

# PODKLADNÍ VRSTVY A PODLOŽÍ VOZOVEK

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

Ing. Jan Zajíček

25.11.2020

SDRUŽENÍ  
PRO VÝSTAVBU  
SILNIC



# Úvod

**Při běžném vnímání poruch vozovky vidíme jen poruchy na povrchu.**

**Významná část poruch ale vůbec nesouvisí s kvalitou asfaltových vrstev.**

**Jejich příčina je v podkladních vrstvách nebo podloží.**

**Problémy s nekvalitou podkladních vrstev a podloží se stále opakují.**

**Proto je potřebné toto téma znovu otevřít.**

# **Chyby při prokazování shody stavebních materiálů**

## Problémy s kvalitou nakupované šterkodrtě

### Počátek problému začíná již při nákupu.

- Na objednávce se často uvádí jen požadavek na frakci kameniva, např. 0/32.
- Prohlášení o vlastnostech se nečte, takže se vůbec neví, co se vlastně kupuje.
- Pokud nastane problém, jakákoliv reklamace je bezpředmětná, protože jediný uznatelný požadovaný parametr na základě objednávky je frakce např. 0/32.
  - Ani to nemusí být pravda, z prosté formulace „0/32“ nevyplývá požadavek na nadsítné.
- Ze správné objednávky musí jasně vyplývat: ŠD<sub>A</sub> 0/32; ČSN 73 6126-1.
- I tak se může stát, že prohlášení o vlastnostech není v souladu s požadavky ČSN 73 6126-1.
- Prohlášení o vlastnostech se musí číst celé, jeho samotná existence není postačující podmínkou k prokázání potřebné kvality nakupovaného kameniva.
- Někteří výrobci kameniva respektují pouze ČSN EN 13242+A1. V té ale žádné konkrétní požadavky na kamenivo nejsou.
  - Z hlediska požadavků legislativy jim proto nelze nic vytknout, z hlediska marketingu a přístupu k zákazníkovi to ale není správný přístup.

## Problémy s kvalitou nakupované šterkodrtě

EN jsou postaveny na předpokladu, že zákazníci ve své zemi donutí výrobce kameniva respektovat národní požadavky.

- Bohužel zhotovitel stavby vysoutěžená za nejnižší cenu zcela logicky též poptává kamenivo za nejnižší cenu.
- Tu najde právě u takového dodavatele, který požadavky ČSN 73 6126-1 ignoruje.

Základní charakteristiky	Vlastnosti	Harmonizovaná technická specifikace
<b>Tvar zrn, frakce a objemová hmotnost</b>		<p>Přestože ČSN 73 6126-1 tyto důležité vlastnosti požaduje, někteří výrobci je neuvádí a deklaruje jako „bez požadavků“.</p> <p>Velkou chybou je absence kvality jemných částic.</p> <p>EN 13242:2002+A1:2007</p>
- Frakce kameniva	0/32	
- Zrnitost	G <sub>A85</sub>	
- Tolerance pro zrnitost HK s $D/d \geq 2$	NPD	
- Tolerance pro typickou zrnitost DK a směsi	GT <sub>A10</sub>	
- Tvar zrn hrubého kameniva – index plochosti	NPD	
- Tvar zrn hrubého kameniva – tvarový index	NPD	
- Procentní podíl drcených a lámaných zrn v HK	NPD	
- Objemová hmotnost	2,64 mg/m <sup>3</sup>	
<b>Čistota</b>		
- Obsah jemných částic	F <sub>0</sub>	
- Kvalita jemných částic	NPD	
<b>Odolnost proti drcení</b>		
- Součinitel Los Angeles	LA <sub>40</sub>	
- Hodnota držitelnosti v rázu	NPD	
<b>Objemová stálost</b>		
- Rozpad křemičitanu vápenatého ve VCHVS	NPD	
- Rozpad železa ve VCHVS	NPD	
- Objemová stálost kameniva z ocelářské strusky	NPD	
<b>Nasákavost</b>		
- Nasákavost	WA <sub>24</sub> ≤ 4	
<b>Složkv</b>		

## Problémy s kvalitou nakupované šterkodrtě

### Důsledek nepochopení prokazování shody podle EN.

- ŠD se musí především správně na objednávce specifikovat.
- I když je tato specifikace správná, dodaná ŠD nemusí splňovat požadavky ČSN 73 6126-1.
- Prohlášení o vlastnostech se musí číst celé a údaje na něm uvedené kontrolovat.
- Zvýšená pozornost se musí věnovat zejména dodržování požadavků na kvalitu jemných částic – viz příspěvek o změnách v normách.

# Co jsou to doprovodné produkty z výroby kameniva



## Vytríděný materiál z primárního drcení, který je pro další zpracování při výrobě kameniva nepoužitelný.

- Tyto doprovodné produkty mají různé názvy jako např. lomová výsivka, odval nebo odhlinění.
- Někteří výrobci se snaží tyto produkty prodávat pro jiné účely použití než kamenivo, avšak stále jako kamenivo.
- Nejčastěji to řeší názvy jako „nestandard“ nebo „kamenivo mimo normu“.
- Tím naprosto zbytečně vysílají signál, že jde o něco nekvalitního a podřadného.
- Pokud materiál nesplňuje vlastnosti kameniva, neměl by se jako kamenivo prodávat.
- Není to žádný bezcenný odpad, ale velmi kvalitní náhrada zeminy podle ČSN 73 6133 pro
  - zemní tělesa pozemních komunikací včetně aktivní zóny
  - zásypy rýh a výkopů při budování inženýrských sítí
  - zásypy a obsypy objektů, zemní valy, protihlukové clony
  - terénní úpravy

## Vytríděný materiál z primárního drcení, který je pro další zpracování při výrobě kameniva nepoužitelný.

- Zemina není stanovený výrobek, proto není potřeba žádné prohlášení o vlastnostech
- Shoda se prokazuje prostým prohlášením výrobce o splnění požadavků ČSN 73 6133.
- Jedná se vesměs o dobře zrněné šterky (GW), písky (SW) a šterky s příměsí jemnozrnné zeminy (G-F), které jsou do aktivní zóny zemního tělesa přímo podle tabulky 1 ČSN 73 6133 vhodným materiálem.

- Stejná pravidla platí i pro směsné recykláty, které jsou jako náhrada zeminy též kvalitním materiálem.

Tabulka 1 – Použitelnost zemin pro stavbu zemního tělesa (ČSN 73 6133)

Podmínky použití	NEPOUŽITELNÉ <sup>a)</sup> 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 <sup>c)</sup>	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 % <sup>b)</sup> , 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
<sup>a)</sup> Netýká se podloží násypu a svahů zářezu. <sup>b)</sup> Obsah 6 % je hranice pro středně organické zeminy dle ČSN EN ISO 14688-2. <sup>c)</sup> Neplatí pro poddajnou vrstvu vrstevnatého násypu.				

Oblast vhodných doprovodných produktů

# Chyby při navrhování vozovek

## Chyby při úpravě nebo výměně podloží – mýtus o vyztužování podloží

- Pokud je podloží neúnosné ( $CBR_{sat} < 15 \%$ , nevhodná zemina), musí se v potřebné tloušťce upravit nebo vyměnit.
- Lze se též setkat s tvrzením, že neúnosné podloží lze vyztužit tahovou výztuží stejně jak je tomu u železobetonu. Takováto úvaha je mylná z následujících důvodů:
  - Železobeton funguje za předpokladu, že ocelová výztuž převezme tahová napětí, aby k tomu došlo, konstrukce se musí vlivem zatížení dostatečně prohnut, aby se tahové napětí aktivovalo. Navíc výztuž a beton musí dokonale spolupůsobit
  - Na zemní pláni jsou však podmínky diametrálně odlišné, přetvoření vozovky a podloží vyvolaná zatížením od dopravy jsou malá a výztužný prvek se nikdy nemůže dostatečně napnout, aby v něm vůbec nějaké reálné tahové napětí vzniklo. Obvyklý průhyb na pláni je v desetinách mm (např. 0,3 mm) při rozpětí odpovídající šířce jízdního pruhu. Jaké tahové síly se asi mohou ve výztuži aktivovat ?
  - Též si lze těžko představit, jak má výztužný prvek spolupůsobit s neúnosnou (plastickou) zemínou s minimálním vnitřním třením.
  - Dobré zkušenosti např. při budování dočasných vojenských komunikací nelze srovnávat, zde jsou extrémní průhyby až 1000 x větší.

## Chyby při úpravě nebo výměně podloží – mýtus o vyztužování podloží

- Stejně neúčinné je na neúnosné podloží pokládat různé umělohmotné kapsy a kovová oka, která mají údajně podpořit zaklínění hrubých zrn kameniva a zabránit jejich rozjždění do boku, tím se ale vůbec nesníží tlak na podloží ani jeho průhyb.
- Je potřeba vědět, že kromě reklamních letáků nemá takovéto vyztužování podloží oporu v žádném technickém předpise nebo normě.
- **POZNÁMKA**
  - Pokud se na zemní pláň dává geotextilie, neslouží jako výztuž, ale pro separaci zabraňující kontaminaci materiálem z podloží.
  - Vyztužování geosyntetiky dobře funguje u násypů, kde dochází k natolik velkým deformacím, aby se výztužný prvek dostatečně napnul a mohl začít působit.
  - Umělohmotné kapsy mohou najít uplatnění pro zajištění stability svahů nebo podkladních vrstev při extrémně velkých podélných sklonech.
  - Výztužné prvky se též dobře uplatňují při opravách vozovek, viz TP 115 a TP 147.

# Nepochopení úlohy hydraulicky stmelených podkladních vrstev

## Historie vzniku a současný stav

- V lokalitách kde je nedostatek kvalitního kameniva se historicky vyvinuly technologie, které umožňují z místních materiálů vyrobit podkladní vrstvy přidáním vhodného pojiva.
- Nejčastěji se používají tzv. pojiva hydraulická, jejichž typickým zástupcem je cement.
- Postupným „zdokonalováním“ se tyto vrstvy stmelené hydraulickými pojivy začaly vyrábět ve stále vyšších pevnostních třídách.
  - Při používání analytických metod navrhování vozovek to na první pohled vypadá jako výhoda.
  - V poslední době jako by neexistovalo nic jiného než nejvyšší třída pevnosti SC  $C_{8/10}$ .
  - K tomu je zapotřebí kvalitní kamenivo s přísnými požadavky na zrnitost.
  - Původní smysl této technologie využívat místní materiály a méně hodnotné kamenivo se tak vytratil.
  - Místo toho máme problém a to reflexní trhliny, kde opatřeními proti jejich tvorbě musíme vysoké pevnostní parametry zase do jisté míry znehodnotit.

## Reflexní trhliny na vozovce s hydraulicky stmelenými podkladními vrstvami o vysoké třídě pevnosti



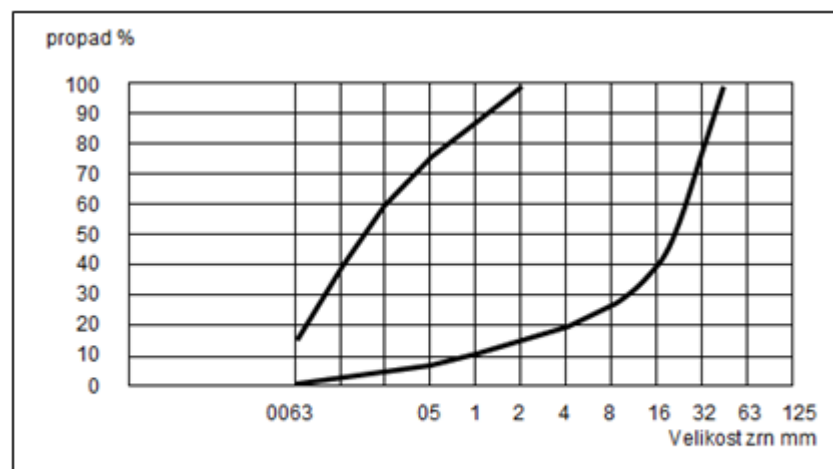


## Opatření proti reflexním trhlinám

- Opatření proti tvorbě reflexních trhlin se provádí buď podporou vzniku mikrotrhlin provedením přejezdů vibračním válcem nebo vytvářením spár nebo vrypů v čerstvě položené vrstvě.
- Obvykle se preferuje toto druhé opatření z obavy, že přejezd vibračním válcem vrstvu poškodí.
- V okolí spár nebo vrypů je ale konstrukce vozovky též výrazně oslabena a posouzení podle návrhové metody zde neplatí, spáry a vrypy proto nejsou „šetrnějším opatřením“ než přejezdy válcem.
- Pro netuhé vozovky je používání vysokých pevnostních tříd kontraproduktivní. Co se získá vysokou pevností, je opatřeními proti reflexním trhlinám do jisté míry znehodnoceno. Vyšší třída pevnosti podkladní vrstvy není automaticky zárukou vyšší užitné hodnoty.
- Používání vysokých tříd pevnosti v hydraulicky stmelovaných podkladních vrstvách nelze zdůvodnit ani u vozovek s vysokým dopravním zatížením. Žádné pravidlo o tom, že vyšší dopravní zatížení vyžaduje vyšší pevnostní třídy neexistuje.

## Návrh jednoduchého řešení

- Nebylo by lepší vrátit se k původní myšlence z počátku používání vrstev stmelených hydraulickými pojivy ?
  - Používat směsi nižších pevnostních tříd  $C_{1,5/2}$  a  $C_{3/4}$  podle ČSN 73 6124-1, kde tvorba reflexních trhlin není takový problém.
  - Přitom efektivně využívat méně hodnotné kamenivo včetně těžného, místní materiály, recykláty, doprovodné produkty z výroby kameniva apod., protože požadavky na vlastnosti kameniva včetně zrnitosti zde nejsou tak přísné (obrázek 2).



Obrázek 2 – Požadavky na zrnitost směsí pevnostních tříd  $C_{1,5/2}$  a  $C_{3/4}$

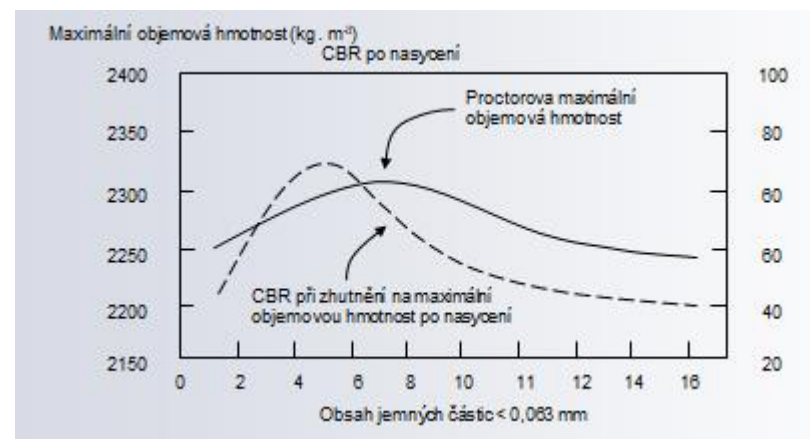
# Podceňování významu kvality podkladních vrstev

## Všeobecně

- Je potřeba si uvědomit, že při nekvalitním provedení asfaltového krytu vozovky lze dříve nebo později opravit jen tento kryt.
- Zato nekvalitní podkladní vrstvy vedou k poruchám, které nelze účinně opravit jen zásahem do asfaltového krytu.
- Vozovka by se musela celá nebo z velké části vybourat a postavit znovu.
- Proto nezbývá, než opravy provádět jen výměnou asfaltových vrstev.
- Takovéto opravy jsou samozřejmě neúčinné a poruchy se objevují stále znovu.
- Nekvalitními podkladními vrstvami se tak na dlouhou dobu znehodnotí celé dílo.

## Kvalita jemných částic ( $D < 0,063$ mm)

- Význam kvality jemných částí a jejich příznivý efekt na fungování nestmelené vrstvy se velmi často podceňuje.
- Přítomnost jemných částic u kameniva pro podkladní vrstvy není žádný projev nečistoty a nekvality. Pokud jsou jemné částice produktem drcení zdravé horniny v lomu, jejich přítomnost je ve směsi žádoucí.
  - Přispívají k uzavření povrchu vrstvy, která lépe odolává mechanickému namáhání a zvyšují její únosnost
  - Usnadňují zpracování směsi a při vhodné vlhkosti pomáhají zabraňovat její segregaci.
  - Příklad vlivu množství jemných částic na maximální objemovou hmotnost a CBR



## Kvalita jemných částic ( $D < 0,063$ mm)

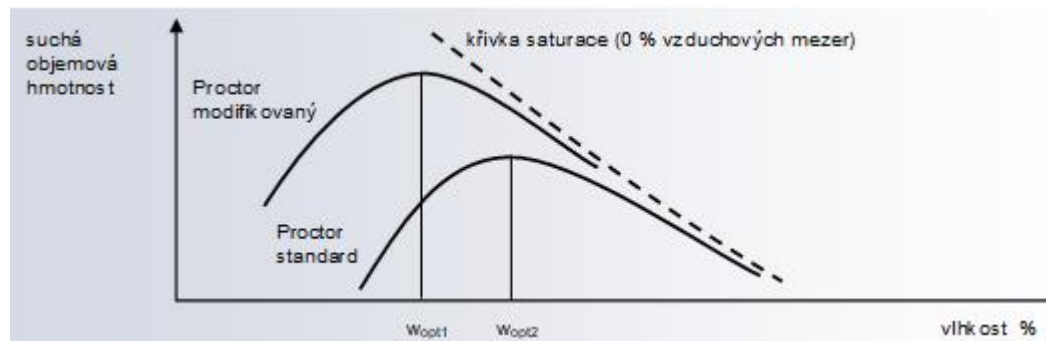
- Kvalita jemných částic souvisí s tím, zda obsahují či neobsahují příměs aktivních jílovitých minerálů, které se projevují plastickými vlastnostmi, snižující vnitřní tření a tím stabilitu vrstvy při mechanickém namáhání.
- Zde se ale někdy chybuje při interpretaci takto stanovené neplasticity.
- Jedná se o představu, že když mez plasticity nelze stanovit, tak má nulovou hodnotu.
- Následný výpočet indexu plasticity způsobem, že se od meze tekutosti (jde stanovit vždy) odečte nulová mez plasticity, vede k absurdnímu výsledku, kde na jedné straně zjišťujeme neplasticitu a zároveň vychází hodnota indexu plasticity indikující plastické vlastnosti.
- Kde se stala chyba ?
- Vlhkost na mezi plasticity představuje stav, při kterém zemina přechází z polotuhé konzistence na plastickou (pod zatížením uhýbá, špatně se zhutňuje). Toto přece není možné při nulové vlhkosti.
- Z toho pak logicky vyplývá, že když vlhkost na mezi plasticity nelze stanovit, tak není nulová ale neexistuje a výpočet indexu plasticity odečtením nuly od vlhkosti na mezi tekutosti nemá žádný smysl.
- Proto nelze přiřazovat  ~~$w_p = 0$~~  a počítat  ~~$I_p = w_l - 0$~~

## Kvalita jemných částic ( $D < 0,063$ mm)

- Kromě dodržení potřebné kvality jemných částic je důležité i nepřekročení jejich povoleného maximálního množství, aby směs měla správnou zrnitost a aby se eliminovalo riziko její namrzavosti.
  - POZNÁMKA Kvalita jemných částic, u nestmelených směsí, nijak nesouvisí s namrzavostí.
- Stále se setkáváme s nepochopením tohoto přístupu, odmítáním „zahliněných“ směsí kameniva pouze na základě vizuálního hodnocení bez ověření laboratorními zkouškami nebo alespoň orientačními polními zkouškami podle přílohy B ČSN 73 6126-1.
- Kromě toho existuje i opačný extrém, kdy se množství jemných částic překračuje a hodnocení kvality ignoruje.

## Nerespektování vlivu vlhkosti na hutnění

- Již ve 30. letech minulého století objevil R.R. Proctor závislost dosažené objemové hmotnosti na vlhkosti při hutnění:



- Přesto se často hutní způsobem, jako by nic takového neexistovalo. Pak se řeší „záhada“ proč se hutnění nepodařilo.
- Štěrkodrtě mají obvykle velmi nízkou vlhkost. Pokud nejsou zvlhčeny kropením, jejich hutnění je málo účinné, protože dochází k vysokému tření a tím nežádoucímu otěru mezi jednotlivými hrubými zrny. To pak způsobuje částečné drcení těchto zrn, vedoucí ke změně zrnitosti se zvýšeným obsahem jemných částic. Dalším doprovodným jevem je nedostatečně zhutněná vrstva.



## Příliš vysoká rychlost jízdy válce – platí obecně

- Kromě obecně známých zásad správného hutnění se někdy zapomíná na vliv rychlosti jízdy vibračního válce na jeho hutnicí účinek.
  - Zvýšením rychlosti jízdy válce se snižuje jeho hutnicí účinek, pokud se zvýší rychlost na dvojnásobek, musí se zdvojnásobit počet pojezdů
  - Pokud se jezdí s válcem rychle, hutnění je při zachování obvyklého počtu pojezdů nedostatečné.
  - Příliš vysoká rychlost může navíc způsobit poškození vrstvy; pokud je vzdálenost vibračních rázů srovnatelná s tloušťkou vrstvy, válec ji nehutní ale „seká“ (impact spacing).

## Problémy při používání recyklovaných materiálů

- Využití recyklovaných materiálů není otázka technická, ale jak správně tyto materiály zařadit a pojmenovat. Při recyklaci v silničním stavitelství se lze setkat s následujícími případy, kdy recyklovaný materiál je:
  - Kamenivo např. podle ČSN EN 13242+A1
  - Recyklát jako náhrada zeminy podle ČSN 73 6133 a TP 210
  - R-materiál podle ČSN EN 13108-1, případně ČSN 73 6141
- Též nelze tvrdit, že recyklace obecně představuje nižší kvalitu, protože se musí správně rozlišovat rozdílné požadavky pro různé technologie a srovnávat co je srovnatelné.
- Jestliže recyklované kamenivo nedosáhne na požadované parametry do asfaltových směsí, do nestmelených směsí jeho použití může být reálné.
- Ani to se však nemusí vždy podařit zejména u směsných recyklátů, které jsou kvalitním materiálem do zemního tělesa pozemních komunikací jako náhrada zeminy při stavbě násypů, protihlukových stěn, provádění zásypů rýh apod.
- Přitom se nesmí požadavky na tyto materiály plést s požadavky na kamenivo a míchat vše dohromady.

# Různé

## Suchá objemová hmotnost

- Někdy je zapotřebí znát objemovou hmotnost suché zeminy, aby se získaly porovnatelné výsledky, neovlivněné vlhkostí zkušební vzorku. Je to např. při stanovení míry zhutnění a provádění Proctorovy zkoušky.
- Proto se z objemové hmotnosti zkušební vzorku, který má vždy nějakou vlhkost, ryze hypoteticky odmyslí hmotnost přítomné vody, nikoliv však její objem, neboť v čitateli zlomku je stále stejné  $V$ :

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad \rho_d = \frac{m_s}{V} \qquad \rho_d = \frac{\rho}{w+1}$$

- Nejedná se tedy o žádnou „vysušenou zeminu“ ale o ryze teoretickou veličinu, kterou lze pouze vypočítat. Správné pojmenování je tedy suchá objemová hmotnost (dry density) nebo objemová hmotnost suché zeminy.

## Úprava / stabilizace / zlepšení zeminy ?

- Úprava - dosažení lepších mechanických vlastností, snížení vlhkosti a lepší zpracovatelnosti; podle účelu použití se při úpravě zemin rozlišuje zlepšení a stabilizace
- Zlepšení - úprava zeminy, kterou se umožňuje nebo usnadňuje především její zpracování nebo průchodnost terénem
- Stabilizace - úprava zeminy pro dosažení lepších mechanických vlastností podloží vozovky, kontrolovaná zkouškou kalifornského poměru únosnosti (CBR)

**POZNÁMKA** Úprava je tedy obecný nadřazený pojem

## Zesílení vozovky – co si pod tím představit ?

- Jedná se o zvýšení únosnosti vozovky při její opravě nebo rekonstrukci bez ohledu na to, zda dochází ke zvýšení tloušťky konstrukčních vrstev.
  - V některých dotačních projektech se objevovaly požadavky na zesílení vozovky tím, že se musí zvýšit niveleta.
  - To je naprosté nepochopení nejen tohoto pojmu, ale i celé problematiky navrhování vozovek
  - Zvýšení nivelety nemusí automaticky vést k zesílení vozovky
  - Vozovku lze zesílit a přitom niveletu i snížit.
- Zesílení vozovky je každé nahrazení starých porušených vrstev novými nebo jejich recyklace.