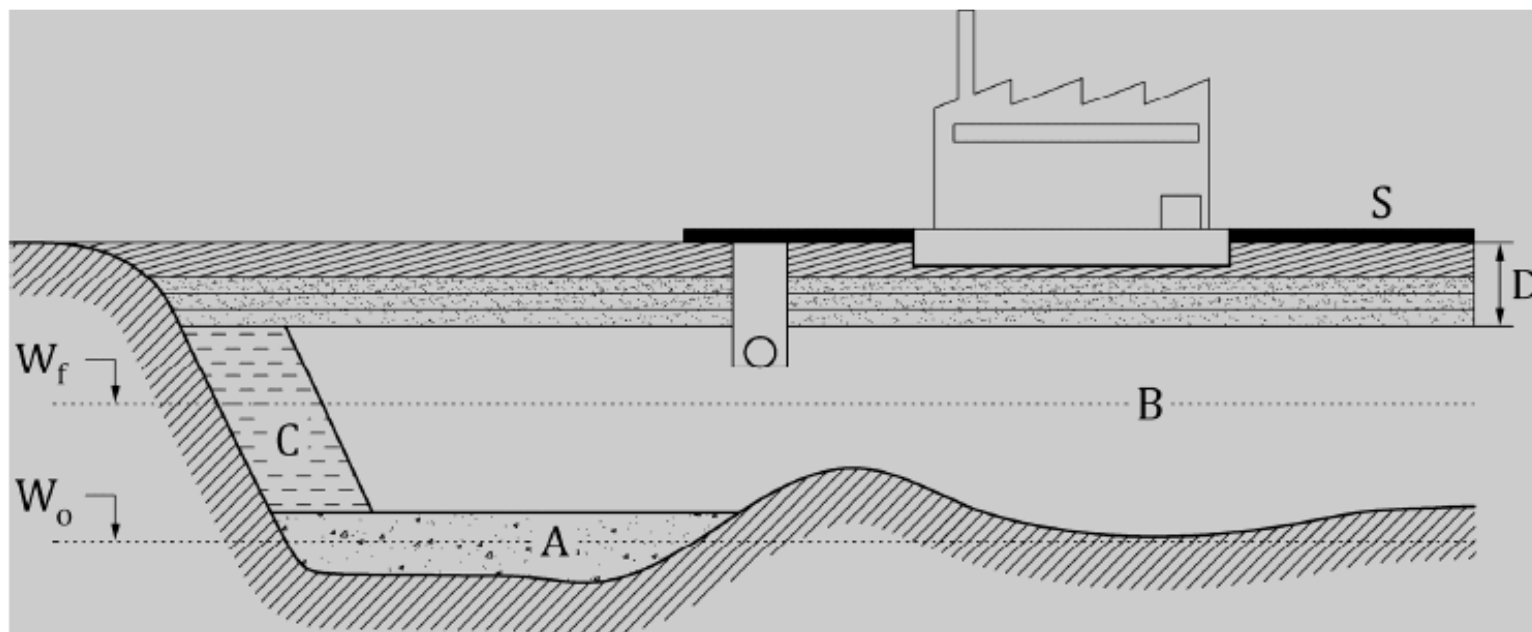
Násypy infrastrukturních staveb



- A spodní část
- B jádro
- C boky (boční části)
- D horní část z více vrstev
- L aktivní zóna (součást horní části)
- S horní stavba (vozovka / železniční trať) (není součástí zemních prací)

ČSN EN 16907-1

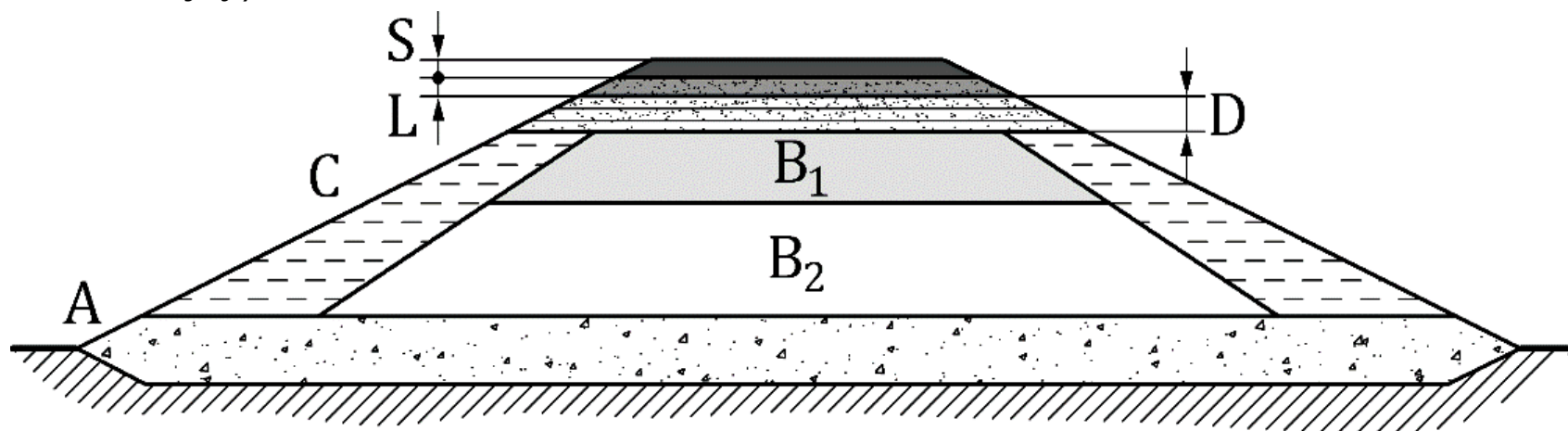
Zásypy velkých výkopů nebo přírodních depresí



- A spodní část (v příkladu je vrstva spodní části použita pro umístění násypu v záplavové oblasti)
- B jádro
- C boky (boční části)
- D horní část
- S horní stavba
- W_o hladina vody na začátku prací
- W_f hladina vody na konci prací

ČSN EN 16907-1

Násypy z okrajových materiálů (např. zeminy s vysokým obsahem sádrovce, bobtnavé jíly)



- A základ
- B jádro (podmínečně vhodný materiál citlivý na působení vody)
- B1 horní část jádra z materiálu s nízkou propustností (obvykle jílovitá zemina) izolující B2 od vsakování shora a zajišťující přitížení, pokud je B2 bobtnající zemina
- B2 podmínečně vhodný materiál (citlivý na působení vody)
- C nepropustná boční část (např. jíl nebo jíl + vápno)
- D horní (nadložní) vrstvy
- L aktivní zóna
- M nepropustná membrána
- S horní stavba

ČSN EN 16907-1 – Optimalizace zemních prací (kap. 11)

Optimalizace přesunu hmot je zaměřena na:

- zkrácení přepravních vzdáleností mezi těžebními místy a násypy v rozsahu celého projektu (při zohlednění stávajících překážek, jako jsou železnice, řeky atd.);
- opětovné využití co největší části materiálů ze stavby v konstrukcích, které mají být postaveny;
- dosažení maximální účinnosti zařízení používaného v různých etapách prací při současném splnění plánovaných požadavků na projektu.

Optimalizace vyžaduje:

- přesnou charakterizaci materiálů na staveništi a klasifikaci zdrojů s ohledem na celkové potřeby projektu,
- analýzu možných technických a ekonomických řešení a jejich dopad na konstrukce, které mají být na nich postaveny z hlediska mechanických vlastností, nákladů na údržbu a trvanlivosti;
- posouzení faktorů nakypření materiálu. To zahrnuje faktor nakypření použitelný během přepravy;
- plánování přesunu vytěženého materiálu z určitého zářezu na konkrétní násyp;
- stanovení vhodné úpravy konkrétních sypanin;
- musí se zohlednit požadavky na technické specifikace zemních prací a postupy pro zajištění kvality použitelné pro daný projekt.

3. ČSN EN 16907-2

ČSN EN 16907-2

Norma ČSN EN 16907-2 Zemní práce – Část 2: Klasifikace materiálů obsahuje klasifikaci materiálů pro zemní práce.

Zeminy, horniny a další materiály se podle ČSN EN 16907-2 rozdělují do skupin (na základě přirozených vlastností) a tříd (na základě stavových vlastností), které mají podobné chování pro jeden nebo více postupů zemních prací (těžba, přeprava, úprava, uložení a zhutnění) a které budou mít podobné inženýrské vlastnosti v zemní konstrukci po dokončení zemních prací.

Přirozené vlastnosti (*intrinsic properties*) jsou vlastnosti pevných látek v zeminách a horninách, které se v průběhu zemních prací nemění, jako je křivka zrnitosti, tvar částic, mineralogie, plasticita, obsah organických látek nebo uhličitánů.

Stavové vlastnosti (*state properties*) jsou vlastnosti zeminy nebo horniny, které se mohou v průběhu zemních prací měnit, jako je objemová hmotnost, vlhkost, pevnost, konzistence, relativní ulehlost nebo tuhost.

ČSN 16907-2 neomezuje používání národních klasifikačních systémů, které v každé zemi představují dlouhodobě osvědčenou národní praxi.

ČSN EN 16907-2

Klasifikace hornin vychází z přirozených vlastností (pevnost v prostém tlaku) a využívá i hodnocení vlastností jako je rozpadavost (*degradability*) nebo drtitelnost (*fragmentability*). Stanovení těchto vlastností je pospáno v relativně nových zkušebních normách ČSN EN 17892-1 a -2, přijatých v roce 2022.

Samostatně je popsána klasifikace zemin a hornin, se kterými se v České republice běžně nesetkáváme, kterými jsou křída a zasolené zeminy. V případě zasolených zemin se vychází ze španělské praxe, kde mají velké zkušenosti se zabudováním především hornin s vysokým podílem sádrovce.

Velmi důležitou součástí ČSN EN 16907-2 je příloha A, která obsahuje přehled všech zkušebních norem, které lze použít pro stanovení jednotlivých vlastností zemin a hornin s komentářem týkajícím se vhodnosti použití konkrétní zkušební normy. V případě hornin se odkazuje na metodiky ISRM (Ulusay R., Hudson J.A. (eds): *The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring*. 2007. 1974-2006).

ČSN EN 16907-2

Zeminy s obsahem jemných částic $C_{0,063}$ nad 15% - přechodné a jemnozrné zeminy

Hlavní skupina	Název skupiny	Symbol skupiny zemin	Obsah jemných částic $C_{0,063}$	Další parametry skupiny (viz Poznámka 1)		Poznámky
				Mez tekutosti w_L	Index plasticity I_p (hodnota metylénové modři V_{BS})	
Přechodná zemina (viz Poznámka 2)	přechodná zemina s nízkou plasticitou	I1	>15 až 35 %	£ 35 %	£ 12 % (£ 1,5)	Zemina je použitelná v zemní konstrukci
		IL			> 12 % (> 1,5)	
	přechodná zemina se střední až vysokou plasticitou	I2		> 35 %		
		IM				
Jemnozrná zemina	jemnozrná zemina s nízkou plasticitou	F1	> 35 %	£ 35 %	£ 12 % (£ 2,5)	Zemina je použitelná v zemní konstrukci. Rozlišení mezi prachovitou zeminou a jílem u jemnozrných zemin lze provést na základě čáry A (viz obrázek 1)
		FL			> 12-22% (2,5-6)	
	jemnozrná zemina se střední plasticitou	F2		>35 až 50 %	> 22-40 % (> 6)	
		FM		>50 až 70 %	> 40 % (n/a)	
	jemnozrná zemina s vysokou plasticitou	F3				
		FH				
	jemnozrná zeminy s velmi vysokou plasticitou	F4				
FV		> 70 %		Tyto zeminy se doporučuje uvažovat jako nepoužitelné, pokud nebude prokázána zkouškami jejich použitelnost nebo neexistuje místní zkušenost, případně se doporučuje uvažovat úpravu		

POZNÁMKA 1 Přechodné a jemnozrné zeminy lze klasifikovat podle hodnot meze tekutosti nebo indexu plasticity nebo hodnoty metylénové modři V_{BS} (ale pouze s využitím jednoho parametru). Podle použitého parametru v klasifikaci se stanoví kód symbolu zeminy.

POZNÁMKA 2 Detailnější klasifikaci přechodných zemin lze získat přidáním skupiny hrubozrných frakcí podle skupin v tabulce 3a a skupin jemnozrných frakcí podle skupin pro jemnozrné zeminy (tabulka 3b) (např. IM/S1/FH).

ČSN EN 16907-2 (tabulka 7) Skupiny hornin pro použití v zemních pracích

Orientační pevnost	Geologický původ	Symbol skupiny	Vlastnosti (přirozené vlastnosti)					Chování
			Index drtitelnosti	Index rozpadavosti	Koeficient Los Angeles	Koeficient ohladitelnosti (MicroDeval)	Suchá objemová hmotnost	
			I_{FR} (viz poznámka 1)	I_{DG} (viz poznámka 1)	C_{LA}	C_{MDE}	ρ_d	
Extrémně vysoká	vulkanické a plutonické horniny	R1 Vo			< 25	< 10		jako zrnitá zemina
	metamorfované horniny	R1 Me						
Velmi vysoká	vulkanické a plutonické horniny	R2 Vo			< 35	< 25		
	metamorfované horniny	R2 Me						
Vysoká	jílovité horniny	R3 Cld	< 7	> 5 / > 2		< 45		evolutivní a rozpadavé horniny
	všechny ostatní horniny	R3 Xxd ^{a)}	< 7	> 5 / > 2		< 45		
	jílovité horniny	R3 Cl	< 7	< 5 / < 2		< 45		neevolutivní a nerozpadavé horniny
	vápenec	R3 Li	< 7	< 5 / < 2		< 45		jako zrnitá zemina
	pískovec	R3 Sa	< 7	< 5 / < 2	< 45	< 45		
	slepenec	R3 Co	< 7	< 5 / < 2	< 45	< 45		
	vulkanické a plutonické horniny	R3 Vo			< 45	< 45		
	metamorfované horniny	R3 Me			< 45	< 45		
Střední	jílovité horniny	R4 Cld	< 7	> 5 / > 2		> 45		evolutivní a rozpadavé horniny
	všechny ostatní horniny	R4 Xxd ^{a)}	< 7	> 5 / > 2		> 45		
	jílovité horniny	R4 Cl	< 7	< 5 / < 2		> 45		neevolutivní a nerozpadavé horniny
	vápenec	R4 Li		< 5 / < 2		> 45	> 1,8	v závislosti na postupu zemních prací
	pískovec	R4 Sa	< 7	< 5 / < 2	> 45	> 45		
	slepenec	R4 Co	< 7	< 5 / < 2	> 45	> 45		
	vulkanické a plutonické horniny	R4 Vo	< 7	< 5 / < 2	> 45	> 45		
metamorfované horniny	R4 Me	< 7	< 5 / < 2	> 45	> 45			
Nízká	jílovité horniny	R5 Cl	> 7					jako zemina po těžbě

ČSN EN 16907-2

Charakteristiky pro provádění zemních prací

Postup zemních prací	Příklady vlastností zemin	Příklady vlastností hornin
Těžba	Skupina zemin, zrnitost, neodvodněná pevnost	Skupina hornin, horninový typ, pevnost v prostém tlaku, RQD (Rock Quality Designation), RMR (Rock Mass Rating), seismická rychlost
Nakládka a přeprava	Skupina zemin, zrnitost, vlhkost, neodvodněná pevnost	Skupina hornin, velikost bloků po těžbě, objemová hmotnost
Přeprava po stavebních komunikacích	Skupina zemin, vlhkost, plasticita, neodvodněná pevnost, koeficient CBR, součinitel stavu vlhkosti	Jako pro zeminy, tvar bloků
Manipulace s materiály nebo jejich skladování	Skupina zemin, náchylnost k promrzání, erodovatelnost, rozpustnost, zvětrávání, evolutivnost, mechanická odolnost, chemická odolnost	Skupina hornin (pro jílovité horniny nebo podobné viz EN 16907-3)
Úprava v míchacím zařízení	Skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, chemické složky	Jako pro zeminy
Ukládání	Skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, neodvodněná pevnost	Jako pro zeminy
Hutnění	Skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, koeficient CBR, neodvodněná pevnost	Jako pro zeminy
Úprava na místě	Skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, chemické složky, objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, koeficient CBR, neodvodněná pevnost, hydraulická vodivost, škodlivé materiály	

POZNÁMKA Mechanická odolnost zahrnuje bobtnání a prosedání.

ČSN EN 16907-2

Vlastnosti pro použití v zemních konstrukcích

Pozice v zemní konstrukci	Příklady vlastností
Základová vrstva (podloží)	skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, odvodněná smyková pevnost, tuhost, koeficient CBR, IBI, maximální suchá objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, chemické složení, škodlivé materiály, životnost
Odvodňovací (drenážní) vrstva	skupina zemin, zrnitost, odvodněná smyková pevnost, hydraulická vodivost, škodlivé materiály, životnost, chemické složení
Materiál násypu (a jádro násypu)	skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, maximální suchá objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, koeficient CBR, neodvodněná pevnost, únosnost, vlhkostní podmínky, chemické složení, obsah organických látek, bobtnání a prosedavost, mechanická odolnost, chemická odolnost, citlivost a aktivita jílu
Zásyp za konstrukcemi (přechodové oblasti)	skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, maximální suchá objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, koeficient CBR, odvodněná a neodvodněná smyková pevnost, hydraulická vodivost, chemické složení, škodlivé materiály, životnost
Vnější svahy (hrázky)	skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, pevnost, tuhost, maximální suchá objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, koeficient CBR, chemické složení, škodlivé materiály, životnost
Vyztužené zemní konstrukce	skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, maximální suchá objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, CBR index, odvodněná smyková pevnost, hydraulická vodivost, chemické složení, škodlivé materiály
Nepropustná těsnicí vrstva (liner)	skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, neodvodněná pevnost, maximální suchá objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, hydraulická vodivost, chemická odolnost, citlivost a aktivita jílu
Horní vrstva násypu pod aktivní zónou	skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, pevnost, tuhost, koeficient CBR, chemické složení
Aktivní zóna	skupina zemin, zrnitost, vlhkost, plasticita, náchylnost k promrzání, neodvodněná pevnost, maximální suchá objemová hmotnost dle zkoušky Proctor Standard, koeficient CBR, chemické složení, obsah organických látek, škodlivé materiály, namrzavost
POZNÁMKA 1	Mechanická odolnost zahrnuje bobtnání a prosedavost.
POZNÁMKA 2	Vytěžené horniny začleněné do procesu zemních prací se charakterizují jako zeminy.

4. ČSN EN 16907-3

ČSN EN 16907-3

Norma ČSN EN 16907-3 Zemní práce – Část 3: Stavební postupy stanovuje prováděcí postupy pro těžbu, přepravu a ukládání zemin a hornin pro stavbu zemních konstrukcí a pokyny pro tyto práce. Kromě toho zahrnuje těžbu a ukládání horninových materiálů pod vodou.

Provádění zemních prací se řídí závěry etapy návrhu a optimalizace zemních prací (ČSN EN 16907-1), která by měla předjímat specifika zemin a hornin a jejich vhodnost. V případě, že některé skutečnosti nebylo možné předvídat, provádí se během provádění prací dodatečný návrh.

Norma velmi podrobně popisuje jednotlivé operace spojené se zemními pracemi. Samostatné kapitoly se věnují staveništním komunikacím, prašnosti, staveništnímu odvodnění a dalším činnostem, které nebývají v české praxi běžně součástí technických předpisů, ale jsou povinností zhotovitele zemních prací.

Samostatná kapitola se věnuje těžbě pod vodou, včetně trhacích prací pod vodou, a následně ukládání násypů do vody.

Norma rovněž podrobně popisuje vhodnou mechanizaci na těžbu jednotlivých typů materiálů. V části věnované zhutňování jsou popsána vhodná hutnicí zařízení pro hutnění jemnozrnných suchých a vlhkých zemin, hrubozrnných zemin, hornin s nízkou a vysokou pevností.

ČSN EN 16907-3 - Přílohy

Příloha A popisuje zřizování zkušebních úseků a provádění zhutňovacích zkoušek. Metodika zhutňovacích zkoušek je velmi podobně pospána v české normě ČSN 72 1006, příloha H.

V části B ČSN EN 16907-3 jsou popsány postupy, jak pracovat s jednotlivými materiály. Přehled materiálů uvedených v části B je následující:

- jemnozrnné a přechodné materiály v suchém a vlhkém stavu (převzato z francouzské praxe);
- hrubozrnné materiály;
- velmi hrubozrnné materiály (kamenitá a balvanitá sypanina);
- horniny s nízkou a střední pevností, včetně evolutivních hornin;
- horniny s vysokou pevností;
- křída;
- aridní zeminy (jemnozrnné zeminy s vlhkostí menší než 3-8%, hrubozrnné zeminy s vlhkostí menší než 3-4%) (např. pouštní písky) (převzato z francouzské praxe);
- tropické reziduální zeminy (laterity) (převzato z francouzské praxe);
- rozpustné soli (sádrovec, halit) (převzato ze španělské praxe);
- aktivní jíly (bobtnající jíly) (převzato ze španělské praxe);
- permafrost.

ČSN EN 16907-3 - Přílohy

V příloze C ČSN EN 16907-3 je uveden přehled těžební techniky – rypadla se spodní a horní lžící, nakladače, skrejpry. V příloze D ČSN EN 16907-3 je přehled přepravních zařízení – skrejpry, dampry, silniční nákladní automobily.

V příloze E ČSN EN 16907-4 jsou příklady národní praxe (např. meze průjezdnosti apod.)

ČSN EN 16907-3 – Souhrn vhodných zhutňovacích zařízení

Typ hutnicího zařízení	Označení materiálu				
	Jemnozrnné zeminy (vlhký stav), křída	Jemnozrnné zeminy (suchý a normální stav), zrnité zeminy (dobře zrněné)	Zrnité zeminy	Horniny s nízkou pevností (R5)	Horniny s vysokou pevností (R1, R2, R3)
Hladký kolový válec (nebo vibrační válec pracující bez vibrací)	Vhodný	Možný	Možný	Možný	Nevhodný
Mřížkový válec	Vhodný	Možný	Nevhodný	Vhodný	Nevhodný
Ježkový válec	Vhodný	Vhodný	Nevhodný	Možný	Nevhodný
Pneumatikový válec	Vhodný	Možný	Možný	Nevhodný	Nevhodný
Vibrační ježkový válec	Vhodný	Vhodný	Možný	Možný	Nevhodný
Hladký kolový vibrační válec	Vhodný	Vhodný	Vhodný	Vhodný	Vhodný
Zhutňovací deska	Nevhodný	Možný	Vhodný	Možný	Možný
Hutnicí pěch	Vhodný	Vhodný	Možný	Nevhodný	Nevhodný
Vysokoenergetický rázový kompaktor (HEIC)	Nevhodný	Vhodný	Vhodný	Možný	Možný
Kompaktor s padajícím závažím (Rapid impact compactor)	Nevhodný	Vhodný	Možný	Možný	Možný

Legenda	
	Vhodný
	Možný v závislosti na velikosti zařízení a tloušťce vrstvy
	Obecně nevhodný

POZNÁMKA 1 Označení materiálů v této tabulce jsou obecná a nejsou určena k tomu, aby odpovídala klasifikaci EN 16907-2.

POZNÁMKA 2 Materiálový přechod mezi označeními v této tabulce vyžaduje úsudek, aby bylo možné rozhodnout o nejlepším typu zhutňovacího zařízení.

POZNÁMKA 3 Sypaninu získanou z pevných hornin může být nutné zpracovat, aby se dosáhlo velikosti částic odpovídající operacím sypání a zhutňování.

5. ČSN EN 16907-4

ČSN EN 16907-

Norma ČSN EN 16907-4 Zemní práce – Část 4: Úprava zemin vápnem a/nebo hydraulickými pojivy se vztahuje k úpravám zemin, poloskálních hornin, hornin se střední pevností, křídly, recyklovaných materiálů a umělých materiálů pojivy pro provádění zemních prací při výstavbě a údržbě silnic, železnic, letišť, platforem, hrází, nádrží a dalších typů zemních konstrukcí.

Norma specifikuje požadavky na složky směsí, předběžnou metodiku laboratorního zkoušení, klasifikaci podle laboratorních výsledků, provádění a kontrolu.



ČSN EN 16907-4 Termíny a definice

Úprava zemin (*soil treatment*)

Obecný termín označující proces zaměřený na úpravu dané zeminy tak, aby směs vzniklá přidáním pojiva nebo kombinace pojiv do zeminy mohla plnit plánovaný účel. Úprava zahrnuje jak zlepšení, tak stabilizaci.

Zlepšení zemin (*soil improvement*)

Operace, která mění fyzikální vlastnosti materiálu, jako je vlhkost, plasticita, náchylnost k rozpadu ve vodě a k namrzání, zhutnitelnost a bobtnání, po přidání pojiva. Množství přidaného pojiva nemusí být dostatečné k vyvolání významných trvalých změn vlastností.

Stabilizace zemin (*soil stabilisation*)

Operace spočívající v získání homogenní směsi zeminy s pojivem (pojivy) a případně s vodou, která je řádně zhutněna, významně mění (obecně ve střednědobém nebo dlouhodobém horizontu) vlastnosti zeminy tak, aby byla stabilní, zejména s ohledem na působení vody a mrazu. Stabilizace zeminy poskytuje trvalé vlastnosti, které lze stanovit metodami typickými pro pevné materiály.

ČSN EN 16907-4

Pojiva

V této normě jsou produkty pro úpravu omezeny na následující standardizované výrobky: cement, popílek, granulovaná vysokopeční struska, hydraulické silniční pojivo a vápno.

Pojiva použitá k úpravám zemin musí být výrobky odpovídající požadavkům výrobních norem, jak je uvedeno v kapitole 5 normy (EN 459-1 pro vápno, EN 197-1 pro cement, EN 13282-1 a EN 13282-2 pro hydraulická silniční pojiva, EN 14227-4 pro popílek a EN 15167-1 pro granulovanou vysokopeční strusku). Z toho vyplývá, že v případě použití jiných poživ, které nesplňují požadavky uvedených výrobních norem, nelze uplatňovat normu EN 16907-4.

Problém poživ dodávaných na základě ETA (= STO - stavební technické osvědčení) se bude řešit při revizi této normy, která byla zahájena letos.

Komentář D. Puiattiho: *I do not recommend to accept other binders without official testing performed and approved by an official authorized third party. I suggest to ask for a European Technical Agreement (ETA). It is a preliminary step before standardization, and it is delivered by CEN after a series of tests.*

*We have so many examples of companies or distributors cheating with products or using **fake documents, from the Netherlands for instance**. This creates an unfair competition with the producers of standardized binders.*

ČSN EN 16907-4

Doba zrání (*mellowing period*)

Jedná se o dobu zrání vztahující se ke zlepšení především vápnem. Doba, kdy je směs jemnozrnného materiálu a vápna ponechána neporušená po lehkém zhutnění, aby se umožnila migrace vápna přes materiálové hrudky vytvořené během míchání a aby probíhaly procesy zlepšování. Doba zrání (*mellowing*) slouží ke zlepšení zpracovatelnosti materiálu, snížení plasticity před finálním zpracováním a zhutněním.

Doba zrání (*curing period*)

Doba zrání a ošetřování (*curing period*) se vztahuje ke stabilizaci zemin. Doba, po kterou je upravená směs ponechána neporušená po zhutnění za předepsaných podmínek zamezujících odpařování, aby mohly probíhat procesy stabilizace. Jedná se o proces po definitivním zhutnění, kdy se vytváří podmínky, které napomáhají procesu úpravy tak, že upravená vrstva dosahuje požadované pevnosti pro uložení další vrstvy nebo pro přímé poježdění vozidly.

Přílohy ČSN EN 16907-4

ČSN EN 16907-4 obsahuje 14 příloh, které doplňují základní text. Všechny přílohy jsou informativní.

- A. Příprava zkušebních těles upravených materiálů
- B. Rychlost zatěžování pro zkoušky pevnosti a modulu přetvárnosti
- C. Nedestruktivní seismická zkušební metoda pro mechanické vlastnosti
- D. Příklad vyhodnocení variability vlastností upravené zeminy v důsledku odchylky při realizaci. Nastavení dávkování pojiva a metody jeho úpravy
- E. Příklady stáří klasifikace a režimů zrání pro mechanické vlastnosti upravených materiálů pro zemní práce
- F. Další vlastnosti upravených materiálů
- G. Terénní a laboratorní identifikace běžných sulfidových a síranových minerálů
- H. Zařízení pro úpravu zemin
- I. Posloupnost a procesy úpravy
- J. Další aplikace pro stabilizované materiály
- K. Kontrolní list stabilizace na stavbě
- L. Bezpečnostní aspekty
- M. Klimatické a praktické aspekty
- N. Metoda a grafy pro stanovení množství vápna potřebného k dosažení cílové hodnoty IPI

Přílohy ČSN EN 16907-4

Přílohy A až G se věnují laboratorním zkouškám, přípravě vzorků, zrání, způsobům optimalizace dávkování pojiva a identifikaci minerálů obsahující sulfidy a sírany.



Vysrážené vrstvy sádrovce mezi puklinami slínovce ze zářezu na stavbě D35 Časy – Ostrov (foto Klára Malotová)

Přílohy H až N jsou určeny pro vlastní realizaci úprav zemin a zahrnují stručný popis strojů a zařízení, posloupnost úpravy zemin, bezpečnost práce, klimatická omezení a popis možností jiných aplikací s využitím stabilizovaných materiálů.

Příloha K Kontrolní list stabilizace na stavbě

Oddíl	Číslo	Podrobnosti auditu	Ano/Ne	Komentáře
Orientační průzkum a Studie proveditelnosti				
1	1.1	Byly uvedeny nějaké "Příručky pro osvědčené postupy"?		
	1.2	Je průzkum snadno dostupný?		
	1.3	Existují v průzkumu (SI - <i>site investigation</i>) materiály, které vzbuzují obavy z možnosti úpravy?		
	1.4	Byl použit zavedený postup pro pokyny pro odběr vzorků a zkoušení v průzkumu (SI)?		
	1.5	Jaký je nejvyšší obsah síry zaznamenaný v průzkumu (SI)?		
	1.6	Jaký je nejvyšší celkový potenciální obsah síranů v průzkumu (SI)?		
	1.7	Jaký je nejvyšší obsah síranů zaznamenaný v průzkumu (SI)?		
	1.8	Jaký je nejvyšší obsah organických látek zaznamenaný v průzkumu (SI)?		
	1.9	Pokud jsou tyto materiály nad doporučenou úroveň - byl informován objednatel?		
Laboratorní zkušební směsi				
2	2.1	Byly odebrány vzorky pro laboratorně navrženou směs?		
	2.2	Jaká byla četnost vzorkování?		
	2.3	Provedl odběr kvalifikovaný a zkušený personál?		
	2.4	Byly odebrány vzorky pro chemickou analýzu?		
	2.5	Byly vzorky odeslány do kvalifikované a zkušené laboratoře?		

Kontrolní seznam nenahrazuje plán kvality pro provedení stavebních prací, ale slouží jako připomenutí položek, které je třeba posoudit.

Oddíl	Číslo	Podrobnosti auditu	Ano/Ne	Komentáře	
	2.6	Byly vzorky klasifikovány?			
	2.7	Byla vybrána řada pojiv?			
	2.8	Byla zvolena doba zrání?			
	2.9	Byl zvolen stupeň rozmělnění?			
	2.10	Byla zvolena vhodná pevnost/CBR a/nebo tuhost?			
	2.11	Byl zvolen vhodný rozsah vlhkosti?			
	2.12	Byly provedeny vhodné zkoušky bobtnání?			
	2.13	Byla provedena zkouška namrzavosti (mrazového zdvíhu)?			
	2.14	Byl zbytek vzorků uchováván v souladu se zavedeným postupem po dostatečně dlouhou dobu po vydání zprávy?			
	2.15	Byla objednateli vydána laboratorní zpráva?			
	2.16	Kdy byla zpráva odeslána objednateli?			
	Projekt a Specifické				
	3	3.1	Zhodnotil výsledky vhodně kvalifikovaný a zkušený odborník?		
		3.2	Jsou výsledky jasně stanoveny projektantem?		
		3.3	Bylo provedeno posouzení vlivů na životní prostředí z hlediska hluku, prachu a dalších potenciálních nebezpečí?		
		3.4	Je přívod vody dostupný a vhodný?		
3.5		Byl stanoven maximální obsah síry?			
3.6		Byl zvolen maximální obsah síranů?			
3.7		Byl zvolen maximální obsah organických látek?			
3.8		Byl zvolen minimální obsah pojiva?			
3.9		Byla specifikována kvalita pojiva?			
3.10		Byl zvolena vhodná vlhkost?			
3.11		Byla zvolena minimální doba zrání?			
3.12		Byla zvolena vhodná hloubka?			
3.13		Bylo zvoleno vhodné překrytí (horizontální a podélné)?			
3.14		Byl zvolen stupeň rozmělnění?			
3.15		Byla zvolena minimální pracovní teplota?			

Příloha K Kontrolní list stabilizace na stavbě

Oddíl	Číslo	Podrobnosti auditu	Ano/Ne	Komentáře
	3.16	Byla zvolena metoda zhutnění (velikost válce a počet potřebných přejezdů?) / nebo		
	3.17	Bylo zvoleno vhodné cílové zhutnění? (Cílové % maximální suché objemové hmotnosti nebo maximální obsah vzduchových pórů)		
	3.18	Byla zvolena vhodná maximální doba zpracovatelnosti?		
	3.19	Byla zvolena minimální pevnost nebo CBR a/nebo tuhost?		
	3.20	Bylo zvoleno maximální bobtnání?		
	3.21	Byla stanovena četnost klasifikačních a chemických kontrolních zkoušek?		
	3.22	Byla uvedena četnost kontrol dávkování pojiva?		
	3.23	Byla stanovena četnost hloubky promísení kontrol?		
	3.24	Byla uvedena četnost měření vlhkosti a kontrol stanovení indexu MCV?		
	3.25	Byla stanovena četnost kontrol rozmělnění?		
	3.26	Byla stanovena četnost pevnostních zkoušek?		
	3.27	Byla stanovena četnost kontrol objemové hmotnosti <i>in situ</i> ?		
	3.28	Byla uvedena frekvence zkoušek bobtnání?		
	3.29	Byla stanovena četnost kontrol odolnosti proti účinkům mrazu?		
	3.30	Byl zvolen těsnící postřík?		
	3.31	Potřebuje materiál před ošetřením homogenizací?		
	3.32	Byl zvolen postup homogenizace?		

Kontrolní seznam nenahrazuje plán kvality pro provedení stavebních prací, ale slouží jako připomenutí položek, které je třeba posoudit.

ČSN EN 16907-4



I sebelepší návrh úpravy zemin není úspěšný, když se podcení (resp. nenavrhne ani neprovede) odvodnění (Holešín, 16.3.2022)!

6. ČSN EN 16907-5

ČSN EN 16907-5

Norma ČSN EN 16907-5 Zemní práce – Část 5: Kontrola kvality zahrnuje doporučení a návody pro zajištění a kontrolu kvality zemních prací, které jsou částí obecného stavebního inženýrství a stavebních prací. Poskytuje návody postupů pro ujištění objednatelů, zhotovitelů a projektantů, že zemní práce probíhají v souladu s jejich požadavky. Ze všech norem řady EN 16907 je nejstručnější.

Norma ČSN EN 16907-5 popisuje jen obecné zásady pro zajištění kvality (*quality assurance*) na stavbě a podává výčet kontrolních metod. Popis vlastních kontrolních zkoušek s ohledem na různost přístupů v jednotlivých zemích neobsahuje a odkazuje na národní postupy.

ČSN EN 16907-5

Pro kontrolu zemních prací se používají tři obecné postupy:

- **požadavky na provádění** (*method specification*) - specifikace pro zhotovení a umístění zemních konstrukcí za použití stanovených materiálů, specifických typů zařízení a metod. Obvykle používá ve smyslu kontroly způsobu provádění.
- **požadavky na provedené práce** (*end product specification*) - specifikace požadující, aby zemní práce byly postaveny tak, aby splňovaly stanovená technická kritéria týkající se zhutněné sypaniny. Ve smyslu zvyklostí v České republice se ve většině případů jedná o kontrolu míry zhutnění.
- **požadavky na chování konstrukce** (*performance specification*) - specifikace požadující, aby byly práce definovány ve vztahu k dlouhodobým požadavkům projektu, které jsou obvykle stanoveny na poměrně vysoké úrovni. Odpovídá v praxi České republiky kontrole podle výsledků měření a monitoringu.

Při kontrole hutnění kontinuální metodou odkazuje na CEN/TS 17006 Zemní práce - Kontinuální kontrola zhutnění (CCC).

V příloze B normy ČSN EN 16907-5 je popsána kontrola zhutnění Q/S, která se používá pouze ve Francii a Belgii. Metoda vychází z kontroly poměru uloženého objemu sypaniny (Q) ke ploše, na kterou je rozprostřena (S). K měření na stavbě se využívá tachografu. Tato metoda kontroly zhutnění je postupně nahrazována modernější kontinuální kontrolou hutnění se zabudovanými akcelerátory ve válcích (CCC).

7. ČSN EN 16907-6
ČSN EN 16907-7

ČSN EN 16907-6, ČSN EN 16907-7

ČSN EN 16907-6 Zemní práce – Část 6: Rekultivace terénu materiálem těžným z vody

ČSN EN 16907-7 Zemní práce – Část 7: Hydraulické ukládání minerálních odpadů

Norma ČSN EN 16907-6 se věnuje těžbě a ukládání materiálů z vody a je daleko běžnější v přímořských oblastech.

Norma ČSN EN 16907-7 je zaměřena na odkaliště a odlišuje se od ostatních norem pro zemní práce tím, že obsahuje i části týkající se návrhu hrází.

Tyto normy nebyly zatím přeloženy do češtiny.

ČSN EN 16907-6

Návrh a provádění těžby pod vodou pro konstrukci hydraulicky ukládaných násypů má mnoho společných rysů s násypy a zářezy prováděnými "za sucha".

Materiály jsou těženy ze "zdrojové" zóny (zemník), přepravovány na jejich konečné místo a poté hydraulicky ukládány za účelem rekultivace území.

Požadovaných vlastností hotového násypu lze dosáhnout buď bez specifického zásahu, pokud mají materiály vytěžené z vody příznivé geotechnické vlastnosti a jsou splněny technické specifikace, nebo je třeba zlepšit tuhost, stabilitu, objemovou hmotnost (např. aby se zabránilo ztekucení) nebo únosnost, pokud mají materiály vytěžené pod vodou nepříznivé vlastnosti a specifikace jsou přísné.

Oblast, která má být vytěžena pod vodou, vyžaduje pečlivé průzkumy lokality, aby bylo možné posoudit povahu a stav stávajících zemin a možnost je vytěžit z vody a použít je jako sypaninu. Měla by být posouzena stabilita svahů ohraničujících zemník spolu s možným únikem jemných částic při těžbě pod vodou a přítomností znečištěných materiálů.

U hydraulicky ukládaného násypu by měl projektant posoudit jak sedání základové půdy v důsledku zatížení násypem, tak i vlastní sedání násypu. Pohyby uvnitř násypu mohou být omezeny řízeným ukládáním materiálů těžených z vody.

Požadované tuhosti a odolnosti na povrchu lze dosáhnout zhutněním povrchových vrstev nad hladinou a použitím technologií zlepšení podloží pro části rekultivace území pod vodou.

ČSN EN 16907-7

ČSN EN 16907-7 se týká hydraulického ukládání zemin a minerálních odpadů pocházejících převážně z povrchové těžby nerostných surovin a je částečně ovlivněna nedávnými změnami v předpisech EU upravujících konstrukci souvisejících uzavírajících zařízení.

Základními prvky jsou nejen ukládání, stabilizace, regenerace a sanace hydraulických násypů ze zpracovaných zemin a minerálních odpadů, ale také potřeba:

- bezpečného a stabilního uzavření během ukládání;
- stabilizace povrchu při ukončení provozu pro umožnění výstavby.

Norma ČSN EN 16907-7 se zabývá všemi geotechnickými aspekty průzkumu, návrhu, realizace, monitorování a sanace zpracovaných zemin a minerálních odpadů uložených pomocí hydraulického ukládání.

Hlavním cílem je proto ukládání zeminy a minerálních odpadů hydraulickým postupem do na míru vybudovaného a správně navrženého skladovacího zařízení. Úložiště těchto materiálů se může lišit v rozloze od méně než 1000 m² do několika čtverečních kilometrů a ve výšce od několika metrů u laguny se siltovým kamenivem až po několik stovek metrů u odkaliště pro velkou a složitou těžbu polymetalických materiálů. EN 16907-7 poskytuje rámec pro návrh a výstavbu skladovacího zařízení tak, aby splňovalo požadované regulační normy a bylo v souladu s osvědčenými postupy.

8. Závěry

Závěry

Normy pro zemní práce řady EN 16907 jsou v platnosti déle než 5 let (vyjma EN 16907-7). Jedná se o normy přívětivé, které popisují dobrou praxi z jednotlivých států Evropy. Umožňují využívat dosavadní národní normy a předpisy, pokud je s nimi dobrá zkušenost z minulosti.

Důležitý je akcent na využívání všech dostupných materiálů a udržitelný rozvoj. Tomu odpovídá i příprava dalších dokumentů řady 16907:

- *EN/TR 16907-8 Alternative materials in earthworks*
- *EN/TR 16907-9 Sustainability in earthworks*

Třebaže předpis EN/TR 16907-8 nebyl ještě formálně schválen, byl zapracován do již platného českého předpisu TP 268 Alternativní materiály v zemních pracích.

Zemní práce stále patří k zásadním operacím na stavbách dopravní infrastruktury. Proto využívání dobré praxe a zkušeností, které byly zakomponovány do evropských norem, jen přispěje k technicky i ekonomicky efektivním řešením na stavbách.

Děkuji Vám za pozornost

