

# PERVIA

## Vozovky a zpevněné plochy z drenážního betonu

---

### Technologický předpis dle PTN – F – 11/19

Datum vypracování: 14.10.2021

Ruší a nahrazuje: -

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Daniel Šmíd".

.....  
Ing Daniel Šmíd  
Produktový specialista



## **Obsah**

1. Předmět technologického předpisu .....	5
2. Citované dokumenty .....	5
3. Termíny a definice, značky a označování .....	6
4. Základní informace o drenážním betonu PERVIA .....	6
4.1 Popis.....	6
4.2 Princip drenážních vozovek.....	6
4.3 Hospodaření s dešťovou vodou.....	7
4.3.1 Zadržovací a retenční nádrže.....	7
4.3.2 Přirozené čištění dešťových vod.....	7
4.3.3 Stromy a zeleň součástí vozovky a zpevněných ploch.....	8
4.3.4 Vliv na teplotu okolí.....	8
4.3.5 Odolnost vůči mrazu .....	8
5. Vlastnosti směsi PERVIA.....	9
5.1 Všeobecně.....	9
5.2 Klasifikace betonu PERVIA podle pevnosti v tlaku.....	9
5.3 Mezerovitost.....	10
5.4 Objemová hmotnost.....	10
5.5 Mrazuvzdornost .....	10
5.6 Vodopropustnost .....	11
6. Výroba a doprava čerstvé směsi.....	11
6.1 Konzistence směsí drenážního betonu PERVIA.....	11
6.1.1 Metody hodnocení konzistence směsí:.....	12
a) Stlačení v dlani .....	12
b) Sednutí kužele.....	13
7. Stavební práce.....	13
7.1 Příprava a plánování.....	13
7.1.1 Plánování stavby .....	13
7.1.2 Materiál a vybavení.....	13
7.1.3 Zrání a ošetřování .....	14
7.1.4 Zařízení pro hutnění a úpravu povrchu.....	14
8. Obecná pravidla návrhu drenážních vozovek.....	15
8.2 Spády a svahování.....	15
8.3 Obrubníky .....	15

8.4	Podklad a Podloží .....	15
8.5	Tloušťka vozovky.....	16
8.6	Úložná kapacita vody.....	16
9.	Realizace drenážního betonu.....	17
9.1	Klimatické podmínky .....	17
9.2	Příprava staveniště .....	17
9.2.1	Vyrovnání podloží (odtěžení a doplňování).....	17
9.2.2	Kontrola vlhkosti a teploty podkladu.....	18
9.3	Přípravy před pokládkou .....	18
9.3.1	Podklad/Podloží.....	18
9.4	Pokládka drenážního betonu.....	19
9.4.1	Připravenost .....	19
9.4.2	Přidávání vody .....	19
9.4.3	Postup provádění .....	19
10.	Údržba a čištění vozovek z drenážního betonu.....	24
10.1	Rozmrazovací chemie a inertní posypy.....	24
10.2	Mechanické odstraňování ledu .....	25
11.	Řešení problémů .....	25
11.1	Ztráta soudržnosti - drolení.....	25
12.	Hodnocení shody .....	26
12.1	Kontrolní zkoušky.....	26
13.	ŘÍZENÍ VÝROBY.....	27

## 1. Předmět technologického předpisu

Tato podniková norma stanovuje zásady pro výrobu a pokládku vodopropustných směsí stmelených hydraulickými pojivy podle ČSN EN 14227-1 o třídách pevnosti C16/20 a vyšších, určených pro krytové vrstvy vozovek. Struktura a koncepce této podnikové normy vychází z ČSN 73 6124-1.

Pro vodopropustné směsi stmelené hydraulickými pojivy, určených k realizaci vozovek, se v zahraničí používá název Pervious Concrete – propustný beton.

Směsi stmelené hydraulickými pojivy podle ČSN EN 14227-1 nespádají svým určením pro použití ve stavbách do režimu zákona 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, protože na tyto směsi se nevztahuje nařízení vlády č. 163/2002 Sb.1), ani nařízení evropského parlamentu a rady (EU) č. 305/20112).

### POZNÁMKY:

- 1) Směsi stmelené hydraulickými pojivy nejsou obsaženy v seznamu výrobků s vyznačením postupů posouzení shody příslušného nařízení vlády.
- 2) ČSN EN 14227-1 není harmonizovaná.

## 2. Citované dokumenty

- ČSN EN 197-1 ed. 2 Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití
- ČSN EN 933-8+A1 Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 8: Posouzení jemných částic - Zkouška ekvivalentu písku
- ČSN EN 1097-5 Zkoušení mechanických a fyzikálních vlastností kameniva - Část 5: Stanovení vlhkosti sušením v sušárně
- ČSN EN 12390 Zkoušení ztvrdlého betonu
- ČSN EN 12620+A1 Kamenivo do betonu
- ČSN EN 13242+A1 Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace
- ČSN EN 13286-41 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy - Část 41: Zkušební metoda pro stanovení pevnosti v tlaku směsí stmelených hydraulickými pojivy
- ČSN EN 13286-42 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy - Část 42: Zkušební metoda pro stanovení pevnosti v příčném tahu směsí stmelených hydraulickými pojivy
- ČSN EN 13286-45 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy - Část 45: Zkušební metoda pro stanovení doby zpracovatelnosti směsí stmelených hydraulickými pojivy
- ČSN EN 13863-1 Cementobetonové kryty - Část 1: Zkušební metoda pro stanovení tloušťky cementobetonového krytu měřením na místě
- ČSN EN 14188-1 Zálivky a vložky do spár - Část 1: Specifikace pro zálivky za horka
- ČSN EN 14188-2 Zálivky a vložky do spár - Část 2: Specifikace pro zálivky za studena
- ČSN EN 14188-3 Zálivky a vložky do spár - Část 3: Specifikace pro těsnící profily do spár
- ČSN EN 14227-1 Směsi stmelené hydraulickými pojivy - Specifikace - Část 1: Směsi z kameniva stmelené cementem
- ČSN EN 14227-4 Směsi stmelené hydraulickými pojivy - Specifikace - Část 4: Popílký pro směsi stmelené hydraulickými pojivy
- ČSN EN 15167-1 Mletá granulovaná vysokopepční struska pro použití do betonu, malty a injektážní malty - Část 1: Definice, specifikace a kritéria shody
- ČSN CEN ISO/TS 17892-12 Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 12: Stanovení konzistenčních mezí
- ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování
- ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy - Provádění a kontrola shody
- ČSN 73 6123-1 Stavba vozovek - Cementobetonové kryty - Část 1: Provádění a kontrola shody
- ČSN 73 6124-1 Stavba vozovek – Vrstvy ze směsí stmelených hydraulickými pojivy – Část 1: Provádění a kontrola shody

ČSN 73 6129 Stavba vozovek - Postřiky a nátěry  
ČSN 73 6130 Stavba vozovek - Kalové vrstvy  
ASTM C1688-14: Density and Void Content of Freshly Mixed Pervious Concrete  
ASTM C 1701-09: Infiltration Rate of In-Place Pervious Concrete

### **3. Termíny a definice, značky a označování**

Pro účely této normy se používají tyto termíny a definice:

**Vodopropustný beton Pervia** je směs vyrobená podle PTN-F-11/19

V technické dokumentaci se při označování uvede: obchodní značka; třída pevnosti v tlaku ( $R_c$ ) podle ČSN EN 12390-3, mezerovitost podle PTN-F-11/19; tloušťka vrstvy v mm; označení a číslo této podnikové normy.

**PŘÍKLAD:** Drenážní beton Pervia frakce 4/8 mm, třídy pevnosti C15/20 v tloušťce 200 mm, odpovídající této podnikové normě se označí: *Pervia 20, MEZ 20; 200 mm; PTN – F – 10/19.*

## **4. Základní informace o drenážním betonu PERVIA**

### **4.1 Popis**

Drenážní beton Pervia je směs cementu, kameniva, vody, příměsí a speciálních přísad. PERVIA obsahuje malé množství nebo vůbec žádný písek a někdy je nazýván betonem bez jemných částic. Cement, voda a speciální přísady vytváří v drenážním betonu pastu, která při správném ztuhnutí rovnoměrně pojí jednotlivé částice kameniva. Použitím optimalizovaného a vyváženého množství jednotlivých složek je docíleno vytvoření mezerovitého systému, který propouští vodu skrz konstrukci. Množství cementové pasty nesmí přesahovat stanovenou míru, aby nedocházelo k ucpání volného prostoru mezi kamenivem a zůstala zachována propustnost. Směs Pervia by měla dosahovat 15% až 25% mezerovitosti. Poměr odvodnění drenážní vozovky se liší podle velikosti kameniva a hustoty směsi. Obecně se míra propustnosti pohybuje v rozmezí od 100 do 500 l/min/m<sup>2</sup>.



**Obrázek 1.** Beton PERVIA umožňuje díky vysoké odpropustnosti zachovat přirozené vlhkostní charakteristiky krajiny.

Beton PERVIA je možné použít k provádění vozovek místních obslužných komunikací, účelových komunikací, parkovacích a odstavných ploch s maximálním dopravním zatížením třídy V (podle ČSN 73 6114) a za předpokladu maximální pojezdové rychlosti 50 km/h.

### **4.2 Princip drenážních vozovek**

Současný klimatický vývoj s častějším projevem intenzivních dešťových srážek vyžaduje odlišný přístup hospodaření s dešťovou vodou. Realizace drenážních ploch a vozovek pomocí betonů PERVIA je jedna z nejefektivnějších způsobů zpracování a hospodaření s dešťovou vodou tak, aby se redukoval odtok vody z místa spadu a zároveň co nejvíce snižovalo riziko znečištění vod.

## 4.3 Hospodaření s dešťovou vodou

### 4.3.1 Zadržovací a retenční nádrže

Nepropustné povrchy klasických vozovek neumožňují dešťové vodě průchod. Tyto povrchy musí mít spád k docílení řádného odvodnění do kanalizačního systému. Efektivnějším řešením je použití drenážního betonu, který není potřeba spádovat a v celé ploše umožňuje dešťové vodě prostoupit rovnou do půdy tam, kde srážky spadnou. Terminologie používaná k popsání vlastností zadržovacích a retenčních nádrží je často zaměnitelná. Zadržovací nádrže jsou nádrže, které mají zadržet odtok dešťové vody po danou minimální dobu (např. 24 hodin) a umožnit znečišťujícím látkám, aby se usadily. Na rozdíl od retenčních nádrží se v nich dlouhodobě nenachází velké množství vody. Retenční nádrže se chovají odlišně, protože mají určitou hladinu vody po celý rok (nebo alespoň v období dešťů). Drenážní beton může být použit jako klasická vozovka, např. stejně jako z dlaždic, betonu nebo asfaltu, nicméně systém drenážního betonu nabízí vlastnosti umožňují jej použít jako zadržovací zvlahovací systém.



Obrázek 2. Beton Pervia použitý na parkovišti

Systém podzemní dešťové kanalizace znamená nemalé náklady při projektování a realizaci. Spojení systému dešťové vody a parkoviště do jednoho celku dokáže developerovi ušetřit nemalé náklady. Klasické nádrže na dešťovou vodu mohou být navrženy jako zadržovací nebo retenční nádrže, jsou tedy buď neustále plné vody nebo suché v období mezi bouřkami. V případě projektování s drenážním betonem by měl být brán v potaz pouze zadržovací koncept systému. Díky tomu, že srážky mohou protéct systémem vozovky přímo do půdy pod ní, lze celou oblast využít jako zadržovací systém, který by mohl snížit nebo zcela eliminovat potřebu výstavby dalších odvodňovacích systémů.



Obrázek 3. Retenční nádrž

U takových projektů je nutné, aby byla vozovka schopná rychle umožnit prosáknutí srážek i při silných bouřkách. Obecný návrh zadržovacího systému je 300 mm drenážního betonu a 300 mm vrstvy podkladního kameniva. Vrstva kameniva představuje zadržovací prostor, který sbírá dešťovou vodu pronikající drenážním betonem. Voda se tím dostává do spodních vrstev půdy rychlostí, která závisí na propustnosti samotné půdy.

Aby se oddělila vrstva kameniva od podloží, lze použít netkanou geotextilii nebo filtrační vrstvu z jemného kameniva. Povrch správně navrženého a zhotoveného zadržovacího systému z drenážního betonu by měl být suchý relativně brzy po bouřce, kdy je dešťová voda dočasně zadržena ve vrstvě kameniva, odkud postupně vsakuje do podkladu.

Vlhkost podkladních vrstev také účinně snižuje teplotu povrchu vozovky díky ochlazování z vypařování. Co se týká povrchů ploch vystavených padajícímu listí nebo jiných nečistot z okolí, ty by měly být dle potřeby čištěny vhodným způsobem, např. vysátím nebo tlakovým čištěním z povrchu vozovek, aby byly zachovány vodopropustné vlastnosti těchto ploch.

### 4.3.2 Přirozené čištění dešťových vod

Na povrchu parkovišť se usazují znečišťující látky z vozidel a jiných zdrojů ve formě uhlovodíků a těžkých kovů, jež jsou výrazným zdrojem znečištění vody. Na běžném parkovišti teče znečištěná voda dále do kanalizace, případně potoků, řek a jezer. Systém drenážního betonu tyto znečišťující látky zachycuje a umožňuje čisté vodě se dostat skrz vozovku do půdních vrstev pod ní. Drenážní beton, podložní šterková vrstva a půda v podloží vodu filtruje a nakládá se srážkami stejně, jako by to oblast činila sama, pokud by tam nebylo vybudováno žádné parkoviště. Dešťová voda prostupující jednotlivými vrstvami je filtrována a



čištěna přirozeným procesem mikrobiální konverze uhlovodíků. Navíc je srážková voda rozptýlena rovnoměrně po celé ploše parkoviště, namísto koncentrace u výtokových oblastí. Tento systém přibližuje vlhkostní podmínky krajiny k přirozenému stavu.

### 4.3.3 Stromy a zeleň součástí vozovky a zpevněných ploch

Klasické vozovky nepropustí vodu ani vzduch ke kořenům stromů a zejména obce se již řídí opatřením, zakazujícím výstavbu nepropustných povrchů poblíž stromů. To však bývá komplikované v místech s omezeným prostorem, kde jsou stromy v rámci chodníků nebo poblíž silnic, parkovišť nebo jiných pevných povrchů. Právě drenážní beton je praktické řešení pro pokládku tvrdých povrchů. Umožňuje totiž dešťovým srážkám a vzduchu propustnost skrz vozovku ke kořenům. Nezanedbatelným přínosem je pak také výrazné snížení spotřeby pitné vody pro zavlažování.

### 4.3.4 Vliv na teplotu okolí

Měření ukazuje, že teploty v obytných zónách a v centrech měst jsou vyšší až o 5 °C, především díky tmavým střechám a teplotně jímavým povrchům. Teplotně jímavé povrchy zároveň fungují jako tepelné baterie, které udržují v noci teplotu až o 10 °C vyšší oproti normálu. Takto vznikající „tepelné ostrovy“ se stoupajícím teplým vzduchem vytváří tzv. tepelnou střechu, čím ještě více snižují objem srážek v těchto oblastech. Výzkum ukázal, že použití světlejších a teplo odrážejících materiálů pro střechy a vozovky spolu s plánováním výsadby zeleně by mohlo snížit průměrnou letní teplotu v některých městech až o 2,8 °C, čímž by se snížila spotřeba na provoz klimatizací až o 18 %. Takto výrazné snížení spotřeby energií má v globálním měřítku nezanedbatelný ekologický vliv.



Obrázek 4. Světlý odstín betonu snižuje absorpci slunečního záření

Drenážní beton absorbuje a akumuluje méně tepla než konvenční hutné a nepropustné povrchy. Světlejší barva (zvýšený index míry odrazivosti) některých povrchů z drenážního betonu odráží světelné paprsky, zatímco pórovitá struktura propouští chladnější teplotu zeminy zespodu a spolu s odpařováním vody ochlazuje povrch. Tyto faktory umožňují drenážním betonovým vozovkám přiblížit se k vlastnostem přírodních povrchů také v oblasti pohlcování tepla s ovlivněním teploty okolí.

### 4.3.5 Odolnost vůči mrazu

Obecně jsou obavy z použití drenážních betonů v podmínkách se střídavým působením mrazu a tání. V případě, že je vozovka navržena a provedena správně a podkladní vrstvy jsou v odpovídající tloušťce, není problém s drenážním betonem v těchto podmínkách. Drenážní vozovka umožňuje tání a odtok vody skrz vozovku tak, že ji mráz neovlivní. Pojivová složka – cementová pasta betonu PERVIA je vyráběná jako provzdušněná mrazuvzdorná směs.



Obrázek 5. Betony Pervia vynikají vysokou mrazuvzdorností



## 5. Vlastnosti směsi PERVIA

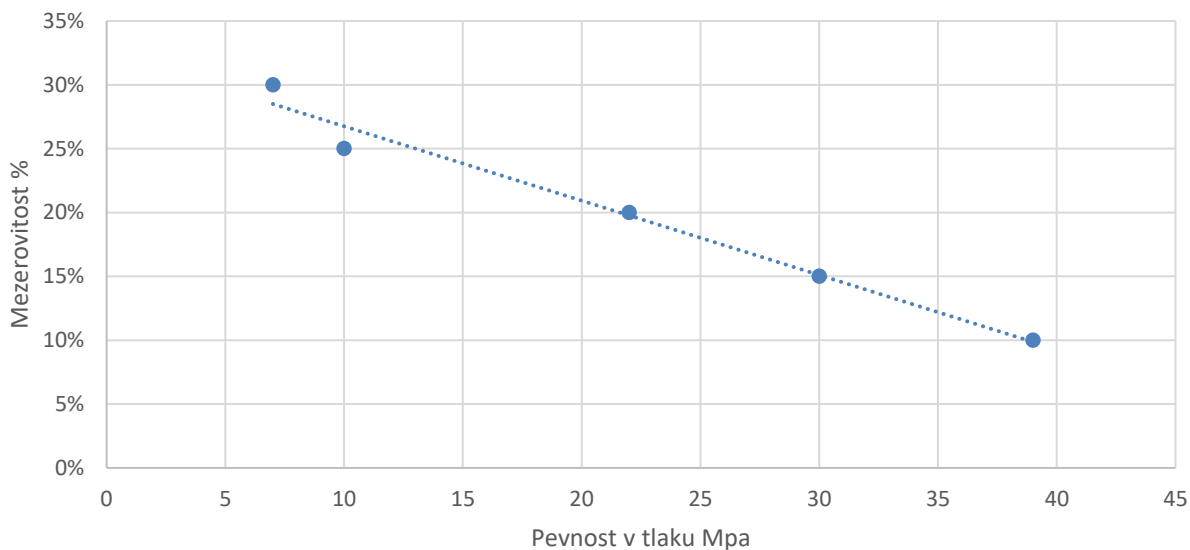
### 5.1 Všeobecně

Zhotovení konstrukčních vrstev z drenážního betonu PERVIA se řídí požadavky na použití směsí stmelených hydraulickými pojivy typu 4 podle ČSN EN 14227-1. U čerstvě vyrobené směsi se musí deklarovat poměr vstupních materiálů vyjádřený v procentech celkové suché hmotnosti směsi, zrnitost směsi kameniva a laboratorní suchá objemová hmotnost.

### 5.2 Klasifikace betonu PERVIA podle pevnosti v tlaku

Pevnost v tlaku u betonů PERVIA je v přímé závislosti na hodnotě mezerovitosti. Pevnost v tlaku se zkouší podle ČSN EN 12390-3. Pevnosti v tlaku a návrhové parametry směsí Pervia podle této podnikové normy jsou uvedeny v grafu č.1. Standardně vyráběné směsi viz. tabulka 1.

Graf č.1 – pevnosti v tlaku  $R_c$  v závislosti na mezerovitosti



Tabulka 1 - třídy pevnosti v tlaku a technické parametry směsi PERVIA

Obchodní název	Minimální hodnoty $R_c$ (MPa)	Poissonova čísla	Pevnosti v tahu za ohybu (MPa)	Konzistence	Objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	Mezerovitost %
PERVIA 10, MEZ 25	10	0,2	1,0	S3	1900-2050	25
PERVIA 20, MEZ 20	20	0,2	2,0	S3	2000-2100	20
PERVIA 30, MEZ 15	30	0,2	3,0	S3	2050-2150	15

Vlastnost	Hodnota	Poznámka
Doba zpracovatelnosti*	90 min	při zpracování po této době dochází ke zhoršení konečných vlastností
Maximální zrnitost	8 mm	
Reakce na oheň	A1	Nehořlavý stavební materiál
Mrazuvzdornost	25 cyklů	dle ČSN 731322

\* při teplotě 25°C, 65% vlhkosti vzduchu

Používají se zkušební tělesa tvaru krychle o rozměru 150 x 150 mm, zhotovená podle ČSN EN 12350-1.

Při návrhu směsi je možno kromě pevnosti v tlaku stanovit pro potřeby kontrolních zkoušek i pevnost v příčném tahu podle ČSN EN 12390-5

Při průkazných zkouškách musí být dosažena hodnota pevnosti v tlaku minimálně o 10 % vyšší, než je pevnost v tlaku podle tabulky č.3.

### 5.3 Mezerovitost

Mezerovitost směsí Pervia je posuzována výpočtovou metodou na základě parametrů použitých surovin a objemové hmotnosti zkušební tělesa tvaru krychle o rozměru 150 x 150 mm, zhotoveného podle ČSN EN 12350-1. Mezerovitost směsi je navrhována na základě výpočtu objemu jednotlivých složek směsi ve zhuštěném stavu.

Při průkazných zkouškách musí být dosažena hodnota mezerovitosti v toleranci +- 3 % od návrhové hodnoty. Betonová směs Pervia je vyráběná s mezerovitostí 15, 20 a 25%.

Výpočet mezerovitosti:

$$M = Mr - \Delta\rho$$

M.... mezerovitost (%)

Mr.... Mezerovitost receptury (%)

$\Delta\rho$ .... Rozdíl objemových hmotností receptury a skutečného vzorku (%)

$$Mr = (\Sigma r - O_w) / 1000$$

$\Sigma r$ .... součet objemu všech složek směsi (dm<sup>3</sup>)

$O_w$ .... Odpar 40% vlhkosti (dm<sup>3</sup>)

1000... objem m<sup>3</sup> (dm<sup>3</sup>)

### 5.4 Objemová hmotnost

Laboratorní srovnávací objemová hmotnost se stanovuje podle ČSN EN 12390-7 na tělesech zhotovených podle ČSN EN 12350-1. Zkušební forma je plněná čerstvou směsí ve třech hutněných vrstvách. Hutnění je prováděno na každou vrstvu 5 údery hutnicí deskou rozměru 120x120 mm. Povrch směsi je ve zkušební formě zarovnan a uhlazen tak, aby nedošlo k ucpání povrchových mezer mezi zrný kameniva.

POZNÁMKA: Zvolená metodika se musí pro danou směs zachovat v celém postupu zkoušek. Optimální vlhkost se musí stanovit tak, aby bylo umožněno hutnění na stavbě a aby bylo dosaženo optimálních mechanických vlastností směsi. Vlhkost směsi viz. 6

### 5.5 Mrazuvzdornost

Zkoušení mrazuvzdornosti drenážních betonů probíhá dle ČSN 731322 na zkušebních trámcích rozměru 100x100x400mm uložených 1 den zrání ve formě při 20±5 °C, + 24 dní ve vlhkém prostředí při 90 až 100% vlhkosti při 20±2 °C a 3 dny ve vodě. Směs PERVIA je deklarována na minimální mrazuvzdornost 25 cyklů.

Minimální hodnota součinitele mrazuvzdornosti v tlaku po 25 cyklech je 80%.

## 5.6 Vodopropustnost

Vodopropustnost vytvrdělého o betonu je zkoušená dle ASTM C 1701 - *Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete*.

Na testovanou oblast je instalován kruhový prstenec průměru 300 mm (+-30 mm) a výšky min. 50 mm. Testovaná oblast je před samotnou zkouškou navhčena 4,0 l vody. Pro zkoušku je připraveno vědro s 18 kg vody, která se kontinuálně nalévá do prstence tak, aby byla stále udržována vrstva cca 10-15 mm vody na povrchu betonu. Stopkami je měřen časový úsek od kontaktu vody s povrchem až po koncový vřsak vody. Výpočtem je získána hodnota vodopropustnosti.



Obrázek 6 – test vodopropustnosti v terénu

Hodnota minimální vodopropustnosti betonu Pervia je specifikována projektovou dokumentací na základě místních podmínek a požadavků.

### Výpočet:

$$I = K.M/(D^2 \times T) \text{ (mm/m}^2\text{/hod)}$$

I ..... vodopropustnost (mm/hod)

M ..... množství vody 18 kg +/- 0,05 kg

D .... průměr prstence 300 mm

T .... doba vsaku vody (sec)

K .... 4583666000 (konstanta)

Deklarovaná minimální hodnota vodopropustnosti betonu Pervia:

Pervia 10, MEZ 25..... 500 l/min/m<sup>2</sup>

Pervia 20, MEZ 20..... 250 l/min/m<sup>2</sup>

Pervia 30, MEZ 15..... 100 l/min/m<sup>2</sup>

## 6. Výroba a doprava čerstvé směsi

### 6.1 Konzistence směsí drenážního betonu PERVIA

Směs je navržena tak, aby bylo dosaženo těsného kontaktu mezi jednotlivými částicemi kameniva. Obecně by směs čerstvého drenážního betonu měla být plastická. Během pokládky musí mít cementová pasta drenážního betonu viditelný lesk a měla by být dostatečně viskózní, aby k sobě částice kameniva dokonale přilnuly. Cementový tmel musí rovnoměrně pokrývat povrch kameniva a spojit jej tak, aby byla výsledná směs dosáhla při vytvrzení požadovanou pevnost. Proto je objem pasty velmi důležitý faktor. Nedostatek

pasty bude mít za následek nedokonalé pokrytí a spojení kameniva. Přebytek pasty ucpává mezerovitou



Obrázek 7. Srovnání nevhodného a správného vzhledu cementové pasty

strukturu a sníží drenážní vlastnosti konstrukce. Příliš suchá směs je příčinou snížení pevnosti betonu.

### **6.1.1 Metody hodnocení konzistence směsi:**

#### **a) Stlačení v dlaní**

je rychlá kvalitativní metoda. Vzorek směsi drenážního betonu je nabrán do dlaně, dlaně sevřeme a povolíme. Směs je dostatečně lepivá a po uvolnění dlaně se rozjíždí plasticky do stran – nevytváří soudržnou hroudu. Jednotlivé částice kameniva zůstávají přilnuté k vertikálnímu povrchu dlaně. Pokud kamenivo odpadne a dlaně zůstane suchá, je směs příliš suchá. Pokud kamenivo z dlaně odpadne a dlaně je pokrytá mokrou kašou, je směs příliš mokrá.



Obrázek 8. Test stlačení v dlaní



### b) Sednutí kužele

vyplněním zkušební kužele do horní úrovně a nechat směs se samovolně sloučit. Směs se zanechá v kuželu dvě minuty. Pokud pasta protéká spodní částí kužele, pak je směs příliš mokrá. Není-li na dně zřetelný žádný tmel, pomalu zvednout kužel. Pokud dojde ke skluzu materiálu při manipulaci s kuželem, je směs v odpovídající konzistenci. Tato zkouška dobře koreluje s konzistencí určenou zkouškou stlačením v dlani. Sednutí kužele odpovídá sednutí konzistence S3 dle ČSN EN 206-1.



Obrázek 9. Test sednutí kužele. Vlevo správná konzistence, vpravo příliš mokrá.

## 7. Stavební práce

### 7.1 Příprava a plánování

#### 7.1.1 Plánování stavby

Způsob provádění a potřebné zařízení či mechanizace se mohou lišit podle velikosti realizované plochy. Malé plochy jsou brány do 100 m<sup>2</sup> nebo při provádění úzkých pruhů, jako je řada parkovacích míst, chodníky, oblasti kolem stromu, menší přístupové nebo vjezdové cesty. Na taková staveniště může být přístup omezený a bude pravděpodobně použita manuální metoda transportu a zpracování. Tyto procesy mají tendenci být pracnější a vyžadují větší pozornost k zajištění rovnoměrného postupu provádění. Velké projekty se snadným přístupem pak bývají ve většině případů realizovány strojně. Pokud je omezený přístup zásobovacích vozidel k realizované ploše, je nutné použít zařízení, které dopraví drenážní beton do místa pokládky. Na dopravu mohou být použity kolečka, nakladače nebo vozíky, ale upřednostňovanou metodou je použití dopravníků. Betonová čerpadla se pro drenážní beton nepoužívají.

Velké plošné projekty bývají realizovány finišery, které jsou vybaveny vibrační lištou, protože mají schopnost jak pokládky, tak i zhutnění najednou. Vzhledem k tomu, že tento proces využívá konvenční způsoby pokládky asfaltu, nemusí být použito bednění. Je třeba naplánovat zajištění správného spojení spár mezi jednotlivými pásy betonu. Pro takový typ pokládky je potřeba, aby byla betonárna ve vzdálenosti 30-45 minut od staveniště a dodávky pomoci autodomíchavačů.

#### 7.1.2 Materiál a vybavení

Potřebný materiál lze rozdělit do dvou kategorií: spotřební a recyklovatelný. Spotřební materiál je materiál, který je během provádění spotřebován. Recyklovatelný materiál je takový, který lze použít znovu pro další realizace. Materiály, které jsou spotřebovány jsou položky jako voda, plastové fólie, olej na bednění. Mezi recyklovatelné materiály patří bednění, kolíky a tyče, kterými se zajišťují plastové krycí fólie. Pokládka drenážního betonu vyžaduje dostupnost vody, aby se zvlhčilo podloží a podklad pro zajištění zrání betonu v místě pokládky. Pokud není voda k dispozici v místě, je třeba zajistit mobilní zdroj vody.



Obrázek 10. Nářadí k realizaci betonu Pervia

### 7.1.3 Zrání a ošetřování

Pro zajištění dostatečného vyzrání a vytvrzení drenážního betonu Pervia je nutno plochu chránit před ztrátou vlhkosti nejméně prvních 7 dní. Realizovaná plocha se po ztuhnutí překryje průhlednou nebo neprůhlednou plastovou folií (černé fólie je vhodné použít v chladnějších podmínkách). Fólie by měla být natolik široká a přesahující okraje, aby mohla být dostatečně připevněná a utěsněná. Povrch čerstvého drenážního betonu je nutné zabezpečit vůči přístupu tekutin, např. dešťovou vodou, jež by poškodily čerstvou směs. K zajištění konců fólie lze použít pytle s pískem, upevňovací prvky přímo do bednění, řezivo nebo betonářskou výztuž. Ochranné postřiky, tzv. curing lze využít zejména z důvodu snížení nežádoucího zabarvení během vlhkého zrání (kondenzací pod folií). V případě rychlosti větru nad 15 km/hod nebo při relativní vlhkosti vzduchu pod 55 % nastávají nepříznivé podmínky a povrch je vhodné během realizace vlhčit mlžícím postřikovým zařízením. Mlžící zařízení nesmí vytvářet velké kapky nebo nadměrnou vlhkost smívající cementovou pastu z povrchu kameniva. Je důležité udržovat beton při vhodné teplotě při zrání. Čerstvý drenážní beton musí být chráněn před mrazem během prvních 7 dnů, jelikož nevytváří ani nezachovává tolik tepla, jako běžný beton.



Obrázek 11. Ochrana pomocí plastové folie

### 7.1.4 Zařízení pro hutnění a úpravu povrchu

#### 7.1.4.1 Válce (hutnicí válce)

Válce jsou používány pro hutnění a dokončování povrchu drenážního betonu. Hutnění je prováděno ze dvou důvodů. První je pro dosažení potřebné pevnosti struktury a propustnosti povrchu. Druhý důvod je vytvoření rovného povrchu. Veškeré dokončovací práce s válcem musí být hotové do 20minutové od pokládky směsi na podklad (viz. kapitola 6.5.2.3.). Při průjezdu válce by neměly zůstat viditelné stopy na povrchu po okrajích válce. Váha statických ztuhňovacích válců by měla být 45 až 105 kg/m<sup>2</sup>.



Obrázek 12. Hutnicí válec

#### 7.1.4.2 Laserem naváděné finišery

Laserem naváděné finišery jsou většinou používány pro pokládku rozsáhlých ploch, kde jsou požadovány minimální tolerance pro odchylky od rovinnosti a rovnoměrnosti. Laserem naváděné finišery pokládají a dokončují beton v jednom kroku.

#### 7.1.4.3 Finišery s kluznými bočnicemi

Drenážní beton je možné pokládat pomocí finišerů s kluznými bočnicemi, určených pro tuto specifickou úlohu. Tyto finišery formují, pokládají, hutní a dokončují beton v jednom kroku. Některé typy mají připevněné nástroje, které mohou přizpůsobovat výšku a hloubku vrstvy betonu. Tato zařízení jsou často používána při stavbě cyklostezek i širších pruhů vozovek.



Obrázek 13. Pokládka pomocí finišeru s bočnicí



#### **7.1.4.4 Ostatní nástroje**

Další potřebné nástroje se pohybují od malých ručních nástrojů po velká strojní zařízení. Ruční nástroje jsou např. ruční hladítka, hrábě na beton, pěchovadla a lopaty. Jiné nástroje používané při běžné práci s běžným betonem by neměly být používány, pokud zhotovitel nemůže prokázat, že se jimi povrch neuzavře. Některá zařízení, jako jsou ježkové válce, vibrátory nebo elektrické hladíčky betonu, by se neměly používat. Hutnicí vibrační desky mohou být pro zhutnění drenážního betonu použity namísto statických válců. Zde se však musí dávat pozor, aby nedošlo k přílišnému zhutnění a zvrásnění nebo zvlnění povrchu. Okružní řezací pily mohou být použity k řezání pracovních spár po vytvrzení betonu (viz kapitola 6.5.2.7.4). Je doporučeno odsát prach a kal vytvořeným při řezání, aby se minimalizovalo riziko zanesení spár a vzniku fleků. Zhutňování okrajů se provádí pomocí lemovaček nebo pěchovadel.

## **8. Obecná pravidla návrhu drenážních vozovek**

Zhotovitel betonu PERVIA není povinen porozumět problematice hospodaření se srážkovými vodami, ani místnímu hydrologickému a statickému návrhu vozovek z drenážního betonu. Problematice hospodaření se srážkovými vodami se podrobně věnuje norma TNV 75 9011 doplňující normu ČSN 75 9010. Návrh systému vozovek s použitím vodopropustných betonů musí být specifikován projektovou dokumentací.

### **8.2 Spády a svahování**

Konstrukce z drenážního betonu navržená pro hospodaření s dešťovou vodou je vždy součástí komplexního systému, nikoliv jen jako vozovka sama. Povrch vozovek PERVIA zajišťuje dopravní obslužnost a zároveň umožňuje celou plochou konstrukce odvádět vodu. Pro vyšší účinnost by měla voda postupovat skrz vozovku vertikálně a horizontální odtok po povrchu by měl být minimalizován. Podklad – materiál pod drenážním betonem slouží jako dočasné úložiště dešťové vody a zároveň tvoří podporu povrchové konstrukce vozovky. Provádění ve spádech má přímý vliv na kapacitu systému. Maximální úložnou kapacitu tvoří plochý drenážní systém. Návrh provedení celého systému vždy v odpovědnosti odborné osoby, zejména pokud bude provádění ve svahu. Systémy ve svahu je vhodné konstruovat pomocí řady záchytných van, tvořících terasy oddělené dělícími stěnami a kontrolními bariérami. Takový systém chrání podklad a podloží před nadměrným pohybem vody, která by mohla způsobit erozi. Zvýšená kapacita pro zadržení vody je navržena na nejnižše položeném místě. Vertikální bariéry proti usazeninám jsou používány k blokování laterálního pohybu jemných částic z půdy do pórů podkladu z kameniva. Horizontální bariérou většinou bývá netkaná propustná geotextilie nebo vrstva jemného kameniva. Tato bariéra může být také navržena jako nepropustná bariéra k zadržení dešťové vody k jejímu dalšímu použití. Odtoky nebo přepadové žlaby jsou instalovány tak, aby se hladina povrchu vody dosahovala úrovně spodní části propustné betonové desky. V případě požadavku na zabránění kontaminace podloží se provádí drenážní sběrný systém, odvádějící vodu do odlučovacích systémů.

### **8.3 Obrubníky**

U některých projektů jsou obrubníky používány k oddělení jednotlivých parkovacích ploch. V jiných aplikacích lze použít obrubníky k zachycení dešťové vody a usnadnění pronikání vody přes vozovku. Obrubníky jsou užitečné pro prevenci eroze na okraji vozovky a zároveň působí jako bariéra zabráňující bočnímu vnikání nečistot (např. bahna a terénních materiálů) na komunikaci, čímž by se mohl snížit drenážní výkon systému.

### **8.4 Podklad a Podloží**

#### **8.4.1 Materiály**

Aby vozovka správně propouštěla vodu, musí materiály v podkladu a podloží zůstat propustné i ve zhutněném stavu. Propustnost drenážní betonové vozovky a podkladových materiálů by měla být větší než propustnost půdy ležící pod vozovkou. Při návrhu je vhodné posoudit vsakovací vlastnosti podloží

geologickým průzkumem, stanovit bilanci přítoku a odtoku. Kamenivo pro podklad vozovky z drenážního betonu by mělo být vybíráno podle schopnosti unést stavební provoz před položením drenážního betonu. Celkový obsah pórů v kamenivu tvoří objem zadržené vody v systému a velikost a rozdělení velikosti kameniva lze tomu příslušně zvolit. Většina kameniva jedné frakce nebo téměř stejné frakce má schopnost udržet vozovku a provozní zatížení a bude mít dostatečný pórovitý prostor k dočasnému uskladnění dešťové vody podle kritérií projektu. Vrstva netkané geotextilie nebo vrstva kameniva menší velikosti je obvykle umísťována mezi podklad z kameniva a pod ním ležící terén. Tím se zabrání, aby se jemné částice z půdy dostaly do pórovitého prostoru kameniva pod konstrukcí drenážního betonu, což by vedlo ke snížení jeho zadržovací kapacity. Drenážní beton může být také umístěn přímo na rovnoměrně zhuštěnou půdu. Například v oblastech kolem stromů, kde by se neměl narušit kořenový systém. Tato možnost se využívá také v oblastech, kde jsou přírodní půdy vysoce propustné a při minimálním zhuštění tvoří dobrý podklad pro propustnou betonovou vozovku.

### 8.4.2 Hutnost podkladu

Charakteristika propustnosti podloží výrazně ovlivňuje návrh a výkon celého drenážního systému. Čím vyšší míra zhuštění podloží, tím nižší propustnost. A zde je třeba dosáhnout kompromisu. U většiny realizací s relativně nízkým provozem by mělo být zhuštění podkladu minimalizováno, aby se zajistil přiměřený průsak. Největší míra hutnění by měla probíhat na podloží, aby se dosáhlo jednotného sklonu a stability. Při předpokládaném větším zatížení dopravou je třeba specifikovat požadavky na zhuštění podloží v zadávací dokumentaci. Základní myšlenkou je mít jednotně kompaktní podloží a rovnoměrně vyrovnaný a zhuštěný podklad z kameniva podle projektu. Odpovědný projektant by měl specifikovat vlastnosti podloží pro danou oblast v projektové dokumentaci.



Obrázek 14. Hutnění podkladu

#### 8.4.2.1 Tloušťka podkladu

Tloušťka podkladních vrstev pod drenážním betonem by měla být navržena tak, aby vyhovovala požadavkům na úložnou kapacitu vody při srážkách. Doporučená minimální tloušťka podsypů je 150 mm a je založena na dlouhodobých zkušenostech. Větší tloušťka je obecně zapotřebí v oblastech s vyšší intenzitou srážek, pro zvýšení úložné kapacity a při podloží s půdou nižší propustností. Požadavky na tloušťku podkladních vrstev mohou také zahrnovat úvahy o tom, zda zvýšit úložnou kapacitu v oblastech, kde v zimě dochází k delšímu období mrazu. Návrh tloušťky by měl být navržen odbornou osobou na základě hydrogeologického průzkumu a bilanci srážek v dané oblasti.

### 8.5 Tloušťka vozovky

Vozovka z drenážního betonu PERVIA se posuzuje jako tuhá vozovka podle aktuálních technických podmínek Ministerstva dopravy (např. TP 170 - Navrhování vozovek pozemních komunikací). U projektů parkovišť je obecně dostačující vozovka tloušťky 200 mm (zatížení automobilovou dopravou 3,5 t a s občasnou nákladní do 7,5 t). Vozovky o tloušťce 240 mm se používají pro obytné zóny a oblasti s kamionovou dopravou. Vždy však doporučujeme ke stanovení tloušťky využít odborné statický návrh; pro konkrétní podmínky.

### 8.6 Úložná kapacita vody

Systém drenážního betonu je obvykle navržen pro uložení dešťové vody v prostoru pod drenážní betonovou vozovkou. Rychlost povrchového odvodnění propustné betonové vozovky se bude lišit podle velikosti kameniva a dosažené mezerovitosti. Na základě rychlosti průtoku vody přes propustné vozovky je u nově položeného povrchu vozovky propustnost 5.000 až 45.000 mm/hod., podle hodnoty mezerovitosti. Jedná se o několik řádů vyšší množství vody, než je typický dešťový spád (3-40 mm/hod). Vzhledem k

tomu, že propustnost drenážní vozovky je mnohem vyšší než předpokládané srážky, dokáže si vozovka udržet svou funkční propustnost i s významným množstvím nečistot a zanesením během provozu. Což však v žádném případě není důvodem zanedbání údržby.

Je obzvláště důležité zamezit zadržování vody ve vrstvě vozovky v oblastech s působením mrazu. Projektant nebo jiná osoba zodpovědná za hydrologický návrh musí vzít v úvahu geotechnické zprávy o staveništi a návrh přizpůsobit objemu srážek a počasí relevantnímu pro danou oblast. Přírůstek objemu dešťové vody a odtok průsakem ze systému se vypočítá, aby bylo možné vyhodnotit požadovaný prostor k zadržování vody. Například při pomalé rychlosti průsaku podloží, například 1,25 mm/hod., bude vsakováno cca 30 mm za den nebo 275 mm dešťové vody za týden. V tomto příkladu by mohl být zadržovací prostor navržen tak, aby udržel objem vody 275 mm a nechal ji prosáknout do půdy bez vypouštění do kanalizace nebo samostatného zadržovacího zařízení.

Jako příklad uvažujeme vozovku s 150 mm podkladem z kameniva (40 % pórů) a 150 mm propustná betonová vrstva (20 % pórů). Kapacita úložného prostoru by pak byla v podkladu 60 mm (150 mm × 0,40) a 30 mm v drenážním betonu (150 mm × 0,20). Celkový objem uložené dešťové vody by při bouři byl 90 mm.

## **9. Realizace drenážního betonu**

### **9.1 Klimatické podmínky**

Pokládka drenážního betonu Pervia probíhá obvykle v exteriéru, tudíž počasí bude velmi důležitým faktorem. Drenážní beton lze zpracovávat v rozličných klimatických podmínkách, podobně jako běžný beton. Vysoké teploty jsou potenciálně škodlivé, jelikož vyšší teplota urychluje vysychání a zkracuje čas expozice a zpracovatelnosti směsi. Optimální teplotní podmínky pro pokládku jsou při teplotě ovzduší v rozmezí +5 °C až +25 °C. Pokud teplota při pokládce klesne pod +5 °C nebo překročí +30 °C, je třeba provést odpovídající opatření.

V teplých klimatických podmínkách je třeba se řídit obecnými předpisy pro práci s betonem dle ČSN EN 13670 – Provádění betonových konstrukcí. Je na konkrétním zpracovateli, aby zajistil odpovídající způsob provádění. Před pokládkou drenážního betonu je důležité důkladně navlhčit podklad, který plochu zásobuje vlhkostí a zároveň odparem vody zajišťuje přirozený proces chlazení. Vysoké teploty také snižují časový prostor pro zpracování čerstvého betonu a zhotovitel musí převzít odpovědnost za případné zastavení provádění, aby se předcházelo vzniku škod z důvodu nemožnosti zabezpečení provádění za nepříznivých klimatických podmínek.

V chladném počasí je drenážní beton citlivější, protože jeho porézní struktura zabraňuje vytvářet a udržovat hydratační teplo. Jakékoliv mrznutí nevytvrzeného povrchu pravděpodobně povede ke ztrátě pevnosti. Předběžná opatření pro pokládku v chladném počasí by měla zohledněná, pokud je předpovídána průměrná denní teplota během pokládky a prvních 7 dnů nižší než 5 °C. Provádění by nemělo být plánováno v období s vysokou možností srážek a teplotami na bodu mrazu. Pokud se předpokládá, že okolní teplota klesne pod 5 °C během doby zrání, měly by být použity příkrývky nebo jiné metody, aby se zabránilo zamrznutí betonu. Zodpovědností zhotovitele je odložit pokládku, pokud předpověď počasí předpovídá klimatické podmínky nevhodné pro provádění.

### **9.2 Příprava staveniště**

#### **9.2.1 Vyrovnání podloží (odtěžení a doplňování)**

Připravený podklad musí být řádně a rovnoměrně zhutněn, tak aby odpovídal požadavkům projektové dokumentace. Veškeré podzemní technické sítě musí být instalovány před prováděním konstrukce vozovky, a to zejména vodo-instalační, elektrické, kanalizační systémy a odvod dešťové vody. Podkladní vrstvy by měly být provedeny a hutněny po vrstvách podle specifikace geotechnického inženýra, aby se zajistilo řádné zhutnění. Po srovnání podloží provést kontrolu sklonu terénu.

## **9.2.2 Kontrola vlhkosti a teploty podkladu**

Před pokládkou drenážního betonu je nutné důkladně zvlhčit podklad a podloží. Vlhčení ovšem provádět v takové míře, aby nedošlo k deformacím a změnám vlastností podkladu. V závislosti na místních podmínkách doporučujeme vlhčení podloží cca 12 hodin před betonáží a krátce před pokládkou. Tím se zamezí úniku vlhkosti z čerstvého drenážního betonu do podkladu a zajistí dostatečná vlhkost pro zrání drenážního betonu. Namáčení vrstev pod vozovkou také pomáhá výrazně snížit teplotu podloží a podkladu pro úspěšné provádění v teplém a suchém prostředí. Drenážní beton nesmí být pokládán na stojící vodu nebo na teplé a suché podklady.

## **9.3 Přípravy před pokládkou**

### **9.3.1 Podklad/Podloží**

Podklad je tvořen materiálem přímo umístěným pod vrstvou drenážního betonu. Podloží tvoří materiál(y) pod podkladem a je to často původní půda nebo navážka. Ve většině případů je drenážní beton ukládán na podklad z kameniva. Pokud však testy propustnosti vykazují vysokou úroveň propustnosti půdy v podloží, může být drenážní beton PERVIA položen přímo na podloží. Je důležité, aby tyto materiály byly v souladu se specifikacemi, zejména v oblasti propustnosti po ztuhnutí.

Podloží je zpravidla vyrovnáno a vytváří vanu se svislými hranami tvořícími bariéru proti vnikání znečišťujících částic z okolní půdy do štěrkového podkladu. Změna výškové úrovně vodorovných podloží by měla být tvořena nepropustnými bariérami. V závislosti na specifikacích projektu a typu zeminy může nebo nemusí být použita vodorovná bariéra např. z netkané textilie nebo vrstvy jemnozrnného kameniva.

#### **Před pokládkou je nutné řešit a prověřit:**

1. Materiály podkladu a podloží odpovídají technické specifikaci.  
Materiály pro podklad a podloží pro drenážní beton musí být dostatečně propustné i po ztuhnutí. Nepropustné materiály, jako je jíl, vápenec, směs zeminy a cementu nebo jiné materiály, které neumožňují pronikání vody, by neměly být používány v podloží, pokud nejsou kombinovány s drenážními systémy.
2. Instalace doplňkových drenážních systémů v podloží  
Pro docílení maximální zádržné kapacity dešťové vody je vhodnější ploché podloží. Realizace ve svazích je řešena provedením odvodňovacích rýh napříč svahem a jejich vyplnění kamenivem tak, aby se docílilo terasovitého uspořádání podloží do plochých úseků. Perforované drenážní potrubí lze instalovat do těchto drenážních rýh a vodu odvádět ven ze systému vozovky.
3. Výšková úroveň povrchu podkladu  
Je nutné provést kontrolu vzdálenosti povrchu podkladu od povrchu vozovky. To znamená sledování dosažení rovnoměrné tloušťky vozovky.
4. Vlhčení podloží a podkladu  
Všechny betonové vozovky by měly být obecně umístěny na vlhkém podkladu, zejména pokud klimatické podmínky zapříčiňují vysokou rychlost odpařování vlhkosti z povrchu betonu. Podklad je nutné opětovně zvlhčit, jakmile začne vysychat.
5. Řádné ztuhnutí podloží  
Podloží musí být dostatečně ztuhlé v závislosti na návrhovém dopravním zatížení, ale zároveň dostatečně propustné k zachování průsaku dešťové vody. Ztuhnutí může být provedeno použitím jakéhokoliv zařízení, které podloží nepřehutní. Běžně jsou používány statické válce nebo malé deskové vibrátory. Velké vibrační válce by neměly být používány, ledaže je dodavatel schopen prokázat, že nadměrně nezhutní podklad nebo podloží. úroveň vozovky.

## 9.4 Pokládka drenážního betonu

### 9.4.1 Přípravenost

Při realizaci vozovek z drenážního betonu je důležité zajistit, aby vozovka byla překryta ochrannou fólií nebo ošetřena ochranným postřikem nejpozději do 20 minut od okamžiku uložení na podklad. Veškeré práce proto musí být prováděny co nejefektivněji. Plastové fólie, hutnicí válce a vše potřebné musí být připraveno k použití před začátkem pokládky. Válce a další zařízení musí být během pokládky a dokončování čisté a ideálně opatřené separačním olejem. Cementová pasta je lepkavá a ulpívá na nástrojích a zařízeních, pokud nejsou často čištěny. Je důležité naplánovat pokládku ve vztahu k zásobování a rychlosti zpracování, tak aby jednotlivé úseky byly včas dokončeny a ošetřeny.

### 9.4.2 Přidávání vody

Dodatečné přidávání vody do čerstvého drenážního betonu je běžnou praxí. Na rozdíl od standardních betonů budou drobné přídavky vody udržovat stálou kvalitu drenážního betonu za předpokladu, že je tímto zachována stálá úroveň konzistence cementové pasty. Zhotovitel betonu musí být schopen rozpoznat plasticitu cementové pasty vizuálním testem. Pokud je pasta příliš mokrá, bude stékat z kameniva, především při vibrování. Pokud je pasta příliš suchá, cement nebude správně hydratován a důsledkem bude nízká soudržnost betonu. U směsi se správnou konzistencí by pasta měla mít vlhký kovový lesk, jak bylo popsáno výše. Pokládka v teplých dnech může vyžadovat více vody, aby směs dosáhla požadované konzistence. O přídavcích vody by měl být vždy veden zápis do dodacího listu.

### 9.4.3 Postup provádění

Největším rozdílem mezi zpracováním drenážního a běžného betonu je načasování. Jakékoliv prodlení při pokládce, dokončování spár nebo opracování hran zvyšuje obtížnost zhotovení bezvadné vozovky. K provádění je nutný odpovídající a dostatečný počet pracovníků.

Drenážní beton je běžně dodáván na staveniště v autodomíchávačích. Časový rozvrh a objem dodání by měly být naplánovány vzhledem k velikosti projektu a na tom, kolik betonu dokáže dostupný tým pracovníků zpracovat. Aby se zajistilo řádné zhutnění a rovnoměrný povrch, měla by se udržet konzistentní výška betonu v celé ploše komunikace. Během procesu rozhrnování by pracovníci neměli vstupovat do drenážního betonu, jelikož může docházet k vyššímu lokálnímu stlačení, zejména u směsí s vyšší hodnotou plánované mezerovitostí (více než 25%).

Při pokládce je důležité odhadnout rychlost zpracování a vhodně volit časové odstupy mezi jednotlivými autodomíchávači. Je důležité, aby dokončené úseky nebyli ponechány odkryté nebo bez ošetřování déle než 20 minut. Je rovněž důležité maximálně se vyhnout stání čekajících vozidel na pracovišti, protože drenážní beton rychle tuhne a ztrácí konzistenci.

Plocha by měla být dokončena a zakryta, než bude další nákladní vůz schopen vykládky. Všechny povrchy by měly být chráněny před odparem vody, aby se zachovala čerstvost cementové pasty, dokud není dokončena pokládka. Při ztrátě lesku na povrchu betonu, způsobí jakýkoliv pohyb směsi narušení začínající vazby mezi kamenivem a bude docházet ke snížení soudržnosti.



### **9.4.3.1 Stahování a urovňání**

V závislosti na velikosti a tvaru prováděné plochy může být stahování a urovňání směsi drenážního betonu prováděno mnoha způsoby. Bez ohledu na použitou metodu je však třeba dbát, aby nebyla uzavřena povrchová struktura.

K urovňání povrchu jsou používány tyto mechanizace:

- motorizovaný finišer
- finišer s kluznými bočnicemi nebo pro metodu jednostupňové pokládky
- ruční mechanizace a nástroje

Použití mechanického zařízení umožňuje rychlejší zpracování a vyšší rovnoměrnost než u ručních nástrojů. Nicméně, bez ohledu na použité zařízení, nesmí způsobit utěsnění povrchu.

Rovnění betonu vibrační lištou je typické při metodě dvojestupňové pokládky. Pro použití vibrační lišty je vytvářena rovina povrchu vozovky tak, že výška sypaného betonu je o 6 až 18 mm výš než dokončený uválcovaný povrch.

Toto navýšení zpravidla zajišťuje lať dané tloušťky, která je umístěna po stranách na povrchu okrajníků nebo bednění. Po urovňání jsou latě odstraněny a betonová směs se zhutní válcováním. Při jednostupňovém procesu, který se typicky používá s motorizovanými válcovými finišery a finišery s kluznými bočnicemi a finišery, je pokládka a zhutnění provedeno v jednom pracovním kroku.



**Obrázek 15.** Navýšení tloušťky vrstvy betonu před hutněním

### **9.4.3.2 Pracovní spoje**

Pokud se k jednomu položenému pásu připojuje další, vzniká podélný pracovní spoj. Hutnění nezapřeného okraje na straně připojení dalšího pásu se provádí následujícím postupem (tzv. čerstvý pracovní spoj).

#### **8.4.3.2.1 Podélný pracovní spoj**

Na straně budoucího podélného spoje se ponechá neuhutněný okraj o šířce 300 až 450 mm. Kontaktní plocha napojení se musí udržovat vlhká a nesmí jevit známky segregace. Jakmile se položí další přilehlý pás (ve stejné výšce jako neuhutněný okraj), současně s ním se zhutní i neuhutněný okraj dříve položeného pásu podle obrázku 1.

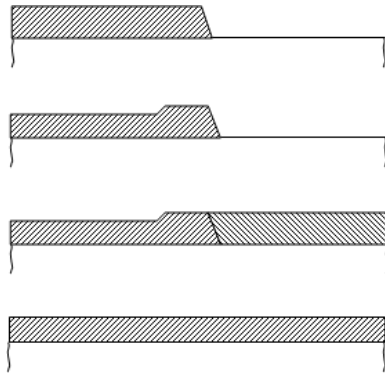
Celá operace musí být dokončena do 20 min. od položení prvního pásu.

Pokud napojení není provedeno do 20 min., jedná se o „studený spoj“. V případě, kdy je splnění tohoto limitu obtížné, provedení studených spojů se předem plánuje a první pás se zhutní v plné šířce. Vrstva drenážní vozovky se potom ve vzdálenosti min. 150 mm od okraje v celé tloušťce prořízne a okraj odstraní. Pokládka druhého pásu se provede podle obrázku 2.

Alternativou odstranění okraje je použití boční přítlačné hutnicí lišty finišeru a válce s bočním přítlačným válečkem.



### Obrázek 1. Provedení čerstvého pracovního spoje



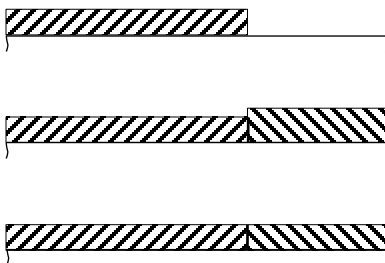
Pokládka prvního pásu

Při hutnění je vynechán okraj šířky 300-450 mm

Pokládka druhého pásu

Zhutnění a zmonolitnění vozovky

### Obrázek 2. Provedení studeného pracovního spoje



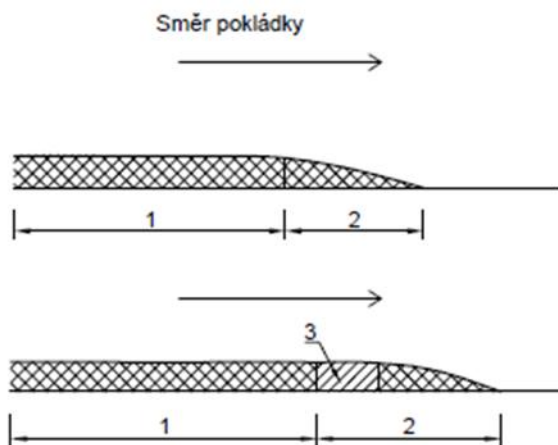
První zhutněný pás se zarovnaným nebo odstraněným okrajem

Pokládka druhého pásu

Zhutnění druhého pásu tak, aby nedošlo k narušení prvního pásu. Mezi pásy bude vytvořena dilatace.

#### 8.4.3.2.2 Příčný pracovní spoj

Před pracovní přestávkou nebo ukončením denního úseku se zřizují příčné pracovní spoje. Aby byl budoucí okraj vrstvy spoje dobře zhutněn a rovný, pokládka se ukončuje dočasným šikmým klínem, který současně slouží jako nájezd na novou vrstvu. Před další pokládkou se klín odstraní způsobem podle obrázku níže.



1. Dobře zhutněná a neporušená část.

2. Dočasný klín, který se před pokračováním další pokládky v místě budoucího pracovního spoje odřízne a odstraní.

3. Místo oříznutí lze do ještě nezhutněné směsi vložit oddělovací

#### 9.4.3.3 Hutnění

#### **8.4.3.3.1 Hutnění válcem**

Dokud je směs drenážního betonu čerstvá, je stlačitelná. Ke zhutnění a získání požadovaných vlastností vozovky je možné využít hutnicí válce. Podle typu kameniva ve směsi se potřeba volit míru potřebného zhutnění. Příliš velké zhutnění snižuje objem pórů a drenážní schopnost vozovky. Příliš malé zhutnění ovlivňuje pevnost a životnost konstrukce. Rozdíly ve složení směsí, tloušťce vozovky a vybavení mohou znamenat odlišnou potřebu zhutnění a je na konkrétním zpracovateli, aby co nejlépe dosáhli správné úpravy. Nejlepším výsledkem je hladká a rovnoměrná struktura, ve které nejsou stopy po válci a která má pórovitou strukturu s maximální propustností.

#### **8.4.3.3.2 Hutnění hran**

Okraje položeného drenážního betonu jsou nejslabší částí s náchylností ke drobení. Na okraje vozovky by mělo být v ideálním případě přidáno větší množství směsi a provést vyšší stupeň hutnění než v ploše. Tuto část je přípustné zhutnit čistou botou nebo ručním dusadlem.

#### **8.4.3.3.3 Další možnosti hutnění**

Mohou být použity i jiné metody zhutňování, ale pouze v případě, že povrchová struktura, zhutnění, životnost a profil splní požadované specifikace. Pokud metoda hutnění nebyla ověřena jako funkční, je nutné provést zkoušky na zkušebním panelu. Zástupce zadavatele musí písemně přijmout plánovanou metodu.

#### **8.4.3.3.4 Dokončování příčným válcováním**

Po zhutnění by měl být povrch drenážního betonu dokončen příčným válcováním. Tento proces by měl vyrovnat malé povrchové vady, dotvořit jednotnou strukturu a rovněž odstranit stopy válců z procesu podélného hutnění. Po příčném válcování mohou zůstat stopy na okrajích. Proto by měla být po válcování vozovka zkontrolována. Pokud jsou stopy po válci viditelné, musí být k jejich odstranění použit vhodný nástroj a plochu opravit před instalací ochranné folie. Příčné válcování se doporučuje opakovat dvakrát, aby bylo zajištěno spolehlivé zhutnění celé plochy.

### **9.4.3.4 Spáry**

#### **8.4.3.4.1 Plánování spár**

Stejně jako běžný beton se také drenážní beton PERVIA smršťuje při tvrdnutí a vysychání. Objemová změna je vždy omezena podkladem a beton přirozeně popraská. Z tohoto důvodu jsou vytvářeny spáry sloužící k určení polohy těchto trhlin. Smršťování při vysychání drenážního betonu není tak výrazné jako u běžných betonů, proto bude mít drenážní beton k praskání menší náchylnost. Rozmístění spár by se mělo řídit zkušeností z provádění. Tvar dilatované plochy by měl být, pokud možno čtvercového tvaru, nebo obdélníku s poměrem stran 3:2. Maximální vzdálenost spár v obou směrech nesmí přesáhnout 6 m. Doporučená vzdálenost je 4,5 m v obou směrech. Hloubka spáry by měla být nejméně  $\frac{1}{4}$ , a ne větší než  $\frac{1}{3}$  tloušťky vozovky. Uspořádání a umístění spár by mělo být plánováno před zahájením výstavby. Pokud projekt nespécifikuje polohu spár, bude záležet na konkrétním zhotoviteli betonu, aby jejich polohu navrhl a nechal před zahájením prací schválit stavbyvedoucím nebo zástupcem zadavatele.

#### **8.4.3.4.2 Druhy spár**

U vozovek z drenážního betonu existují tři základní typy spár: dilatační spáry, oddělovací spáry a pracovní spáry. Dilatační spáry jsou rovnoběžné spáry umístěné ve vozovce pro kontrolu místa smršťovacích prasklin.

Oddělovací spáry se používají k oddělení vozovky od jiných konstrukcí nebo pevných objektů, jako jsou osvětlení, navazující budovy, sousedící vozovky nebo kanalizační tělesa.

Pracovní spáry se používají tam, kde jedna pokládká končí a další začíná.

#### **8.4.3.4.3 Provádění spár**

Spáry v drenážním betonu je ideální provádět válcem s přírubou, kdy příruba vytváří drážku do čerstvého betonu vozovky. Pokud dojde k poškození spáry, musí se okamžitě opravit tak, aby se docílilo vnitřního zaoblení spáry. Řezaná spára vytváří ostrý okraj a zvyšuje se riziko jeho poškození při zatížení provozem. Stlačená a zaoblená hrana spáry je vůči drobení odolnější. Veškeré dokončovací a spárovací úkony musí být ukončeny do 20 minut a před zakrytím vozovky plastovou fólií nebo jiným schváleným systémem ošetřování čerstvého betonu. Potřebné nástroje a materiály připravené na správném místě a ve správný čas usnadňují dodržování těchto časových lhůt.



Obrázek 16. Válec s přírubou

#### **8.4.3.4.4 Řezání spár**

Provádění řezaných spár je možné provádět, avšak je nutné jejich provedení tak, aby nedošlo k poškození okrajů. Pokud je rovněž dbáno na vysávání prachu nebo mokré kaše při řezání, je tento způsob řezání spár přijatelný. Pokud je řezání spár prováděno během sedmidenního období vytvrzování, je třeba dbát na to, aby vozovka během řezání nadměrně nevysychala. Příčné smršťovací spáry se vytváří zeslabením průřezu vrstvy betonu do hloubky 0,35 h až 0,40 h, podélné spáry do hloubky 0,40 až 0,45 h (h je tloušťka vrstvy). Vzdálenost řezání spár je 4,5 m až 6 m pro tloušťku vrstvy menší než 200 mm a 7 m pro tloušťky 200 mm a vyšší.



Obrázek 17. Provedení smršťovací spáry

### **9.4.3.5 Zrání a ochrana čerstvého betonu**

Zrání je proces, při kterém se nově položený drenážní beton udržuje při dostatečné vlhkosti a teplotě, aby mohl získat požadované vlastnosti. Je důležité, aby cementová pasta v čerstvě položeném drenážním betonu mohla hydratovat a dosáhnout požadované pevnosti. Je proto velmi důležité zajistit dostatečnou vlhkost v konstrukci nepřetržitě po dobu nejméně 7 dnů.

#### **8.4.3.5.1 Ošetřování kropením**

Doba expozice drenážního betonu během výstavby je doba mezi jeho vypuštěním z autodomíhávače a zakrytím fólií. Tato doba by měla být co nejkratší a neměla by přesáhnout 20 minut (při teplotě do 25°C, rychlosti větru do 20 km/hod a vlhkosti vzduchu nad 55%). Pokud nastanou podmínky způsobující rychlejší vysychání – vysoká teplota okolí, vysoká teplota betonu, větrné podmínky nebo nízká relativní vlhkost vzduchu, je třeba zkrátit dobu expozice nebo použít jiné preventivní ochranné opatření, jako např. mlžení. Beton vykazující ztrátu vlhkosti začne ztrácet vlhký kovový lesk cementové pasty a měl by být kropen vodou, dokud se lesk neobnoví. Nesmí se však používat zařízení, která vytvářejí velké kapky vody nebo zatěžují plochu nadměrným množstvím vody, jež by mohla pastu smýt. V horkých větrných dnech je vhodnější pokládku betonu pozastavit, dokud nenastanou vhodnější podmínky.

#### **8.4.3.5.2 Ošetření pomocí folie**

Zrání za vlhka je nejběžnější způsob ochrany a ošetřování drenážního betonu, kdy je celý povrch vozovky pokryt plastovou fólií. Tím se uchovává vlhkost a zamezuje vysychání cementové pasty v drenážním betonu.

Při použití fólií mohou na povrchu vzniknout skvrny a zbarvení způsobené vrášením folie. Vzniklé zbarvení tzv. „tygří pruhy“ zpravidla v průběhu času zmizí. Tento efekt lze omezit tím, že se po prvním dnu zrání odstraní folie a povrch se důkladně propláchne vodou, následně se folie opět vrátí k dokončení sedmidenního procesu vytvrzování. Doba zrání musí být prodloužena při nižších teplotách.



Obrázek 18. Přirozené zbarvení povrchu způsobené kondenzací vlhkosti pod folii

#### **8.4.3.5.3 Ošetření pomocí postřiku**

Pro ošetření drenážních betonových vozovek mohou být v určitých případech použity k tomu určené postřiky. Jejich účinnost je však vhodné předem ověřit. Neměly být použity postřikové látky vytvářející film, neboť ty mohou při zkouškách betonu těsně po zhotovení zkreslovat drenážní funkci konstrukce. Během období zrání by na vozovce neměla být povolena žádná doprava.

## **10. Údržba a čištění vozovek z drenážního betonu**

Údržba drenážních vozovek je odlišná od obvykle prováděné na jiných vozovkách. Cílem je udržet propustnost na úrovni navržených vlastností během celé životnosti vozovky. Kritické období, kdy je třeba zabránit zanesení vozovky je v průběhu výstavby. Je třeba omezit vnikání nečistot ze stavebních činností a odvodnění z okolního terénu. Drenážní betonový povrch je jako filtr, který vyžaduje pravidelné čištění. Správně zhotovená a provozovaná vozovka z drenážního betonu může dobře fungovat bez čištění. Vozovka však bude fungovat lépe, pokud se průběžně odstraní písek, listí a další nečistoty, které jsou postupem času obtížněji odstranitelné. Četnost čištění závisí na množství usazenin, které se na povrchu hromadí. Pokud se plocha vozovky pokryje sedimentem tak, že již nedochází k odtoku, měla by být vyčištěna. Pro odstranění hluboko usazených nečistot může být použita tlaková voda nebo oplach s vysokým vodním průtokem.



Obrázek 19. Provádění údržby oplachem

Tlakové mytí dokáže obnovit i silně zanesené vozovky. Velmi vhodné k odstranění uvolněného sedimentu je použití sacího vozu. K údržbě drenážních vozovek se doporučuje používat pouze čistou vodu. Běžně prováděné zametání může být neúčinné, protože se drobné částice zachycují v pórovité struktuře povrchu vozovky. Nepropustné a propustné povrchy by měly být čištěny odděleně. Čištění by nemělo probíhat směrem z nepropustných oblastí k drenážním oblastem. Použití chemikálií k čištění drenážních betonových vozovek se nedoporučuje.

### **10.1 Rozmrazovací chemie a inertní posypy**

Pórovitá struktura vykazuje na povrchu vozovky rychlejší tání ledu a sněhu ve srovnání s nedrenážními povrchy. Voda z tajícího sněhu je odváděna přímo plochou vozovky a nedochází tak ke vzniku ledových ploch. Potřeba rozmrazovací chemie a posypových inertních materiálů je tak s výrazně menší. Rozmrazovací prostředky obsahující chlorid sodný nebo chlorid vápenatý mohou být použity pouze na vyzrálé betonové povrchy. V žádném případě by neměly být použity rozmrazovací prostředky, které obsahují složky hnojiv, jako je síran amonný a dusičnan amonný. Inertní posypy je vhodné volit se zrnem větším než 2,5 mm. Povrch ošetřován inertními posypy je potřeba pro zachování propustnosti vyčistit propláchnutím a vysátím po skončení zimního období.



## 10.2 Mechanické odstraňování ledu

Mechanické odstraňování ledu a sněhu lze provádět pomocí malých sněhových fréz nebo sněhových pluhů. Mechanické odstraňování velkými sněhovými pluchy je možné, avšak je nutno počítat s rizikem poškození povrchu stejně jako u jiných typů vozovek. Při použití pluhů, je vhodné použít plastový nebo gumový nástavec na hranu. Kovové hrany na sněhových pluzích by měly být nastaveny tak, aby nedošlo ke kontaktu s povrchem.

## 11. Řešení problémů

### 11.1 Ztráta soudržnosti - drolení

Drolení je stav, který se může vyskytnout na povrchu nesprávně zhotovených drenážních betonových vozovek. Povrchové kamenivo se může uvolňovat do té míry, že povrchový profil již nespadá do požadovaných specifikací, což vede ke vzniku velkých ploch volných částic materiálu. Zatímco silné drolení je nepřijatelné, vždy by se mělo počítat s tím, že určité množství částic se z povrchu uvolní, a to by se nemělo považovat za vadu vozovky.



Obrázek 20. Lokální provedení opravy poškozené plochy

Časté příčiny:

- Pro pokládku je používána směs s nedostatečným množstvím vody – příliš suchá, kdy cementová pasta nedostatečně propojí jednotlivá zrna kameniva.
- Čerstvý povrch je po provedení nadměrně kropen vodou a dochází k vymytí nezatuhlé cementové pasty.
- Zmrznutí čerstvého povrchu vozovky.
- Provádění hutnění či jiné mechanické narušení struktury čerstvého drenážního betonu, který již ztratil lesk a začal tvrdnout.
- Nesprávná úprava okrajů a spár, jejich nedostatečné zhutnění
- Zpracování a manipulace se směsí déle než 20 minut od vykládky z vozidla, nebo při provádění za nepříznivých povětrnostních podmínek
- nezajištěná ochrana betonu po provedení a při zrání

Zhotovitel by měl vždy věnovat dostatečnou pozornost včasnému zakrytí vozovky a ukotvení krycí fólie. Správně provedený drenážní beton má dostatečnou pevnost pro zatížení automobilovou dopravou a nevykazuje velké drolení. Pokud po skončení výstavby vozovka vykazuje nadměrné drolení, měla by být tato část vozovky odstraněna a provedena znovu. Pokud je pod drenážním betonem podkladová vrstva, mělo by být během procesu odstraňování vozovky zkontrolováno, zda není kontaminována nečistotami.

## 12. Hodnocení shody

### 12.1 Kontrolní zkoušky

Kontrolní zkoušky ověřují shodu s požadavky na směs Pervia a shodu s požadavky na hotovou vrstvu podle tabulky č.2 a tabulky č.3. Provádění kontrolních zkoušek se řídí směrnici ID 08 – KZP 1 -08

**Tabulka č.2 – Kontrolní zkoušky směsi Pervia**

Článek normy	Vlastnost	Požadavek	Četnost zkoušek
<b>Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.</b>	Vhodnost kameniva	Průběh linie zhutnitelnosti v grafu	Při počáteční zkoušce před zahájením výroby
5.4	Objemová hmotnost	Objemová hmotnost zkušebního tělesa použitého při zkoušce pevnosti v tlaku	Před použitím nové receptury
5.2	Minimální pevnost v tlaku $R_c$ nebo v příčném tahu $R_{it}$ (MPa)	Pevnost v tlaku $R_c$ pro předepsanou třídu, respektive v příčném tahu $R_{it}$ min.10 % hodnoty $R_c$	Při počáteční zkoušce před zahájením výroby, při změně složek.
5.4.1.4	Mezerovitost	Mezerovitost zkušebního vzorku 150x150x150 mm.	Při počáteční zkoušce před zahájením výroby, při požadavku zákazníka a při změně složek
5.4.1.6	Mrazuvzdornost	Zkoušení dle oddílu 5.4.1.6	1 vzorek/1000 m <sup>3</sup>
5.4.1.7	Vodopropustnost	Vodopropustnost musí být $\geq$ deklarované hodnoty	Při počáteční zkoušce, při požadavku zákazníka a při změně složek.
a Pokud jsou u výrobce směsi k dispozici dlouhodobé záznamy se shodou požadovaných vlastností, je možno využít zkoušky provedené výrobcem vstupních materiálů.			

**Tabulka č.3 – Kontrolní zkoušky hotové vrstvy Pervia**

Vlastnost		Požadavek		Zkouška	Min. četnost
		Kryt	Podkladní vrstva		
Odchylky od projektových výšek	maximálně	$\pm 15$ mm	$\pm 20$ mm a	nivelací	po 40 m ve 3 bodech profilu
	průměrně	$\pm 0,5$ mm			
Odchylky příčného sklonu max.		$\pm 0,5$ %		nivelací	po 100 m
Nerovnost povrchu max.	podélná	6 mm	20 mm	ČSN 73 6175	průběžně
	příčná	6 mm	20 mm		po 100 m
Tloušťka vrstvy h	minimální	0,8 h		nivelací, sondou c	po 100 m
	průměrná	0,9 h			
Míra zhutnění minimální (PM) b		97 %		ČSN 72 1006	1 500 m <sup>2</sup>
Vodopropustnost		100 – 500 l/min/m <sup>2</sup>		ASTM C 1701-09	po 100 m
Minimální pevnost v tlaku $R_c$ nebo v příčném tahu $R_{it}$ (MPa)		Stejně jako v tabulce 7	—	ČSN EN 12390-3 ČSN EN 12390-5	



- a Podkladní vrstva pod cementobetonový kryt -20 mm +10 mm.
- b Míra zhutnění se musí stanovovat na čerstvě položené vrstvě. Laboratorní srovnávací objemová hmotnost se stanoví Stejnou metodou, jako při průkazných zkouškách (viz 6.4.3). Pokud je soubor zkoušek menší než 5 hodnot, musí všechny tyto hodnoty dosáhnout nebo překročit stanovenou hodnotu. Při větším počtu hodnot může jedna hodnota z pěti vedle sebe ležících zkušebních míst klesnout na 96 %.
- c Nivelací přiměřeně podle ČSN EN 13863-1 nebo přímým měřením v sondě nebo na jádrovém vývrtu (v případě krytu).

## **13. ŘÍZENÍ VÝROBY**

Řízení výroby musí splňovat požadavky přílohy B ČSN EN 14227-1.