

## Asfaltové směsi s vysokým obsahem R-materiálu

*Michal Varaus*

Únor – březen 2015

## Co je smyslem recyklace ?

Recyklace stavebních materiálů je jedním z důležitých nástrojů pro zachování udržitelného rozvoje a překlenutí rozporu mezi ekonomickým růstem a ochranou životního prostředí.

2

## Důvody pro recyklaci

### Zachování materiálových a energetických zdrojů

- ▶ materiálových (kamenivo, asfalt)
- ▶ energetických (pohonné hmoty, topná média atd.)

### Ochrana životního prostředí

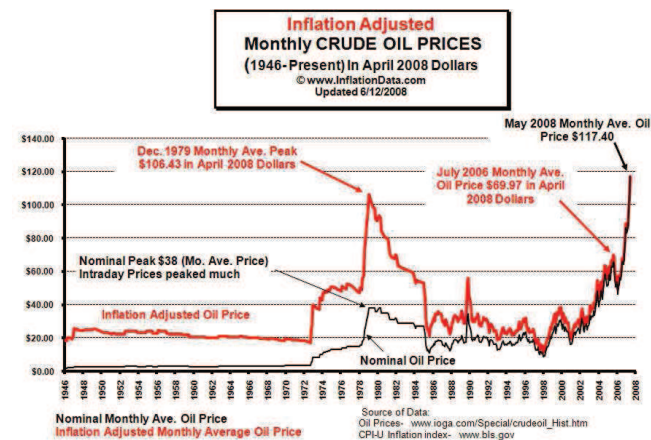
- ▶ redukce skleníkových plynů, zejména CO<sub>2</sub>
- ▶ snížení znečištění ovzduší (výfukové plyny, hluk)
- ▶ omezení skládek

### Ekonomický přínos

- ▶ snížení nákladů
- ▶ snížení zatížení komunikací, zkrácení doby výstavby

3

## Ekonomický tlak na recyklaci asf. materiálu → vysoká cena ropy



4

## Vývoj cen od roku 1970

ROK	Materiál → cena		
	Barel ropy [\$/bl]	Tuna asfaltu [\$t]	Tuna směsi [\$t]
1970	3,4	20,0	8,4
1980	37,4	160,0	25,3
1990	23,2	142,0	24,2
2000	27,4	200,0	35,5
2005	50,0	232,0	45,6
2008	120,0	650,0	80,0

5

## Kalkulace úspor při použití R-materiálu

Obsah R-materiálu, [%]	Cena, [\$/t]	Úspora, [\$/t]	Úspora, [%]
0	52,37	-	-
15	48,36	4,01	7,66
25	45,69	6,68	12,76
50	39,01	13,36	25,51

6

## Rozdělení recyklace netuhých vozovek

### Podle místa provádění

- ▶ v míchacím centru (in plant) = obalovna, mobilní jednotka
- ▶ na místě (in place)

### Podle teploty zpracování

- ▶ za horka
- ▶ za studena

### Základní 4 druhy recyklací

- ▶ v míchacím centru (na obalovně) za horka
- ▶ v míchacím centru za studena
- ▶ na místě za horka
- ▶ na místě za studena

7

## Recyklace v centru za horka

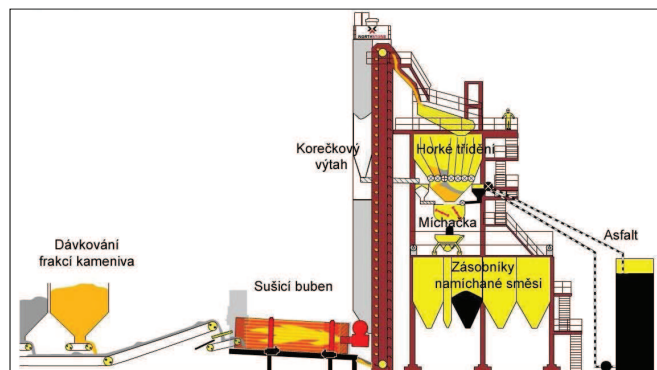
Recyklace za horka se omezuje na asfaltem stmelené vrstvy

R-materiál je vybouraný nebo vyfrézovaný asfaltová směs, která se dále upravuje drcením a tříděním

- A. Dávkování R-materiálu přímo do míchačky šaržové obalovny
- B. Předehřívání R-materiálu v paralelním bubnu šaržové obalovny
- C. Metoda drum-mix – kontinuální obalovny

8

## Recyklace v centru za horka

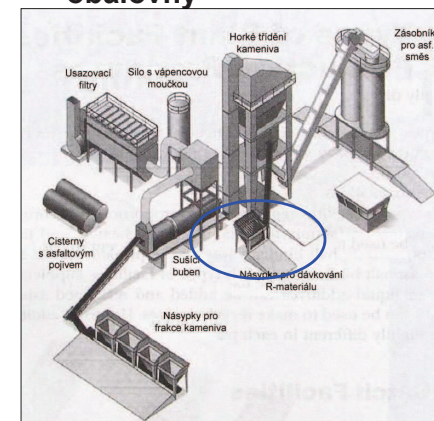


Šaržová obalovna

9

## Recyklace v centru za horka

### A. Dávkování přímo do míchačky šaržové obalovny



10

## Recyklace v centru za horka

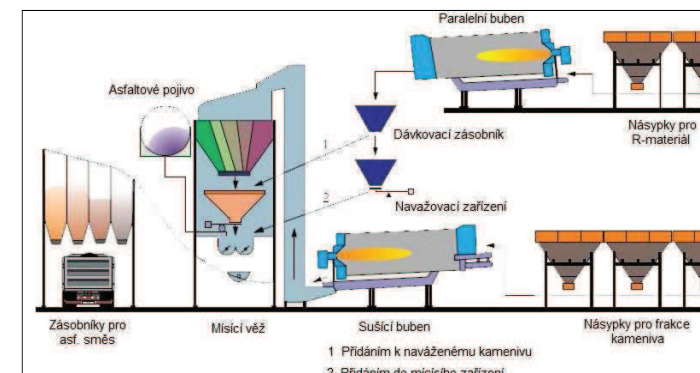
### A. Dávkování přímo do míchačky šaržové obalovny

- ▶ drcení na frakce
- ▶ přidávání jemnější/hrubší frakce R-materiálu dle druhu směsi
- ▶ kamenivo nutno předehtřívát na vyšší teplotu
- ▶ max. množství R-materiálu = cca 25 %
- ▶ nad 25 % příliš vysoké teploty kameniva
- ▶ problémy s vlhkostí, skládky jsou nezastřešené
- ▶ do výrobního cyklu nutno zařadit odvětrání

11

## Recyklace v centru za horka

### B. Předehtřívání R-materiálu v paralelním bubnu



12

## Recyklace v centru za horka

### B. Předehřívání R-materiálu v paralelním bubnu šaržové obalovny



Paralelní sušící buben

13

## Recyklace v centru za horka

### B. Předehřívání R-materiálu v paralelním bubnu šaržové obalovny

- ▶ výrazně vyšší množství než při dávkování za studena
- ▶ v Německu až 80 % R-materiálu do podkladních vrstev
- ▶ vysoké dávkování → snížení vlhkosti → zastřešení
- ▶ pravidelná kontrola vlastností pojiva v R-materiálu
- ▶ použití frézovaného materiálu podle vrstev = vysoce hodnotný materiál obrusných vrstev → do obrusu
- ▶ v Německu je materiál poskytován investorem bezúplatně → výrobce musí přidat R-materiál do vyráběné směsi
- ▶ v ČR se za vyfrézovaný materiál platí, materiál se netřídí podle vrstev

14

### B. Předehřívání R-materiálu v paralelním bubnu šaržové obalovny



Zastřešení vytríděného R-materiálu

Drcení a třídění

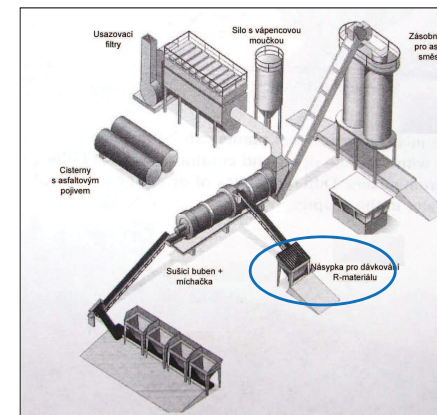
Skládka vybourané asfaltové směsi

15

Ukázka skladového hospodářství v areálu obalovny

## Recyklace v centru za horka

### C. Metoda drum-mix



Usazovací filtry

Sílo s vápencovou moučkou

Zásobníky pro asf. směs

Čisterny s asfaltovým pojivem

Sušící buben + mishačka

Měsyčka pro dávkování R-materiálu

16

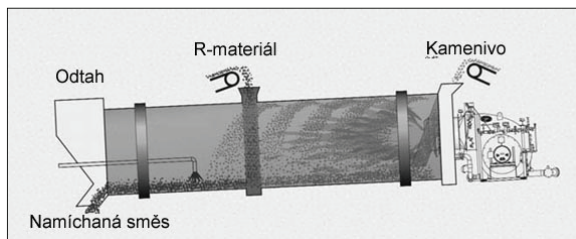
Kontinuální obalovna

## Recyklace v centru za horka

### C. Metoda drum-mix

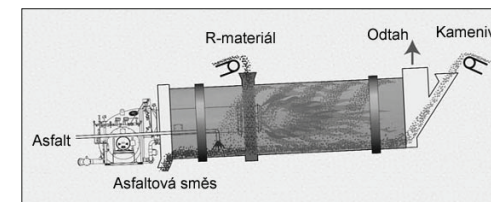
- ▶ v USA až 80 % směsí → kontinuální obalovny
- ▶ vyžaduje konstantní kvalitu vstupních materiálů
- ▶ 3 způsoby přidávání R-materiálu:

#### 1. R-materiál se přidává souběžně s proudem horkého vzduchu

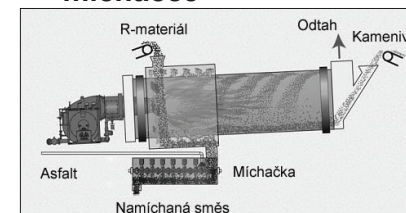


17

#### 2. Proti proudu horkého vzduchu



#### 3. Separátní vysoušení R-materiálu, míchání v míchačce



18

## Technická omezení pro dávkování R-materiálu

- ▶ běžné šaržové obalovny max. 25 %,
- ▶ šaržové obalovny s paralelním bubnem 80 %
- ▶ kontinuální obalovny – metoda drum mix - max. 50 %

### Úprava R-materiálu:

- ▶ použití "měkkého" pojiva (70/100)
- ▶ použití spec. pojiva s přísadami
- ▶ použití rejuvenátorů

### Použití speciálních pojiv (R-mat. za studena do 25 %)

- ▶ Cíl → zlepšení vlastností R-materiálu
- ▶ OMV PMB 45/80-65
- ▶ OMV PmB 45/80 RC

19

## Překážky pro vyšší využití R-materiálu do asfaltových směsí

- ▶ neoprávněné pochyby investorů o kvalitě R-materiálu → neznalost možností technologie recyklace
- ▶ nezáměr investorů a jejich nedostatečná motivace
- ▶ nejasná cenová politika správců sítí
- ▶ selektivní zpracování R-materiálu
- ▶ nutnost úpravy stávajících předpisů o použití R-materiálu
- ▶ do obrusných vrstev ACO 11+ (15 %), ACO 11 (25 %)
- ▶ do ložních vrstev ACL 22 S (50 %), ACL 22+ (60 %), ACL 22 (60 %)
- ▶ používání nových druhů pojiv a přísad

20

## Omezení v ČSN EN 13108-1 Asfaltový beton

Obrusné vrstvy		Ložní vrstvy		Podkladní vrstvy	
Druh směsi	R-materiál (%)	Druh směsi	R-materiál (%)	Druh směsi	R-materiál (%)
ACO 8	25	ACL 16 S	30/15	ACP 16 S	50
ACO 8 CH	25	ACL 16 +	30	ACP 16 +	60
ACO 11 S	-	ACL 16	40	ACP 22 S	50
ACO 11 +	-	ACL 22 S	30/15	ACP 22 +	60
ACO 11	25	ACL 22 +	30		
ACO 16 S	-	ACL 22	40		
ACO 16 +	-				
ACO 16	25				

21

## Použití speciálních pojiv při dávkování R-materiálu do 25 % - projekt s OMV

### Navržená směs

- ▶ ACL 22 S, PMB 45/80-65, PMB 45/80 RC
- ▶ R-materiál 20 %, optimum 4,5 % pojiva
- ▶ (3,6% přidaného pojiva + 0,9% z R-materiálu)

### Provedené zkoušky

- ▶ Zkouška vyjetí kolem dle ČSN EN 12697- 22
- ▶ Moduly tuhosti dle ČSN EN 12697- 26
- ▶ Únavové charakteristiky dle ČSN EN 12697- 24
- ▶ Nízkoteplotní vlastnosti dle ČSN EN 12697- 46

22

## Zkouška vyjetí kolem

ACL 22S – PmB 45/80-65	
WTS <sub>AIR</sub>	0,017 mm
PRD <sub>AIR</sub>	1,6 %

ACL 22S – PmB 45/80 RC	
WTS <sub>AIR</sub>	0,012 mm
PRD <sub>AIR</sub>	1,5 %

23

## Moduly tuhosti

ACL 22S PmB 45/80-65	5 Hz	10 Hz	15 Hz	20 Hz	25 Hz
Celkový Ø MPa	7273	7999	8441	8830	9116

ACL 22S PmB 45/80 RC	5 Hz	10 Hz	15 Hz	20 Hz	25 Hz
Celkový Ø MPa	7330	8070	8534	8935	9188

24

## Únavové charakteristiky

Druh směsi	$\epsilon_6$
ACL 22S - PmB 45/80-65	$120,7 * 10^{-6}$
ACL 22S - PmB 45/80 RC	$125,7 * 10^{-6}$

## Nízkoteplotní vlastnosti

ACL 22S	PmB 45/80-65			PmB 45/80-RC		
	P2	P3	P4	RC2	RC3	RC4
Teplotní spád $^{\circ}\text{C}/\text{hod}$ :	10	10	10	10	10	10
Síla při porušení kN :	7,18	7,19	7,77	8,91	8,01	9,16
Napětí při porušení MPa :	2,87	2,88	3,11	3,57	3,2	3,66
Teplota při porušení - komora $^{\circ}\text{C}$ :	-25,2	-24,2	-25,2	-24,9	-25,3	-27,4
Teplota při porušení - vzorek $^{\circ}\text{C}$ :	-21,2	-22,0	-23,4	-23	-21,2	-23,7
$\bar{\theta}$ Teplota porušení vzorek $^{\circ}\text{C}$ :	-22,2			-22,6		

25

## Výzkumný projekt TAČR

„Maximálně efektivní využití recyklovaných asfaltových vrstev vozovek pro výrobu asfaltových směsí“

- ▶ účastníci projektu: VUT, ČVUT, Froněk s.r.o., Sdružení pro výstavbu silnic Praha
- ▶ 2012 - 2014
- ▶ maximální využití R-materiálu
- ▶ 1. rok projektu – návrhy směsí ACL 22+ s 0 %, 30 %, 50% a 70 % R-materiálu
- ▶ změkčovací přísady STORFLUX, STORBIT, dávkování 1% z množství asfaltu v R-materiálu na snížení teploty o  $1^{\circ}\text{C}$

26

## Výzkumný projekt TAČR

- ▶ pojivo v R-materiálu pen 25, KK 59,2 $^{\circ}\text{C}$
- ▶ „naměkčení přísadami STORFLUX a STORBIT“ a pojivo 50/70
- ▶ sledované parametry:
  - ACL 22+ : zkouška vyjetí kolem, tuhost, citlivost na vodu
  - ACP 22+ : tuhost, únava
- ▶ zkoušky prokázaly shodné výsledné hodnoty sledovaných parametrů i při vysokém obsahu R-materiálu

27

## ACL 22+ Zkouška ITSR

Podíl R-materiálu (%)	ITSR (%)
0	81
30	94
50	87
70	93

28

## ACL 22+ Zkouška vyjetí kolem

Podíl R-mat (%)	WTS <sub>AIR</sub> (mm/1000 cyklů)	PRD <sub>AIR</sub> (%)
0	0,034	1,6
30	0,019	1,1
50	0,016	1,0
70	0,016	1,3

29

## Stanovení modulu tuhosti

### ACL 22+

Podíl R-mat (%)	Modul tuhosti (MPa)
30	7576
70	7512

### ACP 22+

Podíl R-mat (%)	Modul tuhosti (MPa)
0	9617
30	9929
50	9722
70	9407

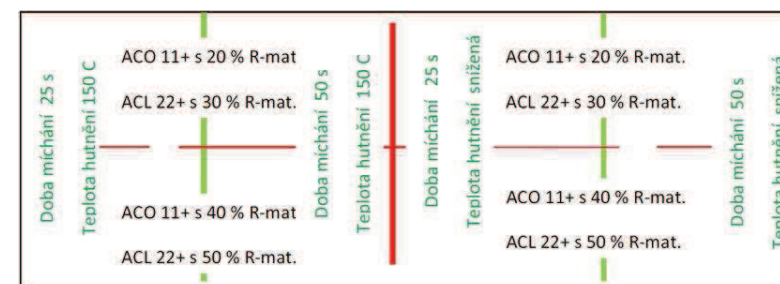
30

## ACP 22+ Únavové charakteristiky

Podíl R-mat (%)	$\epsilon_6$	B
0	107,4	4,8
30	121,2	4,2
50	130,6	4,9
70	138,2	5,2

31

## Provedení pokusného úseku



32

**Děkuji za pozornost**