

Požadavky na zeminy v aktivní zóně, úprava zemin

Ing. Jan Zajíček

SENS 10

Požadavky na materiály zemního tělesa

ČSN 73 6133

Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Pevnost zemin

- ▶ Hlavním zdrojem pevnosti zemin je pevnost ve smyku, daná úhlem vnitřního tření a kohezí.
- ▶ Nejdůležitější vlastnosti zemin, které ovlivňují její pevnost, jsou zrnitost a plasticita. Nejdůležitější vnější činitel je vlhkost.
- ▶ Cílové vlastnosti zeminy při výstavbě jsou zpracovatelnost, zhutnitelnost a únosnost.
- ▶ Ve specifických případech se vyžadují další pomocné parametry jako je *CBR* a *IBI*.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Orientační dělení zemin dle vhodnosti

Podmínky použití	NEPOUŽITELNÉ ^a k jakémukoli použití	NEVHODNÉ k přímému použití bez úpravy	PODMÍNEČNĚ VHODNÉ k přímému použití bez úpravy *	VHODNÉ k přímému použití bez úpravy
	Nelze upravit běžnými technologiemi, použití se zpravidla vylučuje	Musí se vždy upravit ^c	Podle dalších vlastností se rozhodne, zda lze použít přímo bez úpravy nebo zda se musí upravit	Lze použít přímo bez úpravy
Aktivní zóna	Organické zeminy s obsahem organických látek větším než 6 % ^b , bahna, rašelina, humus, ornice, CE, ME	ML, MI, CL, CI MH, MV, CH, CV	S-F MG, CG, MS, CS, SP, SM, SC, GP, GM, GC	SW, GW, G-F
Násyp		MH, MV, CH, CV	MG, CG, MS, CS, SP, SM, SC, GP, GM, GC ML, MI, CL, CI	SW, GW, G-F S-F

^a Netýká se podloží násypu a svahů zářezu.
^b Obsah 6 % je hranice pro středně organické zeminy dle ČSN EN ISO 14688-2.
^c Neplatí pro poddajnou vrstvu vrstevnatého násypu.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Tabulka je prvním vodítkem při rozhodování.

- ▶ **Zdůraznění jejího orientačního významu je nezbytné, protože její rutinní používání bez zkušeností a zohlednění skutečných vlastností zemin a podmínek použití by mohlo vést k chybným závěrům.**
- ▶ **Z tohoto důvodu je převážná část zemin zařazena jako podmíněčně vhodné, což znamená, že se skutečné vlastnosti a podmínky použití musí vždy prověřit.**
- ▶ **Existují pro to dva důvody:**
 - ▶ Dvě různé zeminy stejně klasifikované mají jen podobné vlastnosti.
 - ▶ Chování zeminy závisí též na její vlhkosti.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Spolehlivý postup pro posouzení

- ▶ Pokud $w_l > 50 \%$ nebo $I_C \leq 0,5$ nebo $\rho_{d \max. PS} < 1\,500 \text{ kg/m}^3$ (násyp); $\rho_{d \max. PS} < 1\,600 \text{ kg/m}^3$ (aktivní zóna), zeminy se musí upravit.
- ▶ Musí se upravit objemově nestabilní zeminy (bobtnavé jíly a jílovité břidlice), u nichž i při běžných klimatických podmínkách bude docházet k objemovým změnám $> 3 \%$.
- ▶ Pokud zeminu nelze zpracovat protože w_n není v intervalu přípustné vlhkosti a tuto vlhkost nelze ovlivnit, nebo se jedná o zeminu stejnozrnnou, zemina se musí upravit.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Další posouzení se rozlišuje podle účelu použití.

- ▶ Při použití do aktivní zóny se zeminy posoudí podle CBR. Zeminu je možné použít i bez úpravy, pokud je hodnota CBR (po sycení ve vodě po dobu 96 h) rovna min. 15 % pro podloží P III, 30 % pro podloží P II, 50 % pro podloží P I.
- ▶ Při použití do násypu se zeminy posoudí podle IBI, zeminu je možné použít bez úpravy, pokud je IBI rovna min. 10 % pro násyp a 5 % pro podloží násypu. Pro účely návrhu se použitelnost posoudí podle dalších vlastností (zhutnitelnost, pevnostní parametry, stlačitelnost).

Poznámka: V některých zemích se aktivní zóna zahrnuje do konstrukce vozovky, a proto se vlastnosti zemin pro podloží vztahují až na materiál ležící pod touto aktivní zónou. V takovýchto případech jsou pak požadavky a návrhové postupy úplně jiné.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Pokud se při stavbě zemního tělesa použijí vrstvy z různých materiálů ležící nad sebou,

- ▶ **musí být splněno příslušné filtrační kritérium pro zamezení pronikání materiálu jedné vrstvy do druhé.**
- ▶ **Tento požadavek je nutné respektovat i ve vztahu první vrstvy násypu a podloží násypu.**

d_{15} nestmelené vrstvy $\leq 5 \cdot d_{85}$ zeminy (kritérium filtrace)

Požadavky na materiály zemního tělesa

Kamenitá sypanina

- ▶ **Je velmi kvalitní materiál pro stavbu zemního tělesa včetně aktivní zóny.**
 - ▶ Při zpracování není tak citlivá na vlhkost, její použitelnost je méně závislá na změnách počasí.
 - ▶ Při použití kamenité sypaniny se musí dávat pozor na dodržování filtračního kritéria.

Recyklované materiály

- ▶ **Recyklovaná stavební suť, beton, kamenivo**
 - ▶ Používají se jako každá jiná zemina nebo sypanina za předpokladu, že neobsahují žádné nežádoucí látky.
 - ▶ Tyto recyklované materiály se pak zařídí, zpracovávají a zkouší stejným způsobem jako zeminy.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Sypanina z vedlejších produktů

▶ Popílek

- ▶ Je jemný prach vznikající při spalování mletého uhlí v energetických zařízeních.
- ▶ Rozeznáváme popílek křemičitý a vápenatý
- ▶ Oba druhy popílku mají pucolánové vlastnosti, vápenatý popílek navíc hydraulické vlastnosti.
- ▶ Pro stavbu zemního tělesa je možné použít popílek buď upravený nebo neupravený, který musí splňovat stejné požadavky, jaké platí pro zeminy.
- ▶ Popílek, nesplňující požadavky vhodnosti lze přímo použít v konstrukci vrstevnatého násypu, kde se střídají vrstvy popílku s se ztužujícími vrstvami z vhodné zeminy.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Sypanina z vedlejších produktů

▶ Hlušinová sypanina

- ▶ V ČR se vyskytuje převážně na Ostravsku jako odpadová hornina získaná při ražení důlních děl.
- ▶ Obvykle má charakter kamenité sypaniny široké frakce do 200 mm s malou příměsí hlinitých a jílovitých částic.
- ▶ Do násypu je uhelnou hlušinovou sypaninu možné použít za podmínky, že neobsahuje makroskopické kusy uhlí.
- ▶ Množství tohoto uhlí nesmí překročit jistou mez, protože po vytěžení horniny na zemský povrch dochází ke styku s atmosférickým kyslíkem a zároveň zaujímá dostatečný objem, velmi často nastává jev, který se nazývá zápar.
 - ▶ Vlivem oxidačních procesů dochází uvnitř zemního tělesa k postupnému zvyšování teploty, které může vést až k samovznícení.

Požadavky na materiály zemního tělesa

Sypanina z vedlejších produktů

► Struska

- Pro stavbu zemního tělesa lze využít zejména vzduchem chlazenou vysokopecní strusku, která vzniká pomalým ochlazováním.
- Způsob použití je stejný jako u kamenité sypaniny.
- Nesmí však obsahovat volný oxid vápenatý, který se při styku s vodou mění na hydroxid, což způsobuje objemové změny.
- Rozpínavost strusky lze posuzovat laboratorními metodami zkoušením v autoklávu.

Úprava zemin

Vlastnosti materiálů v aktivní zóně zemního tělesa ovlivňují únosnosti podloží vozovky.

Toto se musí řešit již ve fázi projektu, nikoliv až na stavbě.

Mohou nastat 2 případy:

- ▶ **Zeminy v aktivní zóně jsou kvalifikovány jako vhodné pro požadovanou únosnost podloží a lze je použít.**
- ▶ **V opačném případě se musí provést jejich úprava nebo výměna.**

Při úpravě / výměně zemin v aktivní zóně se musí řešit též tloušťka úpravy / výměny.

Úprava zemin

Nevhodné zeminy, které nesplňují požadované parametry lze použít ke stavbě zemního tělesa včetně aktivní zóny jen po jejich úpravě a to buď na místě, nebo v míchacím centru.

- ▶ **Cílem úpravy může být kromě dosažení požadovaných pevnostních parametrů i zlepšení zpracovatelnosti.**

Úprava zemin se provádí buď mechanicky nebo chemicky. Každý z těchto způsobů je účinný jen pro určité druhy zemin, a proto je nelze zaměňovat.

Úprava zemin

Mechanická úprava

- ▶ se provádí smísením granulometricky nevhodné zeminy s jinou zeminou za účelem změny zrnitosti.
- ▶ Používá se zejména pro stejnozrnné štěrky a písky nebo zeminy bez výrazného podílu plastických příměsí (GP, SP, GM, SM, S-F, G-F, GC).
- ▶ Smísením dvou granulometricky nevhodných zemin může dokonce vzniknout zemina vhodná.
- ▶ Mechanická úprava nemusí být účinná u jemnozrnných zemin, které přidáním materiálu jen obalí bez zřetelné změny svých vlastností.

Úprava zemin

Chemická úprava

- ▶ se provádí přidáním vhodného pojiva.
- ▶ Pro úpravu jílovitých zemin střední a vysoké plasticity, spraší a sprašových hlín se používá vápno. Pro úpravu hlinitých (prachovitých) zemin s nízkou plasticitou se používá cement nebo hydraulické silniční pojivo.
 - ▶ Zemina upravená pojivy mění své okamžité chování vlivem snížení vlhkosti a snížení plasticity ve prospěch únosnosti.
 - ▶ Kromě okamžitých změn dochází i k dlouhodobým účinkům.
 - ▶ Zeminy upravené vápnem lze po promísení skladovat na zhutněných deponiích až několik měsíců a potom znovu těžít.

Úprava zemin

Úpravou zeminy

- ▶ se má dosáhnout alespoň takových pevnostních parametrů, které se požadují pro zeminy vhodné k přímému použití bez úpravy (pro aktivní zónu $CBR_{sat} \geq 15 \%$).
- ▶ Pro úpravu zemin se musí v laboratoři zpracovat výrobní předpis (receptura) minimálně s těmito údaji:
 - ▶ Druh a dávkování přidávané zeminy nebo pojiva.
 - ▶ Srovnávací laboratorní objemová hmotnost a optimální vlhkost (údaje nutné pro kontrolu míry zhutnění).
 - ▶ Dosažené požadované pevnostní charakteristiky upravené zeminy (CBR, IBI).
 - ▶ V určitých případech by se měla posuzovat namrzavost.

Úprava zemin

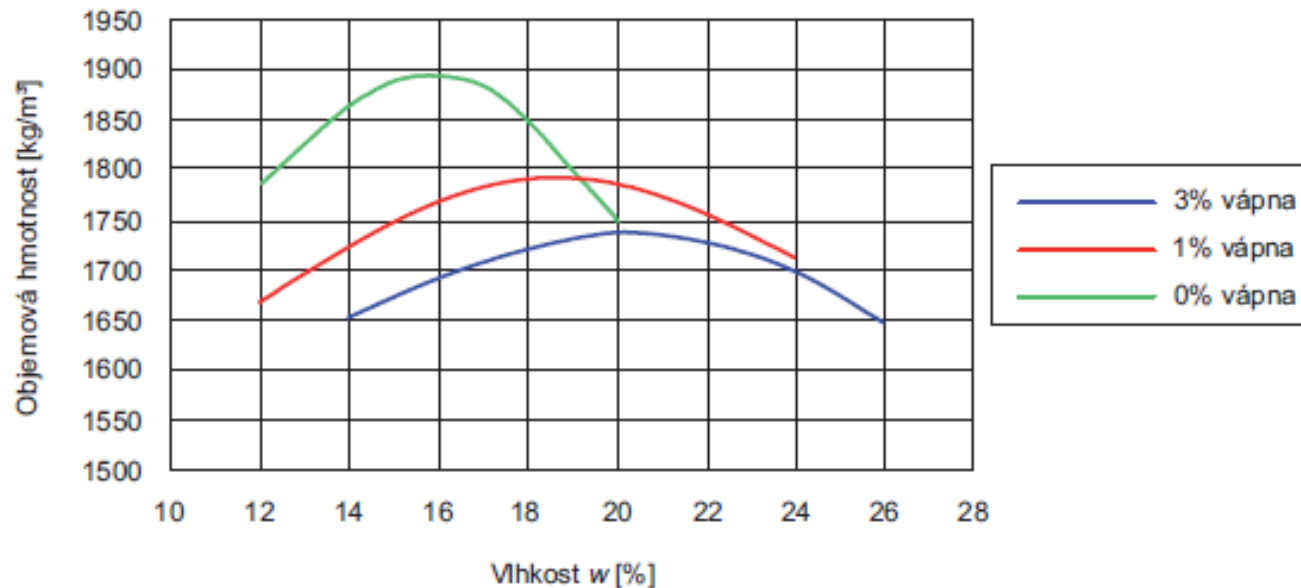
Působení pojiva při úpravě zemin vykazuje některé důležité zákonitosti.

Vlastnost zeminy		Působení	Příměs páleného vápna 1 %	Příměs cementu 1 %
Vlhkost		snižuje	1 – 2 %	0,2 – 0,4 %
Max. objemová hmotnost		snižuje	5 – 100 kg.m ³	6 – 20 kg.m ³
Optimální vlhkost		zvyšuje	0,5 – 2 %	beze změny
CBR na vzorku	zhutněním při zkušební vlhkosti	zvyšuje	5 – 50 % CBR	5 – 15 % CBR
	po zrání a následné saturaci	zvyšuje	5 – 50 % CBR	10 – 50 % CBR

Úprava zemin

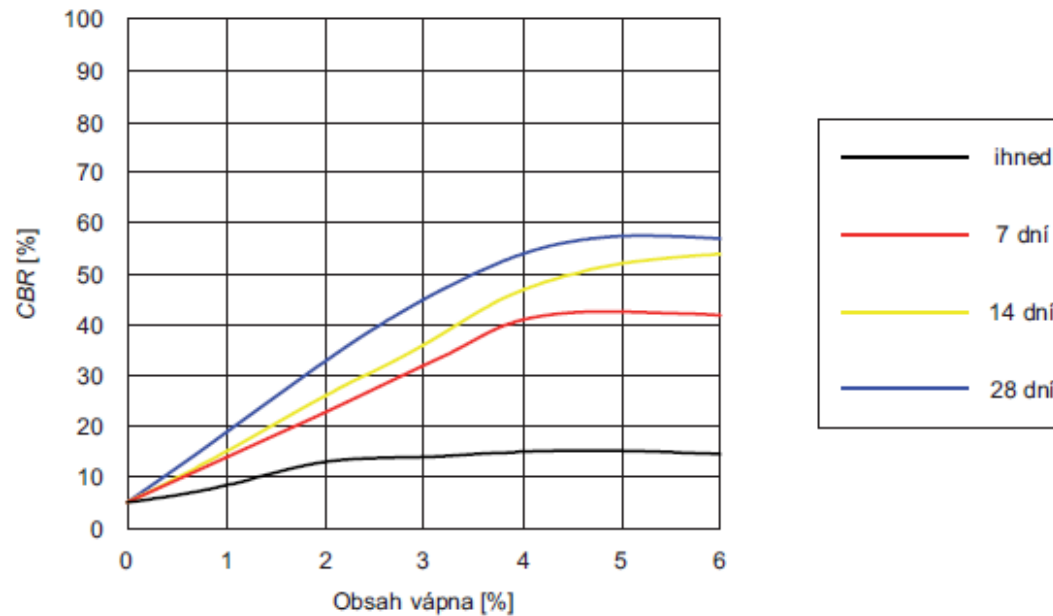
Vliv vápna na změny max. objemové hmotnosti a optimální vlhkosti podle zkoušky Proctor standard.

- Snížení objemové hmotnosti při úpravě nemá žádný negativní vliv na nárůst pevnostních charakteristik.



Úprava zemin

Nárůst hodnoty CBR v závislosti na obsahu vápna při úpravě vysoce plastických jílů.



Úprava zemin

Zeminy upravované vápnem se smějí zpracovávat při teplotách zeminy do -5 °C , zeminy upravované pojivy na bázi cementu pouze do 0 °C .

Při úpravě zemin přímo na místě se na upravovanou zeminu rozprostře přidávaný materiál nebo pojivo dávkovacím zařízením.



Úprava zemin

Toto se prostřednictvím zemní frézy promíchá s upravovanou zeminou v projektované tloušťce.



Úprava zemin

Promíchaná zemina se

- ▶ Urovná grejdrem a zhutní vibračními válci.
- ▶ Hloubka promísení je omezena především účinností hutnicího prostředku, účinnost zemní frézy může být až do hloubky 0,5 m.
- ▶ Pokud je potřebná hloubka úpravy vyšší, provádí se ve dvou vrstvách.
 - ▶ Nejprve se musí odtěžit část upravované vrstvy tak, aby bylo možné provedení úpravy ve zbývající části její tloušťky.
 - ▶ Po provedení této úpravy se odtěžený materiál zpětně naveze, rozprostře a zhutní (aby bylo možné po něm pojíždět) a dokončí se tak úprava celé vrstvy.

Úprava zemin

Pokud se neprovádí úprava ale výměna materiálu

- ▶ **Lze použít jakoukoliv sypaninu, kvalifikovanou jako vhodná do aktivní zóny ($CBR_{sat} \geq 15 \%$).**
- ▶ **Přitom při výměně podloží se jako vhodný materiál někdy naprosto zbytečně používá kamenivo.**
- ▶ **Investoři chtějí pro materiál, použitý k výměně podloží prohlášení o vlastnostech – zemina ale není žádný stanovený výrobek – nic takového není potřebné.**
 - ▶ Je potřeba jen prokázat splnění požadavků ČSN 73 6133, kap. 4 pro zeminu do aktivní zóny.

Úprava zemin

Při úpravě nevhodných zemin se též musí řešit do jaké hloubky se má úprava provést.

- ▶ **Toto bude uvedeno další prezentací.**

Úprava zemin

Kontrola a zkoušení (viz ČSN 73 6133)

▶ Průkazní zkoušky

- ▶ maximální objemová hmotnost a optimální vlhkost
- ▶ druh a množství pojiva
- ▶ *CBR* a k tomu vztažná hodnota *IBI*, která se použije při kontrole
- ▶ Může se požadovat namrzavost

▶ Kontrolní zkoušky

- ▶ Vlhkost
- ▶ *IBI* (porovnává se s hodnotou zjištěnou při průkazní zkoušce)
- ▶ Míra zhutnění
- ▶ Modul přetvárnosti E_{def2} (statická zatěžovací zkouška)

DĚKUJI ZA POZORNOST

**Ing. Jan Zajíček
jzajicek@volny.cz
tel. 602 515 105**