

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební  
Katedra silničních staveb



## Bakalářská práce

Asfaltové betony s velikostí zrna 32 mm  
Asphalt Concretes with Grain Size 32 mm

Vedoucí práce: Ing. Petr Mondschein, Ph.D.

Vypracoval: Matěj Süsser



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta stavební  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Süsser</u>	Jméno: <u>Matěj</u>	Osobní číslo: <u>494320</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra silničních staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Konstrukce a dopravní stavby</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Asfaltové betony s velikostí zrna 32 mm</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Asphalt Concretes with Grain Size 32 mm</u>	
Pokyny pro vypracování: Vypracujte rešeršní část asfaltových hutněných směsí s důrazem na směsi typu AC. Provedte analýzu asfaltových betonů v České republice (střední Evropě) během minulých cca 50 let. V experimentální části navrhnete složení směsi AC s maximální velikostí zrna 32 mm a stanovet její základní volumetrické a mechanicko-fyzikální vlastnosti.	
Seznam doporučené literatury: Pokládka hutněných asfaltových směsí - doc. Ing. Václav Hanzík, CSc. Technologie stavby vozovek Ing. Jan Zajíček a kol. Technické předpisy - TP, ČSN, ČSN EN	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Petr Mondschein, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>21.02.2023</u>	Termín odevzdání BP v S KOS: <u>22.05.2023</u> <small>Údaj uvedte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<u>21.2.2023</u> Datum převzetí zadání	<u>Luca</u> Podpis studenta(ky)



## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Asfaltové betony s velikostí zrna 32 mm“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petra Mondscheina, Ph.D. a s použitím literatury, která je uvedena na konci práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne .....

.....

Matěj Süsser



## **Poděkování**

Děkuji panu Ing. Petru Mondscheinovi, Ph.D. za odborné vedení této práce, za čas strávený konzultacemi a pomoc při laboratorních zkouškách. Dále bych rád poděkoval členům silniční laboratoře ČVUT, zejména panu Jaroslavu Kasalickému, za rady a pomoc při práci v laboratoři.



## Anotace

Předmětem této práce je problematika asfaltových betonů s maximální velikostí zrna 32 mm. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část se zabývá popisem asfaltových hutněných směsí s důrazem na směsi typu AC. Dále je provedena analýza vývoje asfaltových betonů v České republice za posledních 70 let. V poslední části práce byly porovnány vlastnosti směsí AC používaných v Česku se směsmi používanými v Polsku a na Slovensku.

Praktická část se zabývá návrhem směsí ACP 22 S a ACP 32, stanovením jejich volumetrických a mechanicko-fyzikálních vlastností a jejich následným porovnáním.

Klíčová slova: asfaltová směs, asfaltové betony, zrnitost, zkoušení asfaltových směsí, ACP 32

## Abstract

The subject of this thesis is the issue of asphalt concrete mixtures with the maximum grain size of 32 mm. The thesis is divided into a theoretical and a practical part.

The theoretical part of the thesis deals with describing compacted asphalt concrete mixtures, with the emphasis on AC mixtures. Furthermore, an analysis of the evolution of asphalt concretes in the Czech republic in the last 70 years was conducted. In the final part of the thesis, AC mixtures currently used in Czechia, Poland and Slovakia were compared.

The practical part deals with designing ACP 22 S and ACP 32 mixtures, determining their volumetric and mechanical and physical properties, and their subsequent comparison.

Key words: asphalt mixture, asphalt concrete, ACP 32, grain size, asphalt mixture testing



## Obsah

Úvod .....	9
Teoretická část .....	10
Obecný přehled o asfaltových betonech .....	10
Analýza vývoje asfaltových betonů .....	11
ČSN 73 6148 a ČSN 73 6149 z 12. 1. 1954.....	11
ČSN 73 6148 Asfaltový beton pro kryty vozovek z 15. 11. 1967.....	12
Značení, pojivo a směsi.....	12
Kamenivo .....	14
Fyzikálně mechanické vlastnosti.....	14
ČSN 73 6149 Asfaltový beton na kryty vozovek z 16.9. 1983.....	16
Značení.....	16
Pojivo.....	16
Kamenivo .....	17
Asfaltobetonová směs .....	18
Fyzikálně mechanické vlastnosti.....	20
Závěr .....	21
ČSN 73 6149 Asfaltový beton na kryty vozovek z 6. 5. 1991 .....	22
Značení.....	22
Pojivo.....	22
Kamenivo .....	22
Asfaltobetonová směs .....	24
Fyzikálně mechanické vlastnosti.....	26
Závěr .....	27
ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy z července 1994 .....	28
Značení.....	28
Užití ve vozovce.....	28
Kamenivo .....	29
Asfalt.....	30
Stavební směs .....	31
Technické požadavky.....	32
Závěr .....	33



ČSN 73 6121 Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody z března 2008, února 2019 a března 2023 .....	34
Značení.....	34
Užití ve vozovce.....	35
Kamenivo .....	36
Požadavky na asfaltovou směs .....	36
Závěr .....	36
Porovnání národních požadavků na asfaltové betony se Slovenskem.....	37
Značení.....	37
Užití ve vozovce.....	37
Kamenivo, pojivo .....	38
Požadavky na asfaltovou směs .....	38
Závěr .....	38
Porovnání národních požadavků na asfaltové betony s Polskem .....	39
Značení.....	39
Užití ve vozovce.....	39
Kamenivo .....	41
Požadavky na asfaltovou směs .....	41
Závěr .....	41
Praktická část .....	42
Prvotní návrh asfaltových směsí.....	42
Kamenivo pro výrobu zkoušených směsí.....	44
Zkouška kameniva .....	45
Nový návrh směsí.....	46
Výroba směsí.....	48
Výroba Marshallových těles.....	49
Měření objemové hmotnosti těles .....	50
Stanovení maximální objemové hmotnosti.....	52
Obsah rozpustného pojiva .....	54
Výpočet mezerovitosti, stanovení stupně vyplnění mezer pojivem a mezerovitosti směsí.....	56
Zkouška pro zjištění modulu tuhosti .....	58
Marshallova zkouška.....	63
Zkouška odolnosti proti šíření trhlin.....	66



Výroba desek pro zkoušku pojíždění kolem .....	69
Objemová hmotnost zkušebních desek.....	71
Odolnost proti vyjetí kolem.....	71
Závěr praktické části .....	74
Seznam použité literatury .....	76
Seznam grafů .....	78
Seznam tabulek.....	79
Seznam obrázků.....	81
Seznam příloh.....	82
Příloha 1 – tabulky ČSN 73 6121 z března 2023.....	83
Příloha č. 2 – tabulky Katalógové listy asfaltových změsí KLAZ 1/2019 .....	89
Příloha 3 – tabulky Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych, WT- 2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne .....	95





## Úvod

V současnosti se v České republice začíná projevovat nedostatek určitých frakcí kameniva (např. frakce 8/11), což vede k několika problémům. Nedostatek těchto frakcí a vysoká poptávka po nich vede ke zvyšování jejich cen. Zároveň je často nutné kombinovat kameniva z různých zdrojů, což má za následek, že betonárky a obalovny mají problém s dodržením předepsaných receptur. To vede ke zvýšenému počtu reklamací a prodražování celé stavby. Na ceně stavby se rovněž podepisuje nutnost dovážet kamenivo ze vzdálenějších zdrojů. [1]

Jako potenciální řešení tohoto problému by se nabízelo zvýšení těžby, ovšem od roku 1989 nedošlo v České republice k otevření nového kamenolomu a možnosti stávajících kamenolomů rozšířit těžbu jsou často omezeny veřejnoprávními a majetkoprávními problémy (nevyřešené střety zájmů, ochrana přírody a krajiny). Je tedy nezbytné hledat další možná řešení této problematiky. [1]

Tato práce vznikla v souvislosti s řešením dané problematiky v rámci projektu „*Studie dostupnosti kameniva pro plánované stavby dálnic a silnic I. třídy a železniční infrastruktury*“, na němž se ČVUT v Praze spolupodílí. Cílem projektu je prozkoumat možnosti řešení problematiky nedostatku určitých frakcí úpravou zrnitosti, primárně využitím hrubozrnnějších frakcí kameniva, které jsou dostupnější a výrazně levnější. Práce se konkrétně věnuje návrhu a ověření technických parametrů směsi ACP 32 a porovnání vlastností této směsi se směsí ACP 22 S. [2]

Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části byl na začátku sestaven obecný přehled o směsích typu AC. Dále byla provedena analýza vývoje asfaltových betonů v České republice za posledních 70 let a byly porovnány receptury, požadavky na materiály a mechanicko-fyzikální vlastnosti tehdejších asfaltových betonů s těmi dnešními. Dále byly porovnány národní požadavky na kvalitu v České republice, na Slovensku a v Polsku.

V rámci praktické části byly obě směsi navrženy a následně v silniční laboratoři ČVUT vyrobeny. Poté byla z těchto směsí vyrobena zkušební tělesa a byly provedeny zkoušky pro stanovení jejich volumetrických a mechanicko-fyzikálních vlastností. Na závěr byly výsledky porovnány mezi sebou a s normovými požadavky (v případě ACP 32 s požadavky pro podobné směsi).



## Teoretická část

### Obecný přehled o asfaltových betonech

Asfaltové betony (zkratka AC) jsou typem asfaltové hutněné směsi používané pro obrusné, ložní a podkladní vrstvy vozovky. Rozlišují se 3 druhy asfaltových betonů AC – asfaltový beton do obrusné vrstvy (ACO), asfaltový beton do ložní vrstvy (ACL) a asfaltový beton do podkladní vrstvy. Skládají se z kameniva, pojiva, přísad, a případně R-materiálu. [3]

Kamenivo se používá hrubé drcené, drobné drcené, drobné těžené, hrubé těžené a jejich směsi. Jsou pro něj definovány požadavky na jeho vlastnosti podle ČSN EN 13043:2004. [3]

Pojivem v asfaltových betonech je asfalt. Lze využít všechny druhy asfaltů uvedené v ČSN EN 13108-1. [3]

Přísady zlepšují vlastnosti asfaltového betonu (např. přísady pro zlepšení přilnavosti, stabilizující přísady). Do asfaltových betonů se přidávají podle pokynů jejich výrobců a jejich druh a množství musí být stanoveno zkouškami typu. [3]

R-materiál je stará asfaltová směs, která se přidává do asfaltové směsi za účelem recyklace materiálu a snížení ceny konstrukce. V asfaltovém betonu může být na základě druhu směsi a druhu pojiva použito až 50 % R-materiálu (pro ACP 16 S a ACP 22 S při využití modifikovaného asfaltu). Nesmí se přidávat do obrusných vrstev dálnic, vozovek na mostě, rychlostních místních komunikací, vozovek s třídou dopravního zatížení S, I, II a III a pro ochrannou vrstvu izolace. [3]

Asfaltové betony jsou vyráběny v obalovnách. Při výrobě asfaltových betonů je nutné zajistit dokonalé vysušení kameniva, ohřev asfaltu, správné dávkování materiálů, udržování teploty a dokonalé obalení směsi kameniva asfaltem. [3]

Položené asfaltové vrstvy jsou hutněny válci. Hutněním asfaltových betonů se docílí optimálních vlastností vrstvy. Zvyšuje se pevnost směsi, odolnost proti únavě, tuhost, drsnost, atd. [3]

Provedené vrstvy jsou zkoušeny za účelem ověření kvality provedení. Konstrukce musí splňovat podmínky uvedené v normě ČSN 73 6121 z března 2023. [3]



## Analýza vývoje asfaltových betonů

Tato část práce se zabývá analýzou vývoje asfaltových betonů na území České republiky v dohledatelné historii. Jsou sledovány druhy používaných asfaltových betonů a jejich značení. Dále se sledují druhy využitého kameniva a pojiva a požadavky na ně. Nakonec jsou uvedeny fyzikálně-mechanické požadavky na tehdejší směsi. V závěru jednotlivých norem je uveden přehled změn oproti předcházející normě.

### ČSN 73 6148 a ČSN 73 6149 z 12. 1. 1954

Vzhledem k tomu, že se tyto normy nepodařilo najít v NTK, v ústřední knihovně ČVUT ani v žádné jiné knihovně, jsou jediné informace o obsahu těchto norem čerpány z normy, která je nahradila, což byla norma ČSN 73 6148 z 15. 11. 1967. V části *změny oproti předchozímu vydání* je uvedeno „*v souladu s nově vydanými ČSN pro kamenivo pro stavební účely zavedeny nové frakce používaného kameniva a tím i sít*“. Lze tedy usuzovat, že předchozí norma pracovala buď s jinými frakcemi kameniva, nebo jich používala méně než norma, která ji nahradila. Jako druhá změna je uvedeno „*zrnitost kameniva doplněna i o podmínky pro pískový asfaltový beton*“. Lze tedy usuzovat, že v normách z roku 1954 buď neexistoval asfaltový beton pískový, nebo minimálně nebyl definovaný zrnitostí. Pravděpodobně ale existovaly ostatní asfaltové betony definované v následující normě, což byly asfaltový beton hrubozrnný a asfaltový beton jemnozrnný. [4]



## ČSN 73 6148 Asfaltový beton pro kryty vozovek z 15. 11. 1967

[4]

Tato norma je první dohledatelná norma o asfaltových betonech. Nahrazuje ČSN 73 6148 a ČSN 73 6149 z 12. 1. 1954.

Pro asfaltový beton je definována zkratka AB. Norma uvádí celkem 3 druhy asfaltových betonů:

- Asfaltový beton hrubozrnný – ABH
- Asfaltový beton jemnozrnný – ABJ
- Asfaltový beton pískový – ABP

### Značení, pojivo a směsi

Značení asfaltových betonů se značně lišilo od toho užívaného v dnešní době. Příkladem označení může být:

- Označení asfaltového betonu jemnozrnného kladeného v jedné vrstvě tloušťky 3 cm, opatřeného infiltračním postřikem asfaltovým IA 1,0 podle ČSN 73 6141:

ABJ 3; IA 1,0; ČSN 73 6148

- Označení asfaltového betonu kladeného ve dvou vrstvách, se spodní vrstvou hrubozrnného asfaltového betonu tloušťky 4 cm a vrchní vrstvou jemnozrnného betonu tloušťky 3 cm bez infiltračního postřiku:

ABH/J 4/3; ČSN 73 6148

V označení chybí typ použitého pojiva, v normě jsou uvedeny jako pojiva celkem 3 druhy, asfalty silniční ropný – A 200, A 80 a A 65. Zároveň v označení chybí velikost největšího zrna, jelikož je určena druhem asfaltového betonu a tloušťkou vrstvy. Podle těchto parametrů definuje norma celkem 4 konkrétní směsi:

- Asfaltový beton hrubozrnný (ABH) pro tloušťky vrstvy 4 až 6 cm, který zrnitostí nejvíce odpovídá dnešním ACL 22 S a ACL 22 +, což zároveň odpovídá podmínce použití této tloušťky ABH pouze pro ložní vrstvu
- Asfaltový beton hrubozrnný (ABH) pro tloušťky vrstvy 3 až 5 cm, který zrnitostí nejvíce odpovídá dnešním ACO 16 + a ACL 16 +



- Asfaltový beton jemnozrný (ABJ) pro tloušťky vrstev 2 až 4 cm, který pro levý sloupec (sloupec 4) zrnitostí nejvíce odpovídá dnešnímu ACO 11 + pro pravý sloupec (sloupec 5) ACO 8. V tabulce zrnitostí (tabulka 1) jsou pro stejnou tloušťku vrstvy 2 sloupce, ve změně normy z dubna 1985 se nedoporučuje sloupec do velikosti síta 8 používat.

- Asfaltový beton pískový (ABP) pro tloušťky vrstev 2 až 4 cm, který neodpovídá žádné dnešní směsi, nejvíce se blíží ACO 8. Ve změně normy z dubna 1985 se nedoporučuje tento asfaltový beton používat.

Podobnosti těchto směsí s dnešními směsmi jsou spíše přibližné, od těch dnešních se na určitých sítích liší i o 10% propadu.

Zrnitost kameniva a obsah asfaltu pro asfaltový beton					
Označení kontrolního síta (se čtvercovými oky)	Hrubozrný		Jemnozrný		Pískový tl. 2 až 4 cm
	tl 4 až 6 cm <sup>1)</sup>	tl. 3 až 5 cm	tl 2 až 4 cm	tl. 2 až 4 cm	
Propad zrn v % hmotnosti (váhy)					
32	100	-	-	-	-
22	95 až 100	100	-	-	100
16	82 až 100	95 až 100	100	-	95 až 100
11	70 až 90	78 až 100	95 až 100	100	90 až 100
8	59 až 80	64 až 87	80 až 100	95 až 100	85 až 100
6	-	-	-	77 až 100	-
4	42 až 63	45 až 66	55 až 75	64 až 85	75 až 100
2	30 až 50	33 až 54	38 až 60	43 až 65	65 až 80
1	21 až 44	23 až 47	27 až 52	29 až 55	52 až 72
5	14 až 37	15 až 39	18 až 45	18 až 46	39 až 60
025	9 až 28	10 až 30	11 až 34	11 až 34	26 až 46
0125	6 až 16	7 až 18	7 až 20	7 až 20	13 až 27
009	5 až 10	6 až 12	6 až 12	6 až 12	7 až 15
Orientační obsah asfaltu v % hmotnosti	6 až 7,5	6,5 až 7,5	7 až 8	7,5 až 8,5	7 až 9

1) Lze použít pouze pro ložní vrstvu

Tabulka 1- Zrnitost kameniva a obsahu asfaltu, ČSN 73 6148 z 15. 11.1967



## Kamenivo

Z hlediska použitého kameniva norma uvádí, že pro asfaltový beton se použije přírodního hutného kameniva, celkem uvádí 3 druhy kameniva:

- drcené hrubé třídy Ib (IPb) podle ČSN 72 1513
- drcené drobné třídy Ib, IIc podle ČSN 72 1513
- těžené drobné třídy Ic (IPc) podle ČSN 1513

Změna z května 1976 změnila používané kamenivo s ohledem na změnu v normách na kamenivo. Tato změna uvádí, že pro asfaltový beton se použije hutného kameniva:

- drceného hrubého třídy N I a N II podle tab. 1 ČSN 72 1513
- drceného drobného třídy N I a N II podle tab. 1 ČSN 72 1513
- těženého drobného třídy N I a N II podle tab 2 ČSN 72 1513

Nově podle této změny musí kamenivo splňovat podmínky pro mrazuvzdornost, součinitel ohladitelnosti a součinitel otlukovosti.

## Fyzikálně mechanické vlastnosti

Pro fyzikálně mechanické vlastnosti stavební směsi uvádí norma požadavky dle typu zkušebních těles. Původní znění normy uvažuje použití válečkových těles průměru a výšky 50,5 mm, 71,4 mm nebo 101,0 mm. Zároveň uvádí, že při kontrolních výrobních zkouškách lze vlastnosti zjišťovat i podle zkoušky Marshallovy. Změna z dubna 1985 určila Marshallovu zkoušku jako zkoušku primární, zkouška na válečkových tělesech zůstává pouze pro výjimečné případy.

Fyzikálně mechanické vlastnosti stavební směsi zjišťované podle zkoušky Marshallovy dle ČSN 73 6160 z dubna 1959	
stabilita v kp nejméně	700
mezerovitost v % objemu	2 až 6
hodnota přetvoření v 1/10 mm nejvýše	40
nasákavost v % objemu nejvýše	4
bobtnání v % objemu nejvýše	0,7

Tabulka 2 – Fyzikálně mechanické vlastnosti zjišťované podle zkoušky Marshallovy, ČSN 73 6148 z 15. 11. 1967



Fyzikálně mechanické vlastnosti zjišťované na válečkových tělesech	
Pevnost v tlaku na $\text{kp/cm}^2$ při $50^\circ\text{C}$ ( $R_{50}$ ) na válečkových tělesech o průměru a výšce:	
50,5 mm nejméně	12
71,4 mm nejméně	10
101,0 mm nejméně	8
koeficient teplotní citlivosti $R_{20}/R_{50}$ nejvýše	3
pevnost po nasycení vodou $R_{20,n}$ nejméně	$0,9 R_{20}$
mezerovitost v % objemu	2 až 5
nasákavost v % objemu nejvýše	3
bobtnání v % objemu nejvýše	0,5

Tabulka 3 – Fyzikálně mechanické vlastnosti zjišťované na válečkových tělesech, ČSN 73 6148 z 15. 11. 1967

Fyzikálně mechanické vlastnosti stavební směsi zjišťované podle Marshallovy zkoušky (po změně z dubna 1985)		
zhutňovací práce (počet úderů)		2x50
stabilita - SM nejméně (kN)		7,0
hodnota přetvoření - PM ( $10^{-1}$ mm)		20 až 45
míra tuhosti - TM <sup>2)</sup>		20 až 35
mezerovitost <sup>3)5)</sup>	M určená v rozpouštědle (% objemu)	3 až 6 (8)
	M určená ve vodě (% objemu)	2 až 5 (7)
nasákavost - N <sup>4)</sup>	nejvíce (% objemu)	4
2) $TM = SM/PM * 100$ , nejvyšší hodnoty závazné jen pro obrusné vrstvy, pro ložní vrstvu AB jsou závazné jen minimální hodnoty 3) hodnoty (7)(8) platí pro AB ložních vrstev 4) N - závazné jen pro obrusné vrstvy 5) při rozporu rozhodují výsledky měření v rozpouštědle		

Tabulka 4 – Fyzikálně mechanické vlastnosti zjišťované podle Marshallovy zkoušky po změně, ČSN 73 6148 z 15. 11. 1967



## ČSN 73 6149 Asfaltový beton na kryty vozovek z 16.9. 1983

[5]

Tato norma nahrazuje ČSN 73 6148 z 15. 11. 1967.

Norma definuje pro asfaltový beton zkratku AB. Římskými číslicemi I, II, a III. se rozlišuje jakost asfaltového betonu podle nejnižší přípustné hodnoty stability podle Marshalla a dalších charakteristik uvedených v tabulce fyzikálně mechanických vlastností. Tloušťka vrstvy se uvádí číslem v milimetrech, pro vícevrstvé kryty stejné kvality se uvede tloušťka spodní vrstvy a za lomítkem se uvede tloušťka vrstvy nad ní. Pro vícevrstvé kryty různých kvalit se tloušťky uvedou do jednoho řádku v pořadí od spodních vrstev. Pro zpřesnění typu směsi podle použitých mezních čar zrnitosti umožňuje norma zkratku AB doplnit písmeny H- hrubozrný, S – střednězrný, J – jemnozrný. Dále jsou uvedeny zkratky ABL – asfaltový beton pro ložní vrstvy a PAB – protismykový asfaltový beton.

### Značení

Značení se oproti předchozí normě liší zavedením označení jakosti a formálně jiným zápisem vícevrstevných krytů. Příkladem označení může být:

- Dvojvrstvý asfaltový beton jakosti II se spodní vrstvou tloušťky 60 mm a horní vrstvou tloušťky 50 mm:

AB II – 60/50; ČSN 73 6149

- Hrubozrný asfaltový beton jakosti I v tloušťce vrstvy 50 mm:

ABH I – 50; ČSN 73 6149

Asfaltový beton ložní vrstvy jakosti II v tloušťce vrstvy 60 mm, kryt protismykový asfaltový beton kvality I v tloušťce vrstvy 50 mm:

ABL II – 60; PAB I – 50; ČSN 73 6149

### Pojivo

V označení, ve srovnání s dnešním značením, chybí typ použitého pojiva. V normě jsou jako pojiva uvedeny ropný silniční asfalt A 80, A 65, A 200, polofoukaný silniční asfalt AP 80, AP 65 a AP 45. Pro výběr konkrétního pojiva je směrodatné dopravní zatížení, jsou uvedeny skupiny A až G. Z hlediska používání přísad na zlepšení přilnavosti a úprav reologických vlastností norma uvádí, že je možno použít osvědčené přísady. Množství asfaltu se stanoví dle ČSN 73 6160 a zpřesní se optimalizačními zkouškami.





## Kamenivo

Z hlediska použitého kameniva norma používá pro asfaltobetonové kryty vozovek s dopravním zatížením skupiny A a B:

- hutné drcené drobné kamenivo třídy N I – ČSN 72 1513
- hutné těžené drobné, hutné těžené drobné předdrcené a hutné těžené drobné drcené kamenivo třídy N I – ČSN 72 1513
- hutné drcené hrubé kamenivo třídy N I – ČSN 72 1513
- drobné těžené kamenivo frakce 0-4 musí mít ekvivalent písku nejméně 70

Pro asfaltobetonové kryty vozovek dopravního zatížení skupiny C až G je umožněno použít výše uvedené druhy kameniva v třídě N II podle ČSN 73 1513.

Na protismykový asfaltový beton se použije hutné drcené hrubé kamenivo frakce 8 – 16 se zvýšenými technickými požadavky podle intenzity dopravního ruchu a skupiny dopravního zatížení (viz tabulka 5).

Oproti předchozí normě, která pro nově zavedené součinitele ohladitelnosti, součinitele otlukovosti a mrazuvzdornost uváděla jejich požadovanou hodnotu stejnou bez ohledu na okolnosti využití kameniva, tato norma blíže specifikuje požadavky podle druhu komunikace a zavádí i další nové požadavky.

Zvýšené technické požadavky na kamenivo do asfaltového betonu obrusných vrstev					
Druh komunikace	Skupina dopravního zatížení	Požadované hodnoty			
		Ohladitelnost $f_{OK}$ nejméně	Otlukovost $K_o$ nejvíce	Úbytek hmotnosti $Q_{25}$ nejvíce	Tvarovost $B_{13}$ nejvíce
Obrusné vrstvy krytu dálnic, hlavní silniční sítě, mostů, rychlostních městských komunikací, křižovatek a autobusových zastávek MHD	A	0,50	25	3,5	30
	B	0,48	30	4,0	30
Obrusné vrstvy krytu vozovek ostatních silničních a místních komunikací	C až G	0,45	30	5,0	35
Pro protismykový asfaltový beton obrusných vrstev krytu vozovek podle 24h intenzity	nad 7000	0,55	20	3,0	25
	5000 až 7000	0,50	25	3,5	30
	3000 až 5000	0,45	30	4,0	35

Tabulka 5 – Zvýšené technické požadavky na kamenivo do asfaltového betonu obrusných vrstev, ČSN 73 6149 z 16. 9. 1983



### Asfaltobetonová směs

Norma oproti předchozímu vydání, vzhledem k zavedení jakostí I až III, blíže specifikuje zásady návrhu a výroby směsí. Pro asfaltový beton jakosti I a II vyžaduje použití hrubého drceného kameniva, pro jakost III umožňuje použít drcené těžené hrubé kamenivo. Pro drobné kamenivo (rozsah 0 až 4) je stanoven požadavek na poměr drceného ku těžnému kamenivu, od 100 % drceného po poměr 1:1. Pro mezerovitost asfaltové směsi a stupeň vyplnění mezer jsou uvedeny informativní hodnoty.

Mezerovitost zhutněné kamenné směsi a stupeň vyplnění mezer asfaltem <sup>1)</sup>			
Sledovaná vlastnost	Typ směsi asfaltového betonu	Použití v konstrukci vozovky	
		obrusná vrstva	ložná vrstva
Minimální mezerovitost směsi kameniva v asfaltovém betonu Mk v % objemu	ABJ	18	-
	ABS	17	17
	ABH	16	16
	PAB	16	-
	ABL	-	15
Stupeň vyplnění mezer asfaltem Sv v %		75 až 82	60 až 70
1) Mk a Sv jsou informativní (nezávazné hodnoty)			

Tabulka 6 – Mezerovitost zhutněné kamenné směsi a stupeň vyplnění mezer asfaltem, ČSN 73 6149 z 16. 9. 1983



Zrnitost směsi kameniva na asfaltový beton						
síto	Propad zrn v % hmotnosti podle typu směsi a tloušťky vrstvy AB v mm					
	ABL 50 až 90	ABH (50 až 90) 50 až 70 <sup>1)</sup>	PAB s čarou zrnitosti		ABS 40 až 50	ABJ 40 až 50 <sup>2)</sup>
			plynulou	přerušovanou		
40 až 60						
32	100	-	-	-	-	-
22	92 až 100	100	100	100	-	-
16	70 až 95	90 až 100	95 až 100	95 až 100	100	-
11	56 až 81	71 až 95	73 až 98	70 až 92	90 až 100	100
8	46 až 72	52 až 80	52 až 75	46 až 69	70 až 90	85 až 100
4	29 až 57	31 až 62	31 až 52	36 až 57	42 až 68	53 až 80
2	18 až 46	20 až 50	22 až 44	27 až 47	25 až 52	30 až 62
1	11 až 35	12 až 38	11 až 35	19 až 39	17 až 40	20 až 48
05	7 až 25	7 až 27	8 až 28	10 až 31	10 až 30	10 až 34
025	5 až 16	5 až 18	7 až 21	7 až 23	6 až 21	7 až 25
0125	4 až 11	4 až 12	6 až 14	6 až 17	4 až 14	4 až 16
009	3 až 9	3 až 10	5 až 11	5 až 11	3 až 11	3 až 12

1) V závorce přípustné pokládací tloušťky pro asfaltový beton ložné vrstvy krytu  
2) Jemnozrnný asfaltový beton jen na kryty vozovek dopravního zatížení D až G; v odůvodněných případech (most, účelové MK) i 30 mm tloušťky

Tabulka 7 – Zrnitost směsi kameniva na asfaltový beton, ČSN 73 6149 z 16. 9. 1983



Směsi uvedené v této normě se nejvíce blíží těmto dnešním směsím:

- ABL 50 až 90 nejvíce odpovídá dnešnímu ACL 22 +. Oproti předchozí normě, ve které si směsi v ní uvedené s těmi dnešními tolik neodpovídaly, jsou tyto dvě směsi zrnitostí téměř totožné.
- ABH (50 až 90) 50 až 70 nejvíce odpovídá dnešní ACL 16 +. Tyto směsi jsou zrnitostí opět téměř totožné.
- PAB s čarou zrnitostí plynulou 40 až 60 nejvíce odpovídá dnešnímu ACO 16 +, což odpovídá použití PAB v obrusných vrstvách. Podobnost není tolik výrazná jako u předchozích dvou směsí, ale je zřejmá.
- PAB s čarou zrnitosti přerušovanou 40 až 60 opět nejvíce odpovídá dnešnímu ACO 16 +, ovšem o něco méně než PAB s plynulou čarou.
- ABS 40 až 50 nejvíce odpovídá dnešnímu ACO 11 +. Neodpovídají si tolik jako první dvě směsi, ale podobnost je zřejmá.
- ABJ 40 až 50 nejvíce odpovídá dnešnímu ACO 8. Opět si neodpovídají tolik jako první dvě směsi, ale podobnost je zřejmá.

### Fyzikálně mechanické vlastnosti

Fyzikálně mechanické vlastnosti asfaltového betonu se prokazují zkouškou podle Marshalla. Oproti předchozí normě byla zavedena závazně pro všechny parametry. Válečková zkouška se přestává využívat.

Fyzikálně mechanické vlastnosti				
předepsaný ukazovatel	jednotka	Asfaltový beton		
		AB I	AB II	AB III
Zhutňovací práce podle Marshalla	počet úderů	2x75	2x75	2x50
Stabilita - SM nejméně	kN	9,0	7,0	5,0
Hodnota přetvoření - PM	10 <sup>-1</sup> mm	23 až 40	20 až 45	20 až 45
Míra tuhosti - TM <sup>1)</sup>	-	25 až 40	20 až 35	15 až 30
Mezerovitost určená <sup>2)6)</sup> v rozpouštědle - M ve vodě - $\bar{M}$	% objemu	3 až 6 (8)		3 až 7 (8)
		2 až 5 (7)		2 až 6 (7)
Nasákavost - N max	% objemu	3	4	5
Příčný tah - Rp min <sup>4)</sup>	MPa	3,1	2,7	2,3
Teplotní citlivost Kt max	-	4	4	4

1)  $TM = SM/PM \cdot 100$  nejvyšší přípustné hodnoty stanoveny jen pro obrusné vrstvy, pro ložní vrstvy AB závazné jen min hodnoty  
2) Hodnoty (7), (8) platí pro AB ložných vrstev  
3) N - závazné pro obrusné vrstvy  
4) Rp a KT informativní nezávazné hodnoty  
5)  $KT = SM(20^\circ C) / SM(60^\circ C)$   
6) při sporu jsou rozhodující výsledky měření v rozpouštědle

Tabulka 8 – Fyzikálně mechanické vlastnosti, ČSN 73 6149 z 16. 9. 1983



## Závěr

Porovnáním této normy s normou předchozí lze dojít k těmto závěrům:

- Tato norma zavádí tři druhy asfaltového betonu podle kvality - AB I, AB II, AB III. Předepisuje pro ně požadovaný druh použitého kameniva a fyzikálně mechanické požadavky.
- Způsob značení se mění pouze formálně.
- Označení pojiva je stejné jako v předchozí normě, tato norma přidává kromě ropného silničního asfaltu ještě polofoukaný asfalt jako vhodné pojivo.
- Tato norma nově zavádí dopravní zatížení jako jedno z kritérií, od něhož se odvíjí druh použitého kameniva s jeho určitými technickými požadavky a druh použitého pojiva.
- Zrnitost směsí obsažených v této normě je zrnitosti dnešních směsí mnohem podobnější, než tomu bylo u předcházející normy. Některé směsi v této normě jsou téměř identické s těmi dnešními.
- Fyzikálně mechanické požadavky jsou, z důvodu zavedení druhů asfaltového betonu podle kvality, rozšířeny na požadavky pro každý druh a jsou přidány další parametry. Pro všechny parametry byla závazně zavedena Marshallova zkouška. Dříve používaná válečková zkouška přestává být normovou.



## ČSN 73 6149 Asfaltový beton na kryty vozovek z 6. 5. 1991

[6]

Tato norma nahrazuje ČSN 73 6149 z roku 16. 9. 1983.

### Značení

Norma zachovává stejné značení jako předchozí norma, značení asfaltového betonu je AB, rozlišují se jakosti I, II a III. Zkratka AB může být doplněna podle použitých mezních čar zrnitosti o písmena H – hrubozrnný, S – střednězrnný, J – jemnozrnný, nebo ABL – pro ložné vrstvy a PAB – pro protismykový asfaltový beton. Jediný rozdíl nastává při použití R materiálu, který je v této normě poprvé v historii použit.

Příklad: ABH II – 50 R (20); ČSN 73 6149 – Hrubozrnný asfaltový beton jakosti II v tloušťce vrstvy 50 mm s použitím 20 % R-materiálu

### Pojivo

Norma uvádí jako pojivo stejné asfalty jako předchozí norma – A 80, A 65, A 200, AP 80, AP 65, AP 45. Pro AB II a AB III přidává možnost využití AP 130.

Je přidán odstavec o použití R-materiálu. Při použití R-materiálu se má využívat takového pojiva či přísad, které zabezpečí, aby penetrace výsledného pojiva dosáhla požadované penetrace při 25 °C v rozmezí 51 až 160 penetračních jednotek.

### Kamenivo

Na výrobu asfaltového betonu na kryty vozovek AB II a AB III se použije:

- drobné kamenivo hutné drcené, hutné těžené a hutné těžené předrcené třídy A, B nebo C podle tab. 1 ČSN 72 1512:1990.

- hrubé kamenivo hutné drcené:

- třídy A, B, nebo C podle tab. 2 ČSN 72 1512:1990 - do ložných vrstev

- třídy A nebo B pro AB II a třídy A, B nebo C pro AB III podle tab. 2 ČSN 72 1512:1990 do obrusných vrstev

- drobné těžené kamenivo frakce 0-4 musí mít ekvivalent písku nejméně 70

-při dodržení požadavků se může využít R-materiálů širokých zrnitostí



Na výrobu asfaltového betonu na kryty vozovek AB I se použije:

- drobné kamenivo hutné drcené, hutné těžené a hutné těžené předrcené třídy A nebo B podle tab. 1 ČSN 72 1512:1990.

- hrubé kamenivo hutné drcené:

- třídy A nebo B podle tab. 2 ČSN 72 1512:1990 do ložných vrstev

- třídy A podle tab. 2 ČSN 72 1512:1990 do obrusných vrstev

- R-materiál (jen pro ložné vrstvy)

Na protismykový asfaltový beton se použije hrubé kamenivo hutné drcené frakce 8 – 16 se zvýšenými technickými požadavky podle intenzity dopravního ruchu a skupiny dopravního zatížení (viz tabulka 9)

Doplňující a zpřesňující technické požadavky na hrubé kamenivo do asfaltového betonu obrusných vrstev <sup>1)</sup>					
Kvalita AB	Třída kameniva podle ČSN 7215 12:1990 min.	Technické požadavky			
		Vyhladitelnost $f_{ok}$ min.	Otlukovost $K_o$ max. (%)	Odolnost proti mrazu $Q_{m25}$ max. (%)	Podíl zrn s tvarovým indexem $B_i=3$ max. (%)
AB I	A	0,50	25	3,0	25
AB II	B	0,48	30	4,0	35
AB III	C	0,45	35	5,0	40
Protismykový asfaltový beton kvality AB II a AB II do obrusných vrstev krytů vozovek ve skupině dopravního zatížení	A,B	0,55	20	3,0	25
	C,D	0,50	25	3,5	30

<sup>1)</sup> všechny vlastnosti se zkouší na frakci 8-16

Tabulka 9 – Doplňující a zpřesňující technické požadavky na hrubé kamenivo do asfaltového betonu obrusných vrstev, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991



### Asfaltobetonová směs

Požadavky na asfaltobetonovou směs jsou velmi podobné jako v předchozí normě.

Zrnitosti směsi kameniva pro asfaltový beton jsou identické se zrnitostmi v předchozí normě. Jediným rozdílem je poznámka, která upozorňuje na nutnost zohlednit frakce kameniva R-materiálu při návrhu směsi kameniva.

Drobné kamenivo se použije buď v celém rozsahu drcené, nebo se použije směs drceného a těžného kameniva. Množství drceného kameniva musí být vyšší než množství drobného těžného kameniva.

Mezerovitost zhutněné směsi kameniva a stupeň vyplnění mezer asfaltem jsou uvedeny jako informativní hodnoty v tabulce 10. Oproti předchozí normě jsou přidány hodnoty pro kontrolní zkoušky a přesněji definovány hodnoty stupně vyplnění mezer asfaltem  $S_v$ . Tyto hodnoty jsou informativní.

Mezerovitost zhutněné kamenné směsi a stupeň vyplnění mezer asfaltem			
Sledovaná vlastnost	Typ směsi asfaltového betonu	Použití v konstrukci vozovky <sup>2)</sup>	
		obrusná	ložní
Minimální mezerovitost směsi kameniva v asfaltovém betonu $M_k$	ABJ	18 (17)	-
	ABS	17 (16)	17 (16)
	ABH	16 (15)	16 (15)
	PAB	16 (15)	-
	ABL	-	15 (14)
Stupeň vyplnění mezer asfaltem $S_v$ v %	AB I a	74 až 82	60 až 70
	AB II	(72 až 84)	(58 až 72)
	AB III	76 až 84 (74 až 86)	60 až 72 (58 až 74)

1)  $M_k$  a  $S_v$  jsou informativní hodnoty  
2) Hodnoty v závorkách jsou určeny na výsledky kontrolních zkoušek

Tabulka 10 - Mezerovitost zhutněné kamenné směsi a stupeň vyplnění mezer asfaltem, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991





Při použití R-materiálu se navrhne množství R-materiálu výsledné směsi asfaltového betonu, druh a množství asfaltu a druh a množství přísad. Do obrusných vrstev z AB I se R-materiál nesmí použít. Povolený obsah R-materiálu je popsán v tabulce 11.

Typ směsi	Maximální obsah R-materiálu ve výsledné směsi AB v % hmotnosti	
	obrusná vrstva	ložná vrstva
AB I	-	40
AB II	25	40
AB III	40	50

Tabulka 11 - Maximální obsah R-materiálu ve výsledné směsi AB v % hmotnosti, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991

Nově jsou v normě popsána kritéria na použití asfaltového betonu v obrusných vrstvách podle tabulky 12.

Kritéria na použití asfaltového betonu v obrusných vrstvách <sup>1)</sup>		
Jakostní třída	Skupina dopravního zatížení	Doplňující specifikace
AB I	A, B, C	Dálnice, rychlostní státní komunikace, rychlostní místní komunikace a vozovky na mostech
AB II	C, D	Státní komunikace I. a II. třídy, sběrné místní komunikace a vozovky na mostech
AB III	E, F, F	Státní komunikace III. třídy, obslužné místní komunikace, odstavné a parkovací plochy, nemotoristické komunikace a účelové komunikace

1) V odůvodněných případech se podle účelu komunikace může použít i AB vyšších jakostních tříd

Tabulka 12 - Kritéria na použití asfaltového betonu v obrusných vrstvách, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991



## Fyzikálně mechanické vlastnosti

Fyzikálně mechanické vlastnosti asfaltového betonu se prokazují zkouškou podle Marshalla. Požadované hodnoty předepsaných ukazatelů jsou uvedeny v tabulce 13.

Fyzikálně mechanické vlastnosti				
předepsaný ukazovatel	jednotka	Asfaltový beton		
		AB I	AB II	AB III
Zhutňovací práce podle Marshalla	počet úderů	2x75	2x50	2x50
Stabilita - SM nejméně	kN	9,0	7,0	5,0
Hodnota přetvoření - PM	10 <sup>-1</sup> mm	20 až 40	20 až 45	20 až 45
Míra tuhosti - TM <sup>1)</sup>	-	25	20	15
Mezerovitost v rozpouštědle M <sup>2)</sup>	obrusné vrstvy	% objemu 3 až 5 (2 až 6)	3 až 5 (2 až 6)	2 až 5 (2 až 6) <sup>7)</sup>
	ložné vrstvy	% objemu 4 až 7 (3 až 8)	4 až 7 (3 až 8)	
Mezerovitost ve vodě M <sup>3)</sup>	obrusné vrstvy	% objemu 2 až 5	2 až 6	
	ložné vrstvy	% objemu 2 až 7		
Nasákavost - N max <sup>4)</sup>	% objemu	4		
Příčný tah - Rp min <sup>5)</sup>	MPa	3,1	2,7	2,3
Teplotní citlivost Kt max <sup>5)6)</sup>	-	4		
<sup>1)</sup> TM = SM/PM*100 <sup>2)</sup> Hodnoty M uvedené bez závorek jsou přípustné rozpětí na návrh složení směsi, hodnoty v závorkách jsou přípustné rozpětí pro kontrolní zkoušky <sup>3)</sup> Při rozporu platí měření v rozpouštědle <sup>4)</sup> Hodnoty N jsou závazné jen pro obrusné vrstvy <sup>5)</sup> Rp a KT jsou informativní nezávazné hodnoty <sup>6)</sup> KT = SM (20 °C)/SM (60 °C) <sup>7)</sup> Mezerovitost AB III pro obrusné vrstvy na nemotoristických komunikacích se připouští tolerance (1-7)				

Tabulka 13 – Fyzikálně mechanické vlastnosti, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991



## Závěr

Při porovnání této normy s normou předchozí lze dojít k těmto závěrům:

- Ve značení směsí nedošlo téměř k žádným změnám, jediným rozdílem je značení v případě využití R-materiálu, který je v této normě poprvé využíván.
- K dříve používaným pojivům bylo přidáno několik nových. Jsou přidány podmínky pro pojivo při využití R-materiálu.
- Došlo ke změně značení kameniva v souladu s novou normou pro kamenivo ČSN 72 1512:1990. Jsou přidány podmínky na pro využití R-materiálu.
- Technické požadavky na kamenivo do obrusných vrstev byly přizpůsobeny novému značení kameniva.
- Pro zrnitosti směsi kameniva nenastaly žádné změny. Pro asfaltobetonovou směs je třeba brát v úvahu zrnitost R-materiálu.
- Došlo k upřesnění hodnot stupně vyplnění mezer asfaltem podle jakosti asfaltového betonu. Pro mezerovitost a stupeň vyplnění mezer asfaltem byly přidány hodnoty pro kontrolní zkoušky.
- Dle jakosti asfaltového betonu a jeho využití byl definován maximální podíl R-materiálu.
- Požadavky na fyzikálně mechanické vlastnosti jsou převážně stejné, změny jsou nevýznamné. Byly přidány hodnoty některých parametrů pro kontrolní zkoušky. Norma již vůbec nevyužívá válečkovou metodu.



## ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy z července 1994

[7]

Tato norma nahrazuje normu ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991. Norma přechází z formátu A5 brožur do formátu A4 a dochází ke změně vzhledu a řazení informací. Tato norma zároveň nově popisuje i asfaltové koberce a obalované kamenivo, které byly dříve popisovány ve vlastní normě.

### Značení

Značení asfaltových betonů zůstává stejné. Zkratka AB je doplněna o písmeno dle zrnitosti kameniva: J – jemnozrnné, S – střednězrnné, H – hrubozrnné, VH – velmi hrubé. Jakost asfaltobetonové vrstvy I, II a III je přejmenována na kvalitativní třídu vrstvy I, II a III.

Příklad značení: ABH II, 60 mm; ČSN 73 6121 – Asfaltový beton hrubozrnný kvalitativní třídy II v tloušťce vrstvy 60 mm

### Užití ve vozovce

Užití jednotlivých vrstev ve vozovce podle nejvyšší dovolené třídy dopravního zatížení I až VI dle ČSN 73 6114 je uvedeno v tabulce 14.

Užití hutněných asfaltových vrstev ve vozovce			
Druh asfaltové směsi	Dovolená třída dopravního zatížení		
	Obrusná vrstva	Ložní vrstva	Podkladní vrstva
ABS I, ABH I, ABVH I	I	-	-
AB II	III	II	-
ABJ I, ABS II	IV	-	-
ABS III, ABH III	IV	-	-
ABJ III	IV	-	-

Tabulka 14 - Užití hutněných asfaltových vrstev ve vozovce, ČSN 73 6121 z července 1994

Tloušťka jedné pokládané vrstvy z asfaltové směsi musí odpovídat hodnotám v tabulce 15.

Tloušťky vrstev z asfaltové směsi	
Druh asfaltové směsi	Tloušťka (mm)
ABJ	30-50
ABS	40-60
ABH	40-70
ABVH	50-90

Tabulka 15 – Tloušťky vrstev z asfaltové směsi, ČSN 73 6121 z července 1994



## Kamenivo

Požadované kvalitativní parametry kameniva pro hutněné asfaltové směsi jsou uvedeny v tabulce 16.

Kvalitativní parametry kameniva			
Vrstva	Druh kameniva podle ČSN 72 1511	Min. třída kameniva podle ČSN 72 1512	Další požadavky
AB I	DDK	B	MZ <sub>NV</sub> = max 0,35 <sup>1)</sup>
			MZ <sub>VB</sub> = max 0,25
	DTK	B	EP = min 70 <sup>2)</sup>
	HDK	B	Pro obrusné vrstvy
			f <sub>OK</sub> = min 0,50 <sup>3)</sup>
			(f <sub>OK</sub> = min 0,55 pro AB I) <sup>4)</sup>
AB II, AB III	DDK	C	MZ <sub>NV</sub> = max 0,35 <sup>1)</sup>
			MZ <sub>VB</sub> = max 0,25
	DTK	C	EP = min 70 <sup>2)</sup>
	HDK	C	Pro ložní a podkladní vrstvy
			Pro obrusné vrstvy
			f <sub>OK</sub> = min 0,48 <sup>3)</sup>
	B	(f <sub>OK</sub> = min 0,50 pro AB II) <sup>4)</sup>	
<sup>1)</sup> MZ - míra zahlinění drobného drceného kameniva, stanovená buď metodou ztráty sušením (MZ <sub>NV</sub> ) nebo orientačně metodou metylenovou modří (MZ <sub>VB</sub> )			
<sup>2)</sup> EP - ekvivalent písku dle ČSN 72 1173			
<sup>3)</sup> f <sub>OK</sub> - Součinitel ohladitelnosti kameniva dle ČSN 72 1182			
<sup>4)</sup> Pouze pro úseky vozovek s požadavkem na zvýšenou odolnost proti smyku			

Tabulka 16 – Kvalitativní parametry kameniva, ČSN 73 6121 z července 1994



## Asfalt

Na výrobu asfaltových směsí se použije asfalt odpovídající ČSN 65 7201 nebo ČSN 65 7206 nebo jejich směs. Míchání těchto asfaltů s jinými asfalty, modifikovanými asfalty, přísadami či R-materiálem je možno na základě provedení zkoušek a ověření vlastností.

Vhodné druhy asfaltu jsou v tabulce 17. Při použití více než 25 % hmotnosti R-materiálu v asfaltové směsi se přidává takový druh asfaltu, popř. přísady, aby penetrace asfaltu v asfaltové směsi odpovídala druhům asfaltu uvedeným v tabulce 17.

Vhodné druhy asfaltu pro asfaltové směsi					
Druh asfaltové směsi	Druh asfaltu				
	45	65	80	130	200
AB I	+	+	+		
AB II, AB III		+	+	+ <sup>1)</sup>	+ <sup>1)2)</sup>
1) Jen pro třídu dopravního zatížení V a VI					
2) Jen pro horské oblasti					

Tabulka 17 – Vhodné druhy asfaltu pro asfaltové směsi,  
ČSN 73 6121



## Stavební směs

Obory zrnitosti směsi kameniva jsou uvedeny v tabulce 18:

Obory zrnitosti směsi kameniva asfaltového betonu				
Označení síta	Propad zrn v % hmotnosti <sup>1)</sup>			
	ABJ	ABS	ABH	ABVH
32				100
22			100	92-100
16		100	90-100	70-95
11	100	85-100	71-95	56-81
8	85-100	70-90	52-80	46-72
4	53-80	42-68	31-62	29-57
2	30-62	24-52	20-50	18-46
1	20-48	17-40	12-38	11-35
05	10-34	10-30	7-27	7-25
025	7-25	6-21	5-18	5-16
0125	4-16	4-14	4-12	4-11
009	3-12	3-11	3-10	3-9

<sup>1)</sup> Drobné kamenivo pro AB I a AB II se použije buď v celém rozsahu drcené nebo se použije směs drceného a těžného kameniva, přičemž drceného kameniva musí být více než polovina množství drobného kameniva

Tabulka 18 – Obory zrnitosti směsi kameniva asfaltového betonu, ČSN 73 6121

Obory zrnitosti ABJ, ABH a ABS jsou stejné jako v předchozí normě. Směs ABVH má stejný obor zrnitosti jako ABL z předchozí normy.

Nejvyšší přípustný obsah R-materiálu je popsán v tabulce 19:

Nejvyšší přípustný obsah R-materiálu v % hmotnosti asfaltové směsi			
Druh asfaltové směsi	Vrstva		
	obrusná	ložní	podkladní
AB I	-	40	-
AB II	25	40	-
AB III	40	50	60

Tabulka 19 – Nejvyšší přípustný obsah R-materiálu v % hmotnosti asfaltové směsi, ČSN 73 6121



### Technické požadavky

Fyzikálně-mechanické vlastnosti se prokazují Marshallovou zkouškou. Prokázané hodnoty musí splňovat požadavky uvedené v tabulce 20:

Fyzikálně mechanické vlastnosti					
Parametr		Rozměr	Vrstva		
			AB I	AB II	AB III
Zhutňovací práce podle Marshalla		počet úderů	2x75	2x50	2x50
Stabilita SM min.		kN	9,0	7,0	5,0
Přetvoření PM		10 <sup>-1</sup> mm	20-40 <sup>1)</sup>	20-45 <sup>1)</sup>	20-45
Mezerovitost v rozpouštědle M	obrusné vrstvy	% objemu	3-5		2-5
	ložné vrstvy	% objemu	4-7		
Mezerovitost ve vodě	obrusné vrstvy	% objemu	2-5		
	ložné vrstvy	% objemu	3-7		
Nasákavost - N max <sup>2)</sup>		% objemu	4		
Mezerovitost zhutněné směsi kameniva nejméně		% objemu	maximální velikost zrna (mm)		
			8	11	16
			16,5	15,5	14,5
<p><sup>1)</sup> Při použití modifikovaných asfaltů, modifikačních přísad o stabilitě 15 kN se připouští přetvoření do 60*10<sup>-1</sup>mm</p> <p><sup>2)</sup> Hodnoty nasákavosti jsou závazné jen pro obrusné vrstvy</p>					

Tabulka 20 – Fyzikálně mechanické vlastnosti, ČSN 73 6121





## Závěr

Při porovnání této normy s normou předchozí lze dojít k následujícím závěrům:

- Došlo ke změnám úpravy, formátu a způsobu uvádění informací. Norma je nově tištěna na formátu A4 místo A5 a došlo ke změně struktury informací – jsou preferovány tabulky oproti psanému textu, který byl omezen na minimum. Řazení a názvy kapitol byly pozměněny. Tato norma zároveň nově popisuje i asfaltové koberce a obalované kamenivo, které byly dříve popisovány ve vlastní normě.
- Norma definuje 4 druhy asfaltových betonů, oproti předchozí normě neobsahuje protismykový asfaltový beton. Asfaltový beton pro ložní vrstvy ABL byl přejmenován na asfaltový beton velmi hrubý ABVH. Jakost asfaltobetonové vrstvy I, II a III je přejmenována na kvalitativní třídu vrstvy I, II a III.
- Norma nově uvádí užití vrstev ve vozovce dle nejvyšší dovolené třídy dopravního zatížení. Dříve byly popisovány pouze obrusné vrstvy dle skupin dopravního zatížení.
- Byly změněny předepsané tloušťky vrstev z asfaltové směsi.
- Požadavky pro kamenivo byly zpracovány do tabulky, některé požadavky přibyly (míra zahlinění MZ).
- Byly přidány podmínky pro obsah R-materiálu v podkladních vrstvách.
- Došlo k odstranění parametrů v požadavcích na fyzikálně-mechanické vlastnosti: teplotní citlivost, míra tuhosti, příčný tah. Nově se požaduje minimální mezerovitost zhutněné směsi kameniva, která byla dříve pouze informativní. V normě není nijak zmíněn stupeň vyplnění mezer asfaltem.



## ČSN 73 6121 Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody z března 2008, února 2019 a března 2023

[8] [9] [10]

Norma ČSN 73 6121 Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody z března 2008 norma nahrazuje normu ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy z července 1994. Je to první norma pro asfaltové betony vycházející z evropských norem. Tato změna vedla k zavedení velkého množství nových směsí a požadavků na ně. Tato norma byla nahrazena stejnojmennou normou v únoru 2019, která ji doplnila o národní požadavky dříve uvedené v přílohách norem řady ČSN EN 13108. V březnu roku 2023 vyšla stejnojmenná norma, která nahradila vydání z února 2019 a zavedla několik nových pojmů, upravila četnosti kontrolních zkoušek směsí a vrstev. Došlo k drobným úpravám pro kontrolní zkoušky a byla zrušena směs ACO 11 S.

Vzhledem k malému množství změn mezi těmito třemi normami, v poměru k faktu, jak významně se liší oproti normě ČSN 73 6121 z července 1994, jsou tyto normy shrnuty do jedné kapitoly. Pro přehlednost jsou zároveň změny oproti normě z roku 1994 shrnuty vždy u jednotlivých podkapitol.

S ohledem na jejich rozsah byly dále zmiňované tabulky umístěny do přílohy č. 1 této práce.

### Značení

Norma označuje asfaltové betony zkratkami: ACO pro asfaltový beton do podkladních vrstev, ACL pro asfaltový beton do ložních vrstev a ACP pro asfaltový beton do podkladních vrstev. Značení v technické dokumentaci je uvedeno v pořadí: druh vrstvy, druh použitého pojiva, tloušťka vrstvy v mm, označení této normy.

Příklad: Asfaltový beton pro ložní vrstvu vozovky s velikostí oka horního síta nejhrubší použité frakce kameniva 22 mm třídy dopravního zatížení např. S se zvýšenou odolností proti tvorbě trvalých deformací s pojivem PMB 25/55-55 v tloušťce vrstvy 80 mm, odpovídající normě pro specifikaci se označí: ACL 22 S PMB 25/55-55; 80 mm; ČSN 13108-1

Norma definuje tyto asfaltobetonové směsi:

- ACO 8, 8 CH, 11, 11 +, 16, 16 +
- ACL 16, 16 +, 16 S, 22, 22 +, 22 S
- ACP 16 +, 16 S, 22 +, 22 S



V tabulce NA-E.2 v ČSN EN 13108-1 z roku 2008 je uveden převodník označení:

Tabulka NA-E.2 – Převod označení asfaltových směsí podle kvalitativních požadavků a umístění vrstvy ve vozovce

Označení asfaltového betonu					
Obrusné vrstvy		Ložní vrstvy			
ČSN EN 13108-1:2008	ČSN 73 6121:1994 a další předpisy <sup>1)</sup>	ČSN EN 13108-1:2008	ČSN 73 6121:1994 a další předpisy <sup>1)</sup>		
ACO 8	ABJ II	ACL 16 S	ABH I (0/16) – TP 109		
ACO 8 CH	ABJ II, III	ACL 16 +	ABH I		
ACO 11 S	ABS I (0/11) – TP 109	ACL 16	ABH II, III, OKS I		
ACO 11 +	ABS I	ACL 22 S	ABVH I (0/22) – TP 109		
ACO 11	ABS II, III	ACL 22 +	ABVH I		
ACO 16 S	ABH I (0/16) – TP 109	ACL 22	ABVH II, III, OKH I		
ACO 16 +	ABH I	Podkladní vrstvy			
ACO 16	ABH II, III				
				ACP 16 S	–
				ACP 16 +	OKS I, II
		ACP 22 S	OKH I (0/22) – TP 109		
		ACP 22 +	OKH I, II		

### Užití ve vozovce

Užití ve vozovce se odvíjí od třídy dopravního zatížení. Spolu s přípustnými tloušťkami vrstev je pro verzi normy z roku 2008 popsáno v tabulce NA-E.3 v ČSN EN 13108-1. Tabulka byla do normy přidána ve verzi z roku 2019 pod označením tabulka E.1. <sup>1</sup>

Oproti normě z roku 1994 došlo ke změně názvů pojiv a směsí a překlasifikování tříd dopravního zatížení. Zároveň došlo ke zvýšení počtu všech těchto parametrů.

<sup>1</sup> pro další podkapitoly jsou zmiňovány už pouze tabulky ve verzi z roku 2019



## **Kamenivo**

Požadavky na kamenivo jsou rozděleny podle toho, v jaké vrstvě (obrusná, ložní, podkladní) je využito. Sleduje se zrnitost, obsah jemných částic, tvarový index, odolnost proti drcení LA, ohladitelnost, nasákavost, odolnost proti zmrazování a rozmrazování a odolnost proti rozpadavosti čediče. Požadavky na kamenivo jsou shrnuty v normě v tabulkách E.2 a E.3.

Oproti normě z roku 1994 došlo ke změně požadavků na kamenivo, některé byly přidány (např. odolnost proti drcení LA), jiné byly odstraněny (např. ekvivalent písku). Celkově došlo ke zvýšení počtu požadavků na kamenivo.

## **Požadavky na asfaltovou směs**

Požadavky na asfaltovou směs jsou rozděleny podle toho, o jakou směs se jedná, viz tabulky E.7, E.8 a E.9. V nich jsou uvedeny požadavky na počet úderů Marshallovým pěchem při výrobě zkušebních těles, zrnitost, mezerovitost, minimální poměr pevnosti v příčném tahu, maximální poměrná hloubka koleje, maximální přírůstek hloubky koleje, maximální podíl DTK nebo STK ve směsi kameniva, maximální podíl HTK v HK a minimální obsah rozpustného pojiva.

Oproti normě z roku 1994 přibyly podmínky na asfaltové směsi (např. minimální obsah rozpustného pojiva, vyjetí kolem) a některé byly odstraněny (např. Marshallova stabilita, přetvoření PM).

## **Závěr**

Vzhledem k zavedení nových směsí, přejmenování a zavedení nových pojiv a zavedení velkého množství požadavků je obtížné porovnávat normu z roku 1994 s normami odpovídající řady po roce 2008. Pozorovatelnou skutečností je zvýšení počtu požadavků na jednotlivé složky směsí a na hotové směsi.



## Porovnání národních požadavků na asfaltové betony se Slovenskem

V této části práce jsou sledovány požadavky na asfaltové betony na Slovensku, které jsou uvedeny v dokumentech Technicko-kvalitativné podmienky, hutnené asfaltové zmesi s účinností od 20. 12. 2019 s označením TKP 6 a Katalógové listy asfaltových zmesí KLAZ 1/2019. Následně jsou tyto požadavky srovnány s českými.

### Značení

Značení odpovídá značení uvedenému v ČSN 73 6121 z března 2023. Rozdíly jsou pouze s formální, např. ACO 16 se zapíše jako AC 16 obrus. Místo používání značek +, S, „bez značení“ pro popis kvality jsou využívány kvalitativní třídy I a II, podobně jako tomu bylo v normě ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy z července 1994. Lze usuzovat, že slovenské normy pro asfaltové betony využívaly stejný systém jako české a v určité podobě ho používají dodnes. [11]

Zároveň je v TPK uvedena směs AC 32 podklad, která by odpovídala u nás normou nedefinované směsi ACP 32, které se věnuje praktická část této práce. [11]

### Užití ve vozovce

Podmínky pro použití směsí typu AC jsou uvedeny v TKP 6 v tabulce 1, která se podobá tabulce v normě ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy z července 1994. [11]

Tabulka 1 - Použitie asfaltových zmesí AC vo vozovke

Druh AC	Kvalitativna trieda	Dovolená trieda dopravného zaťaženia		
		obrusná vrstva	ložná vrstva	podkladová vrstva
AC 8	II <sup>1)</sup>	IV - VI	-	-
AC 11	I	I - VI	-	-
AC 11	II <sup>1)</sup>	IV - VI	-	-
AC 16	I	I - VI	I - VI	I - VI
AC 16	II <sup>1)</sup>	IV - VI	IV - VI	IV - VI
AC 22	I	-	I - VI	I - VI
AC 22	II <sup>1)</sup>	-	IV - VI	IV - VI
AC 32	I <sup>1)</sup>	-	-	I - VI
AC 32	II <sup>1)</sup>	-	-	IV - VI

<sup>1)</sup> V prípade stúpacích pruhov a iných úsekov zaťažených ťažkými nákladnými vozidlami (napr. zastávky nekoľajovej MHD) musia použité zmesi AC vyhovovať požiadavkám odolnosti proti tvorbe trvalých deformácií stanovených pre AC kvalitatívnej triedy I.

Při porovnání s podmínkami uvedenými v ČSN 73 6121 z března 2023 lze prohlásit, že požadavky pro užití ve vozovce platné na Slovensku jsou mírnější.



Tloušťky vrstev jsou uvedeny v TKP 6 v tabulce 6: [11]

Tabuľka 6 - Hrúbky vrstiev z AC

Druh vrstvy	Druh asfaltovej zmesi AC	Hrúbka vrstvy (mm)
Obrusná vrstva	AC 8	20 až 30
	AC 11	30 až 50
	AC 16	40 až 60
Ložná vrstva	AC 16	50 až 70
	AC 22	60 až 90
Horná podkladová vrstva	AC 16	50 až 80
	AC 22	60 až 120
	AC 32	80 až 150

V porovnaní s českými podmínkami se některé tloušťky liší (například pro ACO 8) a některé jsou stejné (ACL 16).

### Kamenivo, pojivo

Pro požadavky na tyto části směsi odkazuje na normy EN, které odpovídají normám používaným v Česku. [11]

### Požadavky na asfaltovou směs

V příloze č. 2 této práce jsou uvedeny požadavky na všechny používané asfaltobetonové směsi. Požadavky jsou pro konkrétní směsi rozděleny podle kvalitativní třídy asfaltové směsi. Při porovnání požadavků pro odpovídající si směsi nejkvalitnější a nejméně kvalitní lze prohlásit, že požadavky se liší minimálně. Výraznějším rozdílem oproti směsím používaným v Česku, které pro hutnění rázovým zhutňovačem předepisují téměř pro všechny směsi 2x50 úderů (kromě ACL 16 S a ACP 22 S, které předepisují 2x75) je, že pro všechny směsi používané na Slovensku je předepsáno 2x75 úderů. Pro směsi odpovídající směsím ACP jsou předepsány požadavky na  $PRD_{AIRmax}$  a  $WTS_{AIRmax}$ , které se v Česku pro tyto směsi nepožadují. Požadavky na propady na sítích jsou pro slovenské směsi mírnější, často jsou oproti českým směsím vynechány podmínky na sítích 4 a 8. Celkově jsou požadavky srovnatelné s českými požadavky. [10] [12]

### Závěr

Značení odpovídá značení používanému v Česku, liší se způsob zapsání použití ve vozovce. Další rozdíl je z důvodu jiného rozdělení kvalitativních tříd. Oproti české normě jsou zde definovány směsi AC 32 P, které v Česku nemají ekvivalent. Požadavky na použití ve vozovce jsou o něco mírnější než ty české. Požadavky na asfaltovou směs se výrazněji liší v počtech úderů rázovým zhutňovačem a sledováním požadavků  $PRD_{AIRmax}$  a  $WTS_{AIRmax}$  v podkladních vrstvách. Ostatní požadavky se příliš neliší, jsou srovnatelné s českými požadavky. [10] [11] [12]



## Porovnání národních požadavků na asfaltové betony s Polskem

V této části práce jsou sledovány požadavky na asfaltové betony v Polsku, které jsou uvedeny v Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych, WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne. Následně jsou tyto požadavky srovnány s těmi českými.

### Značení

Značení je podobné značení uvedenému v ČSN 73 6121 z března 2023. Asfaltový beton pro obrusné vrstvy/ložné vrstvy/podkladní vrstvy se nazývá beton asfaltowy do warstwy ścieralnej/do warstwy wiążącej/do warstwy podbudowy. Z toho vychází zkratky pro jednotlivé vrstvy – P, W, S. Toto písmeno se na rozdíl od českého značení uvádí až po čísle označujícím maximální velikost zrn kameniva ve směsi. Na rozdíl od Česka zde nejsou rozlišovány jakostní třídy (u nás S, +, „bez značení“). Místo toho jsou požadavky na směsi rozděleny podle dopravního zatížení (kategoria ruchu). [13]

Příklad značení: AC 16 S 70/100 – beton asfaltowy o wymiarze największego kruszywa 16 mm do warstwy ścieralnej z asfaltem 70/100 (asfaltový beton s maximální velikostí zrna kameniva 16 mm do obrusné vrstvy s asfaltem 70/100) [13]

### Užití ve vozovce

Podmínky pro použití směsí typu AC jsou uvedeny v tabulce, která v závislosti na dopravním zatížení (kategoria ruchu) předepisuje druh směsi a pojivo. U polských názvů jsou kurzivou připsány české ekvivalenty. Při porovnání s tabulkou E.1 v ČSN 73 6121 z března 2023 jsou zde konkrétněji popsány typy pojiv. Zároveň jsou používány směsi s menšími i vyššími velikostmi kameniva, konkrétně AC 5 S a AC 32 P. Tloušťky vrstev nejsou v tomto dokumentu specifikovány. [13]



Zestawienie wyrobów do warstw nawierzchni drogowych z uwzględnieniem obciążenia ruchem				
<i>Seznam výrobků pro vrstvy vozovek s uvažováním dopravního zatížení</i>				
Warstwa Vstava	Wyrób Produkt	Kategoria ruchu ( <i>Dopravní zatížení</i> )		
		KR 1-2	KR 3-4	KR 5-7
Podbudowa <i>Podkladní</i>	Mieszanki mineralno-asfaltowe <i>(Minerální asfaltové směsi)</i>	AC 16 P AC 22 P	AC 16 P AC 22 P AC 32 P	AC 16 P AC 22 P AC 32 P
	Lepiszczka asfaltowe <i>(asfaltová pojiva)</i>	50/70	35/50 50/70 MG 35/50-57/69 MG 50/70-54/64	35/50 50/70 MG 35/50-57/69 MG 50/70-54/64
Wiążąca i warstwa wyrównawcza	Mieszanki mineralno-asfaltowe <i>(Minerální asfaltové směsi)</i>	AC 11 W AC 16 W	AC 16 W AC 22 W	AC 16 W AC 22 W
	Lepiszczka asfaltowe <i>(asfaltová pojiva)</i>	50/70 MG 50/70-54/64	35/50 50/70 MG 35/50-57/69 MG 50/70-54/64 PMB 25/55-60	35/50 PMB 25/55-60 PMB 25/55-80 MG 35/50-57/69
Ścieralna <i>Obrusná</i>	Mieszanki mineralno-asfaltowe <i>(Minerální asfaltové směsi)</i>	AC 5 S AC 8 S AC 11 S	AC 8 S AC 11 S	AC 8 S AC 11 S
	Lepiszczka asfaltowe <i>(asfaltová pojiva)</i>	35/50 50/70 70/100 PMB 45/80-55 PMB 45/80-65 MG 50/70-54/64	35/50 50/70 PMB 25/55-60 PMB 45/80-55 PMB 45/80-65 PMB 45/80-80 MG 50/70-54/64	PMB 25/55-60 PMB 45/80-55 PMB 45/80-65 PMB 45/80-80

Tabulka 21 – Zestawienie wyrobów do warstw nawierzchni drogowych z uwzględnieniem obciążenia ruchem, WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne





## Kamenivo

Pro požadavky na kamenivo je odkazováno do WT-1 2014, Kruszywa, Wymagania Techniczne. Podmínky jsou rozděleny na podmínky pro obrusné, ložní a podkladní vrstvy, ale na rozdíl od ČSN 73 6121 z března 2023 nejsou požadované hodnoty závislé na maximální velikosti zrna ve směsi, ale na dopravním zatížení (kategorii ruchu). Z tohoto důvodu je obtížné jednoznačně prohlásit, zda jsou podmínky přísnější či mírnější než české. Při zohlednění tabulky 0, která k dopravnímu zatížení přiřazuje použitelné směsi, lze prohlásit, že požadavky jsou podobné. [13]

## Požadavky na asfaltovou směs

V příloze č. 3 této práce jsou uvedeny tabulky požadavků na všechny používané směsi. Požadavky jsou pro konkrétní směsi rozděleny podle dopravního zatížení, podobně jako tomu je u požadavků na kamenivo. Obecně jsou požadavky o něco přísnější než ty české, například pro podkladní vrstvy jsou sledovány parametry  $WTS_{AIRmax}$  a  $PRD_{AIRmax}$ , které se v ČSN 73 6121 z března 2023 nesledují. [13] [10]

## Závěr

Značení je podobné tomu používanému v Česku, liší se v pořadí informací, písmenech používaných pro druhy vrstev a nejsou zavedeny kvalitativní třídy. Místo nich jsou podmínky na směsi určeny dopravním zatížením (kategorie ruchu) KR1-7. Jsou používány i směsi, které se u nás nepoužívají, například směs AC 32 P, které se věnuje praktická část této práce. Z důvodu nahrazení kvalitativních tříd rozdělením podle dopravního zatížení je obtížné jednoznačně prohlásit, zda jsou podmínky přísnější či mírnější, při porovnání nejvíce si odpovídajících hodnot jsou spíše přísnější. Tento argument je podpořen faktem, že pro určité směsi jsou sledovány podmínky, které se v Česku nesledují, například podmínky pro vyjetí kolem u podkladních vrstev. [13] [10]



## Praktická část

V této části byly navrženy, vyrobeny a ozkoušeny směsi ACP 22 S a ACP 32 za účelem ověření vhodnosti použití směsi ACP 32 jako náhrady za ACP 22 S.

### Prvotní návrh asfaltových směsí

Pro účely této práce byly navrženy dvě směsi. Směsi byly sestaveny z kameniva z lomu Brant, z frakcí 0/2, 2/5, 5/8, 11/16, 16/22 a 16/32. Původní návrh zamýšlel využít místo frakcí 0/2 a 2/5 frakci 0/4, která však v průběhu psaní této práce nebyla dostupná z důvodu výpadku výroby. Zrnitosti a objemové hmotnosti jednotlivých frakcí kameniva byly pro tento návrh převzaty z hodnot uvedených v příloze k odborné zprávě o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2022 projektu číslo CK03000169. První směs, ACP 22 S, byla navržena dle normy ČSN 73 6121. Pro druhou směs, ACP 32, byly převzaty podmínky propadu na sítích z podmínek pro směs ACP 22 S pro všechna síta do velikosti 16, podmínka pro síto 22,4 byla vynechána a tyto hodnoty byly místo toho použity pro podmínku na síte 31,5. Obě směsi se podařilo navrhnout tak, že frakce obsažené v obou směsích měly v obou směsích stejný procentuální podíl hmotnosti a podíl hmotnosti frakce 16/22 ve směsi ACP 22 S se rovnal podílu hmotnosti frakce 16/32 ve směsi ACP 32, což pomohlo omezit rozdílné chování směsí, které by mohlo být způsobeno výrazně odlišným podílem jednotlivých frakcí ve směsích. Výsledná čára zrnitosti směsi byla porovnána s Fullerovou křivkou pro danou směs. Z grafů čáry zrnitosti 1 a 2 jednotlivých směsí a jejich Fullerových křivek lze prohlásit, že navržené směsi se jim dostatečně přibližují. Jako pojivo byl v obou směsích použit asfalt 50/70. Potřebné množství pojiva bylo stanoveno dle ČSN EN 73 6160. Výsledné receptury směsí jsou popsány v tabulkách 22 a 23. [2] [10]

Vstupní složení směsi	%
16/22	19,13
11/16	23,91
5/8	19,13
2/5	9,56
0/2	19,13
filer	4,78
50/70	4,37

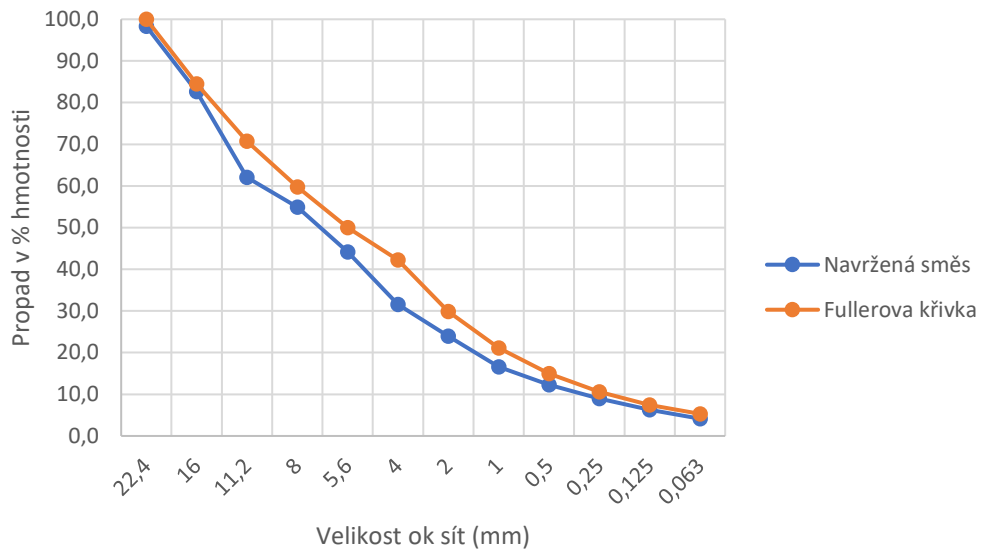
Tabulka 22 – receptura směsi ACP 22 S

Vstupní složení směsi	%
16/32	19,13
11/16	23,91
5/8	19,13
2/5	9,56
0/2	19,13
filer	4,78
50/70	4,37

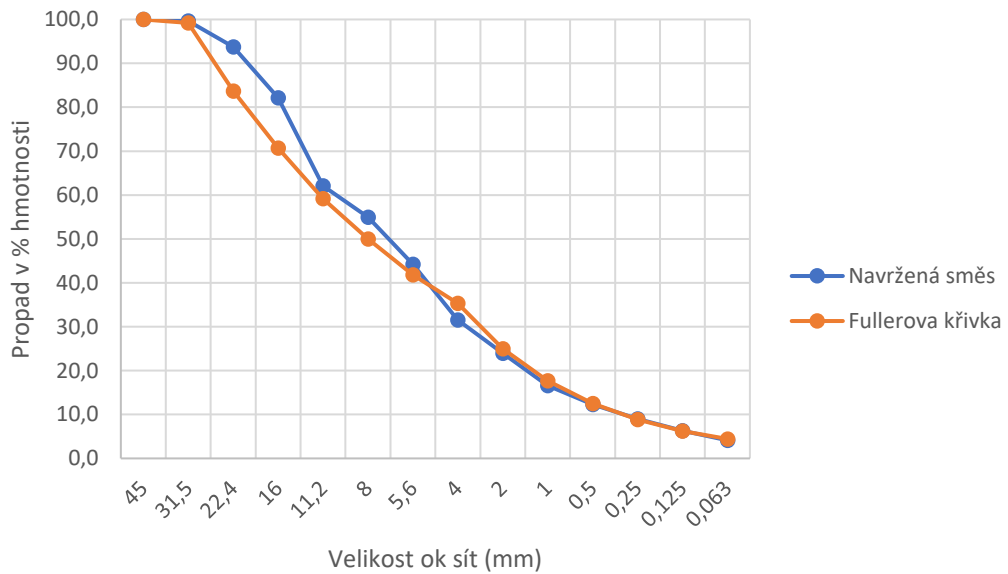
Tabulka 23 – receptura směsi ACP 32



Graf 1 - Čára zrnitosti směsi ACP 22 S



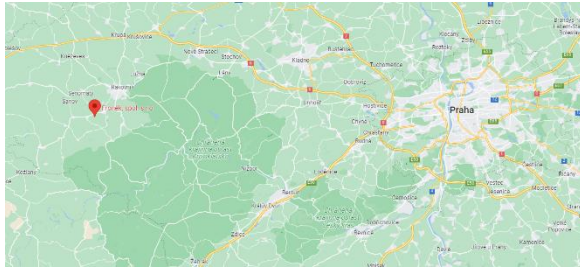
Graf 2 - Čára zrnitosti směsi ACP 32





## Kamenivo pro výrobu zkoušených směsí

Po navržení směsí a stanovení potřebného množství jednotlivých frakcí bylo kamenivo zapotřebí dovést z *Kamenolomu a obalovny Froněk Brant*, nacházející se západně od Prahy nedaleko města Rakovník. Kamenivo je zde skladováno jak ve venkovních kójích – zejména velké frakce, tak v zastřešených, které slouží pro malé frakce. Všechny potřebné frakce se zde nacházely v dostatečném množství, s výjimkou frakce 0/4, kvůli jejíž absenci byl návrh směsi přepracován. Absence této frakce byla způsobena výpadkem ve výrobě a z důvodu očekávaného obnovení výroby v rámci týdnů až měsíců nebylo z časových důvodů možno tuto ve směsích využít.



Obrázek 1 – Lokalita kamenolomu a obalovny Froněk Brant, zdroj: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)



Obrázek 2 – Sklárky kameniva (vlastní foto)



Obrázek 3 – Obalovna Froněk Brant (vlastní foto)



Obrázek 4 – Obalovna Froněk Brant (vlastní foto)



## Zkouška kameniva

Dovezené kamenivo bylo podrobena síťovému rozboru dle ČSN EN 933 – 1. Frakce 0/2 a filer byly zkoušeny metodou praní a prosévání, frakce 2/5 až 16/32 proséváním za sucha.

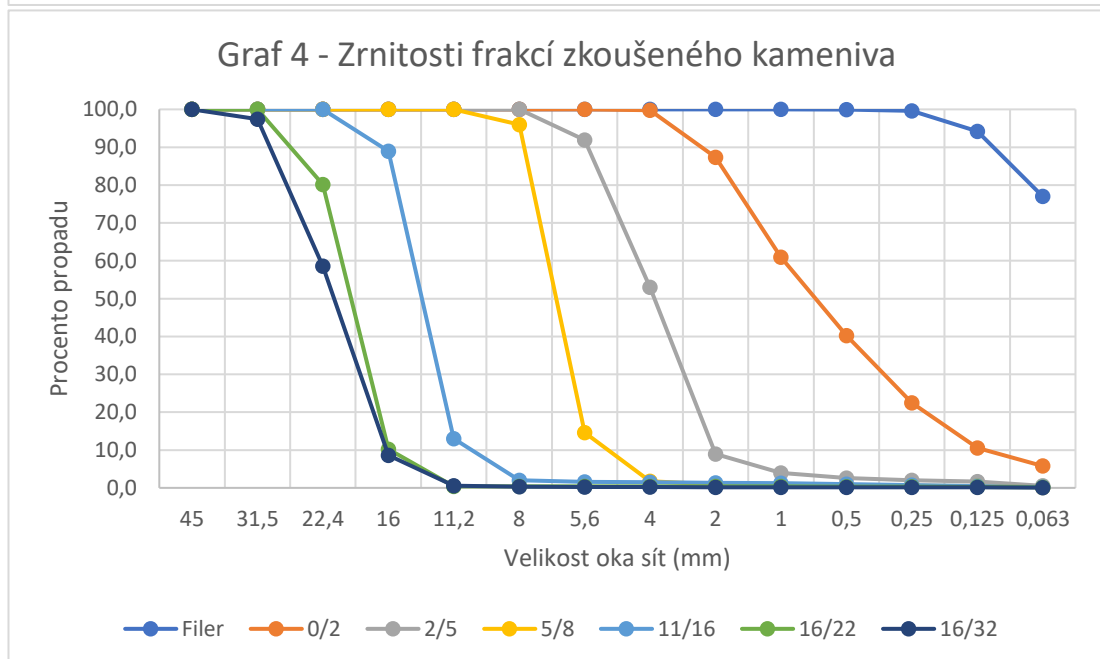
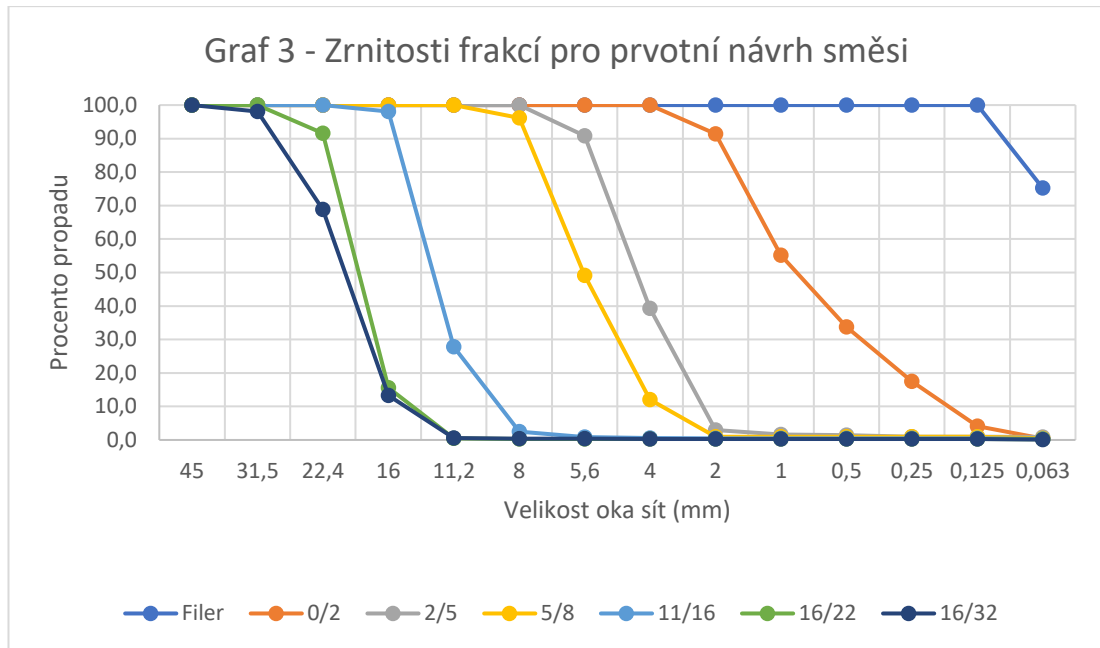
Metoda praní se používá pro odstranění jemných částic, kterých je na malých frakcích nejvíce a výrazně by ovlivnily výsledky. Metoda praní a prosévání spočívá v tom, že na navlhčené síto 0,063 mm se umístí ochranné síto (např. síto 1 mm nebo síto 2 mm). Zkušební navážka se následně pod proudem vody prosévá skrz síta do té doby, než je protékající voda čistá. Zbytek na sítu se následně vysuší a pokračuje se podle postupu u prosévání za sucha. [14]

Metoda prosévání za sucha se provádí tak, že se vysušený vzorek vysype na sloupec sít sestavených na sobě, se sítem s největšími otvory nahoře a sítem s nejmenšími otvory a dnem dole. Používají se síta s velikostmi čtvercových ok 45 mm, 31,5 mm, 22,4 mm, 16 mm, 11,2 mm, 8 mm, 5,6 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm a 0,063 mm. Vzorek je možno prosévat buď ručním nebo mechanickým třesením. Ručně bylo proséváno skrze síta 11,2 mm a větší, pro síta 8 mm a menší bylo z důvodu důkladného prosetí využito mechanického prosévání. Vzorek je v přístroji ponechán až do kompletního prosetí, v tomto případě bylo kamenivo mechanicky proséváno 20 minut. Po dokončení prosévání je kamenivo zachycené na každém sítu zváženo. Následně jsou zbytky na jednotlivých sítích vyjádřeny v procentech celkové hmotnosti navážky. [14]

Naměřené hodnoty zrnitosti jednotlivých frakcí byly porovnány s hodnotami použitými pro prvotní návrh směsi. Porovnáním grafů 3 a 4 lze prohlásit, že zrnitost dovezeného kameniva je velmi podobná zrnitosti použité pro prvotní návrh směsi. Jediným znatelnějším rozdílem je větší podíl jemných částic ve zkoušené frakci 0/2, což umožňuje navrhnout novou směs s menším podílem fileru.

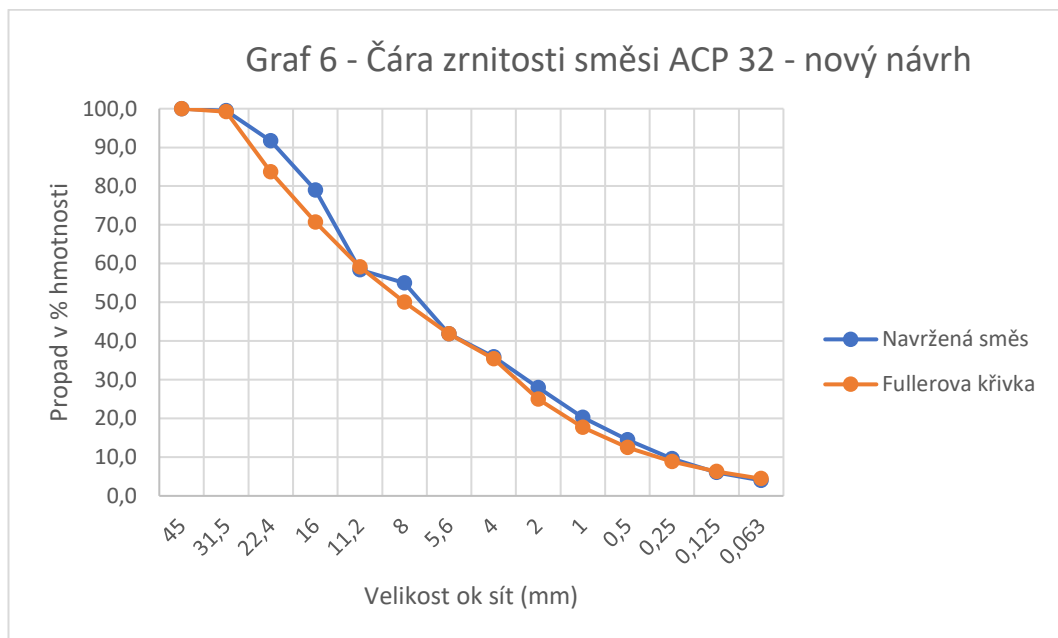
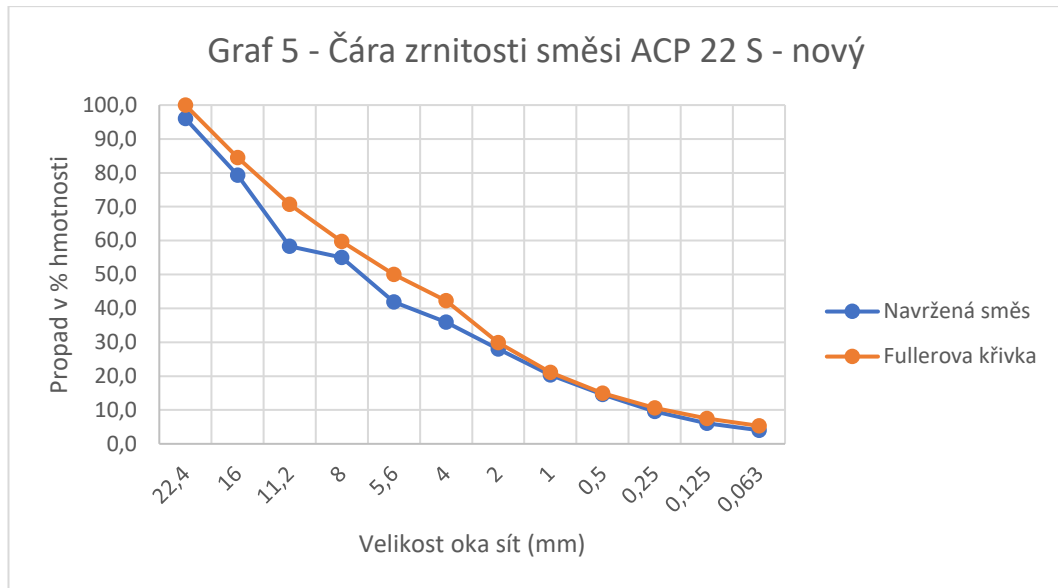


Obrázek 5 – Přístroj na mechanické prosévání se sloupcem sít (vlastní foto)



### Nový návrh směsí

Z hodnot zrnitosti jednotlivých frakcí naměřených na dovezeném kamenivu byl sestaven nový návrh směsi podle stejných požadavků jako návrh původní. Obě směsi byly opět navrženy tak, že hmotnostní podíly jednotlivých frakcí v obou směsích jsou stejné pro frakce 0/2 až 11/16, a podíly frakcí 16/22 a 16/32 v příslušných směsích se rovnají. Oproti původním návrhům byly obě směsi navrženy s podílem fileru 3%, místo původních 5%. Z těchto návrhů byla následně vyrobena zkušební tělesa. [10]



Vstupní složení směsi	%
16/22	19,10
11/16	23,87
5/8	14,32
2/5	9,55
0/2	25,78
filer	2,86
50/70	4,51

Tabulka 24 – receptura směsi ACP 22 S, nová

Vstupní složení směsi	%
16/32	19,10
11/16	23,87
5/8	14,32
2/5	9,55
0/2	25,78
filer	2,86
50/70	4,50

Tabulka 25 – receptura směsi ACP 32, nová



## Výroba směsí

Podle nových návrhů směsí byly tyto směsi vyrobeny v souladu s ČSN EN 12697-35. Kamenivo a asfaltové pojivo byly naváženy podle návrhu a v odvětrávané sušárně zahřáty na teplotu 155 °C. Poté bylo do laboratorní míchačky, předehřáté na 155 °C, vloženo veškeré kamenivo kromě fileru. Po dosažení teploty 155 °C bylo do laboratorní míchačky přidáno asfaltové pojivo a po 30 sekundách míchání filer. Po 3 minutách míchání a vizuálním posouzení obalenosti kameniva byla směs připravena. Celkem bylo vyrobeno 15 kg obou směsí. [15]



Obrázek 6 – Laboratorní míchačka (vlastní foto)



Obrázek 7 – Sušárna (vlastní foto)

Vstupní složení směsi	%	Kg
16/22	19,10	2,224
11/16	23,87	2,780
5/8	14,32	1,668
2/5	9,55	1,112
0/2	25,78	3,002
filer	2,86	0,334
50/70	4,51	0,525

Tabulka 26 – receptura směsi ACP 22 S, nová

Vstupní složení směsi	%	Kg
16/32	19,10	2,965
11/16	23,87	3,707
5/8	14,32	2,224
2/5	9,55	1,483
0/2	25,78	4,003
filer	2,86	0,445
50/70	4,50	0,699

Tabulka 27 – receptura směsi ACP 32, nová



## Výroba Marshallových těles

Z namíchaných směsí byla dle normy ČSN EN 12697-30 vyrobena Marshallova tělesa, pro každou směs celkem 8 těles. Příloha k odborné zprávě o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2022 projektu číslo CK03000169 uvádí, že při porovnání vlastností Marshallových těles o průměru 102 a 150 mm pro směs ACP 32 nedochází k podstatným rozdílům. Pro obě směsi byla zvolen průměr těles 102 mm. Norma udává rozptyl pro množství směsi na jedno zkušební těleso mezi 1050 a 1400 gramy v závislosti na její maximální objemové hmotnosti. Jelikož bude tato hodnota zjištěna až v průběhu provádění zkoušek, bylo pro výrobu každého tělesa použito 1250 gramů směsi, což je hodnota blízcí se průměru normového rozptylu. Pro hutnění směsi byl použit rázový zhutňovač s ocelovým dolním podstavcem. [16]

Tělesa byla vyrobena okamžitě po vyrobení směsi. Do sušárny nastavené na 155 °C byly spolu s formou vloženy i lopatka a trychtýř používané k nasypání směsi do formy. Předehřátí těchto nástrojů snižuje přilnavost asfaltu k jejich povrchu, což usnadňuje manipulaci se směsí. Poté bylo z laboratorní míchačky odebráno požadované množství směsi do fanek, které byly následně vloženy do sušárny nastavené na teplotu 155 °C. Po navážení všech osmi fanek se na ocelovou podložku položil kus papíru, aby bylo zabráněno přilepení směsi k podložce. Následně byla na podložku postavena forma, do níž byla poté nasypána směs. Po urovnání povrchu byl navrch taktéž umístěn papír. Vzorek byl poté umístěn do rázového zhutňovače, ve kterém byl dle ČSN 73 6121 hutněn 2x50 úderů. Po dokončení hutnění byl vzorek vyjmut a bylo vytvořeno další těleso. Po vyrobení všech těles a jejich vychladnutí byla tělesa vyjmuta z forem a připravena na provedení zkoušek. [16]



Obrázek 8 – Vyrobena Marshallova tělesa  
(vlastní foto)



## Měření objemové hmotnosti těles

Na vyrobených Marshallových tělesech byla provedena zkouška pro stanovení objemové hmotnosti asfaltového zkušební tělesa dle ČSN EN 12697-6. Norma definuje následující postupy:

- postup A: objemová hmotnost – suchá
- postup B: objemová hmotnost – nasycený suchý povrch (SSD)
- postup C: objemová hmotnost – utěsněné zkušební těleso
- postup D: objemová hmotnost podle rozměrů

Norma uvádí obecný návod pro volbu zkušební postupu, pro tuto práci byl vybrán postup B. Pro stanovení objemové hmotnosti tělesa uvádí norma tento vzorec: [17]

$$\rho_{bssd} = \frac{m_1}{m_3 - m_2} * \rho_w$$

kde:

- $\rho_{ssd}$  je objemová hmotnost SSD, v megagramech na metr krychlový ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ).
- $m_1$  je hmotnost suchého zkušební tělesa, v gramech (g).
- $m_2$  je hmotnost zkušební tělesa ve vodě, v gramech (g). Získá se ponořením tělesa do vody na dobu potřebnou k nasycení pórů vodou (v tomto případě byla tělesa ponechána ve vodě 45 minut) a následným zvážení tělesa ponořeným ve vodě. Zároveň je nutné změřit teplotu vody, v níž je těleso ponořeno.
- $m_3$  je hmotnost zkušební tělesa nasyceného vodou a povrchově osušeného, v gramech (g). Získá se vyjmutím tělesa z vody, jeho povrchovým osušením navlhčenou jelenicí a následným zvážení.
- $\rho_w$  je hustota vody při zkušební teplotě, v megagramech na metr krychlový ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ). Vypočte se pomocí vzorce: [17]

$$\rho_w = 1,000\ 252\ 05 + \left( \frac{7,59 * t - 5,32 * t^2}{10^6} \right)$$

kde:

t je teplota vody, ve stupních Celsia ( $^{\circ}\text{C}$ ).



V tabulkách 28 a 29 jsou uvedeny průměrné hodnoty rozměrů každého zkoušeného tělesa, naměřené hmotnosti  $m_1$ ,  $m_2$  a  $m_3$  a vypočtená objemová hmotnost. Pro ACP 22 S vychází při naměřené teplotě vody 19,5°C hustota vody 0,9984 Mg/m<sup>3</sup>. Pro ACP 32 vychází při naměřené teplotě vody 18,5 °C hustota vody 0,9986 Mg/m<sup>3</sup>. Výpočtem je stanovena i průměrná objemová hmotnost těles

ACP 22 S						
Vzorek č.	průměr tělesa (mm)	výška tělesa (mm)	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_3$ (g)	objemová hmotnost $\rho_{bssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> )
1	102,01	68,47	1247,5	723,6	1255,2	2,343
2	101,86	68,93	1238,5	718,7	1247,2	2,340
3	101,91	69,05	1225,1	711,1	1232,6	2,345
4	101,37	75,87	1271,6	744,3	1283,7	2,354
5	101,28	72,35	1241,7	717,5	1255,8	2,303
6	102,05	68,85	1241,7	720,0	1250,1	2,339
7	101,69	70,14	1216,0	705,9	1230,7	2,313
8	102,04	70,21	1254,8	725,7	1264,5	2,325
Průměrná hodnota objemové hmotnosti						2,333

Tabulka 28 – Objemové hmotnosti Marshallových těles z ACP 22 S

ACP 32						
Vzorek č.	průměr tělesa (mm)	výška tělesa (mm)	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_3$ (g)	objemová hmotnost $\rho_{bssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> )
9	101,87	71,80	1246,3	730,2	1258,0	2,358
10	102,12	70,80	1248,3	724,4	1254,3	2,352
11	101,99	73,28	1306,3	768,3	1319,1	2,368
12	101,95	67,83	1244,3	720,3	1255,9	2,320
13	102,43	68,22	1241,7	719,3	1252,3	2,326
14	101,48	69,30	1251,6	724,4	1259,5	2,336
15	102,46	71,46	1252,8	718,4	1270,3	2,267
16	103,66	68,72	1243,4	721,8	1253,8	2,334
Průměrná hodnota objemové hmotnosti						2,333

Tabulka 29 – Objemové hmotnosti Marshallových těles z ACP 32



## Stanovení maximální objemové hmotnosti

Pro vyrobené směsi byla dle normy ČSN EN 12697-5 stanovena maximální objemová hmotnost. Norma definuje následující postupy:

- postup A: Volumetrický postup
- postup B: Hydrostatický postup
- postup C: Matematický postup

Norma uvádí obecný návod k výběru zkušebního postupu, pro tuto práci byl zvolen postup A. Pro stanovení maximální objemové hmotnosti uvádí norma tento vzorec: [18]

$$\rho_{mv} = \frac{(m_2 - m_1)}{10^6 * V_p - (m_3 - m_2)/\rho_w}$$

kde:

- $\rho_{mv}$  je maximální objemová hmotnost asfaltové směsi stanovená volumetrickým postupem, v megagramech na kubický metr ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ) s přesností na  $0,001 \text{ Mg}/\text{m}^3$
- $m_1$  je hmotnost pyknometru, nástavce a pružiny, je-li použita, v gramech (g).
- $m_2$  je hmotnost pyknometru, nástavce, pružiny a zkušební vzorku, v gramech (g).
- $m_3$  je hmotnost pyknometru, nástavce, pružiny, zkušební vzorku a vody nebo rozpouštědla, v gramech (g).
- $V_p$  je objem pyknometru při naplnění po referenční značce, v metrech kubických ( $\text{m}^3$ ).
- $\rho_w$  je hustota vody nebo rozpouštědla při zkušební teplotě, v megagramech na kubický metr ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ) s přesností na  $0,0001 \text{ Mg}/\text{m}^3$ .



Obrázek 9 – Pyknometr se směsí  
(vlastní foto)



Obrázek 10 – vakuová nádoba  
(vlastní foto)



Zkouška probíhá následujícím způsobem: [18]

- nezhutněný zkušební vzorek se vloží do sušárny a předeheje se na požadovanou teplotu (v tomto případě 155 °C).
- po předehřátí se požadované množství směsi (v tomto případě cca 900 g) rozprostře na vhodnou podložku a oddělí se od sebe jednotlivá zrna. Takto upravená směs se vloží do pyknometru o známé hmotnosti  $m_1$  a známém objemu  $V_p$ . Zjistí se hmotnost pyknometru se vzorkem  $m_2$ .
- pyknometr je naplněn maximálně 30 mm pod horní okraj odvzdušněnou demineralizovanou vodou nebo rozpouštědlem.
- z naplněného pyknometru se za pomoci míchání odstraní co nejvíce vzduchových bublin a změří se teplota jeho obsahu.
- pyknometr je následně umístěn do vakuové nádoby, v níž je z pyknometru za použití částečného vakua se zbytkovým tlakem 4 kPa odstraněn zbylý vzduch.
- po odčerpání vzduchu je pyknometr s nástavcem doplněn stejnou vodou či stejným ředidlem až po referenční značku a zjistí se hmotnost  $m_3$ .
- hustota vody se vypočte pomocí vzorce: [18]

$$\rho_w = 1,000\,252\,05 + \left( \frac{7,59 * t - 5,32 * t^2}{10^6} \right)$$

kde:

t je teplota vody, ve stupních Celsia (°C).

Pro ACP 22S vychází při naměřené teplotě vody 20,2 °C hustota vody 0,9982 Mg/m<sup>3</sup>. Pro ACP 32 vychází při naměřené teplotě vody 20,9 °C hustota vody 0,9981 Mg/m<sup>3</sup>. V tabulce 30 jsou uvedeny hodnoty objemu pyknometru, hmotnosti  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  a vypočtená maximální objemová hmotnost pro obě směsi.

	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$V_p$	$\rho_{mw}$
	(g)	(g)	(g)	m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>
ACP 22S	696,7	1614,2	2560,2	0,0013	2,486
ACP 32	690,3	1582,3	2549,1	0,0013	2,497

Tabulka 30 – Maximální objemová hmotnost



## Obsah rozpustného pojiva

Pro vyrobené směsi byl dle normy ČSN EN 12697-1 stanoven obsah rozpustného pojiva. Ten se stanovuje extrakcí z asfaltové směsi. Pro tuto práci byl využit přístroj Asphaltanalysator a jako rozpouštědlo byl použit perchlorethylen.

Zkouška probíhá následujícím způsobem: [19]

- zváží se hmotnost patrony s filtračním papírem, který je umístěn po vnitřním obvodu patrony
- zváží se prázdný extrakční koš, do kterého je následně vložena vysušená asfaltová směs a naplněná nádoba je zvážena. Odečtením těchto hodnot se získá hmotnost navážky M
- nádoba je následně vložena do extraktoru a spustí se extrakční program, který trvá 45 minut
- po dokončení extrakce se z nádoby vysype kamenivo, které se následně zváží. V rámci této práce se zároveň na tomto kamenivu provedl síťový rozbor dle ČSN 933-1.
- k celkové hmotnosti kameniva se přičte hmotnost zachycených jemných částic v patroně, která se získá odečtením hmotnosti prázdné patrony od hmotnosti patrony po vyjmutí z extraktoru. Tím získáme hmotnost  $M_1$

Norma definuje pro výpočet obsahu rozpustného pojiva tento vzorec: [19]

$$S = \frac{100 * [M - (M_1 + M_w)]}{M - M_w}$$

kde:

- S je obsah rozpustného pojiva, v procentech (%).
- M je hmotnost nevysušeného zkušební vzorku, v gramech (g).
- $M_1$  je hmotnost minerálního materiálu po extrakci, v gramech (g).
- $M_w$  je hmotnost vody v nevysušeném zkušebním vzorku, v gramech (g).

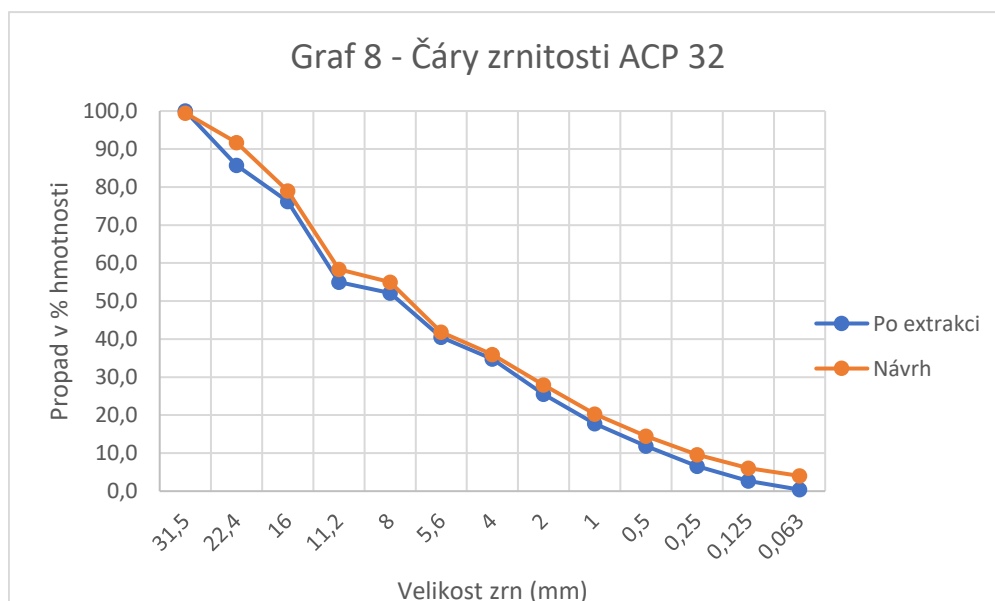
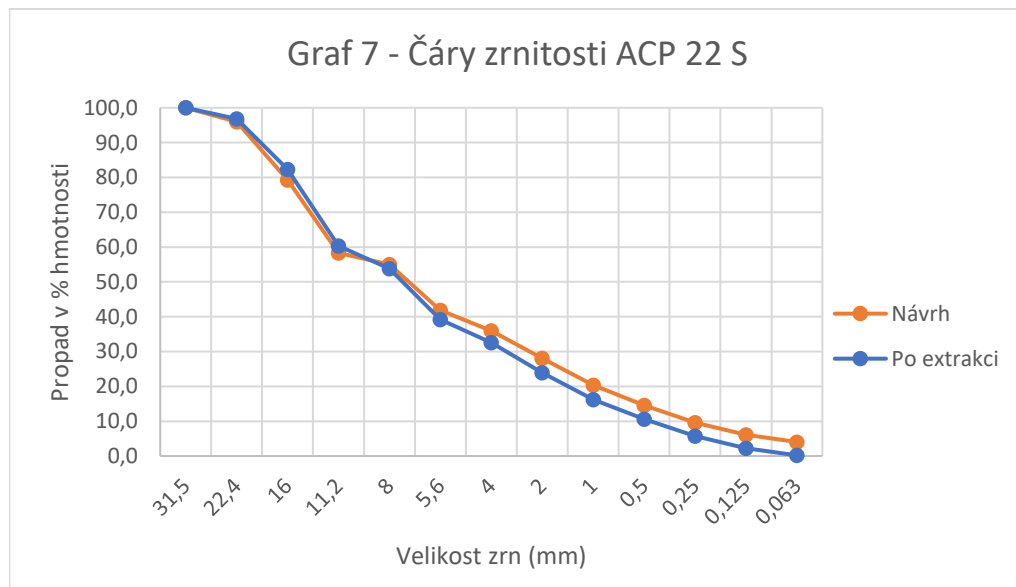
Jelikož byla směs před počátkem zkoušky vysušena, hodnota M se stává hmotností vysušeného zkušební vzorku a hmotnost  $M_w$  se ruší. [19]



V tabulce 31 jsou uvedeny hmotnosti  $M$ ,  $M_1$  a obsah rozpustného pojiva pro obě směsi. Norma ČSN 73 6121 požaduje pro ACP 22 S minimální obsah rozpustného pojiva 3,9 %, což tato směs splňuje. V grafech 7 a 8 jsou zobrazeny čáry zrnitosti kameniva po extrakci a jsou porovnány s čarami zrnitosti použitými pro výrobu směsi. Z jejich podobnosti lze konstatovat, že směsi byly připraveny správně. [10]

	ACP 22 S	ACP 32
$M$ (g)	1233,0	1230,4
$M_1$ (g)	1185,3	1178,0
S (%)	3,911	4,259

Tabulka 31 – Obsah rozpustného pojiva





## Výpočet mezerovitosti, stanovení stupně vyplnění mezer pojivem a mezerovitosti směsi

Z vypočtených hodnot objemové hmotnosti a maximální objemové hmotnosti byla dle ČSN EN 12697-8 vypočtena mezerovitost.

Norma definuje pro výpočet mezerovitosti tento vzorec: [20]

$$V_a = \frac{\rho_m - \rho_b}{\rho_m} * 100 \%$$

kde:

- $V_a$  je mezerovitost asfaltového zkušební tělesa, v %.
- $\rho_m$  je maximální objemová hmotnost směsi, v megagramech na metr krychlový ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ).
- $\rho_b$  je objemová hmotnost zkušební tělesa, v megagramech na metr krychlový ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ).

Pro stanovení stupně vyplnění mezer pojivem uvádí norma tento vzorec: [20]

$$VFB = \frac{B * \rho_b * 100}{\rho_B * VMA}$$

kde:

- VFB je stupeň vyplnění mezer pojivem ve směsi kameniva s přesností 0,1 % (objemu).
- B je obsah pojiva ve zkušebním tělese v % s přesností 0,1 % (hmotnosti).
- $\rho_b$  je objemová hmotnost zkušební tělesa v megagramech na metr krychlový ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ).
- $\rho_B$  je objemová hmotnost pojiva v megagramech na metr krychlový ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ).
- VMA je mezerovitost směsi kameniva, s přesností 0,1% (objemu).

Pro mezerovitost směsi kameniva uvádí norma tento vzorec: [20]

$$VMA = V_a + \frac{B * \rho_b}{\rho_B}$$

kde  $V_a$  je mezerovitost zkušební tělesa s přesností 0,1% (objemu)





V tabulkách 32 a 33 jsou uvedeny hodnoty objemové hmotnosti, mezerovitosti, stupně vyplnění mezer pojivem a mezerovitosti směsi.

ACP 22 S				
vzorek č.	$\rho_{bssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	V <sub>a</sub> (%)	VFB (%)	VMA (%)
1	2,343	5,8	60,6	14,7
2	2,340	5,9	60,1	14,8
3	2,345	5,7	61,1	14,6
4	2,354	5,3	62,6	14,3
5	2,303	7,4	54,2	16,1
6	2,339	5,9	59,9	14,8
7	2,313	7,0	55,8	15,7
8	2,325	6,5	57,6	15,3
průměr	2,333	6,2	58,9	15,0

Tabulka 32 – mezerovitost, stupeň vyplnění mezer pojivem a mezerovitost směsi pro ACP 22 S

ACP 32				
vzorek č.	$\rho_{bssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	V <sub>a</sub> (%)	VFB (%)	VMA (%)
9	2,358	5,6	63,8	15,4
10	2,352	5,8	62,8	15,6
11	2,368	5,2	65,7	15,1
12	2,320	7,1	57,7	16,8
13	2,326	6,9	58,6	16,6
14	2,336	6,5	60,1	16,2
15	2,267	9,2	50,6	18,7
16	2,334	6,5	59,8	16,3
průměr	2,333	6,6	59,6	16,3

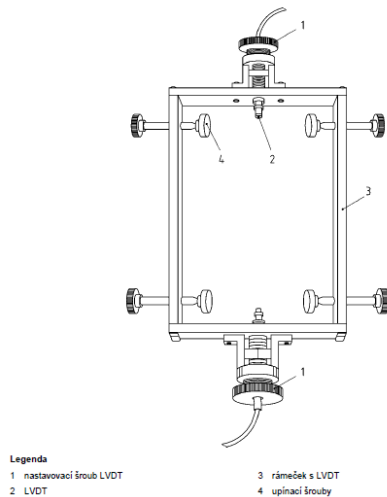
Tabulka 33 – mezerovitost, stupeň vyplnění mezer pojivem a mezerovitost směsi pro ACP 32

Pro ACP 22 S požaduje norma ČSN 73 6121 mezerovitost V<sub>a</sub> 4 až 7 %, což tato směs splňuje. Porovnáním hodnot lze prohlásit, že směs s větší frakcí kameniva má větší mezerovitost. [10]

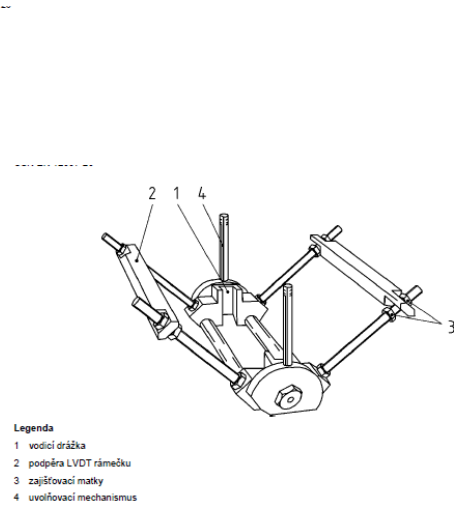


## Zkouška pro zjištění modulu tuhosti

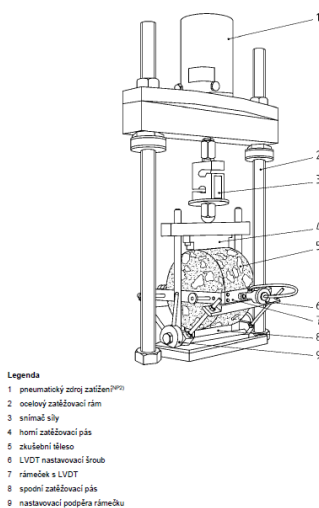
Na 12 Marshallových tělesech, 6 od každé směsi, byla provedena zkouška pro zjištění modulu tuhosti v příčném tahu dle ČSN EN 12697-26. Jedná se o nedestruktivní zkoušku, při níž je Marshallovo těleso zatěžováno nárazem a měří se pružné příčné deformace. [21]



Obrázek 11 – rámeček pro uchycení vzorku (ČSN EN 12697-26)



Obrázek 12 – stojánek (ČSN EN 12697-26)



Obrázek 13 – zkušební zařízení (ČSN EN 12697-26)



Obrázek 14 – zkušební zařízení (vlastní foto)



Zkouška probíhá následujícím způsobem: [21]

- Marshallova tělesa jsou temperována na požadovanou teplotu, minimálně po dobu 4 hodin. Postupně byla zkouška provedena na všech tělesech při teplotách 0 °C, 15 °C, 27 °C a 40 °C

- po dosažení požadované teploty se těleso umístí do rámečku (obrázek 11), zajistí se čtyřmi šrouby tak, aby bylo vycentrováno vůči rámečku i stojánku (obrázek 12). Poté se tato sestava umístí do zkušebního zařízení (obrázky 13 a 14)

- následně je vzorek podroben zatěžovací zkoušce, která je řízena softwarem, do něhož se zadají rozměry tělesa, zkušební teplota, Poissonovo číslo a předepsaná deformace. Po deseti kalibračních úderech pro zjištění síly potřebné k dosažení předepsané deformace je provedeno pět úderů a výsledný průměr naměřených hodnot modulu tuhosti je zaznamenán. Vzorek se poté otočí o 90 ° a zkouška se zopakuje.

- software poté vypočítá modul tuhosti podle normového vzorce: [21]

$$E = \frac{F * (v + 0,27)}{(z * h)}$$

kde:

- F je maximální hodnota zatížení ,v kN.

- E je modul tuhosti, v MPa.

- z je amplituda pružné horizontální deformace, v mm.

- h je průměrná tloušťka zkušebního tělesa, v mm.

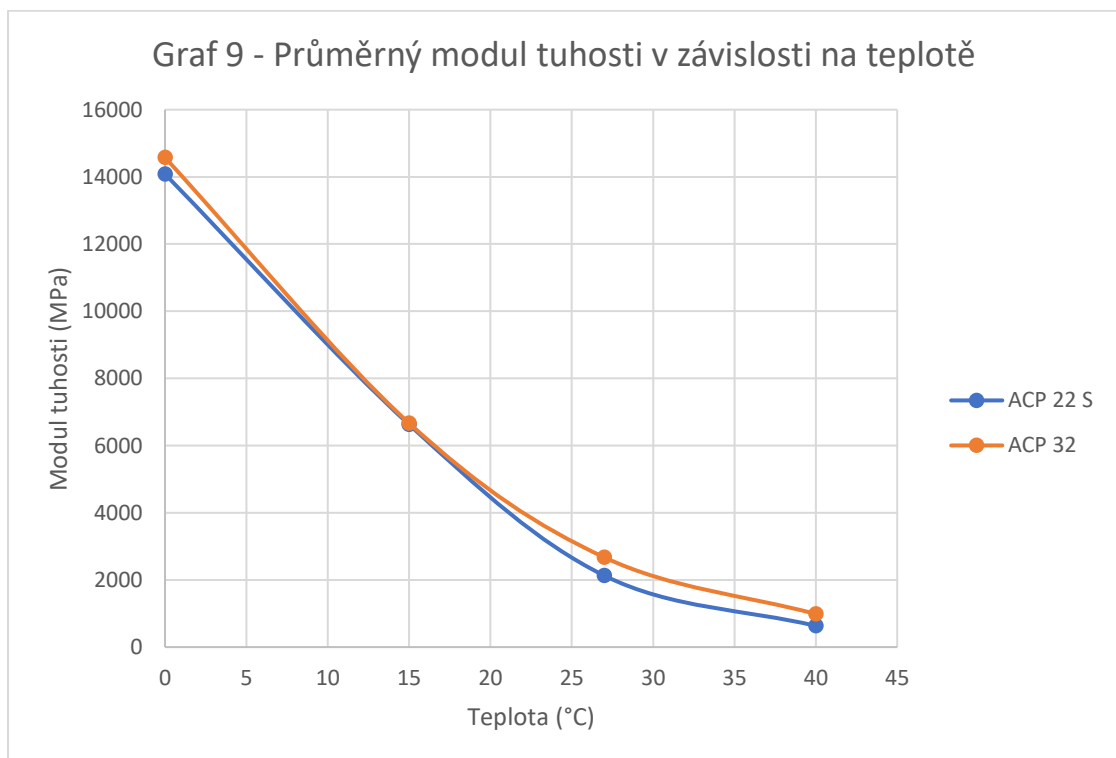
- v je Poissonovo číslo.



Ukázka výstupu z programu:

Specimen reference	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Temperature (°C)	Poisson's ratio	Vertical force (kN)	Horizontal stress (kPa)	Rise time (ms)	Horizontal stress (µm)	Load-area factor	Stiffness measured (MPa)	Stiffness adjusted (MPa)
JEDNA	102,00	68,50	0	0,25	6,1	552,1	125	3,0	0,6	15549	15561
JEDNA	102,00	68,50	0	0,25	6,7	613,7	125	3,0	0,6	16861	16918
DVA	101,86	68,93	0	0,25	6,1	548,8	125	3,0	0,6	15080	15083
DVA	101,86	68,93	0	0,25	5,6	510,1	125	3,0	0,6	14205	14204
TRI	101,90	69,00	0	0,25	6,5	591,0	125	3,0	0,6	16519	16744
TRI	101,90	69,00	0	0,25	5,7	513,4	125	3,0	0,6	14209	14308
PET	101,28	72,35	0	0,25	5,0	490,0	125	3,0	0,6	13578	13565
PET	101,28	72,35	0	0,25	5,3	529,5	125	3,0	0,6	14817	14794
SEDM	101,69	70,14	0	0,25	6,1	442,9	125	3,0	0,6	12135	12094
SEDM	101,69	70,14	0	0,25	5,9	476,7	125	3,0	0,6	13210	13173
OSM	102,04	70,21	0	0,25	5,6	539,7	125	3,0	0,6	15087	15057
OSM	102,04	70,21	0	0,25	6,1	527,8	125	3,0	0,6	14718	14685

V grafu 9 je zobrazen průběh průměrného modulu tuhosti v závislosti na teplotě. Průměrný modul tuhosti směsi ACP 32 je větší než průměrný modul tuhosti směsi ACP 22 S, což odpovídá předpokladu uvedenému v návrhu grantu, který očekává mírné zvýšení únosnosti u hrubozrnnějších směsí. [2]





V tabulkách 34 a 35 jsou shrnuty hodnoty modulů tuhosti při zkušebních teplotách:

ACP 22 S	$\rho_{\text{bssd}}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Tuhost (MPa)	Tuhost (MPa)	Tuhost (MPa)	Tuhost (MPa)
teplota (°C)		0	15	27	40
1	2,343	16240	6837	2787	671
2	2,340	14644	6506	2296	565
3	2,345	15526	6918	2265	591
5	2,303	14180	5185	1926	595
7	2,313	12634	5451	2027	509
8	2,325	14871	7423	2629	733

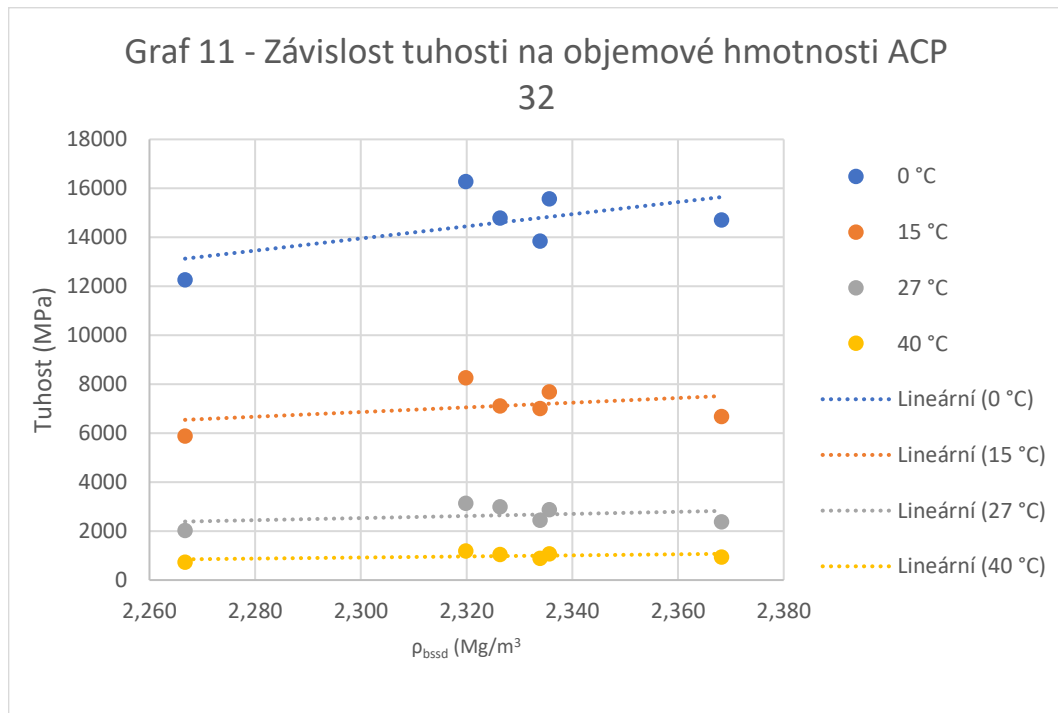
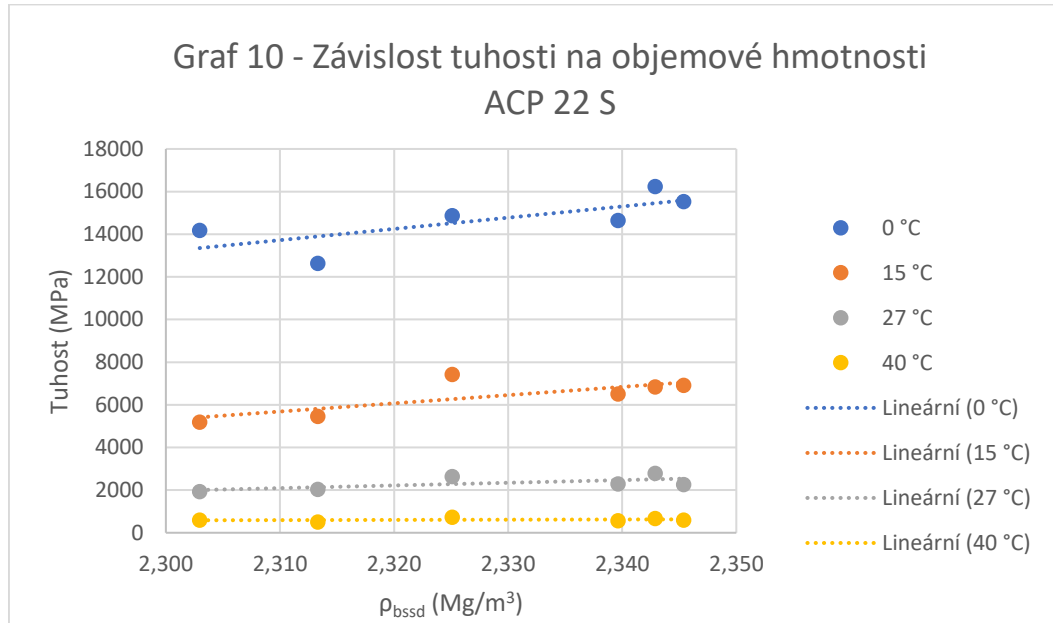
Tabulka 34 – Modul tuhosti pro ACP 22 S

ACP 32	$\rho_{\text{bssd}}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Tuhost (MPa)	Tuhost (MPa)	Tuhost (MPa)	Tuhost (MPa)
teplota (°C)		0	15	27	40
11	2,368	14705	6677	2374	945
12	2,320	16273	8258	3131	1185
13	2,326	14790	7114	2994	1041
14	2,336	15575	7686	2880	1065
15	2,267	12265	5876	2018	732
16	2,334	13845	7006	2437	891

Tabulka 35 – Modul tuhosti pro ACP 32



V grafech 10 a 11 je zobrazena závislost modulu tuhosti na objemové hmotnosti pro jednotlivá tělesa při zkušebních teplotách. Lze prohlásit, že se zvyšující se objemovou hmotností tělesa se zvyšuje jeho modul tuhosti.





## Marshallova zkouška

Na Marshallových tělesech byla dle ČSN EN 12697-34 provedena Marshallova zkouška.

Zkouška probíhá následujícím způsobem: [22]

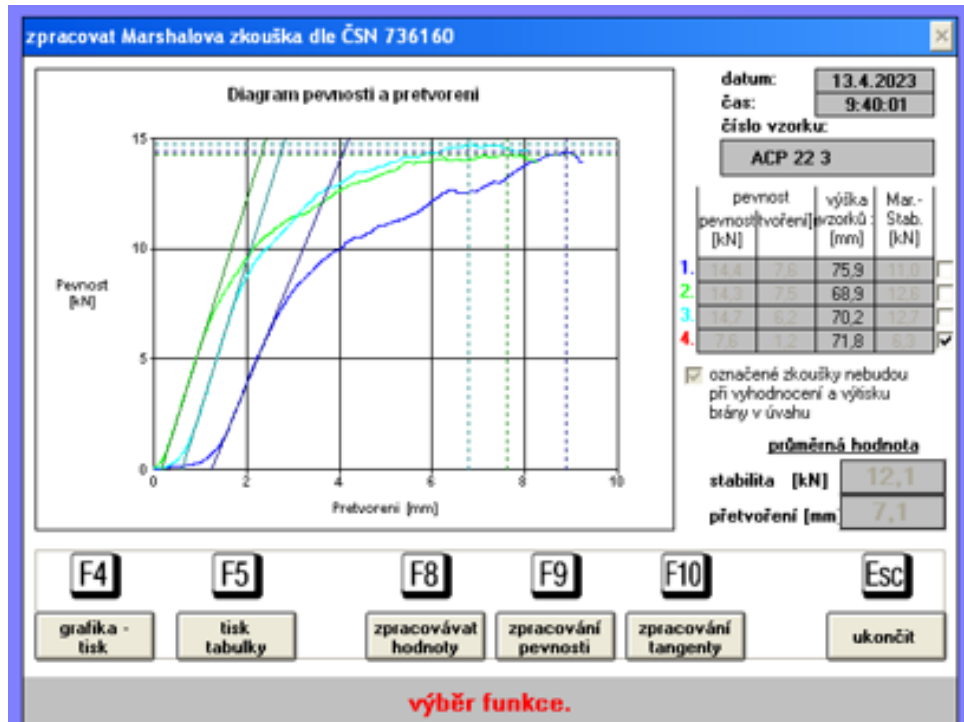
- zkušební tělesa jsou vložena do vodní lázně na dobu nejméně 40 minut a maximálně 60 minut. Teplota vody se udržuje na 60 °C.
- do zkušebního softwaru se zadají rozměry vzorků.
- po 40 minutách temperování je zkušební těleso vloženo mezi tlačné čelisti.
- na zkušební těleso se aplikuje zatížení, které se zvyšuje konstantní rychlostí posunu 50 mm za minutu. Zatížení se zvyšuje až do dosažení maximálního zatížení.



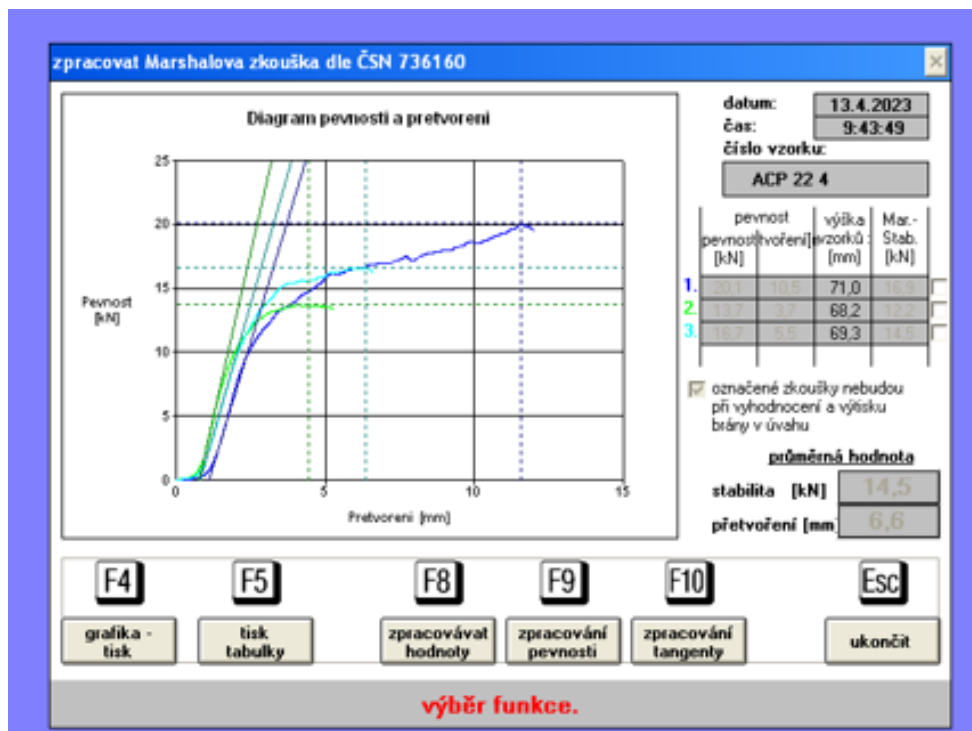
Obrázek 14 – Příklad pro provádění  
Marshallovy zkoušky (vlastní foto)



Grafy 12 a 13 zobrazují závislost pevnosti na přetvoření (grafy Marshallovy stability)



Graf 12 – závislost pevnosti na přetvoření pro ACP 22 S



Graf 13 – závislost pevnosti na přetvoření pro ACP 32





V tabulce 36 jsou shrnuty hodnoty z Marshallovy zkoušky pro obě směsi:

Směs	Vzorek	Stabilita (kN)	Deformace (mm)
ACP 22 S	1	11	7,6
	2	12,6	7,5
	3	12,7	6,2
Průměr		12,1	7,1
ACP 32	9	16,9	10,5
	10	12,2	3,7
	11	14,5	5,5
Průměr		14,5	6,6

Tabulka 36 – Marshallova zkouška

Stabilita podle Marshalla vychází pro směs ACP 32 vyšší než pro ACP 22 S, což odpovídá předpokladu uvedením v návrhu grantu, který očekává mírné zvýšení únosnosti u hrubozrnnějších směsí. [2]

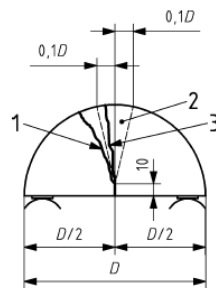


## Zkouška odolnosti proti šíření trhlin

Na zbylých Marshallových tělesech byla dle ČSN EN 12697-44 provedena zkouška šíření trhliny zkouškou ohybem na půlválcovém zkušebním tělese. Při ní je zkušební těleso s drážkou uprostřed zatěžováno ohybem ve třech bodech tak, že střed spodního líce zkušebního tělesa je vystaven napětí v tahu. V průběhu zkoušky se rychlostí 5 mm/min zvyšuje deformace až do kolapsu vzorku. [23]

Zkouška probíhá tímto způsobem: [23]

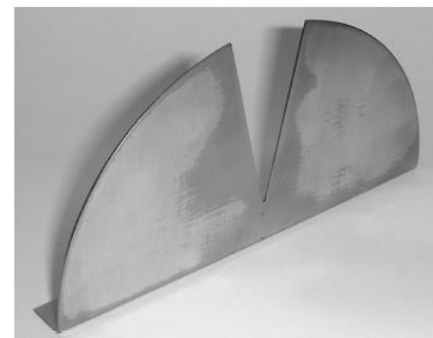
- Marshallova tělesa jsou nařezána tak, aby byla vysoká  $50 \pm 2$  mm, rozříznou se na půlválce a vyřízne se do nich drážka hloubky  $10 \pm 1$  mm a šířky  $0,35 \pm 0,1$  mm
- takto připravená tělesa jsou temperována na teplotu  $0$  °C po dobu nejméně 4 hodiny
- následně se zkušební těleso vloží do zkušebního zařízení, spustí se software na zaznamenávání síly a deformace v čase a měří se až do kolapsu tělesa
- po kolapsu tělesa se zkontroluje, zda bylo porušeno způsobem, který je uveden v normě na obrázku 15. Pro usnadnění je možno využít pomůcky na obrázku 16.



### Legenda

- 1 neplatná zkouška
- 2 oblast pro platný výsledek zkoušky
- 3 platná zkouška

Obrázek 15 – platný rozsah porušení  
(ČSN EN 12697-44)



Obrázek 16 – pomůcka pro určení  
platného rozsahu porušení (ČSN EN  
12697-44)



Obrázek 17 – zkušební zařízení  
(vlastní foto)



Obrázek 18 – vzorky po zkoušce  
(vlastní foto)

### Vyhodnocení

Pro porovnání vlastností směsí byly porovnány hodnoty lomové energie a lomové houževnatosti:

- lomová houževnatost ( $\text{N}/\text{mm}^{1,5}$ )  $K_{Ic,i} = \sigma_{max,i} Y_1 \sqrt{\pi a_i}$  [23]

kde:

- $Y_1$  je faktor intenzity napětí.
- $a_i$  je hloubka drážky zkušebního tělesa, v mm.
- $\sigma_{max,i}$  je napětí při porušení zkušebního tělesa, v  $\text{N}/\text{mm}^2$ .

- lomová energie ( $\text{j}/\text{m}^2$ )  $G_f = \frac{W}{t*(w-a)}$  [23]

kde:

- $W$  je lomová práce, v J.
- $t$  je tloušťka zkušebního tělesa, v mm.
- $w$  je výška zkušebního tělesa, v mm.
- $a$  je hloubka uměle vyříznuté drážky, v mm.



V tabulce 37 jsou pro porovnání uvedeny i hodnoty lomové houževnatosti počítané dle starší normy. [23] [24]

Vzorek	Deformace (mm)	Síla (kN)	Lomová houževnatost (N/mm <sup>1,5</sup> ) (EN 2011)	Lomová houževnatost (N/mm <sup>1,5</sup> ) (EN 2019)	Lomová energie (J/m <sup>2</sup> )
ACP 22 S					
1	1,28	7,98	49,3	42,2	2198
2	1,18	6,01	37,1	31,7	1823
3	1,01	4,56	28,1	24	958
4	0,64	4,01	24,7	21,1	843
5	1,24	5,90	36,6	31,3	1915
6	1,29	3,25	20,2	17,2	1383
Průměr			32,7	27,9	1520
ACP 32					
7	1,03	5,80	35,7	30,6	1896
8	1,65	5,56	34,3	29,3	3471
9	1,21	8,24	50,8	43,4	2064
10	1,61	7,43	45,8	39,2	2868
11	1,46	5,69	34,8	29,8	2869
12	1,17	4,64	28,1	24,0	2468
Průměr			38,3	32,7	2606

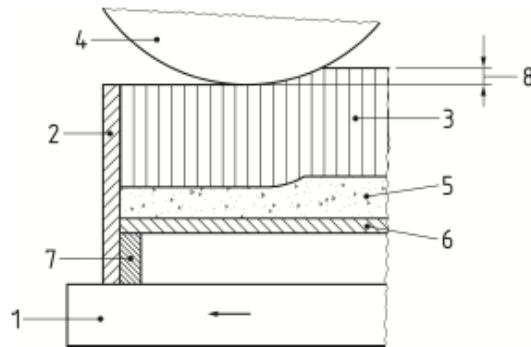
Tabulka 37 – Odolnost proti šíření trhlin

Ve všech sledovaných parametrech vykazuje směs ACP 32 lepší vlastnosti než směs ACP 22 S, což odpovídá předpokladu uvedeném v návrhu grantu, který očekává mírné zvýšení únosnosti u hrubozrnnějších směsí. [2]



## Výroba desek pro zkoušku pojíždění kolem

Pro výrobu desek dle ČSN EN 12697-33+A1 byla namíchána směs o stejném složení jako Marshallova tělesa. Norma uvádí pro směsi s maximální velikostí zrna větší nebo rovnou 22 mm tloušťku desky 80 mm. Celkem byly vyrobeny 3 desky, dvě ze směsi ACP 22 S, jedna o tloušťce 60 mm a jedna o tloušťce 80 mm, a jedna ze směsi ACP 32 o tloušťce 80 mm. Deska o tloušťce 60 mm byla vyrobena z důvodu porovnání vyjetí na desce o tloušťce 60 a 80 mm, jelikož standardně se zkouší směsi o maximální velikosti kameniva 22 mm na deskách tloušťky 60 mm, přestože norma pro tyto směsi předepisuje výšku 80 mm. [25]



### Legenda

- |   |  |
|---|--|
| 1 stůl pohybující se zde ve směru šipky | 5 asfaltová směs   |
| 2 forma připevněná ke stolu             | 6 podkladní deska  |
| 3 svislé posuvné lamely                 | 7 distanční rám  |
| 4 válec                                 | 8 posuvné lamely válce jsou výše než forma, tento rozdíl se stává nulovým po určitém počtu pojezdů válce |

Obrázek 17 – Zařízení na výrobu desek (ČSN EN 12697-33+A1)



Obrázek 18 – Zařízení na výrobu desek (vlastní foto)



Obrázek 19 – Zařízení na výrobu desek (vlastní foto)



Výroba desek probíhá následujícím způsobem: [25]

- podle maximální objemové hmotnosti, změřené v předchozí části této práce, a rozměrů desky se stanoví hmotnost směsi pro výrobu desky.
- požadované množství směsi se předeheje v sušárně na 155 °C.
- do formy na výrobu desek se vloží distanční rámy podle požadované tloušťky desek a na podkladovou desku se nasype předeheřtá směs.
- na povrch směsi se umístí separační plech ostříkaný sprejem pro snížení přilnavosti mezi plechem a směsí.
- na separační plech se umístí lamely a spustí se pojezd válcem.
- v prvním kroku se pojíždí válcem až do zatlačení lamel tak, že přesahují cca 2 mm nad okraj formy. Po osmiminutové pauze se nechají lamely zatlačit až po okraj. Po další osmiminutové pauze se pojezdem válce dokončí zatlačování lamel.
- po dokončení pojezdu se otevře forma, vyjme se deska s podložkou a nechá se vychladit



Obrázek 20 – Vyrobená deska  
(vlastní foto)



## Objemová hmotnost zkušebních desek

Na vyrobených deskách byla provedena zkouška pro stanovení objemové hmotnosti dle ČSN 12697-6 postupem B (stejně jako pro Marshallova tělesa). Následně byly tyto hodnoty porovnány s hodnotami naměřenými na Marshallových tělesech pro ověření správnosti návrhu desky. Lze prohlásit, že hodnoty jsou téměř stejné a desky byly vyrobeny správně. [17]

Desky	$\rho_{\text{bssd}}$ (Mg/m <sup>3</sup> )
ACP 22 S 60 mm	2,350
ACP 22 80 mm	2,382
ACP 32 80 mm	2,393
Marshallova tělesa	$\rho_{\text{bssd}}$ (Mg/m <sup>3</sup> )
ACP 22 S	2,333
ACP 32	2,333

Tabulka 38 – objemové hmotnosti desek a porovnání s Marshallovými tělesy

## Odolnost proti vyjetí kolem

Na vyrobených deskách byla dle ČSN EN 12697-22 provedena zkouška pojíždění kolem.

Zkouška probíhá následujícím způsobem: [26]

- do zkušebního zařízení se umístí až 2 desky
- spustí se předehřívací program, který desky temperuje na 50 °C po dobu 4 hodiny
- následně se po deskách nechá pojíždět kolo, dokud není dosaženo 10 000 pojezdů (přibližně 3 hodiny)



Obrázek 21 – Deska po vyjetí  
(vlastní foto)



## Vyhodnocení

Sledovanými parametry jsou přírůstek hloubky vyjeté koleje a poměrná hloubka vyjeté koleje. Pro přírůstek hloubky vyjeté koleje uvádí norma vzorec: [26]

$$WTS_{AIR} = \frac{d_{10\,000} - d_{5\,000}}{5}$$

kde:

- $WTS_{AIR}$  je přírůstek hloubky vyjeté koleje, v mm
- $d_{10\,000}$  je hloubka vyjeté koleje po 10 000 cyklech, v mm
- $d_{5\,000}$  je hloubka vyjeté koleje po 5 000 cyklech, v mm

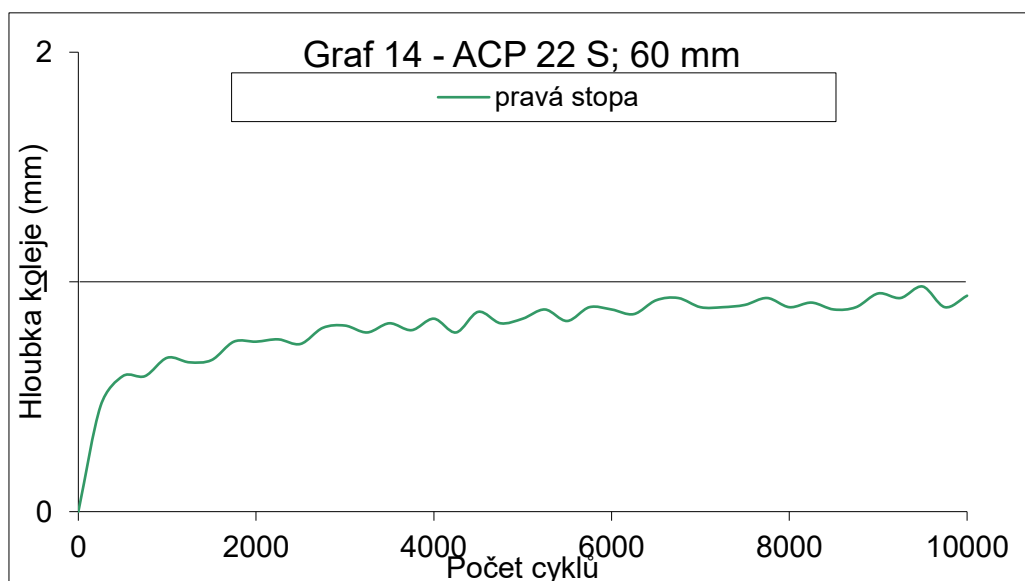
Pro poměrnou hloubku vyjeté koleje uvádí norma vzorec: [26]

$$PRD_{AIR} = \frac{d_{5\,000}}{h} * 100$$

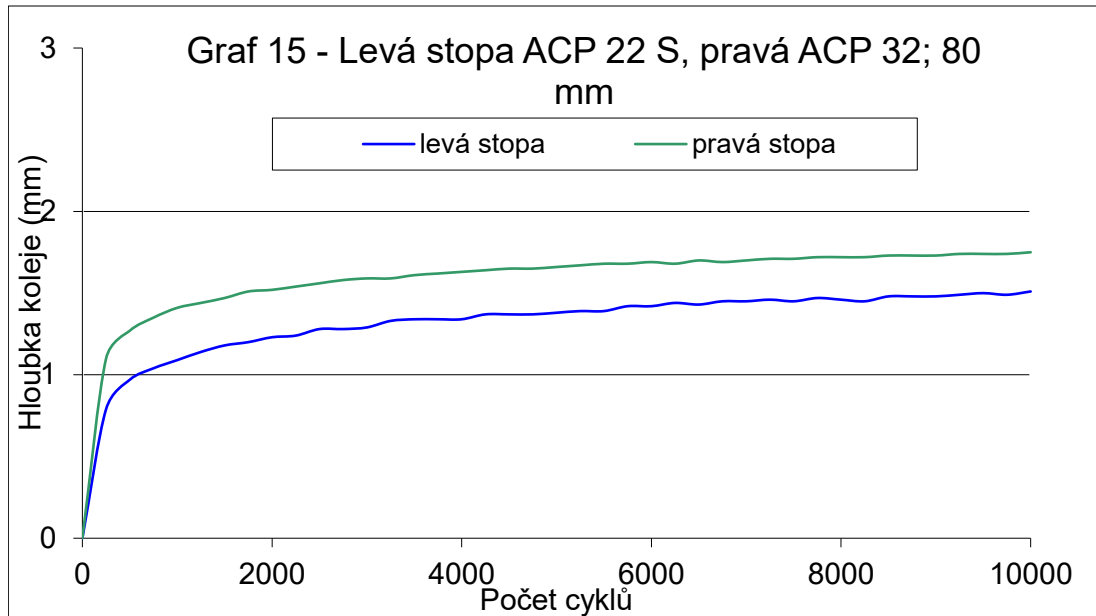
kde:

- $PRD_{AIR}$  je poměrná hloubka vyjeté koleje, v %
- $d_{5\,000}$  je průměr hloubky vyjeté koleje po 5 000 cyklech z obou desek, v mm (v tomto případě se měřila jen jedna deska)
- $h$  je průměrná výška desek, v mm

V grafech 15 a 16 jsou zobrazeny průběhy zkoušek. V tabulce 38 jsou uvedeny sledované parametry pro desky ACP 22 S tloušťky 60 mm, ACP 22 S tloušťky 80 mm a ACP 32 tloušťky 80 mm.







Deska	Hloubka koleje po (mm)		WRS <sub>AIR</sub>	PRD <sub>AIR</sub>
	5 000 cyklech	10 000 cyklech	(mm)	(%)
ACP 22 S; 60 mm	0,84	0,94	0,020	1,4
ACP 22 S; 80 mm	1,38	1,51	0,026	1,7
ACP 32; 80 mm	1,66	1,75	0,018	2,1

Tabulka 39 – Odolnost proti vyjetí kolem

Pro ACP neuvádí norma ČSN 73 6121 žádné požadavky na vyjetí kolem. Pro porovnání byly tedy využity podmínky pro ACL. Pro směsi ACL 22 S požaduje norma hodnotu parametru WRS<sub>AIR</sub> maximálně 0,05 mm a parametru PRD<sub>AIR</sub> maximálně 3,0 %. Všechny tři desky tento požadavek splňují. Při porovnání výsledků na deskách tloušťky 60 a 80 mm z ACP 22 S lze konstatovat, že výsledky se příliš neliší, deska tloušťky 80 mm vykazuje menší odolnost. Deska vyrobená z ACP 32 vykazuje z hlediska hloubky vyjeté koleje menší odolnost než deska z ACP 22, nicméně stanoveným požadavkům vyhovuje. [10]



## Závěr praktické části

Tato část práce se zabývala porovnáním chování ACP 22 S a ACP 32 za účelem zjištění možnosti nahradit směs ACP 22 směsí ACP 32. Za tímto účelem byly obě směsi navrženy, vyrobeny a podrobeny laboratorním zkouškám. Sledovány byly parametry: mezerovitost, modul tuhosti, stabilita podle Marshalla, odolnost proti šíření trhlin a odolnost proti vyjetí kolem. Ve všech parametrech splňují obě směsi stanovené požadavky

Směs	ACP 22 S	ACP 32
Průměrná objemová hmotnost těles $\rho_{bssd}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	2,333	2,333
Maximální objemová hmotnost $\rho_{mv}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	2,486	2,497
Obsah rozpustného pojiva (%)	3,9	4,3
Mezerovitost $V_a$ (%)	6,2	6,6
Stupeň vyplnění mezer pojivem VFB (%)	58,9	59,6
Mezerovitost směsi (%)	15,0	16,3
Průměrný modul tuhosti 0 °C (MPa)	14082	14575
Průměrný modul tuhosti 15 °C (MPa)	6627	6668
Průměrný modul tuhosti 27 °C (MPa)	2128	2671
Průměrný modul tuhosti 40 °C (MPa)	631	985
Stabilita podle Marshalla (kN)	12,1	14,5
Lomová houževnatost (N/mm <sup>1,5</sup> ) (EN 2011)	32,7	38,3
Lomová houževnatost (N/mm <sup>1,5</sup> ) (EN 2019)	27,9	32,7
Lomová energie (J/m <sup>2</sup> )	1520	2606
Přírůstek hloubky vyjeté koleje (mm) (60mm)	0,020	-
Poměrná hloubka koleje (%) (60mm)	1,4	-
Přírůstek hloubky vyjeté koleje (mm) (80mm)	0,026	0,018
Poměrná hloubka koleje (%) (80mm)	1,7	2,1

Tabulka 40 – Souhrn praktické části



Směs ACP 32 vykazuje lepší vlastnosti než směs ACP 22 S v parametrech modul tuhosti, stabilita podle Marshalla a odolnost proti šíření trhlin, což odpovídá předpokladu uvedeném v návrhu grantu, který očekává mírné zvýšení únosnosti u hrubozrnnějších směsí. [2]

Pro parametry odolnost proti vyjetí kolem vykazuje ACP 32 menší odolnost než směs ACP 22 S. Vzhledem k tomu, že tento parametr norma ČSN 73 6121 pro směsi ACP neuvádí, a že při porovnání s požadavkem na ACP 22 směs ACP 32 vyhovuje, lze konstatovat, že tento rozdíl nebrání využití směsi ACP 32 v podkladních vrstvách. Při porovnání naměřených hodnot odolnosti proti vyjetí kolem s požadavky pro podobné směsi využívané na Slovensku a v Polsku (viz teoretická část) vychází tyto hodnoty také příznivě. [10] [12] [13] [26]

Mezerovitost se pro zkoušenou směs ACP 32 více blíží horní hranici normovému limitu pro ACP 22 S než zkoušená směs ACP 22 S, nicméně jej nepřekračuje a obě směsi jsou tudíž vyhovující. [10]

Na základě zkoušek provedených v této práci lze konstatovat, že směs ACP 32 je srovnatelná nebo v určitých parametrech i lepší než směs ACP 22 S a je vhodná pro použití do vozovek.



## Seznam použité literatury

- [1] Studie dostupnosti kameniva pro plánované stavby dálnic a silnic I. třídy a železniční infrastruktury | Silnice mosty. *Silnice mosty* [online]. Copyright © [cit. 22.05.2023]. Dostupné z: <https://www.silnice-mosty.cz/2318-studie-dostupnosti-kameniva-pro-planovane-stavby-dalnic-a-silnic-i-tridy-a-zeleznicni-infrastruktury/>
- [2] Vývoj konstrukčních vrstev vozovek s optimalizovanou zrnitostí nahrazující nedostatkové frakce kameniva, projekt CK03000169, přihláška do 3. veřejné soutěže programu DOPRAVA 2020+; Praha: TAČR, 2022
- [3] TKP 7: Hutněné asfaltové vrstvy; Praha: Ministerstvo dopravy – odbor infrastruktury, 2008.
- [4] ČSN 73 6148 Asfaltový beton pro kryty vozovek z 15. 11. 1967; Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1967
- [5] ČSN 73 6149 Asfaltový beton na kryty vozovek z 16. 9. 1983; Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1983
- [6] ČSN 73 6149 Asfaltový beton na kryty vozovek z 6. 5. 1991; Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1991
- [7] ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy, červenec 1994; Praha: Český normalizační institut, 1994
- [8] ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody, březen 2008
- [9] ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody, únor 2019
- [10] ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody, březen 2023
- [11] TKP 6: Technicko-kvalitatívne podmienky, hutnené asfaltové zmesi, účinnosť od 20. 12. 2019; Ministerstvo dopravy a výstavby SR, Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií
- [12] Katalógové listy asfaltových zmesí (doplnok k platným TKP) KLAZ 1/2019; Ministerstvo dopravy a výstavby SR, Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií
- [13] Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych, WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne; Warszawa: Generalna dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, 2014



- [14] ČSN EN 933 – 1 Zkoušení geometrických vlastností kameniva- Část 1: Stanovení zrnitosti – Sítový rozbor, červen 2012; Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012
- [15] ČSN EN 12697-35 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 35: Laboratorní výroba směsi, květen 2018
- [16] ČSN EN 12697-30 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 30: Příprava zkušebních těles rázovým zhutňovačem, únor 2020
- [17] ČSN EN 12697-6 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 6: Stanovení objemové hmotnosti asfaltového zkušebního tělesa, březen 2021
- [18] ČSN EN 12697-5 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 5: Stanovení maximální objemové hmotnosti, únor 2020
- [19] ČSN EN 12697-1 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 1: Obsah rozpustného pojiva, říjen 2020
- [20] ČSN EN 12697-8 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 8: Stanovení mezerovitosti asfaltových směsí, únor 2020
- [21] ČSN EN 12697-26 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 26: Tuhost, květen 2019
- [22] ČSN EN 12697-34 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 34: Marshallova zkouška, březen 2021
- [23] ČSN EN 12697-44 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 44: Šíření trhliny zkouškou ohybem na půlválcovém zkušebním tělese, prosinec 2019
- [24] ČSN EN 12697-44 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 44: Šíření trhliny zkouškou ohybem na půlválcovém zkušebním tělese, březen 2011
- [25] ČSN EN 12697-33+A1 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 33: Příprava zkušebních těles zhutňovačem desek, únor 2020
- [26] ČSN EN 12697-22 Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 22: Zkouška pojíždění kolem, březen 2021



## Seznam grafů

- Graf 1 - Čára zrnitosti směsi ACP 22 S
- Graf 2 - Čára zrnitosti směsi ACP 32
- Graf 3 - Zrnitosti frakcí pro prvotní návrh směsi
- Graf 4 - Zrnitosti frakcí zkoušeného kameniva
- Graf 5 - Čára zrnitosti směsi ACP 22 S – nový
- Graf 6 - Čára zrnitosti směsi ACP 32 - nový návrh
- Graf 7 - Čáry zrnitosti ACP 22 S
- Graf 8 - Čáry zrnitosti ACP 32
- Graf 9 - Průměrný modul tuhosti v závislosti na teplotě
- Graf 10 - Závislost tuhosti na objemové hmotnosti ACP 22 S
- Graf 11 - Závislost tuhosti na objemové hmotnosti ACP 32
- Graf 12 – závislost pevnosti na přetvoření pro ACP 22 S
- Graf 13 – závislost pevnosti na přetvoření pro ACP 32
- Graf 14 - ACP 22 S; 60 mm
- Graf 15 - Levá stopa ACP 22 S, pravá ACP 32; 80 mm



## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Zrnitost kameniva a obsahu asfaltu, ČSN 73 6148 z 15. 11.1967

Tabulka 2 – Fyzikálně mechanické vlastnosti zjišťované podle zkoušky Marshallovy, ČSN 73 6148 z 15. 11. 1967

Tabulka 3 – Fyzikálně mechanické vlastnosti zjišťované na válečkových tělesech, ČSN 73 6148 z 15. 11. 1967

Tabulka 4 – Fyzikálně mechanické vlastnosti zjišťované podle Marshallovy zkoušky po změně, ČSN 73 6148 z 15. 11. 1967

Tabulka 5 – Zvýšené technické požadavky na kamenivo do asfaltového betonu obrusných vrstev, ČSN 73 6149 z 16. 9. 1983

Tabulka 6 – Mezerovitost zhutněné kamenné směsi a stupeň vyplnění mezer asfaltem, ČSN 73 6149 z 16. 9. 1983

Tabulka 7 – Zrnitost směsi kameniva na asfaltový beton, ČSN 73 6149 z 16. 9. 1983

Tabulka 8 – Fyzikálně mechanické vlastnosti, ČSN 73 6149 z 16. 9. 1983

Tabulka 9 – Doplnující a zpřesňující technické požadavky na hrubé kamenivo do asfaltového betonu obrusných vrstev, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991

Tabulka 10 - Mezerovitost zhutněné kamenné směsi a stupeň vyplnění mezer asfaltem, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991

Tabulka 11 - Maximální obsah R-materiálu ve výsledné směsi AB v % hmotnosti, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991

Tabulka 12 - Kritéria na použití asfaltového betonu v obrusných vrstvách, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991

Tabulka 13 – Fyzikálně mechanické vlastnosti, ČSN 73 6149 z 6. 5. 1991

Tabulka 14 - Užití hutněných asfaltových vrstev ve vozovce, ČSN 73 6121 z července 1994

Tabulka 15 – Tloušťky vrstev z asfaltové směsi, ČSN 73 6121 z července 1994

Tabulka 16 – Kvalitativní parametry kameniva, ČSN 73 6121 z července 1994

Tabulka 17 – Vhodné druhy asfaltu pro asfaltové směsi, ČSN 73 6121

Tabulka 18 – Obory zrnitosti směsi kameniva asfaltového betonu, ČSN 73 6121



Tabulka 19 – Nejvyšší přípustný obsah R-materiálu v % hmotnosti  
asfaltové směsi, ČSN 73 6121

Tabulka 20 – Fyzikálně mechanické vlastnosti, ČSN 73 6121

Tabulka 21 – Zestawienie wyrobów do warstw nawierzchni drogowych z  
uwzględnieniem obciążenia ruchem, WT-2 2014 – część I Mieszanki  
mineralno asfaltowe Wymagania Techniczne

Tabulka 22 – receptura směsi ACP 22 S

Tabulka 23 – receptura směsi ACP 32

Tabulka 24 – receptura směsi ACP 22 S, nová

Tabulka 25 – receptura směsi ACP 32, nová

Tabulka 26 – receptura směsi ACP 22 S, nová

Tabulka 27 – receptura směsi ACP 32, nová

Tabulka 28 – Objemové hmotnosti Marshallových těles z ACP 22 S

Tabulka 29 – Objemové hmotnosti Marshallových těles z ACP 32

Tabulka 30 – Maximální objemová hmotnost

Tabulka 31 – Obsah rozpustného pojiva

Tabulka 32 – mezerovitost, stupeň vyplnění mezer pojivem a  
mezerovitost směsi pro ACP 22 S

Tabulka 33 – mezerovitost, stupeň vyplnění mezer pojivem a  
mezerovitost směsi pro ACP 32

Tabulka 34 – Modul tuhosti pro ACP 22 S

Tabulka 35 – Modul tuhosti pro ACP 32

Tabulka 36 – Marshallova zkouška

Tabulka 37 – Odolnost proti šíření trhlin

Tabulka 38 – objemové hmotnosti desek a porovnání s Marshallovými  
tělesy

Tabulka 39 – Odolnost proti vyjetí kolem

Tabulka 40 – Souhrn praktické části





## Seznam obrázků

- Obrázek 1 – Lokalita kamenolomu a obalovny Froněk Brant, zdroj:  
[www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)
- Obrázek 2 – Skládka kameniva (vlastní foto)
- Obrázek 3 – Obalovna Froněk Brant (vlastní foto)
- Obrázek 4 – Obalovna Froněk Brant (vlastní foto)
- Obrázek 5 – Přístroj na mechanické prosévání se sloupcem sít (vlastní foto)
- Obrázek 6 – Laboratorní míchačka (vlastní foto)
- Obrázek 7 – Sušárna (vlastní foto)
- Obrázek 8 – Vyrobená Marshallova tělesa (vlastní foto)
- Obrázek 9 – Pyknometr se směsí (vlastní foto)
- Obrázek 10 – vakuová nádoba (vlastní foto)
- Obrázek 11 – rámeček pro uchycení vzorku (ČSN EN 12697-26)
- Obrázek 12 – stojánek (ČSN EN 12697-26)
- Obrázek 13 – zkušební zařízení (ČSN EN 12697-26)
- Obrázek 14 – zkušební zařízení (vlastní foto)
- Obrázek 15 – platný rozsah porušení (ČSN EN 12697-44)
- Obrázek 16 – pomůcka pro určení platného rozsahu porušení (ČSN EN 12697-44)
- Obrázek 17 – Zařízení na výrobu desek (ČSN EN 12697-33+A1)
- Obrázek 18 – Zařízení na výrobu desek (vlastní foto)
- Obrázek 19 – Zařízení na výrobu desek (vlastní foto)
- Obrázek 20 – Vyrobená deska (vlastní foto)
- Obrázek 21 – Deska po vyjetí (vlastní foto)



## Seznam příloh

Příloha č. 1 – tabulky ČSN 73 6121 z března 2023

Příloha č. 2 – tabulky Katalógové listy asfaltových změsí KLAZ 1/2019

Příloha 3 – tabulky Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych, WT-2  
2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne



## Příloha 1 – tabulky ČSN 73 6121 z března 2023

ČSN 73 6121

**Tabulka E.1 – Doporučené druhy asfaltových pojiv<sup>a, g</sup> podle třídy dopravního zatížení a typu asfaltového betonu včetně přípustných tloušťek vrstev**

Označení směsi	Tloušťky vrstev	Třída dopravního zatížení <sup>b</sup>								
		S	I	II	III	IV	V	VI	CH	
<b>Obrusné vrstvy</b>										
ACO 8	25 až 40	–					50/70 <sup>c</sup>	–		
ACO 8 CH	25 až 40	–							50/70 <sup>c</sup>	
ACO 11 + ACO 16 +	35 až 50 45 až 60	–	PMB 25/55-60 <sup>d</sup> , PMB 45/80-65, spec. asf. pojivo <sup>e</sup>		PMB 45/80-65, PMB 25/55-60 <sup>d</sup> , 50/70 <sup>c</sup> , spec. asf. pojivo <sup>e</sup>		–		–	
ACO 11 ACO 16	35 až 50 45 až 60	–					50/70 <sup>c</sup>	–		
<b>Ložní vrstvy<sup>f</sup></b>										
ACL 16 S ACL 22 S	50 až 70 60 až 90	PMB 25/55-60, PMB 45/80-65 spec. asf. pojivo <sup>e</sup>			–			–		
ACL 16 + ACL 22 +	50 až 70 60 až 90	–			PMB 25/55-60, PMB 45/80-65, 50/70 <sup>c</sup> spec. asf. pojivo <sup>e</sup>		–		–	
ACL 16 ACL 22	50 až 70 60 až 90	–					50/70 <sup>c</sup>	–		
<b>Podkladní vrstvy</b>										
ACP 16 S ACP 22 S	50 až 80 60 až 100	PMB 25/55-60, PMB 45/80-65, 50/70 <sup>c</sup> spec. asf. pojivo <sup>e</sup>			–			–		
ACP 16 + ACP 22 +	50 až 80 60 až 100	–			50/70 <sup>c</sup>			–		

V jednotlivých políčkách této tabulky jsou uvedeny asfalty v pořadí, které odpovídá jejich nejčastějšímu používání v praxi.

<sup>a</sup> K dosažení předepsaných technických požadavků asfaltových směsí lze použít asfalty podle ČSN EN 12591 a ČSN 65 7204, ČSN EN 14023 a ČSN 65 7222-1, příp. v jejich kombinaci s přírodními asfalty, přísadami pro nízkoteplotní směsi, nízkoviskózními pojivy a polymerními nebo dalšími chemickými přísadami.

<sup>b</sup> V případě pravných jízdních pruhů ve stoupání nebo jiných úseků zatížených těžkými nákladními vozidly, kde rychlost klesne pod 50 km/h, se dopravní zatížení násobí příslušným koeficientem podle předpisu TP 170 [1].

<sup>c</sup> Použití nemodifikovaného asfaltového pojiva s gradací 70/100 je povoleno v nadmořské výšce nad 450 m.n.m. pro dopravní zatížení III–VI.

<sup>d</sup> Použití modifikovaných pojiv s penetrační třídou 25/55 a nižší se nedoporučuje v nadmořské výšce nad 450 m.n.m. s ohledem na možné nebezpečí vzniku mrazových trhlin. Toto omezení se týká pouze obrusných vrstev.

<sup>e</sup> Speciální asfaltové pojivo je asfaltové pojivo podle ČSN 65 7222-2 a ČSN 65 7222-3, dále i silniční asfalt podle ČSN EN 12591 a ČSN 65 7204 modifikovaný přísadami, které nejsou předmětem ČSN EN 14023 a ČSN 65 7222-1, nebo ČSN EN 13924-2 a jehož vlastnosti byly laboratorně prokázány. V případě odsouhlasení zadavatelem lze použít i modifikaci vyrobené asfaltové směsi například anorganickými nebo organickými vlákny s prokázanými výztužnými účinky. Dosažení požadovaných výkonových parametrů musí být v tomto případě jednoznačně prokázáno laboratorní zkouškou.

<sup>f</sup> Jako vyrovnávací vrstvu pod nově pokládanou ložní nebo obrusnou vrstvu lze použít mimo uvedené směsi ložních vrstev příslušné kvality také ACO 8 a ACO 11+, avšak s ohledem na tuhost se doporučuje upravit mezerovitost směsi tak, aby odpovídala požadavkům pro ložní vrstvy. V případě použití ACO 8, ACO 11+, jako vyrovnávací vrstvy pro vyšší TDZ, než je uvedeno v tab. E.1, je třeba použít takový druh PMB nebo speciální asfaltové pojivo, aby výsledná směs splňovala požadavky pro vyjetí kolem na ACL uvedené v tab. E.8, pro danou TDZ. Vyrovnávací vrstvy jsou pokládány v minimální tloušťce 2D a pro tyto vrstvy neplatí požadavky na minimální obsah rozpustného pojiva uvedené v tabulce E.7. V případě vyrovnávací vrstvy pod litý asfalt (MA), může být maximální mezerovitost až  $V_{max} = 7\%$  (8,5 % pro kontrolní zkoušky).

<sup>g</sup> Pokud je například u modifikovaného asfaltového pojiva uvedeno PMB 25/55-60, znamená to, že lze pro daný případ použít i pojivo PMB 25/55 s vyšším bodem měknutí v souladu s ustanovením normy ČSN 65 7222-1. Doporučené asfaltové pojivo pro danou třídu dopravního zatížení lze použít ve zdůvodněných případech i pro nižší třídy dopravního zatížení.



Tabulka E.2 – Požadavky na kamenivo do obrusných vrstev podle ČSN EN 13043:2004

Obrusné vrstvy <sup>a</sup>				
Článek normy, tabulka	Typ	+	bez označení	CH
	Označení směsi ACO	11 +, 16 +	8, 11, 16	8 CH
Požadavky na drobné kamenivo a směs kameniva				
4.1.3, tabulka 2	Zrnitost DK ( $D \leq 2$ ) $G_F$	$G_F85$		
4.1.3, tabulka 2	Zrnitost SK ( $D \leq 5$ a $d = 0$ ) $G_A$	$G_A85$		
4.1.3.2, tabulka 4	Tolerance zrnitosti DK a SK ( $D \leq 8$ ) $G_{TC}$	$G_{TC}10$		
4.1.4, tabulka 5	Obsah jemných částic $f$	těžené	$f_3$	$f_{10}$
		drcené	$f_{10}$ (0/4, 0/5, 0/8) <sup>b</sup> , $f_{16}$ (0/2)	
4.1.5, tabulka 6	Kvalita jemných částic <sup>c</sup> $MB_F$	$MB_F10$		
Požadavky na hrubé kamenivo				
4.1.3, tabulka 2	Zrnitost HK ( $D > 2$ ) $G_C$	$G_C90/15$ (85/15) <sup>d</sup>	$G_C85/15$	
4.1.3.1, tabulka 3	Tolerance zrnitosti $G$ (neplatí pro zrnitosti 2/4, 2/5)	$G_{25/15}$	$G_{20/15}$	
4.1.4, tabulka 5	Obsah jemných částic $f$	$f_2$		
4.1.6, tabulka 8	Tvarový index $SI$ pro horní mez zrnění	$D < 11,2$	$SI_{30}$	$SI_{35}$
		$D \geq 11,2$	$SI_{25}$	$SI_{30}$
4.2.2, tabulka 11	Odolnost proti drcení $LA$ (zkouší se na frakci 10/14 nebo 8/11)	$LA_{25}$	$LA_{30}$	–
4.2.3, tabulka 13	Ochladitelnost $PSV$	$PSV_{50}$	$PSV$ deklarovaná 48	
4.2.9.1, tabulka 17	Nasákavost <sup>e</sup> $WA_{24}$	$WA_{241}$	$WA_{242}$	
4.2.9.2, tabulka 19	Odolnost proti zmrazování a rozmrazování $F$	$F_2$	$F_4$	
4.2.12, tabulka 21	Odolnost proti rozpadavosti čediče <sup>f</sup> $SB_{LA}$	$SB_{LA} \leq 8$		

HK – hrubé kamenivo, DK – drobné kamenivo, SK – směs kameniva (např. 0/4), HDK – hrubé drcené kamenivo, DDK – drobné drcené kamenivo, DTK – drobné těžené kamenivo, SDK – směs drceného kameniva, STK – směs těženého kameniva, HTK – hrubé těžené kamenivo.

<sup>a</sup> Příkladnost pojiva ke kamenivu se stanoví podle ČSN 73 6161 a musí být pro vozovky s TDZ II dobrá, u ostatních TDZ musí být minimálně vyhovující.

<sup>b</sup> U kameniva vápencového nebo dolomitického původu je přípustná hodnota  $f_{16}$  též u frakce 0/4.

<sup>c</sup> Při obsahu jemných částic větším než 3 % hmotnosti v DDK a/nebo ve SDK se jejich kvalita ověří metodou podle 4.1.5 ČSN EN 13043:2004.

<sup>d</sup> Požadavky na zrnitost uvedené v závorce platí pro frakci 8/11 a 11/16.

<sup>e</sup> Pokud nasákavost kameniva podle kapitoly 8 ČSN EN 1097-6:2023 je menší než 1 % hmotnosti pro asfaltové směsi s označením „+“ nebo 2 % pro směsi bez označení nebo „CH“, lze kamenivo považovat za mrazuvzdorné a není nutné stanovovat odolnost proti zmrazování a rozmrazování. V opačném případě se provede zkouška odolnosti proti zmrazování a rozmrazování podle ČSN EN 1367-1.

<sup>f</sup> Pokud jsou zjištěny známky výskytu rozpadavosti čediče, stanovuje se ztráta hmotnosti a odolnost proti drcení podle ČSN EN 1367-3 a ČSN EN 1097-2.



**Tabulka E.3 – Požadavky na kamenivo do ložních a podkladních vrstev podle ČSN EN 13043:2004**

Ložní a podkladní vrstvy <sup>a</sup>					
Článek normy, tabulka	Typ		S	+	bez označení
	Označení směsi ACL, ACP		16 S, 22 S	16 +, 22 +	16, 22
<b>Požadavky na drobné kamenivo a směs kameniva</b>					
4.1.3, tabulka 2	Zmitost DK ( $D \leq 2$ ) $G_F$		$G_F85$		
4.1.3, tabulka 2	Zmitost SK ( $D \leq 5$ a $d = 0$ ) $G_A$		$G_A85$		
4.1.3.2, tabulka 4	Tolerance zmitosti DK a SK ( $D \leq 8$ ) $G_{TC}$		$G_{TC}10$		
4.1.4, tabulka 5	Obsah jemných částic $f$	těžené	–	$f_3$	$f_{10}$
		drcené	$f_{10}$ (0/4, 0/5, 0/8) <sup>b</sup> , $f_{16}$ (0/2)		
4.1.5, tabulka 6	Kvalita jemných částic <sup>c</sup> $MB_F$		$MB_F10$		
<b>Požadavky na hrubé kamenivo</b>					
4.1.3, tabulka 2	Zmitost HK ( $D > 2$ ) $G_c$ (neplatí pro zmitosti 2/4, 2/5)		$G_c90/15$ (85/15) <sup>d</sup>	$G_c85/15$	
4.1.3.1, tabulka 3	Tolerance zmitosti $G$		$G_{25/15}$	$G_{20/15}$	
4.1.4, tabulka 5	Obsah jemných částic $f$		$f_2$		
4.1.6, tabulka 8	Tvarový index $SI$ pro horní mez změny	$D < 11,2$	$SI_{30}$	$SI_{35}$	
		$D \geq 11,2$	$SI_{25}$	$SI_{30}$	
4.2.2, tabulka 11	Odolnost proti drcení $LA$ (zkouší se na frakci 10/14 nebo 8/11)		$LA_{25}$	$LA_{30}$	
4.2.9.1, tabulka 17	Nasákavost <sup>e</sup> $WA_{24}$		$WA_{241}$	$WA_{242}$	
4.2.9.2, tabulka 19	Odolnost proti zmrazování a rozmrazování $F$		$F_2$	$F_4$	
4.2.12, tabulka 21	Odolnost proti rozpadavosti čediče <sup>f</sup> $SB_{LA}$		$SB_{LA} \leq 8$		

HK – hrubé kamenivo, DK – drobné kamenivo, SK – směs kameniva (např. 0/4), HDK – hrubé drcené kamenivo, DDK – drobné drcené kamenivo, DTK – drobné těžené kamenivo, SDK – směs drceného kameniva, STK – směs těženého kameniva, HTK – hrubé těžené kamenivo.

<sup>a</sup> Přílnavost pojiva ke kamenivu se stanoví podle ČSN 73 6161 a musí být pro vozovky s TDZ S, I, II dobrá, u ostatních TDZ musí být minimálně vyhovující.

<sup>b</sup> U kameniva vápencového nebo dolomitického původu je přípustná hodnota  $f_{16}$  též u frakce 0/4.

<sup>c</sup> Při obsahu jemných částic větším než 3 % hmotnosti v DDK a/nebo ve SDK se jejich kvalita ověří metodou podle 4.1.5 ČSN EN 13043:2004.

<sup>d</sup> Požadavky na zmitost uvedené v závorce platí pro frakci 8/11, 11/16 a 16/22.

<sup>e</sup> Pokud nasákavost kameniva podle kapitoly 8 ČSN EN 1097-6:2023 je menší než 1 % hmotnosti pro asfaltové směsi s označením „S“ a „+“ nebo 2 % pro směsi bez označení, lze kamenivo považovat za mrazuvzdorné a není nutné stanovovat trvanlivost nebo odolnost proti zmrazování a rozmrazování. V opačném případě se provede zkouška odolnosti proti zmrazování a rozmrazování podle ČSN EN 1367-1.

<sup>f</sup> Pokud jsou zjištěny známky výskytu rozpadavosti čediče, stanovuje se ztráta hmotnosti a odolnost proti drcení podle ČSN EN 1367-3 a ČSN EN 1097-2.



Tabulka E.7 – Požadavky na asfaltové betony do obrusných asfaltových vrstev

Typ	+		bez označení		CH	
Označení směsi ACO	11 +, 16 +		8, 11, 16		8 CH	
Počet úderů Marshallova pěchu	2 × 50		2 × 50		2 × 50	
Požadavky na asfaltovou směs						
Zrnitost / sito (mm) <sup>a</sup>	ACO 11 +	ACO 16 +	ACO 8	ACO 11	ACO 16	ACO 8 CH
22,4	–	100	–	viz ACO 11 +	viz ACO 16 +	–
16	100	90 až 100	–			–
11,2	90 až 100	–	100			100
8	70 až 85	55 až 75	90 až 100			90 až 100
4	45 až 67	36 až 57	56 až 75			55 až 80
2	31 až 50	26 až 45	36 až 55			35 až 60
0,125	7 až 14	6 až 14	7 až 15			4 až 16
0,063	5 až 11	4 až 10	5 až 12			3 až 12
Minimální mezerovitost $V_{min}$ (%) <sup>b</sup>	2,5 (2,0)		2,0 (1,5)		1,5 (1,0)	
Maximální mezerovitost $V_{max}$ (%) <sup>b</sup>	4,0 (5,0)		4,0 (5,0)		4,0 (5,0)	
Minimální poměr pevnosti v příčném tahu $ITSR$ (%) <sup>c</sup>	80		–		–	
Max. poměrná hloubka koleje $PRD_{AIR max}$ (%) <sup>d</sup> po 5 000 cyklech – nemodif. pojiva 50 °C – modif. pojiva 60 °C	6,0		–		–	
Max. přírůstek hloubky koleje $WTS_{AIR max}$ (mm/10 <sup>3</sup> cyklů) <sup>d</sup> – nemodif. pojiva 50 °C – modif. pojiva 60 °C	0,08		–		–	
Mezní hodnoty teploty asfaltové směsi (°C) <sup>e</sup>	30/45 = 170 °C až 185 °C, 50/70 a 70/100 = 140 °C až 180 °C PMB 25/55-60 = 155 °C až 180 °C, PMB 45/80-65 = 155 °C až 180 °C					
Maximální podíl DTK nebo STK ve směsi kameniva (%)	15 %		20 %		–	
Maximální podíl HTK v HK (%)	jen drcené					
Minimální obsah rozpustného pojiva $B_{min}$ (% hm.) při objemové hm. směsi kameniva $\rho_{sd} = 2,650 \text{ Mg/m}^3$ <sup>f</sup>	5,7	5,4	6,0	5,7	5,4	6,1
<p><sup>a</sup> Při různé objemové hmotnosti HDK a DDK (SDK) lze čáru zrnitosti vyhodnocovat v % objemu.</p> <p><sup>b</sup> Mezerovitost ztuhlé asfaltové směsi se stanoví podle ČSN EN 13108-20 ed. 2:2018, tabulka B.1, řádek 3. Hodnoty v závorkách platí pro kontrolní zkoušky.</p> <p><sup>c</sup> Stanovení odolnosti vůči vodě se provede podle ČSN EN 13108-20 ed. 2:2018, tabulka B.1.</p> <p><sup>d</sup> Zkouška odolnosti proti tvorbě trvalých deformací se provede podle ČSN EN 13108-20 ed. 2:2018, tabulka B.1.</p> <p><sup>e</sup> Maximální teploty nesmí překročit uvedenou mezní teplotu na žádném místě obalovny.</p> <p><sup>f</sup> Minimální hodnota obsahu asfaltu uvedená v tabulce se násobí korekčním faktorem <math>\alpha = 2,650/\rho_{sd}</math>, kde <math>\rho_{sd}</math> je objemová hmotnost směsi kameniva v <math>\text{Mg/m}^3</math> stanovená podle ČSN EN 1097-6. Tato přepočtená hodnota se pak uvádí do zkoušky typu jako <math>B_{min}</math>.</p> <p>Příklad: V rámci zkoušky typu pro směs ACO 11+ byla pro dávkování asfaltového pojiva 6,0 % zjištěna hodnota rozpustného pojiva 5,8 % při max. objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě <math>\rho_{mV} = 2,550 \text{ Mg/m}^3</math>. Stanovením objemové hmotnosti směsi kameniva <math>\rho_{sd} = q/(100/\rho_{mV} - A/1,020) = 94,2/(100/2,550 - 5,8/1,020) = 2,809 \text{ Mg/m}^3</math> a přepočtem přes korekční koeficient <math>\alpha</math> je minimální hodnota rozpustného pojiva pro tuto směs <math>B_{min} = 5,7 \times \alpha = 5,7 \times 2,650/2,809 = 5,4</math> %. V daném návrhu lze tedy při uvažování ztráty 0,2 % asfaltu do kameniva snížit minimální dávkování pojiva na 5,6 %. (<math>q</math> = podíl směsi kameniva v asfaltové směsi v % hmotnosti, <math>A</math> = obsah asfaltového pojiva v % hm.)</p>						



Tabulka E.8 – Požadavky na asfaltové betony do ložních asfaltových vrstev

Ložní vrstvy						
Typ	S		+		bez označení	
Označení směsi ACL	16 S, 22 S		16 +, 22 +		16, 22	
Počet úderů Marshallova pěchu	2 × 75		2 × 50		2 × 50	
Požadavky na asfaltovou směs						
Zrnost / síto (mm) <sup>a</sup>	ACL 16 S	ACL 22 S	ACL 16 +	ACL 22 +	ACL 16	ACL 22
31,5	-	100	-	100	viz ACL 16 +	viz ACL 22 +
22,4	100	90 až 100	100	90 až 100		
16	90 až 100	72 až 84	90 až 100	70 až 95		
11,2	-	-	-	-		
8	52 až 72	48 až 62	52 až 80	46 až 72		
4	34 až 54	-	31 až 61	-		
2	24 až 40	24 až 36	20 až 45	18 až 43		
0,125	5 až 13	4 až 12	4 až 16	4 až 15		
0,063	4 až 10	3 až 9	3 až 10	3 až 9		
Minimální mezerovitost $V_{min}$ (%) <sup>b</sup>	4,0 (3,0)					
Maximální mezerovitost $V_{max}$ (%) <sup>b</sup>	6,0 (7,0)					
Minimální poměr pevnosti v příčném tahu $ITSR$ (%) <sup>c</sup>	80					-
Maximální poměrná hloubka koleje $PRDAIR_{max}$ (%) po 5 000 cyklech při 50 °C <sup>d</sup>	3,0		4,0		-	
Maximální přírůstek hloubky koleje $WTS_{AIR_{max}}$ (mm/10 <sup>3</sup> cykl.) při 50 °C <sup>d</sup>	0,05		0,06		-	
Mezní hodnoty teploty asfaltové směsi (°C) <sup>e</sup>	30/45 = 170 °C až 185 °C, 50/70 a 70/100 = 140 °C až 180 °C PMB 25/55-60 = 155 °C až 180 °C, PMB 45/80-65 = 155 °C až 180 °C					
Maximální podíl STK v SK nebo DTK v DK (%)	jen drcené		50 %			
Maximální podíl HTK v HK (%)	jen drcené					
Minimální obsah rozpustného pojiva $B_{min}$ (% hm.) při objemové hm. směsi kameniva $\rho_{sd} = 2,650 \text{ Mg/m}^3$ <sup>f</sup>	4,3	4,1	4,3	4,1	viz ACL 16 +	viz ACL 22 +

<sup>a</sup> Při různé objemové hmotnosti HDK a DDK (SDK) lze čáru zrnosti vyhodnocovat v % objemu.  
<sup>b</sup> Mezerovitost zhuštěné asfaltové směsi se stanoví podle ČSN EN 13108-20 ed. 2:2018, tabulka B.1, řádek 3. Hodnoty v závorkách platí pro kontrolní zkoušky. V případě použití směsi ACL pod lité asfalt (MA) může být maximální mezerovitost těchto směsí až  $V_{max} = 7$  % (8,5 % obj.).  
<sup>c</sup> Stanovení odolnosti vůči vodě se provede podle ČSN EN 13108-20 ed. 2:2018, tabulka B.1.  
<sup>d</sup> Zkouška odolnosti proti tvorbě trvalých deformací se provede podle ČSN EN 13108-20 ed. 2:2018, tabulka B.1.  
<sup>e</sup> Maximální teploty nesmí překročit uvedenou mezní teplotu na žádném místě obalovny.  
<sup>f</sup> Minimální hodnota obsahu asfaltu uvedená v tabulce se násobí korekčním faktorem  $\alpha = 2,650/\rho_{sd}$ , kde  $\rho_{sd}$  je objemová hmotnost směsi kameniva v  $\text{Mg/m}^3$  stanovená podle ČSN EN 1097-6. Tato přepočtená hodnota se pak uvádí do zkoušky typu jako  $B_{min}$ .



Tabulka E.9 – Požadavky na asfaltové směsi podkladních vrstev

Podkladní vrstvy				
Typ	S		+	
Označení směsi ACP	16 S, 22 S		16 +, 22 +	
Počet úderů Marshallova pěchu	2 × 50		2 × 50	
Požadavky na asfaltovou směs				
Zrnost / sito (mm) <sup>a</sup>	ACP 16 S	ACP 22 S	ACP 16 +	ACP 22 +
31,5	-	100	-	100
22,4	100	90 až 100	100	90 až 100
16	90 až 100	60 až 85	90 až 100	60 až 85
8	54 až 76	40 až 65	50 až 80	35 až 65
2	28 až 44	22 až 38	25 až 50	20 až 40
0,125	5 až 14	5 až 13	5 až 16	4 až 16
0,063	4 až 10	4 až 9	4 až 10	3 až 10
Minimální mezerovitost $V_{\min}$ (%) <sup>b</sup>	4,0 (3,0)			
Maximální mezerovitost $V_{\max}$ (%) <sup>b</sup>	7,0 (9,0)			
Mezní hodnoty teploty asfaltové směsi (°C) <sup>c</sup>	30/45 = 170 °C až 185 °C, 50/70 a 70/100 = 140 °C až 180 °C PMB 25/55-60 = 155 °C až 180 °C, PMB 45/80-65 = 155 °C až 180 °C			
Maximální podíl těžného kameniva ve směsi kameniva (%)	25 %		40 %	
Minimální obsah rozpustného pojiva $B_{\min}$ (% hm.) při objemové hm. směsi kameniva $\rho_d = 2,650 \text{ Mg/m}^3$ <sup>d</sup>	4,1	3,9	4,1	3,9
<p><sup>a</sup> Při různé objemové hmotnosti HDK a DDK (SDK) lze čáru zrnosti vyhodnocovat v % objemu.</p> <p><sup>b</sup> Mezerovitost zhuštěné asfaltové směsi se stanoví podle ČSN EN 13108-20 ed. 2:2018, tabulka B.1, řádek 3. Hodnoty v závorkách platí pro kontrolní zkoušky.</p> <p><sup>c</sup> Maximální teploty nesmí překročit uvedenou mezní teplotu na žádném místě obalovny.</p> <p><sup>d</sup> Minimální hodnota obsahu asfaltu uvedená v tabulce se násobí korekčním faktorem <math>\alpha = 2,650/\rho_d</math>, kde <math>\rho_d</math> je objemová hmotnost směsi kameniva v <math>\text{Mg/m}^3</math> stanovená podle ČSN EN 1097-6. Tato přepočtená hodnota se pak uvádí do zkoušky typu jako <math>B_{\min}</math>.</p>				





## Příloha č. 2 – tabulky Katalógové listy asfaltových změsí KLAZ 1/2019

### I/1 KATALÓGOVÝ LIST – ASFALTOVÝ BETÓN AC

<b>Druh asfaltové zmesi</b>	<b>ASFALTOVÝ BETÓN AC</b>		<b>Skúšobná norma</b>	
<b>Použitie vo vozovke</b>	<b>OBRUSNÁ VRSTVA <sup>1)</sup></b>			
<b>Kvalitatívna trieda asfaltové zmesi</b>	<b>I</b>			
<b>Trieda dopravného zaťaženia</b>	<b>I až VI</b>		<b>STN 73 6114</b>	
<b>Maximálne zrno kameniva v zmesi D<sub>max</sub> (mm)</b>	<b>11</b>	<b>16</b>		
<b>Zhutnenie skúšobných vzoriek Rázový zhutňovač (odkaz C.1.3) <sup>2)</sup></b>	<b>2 x 75</b>		<b>STN EN 12697-30</b>	
<b>POŽIADAVKY NA ZMES<sup>3)</sup></b>				
<b>Veľkosť sita (mm)</b>	<b>Kategória</b>	<b>Medzné prepady (%)</b>		<b>Skúšobná norma</b>
22,4		-	100	
16		100	90-100	
11,2		90-100	-	
8		-	55-75	
4		40-65	-	
2		20-45	20-45	
1		-	-	
0,50		10-33	10-29	
0,063		4-11	3-11	
<b>Minimálna medzerovitosť (%)</b>		<b>V<sub>min</sub></b>	<b>2,5</b>	
<b>Maximálna medzerovitosť (%)</b>	<b>V<sub>max</sub></b>	<b>4,5</b>		<b>STN EN 12697-8</b>
<b>Maximálna pomerná hĺbka vyjazdenej koľaje (%)</b>	<b>PRD<sub>AIR</sub></b>	<b>5,0</b>		<b>STN EN 12697-22+A1</b>
<b>Maximálny sklon vyjazdenej koľaje (mm na 10<sup>3</sup> zaťaž. cyklov)</b>	<b>WTS<sub>AIR</sub></b>	<b>0,10</b>		<b>STN EN 12697-22+A1</b>
<b>Minimálny pomer pevnosti v priečnom ťahu (%)</b>	<b>ITSR</b>	<b>80</b>		<b>STN EN 12697-12</b>
<b>Minimálny obsah spojiva <sup>4)</sup> (% hmot.)</b>	<b>B<sub>min</sub></b>	<b>5,4</b>	<b>5,2</b>	<b>STN EN 12697-1</b>
<b>Odporúčané druhy asfaltových spojív</b>	<b>Asfalty vyhovujúce požiadavkám uvedeným v tabuľke 2 týchto katalógových listov</b>			

<sup>1)</sup> Použije sa aj na zhotovenie obrusných vrstiev krytu vozoviek na mostoch.  
<sup>2)</sup> Pozri tabuľku C.1 STN EN 13108-20: 2016.  
<sup>3)</sup> Hodnoty pre návrh asfaltovej zmesi.  
<sup>4)</sup> Minimálny obsah asfaltu sa násobí korekčným súčiniteľom  $\alpha = 2650/\rho_s$ , kde  $\rho_s$  je objemová hmotnosť kameniva v Mg.m<sup>-3</sup> stanovená podľa STN EN 1097-6.



I/3 KATALÓGOVÝ LIST – ASFALTOVÝ BETÓN AC

Druh asfaltovej zmesi		ASFALTOVÝ BETÓN AC		Skúšobná norma
Použitie vo vozovke		LOŽNÁ VRSTVA		
Kvalitatívna trieda asfaltovej zmesi		I		
Trieda dopravného zaťaženia		I až VI		STN 73 6114
Maximálne zrnno kameniva v zmesi $D_{max}$ (mm)		16	22	
Zhutnenie skúšobných vzoriek Rázový zhutňovač (odkaz C.1.3) <sup>1)</sup>		2 x 75		STN EN 12697-30
<b>POŽIADAVKY NA ZMES<sup>2)</sup></b>				
Veľkosť sita (mm)	Kategória	Medzné prepady (%)		Skúšobná norma
31,5		-	100	STN EN 933-1
22,4		100	90-100	
16		90-100	-	
11,2		-	55-80	
8		50-75	-	
4		-	-	
2		20-45	18-40	
0,50		7-26	7-25	
0,063		3-11	3-10	
Minimálna medzerovitosť (%)		$V_{min}$	3,5	
Maximálna medzerovitosť (%)	$V_{max}$	6,0	7,0	STN EN 12697-8
Maximálna pomerná hĺbka vyjazdenej kofaje (%)	$PRD_{AIR}$	3,0		STN EN 12697-22+A1
Maximálny sklon vyjazdenej kofaje (mm na $10^3$ zaťaž. cyklov)	$WTS_{AIR}$	0,07		STN EN 12697-22+A1
Minimálny pomer pevností v priečnom ťahu (%)	ITSR	70		STN EN 12697-12
Minimálny obsah spojiva <sup>3)</sup> (% hmot.)	$B_{min}$	4,4	4,2	STN EN 12697-1
Odporúčané druhy asfaltových spojív	Asfalty vyhovujúce požiadavkám uvedeným v tabuľke 2 týchto katalógových listov			
<sup>1)</sup> Pozri tabuľku C.1 STN EN 13108-20: 2016.				
<sup>2)</sup> Hodnoty pre návrh asfaltovej zmesi.				
<sup>3)</sup> Minimálny obsah asfaltu sa násobí korekčným súčiniteľom $\alpha = 2650/\rho_b$ , kde $\rho_b$ je objemová hmotnosť kameniva v $Mg.m^{-3}$ stanovená podľa STN EN 1097-6.				



I/5 KATALÓGOVÝ LIST – ASFALTOVÝ BETÓN AC

Druh asfaltovej zmesi		ASFALTOVÝ BETÓN AC			Skúšobná norma
Použitie vo vozovke		HORNÁ PODKLADOVÁ VRSTVA			
Kvalitatívna trieda asfaltovej zmesi		I			
Trieda dopravného zaťaženia		I až VI			STN 73 6114
Maximálne zrno kameniva v zmesi $D_{max}$ (mm)		16	22	32	
Zhutnenie skúšobných vzoriek Rázový zhutňovač (odkaz C.1.3) <sup>1)</sup>		2 x 75			STN EN 12697-30
<b>POŽIADAVKY NA ZMES<sup>2)</sup></b>					
Veľkosť sita (mm)	Katégoria	Medzné prepady (%)			Skúšobná norma
45		-	-	100	STN EN 933-1
31,5		-	100	90-100	
22,4		100	90-100	-	
16		90-100	-	50-75	
11,2		-	55-80	-	
8		55-72	-	25-50	
4		-	-	-	
2		20-45	18-40	15-35	
0,50		7-26	7-25	5-20	
0,063		3-11	3-10	2-8	
Minimálna medzerovitosť (%)	$V_{min}$	4,0			STN EN 12697-8
Maximálna medzerovitosť (%)	$V_{max}$	7,0	8,0	9,0	STN EN 12697-8
Maximálna pomerná hĺbka vyjazdenej koľaje (%)	$PRD_{AIR}$	5,0			STN EN 12697-22+A1
Maximálny sklon vyjazdenej koľaje (mm na $10^3$ zaťaž. cyklov)	$WTS_{AIR}$	0,10			STN EN 12697-22+A1
Minimálny pomer pevností v priečnom ťahu (%)	ITSR	60			STN EN 12697-12
Minimálny obsah spojiva <sup>3), 4)</sup> (% hmot.)	$B_{min}$	4,2	4,0	3,8	STN EN 12697-1
Odporúčané druhy asfaltových spojív	Asfalty vyhovujúce požiadavkám uvedeným v tabuľke 2 týchto katalógových listov				
<sup>1)</sup> Pozri tabuľku C.1 STN EN 13108-20: 2016.					
<sup>2)</sup> Hodnoty pre návrh asfaltovej zmesi.					
<sup>3)</sup> Minimálny obsah asfaltu sa násobí korekčným súčiniteľom $\alpha = 2650/\rho_d$ , kde $\rho_d$ je objemová hmotnosť kameniva v $Mg.m^{-3}$ stanovená podľa STN EN 1097-6.					
<sup>4)</sup> Pri zmesiach s cestným asfaltom sa použije referenčná teplota pri zhutňovaní asfaltových zmesí podľa tabuľky 1 STN EN 12697-35.					



**I/7 KATALÓGOVÝ LIST – ASFALTOVÝ BETÓN AC**

Druh asfaltovej zmesi		ASFALTOVÝ BETÓN AC			Skúšobná norma
Použitie vo vozovke		OBRUSNÁ VRSTVA			
Kvalitatívna trieda asfaltovej zmesi		II			
Trieda dopravného zaťaženia		IV až VI			STN 73 6114
Maximálne zrno kameniva v zmesi $D_{max}$ (mm)		8	11	16	
Zhutnenie skúšobných vzoriek Rázový zhutňovač (odkaz C.1.3) <sup>1)</sup>		2 x 75			STN EN 12697-30
POŽIADAVKY NA ZMES <sup>2)</sup>					
Veľkosť sita (mm)	Kategória	Medzné prepady (%)			Skúšobná norma
22,4		-	-	100	STN EN 933-1
16		-	100	90-100	
11,2		100	90-100	-	
8		90-100	-	55-75	
4		60-80	40-65	-	
2		35-59	20-45	20-45	
1		20-45	-	-	
0,50		-	10-33	10-29	
0,063		4-11	4-11	3-11	
Minimálna medzerovitosť (%)		$V_{min}$	2,5		
Maximálna medzerovitosť (%)	$V_{max}$	4,5			STN EN 12697-8
Minimálne percento medzier v kamenive vyplnených asfaltom (%)	$VFB_{min}$	72			STN EN 12697-8
Maximálne percento medzier vyplnených asfaltom (%)	$VFB_{max}$	83	86		STN EN 12697-8
Minimálny pomer pevností v priečnom ťahu (%)	ITSR	70			STN EN 12697-12
Minimálny obsah spojiva <sup>3), 4)</sup> (% hmot.)	$B_{min}$	5,6	5,4	5,2	STN EN 12697-1
Odporúčané druhy asfaltových spojív	Asfalty vyhovujúce požiadavkám uvedeným v tabuľke 3 týchto katalógových listov				

<sup>1)</sup> Pozri tabuľku C.1 STN EN 13108-20: 2016.  
<sup>2)</sup> Hodnoty pre návrh asfaltovej zmesi.  
<sup>3)</sup> Minimálny obsah asfaltu sa násobí korekčným súčiniteľom  $\alpha = 2650/\rho_b$ , kde  $\rho_b$  je objemová hmotnosť kameniva v  $Mg.m^{-3}$  stanovená podľa STN EN 1097-6.  
<sup>4)</sup> Pri zmesiach s cestným asfaltom sa použije referenčná teplota pri zhutňovaní asfaltových zmesí podľa tabuľky 1 STN EN 12697-35.



**I/8 KATALÓGOVÝ LIST – ASFALTOVÝ BETÓN AC**

Druh asfaltovej zmesi		ASFALTOVÝ BETÓN AC		Skúšobná norma
Použitie vo vozovke		LOŽNÁ VRSTVA		
Kvalitatívna trieda asfaltovej zmesi		II		
Trieda dopravného zaťaženia		IV až VI		STN 73 6114
Maximálne zrno kameniva v zmesi $D_{max}$ .		16	22	
Zhutnenie skúšobných vzoriek Rázový zhutňovač (odkaz C.1.3) <sup>1)</sup>		2 x 75		STN EN 12697-30
POŽIADAVKY NA ZMES <sup>2)</sup>				
Veľkosť sita (mm)	Kategória	Medzné prepady (%)		Skúšobná norma
31,5		-	100	STN EN 933-1
22,4		100	90-100	
16		90-100	-	
11,2		-	55-80	
8		50-75	-	
4		-	-	
2		20-45	18-40	
0,50		7-26	7-25	
0,063		3-11	3-10	
Minimálna medzerovitosť (%)	$V_{min}$	4,0		STN EN 12697-8
Maximálna medzerovitosť (%)	$V_{max}$	6,0	7,0	STN EN 12697-8
Minimálne percento medzier v kamenive vyplnených asfaltom (%)	$VFB_{min}$	60		STN EN 12697-8
Maximálne percento medzier vyplnených asfaltom (%)	$VFB_{max}$	74	77	STN EN 12697-8
Minimálny pomer pevností v priečnom ťahu (%)	ITSR	70		STN EN 12697-12
Minimálny obsah spojiva <sup>3), 4)</sup> (% hmot.)	$B_{min}$	4,4	4,2	STN EN 12697-1
Odporúčané druhy asfaltových spojív	Asfalty vyhovujúce požiadavkám uvedeným v tabuľke 3 týchto katalógových listov			
<sup>1)</sup> Pozri tabuľku C.1 STN EN 13108-20: 2016. <sup>2)</sup> Hodnoty pre návrh asfaltovej zmesi. <sup>3)</sup> Minimálny obsah asfaltu sa násobí korekčným súčiniteľom $\alpha = 2650/\rho_s$ , kde $\rho_s$ je objemová hmotnosť kameniva v $Mg.m^{-3}$ stanovená podľa STN EN 1097-6. <sup>4)</sup> Pri zmesiach s cestným asfaltom sa použije referenčná teplota pri zhutňovaní asfaltových zmesí podľa tabuľky 1 STN EN 12697-35.				



**I/9 KATALÓGOVÝ LIST – ASFALTOVÝ BETÓN AC**

Druh asfaltovej zmesi		ASFALTOVÝ BETÓN AC			Skúšobná norma
Použitie vo vozovke		HORNÁ PODKLADOVÁ VRSTVA			
Kvalitatívna trieda asfaltovej zmesi		II			
Trieda dopravného zaťaženia		IV až VI			STN 73 6114
Maximálne zrno kameniva v zmesi $D_{max}$ .		16	22	32	
Zhutnenie skúšobných vzoriek Rázový zhutňovač (odkaz C.1.3) <sup>1)</sup>		2 x 75			STN EN 12697-30
<b>POŽIADAVKY NA ZMES<sup>2)</sup></b>					
Veľkosť síta (mm)	Kategória	Medzné prepady (%)			Skúšobná norma
45		-	-	100	STN EN 933-1
31,5		-	100	90-100	
22,4		100	90-100	-	
16		90-100	-	50-75	
11,2		-	55-80	-	
8		55-72	-	25-50	
4		-	-	-	
2		20-45	18-40	15-35	
0,50		7-26	7-25	5-20	
0,063		3-11	3-10	2-8	
Minimálna medzerovitosť (%)	$V_{min}$	4,0			STN EN 12697-8
Maximálna medzerovitosť (%)	$V_{max}$	7,0	8,0	9,0	STN EN 12697-8
Minimálne percento medzier v kamenive vyplnených asfaltom (%)	$VFB_{min}$	55	55	50	STN EN 12697-8
Maximálne percento medzier vyplnených asfaltom (%)	$VFB_{max}$	71	71	68	STN EN 12697-8
Minimálny pomer pevností v priečnom ťahu (%)	ITSR	60			STN EN 12697-12
Minimálny obsah spojiva <sup>3), 4)</sup> (% hmot.)	$B_{min}$	4,2	4,0	3,8	STN EN 12697-1
Odporúčané druhy asfaltových spojív	Asfalty vyhovujúce požiadavkám uvedeným v tabuľke 3 týchto katalógových listov				
<sup>1)</sup> Pozri tabuľku C.1 STN EN 13108-20: 2016. <sup>2)</sup> Hodnoty pre návrh asfaltovej zmesi. <sup>3)</sup> Minimálny obsah asfaltu sa násobí korekčným súčiniteľom $\alpha = 2650/\rho_s$ , kde $\rho_s$ je objemová hmotnosť kameniva v $Mg.m^{-3}$ stanovená podľa STN EN 1097-6. <sup>4)</sup> Pri zmesiach s cestným asfaltom sa použije referenčná teplota pri zhutňovaní asfaltových zmesí podľa tabuľky 1 STN EN 12697-35.					



## Příloha 3 – tabulky Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych, WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne

**Tabela 6. Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza do betonu asfaltowego do warstwy podbudowy**

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]									
	AC 16 P KR1÷2		AC 22 P KR1÷2		AC 16 P KR3÷7		AC 22 P KR3÷7		AC 32 P KR3÷7	
Wymiar sита #, [mm]	od	do	od	do	od	do	od	do	od	do
45	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-
31,5	-	-	100	-	-	-	100	-	90	100
22,4	100	-	90	100	100	-	90	100	65	90
16	90	100	65	93	90	100	65	90	-	-
11,2	70	92	-	-	65	85	-	-	-	-
8	50	85	42	72	50	76	42	68	33	53
2	25	50	15	45	25	50	15	45	10	40
0,125	5	13	5	13	5	12	4	12	4	12
0,063	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	8,0	4,0	8,0	3,0	7,0
Zawartość lepiszcza	$B_{min 4,4}$		$B_{min 4,2}$		$B_{min 4,2}$		$B_{min 4,0}$		$B_{min 3,8}$	

**Tabela 7. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy podbudowy, KR1÷2**

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki	
			AC 16 P	AC 22 P
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{min 4,0}$ $V_{max 8,0}$	$V_{min 4,0}$ $V_{max 8,0}$
Wolne przestrzenie wypełnione lepiszczem	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 5	$VFB_{min 50}$ $VFB_{max 74}$	$VFB_{min 50}$ $VFB_{max 74}$
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 5	$VMA_{min 14}$	$VMA_{min 14}$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, lecz przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>a)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR_{70}$	$ITSR_{70}$
<sup>a)</sup> ujednoliconą procedurę badania odporności na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1				



**Tabela 8. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy podbudowy, KR3÷4**

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki		
			AC 16 P	AC 22 P	AC 32 P
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2 × 75 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{\min} 4,0$ $V_{\max} 7,0$	$V_{\min} 4,0$ $V_{\max} 7,0$	$V_{\min} 4,0$ $V_{\max} 7,0$
Odporność na deformacje trwałe <sup>a,c)</sup>	C.1.20, wałowanie, $P_{98}-P_{100}$	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C, 10 000 cykli	$WTS_{AIR} 0,30$ $PRD_{AIR} 9,0$	$WTS_{AIR} 0,30$ $PRD_{AIR} 9,0$	$WTS_{AIR} 0,30$ $PRD_{AIR} 9,0$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, lecz przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>b)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR 70$	$ITSR 70$	$ITSR 70$
<sup>a)</sup> grubość płyty: AC 16 - 60 mm, AC 22 - 60 mm, AC 32 - 80 mm <sup>b)</sup> ujednoliconą procedurę badania odporności na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1 <sup>c)</sup> procedurę kondycjonowania krótkoterminowego mma przed zagęszczeniem próbek do badań podano w załączniku 2					

**Tabela 9. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy podbudowy, KR5÷7**

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki		
			AC 16 P	AC 22 P	AC 32 P
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2 × 75 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{\min} 4,0$ $V_{\max} 7,0$	$V_{\min} 4,0$ $V_{\max} 7,0$	$V_{\min} 4,0$ $V_{\max} 7,0$
Odporność na deformacje trwałe <sup>a,c)</sup>	C.1.20, wałowanie, $P_{98}-P_{100}$	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C, 10 000 cykli	$WTS_{AIR} 0,15$ $PRD_{AIR} 7,0$	$WTS_{AIR} 0,15$ $PRD_{AIR} 7,0$	$WTS_{AIR} 0,15$ $PRD_{AIR} 7,0$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, lecz przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>b)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR 70$	$ITSR 70$	$ITSR 70$
<sup>a)</sup> grubość płyty: AC 16- 60 mm, AC 22- 60 mm, AC 32- 80 mm <sup>b)</sup> ujednoliconą procedurę badania odporności na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1 <sup>c)</sup> procedurę kondycjonowania krótkoterminowego mma przed zagęszczeniem próbek do badań podano w załączniku 2					





**Tabela 11. Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz zawartość lepiszcza do betonu asfaltowego do warstw wiążącej i wyrównawczej**

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]							
	AC 11 W KR1÷2		AC 16 W KR1÷2		AC 16 W KR3÷7		AC 22 W KR3÷7	
Wymiar sita #, [mm]	od	do	od	do	od	do	od	Do
31,5	-	-	-	-	-	-	100	-
22,4	-	-	100	-	100	-	90	100
16	100	-	90	100	90	100	65	90
11,2	90	100	65	80	70	90	-	-
8	60	85	-	-	55	80	45	70
2	30	55	25	55	25	50	20	45
0,125	6	24	5	15	4	12	4	12
0,063	3,0	8,0	3,0	8,0	4,0	10,0	4,0	10,0
Zawartość lepiszcza	$B_{min\ 4,8}$		$B_{min\ 4,6}$		$B_{min\ 4,6}$		$B_{min\ 4,4}$	

**Tabela 12. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstw wiążącej i wyrównawczej, KR1÷2**

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki	
			AC 11 W	AC 16 W
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{min\ 3,0}$ $V_{max\ 6,0}$	$V_{min\ 3,0}$ $V_{max\ 6,0}$
Wolne przestrzenie wypełnione lepiszczem	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 5	$VFB_{min\ 65}$ $VFB_{max\ 80}$	$VFB_{min\ 60}$ $VFB_{max\ 80}$
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 5	$VMA_{min\ 14}$	$VMA_{min\ 14}$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>a)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR\ 80$	$ITSR\ 80$
<sup>a)</sup> ujednoliconą procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1				



**Tabela 13. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstw wiążącej i wyrównawczej, KR3÷4**

Właściwość	Warunki zagęszczenia wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki	
			AC 16 W	AC 22 W
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2 × 75 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{min} 4,0$ $V_{max} 7,0$	$V_{min} 4,0$ $V_{max} 7,0$
Odporność na deformacje trwałe <sup>a,c)</sup>	C.1.20, wałowanie, $P_{98}$ - $P_{100}$	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C, 10 000 cykli	$WTS_{AIR} 0,15$ $PRD_{AIR} 7,0$	$WTS_{AIR} 0,15$ $PRD_{AIR} 7,0$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>b)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR_{80}$	$ITSR_{80}$

<sup>a)</sup> grubość płyty: AC 16 - 60 mm, AC 22 - 60 mm  
<sup>b)</sup> ujednoliconą procedurę badania odporności na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1  
<sup>c)</sup> procedurę kondycjonowania krótkoterminowego mma przed formowaniem próbek do badań podano w załączniku 2

**Tabela 14. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstw wiążącej i wyrównawczej, KR5÷7**

Właściwość	Warunki zagęszczenia wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki	
			AC 16 W	AC 22 W
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2 × 75 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{min} 4,0$ $V_{max} 7,0$	$V_{min} 4,0$ $V_{max} 7,0$
Odporność na deformacje trwałe <sup>a,c)</sup>	C.1.20, wałowanie, $P_{98}$ - $P_{100}$	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C, 10 000 cykli	$WTS_{AIR} 0,10$ $PRD_{AIR} 5,0$	$WTS_{AIR} 0,10$ $PRD_{AIR} 5,0$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>b)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR_{80}$	$ITSR_{80}$

<sup>a)</sup> grubość płyty: AC16 - 60 mm, AC22 - 60 mm  
<sup>b)</sup> ujednoliconą procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1  
<sup>c)</sup> procedurę kondycjonowania krótkoterminowego mma przed zagęszczeniem próbek do badań podano w załączniku 2



**Tabela 16. Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz zawartość lepiszcza do betonu asfaltowego do warstwy ścieralnej, KR1÷2**

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]					
	AC 5 S KR1÷2		AC 8 S KR1÷2		AC 11 S KR1÷2	
Wymiar sita #, [mm]	od	do	od	do	od	Do
16	-	-	-	-	100	-
11,2	-	-	100	-	90	100
8	100	-	90	100	70	90
5,6	90	100	70	90	-	-
2	40	65	45	60	30	55
0,125	8	22	8	22	8	20
0,063	6,0	14,0	6,0	14,0	5,0	12,0
Zawartość lepiszcza	$B_{\min 6,2}$		$B_{\min 6,0}$		$B_{\min 5,8}$	

**Tabela 17. Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz zawartość lepiszcza do betonu asfaltowego do warstwy ścieralnej, KR3÷6**

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]			
	AC 8 S KR3÷6		AC 11 S KR3÷6	
Wymiar sita #, [mm]	od	do	od	Do
16	-	-	100	-
11,2	100	-	90	100
8	90	100	60	90
5,6	60	80	48	75
4,0	48	60	42	60
2	40	55	35	50
0,125	8	22	8	20
0,063	5,0	12,0	5,0	11,0
Zawartość lepiszcza	$B_{\min 5,8}$		$B_{\min 5,8}$	



**Tabela 18. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy ścieralnej KR1÷2**

Właściwość	Warunki zagęszczenia wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki		
			AC 5 S	AC 8 S	AC 11 S
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{min} 1,0$ $V_{max} 3,0$	$V_{min} 1,0$ $V_{max} 3,0$	$V_{min} 1,0$ $V_{max} 3,0$
Wolne przestrzenie wypełnione lepiszczem	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 5	$VFB_{min} 75$ $VFB_{max} 93$	$VFB_{min} 75$ $VFB_{max} 93$	$VFB_{min} 75$ $VFB_{max} 93$
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej	C.1.2, ubijanie, 2 × 50 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 5	$VMA_{min} 14$	$VMA_{min} 14$	$VMA_{min} 14$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>a)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR_{90}$	$ITSR_{90}$	$ITSR_{90}$
<sup>a)</sup> ujednoliconą procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1					

**Tabela 19. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy ścieralnej, KR3÷4**

Właściwość	Warunki zagęszczenia wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki	
			AC 8 S	AC 11 S
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2 × 75 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{min} 2,0$ $V_{max} 4,0$	$V_{min} 2,0$ $V_{max} 4,0$
Odporność na deformacje trwałe <sup>a,c)</sup>	C.1.20, wałowanie, $P_{98}-P_{100}$	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C, 10 000 cykli	$WTS_{AIR} 0,15$ $PRD_{AIR} 9,0$	$WTS_{AIR} 0,15$ $PRD_{AIR} 9,0$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>b)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR_{90}$	$ITSR_{90}$
<sup>a)</sup> grubość płyty: AC 8 - 40 mm, AC 11 - 40 mm				
<sup>b)</sup> ujednoliconą procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1				
<sup>c)</sup> procedurę kondycjonowania krótkoterminowego mma przed zagęszczeniem próbek do badań podano w załączniku 2				



**Tabela 20. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy ścieralnej, KR5÷6**

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymiar mieszanki	
			AC 8 S	AC 11 S
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.3, ubijanie, 2 × 75 uderzeń	PN-EN 12697-8, pkt 4	$V_{min} 2,0$ $V_{max} 4,0$	$V_{min} 2,0$ $V_{max} 4,0$
Odporność na deformacje trwałe <sup>a,c)</sup>	C.1.20, wałowanie, $P_{98}-P_{100}$ ,	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C, 10 000 cykli	$WTS_{AIR 0,10}$ $PRD_{AIR 7,0}$	$WTS_{AIR 0,10}$ $PRD_{AIR 7,0}$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 uderzeń	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania <sup>b)</sup> , badanie w 25°C	$ITSR_{90}$	$ITSR_{90}$
Współczynnik Luminancji	-	Zgodnie z załącznikiem 4.	$Q_d \geq 70^d$ $Q_d \geq 90^e$	$Q_d \geq 70^d$ $Q_d \geq 90^e$

<sup>a)</sup> grubość płyty: AC8 - 40 mm, AC11 - 40 mm  
<sup>b)</sup> ujednoliconą procedurę badania wrażliwości na działanie wody z jednym cyklem zamrażania podano w załączniku 1  
<sup>c)</sup> procedurę kondycjonowania krótkoterminowego mma przed zagęszczeniem próbek do badań podano w załączniku 2  
<sup>d)</sup> wymaganie dotyczy nawierzchni wykonywanych w terenie otwartym  
<sup>e)</sup> wymaganie dotyczy nawierzchni wykonywanych w tunelach