

PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

Současné problémy při navrhování a
provádění podkladních vrstev a podloží

Ing. Jan Zajíček

28. Listopadu 2018

SDRUŽENÍ
PRO VÝSTAVBU
SILNIC



Problémy s neúnosným podložím

Počátky problémů obvykle začínají již ve fázi projektování.

- Při návrhu vozovky se nepostupuje správným způsobem.
- Na problémy s únosností podloží se přichází až na stavbě při kontrolním měření E_{def2} .
- **Je zvláštní, to bývá považováno za standardní postup.**
- Vše se pak řeší narychlo, neefektivně a ne vždy technicky správně.

Jak správně postupovat ?

- Z geotechnického průzkumu se získá CBR zeminy v podloží vozovky nebo alespoň její zařazení podle klasifikace a pak se postupuje podle TP 170 – Dodatek (rev. 2010)
- Tak se stanoví návrhový modul pružnosti podloží E_d a tzv. typ podloží (PIII, PII, PI).
- Pokud se zjistí, že v podloží jsou zeminu nespĺnující pořadované parametry (podloží je neúnosné), musí se buď upravit nebo vyměnit a to vždy v potřebné tloušťce.

Problémy s neúnosným podložím

Správným postupem se E_d stanoví z CBR_{sat} jako tabulková hodnota

Typ podloží	min. CBR	Zatřídění zeminy podloží podle klasifikace			Minimální kontrolní modul přetvárnosti E_{def2}	Návrhový modul pružnosti E_d
		Vhodné	Podmínečně vhodné	Nevhodné (upravit vždy)		
P III	15 %	G-F, SW	S-F, MG, CG, MS, CS SP, SM, SC, GP GM, GC	ML, MI, MH, MV, CL, CI, CH, CV	45 30 *)	50
P II	30 %	G-F, GW	–	–	60	80
P I	50 %	GW, kamenitá sypanina	–	–	90	120

*) Pro nízké dopravní zatížení

Problémy s neúnosným podložím

Příčiny pochybení mohou být různé

- Při projektování vozovek za nejnižší cenu je obvykle první „uspořenou“ položkou geotechnický průzkum (v případě opravy vozovky diagnostický průzkum)
- Návrhový modul pružnosti podloží E_d a statický modul přetvárnosti E_{def2} se zaměňuje, resp. nebere se v úvahu, že ve skutečnosti se jedná o dvě naprosto rozdílné veličiny.
- Tím vzniká mylný dojem, že návrhový modul pružnosti podloží se stanovuje na základě statického modulu přetvárnosti E_{def2} až na stavbě.
- Pokud naměřené hodnoty nevyhovují, obvykle nastupuje nějaká narychlo vymyšlená improvizace, která nemá nic společného se zásadami navrhování vozovek.

Statická zatěžovací zkouška (E_{def2}) je zkouška výhradně **kontrolní a nikdy ne průkazní.**

- Pokud se nepostupuje správně, **vyhráno není ani v případě, když E_{def2} vyjde.**

Problémy s neúnosným podložím

Existuje mnoho příkladů, kdy oprávněné pochybnosti o kvalitě materiálů v podloží byly smeteny ze stolu, protože příznivé výsledky nevhodně použité statické zatěžovací zkoušky byly považovány za postačující podmínku prokázání kvality podloží.

- Následky takového způsobu posuzování však mohou být fatální, neboť za suchého teplého počasí je možné i na pláni z nevhodné jílovité zeminy naměřit vysoký modul přetvárnosti E_{def2} .
- Dokonce čím je zemina horší, tj. více jílovitá a plastická, tím může být v suchém stavu hodnota E_{def2} ještě vyšší. Je známo, že z jílovitých zemin se dříve vyráběly nepálené cihly (vepřovice), v suchém stavu pevné, pokud se ale dostaly do styku s vodou, roztekly se na kaši.
- Vlhkost podloží vždy přirozeně kolísá v závislosti na klimatických podmínkách a jakmile se zvýší, vždy nastane problém, pokud jsou v podloží nevhodné zeminy.
- **Dlouhodobé chování zeminy v podloží nikdy nelze spolehlivě zjistit jen na základě statické zatěžovací zkoušky.**

Nedostatky při úpravě podloží

Pokud zeminy nesplňují podmínky vhodnosti pro použití do aktivní zóny zemního tělesa a podloží by bylo neúnosné, tyto zeminy se musí upravit nebo vyměnit podle kap. 9 ČSN 73 6133.

- Aby byla úprava nebo výměna zeminy účinná, musí její vrstva roznášet namáhání od spodní podkladní vrstvy vozovky do původní neúnosné zeminy tak, aby toto namáhání bylo dostatečně sníženo.

Účinnost úpravy nebo výměny zeminy podloží se řídí její **tloušťkou**, čím má původní zemina v podloží horší vlastnosti, tím musí být tato tloušťka větší.

- Někdy se objevují názory, že účinnost úpravy podloží lze regulovat zvyšováním pevnostních parametrů upravené zeminy nebo dokonce vliv neúnosného podloží kompenzovat zvyšováním pevnostních parametrů konstrukčních vrstev.
- Nic takového není možné.

Nedostatky při úpravě podloží

Pro úpravu zemin se musí ve zkušební laboratoři zpracovat **průkazní kouška**, která mimo jiné stanovuje druh a dávkování pojiva.

- Přesto se objevují projekty, kde je druh a dávkování pojiva předepsán bez provedení těchto zkoušek.
- Toto pak může způsobit problém, protože ne každý druh pojiva se hodí na každou zeminu, např. vápno nemusí v případě některých zemin působit vůbec.
- Stejně tak vlhkost a dávkování pojiva ve směsi nelze jen tak odhadovat. Nízká vlhkost brání efektivnímu hutnění a dále způsobí nevratné zastavení hydratace cementu, u vápna pak dodatečnou reakci a objemové změny.
- Navíc bez průkazní zkoušky není možné provádět všechny kontrolní zkoušky (viz příklad ve sborníku).

Nedostatky při úpravě podloží

Pokud se neprovádí úprava podloží ale výměna materiálu, lze použít jakoukoliv sypaninu, kvalifikovanou jako vhodná do aktivní zóny ($CBR_{sat} \geq 15\%$) podle kap. 4 ČSN 73 6133.

- Při výměně podloží se přesto někdy naprosto zbytečně předepisuje použití kameniva podle ČSN EN 13242+A1
- Z hlediska účelu použití se ale jedná o **zeminu (sypaninu) podle ČSN 73 6133**, která z pohledu zák. č. 22/1997 Sb. v platném znění není žádným stanoveným výrobkem a žádné prohlášení o vlastnostech není potřebné.

Tím pak vzniká

- zbytečná administrativa
- plýtvání kvalitním kamenivem
- zbytečné prokazování vlastností, které nejsou potřebné a žádná norma je ani nepožaduje
- bránění využití levnějších vhodných místních materiálů.

Mýtus o vyztužování podloží vozovek

Na neúnosném podloží z nevhodných zemin nelze stavět a proto se musí upravit nebo vyměnit.

- Naprosto neúčinné je navrhování výztužných prvků (geosyntetik) na zemní pláni nebo v konstrukci vozovky.
- Důvod je velmi jednoduchý, přetvoření vozovky a podloží vyvolaná zatížením od dopravy jsou malá a výztužný prvek se nikdy nemůže dostatečně napnout, aby v něm vzniklo potřebné tahové napětí a tím prvek začal působit jako výztuž.
- Obvyklý průhyb na zemní pláni je např. 0,3 mm. Jaké tahové síly se asi tak mohou ve výztuži při rozpětí jízdního pruhu aktivovat ?
- Těžko si lze též představit spolupůsobení výztužného prvku s jemnozrnnou neúnosnou zeminou obvykle plastické povahy, vykazující minimální vnitřní tření.

Mýtus o vyztužování podloží vozovek

Stejně tak použití tzv. umělohmotných kapes a kovových ok na údajnou podporu zaklínění hrubých zrn kameniva nesníží tlak na podloží.

- Pokud podkladní vrstva splňuje požadavky příslušných norem a předpisů, žádná podpora zaklínění hrubých zrn kameniva není potřebná.
- Zásadním pochybením při snaze vyztužování zemní pláně je pak odmítání měření modulu přetvárnosti E_{def2} pomocí statické zatěžovací zkoušky podle ČSN 72 1006 ze strany některých dodavatelů výztužných prvků s tím, že mají jiné zkoušky, které jsou jejich „know-how“.
- Je třeba upozornit, že vyztužování zemní pláně geosyntetiky a zrušení požadavku na měření modulu přetvárnosti E_{def2} kromě reklamních letáků neumožňuje žádná technická norma nebo předpis.

Mýtus o vyztužování podloží vozovek

Výrobci geosyntetik mají pravdu, když prezentují dobré zkušenosti při vyztužování podloží při budování speciálních účelových komunikací za nestandardních podmínek.

- **Toto ale nelze srovnávat, neboť jde o extrémní případy např. dočasných vojenských komunikací, kde jsou průhyby na neúnosné zemní pláni až 1000 x větší a vyztužný prvek se může dostatečně napnout a začít tak působit.**
- **Stejně tak se geosyntetika dobře uplatňují při vyztužování zemních těles, kde dochází k dostatečně velkým deformacím pro aktivaci potřebných napětí.**

Nedostatky při prokazování shody nakupovaných štěrkodrtí

Problém s nákupem štěrkodrtí byl prezentován již na konferenci PV 2014. Protože tento problém stále ještě nevymizel, je potřeba se k němu vrátit.

- Již minule bylo upozorněno na to, že nemusí být vždy shoda mezi údaji na prohlášení o vlastnostech kameniva s požadavky na kamenivo do nestmelených směsí
 - podle národní přílohy ČSN EN 13285
 - po revizi podle ČSN 73 6126-1
- Při nákupu štěrkodrtí musí objednávka obsahovat jednoznačný požadavek na štěrkodrt' ($\check{S}D_A$ nebo $\check{S}D_B$) dané frakce (např. 0/32) s uvedením odkazu na příslušnou normu.
- Nestačí objednat „frakci 0/32“, jak se často děje, potom jakoukoliv odchylku od požadavků na $\check{S}D$ nelze reklamovat, protože nic takového nebylo požadováno.

Problémy při realizaci

Směsi kameniva pro nestmelené vrstvy jsou náchylné k segregaci.

- **Ponechání segregovaných míst (obvykle hrubá směs bez jemného podílu) bez povšimnutí je příčinou vzniku různých anomálií a následných poruch.**
- **Vlivem nerovnoměrného hutnění, způsobeného vzájemným zatláčením asfaltových vrstev do podkladních vrstev v místech jejich segregace vnikají plošné deformace krytu vozovky.**
- **Dalším průvodním jevem jsou nedostatečně zhutněné asfaltové vrstvy.**

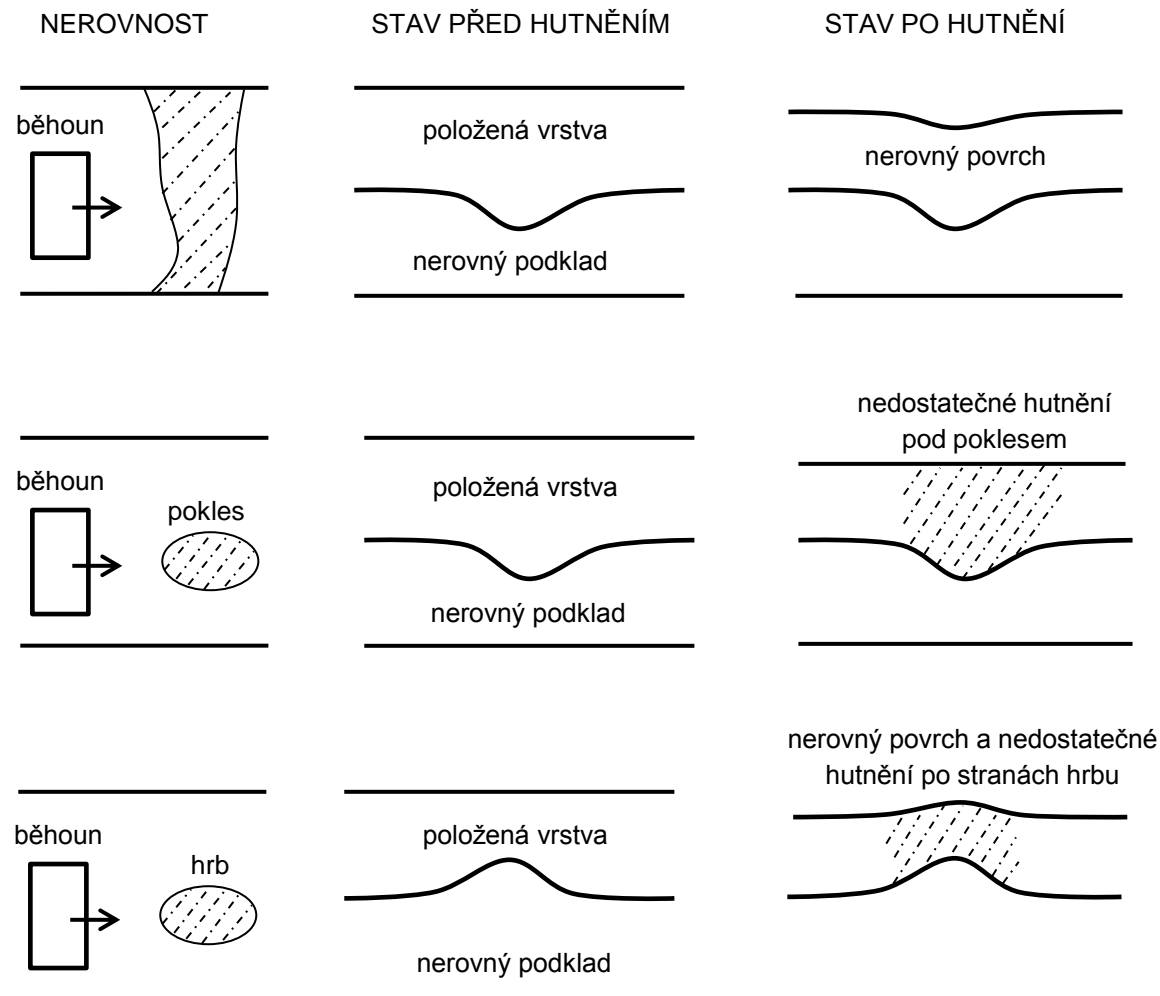
Problémy při realizaci

Nedostatečná rovnost podkladní vrstvy

- Pokud není podklad rovný, mění se tloušťka hutněné vrstvy a tím i její vertikální stlačení při hutnění, čímž se nerovnosti podkladu kopírují na povrch.
- Na vozovce pak vznikají plošné deformace a nedostatečně zhutněná místa.
- Druhotně se může v objevit hloubková koroze a následně i síťové trhliny.
- V lepším případě nastává nesplněné očekávání při jízdě na novém povrchu.

Problémy při realizaci

**Na nerovném
podkladu nelze
položit rovnou
vrstvu.**



Nerespektování filtračních kritérií

Rozhraní dvou nestmelených materiálů, které mají odlišnou zrnitost, musí být stabilní a tyto materiály se nesmí vzájemně mísit.

Největší riziko nastává na rozhraní spodní podkladní vrstvy a podloží.

Odolnost proti vzájemnému mísení dvou vrstev se posuzuje takto:

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

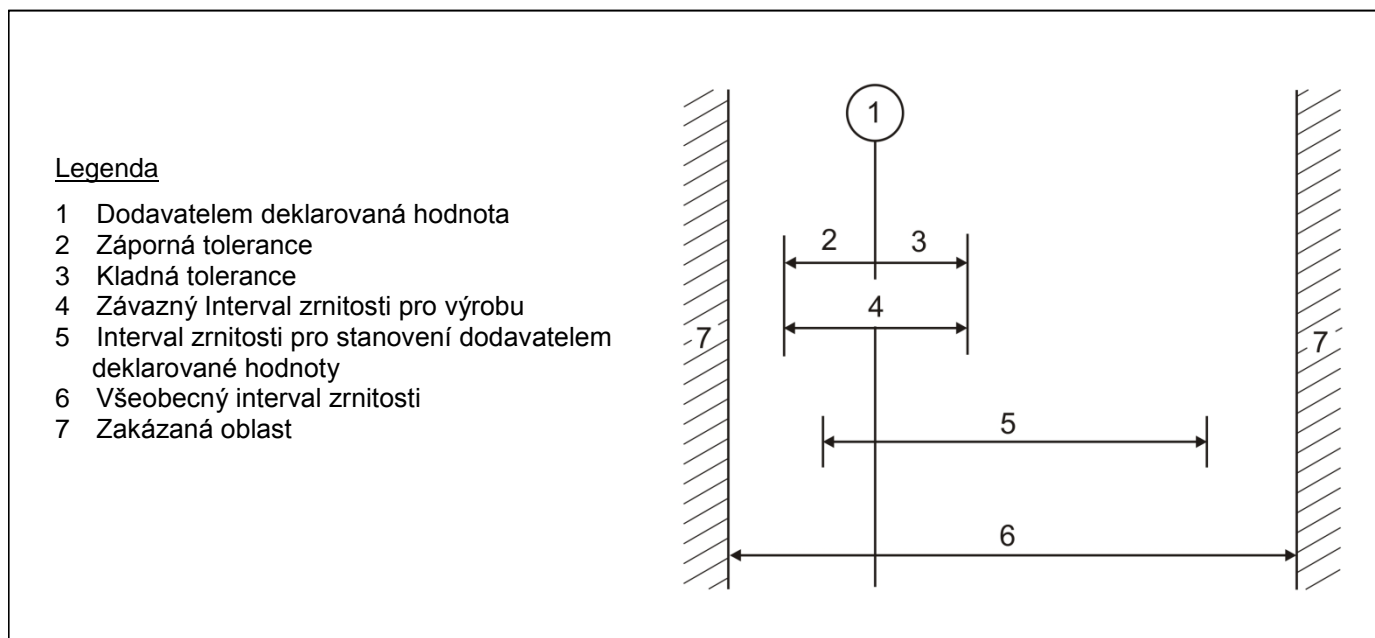
Kde d_{15} , d_{85} je velikost zrna odpovídající na čáře zrnitosti propadu 15 %, 85 %.

Nerespektování filtračních kritérií může způsobit ztrátu únosnosti celé vozovky.

Častým případem pronikání materiálu jedné vrstvy do druhé jsou též lokální segregace směsí kameniva.

Kontrola zrnitosti MZK

Při kontrole se sledují odchylky od průkazní zkoušky, nestačí jen to, že zrnitost se nachází ve všeobecném intervalu zrnitosti (jako u ŠD).



Problémy podkladních vrstev stmelených hydraulickými pojivy

Používání vrstev stmelených hydraulickými pojivy v poslední době přerostlo v honbu za vysokými třídami pevnosti použitých směsí, kde se téměř všude používají směsi třídy pevnosti $C_{8/10}$.

- Toto je u netuhých vozovek kontraproduktivní, protože čím je vyšší pevnost, tím více se opatřeními proti tvorbě reflexních trhlin „výhoda“ této vysoké pevnosti ztrácí.
- Žádné pravidlo, že čím vyšší pevnost, tím vyšší užitná hodnota vrstvy neplatí, chování vrstvy není možné vysvětlovat jen na základě její pevností v tlaku.

Přínos podkladních vrstev stmelených hydraulickými pojivy je třeba hledat v **možnosti využívání místních materiálů včetně těžného kameniva.**

- Je možné navrhovat směsi nižších pevnostních tříd $C_{1,5/2}$ a $C_{3/4}$ podle ČSN 73 6124-1.
- Požadavky na zrnitost směsi kameniva zde nejsou tak přísné.
- Tvorba reflexních trhlin není takový problém.

Závěr

Pokud jsou podkladní vrstvy a podloží nekvalitní, stavební dílo je znehodnoceno.

- Jediná účinná oprava je vše vybourat a postavit znovu.
- To je však nereálné.
- Opravy se tak omezují jen na výměnu asfaltových vrstev, což ale neodstraní příčinu poruch.
- Proto se poruchy brzy objevují znovu a tak to jde stále dokola.

?

**V kvalitě vozovek se nezlepšíme, pokud se nezlepšíme
v podkladních vrstvách.**

Děkuji za pozornost

Ing. Jan Zajíček

jzajicek@volny.cz

tel. +420 602 515 105