

Vědomostní základna pro práci s programem HAV

Petr Mondschein



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Osnova přednášky

- ▶ Metodika návrhu zhutňovací sestavy (členění návrhu, včetně základních potřebných údajů k jednotlivým částem, podklady k jejich použití v praxi, hutnění finišery a jednotlivými druhy válců);
- ▶ Úprava charakteristik válců a viskozity asfaltů,
- ▶ Příprava zkoušek typu;
- ▶ Provedení upravené Marshallovy zkoušky určené pro výpočty

2



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Metodika návrhu zhutňovací sestavy

Cílem návrhu zhutňovací sestavy a postupu hutnění je dosažení požadované míry zhutnění, předepsané rovnosti a optimální textury povrchu s minimálním počtem zhutňovacích prostředků a vynaložené práce.



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Základní pojmy

- ▶ Zhutňovací sestava
- ▶ Zhutňovací fáze
- ▶ Postup hutnění
- ▶ Válcovací schéma
- ▶ Schéma pokládky

4



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Podklady pro návrh zhutňovací sestavy

- ▶ množství pokládané směsi Q_s (t/h);
- ▶ druh směsi, její složení a zejména použitý asfalt;
- ▶ objemovou hmotnost zhutněné směsi ρ_{bssd} (g/cm³);
- ▶ šířku pokládaného pruhu b_f (m);
- ▶ tloušťku pokládané vrstvy po zhutnění h (mm);
- ▶ počáteční teplotu směsi po rozprostření T_0 (°C);
- ▶ teplotu podkladu a ovzduší T_L (°C);
- ▶ rychlost větru ω (m/s);
- ▶ typy použitelných zhutňovacích prostředků a jejich základní charakteristiky tj. hmotnost a rozdělení hmotnosti, rozměry běhounů, možné rychlosti pojezdu, frekvenci a amplitudu vibrace, účinnost vibrace a oscilace, tlak vzduchu v pneumatikách atp.

5



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Návrh zhutňovací sestavy a postupu hutnění se skládá

- ▶ stanovení rychlosti a výkonu pokládky,
- ▶ dílčí návrh, členění zhutňovací sestavy: (počet zhutňovacích fází, druh válců, počet pojezdů válců v jedné stopě, počet válců v jednotlivých fázích hutnění)
- ▶ návrh válcovacího schématu: (počet stop válce v hutněném pruhu, překrytí a přesah stop válce, způsob ukončení jízdy válce na hutněném pruhu)
- ▶ návrh schématu pokládky: (optimální teploty pro jednotlivé zhutňovací fáze, ochlazovací křivky popř. i doplňující účinek slunečního záření, časové intervaly pro jednotlivé zhutňovací fáze, délky záběrů válců, délky nehutněných pruhů, grafické znázornění schématu pokládky)

6



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Návrh zhutňovací sestavy a postupu hutnění se skládá

- ▶ posouzení praktického výkonu zhutňovací sestavy: (korekční faktor, přesná pracovní rychlost válců)
- ▶ posouzení velikosti navržené zhutňovací práce: (průměrné teploty hutněné směsi (redukované teploty), zhutňovací faktor pro jeden pojezd (doporučený údaj), „skutečný“ zhutňovací faktor pro n pojezdů, celkový zhutňovací faktor.)

7



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Stanovení rychlosti pokládky v_f v m/min

$$v_f = \frac{Q_s}{0,06 \cdot b_f \cdot h \cdot \rho_{bssd}}$$

kde je

- Q_s množství pokládané směsi (t/h);
- b_f šířka pokládaného pruhu (m);
- h tloušťka pokládané vrstvy pro zhutnění (mm);
- ρ_{bssd} objemová hmotnost zhutněné směsi (g/cm³).

- ▶ okamžitá rychlost vyšší asi o cca 20 %

8



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Stanovení výkonu pokládky Q_p v m^2/hod

$$Q_p = 1000 \cdot \frac{Q_s}{h \cdot \rho_{hssd}} = 60 \cdot b_f \cdot v_f$$

kde je

- Q_s množství pokládané směsi (t/h);
- h tloušťka pokládané vrstvy pro zhutnění (mm);
- ρ_{hssd} objemová hmotnost zhutněné směsi (g/cm^3);
- b_f šířka pokládaného pruhu (m);
- v_f rychlost pokládky (m/min).

- ▶ okamžitá rychlost vyšší asi o cca 20 %

9



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Zhutňovací fáze

Hutnění asfaltových směsí válci se provádí nejčastěji ve třech technologických

- ▶ I. fáze (počáteční) – v praxi ne vždy zcela správně nazývaná předhutňování
- ▶ II. fáze (hlavní) – dohutňování
- ▶ III. fáze (závěrečná) – hlazení (žehlení)

10



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



I. Počáteční fáze – předhutňování

- ▶ Cílem počáteční fáze hutnění je nejčastěji intenzivní stlačení hutněné vrstvy při vysokých teplotách, kdy je směs snadno zhutnitelná.
- ▶ Počáteční fáze hutnění probíhá prakticky hned za finišerem
- ▶ třiběhounové dvouosé válce o hmotnosti 8 t až 12 t (16 t),
- ▶ tandemové (vibrační) válce o hmotnosti až 10 t; první pojezdy bývají často prováděny bez zapnuté vibrace;
- ▶ oscilační válce nebo válce umožňující také hutnění s kombinovanými dynamickými účinky o hmotnosti až 10 t
- ▶ pneumatikové válce s relativně malým teoretickým dotykovým tlakem.

11



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



II. Hlavní fáze – dohutňování

- ▶ dokončení zhutňovacího procesu z hlediska dosažení požadované míry zhutnění.
- ▶ Má následovat co nejdříve po první zhutňovací fázi (cca 25 m až 120 m za finišerem), dokud je hutněná vrstva ještě dostatečně teplá.
- ▶ tandemové vibrační válce (nejlépe nad 90 °C až 100 °C) a oscilační válce
- ▶ Při tloušťkách vrstev do 80 mm mohou být vhodné i třiběhounové dvouosé válce, případně i těžké tandemové válce hutňací bez dynamického účinku
- ▶ pro směsi lehce až polotěžce zhutnitelné to mohou být i těžké pneumatikové válce.

12



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



II. Hlavní fáze – dohutňování

- ▶ Méně vhodné pro tuto fázi hutnění bývají tandemové válce menší i střední velikosti hutníci bez účinku vibrace a pneumatikové válce s malým zatížením kol.
- ▶ Optimální rychlost pojezdu válců s ocelovými běhouny bývá 3 km/h až 6 km/h, u pneumatikových válců 4 km/h až 6 km/h.
- ▶ Hlavní fáze hutnění by obvykle měla být ukončena při teplotách nad 80 °C.

13



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



II. Hlavní fáze – dohutňování

Doporučené počty pojezdů pro hlavní fázi hutnění

Druh válce a použitá technika hutnění	Počet pojezdů n v téže stopě
Tříkolové válce	6 – 8
Tandemové válce	
■ bez vibrace	6 – 10
■ s vibrací jednoho běhounu	2 – 8
■ s vibrací obou běhounů	2 – 6
Pneumatikové válce	10 – 14
Kombinované válce (pneu + hladký běhoun)	
■ bez vibrace	6 – 12
■ s vibrací	2 – 8

14



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



III. Závěrečná fáze – hlazení

- ▶ Cílem závěrečné fáze je především odstranění všech vzniklých a zbylých nerovností.
- ▶ Musí být proto provedena včas, pokud je položená směs ještě dostatečně teplá. Teplota hutněné směsi by však neměla být vyšší než cca 80 °C až 90 °C.
- ▶ Hutnit staticky případně s oscilací
- ▶ tandemové dvouosé válce a výjimečně také válce pneumatikové;
- ▶ pracovní rychlosti mohou být v této fázi vyšší – až 8 km/h u válců s hladkými ocelovými běhouny, až 10 km/h u válců pneumatikových.
- ▶ Počet pojezdů zpravidla postačí 2 až 4 pojezdy

15



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Počet válců pro jednotlivé fáze hutnění

Praktický výkon válců musí být vyšší jak výkon pokládky

$$\sum Q_i \geq Q_p$$

$$Q_i = C \cdot \frac{B \cdot v_v \cdot 1000}{n} \quad (5.7)$$

kde je

C korekční faktor vyjadřující míru praktického využití válce, tj. poměr mezi praktickým a teoretickým výkonem. Hodnota C se obvykle pohybuje v rozmezí 0,6 až 0,9; přesnější údaje pro tuto fázi návrhu a pro jednotlivé typy válců lze zjistit z tabulek přílohy I, nejpřesněji lze hodnotu C určit metodikou uvedenou v části 7.6.1;

B pracovní šířka válce (m);

v_v pracovní rychlost válce (km/h);

n počet pojezdů v jedné stopě.

16



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Optimální teploty pro hutnění

► Teplota má být co nejvyšší (nesmí docházet k nalepování směsi, k tvoření příčných a podélných trhlin, zabořování běhounu a hrnutí směsi)



Optimální teploty pro hutnění

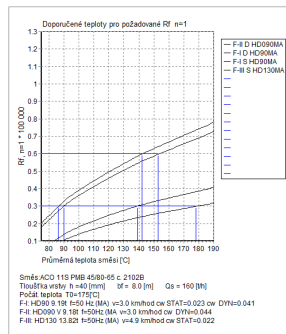
Druh asfaltu ³⁾		30/45 (25/55-60)	50/70 (45/80-95)	70/100 (60/105-45)	160/220	
Druh směsi	ACO, ACL a ACP s vysokým obsahem drceného kameniva	I. fáze hutnění	185 – 125	175 – 115	170 – 110	160 – 100
		II. fáze hutnění	135 – 95	125 – 90	120 – 85	110 – 75
	ACP i další směsi s větším obsahem těžného kameniva	I. fáze hutnění	175 – 115	165 – 105	160 – 100	150 – 90
		II. fáze hutnění	125 – 85	115 – 80	110 – 75	100 – 70
Závěrečná fáze hutnění		min. 70	min. 65	min. 60	min. 55	
Max. teplota uvnitř vrstvy při zahájení dopravního ruchu		45	45	40	35	

Poznámky:
 1) Teploty naměřené ruťovými nebo kovovými teploměry uprostřed pokladané vrstvy jsou až o 10 % vyšší než sítěrní teplota hutněné vrstvy.
 2) Teploty je nutno přizpůsobit ještě druhu použitého válce.
 3) Údaje o směsích s modifikovanými asfalty jsou pouze orientační.

Doporučené teploty pro jednotlivé fáze hutnění – pro některé normové směsi (°C)



Optimální teploty pro hutnění



Stanovení hraničních a doporučených teplot pro hutnění směsi obrusné vrstvy



Optimální teploty pro hutnění

Vrstva	Míra předhutnění v %	Doporučená limitní hodnota $R_{f,limit}$ pro určení hraničních teplot		
		Horní mez	Dolní mez	Hlazení
Obrusná	< 85	$0,45 (0,5) \cdot 10^{-1 \cdot x}$	$0,30 \cdot 10^{-1 \cdot x}$	cca $0,1 \cdot 10^{-1 \cdot x}$ a menší
	85 – 90	$0,55 \cdot 10^{-1 \cdot x}$		
	> 90	$0,6 \cdot 10^{-1 \cdot x}$		
Ložní a podkladní	< 85	$0,5 \cdot 10^{-1 \cdot x}$	$0,30 \cdot 10^{-1 \cdot x}$	cca $0,1 \cdot 10^{-1 \cdot x}$ a menší
	85 – 90	$0,6 \cdot 10^{-1 \cdot x}$		
	> 90	$0,65 \cdot 10^{-1 \cdot x}$		

Poznámka:
¹⁾ Odpovídající teplotu nutno v praxi ověřit.
²⁾ Hodnotu $0,5 \cdot 10^{-1 \cdot x}$ se doporučuje předem ověřit v praxi.

Doporučené limitní hodnoty $R_{f,limit}=1$



Posouzení velikosti navržené zhuťovací práce

Kde je $R_{fp} < \sum R_{fp}$ (2)
 R_{fp} nulná hodnota efektivní zhuťovací práce pro řádné zhuťnění asfaltové konstrukční vrstvy,
 R_{fv} efektivní hodnota zhuťovací práce jednoho pojezdu zhuťovacího prostředku.

Počet úderů péchu podle Marshalla při ZT	Míra předhuťnění směsí finišerem (%)		
	80 – 85	>85 – 90	nad 90 (až 95)
2 × 50	$R_f \geq 5,6 \cdot 10^{-5}$	$R_f \geq 5,3 \cdot 10^{-5}$	$R_f \geq 5,0 \cdot 10^{-5}$
2 × 75	$R_f \geq 5,8 \cdot 10^{-5}$	$R_f \geq 5,5 \cdot 10^{-5}$	$R_f \geq 5,2 \cdot 10^{-5}$

Poznámky:
 Pro mimořádné místní podmínky může být požadavek na výslednou hodnotu zhuťovacího faktoru po provedených ověřovacích zkouškách přiměřeně upraven.
 Požadavky na minimální hodnoty R_f jsou předpokládány pro dosažení míry zhuťnění 98 %.
 Pokud by tyto požadavky byly zvýšeny, bude nutné minimální požadované hodnoty na R_f také zvýšit.
 * U modifikovaných směsí doporučeno zvýšení o $0,3 \cdot 10^{-5}$



Faktory ovlivňující hutnění

Diagram showing the formula for compaction work $R_f = 10^4 \cdot C_w - c \cdot \tau_{cb} \cdot n \cdot \left(\frac{h}{v_v}\right)^{0,4}$ with annotations:

- C_w : koeficient účinnosti běhounu
- c : charakteristická konstanta typu běhounu
- h : tloušťka vrstvy
- τ_{cb} : zhuťovací faktor podle Nijboera
- n : počet pojezdů válce
- v_v : rychlost pojezdu válce
- η_m : charakteristiky asfaltové směsi (počáteční tuhost, viskozita)



Faktory ovlivňující zhuťnění

Počáteční tuhost asfaltové směsi $\tau_{cb} = \tau_r \cdot \tau_e$

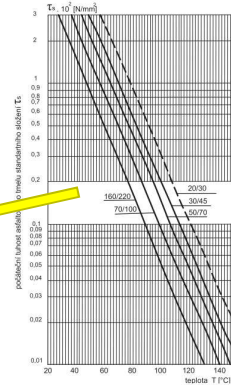
Počáteční relativní tuhost asfaltové směsi

Počáteční tuhost asfaltového tmelu

$$\tau_e = \frac{V}{0,9} \cdot \left(\frac{FB}{\mathcal{X}}\right)^{4,2} \cdot \left(\frac{D_c}{D_v}\right)^{-0,36} \cdot \tau_s$$

Jak s modifikovanými pojivky a R-materiálem

Počáteční tuhost standardního asfaltového tmelu



Úprava viskozity asfaltů



Výpočet s použitím viskozit asfaltů

- ▶ vhodná metoda pro PmB modifikovaná pojiva
- ▶ případně vhodná pro aditivovaná pojiva
- ▶ nepoužitelná pro směsi s R-materiálem

- ▶ známé hodnoty asfaltů 20/30, 30/45, 50/70, 70/100 a 160/220
- ▶ princip stanovení ekvivalentní – korigované teploty ke zkoušenému (modifikovanému) asfaltu na „viskózně“ nejbližším asfaltu

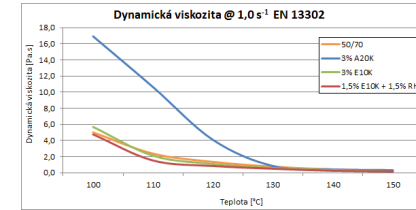
25



STEPS 8 – Návrh ztuhlňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Dynamická viskozita pojiv



26



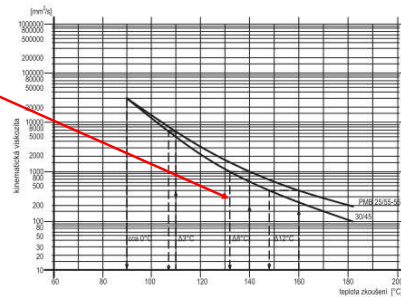
STEPS 8 – Návrh ztuhlňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Viskozita pojiv

Korekce teplot

Pro korigované teploty se pak stanoví příslušné charakteristiky τ_s a η_s



27



STEPS 8 – Návrh ztuhlňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Provedení upravené Marshallovy zkoušky



STEPS 8 – Návrh ztuhlňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Upravená Marshallova zkouška

- ▶ použití zejména v případech, kdy nelze pracovat s využitím teplotně-viskózních závislostí pojiva (směs s R-materiálem, směsí s nízkoteplotními přísadami, směsí se ztužujícími přísadami, modifikovaná pojiva)
- ▶ Principiálně se jedná o porovnání objemových hmotností (mezerovitosti) navrhované směsi s použitým pojivem se směsí se standardními pojivy

29

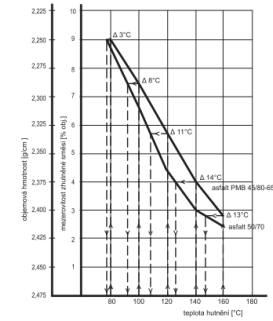


Princip upravené Marshallovy zkoušky

Provedení výroby
zkoušebních těles při
teplotách:

- 80°C, 100 °C, 120°C,
- 140°C, 160°C

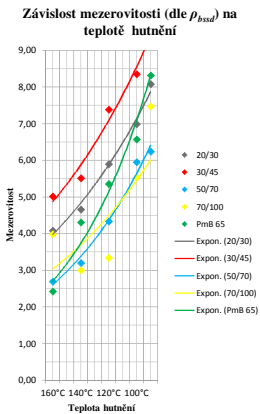
- Sledované pojivo
 - Standardní pojivo
- korekce teplot



30



Princip upravené Marshallovy zkoušky



31



Úprava charakteristik válců



Rozdělení válců

- ▶ statické válce s hladkými ocelovými běhouny
- ▶ pneumatikové válce
- ▶ válce s dynamickými účinky (*vibrace, oscilace*)

Vědomostní základna pro práci s programem HAV

33



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Charakteristiky válců pro HAV

- ▶ **Nazev_valce** – název válce
- ▶ **v_max** - maximální doporučená rychlost válce
- ▶ **v_min** – minimální doporučená rychlost válce
- ▶ **C** – typ běhounu válce
- ▶ **cwp0** – koeficient účinnosti běhounu předního běhounu bez vibrace
- ▶ **cwp1** – koeficient účinnosti běhounu předního běhounu s vibrací
- ▶ **cwz0** – koeficient účinnosti běhounu předního běhounu bez vibrace
- ▶ **cwz1** – koeficient účinnosti běhounu předního běhounu s vibrací
- ▶ **B** - šířka běhounu válce, pracovní šířka válce (m)
- ▶ **B_zadni** - šířka zadního běhounu u tříkolového válce
- ▶ **v_typ** - **typ válce**: 1 pneumatikový, 2 tříkolový, 3 tandemový
- ▶ **Vyrobce** - informativní údaj
- ▶ **Zatez kola** - zátížení kola u pneumatikového válce
- ▶ **Hmotnost** – hmotnost válce
- ▶ **Nazev_obr** – zkrácený název válce

Název příspěvku

34



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Koeficient účinnosti běhounu válce

$$C_w = \frac{P}{l \cdot d} = \frac{SLZ}{d}$$

kde je

- P zátížení běhounem (N);
- l šířka běhounu (mm);
- d vnější průměr běhounu (mm);
- SLZ statické lineární zátížení běhounem (N/mm).

$$C_w = k_0 \cdot \frac{P}{l \cdot d} \quad (3.6)$$

kde je

- P zátížení běhounu (N);
- l šířka běhounu (mm);
- d vnější průměr běhounu (mm);
- k_0 dynamický faktor; pro běžné typy vibračních válců je podle dřívějších údajů Vizího [21] [30], $k_0 = 1,5$ až $1,8$, může však být i značně vyšší a to až 3 , např. u vibračních běhounů tahačových válců apod. Takové hodnoty uvádějí i výrobci válců [30].

Název příspěvku

35



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Koeficient účinnosti běhounu válce

$$C_w = k_0 \cdot \frac{P}{l \cdot d} \quad (3.6)$$

kde je

- P zátížení běhounu (N);
- l šířka běhounu (mm);
- d vnější průměr běhounu (mm);
- k_0 dynamický faktor; pro běžné typy vibračních válců je podle dřívějších údajů Vizího [21] [30], $k_0 = 1,5$ až $1,8$, může však být i značně vyšší a to až 3 , např. u vibračních běhounů tahačových válců apod. Takové hodnoty uvádějí i výrobci válců [30].

$$k_0 = \frac{SLZ + k_N \cdot \frac{P_0}{B}}{SLZ} \quad (1.1)$$

kde je

- SLZ statické lineární zátížení běhounu v N/mm (tj. kN/m);
- P_0 odstředivá síla v kN;
- B šířka běhounu válce v m;
- k_N korekční součinitel – podle dostupných výsledků zkoušek by měl být cca v rozmezí $0,50$ až $0,65$ [21] (zatím uvažováno $k_N = 0,60$).

Název příspěvku

36



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Charakteristiky válců pro HAV

Machine weights (with cab)		
Operating weight ¹	kg	10 500
Weight @ front drum	kg	5 330
Weight @ rear drum	kg	5 170
Shipping weight ²	kg	10 025
Drums		
Width	mm	1 680
Diameter	mm	1 220
Shell thickness	mm	22
Finish	Machined surface; chamfered & radiused edges	
Vibration		
Frequency	Hz	40 / 50
Amplitude	mm	0.87 / 0.44
Centrifugal force	kN	112 / 99
Propulsion		
Type	closed-loop hydrostatic, parallel circuit to both drums	
Drum drive	2-speed axial piston motors with planetary gear drive	
Travel speed high	km/h	1.1
Travel speed low	km/h	5
Gradeability (theoretical)	%	38

Název příspěvku

37



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Charakteristiky válců pro HAV

Rozměry	metrické jednotky
A = délka stroje	4720 mm
B = rozvor kol	3500 mm
C = výška stroje	3000 mm
E = šířka běhounu	1680 mm
F = šířka stroje	1800 mm
H = světlá výška	780 mm
I = průměr běhounu	1220 mm
J = tloušťka pláště běhounu	19 mm
Hmotnosti	
Provozní hmotnost	9470 kg
Provozní hmotnost max.	10910 kg
Statické lineární zatížení	28,1/27,3 kg/cm
Klasifikace VT	VT 2

Název příspěvku

38



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Zkouška typu

Příprava pro vstup do HAV



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Zkouška typu - ITT

- ▶ ČSN EN 13108-20
- ▶ provádí výrobce
- ▶ ověření vlastností s požadavky normy (*složení asfaltové směsi, mezerovitost, vybrané vlastnosti*)
- ▶ definuje vlastnosti výrobku pro jeho uvedení na trh

Vědomostní základna pro práci s programem HAV

40



STEPS 8 – Návrh zhutňovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Zkouška typu - ITT

<p>Vstupní materiály</p>	<ul style="list-style-type: none"> • % obsah jednotlivých frakcí kameniva • % filer • % R-materiál • % dávkovaného pojiva • % přísady
<p>Výstupní složení</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Čára zrnitosti kameniva • Obsah rozpustného asfaltového pojiva
<p>Volumetrické, mechanické – fyzikální vlastnosti</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zhutněná objemová hmotnost, • Nezhutněná objemová hmotnost • Mezerovitost • Odolnost vůči vodě – ITSR • Odolnost vůči tvorbě trvalých deformací • Stěkovost • Ztráta materiálu drenážního koberce

Vědomostní základna pro práci s programem HAV 41



STEPS 8 – Návrh zhuťovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Vstupní údaje z protokolu ITT

Smes		C1	
Údaje do počítačového programu			
Frakce	Pr	Pr	Pr
1	1000		
2	630		
3	300		
4	150		
5	75		
6	37,5		
7	18,75		
8	9,375		
9	4,6875		
10	2,34375		
11	1,171875		
12	0,5859375		
13	0,29296875		
14	0,146484375		
15	0,0732421875		
16	0,03662109375		
17	0,018310546875		
18	0,0091552734375		
19	0,00457763671875		
20	0,002288818359375		
Pr	Pr	Pr	Pr
Pr	Pr	Pr	Pr
M	M	M	M

* Obsah R-materiálu v dané směsi je třeba zadat nad dané pojivo. K automatickému spočtu je možno použít následující tabulku:
 Dávkování množství R-materiálu: %
 Obsah asf. pojiva v R-materiálu: %
 Objemový podíl: %
 Objemová hmotnost R-materiálu:

Konečné hodnoty pro výpočet kompenzační hmotnosti A1 a A2 při použití R-materiálu:
 A1: %
 A2: %
 A: %

A1: %
 A2: %
 F: %
 Pr: %
 Pr: %
 A: %

A1: %
 A2: %
 F: %
 Pr: %
 Pr: %
 A: %

Vědomostní základna pro práci s programem HAV 42



STEPS 8 – Návrh zhuťovací sestavy s použitím počítačového programu HAV



Děkuji Vám za pozornost

43



STEPS 8 – Návrh zhuťovací sestavy s použitím počítačového programu HAV

