

Recyklace na místě

Ing. Jan Zajíček

doc. Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.

Úvod

Abychom pochopili recyklaci na místě, je nutné stručně se zamyslet nad recyklací obecně.



Proč recyklujeme ?

Recyklací se

- ▶ šetří přírodní neobnovitelné zdroje
- ▶ snižuje objem odpadů
- ▶ snižuje znečišťování včetně emisí do ovzduší
- ▶ šetří paliva a energie
- ▶ šetří výrobní prostředky, infrastruktura, lidská práce
- ▶ **snižují výrobní náklady**

Jen kvůli ekologii to ale dobrovolně nikdo dělat nemůže a ani nebude.

- ▶ Nutnou podmínkou je **ekonomická výhodnost**

Překážky bránící recyklaci

Přes veškeré ekologické i ekonomické výhody existují překážky, které recyklaci brání nebo zbytečně komplikují.

- ▶ To pak snižuje ekonomickou efektivnost recyklace a tím její atraktivitu pro firmy.

Největší problém je nedostatečné vzdělávání a informovanost.

- ▶ To využívají různí aktivisté, kteří s přispěním médií šíří „světový názor“, že drtivá většina ekonomicky aktivní populace jsou škůdci a ničící zeměkouli.
- ▶ To pak tendenčně ovlivňuje tvorbu a výklad legislativy.

Překážky bránící recyklaci

Výsledkem takovéto „ochrany ŽP“ je, že málo významné negativní dopady se zveličují a mají přednost před významnými pozitivními přínosy.

- ▶ Kolonie žab má větší cenu, než zdraví a život člověka.

Těž se šíří nepodložené poplašné zprávy, které negativně ovlivňují veřejné mínění.

- ▶ V médiích se objevila informace:
Firma se zbavila tisíce tun odpadu tím, že jej vyvezla a rafinovaně ukryla na nedaleké stavbě.
- ▶ Ve skutečnosti se jednalo o vytěženou zeminu pro stavbu násypu.

Překážky bránící recyklaci

Paradox recyklace ve stavebnictví

- ▶ Recyklace významně přispívá k ochraně životního prostředí.
- ▶ Největší překážky bránící recyklaci způsobují ochránci životního prostředí.

Překážky bránící recyklaci

Další problém: Neoprávněné pochyby o kvalitě

- ▶ Je pochopitelné, že recyklované kamenivo se nemůže nikdy srovnávat s přírodním kamenivem splňujícím ty nejpřísnější požadavky.
- ▶ Všude ale takovéto požadavky nejsou potřebné.
- ▶ Například požadavky na kamenivo do podkladních vrstev nejsou tak přísné, aby byly pro recyklované kamenivo nesplnitelné.
- ▶ Proto se musí vždy srovnávat to, co je srovnatelné.
- ▶ To, že recyklované kamenivo se pro některé technologie nehodí neznamená, že pro jiné technologie nemůže být dostatečně kvalitní.

Překážky bránící recyklaci

Neoprávněné pochyby o kvalitě (pokračování)

- ▶ Pochyby o kvalitě lze pochopit, pokud se recyklační technologie neřídí jasnými pravidly nebo recyklovaný materiál není správně pojmenován a tím není zřejmý účel jeho použití.
- ▶ Je třeba odmítnout názor, že recyklace = nižší kvalita.
- ▶ Pokud recyklovaný materiál splní požadavky příslušných norem, je stejně hodnotný jako běžný standardní materiál a jeho použití není na úkor kvality.

Technické normy a recyklace

Co a jak řeší příslušné normy a předpisy

Zatímco recyklované materiály se zpracovávají

**běžnými technologiemi bez potřeby
zvláštních předpisů,**

recyklace na místě vyžaduje

speciální technologie a zvláštní předpisy.

Technické normy a recyklace

S použitím recyklovaných materiálů současné normy počítají.

- ▶ V každé evropské normě pro kamenivo je uvedeno: „Tato evropská norma určuje vlastnosti kameniva, získaného zpracováním přírodních, umělých nebo recyklovaných materiálů“.
- ▶ Recyklovaný materiál tedy může být kamenivem, pokud splní předepsané požadavky.
- ▶ Použití recyklovaného kameniva není technický problém, ale jen jak tento materiál správně zatřídit a pojmenovat.

Technické normy a recyklace

Zařízení na výrobu recyklovaného kameniva



Důležité je selektivní třídění u zdroje, aby nedocházelo k míchání materiálů různé kvality.

O kvalitě výsledného recyklátu rozhoduje složka o nejnižší kvalitě.

11

Technické normy a recyklace

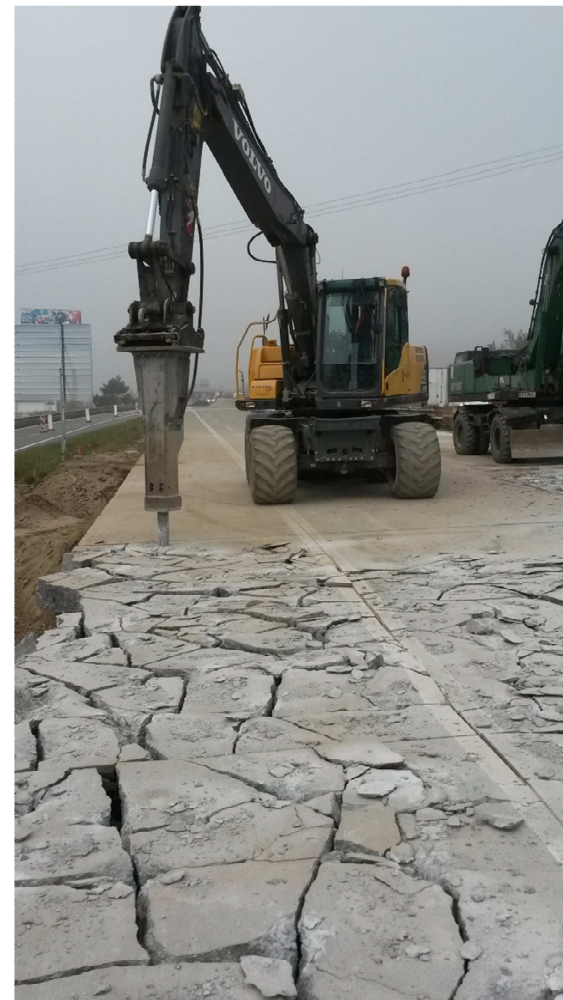
Recyklované kamenivo – dříve v úzkých frakcích
dnes ve směsích 0/63; 0/32; 0/22 mm



Recyklace na místě

12

Recyklované stavební materiály



Recyklovaný stavební materiál

Srovnávací zkoušky nestmelených směsí kameniva

Zkouška / Zkoušené materiály	Zrnitost	Obsah j.č.	% drc. zrn	SE	Ip	CBR _{sat}	CBR _{cykl}	Mraz.	Otluk	Ed triax.	Namr- zavost	Poznámky (uvažuje se s ŠD _B 0/16, 0/22)
ŠD _B 0/32 rula	G _{E(0/32)}	1,5	C _{90/3}	27	NP	90	2048,4	0,6	34	449	0,22	ŠD _A 0/32; SE<35 ale f<3%
ŠD _B 0/32 rula	G _{E(0/32)}	1,5	C _{90/3}	31	NP	105	2580,3	0,9	—	453	—	ŠD _A 0/32; SE<35 ale f<3%
bet. recyklát 0/22	G _{E(0/22)}	4,0	C _{90/3}	28	NP	45	412,8	4,1	52	258	0,27	GW;pro ŠD _B 0/22 SE<35,CBR<50%
bet. recyklát 0/22	G _{E(0/22)}	5,0	C _{90/3}	33	NP	35	495,4	3,8	58	205	—	GW;pro ŠD _B 0/22 SE<35,CBR<50%
směs.recyklát 0/22 (1)	G _{E(0/22)}	6,0	C _{90/3}	43	NP	45	596,2	7,4	55	185	0,50	pro ŠD _B 0/22 ! OC ₈₅ , CBR<50%
směs.recyklát 0/22 (2)	G _{E(0/22)}	7,0	C _{90/3}	44	NP	55	338,9	6,1	62	205	—	splňuje ŠD _B 0/22
0/22 znělec (1)	G _{E(0/22)}	4,0	C _{90/3}	34	NP	120	182,6	2,3	40	505	0,20	pro ŠD _B 0/22 SE<35
0/22 znělec (2)	G _{E(0/22)}	6,0	C _{90/3}	37	NP	80	456,4	2,0	36	455	—	splňuje ŠD _B 0/22

Technické normy a recyklace

Jak recyklovaný produkt správně pojmenovat

- ▶ Recyklované kamenivo např. podle ČSN EN 13242+A1
 - ▶ Je to stanovený výrobek s prohlášením o vlastnostech a označením CE.
 - ▶ Pokud recyklované kamenivo pro daný účel splňuje všechny požadované parametry jako kamenivo přírodní, není mezi nimi žádný kvalitativní rozdíl.
- ▶ Pokud se na potřebné parametry kameniva nedosáhne, není to žádný bezcenný odpad, ale štěrková sypanina pro stavbu zemního tělesa podle ČSN 73 6133.
 - ▶ Nejedná se o stanovený výrobek, patří do kategorie tzv. ostatních výrobků, kde není třeba mít žádné prohlášení o vlastnostech, prokazuje se jen shoda s ČSN 73 6133.

Recyklace na místě

15

Technické normy a recyklace

Poznámky k použití recyklovaného kameniva

- ▶ Použití recyklovaného kameniva je věcí zhotovitele, ne projektanta. Toto předepisovat do projektů, pokud k tomu není zvláštní důvod, nemá žádné opodstatnění.
- ▶ Stávají se případy, kdy investor nechce povolit použití recyklovaného (nebo i umělého) kameniva v podkladních vrstvách, protože to není uvedeno v projektu.
- ▶ Proč by to tam mělo být? Prosté použití recyklovaného kameniva není předmětem žádné speciální technologie.
 - ▶ Štěrkodrt' z recyklovaného kameniva je naprosto stejná štěrkodrt', jako štěrkodrt' z kameniva přírodního, pro obě platí stejné požadavky podle ČSN EN 13242 a ČSN 73 6126-1.

Stavebně demoliční odpad (SDO) →

→ recyklát

→ drcení, třídění



- **R-materiál**
min. 95% částic obalených asfaltovým pojivem
- **Recyklát asfaltový (Ra)**
30 – 95% částic obalených asfaltovým pojivem

Technické normy a recyklace

Použití R–materiálu jako recyklovaného kameniva

- ▶ Z TP 208 vyplývá, že R-materiál je možné přímo použít jako šterkodrt' (ŠD).
- ▶ Při hutnění platí též závislost na vlhkosti stejně jako u směsí kameniva, suchý R-materiál nezhutníme.
- ▶ V R-materiálu nejsou všechna zrna kameniva rozpojená, ale tvoří „slepence“, u kterých dochází vlivem provozu k postupnému dotvarování a tím dohutňování vrstvy. To se projeví trvalými deformacemi.
- ▶ Není vhodné provádět plochy, kde stojí nákladní automobily nebo komunikace s vyšším dopravním zatížením.

Recyklace na místě

18

Technické normy a recyklace

Zatímco při použití recyklovaného kameniva stačí existující normy, recyklace na místě je speciální technologie, kterou upravují TP MD.

- ▶ Za studena podle TP 208
- ▶ Za horka podle TP 209 (týká se jen asfaltových vrstev)



19

Recyklace podle TP 208

Smyslem TP 208 bylo přehledné uspořádání všech způsobů studené recyklace do jednoho předpisu.

TP 208 řeší jak použití recyklovaného kameniva, tak recyklaci na místě.

TP 208 vymezuje procesy studené recyklace pomocí tabulky 1.

Recyklace podle TP 208

Tabulka 1

Vymezení procesů studené recyklace podle :

- ✓ **typu recyklované vrstvy**
- ✓ **druhu pojiva**
- ✓ **způsobu recyklace**
- ✓ **výsledného produktu**

Důležité je čím je **výsledná recyklovaná vrstva**.

Recyklace celková = včetně podkl. vrstev max. tl. 250 mm

Recyklace částečná = jen asfalt. vrstvy v tl. 50 - 120 mm

Recyklace na místě

Technologický proces	Co se recykluje			Pojivo	Výsledná recyklovaná vrstva
	Hutněné asfaltové vrstvy	Penetrační makadam, nátěry	Vrstvy bez asfaltového pojiva		
NESTMELENÉ VRSTVY – RECYKLACE BEZ POUŽITÍ POJIVA					
Celková recyklace na místě	OMEZENĚ max. 30% ¹⁾	ANO		–	ŠD
Použití dodávaného převážně recyklovaného kameniva	ANO ²⁾	ANO		–	ŠD, MZK
STMELENÉ VRSTVY – RECYKLACE S POUŽITÍM POJIVA					
Celková recyklace na místě nebo recyklace v centru	OMEZENĚ max. 30% ¹⁾	ANO min. 70%		cement nebo jiné hydraulické pojivo	SC, SH
	ANO 30% až 70%	ANO 30% až 70%		cement +asfaltová emulze nebo zpěněný asfalt	SC C _{3/4} ⁴⁾
Částečná recyklace na místě nebo recyklace v centru	ANO	NE	NE	asfaltová ³⁾ emulze nebo zpěněný asfalt	ACL,ACP+ ⁴⁾
¹⁾ Pokud by podíl asfaltových vrstev překročil 30 % celkové hmotnosti materiálu recyklované vrstvy, doporučuje se část asfaltových vrstev předem odstranit (vyfrézovat a odvézt k dalšímu použití). ²⁾ R-materiál ³⁾ Pro zlepšení vlastností je možno v omezené míře jako přísadu přidávat cement nebo vápenný hydrát ⁴⁾ Srovnatelná vrstva při návrhu konstrukce vozovky podle TP 170 (značky dle ČSN 73 6124-1 a ČSN 73 6121).					

Recyklace podle TP 208

Tabulka 1

Studená recyklace na místě bez použití pojiva

Použití recyklovaného kameniva

Studená recyklace s použitím pojiva (na místě / v centru)

Na této tabulce je postavena celá koncepce TP 208.

Technologický proces	Co se recykluje			Pojivo	Výsledná recyklovaná vrstva
	Hutněné asfaltové vrstvy	Penetrační makadam, nátěry	Vrstvy bez asfaltového pojiva		
NESTMELENÉ VRSTVY – RECYKLACE BEZ POUŽITÍ POJIVA					
Celková recyklace na místě	OMEZENĚ max. 30% ¹⁾	ANO	ANO	–	ŠD
Použití dodávaného převážně recyklovaného kameniva	ANO ²⁾	ANO	ANO	–	ŠD, MZK
STMELENÉ VRSTVY – RECYKLACE S POUŽITÍM POJIVA					
Celková recyklace na místě nebo recyklace v centru	OMEZENĚ max. 30% ¹⁾	ANO	ANO min. 70%	cement nebo jiné hydraulické pojivo	SC, SH
	ANO 30% až 70%	ANO	ANO 30% až 70%	cement +asfaltová emulze nebo zpěněný asfalt	SC C ₃₄ ⁴⁾
Částečná recyklace na místě nebo recyklace v centru	ANO	NE	NE	asfaltová ³⁾ emulze nebo zpěněný asfalt	ACL,ACP+ ⁴⁾

¹⁾ Pokud by podíl asfaltových vrstev překročil 30 % celkové hmotnosti materiálu recyklované vrstvy, doporučuje se část asfaltových vrstev předem odstranit (vyfrézovat a odvézt k dalšímu použití).

²⁾ R-materiál

³⁾ Pro zlepšení vlastností je možno v omezené míře jako přísadu přidávat cement nebo vápenný hydrát

⁴⁾ Srovnatelná vrstva při návrhu konstrukce vozovky podle TP 170 (značky dle ČSN 73 6124-1 a ČSN 73 6121).

Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

Používá se při opravách vozovek.

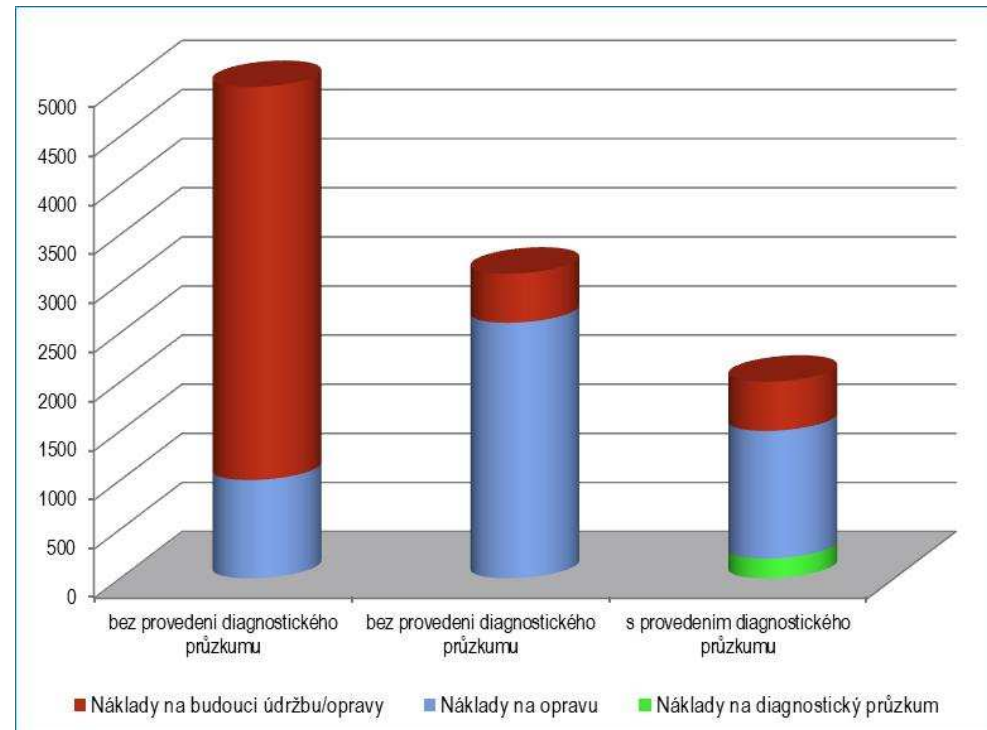
- ▶ O způsobu opravy a tedy i použití recyklace musí být rozhodnuto na základě diagnostického průzkumu.
- ▶ Diagnostický průzkum je soubor nezbytných kroků pro zjištění druhu a rozsahu poruch, stavu konstrukčních vrstev a podloží, únosnosti a vypracování technicky správného a ekonomického návrhu opravy vozovky.
 - ▶ Vizuální prohlídka (sběr poruch)
 - ▶ Měření únosnosti rázovým deflektometrem (FWD)
 - ▶ Jádrové vývrty a sondy, laboratorní rozbory materiálů
 - ▶ Zhodnocení stavu vozovky a návrh její opravy
- ▶ **Proč je diagnostický průzkum tak důležitý ?**

Recyklace na místě podle TP 208

Ekonomický význam diagnostického průzkumu

Bez diagnostického průzkumu obvykle nastane jeden ze dvou případů

- 1) Oprava je sice účinná, ale zbytečně nákladná (prostřední sloupec)
- 2) Oprava je nedostatečná a neúčinná, náklady na údržbu a vynucenou novou opravu jsou vysoké (levý sloupec).



Recyklace na místě

24

Recyklace na místě podle TP 208

Poruchy na vozovce nedávno opravené recyklací

Síťových trhlin na nedostatečně únosné konstrukci postupně přibývá, vysprávkky jsou neúčinné



Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

Poruchy na vozovce nedávno opravené recyklací

Co je nejslabším článkem slabé konstrukce ? Podloží, tloušťky vrstev nebo jejich kvalita ? Bez diagnostiky to nezjistíme.



Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

Je správné takovouto vozovku recyklovat ?

Nejsou zde žádné konstrukční poruchy, což svědčí o dobré kvalitě podkladních vrstev a podloží. Proto stačí jen odstranit nerovnosti a položit nový kryt.



Recyklace na místě

27

Recyklace na místě podle TP 208

Šetřit na diagnostickém průzkumu je nehorázné plýtvání veřejnými penězi.

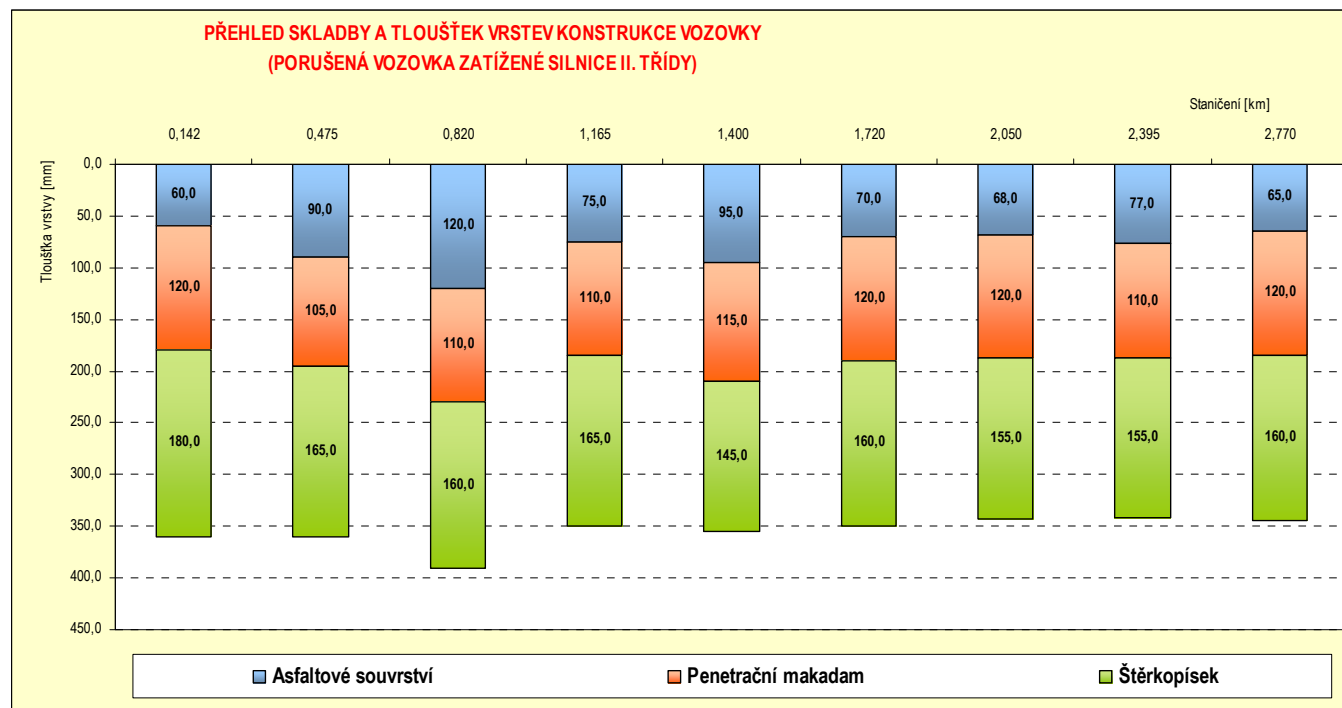
Je to jedna z příčin špatného stavu silniční sítě v České republice.

Vraťme se však k recyklaci na místě.

- ▶ Recyklovat podkladní vrstvy je možné jen za předpokladu, že je únosné podloží.
- ▶ Pokud jsou podkladní vrstvy v pořádku a podloží únosné, takováto recyklace je zbytečná.
- ▶ Ke správnému rozhodnutí je vždy nezbytné provést diagnostický průzkum.

Recyklace na místě podle TP 208

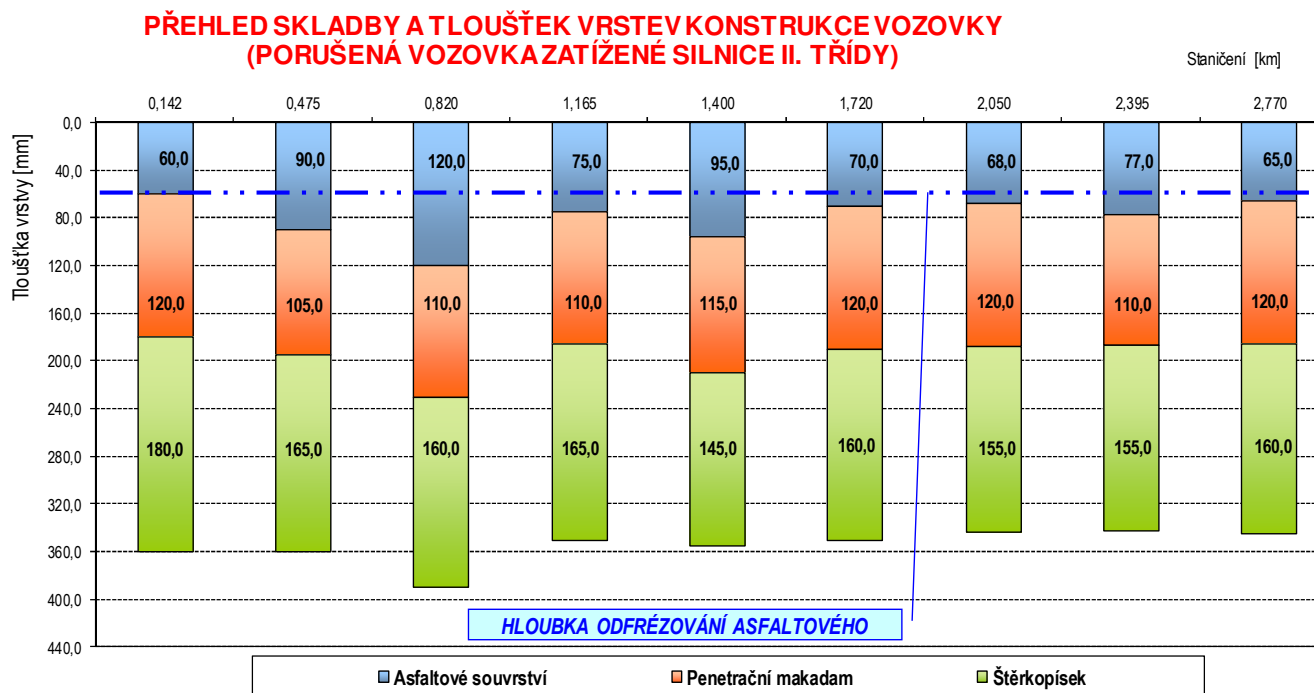
Ukázka správně navržené a provedené recyklace



Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

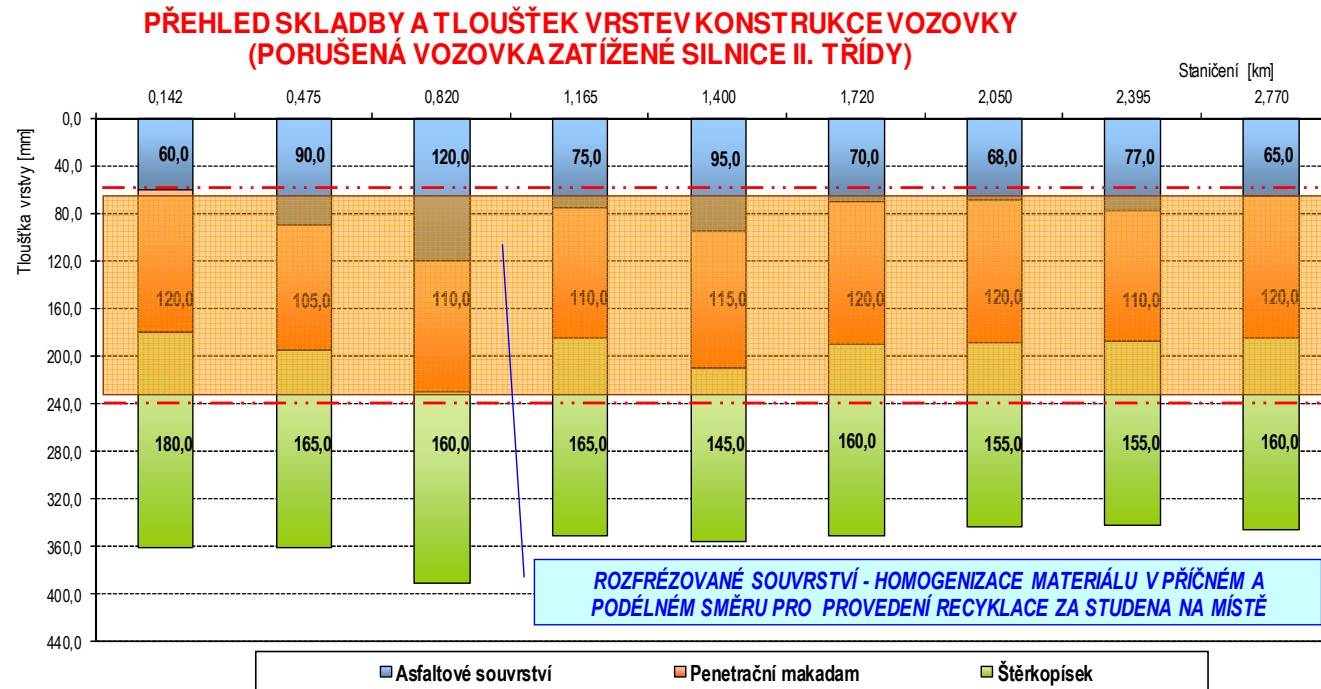
Ukázka správně navržené a provedené recyklace



Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

Ukázka správně navržené a provedené recyklace

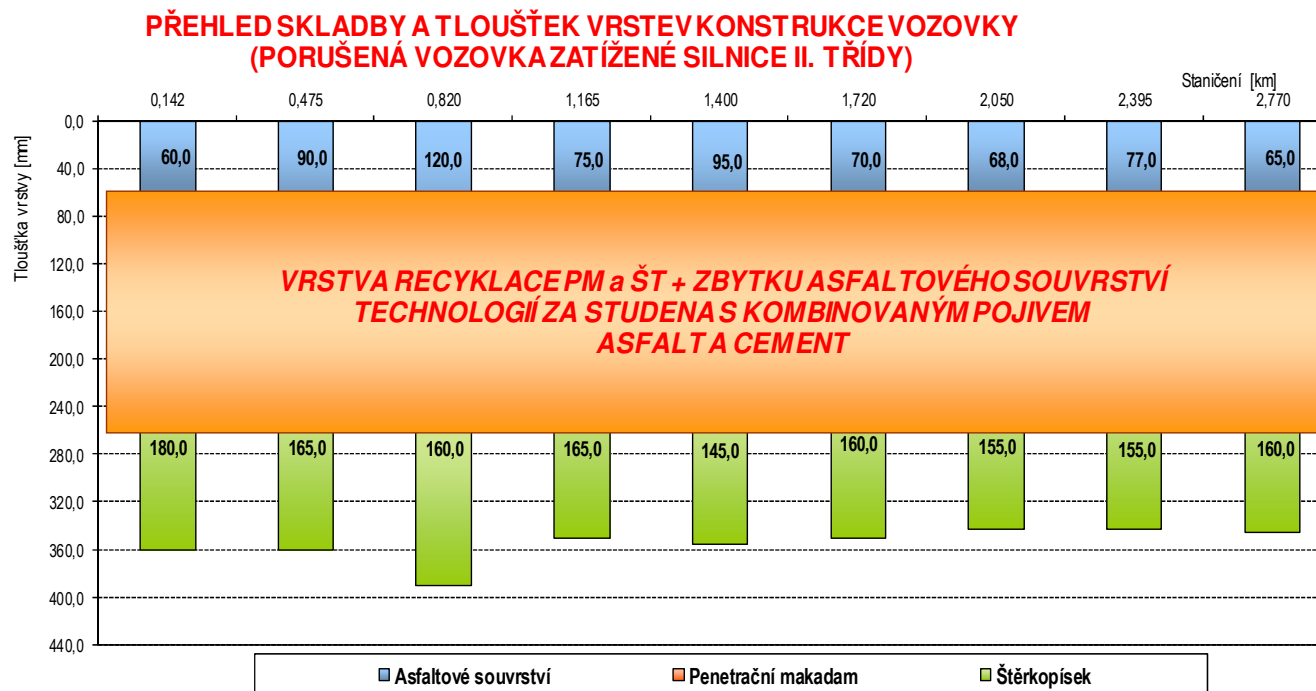


Recyklace na místě

31

Recyklace na místě podle TP 208

Ukázka správně navržené a provedené recyklace

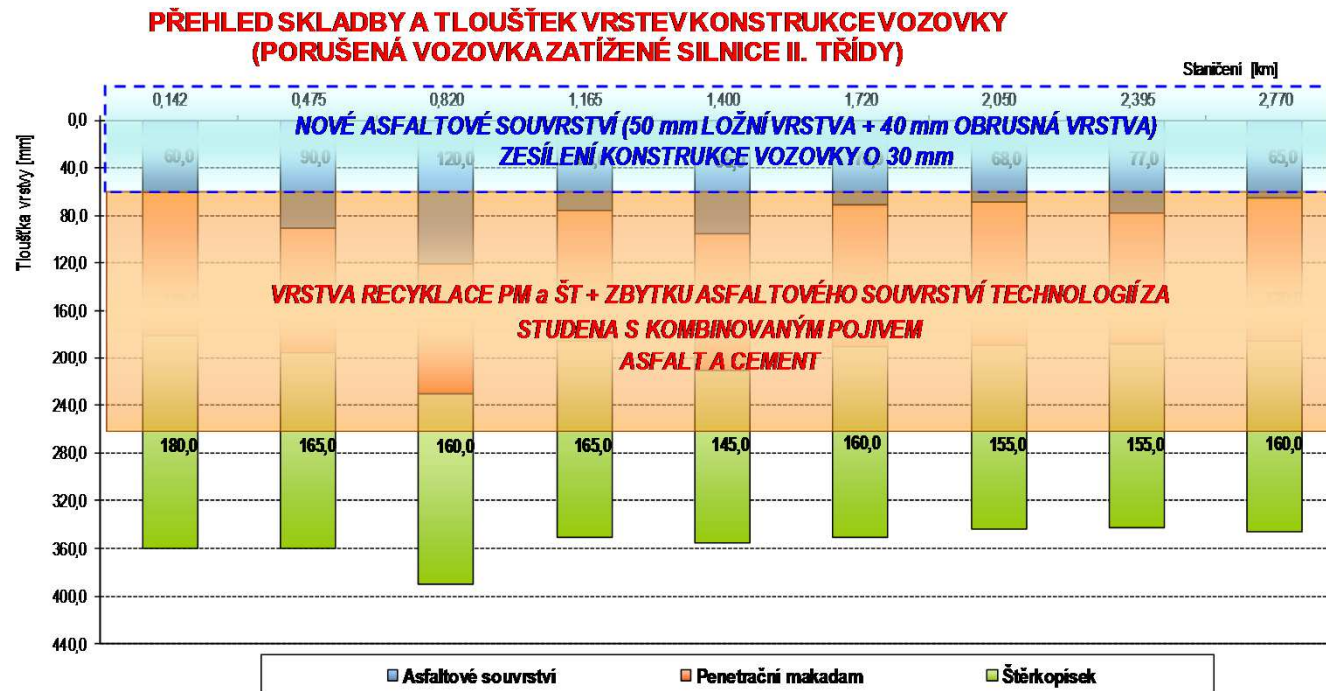


Recyklace na místě

32

Recyklace na místě podle TP 208

Ukázka správně navržené a provedené recyklace



Recyklace na místě

33

Recyklace na místě podle TP 208

Aby byla recyklace na místě proveditelná, vyžaduje jisté předpoklady (dle TP 208)

- ▶ Kamenivo muselo při budování původních vrstev vozovky splňovat určité parametry.
- ▶ Proto se při jeho recyklaci (na místě) již nepožaduje prokazování všech vlastností.
- ▶ Pokud by toto neplatilo, recyklace na silnicích III. třídy by byla pro neúměrný rozsah zkoušení neproveditelná.
- ▶ V případě použití na dálnicích a silnicích I. třídy nic nebrání ŘSD některé zkoušky navíc požadovat.
 - ▶ Obvykle jde o větší rozsah prací, kde náklady na tyto zkoušky odpovídají běžnému rozsahu.

Recyklace na místě

34

Recyklace na místě podle TP 208

Tab. 4 - Požadavky na recyklované kamenivo získané z konstrukčních vrstev pro nestmelené vrstvy

Pro ŠD je možné u komunikací s dopravním zatížením třídy IV, V a VI vlastnosti posuzovat vizuálně polními zkouškami (TP 208 Příl. C.)

Článek normy ČSN EN 13285	Vlastnost	Požadavky		
		MZK	ŠD _A	ŠD _B
4.3.1	Označení směsi	0/32; 0/45	0/32; 0/45; 0/63	0/32; 0/45; 0/63
NA.4.5 tabulka NA.1	Všeobecné požadavky ¹⁾ na zrnitost	HK DK směs	G _C 85-15 G _F 85 G _A 85	—
NA.4.5 tabulka NA.1	HK – propad střed. sítím ¹⁾	D/d < 4 D/d ≥ 4	GT _C 25/15 GT _C 20/17,5	—
NA.4.5 tabulka NA.1	Typická zrnitost ¹⁾	DK směs	GT _F 10 GT _A 10	—
NA.4.5 tabulka NA.1	Max. obsah jemných částic ¹⁾	HK DK směs	f ₄ f ₁₆ f ₉	—
NA.4.5 tabulka NA.1	Kvalita jemných částic ^{2) 3)}	I _p ≤ 4, w _L ≤ 25%, SE ₃₀		

¹⁾ Platí pro frakce recyklovaného kameniva podle ČSN EN 13242+A1 pro výrobu směsi MZK v centru.
²⁾ Nezkouší se u směsi z R-materiálu.
³⁾ I_p index plasticity a w_L mez tekutosti podle ČSN CEN ISO/TS 17892-12. Pokud vzhledem k charakteru materiálu nelze stanovit mez plasticity, jedná se o materiál neplastický a platí I_p = 0.

Recyklace na místě

35

Recyklace na místě podle TP 208

Tab. 5 - Požadavky na recyklované kamenivo získané z konstrukčních vrstev pro stmelené vrstvy

Vlastnost		Požadavky na recyklované kamenivo při použití pojiva		
		cement nebo jiné hydraulické pojivo	cement + asfaltová emulze nebo zpěněný asfalt	asfaltová emulze nebo zpěněný asfalt
Označení směsi	recyklace na místě	0/32; 0/45; 0/63		0/32
	recyklace v centru	0/16; 0/22; 0/32; 0/45		0/16; 0/22; 0/32
Max. obsah jemných částic		f_{15}	f_{15}	f_6
Kvalita jemných částic		$I_p \leq 17$	$I_p \leq 17$	—
Nadsítné		10 %	10 %	10 %

Recyklace na místě podle TP 208

Recyklované kamenivo někdy může obsahovat nežádoucí příměsi jako např. dehet, který se dříve velmi často používal místo asfaltu při provádění penetračních makadamů.

- ▶ Orientačně lze dehet zjistit podle charakteristického zápachu, který se vždy projeví na čerstvě odlomené ploše nebo po prohnětení a to i za studena na rozdíl od asfaltu, který je cítit jen při zvýšené teplotě.
- ▶ Prokazatelné zjištění přítomnosti dehtu podrobně řeší TP 150 Souvislá údržba a opravy vozovek pozemních komunikací obsahujících dehtová pojiva (např. zkouška Metoda bílé barvy).

Recyklace na místě podle TP 208

Tab. 6 - Požadavky na recyklované nestmelené směsi

Pro ŠD je možné u komunikací s dopravním zatížením třídy IV, V a VI vlastnosti posuzovat vizuálně polními zkouškami (TP 208 Příl. C.)

Bude možné provádět přímo podle ČSN 73 6126-1:2019 bez nutnosti použití TP 208.

Článek normy ČSN EN 13285	Vlastnost	Požadavky ČSN EN 13285		
		MZK	ŠD _A	ŠD _B
4.3.1	Označení směsi	0/32; 0/45	0/32; 0/45; 0/63	0/32; 0/45; 0/63
4.3.3 tabulka 4	Nadsítné	OC ₉₀	OC ₈₅	OC ₈₀
4.3.2 tabulka 2	Max. obsah jemných částic ¹⁾	UF ₉		UF ₁₂
4.4.1 tabulka 6	Požadavky na zrnitost ¹⁾	G _A , G _C , G _O	G _E	G _N
4.4.2 tabulka 7 a 8	Zrnitost jednotlivých dávek ¹⁾	Požadavky tab. 7 a 8	—	—
NA.4.5	CBR po syčení ve vodě po dobu 96 hodin ¹⁾	Min. 100 %	—	—
NA.5.3	Laboratorní srovnávací objemová hmotnost a optimální vlhkost ²⁾	Deklarovaná hodnota		
NA.5.3	Vlhkost ³⁾	-3% až +2%	—	—

¹⁾ Nezkouší se u směsí, kde jedinou složku tvoří R-materiál
²⁾ Platí pro směsi zhotovené z dodávaného recyklovaného kameniva
³⁾ Doporučené max. odchylky od deklarované hodnoty

Recyklace na místě podle TP 208

Tab. 7 - Požadavky na recyklované stmelené směsi

Pro směsi 0/63, kde je % propadu $D < 99$ % se při celkové recyklaci žádné fyzikálně mech. vlastnosti nepožadují. Musí se ale kontrolovat vizuálně.

Při použití cementu lze provádět přímo podle ČSN 73 6124-1 bez nutnosti použití TP 208.

Vlastnost		Požadavky pro směsi s použitím pojiva		
		cement nebo jiné hydr. pojivo	cement + asfaltová emulze nebo zpěněný asfalt	asfaltová emulze nebo zpěněný asfalt
Označení směsi	recyklace na místě	0/32; 0/45		0/32
	recyklace v centru	0/16; 0/22; 0/32; 0/45		0/16; 0/22; 0/32
Požadavky na zrnitost směsi ¹⁾²⁾		Příloha A, tab. A.1		Příloha A, tab. A.2
Laboratorní srovnávací objemová hmotnost a optimální vlhkost		deklarovaná hodnota		
Vlhkost ³⁾		-3% až +2%		
Min. pevnost v tlaku R_C po 28 dnech ⁴⁾		$C_{3/4}$	—	—
Odolnost proti mrazu a vodě		85% pevnosti R_C	—	—
Min. pevnost v příčném tahu R_{it} ⁵⁾ po 7 dnech		0,30 až 0,70 MPa	0,30 až 0,70 MPa	0,30 MPa
Odolnost proti vodě min. (7 dní na vzduchu + 7 dní ve vodě)		75% pevnosti R_{it}	75% pevnosti R_{it}	60% pevnosti R_{it}
Mezerovitost		—	—	6% až 14%

¹⁾ Doporučené požadavky pro směs kameniva před přidáním pojiva.
²⁾ U složky R-materiálu se uvažuje kusová zrnitost.
³⁾ Doporučené max. odchylky od deklarované hodnoty.
⁴⁾ Zkouší se jako směs stmelená cementem podle ČSN EN 14227-1, další zkouška pevnosti v příčném tahu (R_{it}) a odolnosti proti vodě se pak neprovádí. Je možno navrhovat směsi i vyšších tříd pevnosti.
⁵⁾ Pro TDZ IV, V a VI a směsi odpovídající třídě pevnosti $C_{3/4}$ podle ČSN EN 14227-1 je možno nahradit zkoušku pevnosti v tlaku (R_C) a odolnosti proti mrazu a vodě.

Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

Stavební práce – recyklace nestmelených vrstev

- ▶ Provádí se za účelem reprofilace a homogenizace vrstvy (nepřidává se žádné pojivo).
- ▶ Za účelem úpravy zrnitosti nebo vyrovnání příčného profilu je možné přidávat kamenivo (ŠD vhodné frakce).
 - ▶ Při recyklaci na místě takto nelze vyrábět vrstvy z MZK
- ▶ Původní konstrukce se pomocí frézy rozpojí, promíchá a následně běžnými prostředky urovná a zhutní.

Recyklace na místě podle TP 208

Stavební práce – recyklace kde výsledným produktem je stmelená vrstva

- ▶ Kromě reprofilace a homogenizace vrstvy se za účelem jejího zpevnění přidává vhodné pojivo.
- ▶ Jde především o recyklaci podkladních vrstev nebo společná recyklace krytu (nebo jeho části) a podkladních vrstev do hloubky 120 mm až 250 mm
- ▶ Používají se pojiva na bázi cementu nebo jejich kombinace s asfaltovou emulzí.
- ▶ Pro rozpojení původních vrstev do požadované hloubky a promíchání s pojivem, přísadami, vodou a příp. dalším kamenivem se používá recyklační fréza.

Recyklace na místě podle TP 208

Stavební práce – recyklace, kde výsledným produktem je stmelená vrstva (pokračování)

- ▶ Cement a případně kamenivo se obvykle dávkuje předem rozprostřením na povrch recyklované vrstvy pomocí vhodného dávkovače.
- ▶ Dávkování asfaltové emulze a vody probíhá přes frézu v závislosti na rychlosti pojezdu a šířce úpravy.
- ▶ Rozfrézovaný a promíchaný materiál se pak běžnými postupy urovná a zhutní.
- ▶ Přitom se musí zajistit dostatečná šířka recyklované vrstvy, aby navazující vrstvy měly z důvodu potřebného přesahu okrajů odstupňované šířky.

Recyklace na místě podle TP 208

Recyklační fréza

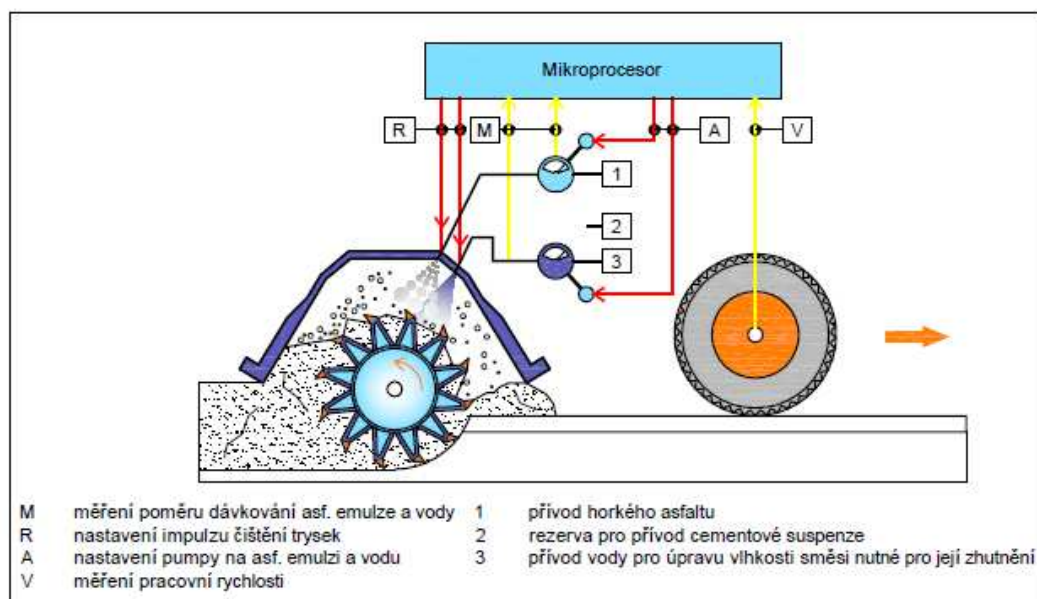


Recyklace na místě



Recyklace na místě podle TP 208

Schéma činnosti recyklační frézy



Recyklace na místě

44

Recyklace na místě podle TP 208

Recyklace podkladních vrstev na místě pomocí recyklační frézy



Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

Recyklace podkladních vrstev na místě pomocí recyklační frézy vpravo s rozhrnovacím zařízením a hutnící lištou



Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

Recyklace podkladních vrstev na místě pomocí recyklační frézy

rozpojení AC frézou



dávkování pojiva před recyklační frézou



Recyklace na místě

47

Recyklace na místě podle TP 208

Hutnění rozpojeného a promíchaného materiálu



Recyklace na místě

Recyklace na místě podle TP 208

Tab. 8 Ošetřování a ochrana povrchu – doporučené požadavky

Recyklovaná vrstva obsahující pojivo:	Udržování ve vlhkém stavu	Vystavení dopravnímu zatížení min.	Pokládka další vrstvy min.	Zvláštní opatření
cement nebo jiné hydraulické pojivo	min. 7 dní	po 7 dnech ¹⁾	po 7 dnech	- proti reflexním trhlinám čl. 7.8, ČSN 73 6124-1 - infiltrační postřík ²⁾
cement + asfaltová emulze nebo zpěněný asfalt	min. 7 dní	po 7 dnech ¹⁾	po 7 dnech	- infiltrační postřík ²⁾
asfaltová emulze nebo zpěněný asfalt	—	po 48 hodinách běžný provoz	po 3 dnech	—
¹⁾ Po 24 hodinách při TDZ VI. ²⁾ Doporučuje se pro udržení vlhkosti a zvýšení odolnosti proti dopravnímu zatížení, viz též čl. 3.2.				

Recyklace na místě podle TP 208

Tab. 10 Kontrolní zkoušky stmelených recyklovaných směsí

Typ směsi podle pojiva	Vlastnost	Požadavky	Zkouška	Četnost ¹⁾
cement nebo jiné hydraulické pojivo	Vlhkost ²⁾	-3% až +2%	ČSN EN 1097-5	2000 t nebo 6000 m ² min. 1× denně
	Min. pevnost v tlaku R_c po 28 dnech ³⁾	$C_{3/4}$	ČSN EN 14227-1	
	Odolnost proti mrazu a vodě	85% pevnosti R_c		
	Min. pevnost v příč. tahu R_{it} po 7 dnech ³⁾	0,25 MPa	Příloha B.2.9	
	Odolnost proti vodě min. (7 dní na vzduchu + 7 ve vodě)	75% pevnosti R_{it}	Příloha B.2.9	
cement + asfaltová emulze nebo zpěněný ⁴⁾ asfalt	Vlhkost ²⁾	-3% až +2%	ČSN EN 1097-5	2000 t nebo 6000 m ² min. 1× denně
	Min. pevnost v příč. tahu R_{it} po 7 dnech	0,25 MPa	Příloha B.2.9	
	Odolnost proti vodě min. (7 dní na vzduchu + 7 ve vodě)	75% pevnosti R_{it}	Příloha B.2.9	

Recyklace na místě

50

Recyklace na místě podle TP 208

Tab. 12b Kontrolní zkoušky stmelených recykl. vrstev

Modul E_{def2} nebo rázový modul deformace M_{vd} se standardně používá pro kontrolu podloží a nestmelených vrstev.

Při recyklaci podle TP 208 jde o výjimku z této zásady. Umožňuje to nízká třída pevnosti ($C_{3/4}$) a zkoušení po kratší době.

Pozn. Zkoušky geometrických charakteristik podle tab. 12a.

Vlastnost	Vrstva		Zkouška	Min. četnost
	Ložní	Podkladní		
Vrstvy ze směsi stmelených cementem nebo jiným hydraulickým pojivem, Vrstvy ze směsi stmelených cementem + asfaltovou emulzí nebo zpěněným asfaltem				
Modul přetvárnosti E_{def2} min ^{1) 2)}	150 MPa		ČSN 72 1006	2 500 m ² min. 2 zkoušky
Rázový modul deformace min. ²⁾	100 MPa		CSN 73 6192, skupina C	250 m ²
Vrstvy ze směsi stmelených asfaltovou emulzí nebo zpěněným asfaltem				
Mezerovitost vrstvy max. ³⁾	14 %	16 %	Příloha B	2 000 m ²
Míra zhutnění min. ⁴⁾	96 %		ČSN 73 6160	1500 m ² min. 2 zkoušky
¹⁾ Pro dálnice, rychlostní silnice a silnice I. třídy platí kombinovaná kontrola únosnosti vrstvy pomocí statického modulu přetvárnosti E_{def2} a rázového modulu deformace M_{vd} . Rozhodující je měření statického modulu přetvárnosti E_{def2} . Pro silnice II. a III. třídy a ostatní komunikace platí možnost kontroly únosnosti pouze pomocí rázového modulu deformace M_{vd} . ²⁾ Statická zatěžovací zkouška se provádí 7. den, rázová zatěžovací zkouška 24 až 48 hodin od provedení recyklované vrstvy. Pro obě zkoušky platí rozmezí teploty vrstvy 5 až 30°C. Při nedosažení požadovaných hodnot nelze provádět další vrstvy, dokud se opakovanými zkouškami dosažení požadovaných hodnot neprokáže. Naproti tomu lze další vrstvy provádět i v kratších intervalech od provedení recyklované vrstvy, prokáže-li se dřívější dosažení požadovaných hodnot. ³⁾ Mezerovitost vrstvy zjištěná až po provedení další vrstvy z asfaltových směsí vyráběných za horka (mezerovitost recyklované vrstvy se vlivem pokládky další vrstvy částečně sníží). ⁴⁾ Objemová hmotnost zhutněné směsi se zjišťuje nedestruktivně nebo na vývrtech, srovnávací objemová hmotnost podle B.2.4. Pokud se objemová hmotnost zjišťuje na vývrtech, doporučuje se vývrty provádět až po položení další vrstvy z asfaltové směsi.				

Recyklace na místě podle TP 208

Přílohy předpisu

- ▶ A Doporučené požadavky na zrnitost recyklovaných stmelených směsí
- ▶ B Zkoušky stmelených směsí
- ▶ C Polní zkoušky
- ▶ D Stanovení polovičního poklesu a poměru napětění zpěněného asfaltu

Recyklace na místě podle TP 208

Děkujeme vám za pozornost

Ing. Jan Zajíček
jzajicek@volny.cz
tel.: +420 602 515 105

doc. Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.
stehlik.d@fce.vutbr.cz
tel.: +420 737 838 825