

Problémy při posuzování únosnosti podloží vozovek

Nekvalitní provedení asfaltového krytu lze dříve či později opravit. Zato nekvalitní podloží vozovky vede k poruchám, které již zásahem do asfaltového krytu jen tak neopravíme, protože by se na stejném místě velmi rychle objevily znovu. Nekvalitní podloží tedy znehodnotí celou vozovku. Problém je též nesprávný výklad některých pojmů a norem, vedoucí ke zbytečným požadavkům, které sice kvalitu nesníží, zato stavbu komplikují a prodraží.

Výklad pojmů

Vyjasnění správných pojmů je základem bezproblémové komunikace. Jedná se zejména o pojmy související s opatřeními prováděnými v případě, když se v podloží vyskytují nevhodné zeminy. Poslední definice 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.

Existuje zde ale problém, který souvisí s historicky nesprávným výkladem pojmu stabilizace, kterého se stále nedaří zbavit. Zdrojem tohoto problému byla ČSN 73 6125 Stavba vozovek. Stabilizované podklady, která platila od roku 1994 do roku 2008, 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 určitá forma úpravy 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 platnosti této normy našťastí velmi pomohlo zahájení procesu přejímání evropských norem v roce 2008, kdy byla norma zrušena bez náhrady a všechny hydraulicky stmelené vrstvy přešly pod ČSN 73 6124-1. Od tohoto data je pojem stabilizace opět vyhrazen výhradně technologiím, které se týkají zpracování (úpravě) zemin v zemním tělese včetně

aktivní zóny, a nikoliv stmelení směsi kameniva v konstrukci vozovky.

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 a brát to jako hovorový výraz. 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 odolnosti proti mrazu a vodě. K dotazu, že ČSN 73 6133 nic takového nepožaduje, sdělil, že ČSN 73 6133 je pro úpravu zemin, a ne pro stabilizaci, protože se v ní pojem stabilizace nikde nevyskytuje 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 ještě máme ČSN EN 14227-15).

Poznámka: V ČSN 73 6133 je opravdu použit jen obecný pojem úprava. V době její poslední revize se názvosloví dle EN teprve tvořilo, a proto bylo považováno za nejvhodnější zůstat pouze u tohoto pojmu.

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 reklamace. 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, vyovídajícím o nízké kvalitě podloží nebo podkladních vrstev.

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 např. absurdní představu přijetí 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. Těž nelze tvrdit, že vozovka nepotřebuje opravu, když výpočtem nevychází žádné zesílení, což může mít různé příčiny. Klasickým případem je následující příklad chybné naprosto rutinní 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 zařazení a laboratorních zkoušek s bídou splňovaly požadavky na podloží vozovky! Výsledky FWD ale vypadaly příznivě, protože bylo sucho a zemina v podloží a v pokladních vrstvách touto zeminou kontaminovaných měla stupeň konzistence $I_c > 1$. Nikomu dále nevadilo, že ve vozovce zůstane 100 mm asfaltových vrstev zasazených 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.

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.

Interpretace zkoušky CBR při opravě vozovek

Zkouška CBR je důležitým nástrojem pro stanovení návrhového modulu pružnosti podloží při navrhování vozovek podle TP 170. Toto ale neplatí při navrhování oprav vozovek podle TP 87, protože podloží vozovky lze velmi objektivně zhodnotit na základě jeho historického chování, na základě posouzení stavu poruch s ohledem na stáří vozovky, informací z vrtaných sond a měření únosnosti FWD, přičemž zde mohou hrát pozitivní roli dlouhodobé příznivé podmínky, zatímco zkouška CBR podloží hodnotí s jistotou opatrností nepříznivě, viz následující příklad:

Při diagnostickém průzkumu se v podloží vozovky zjistí nevhodné zeminy s velmi nízkými hodnotami CBR_{sat} . Je však vždy nutné trvat na jejich úpravě nebo výměně, což představuje nutnost vybourání celé vozovky? Určitě ne, protože velmi často se stává, že tyto zeminy mají příznivou konzistenci a lze očekávat, že se jedná o trvalý stav (funguje odvodnění, vodní poměry jsou příznivé), vozovka nevykazuje poruchy, které by indikovaly neúnosné podloží (síťové trhliny a plošné deformace). Podpůrným argumentem je, pokud se vyhovující parametry podloží potvrdí i při měření únosnosti FWD. Takového podloží, zejména pokud při opravě nemusí dojít 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 a přesvědčovat ho, aby provedl výměnu podloží i v případech, kdy to není nutné.

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.

Požadavek na nenamrzavé podloží

Investoři neoprávněně požadují nenamrzavé podloží vozovky, což vede k omezování použití jinak vhodných zemín, směsných 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.^{*)} Podobně se vyjadřuje v čl. 4.3.9 TKP 4 s odkazem na ČSN 73 6133 s konstatováním, že: „*Požadavky na nenamrzavost zemin v aktivní zóně se odvíjejí od TP 170, ev. požadavku ZDS.*“^{**)}

Poznámka: ^{*)} 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 úpravě se tak nevyhneme a její namrzavost se tak sníží vždy. Není tak důvod k jakýmkoliv obavám.

Poznámka: ^{**)} Požadavek ZDS by musel být oprávněný a řádně technicky zdůvodněný. V kontextu TP 170 však lze takovéto zdůvodnění hledat velmi obtížně.

Klíč ke správnému postupu je tedy v TP 170, kde se podle článku 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, předepsaná kritéria ochrany podloží před promrzáním v TP 170 by neměla žádný smysl. Navíc bychom z použití vyloučili většinu doposud používaných vhodných zemín a sypanin.

Bezdůvodně 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.

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 zeminou 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 tlak na podloží a co potřebujeme – průhyb. Dobré zkušenosti z budování např. dočasných vojenských komunikací nelze srovnávat, protože zde se vyskytují extrémní průhyby až 1 000x větší. Vyztužování zemní pláň geosyntetiky a zrušení požadavku na měření modulu přetvárnosti $E_{def,2}$ 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.

Přesvědčivým argumentem by bylo porovnání dvou kontrolních modulů přetvárnosti ($E_{def,2}$) podle čl. 8.2, tab. 8, normy ČSN 73 6126-1 na spodní nestmelené podkladní vrstvě:

1. položené na neúnosném podloží (s $E_{def,2} \ll 45$ MPa) opatřeném geosyntetickou výztuží;
2. položené na stejném neúnosném podloží bez této výztuže.

Pokud by to fungovalo a kontrolní modul přetvárnosti $E_{def,2}$ spodní podkladní vrstvy na nevyhovujícím podloží vyztužené geosyntetikem by splnil požadavek čl. 8.2, tab. 8, ČSN 73 6126-1, asi by si toho někdo všimnul a publikoval, což by byla revoluce s silničním stavitelství. Ale je zde jedna drobnost, že se to zatím nikomu nepodařilo, protože to tak asi nefunguje, proto není co publikovat a žádný převrat se tak nekoná.

Dalším hitem je kompenzace neúnosného podloží stmelenými vrstvami nebo zvyšováním jejich pevnostních parametrů. Na neúnosném podkladu nelze žádný materiál dostatečně zhutnit, protože pod hutnicím prostředkem dochází k nadměrným deformacím a hutněný materiál se neustále přetváří. Dále platí, že modul pružnosti hutněné vrstvy je do jisté míry přímo úměrný modulu pružnosti podkladu. Pokud je podklad neúnosný (má nízký modul pružnosti), výsledný modul pružnosti hutněné vrstvy je pak podle toho snížen. Pokud se to budeme snažit napra-

vit náhradou nestmelené podkladní vrstvy vrstvou stmelenou, která může být do jisté míry na vliv kvality podloží méně citlivá, nebo zvyšováním pevnostních parametrů vrstvy stmelené, bude to mít jen minimální účinek, protože takováto „křehká skořápka“ bude vystavena extrémnímu namáhání, jelikož neúnosný podklad jí neposkytne potřebnou oporu, a proto se velmi brzo poláme a popraská. K tomu přispívá i to, že stmelené horní podkladní vrstvy se provádějí z hydraulicky stmelených směsí (ČSN 73 6124-1), které jsou křehké. Pokud by se někdo pokoušel takovou vrstvu na neúnosném podloží provést jako spodní podkladní, dopadlo by to ještě hůře.

Úplnou zvráceností jsou nápady některých projektantů na neúnosné podloží provádět „armovanou betonovou desku“. To už ať rovnou neúnosné podloží překlenou 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 technologicky proveditelné a funkční. Snadno se lze přesvědčit, že při posouzení výpočtem podle TP 170 (nebo i jiných výpočetních modelů) mohou vyhovět úplně nesmysly. Proto nestačí jen počítat, ale také se musí u toho přemýšlet.

Další chyby

Úprava bez průkazní zkoušky

Pro úpravu zemin se musí v laboratoři zpracovat průkazní zkouška (receptura) minimálně s těmito údaji:

- ▶ druh a dávkování přidávaného pojiva;
- ▶ srovnávací laboratorní objemová hmotnost a optimální vlhkost (údaje nutné pro kontrolu míry zhutnění);
- ▶ dosažené požadované pevnostní charakteristiky upravené zeminy (CBR , IBI).

Úprava se 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 např. měnit pojivo, aniž by se to laboratorně ověřilo. Způsobit problém může i stejný typ pojiva od jiného výrobce.

Další chybou bývá podcenění tloušťky úpravy nebo výměny podloží. Pokud se při tom neprovedou potřebné kontrolní zkoušky (nestačí jen modul přetvárnosti $E_{def,2}$), při jakémkoliv problému je pak obtížné najít, kde se stala chyba.

Hutnění na únosnost $E_{def2} \geq 45$ MPa

V projektech se objevuje věta: „Podloží se hutní na únosnost $E_{def2} \geq 45$ MPa.“ Takto to psát není správně. Pokud se kvalita hutnění prokazuje touto nepřímou metodou, kritérium kvality hutnění není hodnota E_{def2} , ale poměr $E_{def2}/E_{def1} \geq$ např. 2,5.

Ing. Jan Zajíček