

# PODKLADNÍ VRSTVY VOZOVEK A ZEMNÍ TĚLESO

## Problémy s posuzováním únosnosti podloží

Ing. Jan Zajíček

Datum 20.11. – 21.11.2024

SDRUŽENÍ  
PRO VÝSTAVBU  
SILNIC



## Výklad pojmů

**Vyjasnění správných pojmů je základem bezproblémové komunikace. Jedná se zejména o pojmy souvisící s opatřeními prováděnými v případě výskytu nevhodných zemin. Poslední se týká podkladních vrstev vozovky.**

- **Úprava zeminy** - přimíchání pojiva nebo jiné granulometricky odlišné zeminy; úpravou se dosáhne lepších mechanických vlastností, snížení vlhkosti a lepší zpracovatelnosti; podle účelu použití se při úpravě zemin rozlišuje **zlepšení** a **stabilizace**.
- **Zlepšení zeminy** - úprava zeminy, kterou se umožňuje nebo usnadňuje především její zpracování nebo průchodnost terénem (např. zemina v podloží násypu).
- **Stabilizace zeminy** - úprava zeminy pro dosažení požadovaných mechanických vlastností podloží vozovky (aktivní zóny) kontrolovaná zkouškou kalifornského poměru únosnosti (CBR)
- **Stmelení zeminy** - úprava zeminy pro dosažení požadovaných pevnostních parametrů podkladní vrstvy vozovky, kontrolovaná zkouškou pevnosti v tlaku nebo pevnosti v příčném tahu.

## Výklad pojmů

**Problém, který souvisí s historicky nesprávným výkladem pojmu stabilizace, kterého se stále nedaří zbavit.**

- Od roku 1994 do roku 2008 platila norma ČSN 73 6125 „Stavba vozovek. Stabilizované podklady“, ve které se pro hydraulicky stmelené vrstvy ve vozovce nižších pevnostních tříd zcela nelogicky používal název cementová stabilizace.
- Přitom pojmem stabilizace se všude ve světě rozumí úprava podloží vozovky (aktivní zóny) a ne konstrukčních vrstev.
  - Konstrukční vrstvy se přece neupravují.
- Úpravou podloží se norma zabývala jen okrajově, přičemž vše pletla dohromady.
- Ukončení její platnosti naštěstí pomohl proces přejímání EN započatý v roce 2008, kdy všechny hydraulicky stmelené vrstvy přešly pod ČSN EN 14227-1 až 5 a ČSN 73 6124-1.
- Pojem stabilizace je tak opět vyhrazen technologiím, které se týkají zpracování (úpravě) zemin v zemním tělese včetně aktivní zóny a nikoliv stmelení směsi kameniva v konstrukci vozovky.

## Výklad pojmů

**Pokud by se jednalo jen o nesprávné označení s tím, že všichni rozumí o co ve skutečnosti jde, dalo by se před tím zavřít oči. Stalo se však toto:**

- Zkušební laboratoř vypracovala podle ČSN 73 6133 průkazní zkoušky na stabilizaci zeminy aktivní zóny a násypového tělesa vápnem.
- Investor toto odmítl s tím, že v průkazních zkouškách chybí zkouška odolnost proti mrazu a vodě.
- Na dotaz, že ČSN 73 6133 nic takového nepožaduje sdělil, že ČSN 73 6133 je pro úpravu zemin a ne pro stabilizaci a odolnost proti mrazu a vodě se zkoušet musí, protože je to tak podle ČSN 73 6125.
- To, že tato norma neplatí prý nevádí, protože žádnou jinou normu pro stabilizaci údajně nemáme.
- To není pravda, protože stabilizace je způsob úpravy podle ČSN 73 6133 a ČSN EN 14227-15.

**POZNÁMKA V ČSN 73 6133 je použit jen obecný pojem úprava. V době poslední revize se názvosloví dle EN teprve tvořilo a bylo považováno za nejvhodnější zůstat pouze u pojmu úprava (treatment).**

## Problémy při opravách vozovek

### Provádění návrhů oprav výhradně na základě výsledků měření FWD

- Při diagnostických průzkumech vozovek někdy dochází k nesprávnému vyhodnocení únosnosti vozovky. Návrh její opravy je tak podhodnocen a provedená oprava je neúčinná. To pak způsobuje problémy zhotoviteli opravy, na kterého obvykle směřuje neoprávněná reklamáce.
- Prvotní příčinou tohoto stavu je naprosto rutinní přebírání výstupů z měření únosnosti rázovým zařízením (FWD) jako hotový návod na provedení opravy vozovky.
- Někteří zpracovatelé diagnostických průzkumů tak věří více hypotetickým výsledkům z měření FWD, než vlastním očím při identifikaci poruch a objektivním laboratorním výsledkům, vypovídajících o nízké kvalitě podloží nebo podkladních vrstev.

## Problémy při opravách vozovek

### Provádění návrhů oprav výhradně na základě výsledků měření FWD

- Výpočetní model se též musí brát s velkou rezervou, protože neumí posoudit další vlivy na tvorbu poruch, které nemají přímou vazbu na vypočítanou únosnost vozovky.
- Jako příklad lze uvést absurdní představu přijetí vypočteného zesílení 50 mm jako návrh opravy vozovky prostou výměnou obrusné vrstvy v tloušťce 50 mm, kde jsou plošné deformace přesahující 50 mm (které FWD nemá šanci jakkoliv vzít v úvahu).
- Stejně tak nelze řešit výměnu 50 mm asfaltových vrstev a v konstrukci ponechat 100 mm vrstev s výraznými trhlinami všeho druhu, které se zcela jistě do nového krytu prokopávají.
- Též nelze tvrdit, že vozovka nepotřebuje opravu, když výpočtem nevychází žádné zesílení, což může mít různé příčiny.

## Problémy při opravách vozovek

### Provádění návrhů oprav výhradně na základě výsledků měření FWD

- Klasickým případem je následující příklad chybné interpretace výsledků měření FWD bez jakéhokoliv myšlení, které by zhodnotilo všechny souvislosti.
- Podle měření FWD a následného vyhodnocení vyšlo průměrné teoretické zesílení 50 mm.
- Přitom ve vozovce dle zjištění z vrtaných sond evidentně chyběly podkladní vrstvy, resp. materiály pod asfaltovými vrstvami na základě svého zatřídění a laboratorních zkoušek s bídou splňovaly požadavky na podloží vozovky !
- Výsledky FWD ale vypadaly příznivě, protože bylo sucho a zemina v podloží a pokladních vrstvách touto zeminou kontaminovaných měla pevnou konzistenci ( $I_c > 1$ ). Nikomu nevadilo, že ve vozovce zůstane 100 mm asfaltových vrstev s intenzivními síťovými trhlinami a plošnými deformacemi.
- Zpracovatel diagnostiky se slepě řídil jen FWD a vše ostatní, co by ho upozornilo, že je zde problém ignoroval.
- Oprava vozovky samozřejmě nevydržela ani 2 roky a její zhotovitel byl neoprávněně vyzván, aby v rámci záruky poruchy odstranil.

## Problémy při opravách vozovek

### Provádění návrhů oprav výhradně na základě výsledků měření FWD

- Předchozí příklad má ještě další variantu, že se na neúnosném podkladu navrhne recyklace na místě za studena, z nějakého nepochopitelného důvodu o té nejnižší možné tloušťce.
- Tím vůbec nedojde k materiálovému zlepšení podkladních vrstev a tenká křehká skořápka tvořená recyklovanou vrstvou se velmi rychle poláme.



## Problémy při opravách vozovek

### Interpretace zkoušky CBR při opravě vozovek

- Zkouška CBR je důležitým nástrojem pro stanovení návrhového modulu pružnosti podloží.
- Toto ale neplatí při opravách vozovek podle TP 87, protože podloží vozovky lze velmi objektivně zhodnotit na základě jeho historického chování, posouzení stavu poruch s ohledem na stáří vozovky, informací ze sond a měření FWD, přičemž zde mohou hrát pozitivní roli dlouhodobé příznivé podmínky, zatímco zkouška CBR podloží hodnotí s jistou opatrností nepříznivě, viz následující příklad.
- Při diagnostickém průzkumu se v podloží vozovky zjistí zeminy s velmi nízkými hodnotami  $CBR_{sat}$ .
- Je však vždy nutné trvat na jejich úpravě nebo výměně, což představuje vybourání celé vozovky ?
- Určitě ne, protože často tyto zeminy mají trvale příznivou konzistenci, což poznáme podle toho, že vozovka nevykazuje typické poruchy pro neúnosné podloží (síťové trhliny a plošné deformace).
- Takovéto podloží pokud při opravě nedojde k jeho odkrytí lze ve vozovce bezpečně ponechat.
- Proto bylo v rámci revize TP 87 upuštěno od požadavku provádět CBR, protože mnohem objektivnější jsou již samotné výsledky FWD.
- Výsledky CBR by mohly být pro nezasvěceného účastníka matoucí.

## Zbytečné požadavky

### Zadavatelé diagnostiky chtějí geologický průzkum

- Součástí diagnostického průzkumu je zjištění skladby konstrukce vozovky a stav jejího podloží pomocí jádrových vývrtů a vrtaných sond.
- Někteří zadavatelé diagnostického průzkumu jako jeho součást požadují provést geologický nebo geotechnický průzkum způsobem, jako u nových vozovek.
- Navíc ještě tento zbytečný průzkum neumí správně zadat.
- Výsledkem je tak elaborát sice zajímavý, ale zbytečně rozsáhlý, drahý a obvykle to co je potřeba v něm chybí.

## Zbytečné požadavky

### Požadavek na nenamrzavé podloží

- Investoři neoprávněně požadují nenamrzavé podloží vozovky, což vede k omezování použití jinak vhodných zemín, recyklátů a zbytečným úpravám nebo výměnám podloží za použití drahého kameniva.
- Požadavky na zeminy v aktivní zóně (podloží vozovky) vycházejí z kap. 4, čl. 4.1.3, ČSN 73 6133, kde o nějakém vyloučení namrzavých materiálů v aktivní zóně není ani zmínka.
  - Pouze v čl. 9.2.3, ČSN 73 6133 se uvádí, že „se nedoporučuje, aby v aktivní zóně byla ponechána bez úpravy/stabilizace zemina nebezpečně namrzavá“. Nebezpečně namrzavá zemina musí být nepochybně nevhodná, její úpravy se tak nevyhneme a její namrzavost se tak sníží vždy. Není tak důvod k obavám.
- Podobně se vyjadřuje v čl. 4.3.9 TKP 4 s odkazem na ČSN 73 6133 s konstatováním, že: „*Požadavky na nenamrzavost zemín v aktivní zóně se odvíjejí od TP 170, ev. požadavku ZDS*“.
  - Požadavek ZDS by musel být oprávněný a řádně technicky zdůvodněný. V kontextu TP 170 však lze takovéto zdůvodnění hledat velmi obtížně.

## Zbytečné požadavky

### Požadavek na nenamrzavé podloží

- **Klíč ke správnému postupu je tedy v TP 170, kde se podle čl. 5.6.5, tabulka 13 posuzuje potřebná tloušťka vozovky k tomu, aby její podloží bylo před promrzáním chráněno.**
- **Z toho vyplývá, že pokud by zákaz používání namrzavých nebo nebezpečně namrzavých materiálů v podloží vozovky platil, kritéria ochrany podloží před promrzáním v TP 170 by neměla žádný smysl.**
- **Z použití bychom též vyloučili většinu doposud používaných zemin a sypanin.**

## Zbytečné požadavky

### Bezodůvodně přísné požadavky na podloží vozovky

- Správný způsob posuzování podloží byl prezentován v příspěvku „Podkladní vrstvy a podloží vozovek z pohledu nových TP 170“, je však potřeba ještě upozornit na další problém.
- Aniž by byly k dispozici podklady o zemině v podloží a k tomu nějaký racionální důvod, parametry podloží se předepisují jako PII ( $E_d=80$  Mpa,  $E_{def,2}=60$  Mpa) nebo dokonce PI ( $E_d=120$  Mpa,  $E_{def,2}=90$  Mpa) a až na stavbě se pak hledá způsob, jak je splnit.
- Práce se tak opět zbytečně komplikují a prodražují.
- Příčinou je pravděpodobně mylný názor, že čím je vyšší dopravní zatížení, tím má mít podloží vyšší parametry. Nic takového ale neplatí, bylo by to v rozporu se samotným principem navrhování vozovek.
- Proto i na „nejnižší“ kategorii podloží PIII ( $E_d=50$  Mpa,  $E_{def,2}=45$  Mpa) lze navrhnout každou vozovku včetně dálnice.
- K tomu je potřeba ještě doplnit, že parametry podloží se přece zcela logicky nejprve zjišťují a potom předepisují a ne naopak. Nesmyslný ničím nepodložený požadavek na PII je ale důkazem, že takováto absurdita se přesto děje.

## Zbytečné požadavky

### Mýtus o vyztužování podloží vozovek

- **Vkládání výztužných geosyntetik na neúnosné podloží je neúčinné.**
  - Přetvoření vozovky a podloží vyvolaná zatížením od dopravy jsou malá a výztužný prvek se nikdy nemůže dostatečně napnout, aby v něm vzniklo dostatečně velké tahové napětí a působil jako výztuž.
  - Obvyklý průhyb na zemní pláni je kolem 0,3 mm, jaké tahové síly se asi mohou ve výztuži při rozpětí jízdního pruhu aktivovat ?
  - Navíc si lze těžko představit, jak má vlastně výztužný prvek s neúnosnou zemínou s minimálním vnitřním třením spolupůsobit.
- **Stejně neúčinné je použití umělohmotných kapes a kovových ok, která mají údajně podpořit zaklínění zrn kameniva a zabránit jejich rozjíždění do boku.**
  - Tím se ale nesníží ani tlak na podloží ani průhyb.
  - Takovéto vyztužování kromě reklamních letáků neumožňuje žádná technická norma nebo předpis.
  - Vyztužování geosyntetiky se dobře uplatňuje u zemních těles, kde dochází k natolik velkým deformacím, aby se výztužný prvek napnul a začal působit.

## Zbytečné požadavky

### Mýtus o vyztužování podloží vozovek

- Přesvědčivým argumentem by bylo porovnání dvou kontrolních modulů přetvárnosti ( $E_{\text{def},2}$ ) podle čl. 8.2, tab. 8, ČSN 73 6126-1 na spodní nestmelené podkladní vrstvě:
  1. položené na neúnosném podloží (s  $E_{\text{def},2} \ll 45$  MPa) opatřeném geosyntetickou výztuží
  2. položené na stejném neúnosném podloží bez této výztuže
- Pokud by to fungovalo a kontrolní modul přetvárnosti vrstvy  $E_{\text{def},2}$  ležící na nevyhovujícím podloží vyztužené geosyntetikem by byl vyšší a splnil požadavek čl. 8.2, tab. 8, ČSN 73 6126-1, nepochybně by to byla revoluce s silničním stavitelství.
- Ale je zde jedna drobnost, že se to zatím nikomu nepodařilo, protože to tak asi nefunguje a žádný převrat se tak nekoná.

## Zbytečné požadavky

### Dalším hitem je kompenzace neúnosného podloží stmelenými vrstvami

- Na neúnosném podkladu nelze žádný materiál zhutnit, protože pod hutnicím prostředkem dochází k nadměrným deformacím a hutněný materiál se neustále přetváří.
- Modul pružnosti hutněné vrstvy je do jisté míry přímo úměrný modulu pružnosti podkladu. Pokud je podklad neúnosný (má nízký modul pružnosti), modul pružnosti hutněné vrstvy je podle toho snížen.
- Pokud se to budeme snažit napravit stmelenou vrstvou, která může být do jisté míry na vliv kvality podloží méně citlivá, bude to mít jen minimální účinek. Takováto „křehká skořápka“, bude vystavena extrémnímu namáhání, protože neúnosný podklad jí neposkytne potřebnou oporu a proto se velmi brzy poláme a popraská.
- K tomu přispívá i to, že hydraulicky stmelené směsi jsou křehké. Pokud by se někdo pokoušel takovouto vrstvu na neúnosném podloží provést jako spodní podkladní, dopadlo by to ještě hůře.



## Zbytečné požadavky

### Další nápad, nad kterými zůstává rozum stát

- Úplnou zvráceností je nápad na neúnosném podloží umístit „armovanou betonovou desku“.
  - To už ať se rovnou neúnosné podloží překlene mostní konstrukcí.
- To, že při posouzení výpočtem mohou vozovky na neúnosném podloží „vyztužené“ pevnou stmelenou vrstvou vyhovět není důvod takovéto konstrukce obhajovat.
  - Výpočetní model neumí poznat, co je a co není technicky proveditelné a funkční.
  - Snadno se lze přesvědčit, že při posouzení výpočtem podle TP 170 (nebo jiných výpočetních modelů) mohou vyhovět úplně nesmysly.
  - Není možné nesmyslnou konstrukci obhajovat tím, že při posouzení výpočtem vyhověla.
- Proto nestačí jen počítat, ale také se musí u toho přemýšlet.

## Další chyby

### Úprava podloží bez průkazní zkoušky

- Pro úpravu zemin se musí v laboratoři zpracovat průkazní zkouška (receptura) s těmito údaji.
  - Druh a dávkování pojiva
  - Srovnávací laboratorní objemová hmotnost a optimální vlhkost
  - Dosažené požadované pevnostní charakteristiky upravené zeminy (*CBR*, *IBI*)
- Existují případy, kdy se úprava navrhuje bez laboratorní průkazní zkoušky jen tak od oka.
- Pak se stane, že např. úprava provedená vápnem nefunguje, protože se jedná o písčitou zeminu, kde se měl použít cement nebo hydraulické silniční pojivo.
  - Vápno je účinné pouze u zemin vykazujících plastické vlastnosti.
- Podmínky průkazní zkoušky se musí bezpodmínečně dodržet a použité materiály se nesmí měnit.
  - Nelze měnit pojivo, aniž by se to laboratorně ověřilo.
- Další chybou bývá podcenění tloušťky úpravy nebo výměny podloží. Pokud se neprovedou potřebné kontrolní zkoušky (nestačí jen  $E_{\text{def},2}$ ), při problému je pak obtížné najít kde se stala chyba.

## Další chyby

### Hutnění na únosnost $E_{\text{def}2} \geq 45 \text{ Mpa}$

- V projektech se objevuje věta: „Podloží se hutní na únosnost  $E_{\text{def}2} \geq 45 \text{ Mpa}$ ”.
- Takto to psát není správně.
- Kritérium není hodnota  $E_{\text{def}2}$ , ale poměr  $E_{\text{def}2}/E_{\text{def}1} \geq$  např. 2,5

**Děkuji za pozornost**

**Ing. Jan Zajíček**