



Charakteristické poruchy okružních křižovatek a jejich příčiny

Milan BECK

Okružní křižovatky

Základní předpisová základna MD ČR

- ▶ TP 135 – Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
 - ▶ ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích

 - ▶ TP 192 – Dlažby pro konstrukce pozemních komunikací
 - ▶ ČSN 73 6131
-

1.7.12 Prstenec

Prstenec je záměrně nerovná zpevněná část vnějšího okraje středového ostrova u jednopruhové okružní křižovatky (JOK), případně turbo-okružní křižovatky (TOK). Prstenec se navrhuje tak, aby mohl být běžně poježděn směrodatným vozidlem. Tento prvek zajišťuje redukci rychlosti průjezdu osobních vozidel okružní křižovatkou při současném zachování průjezdnosti pro nákladní automobily a autobusy. Povrch prstence se navrhuje záměrně nerovný tak, aby jeho poježdění osobními vozidly nebylo pro řidiče příjemné.



- Návrh konstrukce prstence, napojení na okružní pás a důsledky

- Původní TP 135: 2005

- 5.3.2 Prstenec, srpovitě zpevněné krajnice a zpevněné dělicí a směrovací ostrůvky se navrhují na stejné zatížení jako přilehlá vozovka

- Aktuální TP 135: 2017

- Konstrukce vozovky prstence je obvykle stejná jako u zpevněné srpovitě krajnice
 - Konstrukce vozovky zpevněné srpovitě krajnice je obvykle stejná jako u prstence



- Návrh konstrukce zpevněných ploch se provádí dle TP 170 - Navrhování vozovek pozemních komunikací – **jedná se však o specifický a nestandardní způsob zatěžování vozovky**
-

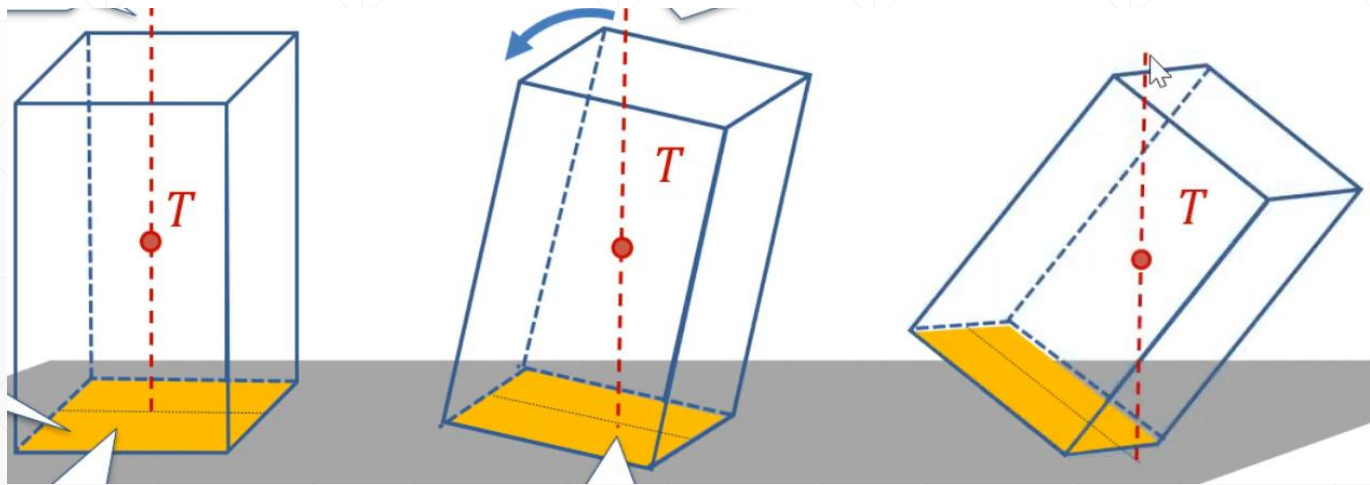
Poruchy OK

- Porušení vozovky v charakteristických místech na vnějších přitěžovaných stopách TV
 - **Vznik poruch je zásadně umocněno v okamžiku, kdy je podkladní vrstvou pod AC souvrstvím nestmelená vrstva ŠD / MZK.**
- Rovněž dochází k poškozování styku prstence a vozovky vlivem extrémního namáhání na převýšené hraně.



Navrhování dle katalogu vozovek TP 170

- Na velké řadě realizovaných OK, je zjevné, že některá standardní řešení určená pro běžné lineární zatížení dlouhodobě nefungují, a to ani při zohlednění kritérií v rámci návrhu a posouzení vozovky (koef. C3, C4).
- Z posouzení příčin porušení OK je zjevné, že dochází ke vzniku charakteristických poruch shodně na většině vozovek OK, na které má zásadní vliv nestandardní způsob zatěžování od TV.
- Na OK je extrémní tangenciální namáhání vlivem pojezdu TV na minimálních poloměrech. Zásadní je však skutečnost, že dochází při průjezdu TNV a vlivu odstředivých sil na vozidlo a náklad s vysokým těžištěm k přetížení jedné strany nápravy a vyvození nestandardního namáhání (zatížení), a to více než předpokládaných 100 kN na nápravu resp. 50 kN na jednu stranu nápravy dle TP 170).

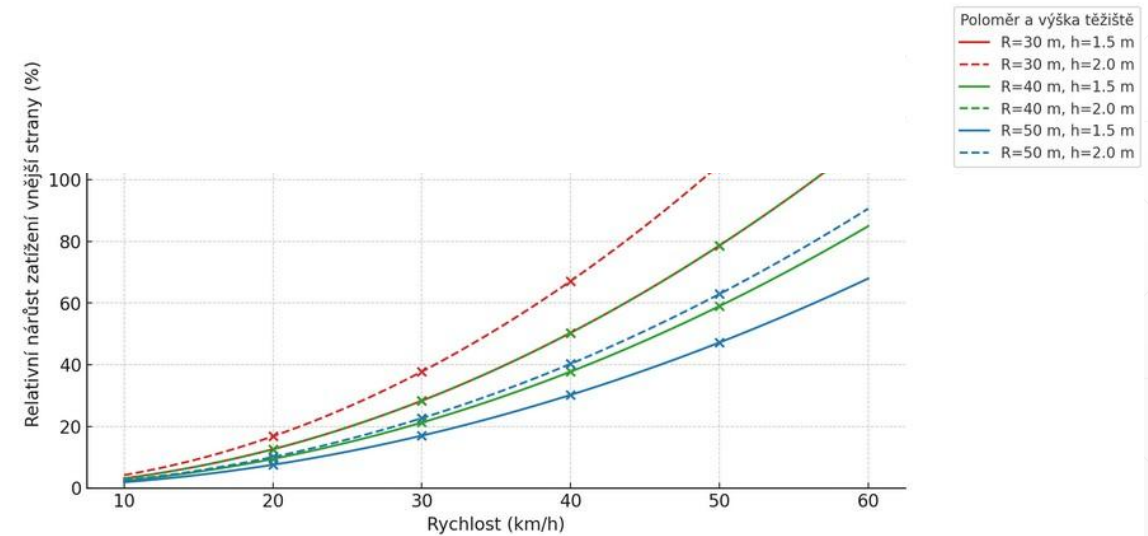


Navrhování dle katalogu vozovek TP 170

- Na velké řadě realizovaných OK, je zjevné, že některá standardní řešení určená pro běžné lineární zatížení dlouhodobě nefungují, a to ani při zohlednění kritérií v rámci návrhu a posouzení vozovky (koef. C3, C4).
- **Důvodem je skutečnost, že vozidla při průjezdu OK vyvozují vyšší zatížení na nápravu než lze dle TP 170 zohlednit s řadou dalších vlivů:**

1. Průjezdni rychlost – čím vyšší tím horší
2. Poloměr OK – čím menší tím horší
3. Uložení nákladu na vozidle, respektive vliv výšky uložení nákladu a jeho těžiště
 - Čím vyšší těžiště vozidla a jeho rychlost – tím vyšší přitížení na vnější nápravu

Souhrnný graf zatížení — různé poloměry a výšky těžiště
Stopa = 2,5 m





Poruchy vozovky na srpovité krajnici,
nezpevněné krajnici a obrubách styku
středového prstence -
dle PD návrh převýšení vozovka vs.
dlažba **140 mm**

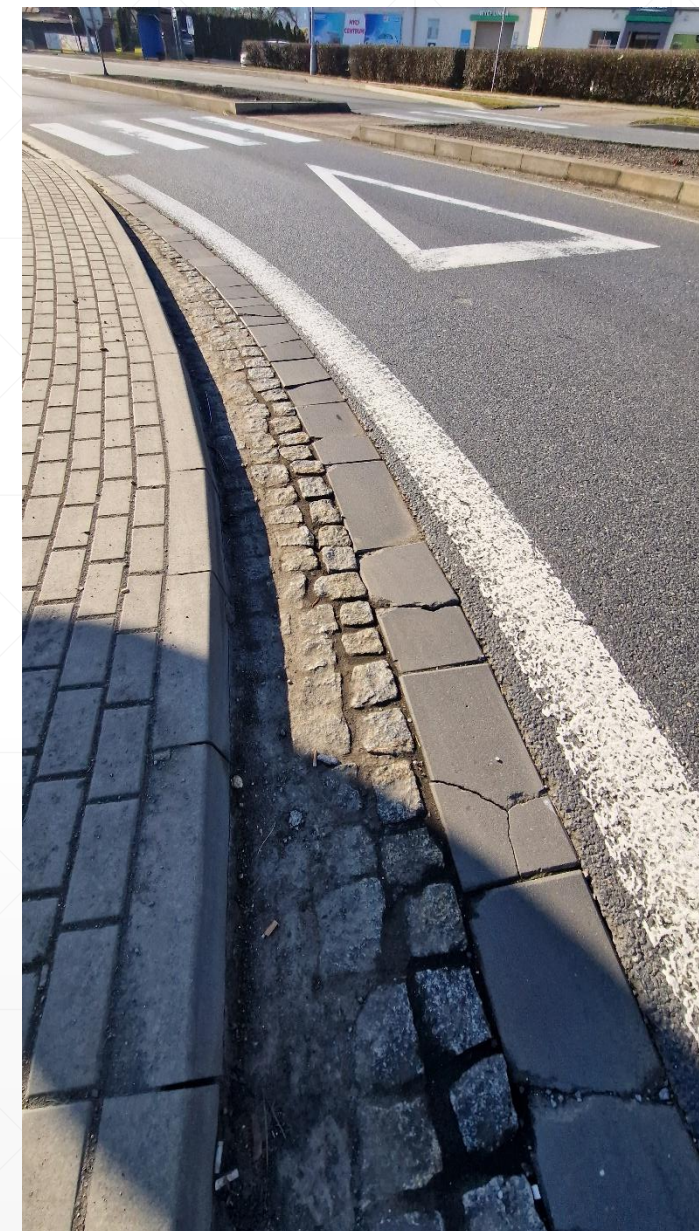
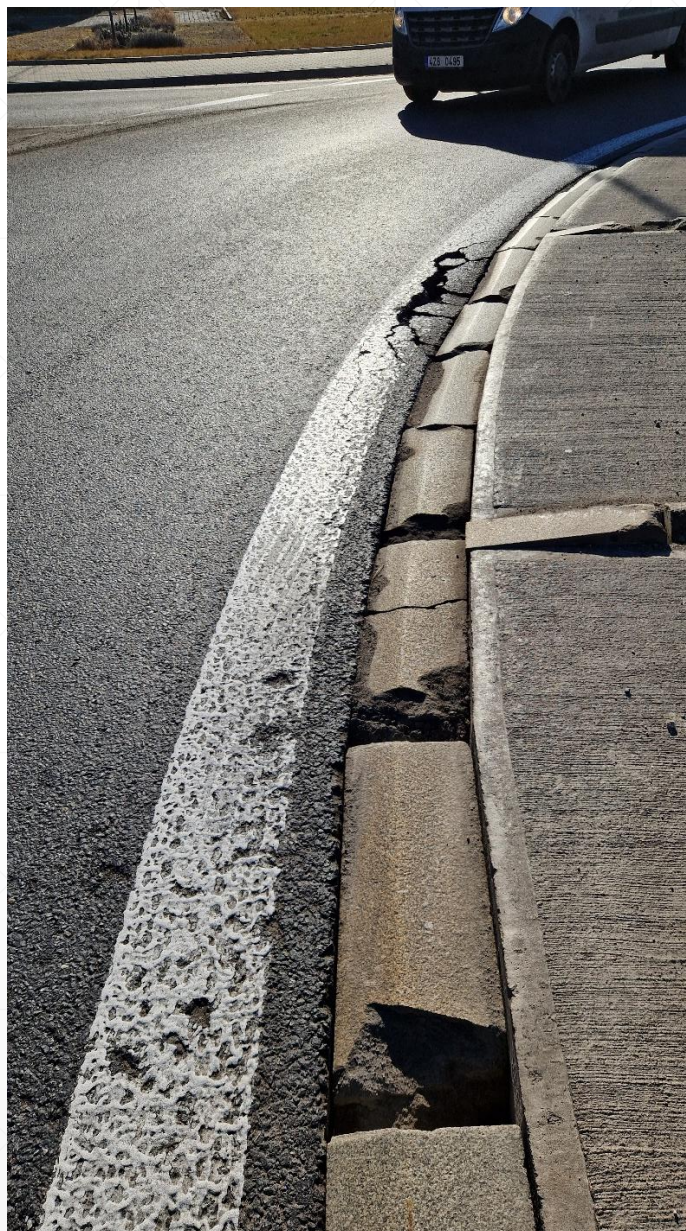
2 roky stáří



Poruchy vozovky

1. na styku středového prstence a odvodnění s jízdním pruhem vozovky vlivem nevhodného návrhu, nevhodné obruby na OK
2. Nevhodně navržené – „designové prvky“ odvodnění – betonová přídlažba + troj řádek z kamenných kostek

stáří 1,5 roku



Poruchy obrub, odvodnění – zcela nevhodná betonová přídlažba jako forma doplnění odvodnění



**Poruchy vozovky na vnější stopě
nápravy vlivem nestandardního
způsobu zatěžování na OK s projevem
síťových trhlin a deformací v krytu**

stáří 1,5 roku



Poruchy vozovky na styku středového prstence a vnější stopy nápravy vlivem nestandardního způsobu zatěžování na OK



Poruchy dlážděného prstence, obrub navazujícího jízdniho pásu na OK





Poruchy dlážděného prstence, obrub a navazujícího jízdniho pásu na OK

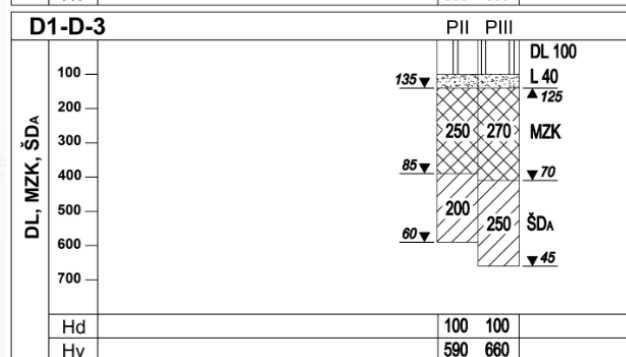
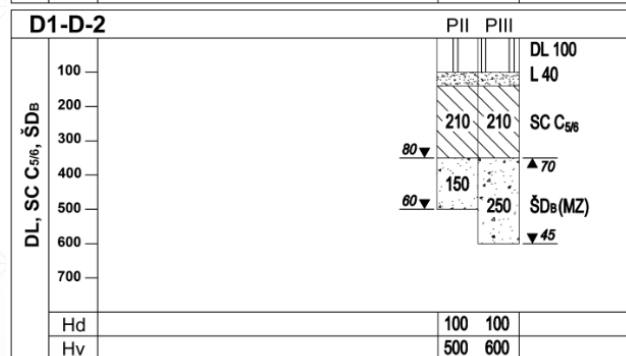
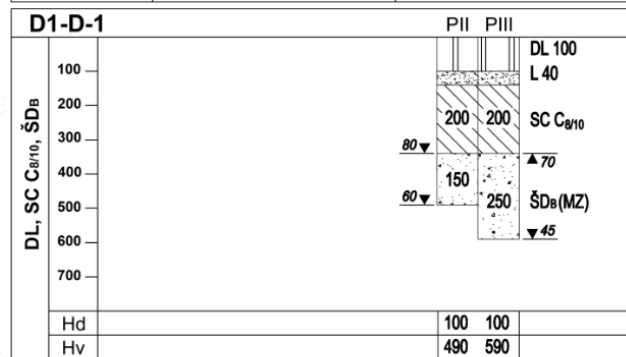
Příčinou jsou naprosto nevhodné obruby – jsou nízké, prakticky jsou fixovány v dominantní výšce obruby pouze v AC souvrství ze strany vozovky a dlážděným krytem ze strany vozovky prstence

Navrhování dle katalogu vozovek TP 170

- Dochází tak k absurdní situaci, kdy projektant „neví“, jak navrhnout konstrukci vozovky prstence a srpovité krajnice pro >TDZ IV.
- TP 170 v katalogu vozovek dlážděná vozovka pro >TDZ IV. není z řady logických důvodů navržená. Projektant bohužel samostatně nenavrhne vlastní řešení dle TP 170, ale pouze opíše katalog vozovek a výsledkem je poddimenzovaná vozovka v prstenci (krajnici), která není schopna dlouhodobě přenášet účinky zatížení.
- Díky tomu a dalším problémům pak dochází k charakteristickým a stále se opakujícím poruchám vozovek OK

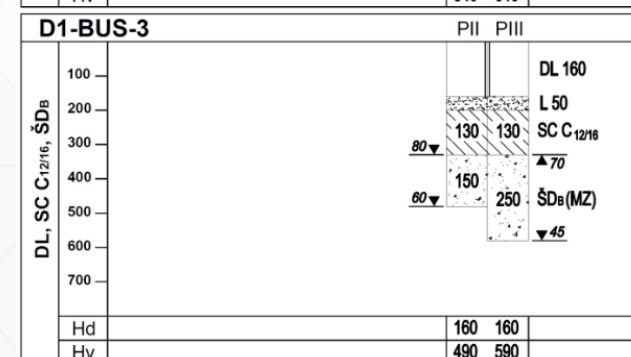
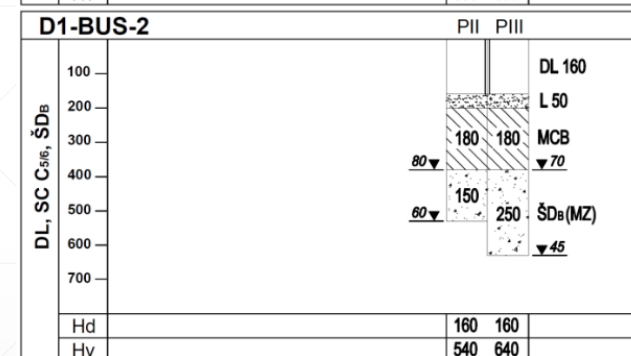
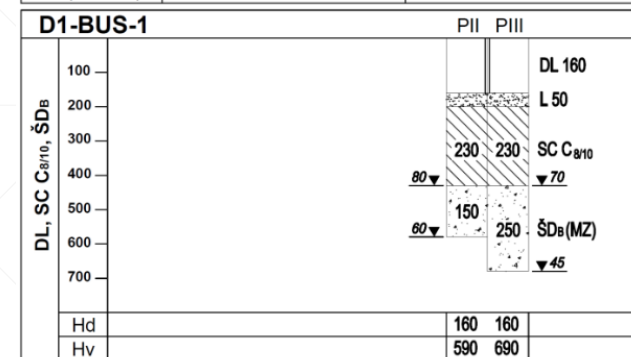
D1-D

TDZ	III	IV
N_{cd} (mil. NN)	2.4	0.8



D1-BUS (D)

TDZ	III	IV
N_{cd} (mil. NN)	4.8	1.6



Vozovka OK a větvi:

Nevhodné projekční řešení existující vozovky OK

Asfaltový koberec mastixový modif. (pokládat s podrt'ováním povrchu)	SMA 11 S	40 mm	ČSN EN 13108-5
Spojovací postřik emulzní 0,2 km/m ²	PS, EK		TP 102
Asfaltový beton hrubý modifikovaný	ACL 16 S	70 mm	ČSN EN 13108-1
Spojovací postřik emulzní 0,2 km/m ²	PS, EK		TP 102
Obalované kamenivo	ACP 16 +	90 mm	ČSN EN 13108-1
Infiltrační postřik asfaltový 0,3 km/m ²	PI, A		TP 102
Mechanicky zpevněné kamenivo	MZK 0/32 G _A	200 mm	ČSN 736126-1
<u>Štěrkořt'</u>	<u>ŠD_A 0/45 G_E</u>	<u>150 mm</u>	<u>ČSN 736126-1</u>
<i>Celkem</i>		<i>550 mm</i>	

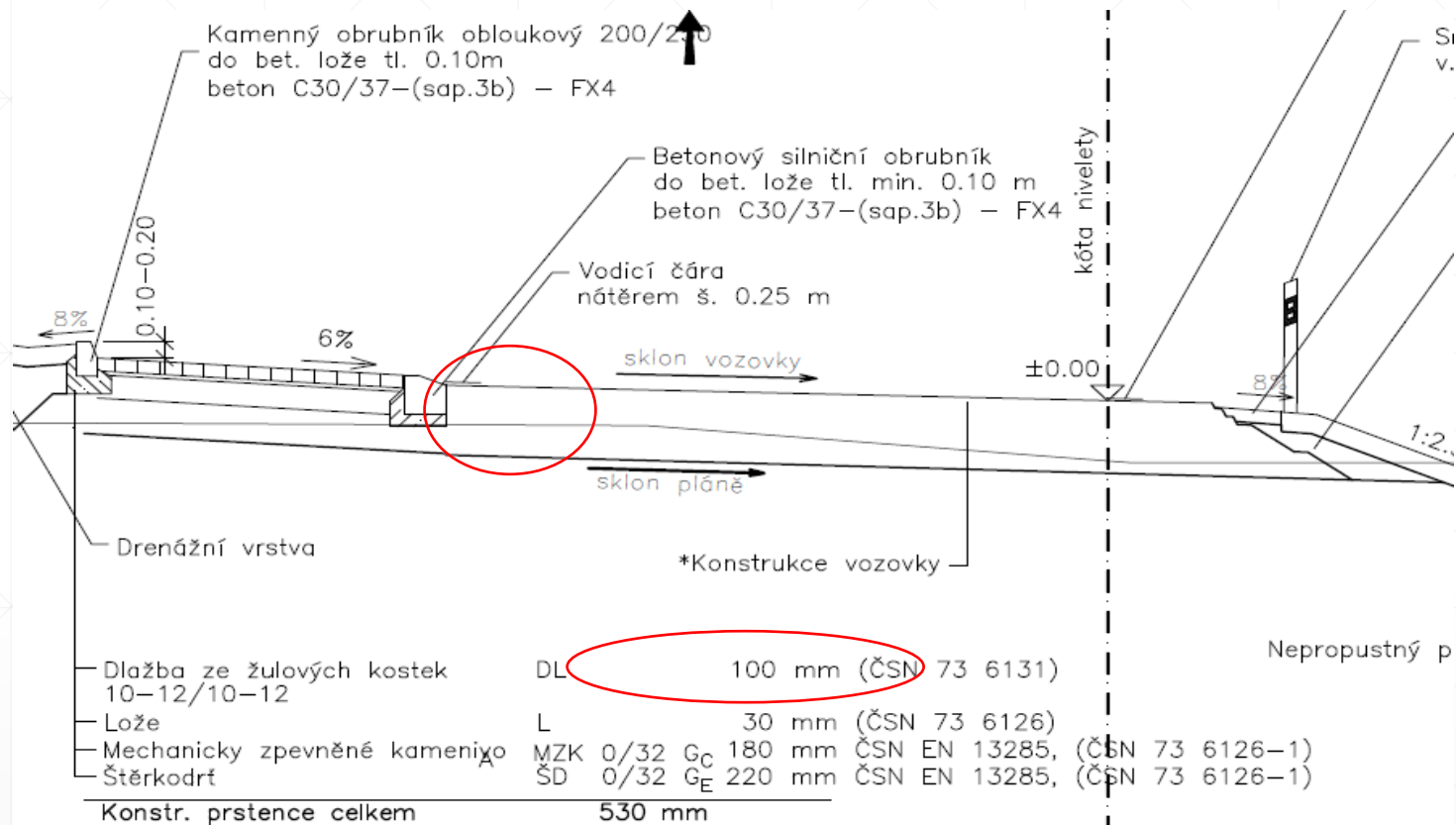
Konstrukce je dimenzována na TDZ II. (t.j. 1501 - 3500 TNV/24 hod.)

Středový prstenec a srpovitá krajnice

Dlažba z velkých žulových kostek	DL I	160 mm	ČSN 736131-1
Plastifikační zálivka			
Betonové lože C25/30 – XF4	L	min. 30 mm	ČSN EN 206-1
Mechanicky zpevněné kamenivo	MZK 0/32 G _A	210 mm	ČSN 736126-1
<u>Štěrkořt' (0-45)</u>	<u>ŠD_A 0/45 G_E</u>	<u>min.150 mm</u>	<u>ČSN 736126-1</u>
<i>Celkem</i>		<i>min. 550 mm</i>	

Konstrukce dimenzována na TDZ V. (t.j. 15 - 100 TNV/24 hod.)

Okružní křižovatky



Nevhodné projekční řešení existující vozovky OK

*Konstrukce vozovky

Asfaltový koberece mastixový	SMA 11+ (50/70)	40 mm	ČSN EN 13108-1, (ČSN 73 6121)
Asfaltový beton pro ložné vrstvy	ACL 16+ (50/70)	60 mm	ČSN EN 13108-1, (ČSN 73 6121)
Asfaltový beton pro podkladní vrstvy	ACL 16+ (50/70)	60 mm	ČSN EN 13108-1, (ČSN 73 6121)
Mechanický zpevněné kamenivo	MZK 0/32 G _c	200 mm	ČSN EN 13285, (ČSN 73 6126-1)
Štěrkoдрт	ŠD _a 0/32 G _e	min. 150 mm	ČSN EN 13285, (ČSN 73 6126-1)
Konstrukce vozovky celkem		min. 510 mm	

Okružní křižovatky

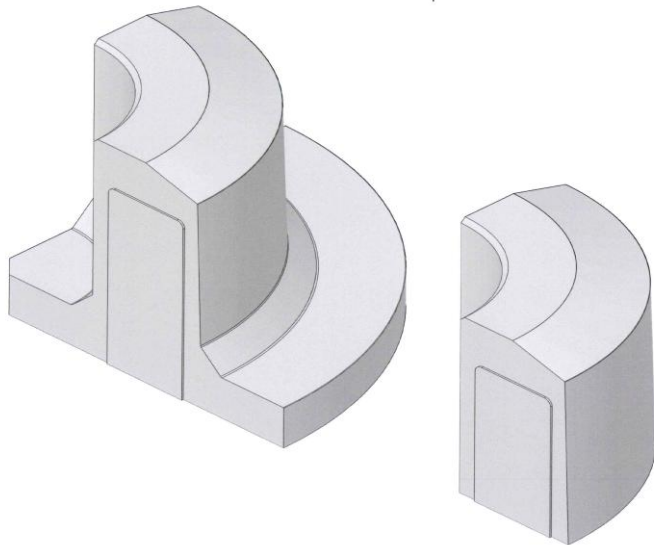
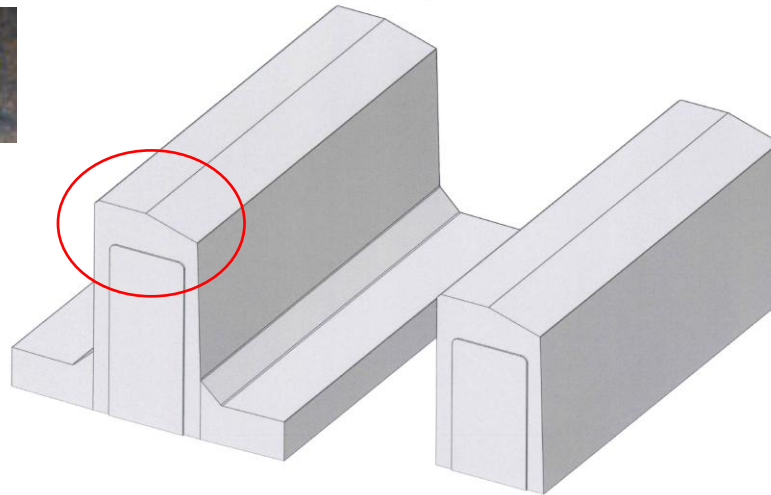
Jedno z možných adekvátních řešení návrhu středového prstence reflektující požadavky TP 170, které je ale **vhodné max. do TDZ V.**



Návrh konstrukce prstence a dělicích ostrůvků:

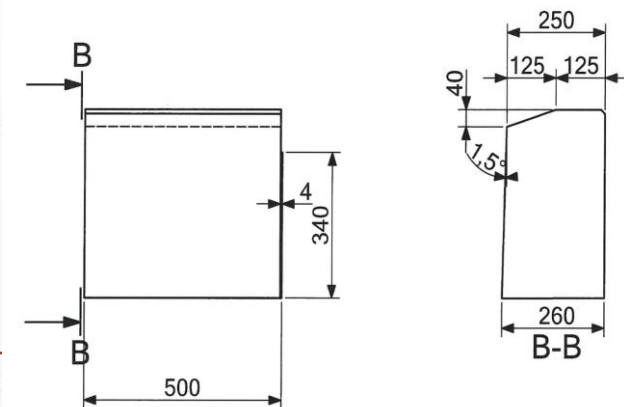
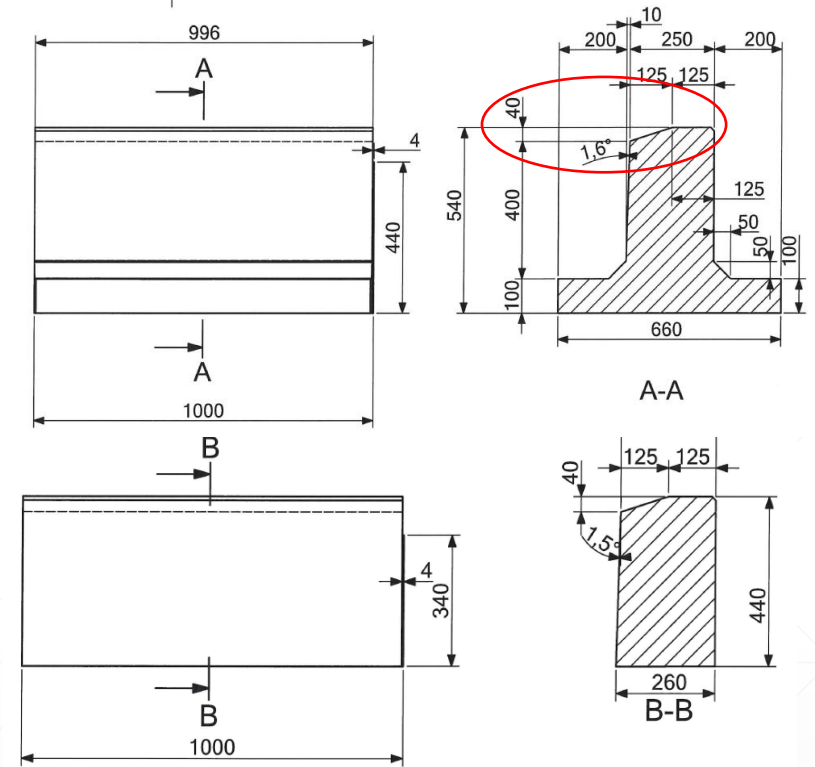
• velká žulová kostka	DL	160 mm	ČSN 73 6131-1 TP 192
• betonové lože	C 20/25n-XF3	150mm	TP 192
• kamenivo zpevněné cementem	C 8/10	220 mm	ČSN EN 14227-1 ČSN 73 6124-1
• štěrkodeř	ŠDA 0/32 Ge	200 mm	ČSN EN 13285 ČSN 73 6126-1
celkem		min. 690 mm	

Okružní křižovatky – nově vyvinuté obruby



Převýšení obruby 0-40 mm
Zkosením hrany obruby

- Dostatečný bezpečnostní prvek
- Umožněna relevantní zimní údržba



- Vhodnou obrusnou vrstvou pro OK je ACO 16 +, PMB, která má vysokou odolnost vůči smykovému namáhání
 - nezbytné použití modifikovaného pojiva s vyšším bodem měknutí (např. **PMB 45/80-75** nebo HiMA 45/80-80 a pod. – viz TP 170).
 - Při vysokém dopravním zatížení těžkými vozidly v \geq TDZ IV. a zároveň OK s malým poloměrem je vhodné vrstvy doplnit rozptýlenou výztuží například z aramidových vláken – viz TP 170
 - Pro ložní a podkladní vrstvy je vhodné použití směsí se vysokým modulem tuhosti – VMT s PMB pojivem
 - Horní podkladní vrstva pod AC souvrstvím musí být navržena vždy pouze z hydraulicky stmelených vrstev dle ČSN 73 6124-1 např. SC C 3/4 nebo SC C 5/6
 - Středové prstence doporučuji realizovat z AC vrstev nebo CB krytu
 - **Kostky ve středovém prstenci jako architektonický prvek pouze do TDZ V. pro vyšší zatížení jsou zcela nevhodné.**
-

Středový prstenec z CB II. bez obruby a převýšení – funkční, bez poruch



Středový prstenec z AC souvrství se shodnou konstrukcí jako vozovka – funkční, bez poruch



- Nejlepším řešením pro okružní křižovatky s vysokým dopravním zatížením ($TDZ \geq II.$) je CB kryt dle ČSN 736123-1 (CB II.) v celém příčném profilu okružní křižovatky včetně prstence a nájezdových a výjezdových větví v dominantně zatěžované průjezdové trase



Řešení kritických částí OK pomocí monolitických prvků - USA



- Příprava revize, odborná diskuse a zpracování dodatku k TP 135 s doporučenými skladbami pro OK v jednotlivých TDZ
- Návrh vozovky je zdánlivě předimenzován oproti standardnímu lineárnímu zatížení dle TP 170
- Teoreticky možná, ověřená a funkční řešení skladby vozovky dle TDZ například:

Do TDZ IV.

TDZ IV. – III.

TDZ II-I.

ACO 16 +, PMB 45/80-75 + výztuž - 50 mm	
PS CP	
VMT 22, PMB	- 100
mm SC C 3/4 nebo 5/6	-
170 / 150 mm	
ŠD A 0/63	- 200
mm PII	

ACO 16 +, PMB 45/80-75 + výztuž - 50 mm	
PS CP	
VMT 22, PMB + výztuž	- 70 mm
PS CP	
VMT 22 ev. PMB	- 70 mm
SC C 3/4 nebo 5/6	- 180 / 200 mm
ŠD A 0/63	- 200 mm
PII	

ACO 16 +, PMB 45/80-75 + výztuž - 50 mm	
PS CP	
VMT 22, PMB + výztuž	- 90 mm
PS CP	
VMT 22 PMB + výztuž	- 90 mm
SC C 3/4 nebo 5/6	- 250 / 230 mm
ŠD A 0/63	- 200 mm
PII	

ACO 16 +, PMB 45/80-75 + výztuž - 50 mm	
PS CP	
VMT 22 / VMT 16, PMB	- 60 mm
ACP 16 S, 50/70	- 50 mm
SC C 3/4 nebo 5/6	- 170 / 150 mm
ŠD A 0/63	- 200 mm
PII	

DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST



Milan Beck, DiS.

milan.beck@post.cz

tel.: +420 735 176 951

www.eslab.cz