



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING TESTING

DIAGNOSTIKA MOSTNÍ KONSTRUKCE

DIAGNOSTICS OF BRIDGE STRUCTURE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Nápravník

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAROMÍR LÁNÍK, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav stavebního zkušebnictví

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Petr Nápravník
Název	Diagnostika mostní konstrukce
Vedoucí práce	Ing. Jaromír Láník, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] P. Schmid a kolektiv – Základy zkušebnictví
- [2] Z. Bažant, L. Klusáček – Statika při rekonstrukcích objektů
- [3] ČSN ISO 13822 „Zásady navrhování konstrukcí – hodnocení existujících konstrukcí“
- [4] ČSN 73 1201 „Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb“

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku ověření aktuálního stavu předepnutých mostních konstrukcí v rámci možností provádění diagnostiky. Práce bude obsahovat teoretické poznatky o vybraných předpjatých prefabrikovaných mostních konstrukcích, přehled používaných diagnostických metod využívaných pro účely hodnocení stavu mostních konstrukcí. Praktická část bakalářské práce je zaměřena na provedení a vyhodnocení stavebně - technického průzkumu prefabrikovaného předepnutého mostu s využitím současných diagnostických metod a přístrojů.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jaromír Láník, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá stavebně-technickým průzkumem dálničního mostu ev. č. D1-243 přes ulici Řípskou na okraji města Brna. Teoretická část práce obsahuje mostní názvosloví, prohlídky mostů, problematiku prefabrikovaných nosníků I-73, stavebně-technickým průzkum a popis laboratorního vyhodnocení zkoušek. Praktická část se zabývá provedením stavebně-technického průzkumu, vyhodnocením jednotlivých částí konstrukce a souhrnem výsledků.

KLÍČOVÁ SLOVA

Most, mostní názvosloví, prohlídky mostů, prefabrikované mostní nosníky I-73, předpětí, stavebně-technický průzkum, diagnostika, jádrový vývrt, koroze, karbonatace, sekaná sonda.

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with construction-technical survey of a highway bridge no. D1-243 across Ripska street at suburbs of Brno. Theoretical part contains bridge terminology, inspections, problematics of prefabricated beams I-73, construction-technical survey and description of laboratory tests. Practical part deals with making of a construction-technical survey, evaluation of construction parts and a summary of results.

KEYWORDS

Bridge, bridge terminology, inspection of bridges, prefabricated bridge beams I-73, prestress, construction-technical survey, diagnostics, core bore, corrosion, carbonation, chopped probe.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Petr Nápravník *Diagnostika mostní konstrukce*. Brno, 2020. 158 s. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví.
Vedoucí práce Ing. Jaromír Láník, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Diagnostika mostní konstrukce* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 1. 2020

Petr Nápravník
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Diagnostika mostní konstrukce* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 1. 2020

Petr Nápravník
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaromíru Láníkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a čas, který mi věnoval při zpracování této práce. Rovněž děkuji své rodině a přátelům za jejich podporu a umožnění studia.

OBSAH

1. Úvod.....	15
1.1. Úvodní část	15
1.2. Cíle práce	16
2. Mosty	17
2.1. Význam a vývoj.....	17
2.2. Mostní názvosloví.....	18
2.2.1. Spodní stavba mostu.....	20
2.2.2. Nosná konstrukce mostu.....	20
2.2.3. Mostní svršek	21
2.2.4. Mostní vybavení.....	21
2.2.5. Cizí zařízení.....	22
2.3. Návrhové charakteristiky mostů	22
2.4. Prohlídky mostů	24
2.4.1. Druhy mostních prohlídek.....	25
2.4.2. Běžná prohlídka	25
2.4.3. Hlavní prohlídka.....	25
2.4.4. První hlavní prohlídka	26
2.4.5. Mimořádná prohlídka	27
2.4.6. Kontrolní prohlídka	27
2.4.7. Technická prohlídka	27
2.4.8. Prohlídka podjezdu	27
2.5. Hodnocení mostu a jeho částí	28
3. Mosty z prefabrikovaných nosníků.....	31
3.1. Typizace mostních nosníků	31
3.2. Prefabrikované mostní dílce I-73.....	32
3.2.1. Popis nosníků I-73	33
3.2.2. Výroba nosníků	34
3.2.3. Nosná konstrukce z nosníků I-73 v příčném i podélném směru ..	35
3.2.4. Předpjatá výztuž	36

3.2.5. Betonářská výztuž	37
3.2.6. Problémy technologie prefabrikovaných nosníků I-73.....	37
3.2.7. Vady a poruchy prefabrikovaných nosníků I-73	38
4. Stavebně-technický průzkum	41
4.1. Obecně o stavebně-technickém průzkumu	41
4.2. Nejčastěji používané metody pro diagnostický průzkum mostů	42
4.3. Nedestruktivní metody.....	42
4.3.1. Vizuální metody	43
4.3.2. Tvrdoměrné metody pro zkoušení betonu.....	44
4.3.3. Elektromagnetické indikátory výztuže.....	47
4.3.4. Georadar	48
4.3.5. Ultrazvuková impulzivní metoda	50
4.4. Semi-destruktivní metody	52
4.4.1. Metoda jádrových vývrtů	52
4.4.2. Odtrhové zkoušky.....	54
4.5. Destruktivní metody	55
4.5.1. Sekané sondy	55
4.6. Chemické metody	55
4.6.1. Karbonatace betonu.....	56
4.6.2. Stanovení pH betonu	57
4.7. Laboratorní vyhodnocení	57
4.7.1. Stanovení pevnosti v tlaku na jádrových vývrtech	57
4.7.2. Stanovení upřesněné pevnosti v tlaku ze zkoušky Schmidtovým tvrdoměrem typu N.....	62
4.7.3. Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku konstrukce ..	64
4.7.4. Vyhodnocení odtrhové zkoušky	67
5. Praktická část	69
5.1. Poloha sledovaného mostního objektu	69
5.2. Základní informace o sledovaném objektu	70
5.3. Popis jednotlivých částí mostu na základě mostní prohlídky	71
5.3.1. Základy mostních podpěr a křídel	71

5.3.2. Mostní opěry a čelní zdi	71
5.3.3. Křídla	72
5.3.4. Nosná konstrukce.....	73
5.3.5. Ložiska a klouby.....	74
5.3.6. Mostní závěry.....	75
5.3.7. Vozovka.....	75
5.3.8. Chodníky a římsy	75
5.3.9. Izolace mostovky a odvodnění mostu	75
5.3.10. Vybavení mostu	75
5.3.11. Dopravní značení, označení mostu.....	76
5.3.12. Cizí zařízení.....	76
5.3.13. Území pod mostem a přístupové cesty.....	77
5.4. Pracovní postupy prováděných zkoušek	77
5.4.1. Odběr jádrových vývrtů	77
5.4.2. Výroba zkušebních těles z jádrových vývrtů a provedení zkoušek	78
5.4.3. Zkouška Schmidovým tvrdoměrem typu N pro stanovení stejnoměrnosti a pevnostní třídy betonu	79
5.4.4. Sekané sondy – kontrola předpětí	79
5.4.5. Zkoušení povrchové přídržnosti betonu	80
6. Vyhodnocení dat z průzkumu spodní stavby.....	82
6.1. Popis jádrových vývrtů.....	83
6.1.1. Jádrový vývrt V1OP1	83
6.1.2. Jádrový vývrt V2OP1.....	84
6.1.3. Jádrový vývrt V1ÚP1	85
6.1.4. Jádrový vývrt V2ÚP1	86
6.1.5. Jádrový vývrt VK1	87
6.1.6. Jádrový vývrt VK2	88
6.1.7. Jádrový vývrt V1OP2	89
6.1.8. Jádrový vývrt V2OP2.....	90
6.1.9. Jádrový vývrt V1ÚP2	91

6.1.10. Jádrový vývrt V2ÚP2	92
6.1.11 Jádrový vývrt VK3	93
6.1.12 Jádrový vývrt VK4	94
6.2. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu opěry OP1	95
6.2.1 Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku opěry OP1	95
6.3. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu úložného prahu ÚP1	96
6.3.1 Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku úložného prahu ÚP1	96
6.4. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu křídla K1	97
6.4.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K1 .	97
6.5. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu křídla K2	98
6.5.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K2.	98
6.6. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu opěry OP2	99
6.6.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku opěry OP2	99
6.7. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu úložného prahu ÚP2	100
6.7.1 Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku úložného prahu ÚP2	100
6.8. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu křídla K3	101
6.8.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K3	101
6.9. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu křídla K4	102
6.9.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K4	102

6.10. Vyhodnocení nedestruktivního měření Schmidtovým tvrdoměrem na opěře OP1	103
6.11. Vyhodnocení nedestruktivního měření Schmidtovým tvrdoměrem na opěře OP2	104
6.12. Vyhodnocení odtrhové zkoušky a stanovení přídržnosti betonu spodní stavby.....	105
7. Vyhodnocení dat z průzkumu nosné konstrukce.....	107
7.1. Popis jádrových vývrtů.....	108
7.1.1. Jádrový vývrt VN1.10	108
7.1.2. Jádrový vývrt V1N1.1	109
7.1.3. Jádrový vývrt V2N1.1	110
7.1.4. Jádrový vývrt V1N2.10	111
7.1.5. Jádrový vývrt V2N2.10	112
7.1.6. Jádrový vývrt VN2.1.....	113
7.2. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu nosné konstrukce.....	114
7.2.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku nosné konstrukce	115
7.3. Vyhodnocení nedestruktivního měření Schmidtovým tvrdoměrem na nosné konstrukci	115
7.4. Vyhodnocení odtrhové zkoušky a stanovení přídržnosti betonu nosné konstrukce	118
8. Vyhodnocení dat z průzkumu dobetonávek mezi nosníky	119
8.1. Popis jádrových vývrtů a stavu dutin	120
8.1.1. Jádrový vývrt VS2.1-2.2.....	120
8.1.2. Jádrový vývrt VS2.9-2.10.....	121
8.1.3. Jádrový vývrt VS1.1-1.2.....	122
8.1.4. Jádrový vývrt VS1.9-1.10.....	123
8.2. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů dobetonávek.....	124
8.2.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K4	124
9. Vyhodnocení sond k předpínací výztuži (podélné předpětí)	125

9.1. Popis sond k předpínací výztuži	126
9.1.1. Sonda K2.1.....	126
9.1.2. Sonda K2.3.....	127
9.1.3. Sonda K2.5.....	128
9.1.4. Sonda K2.7.....	129
9.1.5. Sonda K2.9.....	130
9.1.6. Sonda K2.10	131
9.1.7. Sonda K1.1.....	132
9.1.8. Sonda K1.2.....	133
9.1.9. Sonda K1.5.....	134
9.1.10. Sonda K1.7	135
9.1.11. Sonda K1.9	136
9.1.12. Sonda K1.10	137
10. Zhodnocení stavebně-technického průzkumu.....	138
10.1. Spodní stavba.....	138
10.1.1. Fyzikálně-mechanické parametry opěry OP1	138
10.1.2. Fyzikálně-mechanické parametry úložného prahu ÚP1	139
10.1.3. Fyzikálně-mechanické parametry křídla K1	139
10.1.4. Fyzikálně-mechanické parametry křídla K2	139
10.1.5. Fyzikálně-mechanické parametry opěry OP2.....	140
10.1.6. Fyzikálně-mechanické parametry úložného prahu ÚP2.....	140
10.1.7. Fyzikálně-mechanické parametry křídla K3	141
10.1.8. Fyzikálně-mechanické parametry křídla K4	141
10.2. Nosná konstrukce z prefabrikovaných nosníků I-73	142
10.2.1. Fyzikálně-mechanické parametry prefabrikovaných nosníků I-73	142
10.3. Dobetonávky mezi prefabrikovanými nosníky I-73	142
10.2.1. Fyzikálně-mechanické parametry dobetonávek mezi nosníky I-73	142
10.4. Stav předpínacích drátů podélného předpětí.....	142
11. Závěr	144

12. Seznamy	147
12.1. Seznam použité literatury	147
12.2. Seznam obrázků.....	150
10.3. Seznam tabulek.....	155

1. Úvod

1.1. Úvodní část

Tato bakalářská práce je zpracována na stavebně-technický průzkum mostních objektů, které jsou v současné době na území České republiky v nevyhovujícím technickém stavu. Průzkum mostních objektů se provádí hlavně z důvodu odhalení vad a poruch konstrukce, aby se zabránilo případným katastrofám.

Mostní konstrukce jsou zpravidla navrhovány na stoletou životnost, spousta z nich jsou ovlivňovány nepříznivými faktory, které zapříčiní špatný stav mostu. Mezi nepříznivé faktory patří stáří konstrukce, nedostatky projektu, chyby při výstavbě, použití špatných materiálů a vystavení konstrukce mnohdy větším dynamickým zatížením, než na které byly vyprojektovány. Hlavním opomíjeným problémem v dřívější době bylo zanedbání údržby a prohlídek mostních konstrukcí, o kterém vypovídá současný stav mostů na našem území.

V České republice se na silnicích a dálnicích nachází celkem 17 533 mostů. Ze statistických údajů ŘSD stanovených k 1.7.2019 vyplývá, že přibližně pětina těchto mostů je ve špatném technickém stavu a dalších skoro 30 % mostů je ve stavu pouze uspokojivém [1].

Vzhledem k výše uvedeným faktorům je vhodné věnovat této problematice a stavu mostních konstrukcí zvýšenou pozornost.

1.2. Cíle práce

Cílem teoretické části bakalářské práce je seznámit se s mostním názvoslovím, prohlídkami mostů pozemních komunikací, rozebrání problematiky prefabrikovaných mostních nosníků I-73 a stanovení jejich vad a poruch. Dále se tento úsek věnuje stavebně-technickému průzkumu, uvedení a rozebrání nejčastěji používaných diagnostických metod k průzkumu mostů. Poslední oddíl teoretické části se zabývá laboratorním vyhodnocením zkoušek.

Cílem praktické části je provedení a vyhodnocení stavebně-technickému průzkumu dálničního mostu ev. č. D1-243 přes ulici Řípskou s využitím současných diagnostických metod.

2. Mosty

2.1. Význam a vývoj

Mostní stavitelství je podmíněno technickým rozvojem. V technickém rozvoji má důležitou roli doprava po pozemních komunikacích, jejíž nezbytnou a nedílnou součástí jsou mosty. Mosty jsou nejnáročnější stavební konstrukce, na které jsou kladeny požadavky dlouhé životnosti a výstavba obvykle probíhá v obtížných podmínkách. Na mostní konstrukce působí velká dynamická zatížení a jsou přímo vystaveny nepříznivým klimatickým vlivům [2].

Mostní dílo vzniklo až když bylo zapotřebí záměrně překlenout překážku např. přejít přes vodní tok. Bylo využito poznatku, že strom padlý přes překážku umožňuje snadnější a rychlejší přechod. Další fází byly přechody primárně podobné lávkám pro pěší a pozdějším vývojem byly postupně zdokonalovány na mosty. Původním materiálem bylo dřevo, později kámen. Kamenné mosty se daly použít pouze pro malá rozpětí. Na území dnešní České republiky byl prvním velkým mostem Juditin most přes Vltavu, postavený v letech 1169–1171, který se v roce 1342 zřítíl. Nejstarším dochovaným mostem u nás je kamenný most přes řeku Otavu v Písku, postavený v letech 1263–1265. Až do konce 17. století byly mosty stavěny bez výpočtů, pouze podle citu a zkušeností předávaných z generace na generaci. Na konci 18. století vznikaly první kovové mosty. Prostý beton se začal používat v polovině 19. století. První most z prostého betonu byl postaven v roce 1869, jeho zhotovitelem byl Coignet. První železobetonový most postavil v roce 1875 Monier, u nás byl tento typ mostu postaven až v roce 1903 přes řeku Bečvu v Přerově. Většina mostů do konce 19. století byla obloukových, dalším rozvojem vznikly jiné druhy systémů mostních konstrukcí např. desky, trámy a rámy. Vznik předpjatého betonu znamenal další pokrok v mostním stavitelství. Jeho použitím byla umožněna montáž z prefabrikovaných dílců a zmenšila se tak tíha a rozměry nosných konstrukcí.

První most z předpjatého betonu postavil v roce 1933 Freyssinet, který se tak zasloužil o jejich rozvoj [2].

2.2. Mostní názvosloví

Mostní objekt je technické dílo, které slouží k převedení komunikace přes jinou komunikaci nebo k překonání umělé, případně přírodní překážky. Mostní názvosloví je přehledně uvedeno v ČSN 73 6200 – *Mostní názvosloví* [3]. Minimální kolmá světlost alespoň jednoho otvoru mostu musí být větší než 2,01 m (stavby s kolmou světlostí menší než 2,0 m se nazývají propustky). Most je tvořen spodní stavbou, nosnou konstrukcí, mostním svrškem, mostním vybavením a cizími zařízeními [2]. Další konstrukce mostu jsou uvedeny viz *Tabulka 1*.

Tabulka 1: Most a jeho součásti [4]

Most	Spodní stavba	Podpěra	Krajní	Opěra
			Mezilehlá	Pilíř Členěná Slouповá
		Křídlo	Zavěšené	Rovnoměrné Kolmé Šikmé
			Dilatované	
		Přechodová deska		
	Nosná konstrukce	Hlavní nosná konstrukce	Desková, Trámová, Rámová, Klenbová, Oblouková, Zavěšená, Visutá	
		Mostovka	Horní, Dolní, Mezilehlá	
		Ložisko	Betonové, Ocelové, Elastomerové, Kombinované	
		Mostní závěr	Povrchový, Podpovrchový	
	Mostní svršek	Drážní – kolejnice, upevňovací, štěr. lože		
		Pozemní komunikace	Vozovka, Krajnice, Chodníky, Nástupní ostrůvky	
	Mostní vybavení	Záchytné bezpečnostní zařízení	Svodidlo, Zábradelní svodidlo	Betonové, Ocelové, Lanové
			Zábradlí	Betonové, Ocelové
		Odvodnění	Odvodňovače, Odpadní potrubí	
		Osvětlovací zařízení	Svítidla, Stožáry, Závěsy	
		Revizní zařízení	Lávky, Plošiny, Vozíky	
	Cizí zařízení	Zábrany	Protikouřová, Protidotyková, Krycí	
		Energetické a telekomunikační vedení		
		Potrubí	Vodovodní, Plynové, Kanalizační	

2.2.1. Spodní stavba mostu

Spodní stavba se skládá ze základů, podpěr, mostních křídel, závěrných zdí a přechodových desek.

- **Základy** slouží k přenosu zatížení do základové půdy a podle jejich tvaru rozlišujeme základy plošné a hlubinné. Mohou to být základy jednotlivých podpěr nebo souvislý základ celé mostní konstrukce.
- **Podpěra** je nakloněná nebo svislá část mostu, která přenáší tlaky z nosné konstrukce na základ. Pokud se jedná o krajní podpěru nazývá se opěra. Mezilehlá podpěra je např. pilíř, sloup, stěna apod.
- **Opěra** je krajní podpěra mostu. Obvykle se skládá ze dřívku, úložného prahu, závěrné zdi, křídla a krycí stěny, která kryje ložiska.
- **Úložný práh** prostřednictvím ložisek přenáší podporové tlaky z nosné konstrukce do dřívku podpěry.
- **Závěrná zeď** je část opěry oddělující nosnou konstrukci a zemní těleso.
- **Přechodová deska** částečně omezuje a vyrovnává sedání opěry a přilehlého náspu. Deska se nachází za rubem opěry.
- **Mostní křídlo** je stěna navazující na mostní opěru, která uzavírá zemní těleso po stranách opěry. Křídla se podle konstrukce dělí na zavěšená nebo dilatovaná [2], [3].

2.2.2. Nosná konstrukce mostu

Je tvořena hlavní nosnou konstrukcí, mostovkou, ložisky a mostními závěry. Může být tvořena jen některými z uvedených prvků. Tento celek přenáší zatížení z mostního svršku na spodní stavbu.

- **Hlavní nosná konstrukce** je hlavní složka nosné konstrukce, která slouží k překlenutí překážky. Obvykle je uložena na mostní podpěry přímo prostřednictvím ložisek, případně může být do podpor vetknuta.
- **Mostovka** přenáší zatížení do hlavní nosné konstrukce a je na ní uložen mostní svršek. Podle její polohy rozeznáváme horní, dolní, mezilehlé a zapuštěné mostovky.
- **Ložisko** slouží k přenosu podporových tlaků z hlavní nosné konstrukce do spodní stavby. Ložisko umožňuje nebo naopak zamezuje pootočení, popř. posunu.
- **Mostní závěr** ukončuje nosnou konstrukci a umožňuje pohyby konců nosné konstrukce. Dle jeho polohy rozeznáváme povrchový a podpovrchový mostní závěr [2], [3].

2.2.3. Mostní svršek

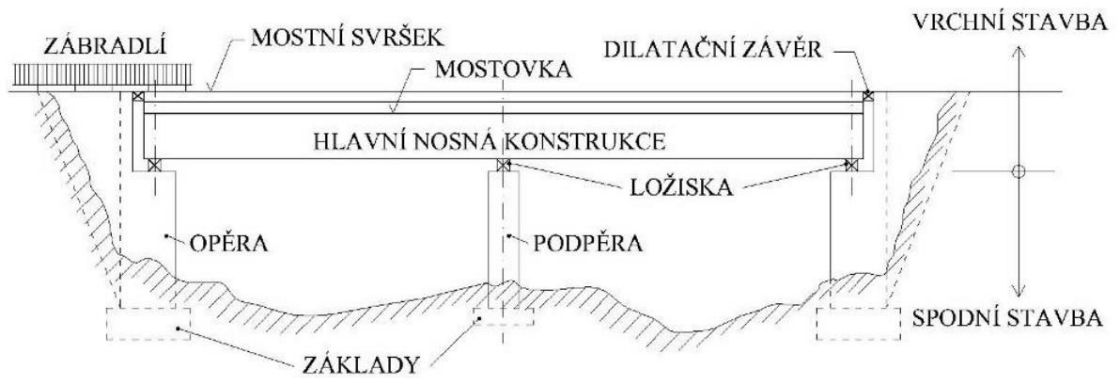
Mostní svršek se liší podle druhu dopravy na mostě a jedná se tak o svršek železničních nebo silničních mostů. Mostní svršek chrání horní povrch nosné konstrukce a je přímo či nepřímo uložen na nosné konstrukci. Drážní železniční svršek se skládá z kolejnic, upevňovadel, štěrkového lože, pojistného úhelníku a dalších. Silniční svršek se skládá z vozovky, chodníkového nebo krajnicového zpevnění, odvodňovacích a odrazných proužků, dělících pásů, říms, vyrovnávací a spádové vrstvy apod. [2], [3].

2.2.4. Mostní vybavení

Mostní vybavení jsou zařízení, jímž se doplňuje most pro zvýšení bezpečnosti uživatelů, k prodloužení životnosti a k usnadnění údržby nebo prohlídek. Tímto vybavením se rozumí záchytné bezpečnostní prvky, zábrany, revizní lávky, osvětlení a odpadní zařízení [2].

2.2.5. Cizí zařízení

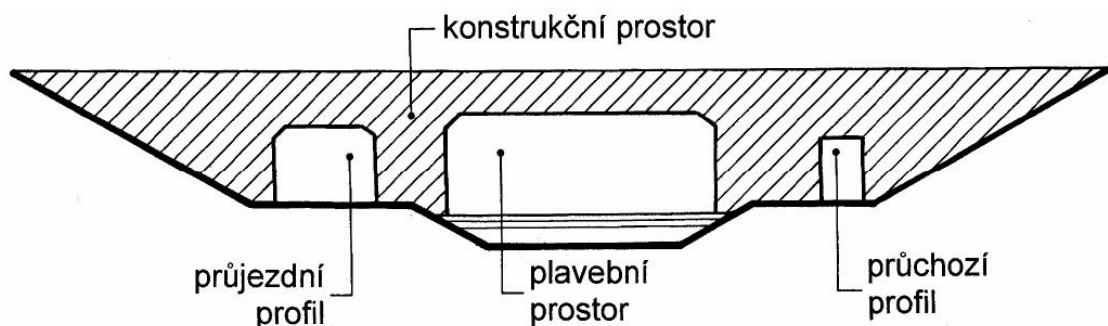
Jsou to zařízení, která neslouží mostním účelům. Mezi tato zařízení patří potrubí, energetická a telekomunikační vedení, chráničky, zařízení pro diagnostiku apod. [2], [3].



Obrázek 1: Schéma s popisem hlavních částí mostu [5]

2.3. Návrhové charakteristiky mostů

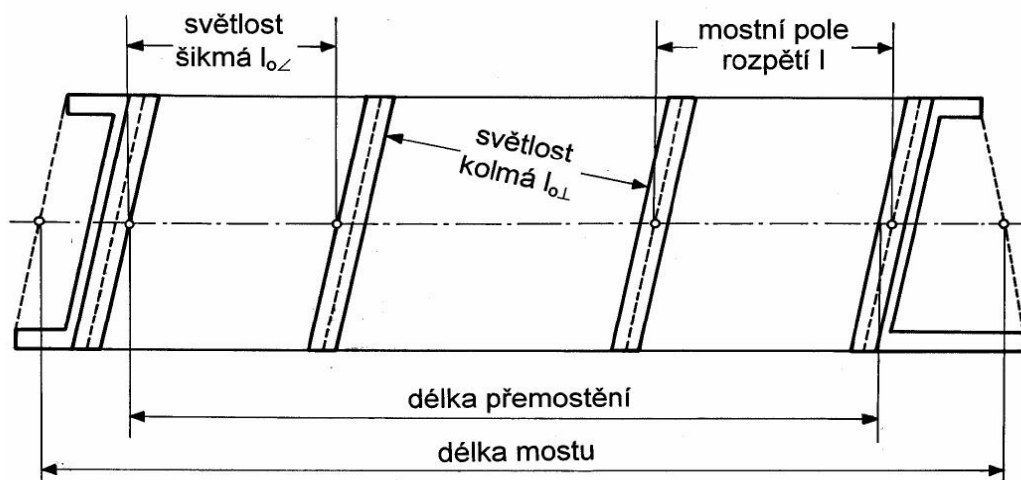
Prostor, který vzniká mezi křížením převáděné komunikace a překážky se nazývá **konstrukční prostor**. Tento prostor slouží k vybudování mostního objektu. Výšku konstrukčního prostoru udává vzdálenost horního povrchu překážky a vzdálenost nivelety převáděné komunikace. V konstrukčním otvoru jsou podle požadavků vybudované **mostní otvory**, které umožňují komunikaci, průchod, průplav nebo průhled mostními konstrukcemi. Mostní otvor je shora ohraničen dolní hranou hlavní nosné konstrukce a po stranách mostními opěrami, popř. podpěrami [2], [3]. Konstrukční prostor a mostní otvory jsou vyobrazeny níže na Obrázku 2.



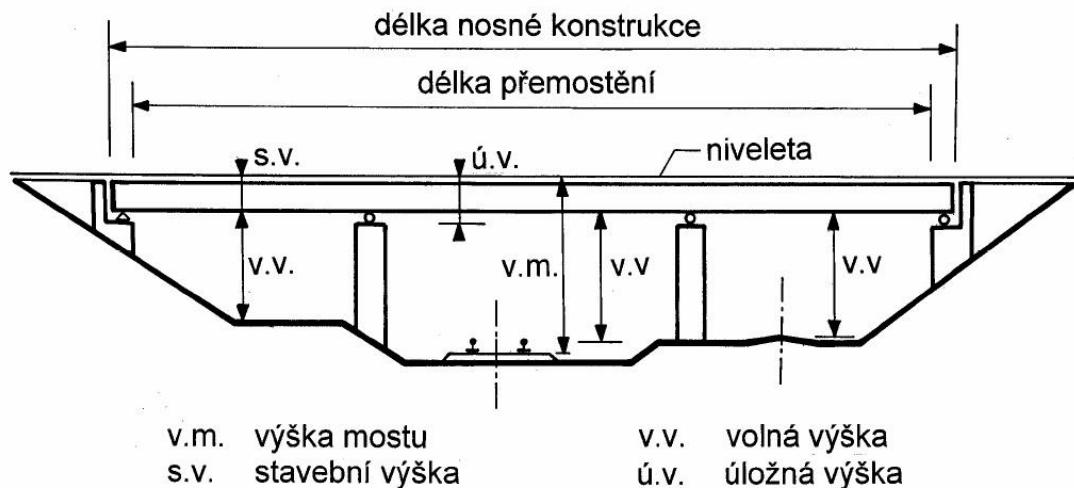
Obrázek 2: Konstrukční prostor a mostní otvory [2]

Návrhové charakteristiky délky a výšky jsou uvedeny na Obrázku 3 a Obrázku 4.

- **Délka nosné konstrukce** je celková délka hlavní nosné konstrukce měřená v ose nosné konstrukce mostu.
- **Délka přemostění** je vodorovná vzdálenost líců opěr, která se měří v ose mostu pozemní komunikace.
- **Délka mostu** je průměrná vzdálenost mezi konci křídel měřená v ose mostní konstrukce.
- **Výška mostu** je dána největším výškovým rozdílem mezi niveletou mostu a povrchem přemostěné překážky.
- **Stavební výška** je výškový rozdíl mezi dolní hranou hlavní nosné konstrukce a nivelety komunikace.
- **Úložná výška** je výškový rozdíl mezi niveletou převáděné komunikace a horní hranou úložného prahu. Úložná výška se měří v ose ložisek.
- **Volná výška** je nejmenší výškový rozdíl, který se určuje pro každý mostní otvor samostatně. Měří se od spodní hrany hlavní nosné konstrukce k povrchu přemostované pozemní komunikace, hladině vodního toku nebo terénu [2], [3].



Obrázek 3: Světlosti a charakteristické délky [2]



Obrázek 4: Charakteristické délky a výšky [2]

2.4. Prohlídky mostů

Provádění mostních prohlídek se řídí podle normy ČSN 73 6221 – *Prohlídky mostů pozemních komunikací* [6], kterou doplňuje a rozšiřuje příloha „A“ v TP 175 – *Stanovení životnosti betonových konstrukcí objektů pozemních komunikací* [7].

U všech mostů na veřejných komunikacích musí být ve stanovených intervalech vykonány předepsané prohlídky, které zajišťuje vlastník, popř. správce objektu. Mosty musí být pod neustálým dohledem. U nového mostu nebo u mostu, na kterém proběhla rekonstrukce celku, popř. jeho části, musí být před uvedením do provozu provedena první hlavní prohlídka, kterou zajišťuje objednavatel stavby. Při uvedení mostu do provozu vzniká vlastníkoví/správci objektu povinnost výkonu mostních prohlídek. Tato povinnost musí být dodržena i v době vyloučení mostu z provozu. Pokud při prohlídce dojde ke zjištění závady nebo poruchy, která ovlivňuje spolehlivost, použitelnost nebo bezpečnost provozu, musí být tato skutečnost neprodleně oznámena vlastníků/správcům objektu, kteří odpovídají za odstranění závad a technický stav mostní konstrukce [6], [8].

2.4.1. Druhy mostních prohlídek

Veškeré mostní prohlídky smí provádět pouze odborně způsobilá osoba. Na mostních konstrukcích jsou prováděny tyto druhy prohlídek [6]:

- běžné,
- hlavní,
- první hlavní,
- mimořádné,
- kontrolní,
- technické,
- podjezdu.

2.4.2. Běžná prohlídka

Běžné prohlídky se provádějí nejméně jedenkrát ročně u mostů s klasifikačním stupněm I-IV a nejméně dvakrát ročně u mostů s klasifikačním stupněm V-VII. Tato prohlídka stanovuje požadavky na provedení údržby mostu, požadavek na mimořádnou prohlídku nebo na provedení diagnostického průzkumu. Intervaly běžných prohlídek mohou být zkráceny na základě závěrů mimořádné, hlavní nebo kontrolní prohlídky, podle doporučení diagnostického průzkumu nebo podle požadavků na údržbu. Průběžný dohled na stav mostu provádí po celý rok jeho správce.

Běžná prohlídka kontroluje označení mostu a údaje uvedené v mostním listu. Kontroluje také celkový stav objektu, příslušenství a vybavení z hlediska bezpečnosti, použitelnosti a funkčnosti [6], [9].

2.4.3. Hlavní prohlídka

Tato prohlídka zkoumá stav, spolehlivost, bezpečnost mostu a slouží i jako podklad pro plánování údržby a opravy konstrukce. Hlavní prohlídka také slouží jako podklad pro povolení zatěžovací zkoušky. Hlavní prohlídky se provádějí u trvalých mostů (betonových, ocelových, ocelobetonových)

nejméně jedenkrát za 6 let při klasifikačním stupni I-III, nejméně jedenkrát za 4 roky při klasifikačním stupni IV a nejméně jedenkrát za 2 roky při klasifikačním stupni V-VII. U mostů dřevěných a provizorních nejméně jedenkrát za 2 roky. Dle příslušných drážních předpisů se provede jedenkrát za 3 roky prohlídka u mostů sdružených a mostů metra. Prohlídky u konstrukcí mostům podobným (propustky, lávky) se provádějí jedenkrát za 10 let při kvalifikačním stupni I-III, jedenkrát za 4 roky při kvalifikačním stupni IV-V, jedenkrát za 2 roky při kvalifikačním stupni VI-VII. Intervaly prohlídek mohou být zkráceny při zhoršení stavu na kvalifikační stupeň IV-VII, podle závěrů diagnostického průzkumu nebo pokud dojde k opakovanému poškození již opravené nosné konstrukce mostu.

Hlavní prohlídka se zabývá kontrolou údajů uvedených v mostním listu, hodnocením stavu objektu a všech jeho částí. Kontroluje provádění údržby, popisuje aktuální stav mostní konstrukce, závady a poruchy zjištěné při provádění prohlídky. Součástí této prohlídky je stanovení termínu další hlavní prohlídky [6].

2.4.4. První hlavní prohlídka

První hlavní prohlídka musí být vždy provedena před uvedením nové konstrukce do provozu nebo vždy po rekonstrukci mostu. Kontroluje se stav, bezpečnost a spolehlivost mostu nebo jeho částí. Tato prohlídka se může provádět v etapách a má se jí účastnit správce objektu. V případě provádění prohlídky v etapách se do zprávy uvedou jednotlivé fáze prohlídky. Při požadavku zatěžovací zkoušky mostu je možné tuto zkoušku provést až po doporučení z hlavní mostní prohlídky.

První hlavní prohlídka důkladně kontroluje provedení a hodnotí stav objektu, všech částí a prvků podle projektové dokumentace. Popisuje závady, poruchy, nedodělky a navrhuje jejich opatření. Kontroluje funkčnost a spolehlivost mostu před uvedením do provozu [6], [9].

2.4.5. Mimořádná prohlídka

Mimořádná prohlídka se provádí po výskytu mimořádných situací nebo při pochybnostech o stavu objektu. Tento typ prohlídky odpovídá rozsahu hlavní mostní prohlídky. Prioritně zkoumá stav, spolehlivost, stabilitu, odolnost, použitelnost a bezpečnost mostní konstrukce. Provádí se po živelných pohromách, po dopravní nehodě na mostě, po zjištění sesuvů a svahových pohybů a v případě výskytů důlních událostí. Dále pokud bylo zjištěno oslabení konstrukčních částí mostu, při výskytu důležitých trhlin, které mohou mít vliv na odolnost a bezpečnost objektu, nebo při zjištění velkého kmitání konstrukce, nadzvedávání, popř. nedosedání ložisek a nadzvedávání mostních závěrů. Mimořádná prohlídka se také provádí před vypršením záruční lhůty na příslušné stavební práce [6].

2.4.6. Kontrolní prohlídka

Kontrolní prohlídka slouží jako odborný dozor kvality a provádění u běžných a hlavních prohlídek. Kontrolní prohlídky jsou prováděny podle potřeby a nesmí je provádět správce objektu [6].

2.4.7. Technická prohlídka

Technická prohlídka slouží jako podklad pro technickou převjímkou mostu, popř. jeho části. Prohlídka je prováděna podle požadavku např. zhotovitele stavby. Podrobněji zkoumá mostní konstrukci nebo její části pro zjištění aktuálního technického stavu, závad a poruch objektu [6].

2.4.8. Prohlídka podjezdu

Jedná se o prohlídku, jež se zabývá kontrolou stavu a bezpečností chodu v podjezdu [6].

2.5. Hodnocení mostu a jeho částí

Hodnocení mostu jako celku, popř. jeho konstrukčních částí probíhá v rámci mimořádné, hlavní a první hlavní prohlídky. Hodnocení je rozdělené do dvou kategorií a vyplývá ze závad zjištěných při prohlídce mostu.

- **Spolehlivost mostu** se zabývá stavebním stavem objektu nebo jeho částí. Spolehlivostí mostu je vyjádřena jeho odolnost z hlediska zatížitelnosti. Pro popis stavebního stavu z hlediska spolehlivosti mostu se používá sedmi klasifikačních stupňů stavebního stavu viz *Tabulka 2* [6].
- **Bezpečnost mostu** se zabývá použitelností objektu nebo jeho částí, hodnotí se bezpečnost provozu na mostě i pod ním. Pro popis bezpečnostního stavu mostu se používá pěti stupňů použitelnosti mostu nebo jeho částí viz *Tabulka 3* [6].

Tabulka 2: Klasifikační stupně stavebního stavu mostů [6]

Klasifikační stupeň stavebního stavu	Stavební stav	Popis stavebního stavu
I	Bezvadný	Bez zjevných závad, poruch a/nebo nedodělků.
II	Velmi dobrý	Lokální vzhledové závady a poruchy, které nepředstavují zvýšené riziko z hlediska zajištění dlouhodobé spolehlivosti mostu (nad 10 let).
III	Dobrý	Závady a poruchy většího rozsahu, které neovlivňují spolehlivost konstrukce, avšak představují zvýšené riziko z hlediska jejího zajištění v časovém horizontu do 10 let.
IV	Uspokojivý	Závady a poruchy, které nemají významný vliv na spolehlivost konstrukce, avšak představují zvýšené riziko z hlediska jejího zajištění v časovém horizontu do 5 let.
V	Špatný	Závady a poruchy, které mají významný vliv na spolehlivost konstrukce, avšak jsou odstranitelné bez významnějších zásahů do nosné konstrukce mostu.
VI	Velmi špatný	Závady a poruchy, které mají zásadní vliv na spolehlivost konstrukce a jsou odstranitelné pouze významnými zásahy do nosné konstrukce mostu.
VII	Havarijní	Závady a poruchy ovlivňující spolehlivost konstrukce takovou měrou, že vyžadují okamžitá opatření pro odvrácení havárie (např. uzavření nebo podepření mostu).

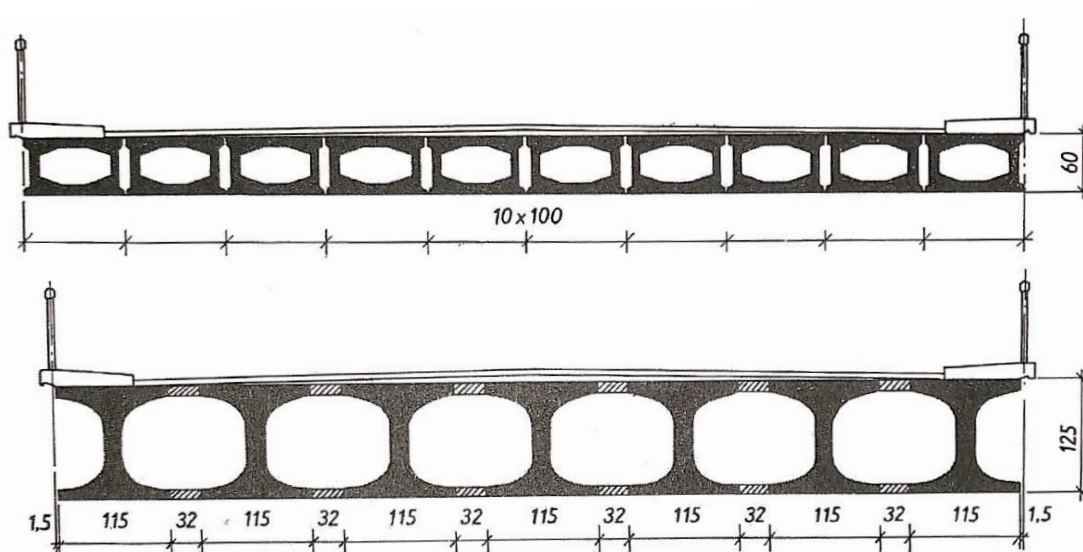
Tabulka 3: Stupně použitelnosti mostu nebo jeho částí [6]

Stupeň použitelnosti	Použitelnost	Popis stavu mostu nebo jeho části
1	Použitelný	Bez závad a poruch ovlivňujících použitelnost.
2	Podmíněně použitelný	Závady a poruchy, které nemají vliv na použitelnost, ale představují zvýšené riziko z hlediska jejího zajištění v časovém horizontu do 5 let.
3	Použitelný s výhradou	Závady a poruchy, které mají vliv na použitelnost, ale nevyžadují okamžitá opatření ani omezení provozu.
4	Omezeně použitelný	Závady a poruchy, které umožňují dočasný provoz na mostě, avšak za předpokladu okamžitých opatření nebo omezení provozu na mostě.
5	Nepoužitelný	Závady a poruchy, které z hlediska zajištění bezpečnosti provozu vyžadují okamžité uzavření mostu nebo jeho části do doby odstranění závad.

3. Mosty z prefabrikovaných nosníků

3.1. Typizace mostních nosníků

V systému hospodářství vznikla myšlenka na jednotné uplatnění předem navrhovaných konstrukcí, která vedla k typizaci u opakujících se stavebních prvků i konstrukcí. Tato myšlenka se týkala i mostních nosníků, proto byly předloženy typizačnímu ústavu dvě konstrukce prefabrikovaných mostních polí. Tyto nosníky byly navrženy pro řadu rozpětí od 9 do 30 m. Typizace mostních nosníků vznikla počátkem šedesátých let a obě zvolené konstrukce byly na vysoké technické úrovni. Rozpětí pro dutinové nosníky byla zvolena 9, 12, 15 a 18 m. Dutinové nosníky nesly označení KA. Rozpětí pro nosníky tvaru I v příčném řezu byla zvolena 21, 24, 27 a 30 m. Nosníky tvaru I byly označovány podle autora návrhu tzv. „Šefčíky“ [10].

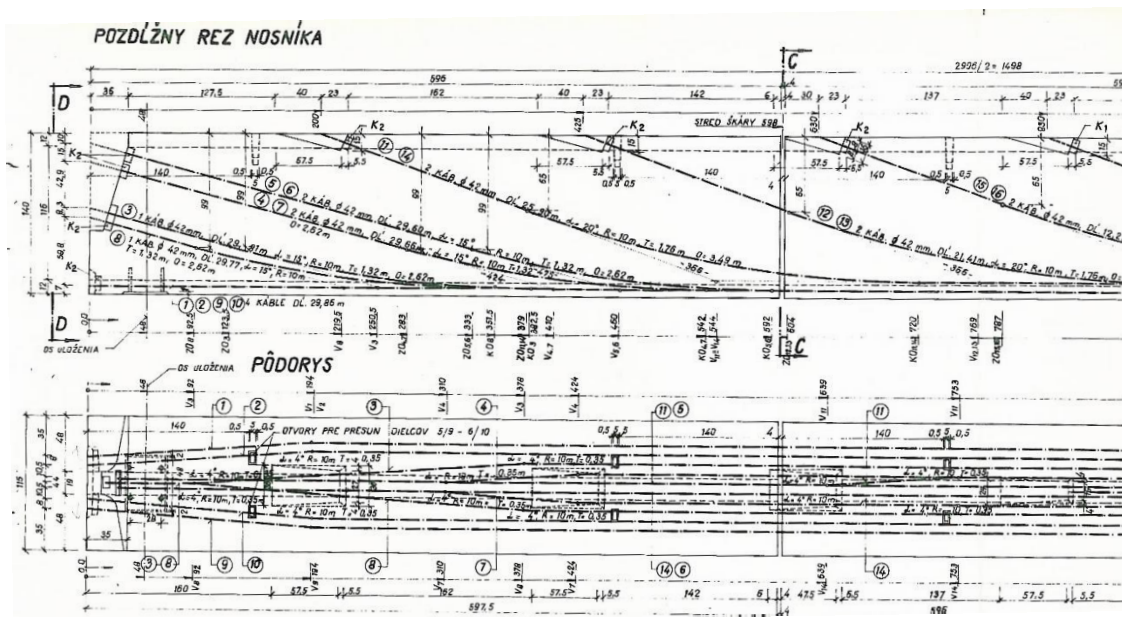


Obrázek 5: Typové nosníky KA a I pro délky rozpětí 9–30 m [10]

V další části práce budou rozebrány pouze nosníky I-73, jelikož praktická část této práce se zabývá mostním objektem tvořeným z nosníků I-73.

3.2. Prefabrikované mostní dílce I-73

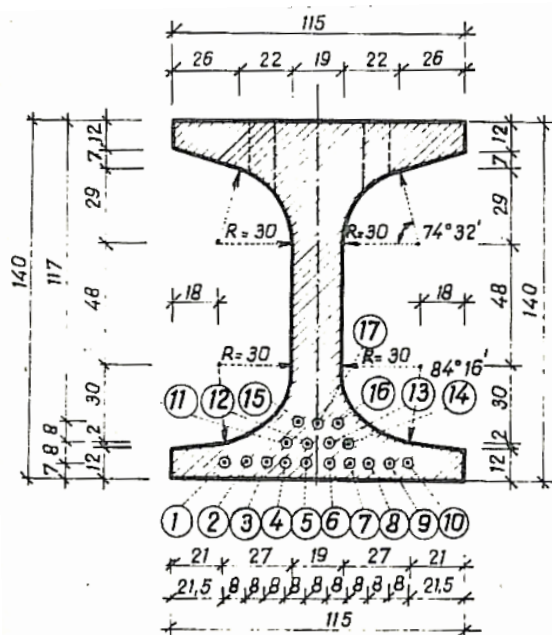
Konstrukčně se jedná o nosníky z betonu B 500 (odpovídá C35/45), které mají v příčném řezu tvar I. Nosníky I-73 nahradily nosníky I-67 a nosníky I-62, které neodpovídaly nově vydaným normám ČSN 73 6203 – *Zatížení mostů* a ČSN 73 1251 – *Navrhování konstrukcí z předpjatého betonu*. V současné době obě uvedené normy již nejsou platné. Nosníky I-73 byly nahrazeny nosníky I-90. Projektování nosníků I-73 se řídilo podle nově vydaných norem. Typové podklady byly upraveny pro použití nosníků na šikmé mosty s maximální šikmostí 50 gradů a zároveň byly upraveny konce nosníků pro kotvení mostních přechodových konstrukcí. Prefabrikáty I-73 lze použít bez kontrolního výpočtu pro mosty, které se skládají minimálně ze 6 kusů a jejich šikmost je menší než 50 gradů. Maximální počet nosníků není limitován [11], [12].



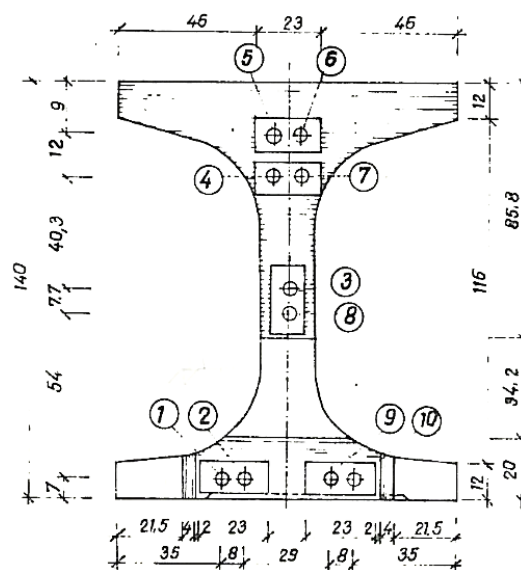
Obrázek 6: Část půdorysu a podélného řezu prefabrikovaného nosníku I-73 délky 30 m [11]

3.2.1. Popis nosníků I-73

Nosníky všech typových délek jsou vytvořené z průřezu I, který má stejné šířky dolní i horní příruby. Šířka přírub je 115 cm, jejich tloušťka na koncích je 12 cm. Příruba se směrem ke stojině rozšiřuje a přechází v zaoblený náběh o poloměru $R = 30$ cm. Tloušťka stojiny průřezu je 19 cm. Uspořádání horní i dolní příruby je u nosníků všech typových délek stejné, mění se pouze výška stojiny. Tímto uspořádáním je vytvořený jednotný průřez pro všechny typové délky nosníků. Výška nosníků je konstantní a pohybuje se v rozmezí od 1,0 do 1,4 m v závislosti na délce nosníků. Skladebná délka nosníků je 21, 24, 27 a 30 m, rozpětí nosníků je o 1 m menší než skladebná délka. Hmotnost závisí na délce a výšce nosníku, mění se v rozmezí od 30,26 do 46,32 t. Příčného spojení nosníků je docíleno pomocí ok, které vyčnívají 6,5 cm z horní i dolní příruby a pomocí obdélníkových třmínek vložených do spár. Pomocí třmínek a ok vznikají otvory, do kterých se vkládá podélná konstrukční výztuž. U krajních nosníků oka přírub vyčnívají pouze na jednu stranu, dále jsou u těchto nosníků zabudována železa pro ukotvení římsy. U všech nosníků je horní příruba o 35 cm kratší než dolní, dochází k tomu stupňovitým zešikmením čel nosníků. Dobetonováním zešikmeného čela vzniká koncový kotevní blok, který slouží pro ukotvení dilatačního zařízení. Díky tomuto postupu u kolmých mostů nepřechází kotevní blok přes dolní přírubu. Při horním povrchu čela nosníku jsou zabudována železa (6 průměrů 10 mm pro jedno čelo) sloužící pro uchycení koncového kotevního bloku. Osa ložiska musí být kolmá na podélnou osu nosníku. Osa ložisek je ve vzdálenosti 48 cm od hrany dolní příruby [11], [12].



Obrázek 7: Příčný řez nosníkem I-73 délky 30 m [11]



Obrázek 8: Pohled na čelo nosníku I-73 délky 30 m [11]

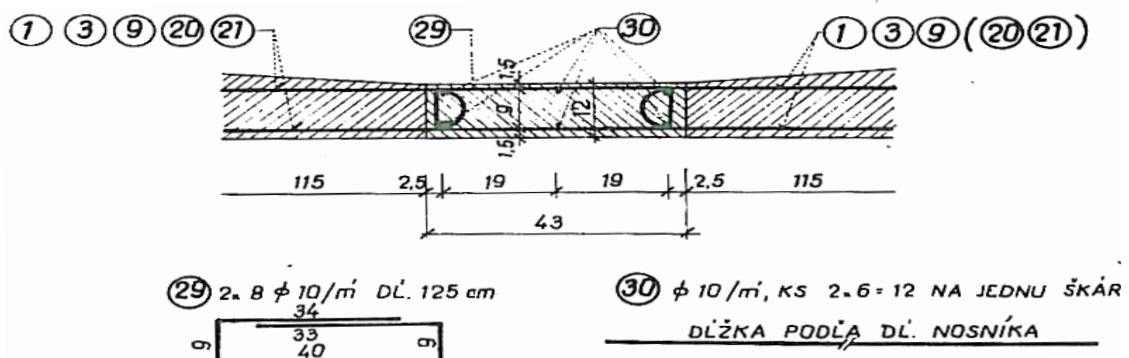
3.2.2. Výroba nosníků

Nosníky byly vyráběny v ocelových formách, které se mohly používat několik let, než se dosáhlo jejich amortizace a opotřebení. Popsaný nosník v kapitole 3.2.1. umožnil výrobu nosníků různých délek v jedné formě. Rozdílných výšek nosníků se dalo dosáhnout nastavci na úpravu výšky formy. Typový podklad uvádí tři různé způsoby výroby nosníků [10], [11].

- **V celé délce naráz** – provádí se pouze na staveništi s ohledem na velkou váhu a délku nosníku.
- **Z pěti segmentů** – průmyslová výroba ve výrobnách. Výroba nosníků z pěti segmentů se dá provést u nosníků všech délek. Nosník je tvořený z pěti stejných kusů.
- **Ze tří segmentů** – průmyslová výroba ve výrobnách. Výroba nosníků ze tří segmentů se dá provést u nosníků všech délek. Nosník je tvořený ze tří přibližně stejných kusů.

3.2.3. Nosná konstrukce z nosníků I-73 v příčném i podélném směru

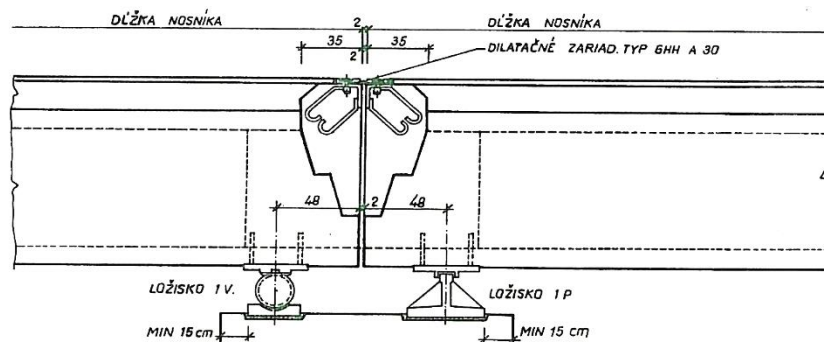
Příčný směr je vytvořen uložení nosníků vedle sebe. Nosníky jsou uloženy tak, aby mezi nimi vznikla spára šířky 28–43 cm. Po osazení nosníků se vzniklá spára zabetonuje mezi horními i dolními přírubami. Výška spáry je stejná jako výška příruby, tzn. 12 cm. Díky proměnlivé šířce spár a proměnlivému vyložení říms je umožněno vytvořit šířkové uspořádání mostu pro všechny kategorie státních silnic nebo dálnic. Nejnepříznivější případ příčného uspořádání pro statický výpočet je most ze 6 nosníků, proto se i tento počet nosníků udává jako minimální. Spojení nosníků v příčném směru je vytvořeno dobetonováním spár horních i dolních přírub. Spáry jsou zhotoveny z betonu B 330 (odpovídá C25/30) a jsou vyztuženy třmínky obdélníkového tvaru průměru 10 po vzdálenosti 12,5 cm z oceli 10425 a podélnou výztuží průměru 10 z oceli 10425. Podélná výztuž je vložena do ok, které tvoří obdélníkové třmínky a vycházející výztuž z obou přírub nosníku. Po zabetonování spár vzniká komorová konstrukce, která ze statického hlediska působí jako ortotropní deska [11], [12].



Obrázek 9: Detail příčného spojení nosníků I-73 [11]

Podélný směr je vytvořený z nosníků I-73, které jsou vyráběné v typových délkách 21, 24, 27 a 30 m. Z těchto nosníků můžeme vytvořit mosty o 1 poli, které mají šikmost od 45° do 90°, nebo mosty o více polích s dilatačním, popř. bez dilatačním stykem nad vnitřními podporami. Osa ložiska je předepsaná pro všechny druhy ložisek a pro všechny typové délky

nosníků je stejná. Vzdálenost osy ložiska od hrany nosníku je 48 cm. Pro nosníky mohou být použita ocelová nebo pryžová ložiska, u ocelových ložisek musí být na jedné straně nosníku ložisko pevné a na druhé ložisko pohyblivé. Při použití ocelového ložiska musí být v koncích nosníku zabudované trubky a vytvořené kapsy pro jeho ukotvení ložiska. Jednotlivé segmenty se na stavbě seřadí na napínací podlaze a připraví se k předepnutí. Spáry mezi jednotlivými segmenty mohou být lepené nebo vyplněné vysokopevnostní cementovou maltou. Pokud jsou spáry vyplněné cementovou maltou mají šířku 4 cm a vkládají se do nich krátké spojovací trubky, které jsou vloženy do kabelových kanálků. V případě použití lepených spojů se nepoužívají spojovací trubky a šířka spár je upravena podle potřeby [11].



Obrázek 10: Příklad umístění ocelových ložisek u mostu o více polích [11]

3.2.4. Předpjatá výztuž

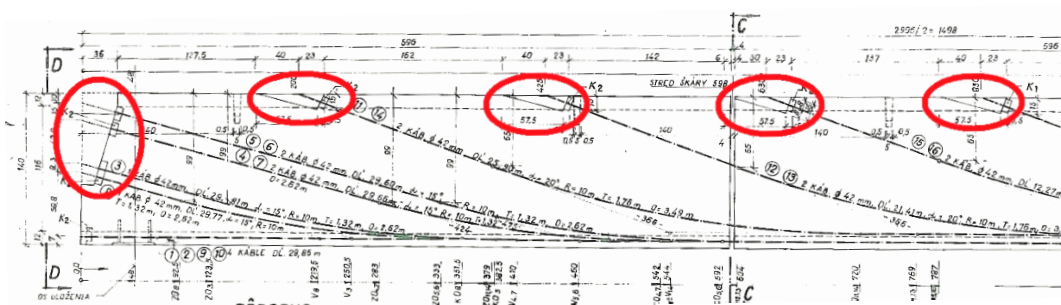
Předpínací kabely jsou složeny z 20 kusů hladkého patentovaného drátu Pz průměru 4,5 mm. Kabelové kanálky jsou z profilu průměru 42 mm a jsou ponechané v nosníku. Všechny kabely se napínají jednostranně a pořadí napínání kabelů vyplývá ze statického výpočtu. Výztuž je kotvená do ocelových kotev, které jsou složeny z kotevních desek a kotevních kolíků. U nosníků jsou použity dva druhy kotev. Kotvy mají jeden nebo dva otvory pro ukotvení 20 průměrů 4,5 mm [11].

3.2.5. Betonářská výztuž

Betonářská výztuž je navržena s ohledem na kroucení u šikmých mostů. Výztuž je navržena a tvarově uspořádaná tak, aby nedocházelo ke kolizi měkké a tvrdé výztuže. Měkká výztuž je z oceli 10425, mimo spon průměru 6, které jsou z oceli 10216. U krajních nosníků je zabudovaná výztuž pro uchycení římsy, popř. kotevního bloku. Všechny nosníky mají vyztužený horní povrch příruby (6 průměrů 10 mm v jednom čele) pro ukotvení dobetonovaného koncového bloku nosníku [11].

3.2.6. Problémy technologie prefabrikovaných nosníků I-73

Prefabrikace vznikla za účelem minimalizování monolitických prací na stavbě. Po provedení a zmonolitnění nosné konstrukce byla vytvořena vyrovnávací vrstva z betonu, která tvořila podkladní vrstvu pro hydroizolaci. Komorovou konstrukcí vzniká hlavní problém, kterým je neprůlezná dutina. Při provedení špatné izolace může do dutiny zatékat slaná voda, která vyvolává korozi předpínací výztuže nebo může zmrznout a poškodit beton. Dalším důležitým důvodem vzniku vad a poruch je nekvalitní výstavba, zanedbaná údržba a nedostatečná kontrola mostních objektů. Problémem taky mohou být kotevní oblasti. Pokud dojde k odtržení dobetonávky v kotevních oblastech, voda může přímo zatékat do kabelových kanálků a způsobit korozi předpínací výztuže [13]. Rizikové kotevní oblasti, do kterých může zatékat voda při špatném provedení izolace jsou uvedeny na Obrázku 11.



Obrázek 11: Schéma rizikových kotevních oblastí [11]

3.2.7. Vady a poruchy prefabrikovaných nosníků I-73

Vada konstrukce snižuje spolehlivost vůči účinkům zatížení. Vady konstrukce vznikají jako nedostatek projekční nebo prováděcí fáze konstrukce. Vadou se rozumí takové poškození konstrukce, které nesnižuje únosnost dané konstrukce [14], [15].

Porucha konstrukce je soubor chemických a fyzikálních procesů, které negativně ovlivňují únosnost, použitelnost a spolehlivost mostů. Porucha může vzniknout na základě vady konstrukce. Porucha vzniká, pokud je dosaženo mezního stavu konstrukce [14], [15].

Nejběžnější vady a poruchy prefabrikovaných nosníků I-73 jsou uvedeny na obrázcích níže. Některé vady a poruchy jsou zobrazeny v porovnání stavu konstrukce, která je v pořádku.



Obrázek 12: Pohled na zkorodovanou ocelovou chráničku [foto J. Láník]



Obrázek 13: Pohled na ocelovou chráničku bez koroze



Obrázek 14: Pohled do neproinjektované chráničky [foto J. Láník]



Obrázek 15: Pohled do proinjektované chráničky



Obrázek 16: Pohled na zkorodované a oslabené předpínací dráty [foto J. Láník]



Obrázek 17: Pohled na předpínací dráty bez koroze



Obrázek 18: Pohled do dutiny na korozi výztuže dobetonávky na horním povrchu nosníků [foto J. Láník]



Obrázek 19: Pohled do dutiny – povrch dobetonávky nosníků bez koroze



Obrázek 20: Pohled na odtrženou dobetonávku kotev od čela nosníků [foto J. Láník]



Obrázek 21: Detailní pohled na kotevní oblast s povrchovou korozí kabelů a kotevní desky [foto J. Láník]



Obrázek 22: Pohled na vymrzlou a odtrženou krycí vrstvu kabelu [foto J. Láník]



Obrázek 23: Detailní pohled na stav předpínací výztuže v místě odtržené krycí vrstvy [foto J. Láník]



Obrázek 24: Pohled na podélnou trhlinu v místě trasy předpínacího kabelu [foto J. Láník]



Obrázek 25: Pohled na chybějící hranu dolní příruby

4. Stavebně-technický průzkum

4.1. Obecně o stavebně-technickém průzkumu

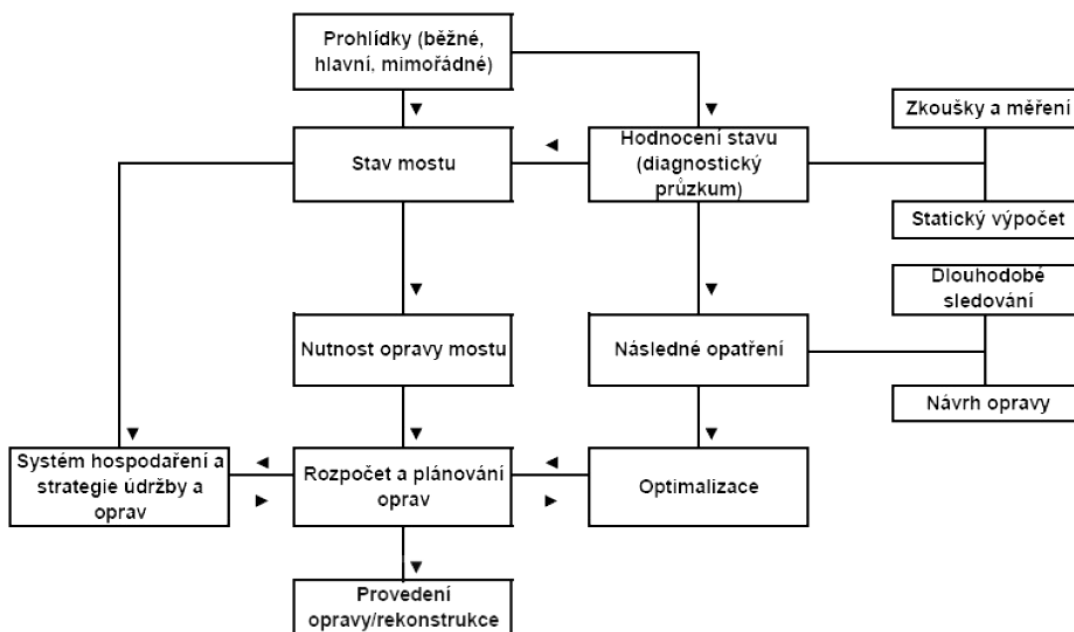
Stavebně-technický průzkum má za úkol zhodnotit a odzkoušet stav konstrukce nebo její části, odhalit příčiny vzniku poruch nebo degradaci konstrukce. Stavebně-technický průzkum hodnotí konstrukci především ze statického hlediska. Každý stavebně-technický průzkum je odlišný, protože diagnostické práce se musí přizpůsobit danému objektu. Průzkum mohou provádět jenom způsobilé osoby, které vlastní úřední oprávnění pro tuto činnost [16], [17], [8].

Stavebně-technický průzkum je prováděn ve třech stupních.

- **Předběžný stavebně-technický průzkum** shromažďuje veškeré obecné informace o objektu. Je prováděn za plného provozu, před zahájením projekční přípravy. Používá se např. jako podklad pro modernizaci objektu.
- **Podrobný stavebně-technický průzkum** doplňuje a zpřesňuje informace získané z předběžného průzkumu. Tento průzkum je potřebný pro zpracování projektové dokumentace a zpracování statických výpočtů.
- **Doplňkový a speciální stavebně-technický průzkum** je poslední fáze stavebně-technického průzkumu. Doplňuje a přehodnocuje změny úprav a je prováděn v průběhu projektování nebo při realizaci navržených opatření [16], [17].

Závěrečná zpráva průzkumu by měla vyhodnotit stav a důkladným způsobem popsat sledovaný objekt. Zpráva by měla obsahovat základní údaje o objektu, rozsah průzkumu, zhodnocení vodorovných a svislých nosných konstrukcí, zjištění a popsání vlhkostního režimu objektu, popis stavu základových konstrukcí a závěrečné zhodnocení stavu, popř. doporučení na provedení dalších průzkumů [17].

Stavebně-technické průzkumy se řídí podle normy ČSN ISO 13822 – *Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí* [18]. V této normě jsou uvedeny přesné postupy stavebně-technických průzkumů [17].



Obrázek 26: Schéma postupu prací při hodnocení mostů [8]

4.2. Nejčastěji používané metody pro diagnostický průzkum mostů

Dále uvedené metody se běžně používají v praxi pro provádění diagnostického průzkumu mostních objektů v ČR i v zahraničí. Zkušební metody používané pro diagnostiku objektů je možné rozdělit podle několika kritérií. Nejčastější rozdělení metod je závislé na stupni poškození konstrukce nebo vzorku a je rozdělené do tří skupin na:

- nedestruktivní,
- semi-destruktivní,
- destruktivní [17].

4.3. Nedestruktivní metody

Tyto metody povrch konstrukce nepoškodí, popř. poškodí minimálně přípravou na použití tvrdoměrných metod např. broušením, vtiskem nebo vrypem [17].

4.3.1. Vizualní metody

Vizuální metoda je základní a nejpoužívanější metoda pro zjištění stavu konstrukce. Nedílnou součástí této metody je fotodokumentace závad na konstrukci. Tato kontrola dosahuje dobrých výsledků a musí být provedena zkušeným pracovníkem. Nevýhodou této metody je umožnění přístupu ke konstrukci, konstrukce musí být na dosah ruky (např. pomocí plošiny). Další možností je pozorování objektu na dálku pomocí dalekohledu, popř. teleobjektivu, ale tato možnost je limitována světelnými podmínkami [8].

Vizuální metoda provádí podrobnou prohlídku mostu a popisuje zjištěné závady na objektu. Vizualní kontrolou mostního objektu je možné odhalit následující závady:

- sedání a obnažení základů nebo jejich podemletí,
- zrezivění, znečištění, poškození ložisek a kloubů,
- délku, šířku, počet, polohu a odhad hloubky trhlin,
- obnažení výztuže, popř. oslabení jednotlivých dílců konstrukce,
- viditelné deformace, posunutí a vybočení části konstrukce nebo celku,
- špatnou funkčnost, poruchy a deformace mostních závěrů,
- nezainjektování nebo naplnění vodou kabelových kanálků u přepjatých konstrukcí,
- prosakování a zatékání vody do konstrukce špatným provedením nebo porušením izolace,
- jakékoliv porušení, popř. opotřebení, nebo nadměrné zesílení povrchu vozovky,
- poškození veškerého mostního vybavení,
- špatné soužití mostního objektu s cizím zařízením [8].

Závady a poruchy zjištěné vizualní prohlídkou objektu se zakreslují do zjednodušené výkresové dokumentace. Při provádění dalších prohlídek

tato dokumentace s příloženou fotodokumentací slouží k porovnání a kontrole závad a poruch, které nebyly odstraněny [8].

Sledování a měření technického stavu trhlin je uvedeno v *TP 201 – Měření a dlouhodobé sledování trhlin v betonových konstrukcích* [19], [8].

4.3.2. Tvrdoměrné metody pro zkoušení betonu

Tvrdoměrné metody jsou jedny z nejpoužívanějších nedestruktivních metod v současné době. Tyto metody jsou jednoduché a rychlé. Tvrdost zkoušeného materiálu je určena odporem proti tvárné deformaci materiálu. Tvrdost materiálu se určuje pomocí mnoha metod, jejichž největším úskalím jsou rozdílné hodnoty tvrdosti na stejném materiálu. Vzájemný vztah mezi mechanickými veličinami a tvrdostí materiálu není možné přesně specifikovat. Příslušná pevnost se určí pomocí kalibračních vztahů, které existují pro řadu tvrdoměrných metod. Použitím kalibračních vztahů získáme pevnost, která má povahu nezaručené pevnosti [20].

Metoda je omezena zkoušením povrchové vrstvy betonu, přesností a spolehlivostí výsledků, počtem zkušebních míst, přístupností povrchu konstrukce, stářím, vlhkostí a stejnoměrností betonu. Naměřená pevnost je obvykle zatížena chybou, která může být až 20 %. Tato nedestruktivní metoda je pro upřesnění výsledků často kombinována s destruktivními metodami [20].

Tvrdoměrné metody rozdělujeme na vrypové, vtiskové, vnikací, odrazové a další. Z těchto metod se v praxi používá pouze odrazová metoda, ostatní metody již nejsou používány. Základní tvrdoměry jsou rozdělené na:

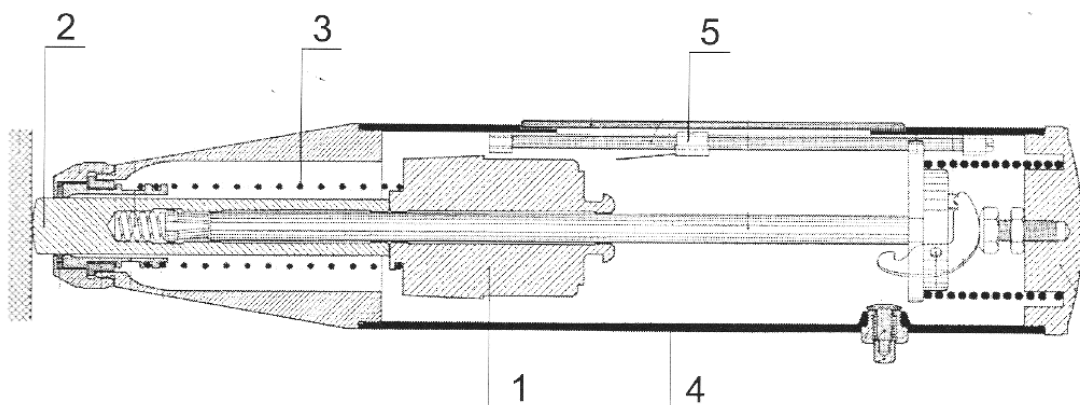
- vtiskové (váleček, hrot, kulička, disk),
- vnikací (hroty, dláta, špičáky),
- odrazové (pružinové, volným pádem),
- brusné a vrtné [17], [20].

Odrazové tvrdoměry Schmidt

Druhy Schmidtových tvrdoměrů rozdělujeme podle vyvozené velikosti energie při zkušebním rázu na:

- typ N (energie 2,25 Nm) pro beton krychelné pevnosti 20–60 MPa,
- typ L (energie 0,75 Nm) pro beton krychelné pevnosti 13–50 MPa,
- typ M (energie 30,00 Nm) pro beton krychelné pevnosti 25–60 MPa [17], [20].

Systémy mechanismů výše uvedených typů jsou stejné. Odrazové tvrdoměry jsou složeny z razníku, vlečného ukazatele s měřítkem, pružin a beranu. Zatlačením razníku dojde k uvolnění závěsu beranu, beran dopadne na razník, od kterého se odrazí a posune vlečný ukazatel do místa, které odpovídá velikosti odrazu. Pomocí měřítka na vnější straně pouzdra tvrdoměru se odečte velikost odrazu [17], [20].



Obrázek 27: Schéma odrazového tvrdoměru typu N a L. 1) beran, 2) razník, 3) tažná pružina, 4) pouzdro tvrdoměru, 5) vlečný ukazatel [17]

Kalibrační vztahy

Kalibrační vztahy se provádějí na krychlích, které jsou zatěžované v lisu přibližně na 10% vlastní pevnosti v tlaku, minimálně na 2 MPa. Zkoušení je prováděno na dvou protilehlých stranách, na 5 zkušebních místech po 3 platných měření, dále se krychle rozdrtí v lisu pro stanovení pevnosti. Směrný nebo obecný kalibrační vztah je vyhodnocován pomocí součinitele α , který se vypočte ze vztahu:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n R_{bi}}{\sum_{i=1}^n R_{bei}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{destruktivní}}{\sum_{i=1}^n R_{nedestruktivní}}, (1)$$

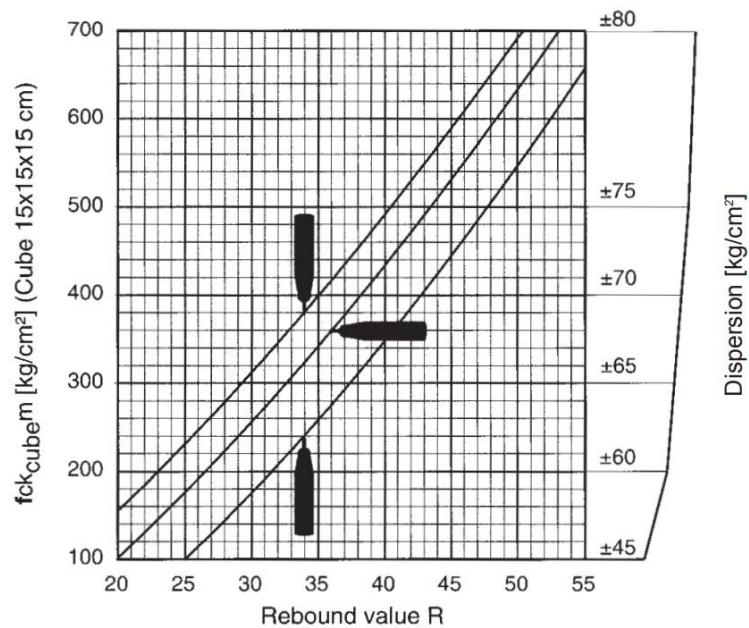
kde n je počet měření,

R_{bi} je krychlená pevnost v tlaku stanovená z i -tého měření normalizovanou tlakovou zkouškou,

R_{bei} je pevnost v tlaku stanovená s nezaručenou přesností, stanovená na témže vzorku nedestruktivně [17].

Minimální počet zkušebních vzorků pro vyhodnocení kalibračních vztahů součinitelem α :

- 9 krychlí vytvořených ze stejného betonu a upravovaný stejným způsobem jako konstrukce nebo stavební dílec.
- tělesa odebrané přímo z konstrukce nebo stavebního dílce:
 - a) 3 vzorky do 10 m³ betonu,
 - b) 6 vzorků do 50 m³ betonu,
 - c) 9 vzorků nad 50 m³ betonu,
 - d) 3 vzorky, pokud byla konstrukce nebo dílec zkoušena nedestruktivně se tělesa odeberou z míst s nejmenší, průměrnou a nejvyšší pevností [17], [20].



Obrázek 28: Křivky krychelné pevnosti kalibračních vztahů pro Schmidtův tvrdoměr typu N [21]

Zkušební místo

Zkušební místo je předem připravená plocha o rozměrech 100 x 100 mm. Tato plocha musí mít odstraněnou povrchovou úpravu, musí být suchá a hladká. Nejčastěji se zkušební plocha upravuje broušením. Minimální vzdálenost úderů je 30 mm od sebe a 30 mm od hrany betonu. Uvedené minimální vzdálenosti platí pro tvrdoměr typu Schmidt N [17].

4.3.3. Elektromagnetické indikátory výztuže

Metoda slouží pro rychlé, orientační lokalizování výztuže v železobetonové konstrukci a je založena na elektromagnetickém principu. Zařízení pro vyhledávání kovů je tvořeno přístrojem s elektronickými obvody a sondou. Elektronické obvody generují signál pro buzení sondy a zároveň vyhodnocují přijímaný signál. Sondy pro vyhledávání výztuže obsahují jednu nebo několik cívek. Cívky jsou buzené časově proměnným elektrickým proudem a generují primární magnetické pole, které proniká k hledanému cíli. Elektrickými obvody je zpracováno a vyhodnoceno sekundární

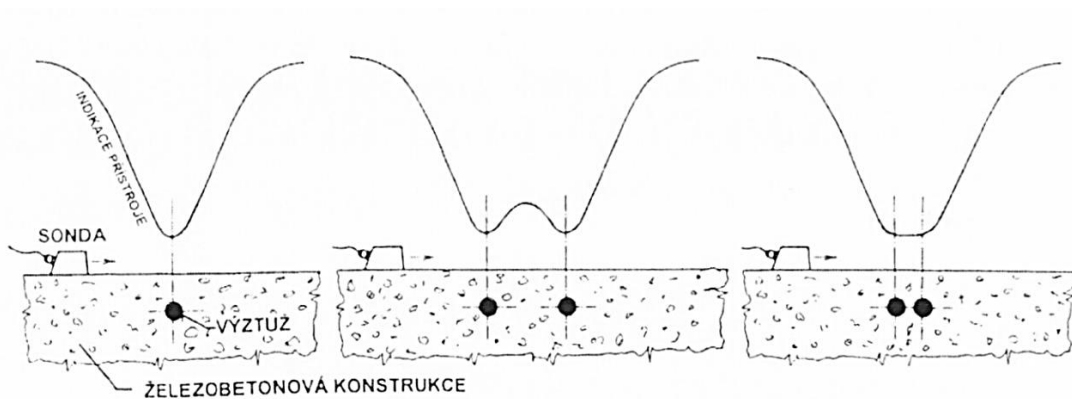
elektromagnetické pole, které vzniká deformací primárního magnetického pole při nalezení výztuže [17], [22].

Elektromagnetické indikátory v praxi používáme pro:

- stanovení množství a polohy výztuže,
- zjištění, jestli je v betonu výztuž,
- kontrolu průměru nebo krytí výztuže,
- lokalizaci výztuže pro bezpečné vrtání do konstrukce [17].

Omezení elektromagnetických indikátorů výztuže:

- maximální dosah přístroje při použití běžné sondy je 60-100 mm, při použití hloubkové sondy 150-200 mm,
- nelze určit druh výztuže, ani míru koroze výztuže,
- není možné rozeznat pruty, pokud jsou ve více rovnoběžných vrstvách,
- blízkost silných elektromagnetických polí mohou měření zcela znehodnotit [17].



Obrázek 29: Schématické znázornění použití magnetického indikátoru výztuže a zobrazení omezení při malé vzájemné vzdálenosti jednotlivých prutů výztuže [22]

4.3.4. Georadar

Ve stavební diagnostice se jedná o metodu GPR (ground penetrating radar), která využívá principu vysílání vysokofrekvenčních elektromagnetických pulzů. Georadar vysílá do konstrukce

elektromagnetické pulzy a poté registruje odrazy pulzů od překážek. V diagnostice je georadar používán pro lokalizaci nehomogenit v betonu a pro lokalizaci výztuže. Dosah georadaru může být až 15 m, ale je závislý na okolních podmínkách. Frekvence georadarů se nejčastěji pohybuje v rozsahu mezi 25-1000 MHz. Kontinuální obraz zkoumaného prostředí můžeme získat pomocí velmi hustého kroku měření. Krok měření se pohybuje v rozmezí 5-10 mm. Přelom používání georadaru v oblasti stavebně-technických průzkumů nastal při uvedení přístroje Hilti PS 1000 na trh [22], [23], [24].

Hilti PS 1000

Přístroj Hilti PS 1000 je přímo určený pro diagnostiku železobetonu s možností určit polohu výztuže a odhalit nehomogenity v betonové konstrukci. Konstrukce zařízení i jeho software jsou přímo vytvořeny pro výše uvedené činnosti. Hilti PS 1000 je vybaven trojicí antén, pomocí kterých je možné určit i více objektů ležících nad sebou. Hloubka detekce přístroje je do 300 mm s přesností lokalizace ± 10 mm a s přesností určení hloubky ± 10 mm. Přístroj neumí určit průměr lokalizované výztuže, což je jeho největší nevýhoda. V praxi můžeme využít jednodušší liniový sken nebo plošný sken. Plošný sken se provádí pojížděním po povrchu konstrukce na předem připraveném rastru o ploše 1,2 x 1,2 m, popř. 0,6 x 0,6 m. Výstupem z přístroje může být 2D vyobrazení polohy zachycených objektů nebo 3D zobrazení skladby zjištěných objektů [24].



Obrázek 30: Příklad přístroje Hilti PS 1000 [25]



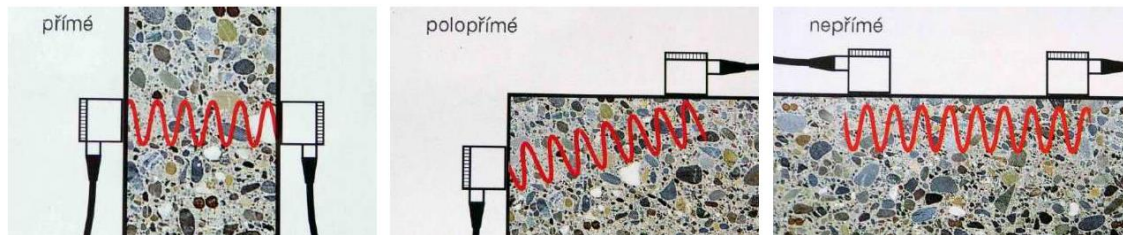
Obrázek 31: Lokalizování předpínacích kabelů pomocí přístroje Hilti PS 1000

4.3.5. Ultrazuková impulzivní metoda

Tato metoda využívá ultrazukového vlnění s frekvencí v rozmezí 20-150 kHz, výjimečně až 500 kHz. Měří dobu průchodu opakovaným vysíláním ultrazukového impulsu materiálem a stanoví rychlost šíření vln. Rychlost šíření ultrazukových vln je různá pro jiné materiály (např. u kvalitního betonu je rychlost šíření vln vyšší než u nekvalitního betonu). Zjištěním rychlosti impulsu můžeme stanovit homogenity betonu, přítomnost dutin nebo trhlin, změny vlastností v čase, dynamické fyzikální vlastnosti. Rychlost impulsu může být také použita k odhadnutí pevnosti betonu. Rychlost šíření impulsu může být ovlivněna vlhkostí, teplotou betonu, tvarem a velikostí tělesa, trhlinami, dutinami a vlivem vyztužení ocelí [17], [26].

Rozeznáváme 3 základní způsoby prozvučování a to přímé, polopřímé a nepřímé. Preferuje se prozvučení přímým způsobem. U přímého prozvučení se dá základna nejlépe změřit a útlum vlnění je nejmenší s porovnáním ostatních způsobů. Ostatní dvě možnosti (polopřímé a nepřímé prozvučování) se použijí pouze pokud nejsou přístupné protilehlé stěny konstrukce. Tato metoda je vhodná pro měření zkušebních vzorků

v laboratoři a v praxi se používá pro měření na sloupech, trámec a průvlacích [17].



Obrázek 32: Způsoby prozvučování pomocí dvojice sond [17]

Rychlost šíření ultrazvuku pro přímé a polopřímé prozvučování se vypočítá podle normy ČSN 73 1371 - *Nedestruktivní zkoušení betonu - Ultrazvuková impulzová metoda zkoušení betonu* [27] ze vztahu:

$$v_i = \frac{L_i}{T_i - T_o}, (2)$$

- kde v_i je rychlost šíření ultrazvuku [m/s],
 L_i délka měřící základny [m],
 T_i doba průchodu měřená přístrojem [s],
 i číslo základny (1, 2, 3)
 T_o mrtvý čas [s], který se vypočítá ze vztahu $T_o = T_e - E$, (3)
kde T_e je doba průchodu ultrazvuku etalonem [s],
 E je časová charakteristika etalonu [s] [17].

Střední hodnotu stanovíme přesně na jednotky [m/s] ze tří vypočtených rychlostí [17].

Dynamický modul pružnosti v tlaku a tahu vypočteme pomocí rychlosti šíření ultrazvuku ze vztahu:

$$E_{bu} = \rho * v_L^2 * \frac{1}{k^2} * 10^{-6}, (4)$$

- kde E_{bu} je dynamický modul pružnosti [MPa],
 ρ je objemová hmotnost materiálu [kg/m³],
 v_L je průměrná rychlost šíření ultrazvuku [m/s],

k je koeficient rozměrnosti prostředí [-] [17].

Takto vypočtenou hodnotu zaokrouhlíme na tři platné číslice [17].

Informativní výpočet pevnosti betonu z rychlosti ultrazvukového šíření vypočítáme pomocí rychlosti šíření ultrazvuku v trojrozměrném prostředí ze vztahu:

$$R_{be} = 9,9 * v_{L3}^2 - 56 * v_{L3} + 87,8, (5)$$

kde R_{be} je informativní pevnost betonu [MPa],

v_{L3} je rychlost šíření ultrazvuku v trojrozměrném prostředí [km/s] [17].

Takto vypočtenou hodnotu zaokrouhlíme na tři platné číslice [17].

4.4. Semi-destruktivní metody

Semi-destruktivní zkoušky jsou částečně destruktivní. Použitím těchto metod zčásti poškodíme zkoušenou konstrukci např. vrtáním pro odběr jádrového vývrtu nebo odtrhy při provádění odtrhové zkoušky [17].

4.4.1. Metoda jádrových vývrtů

Jádrové vývrtky jsou z konstrukce odebírány pro dodatečné stanovení mechanických vlastností betonu nebo pro upřesnění hodnot nedestruktivních zkoušek. Vzorky se z konstrukce odebírají pomocí vrtné soupravy s možností pevného ukotvení ke zkoušené konstrukci. Vrtná souprava je složena z upevňovacího zařízení, vrtačky a jádrového vrtáku. Jádrový vrták je speciální dutý válec na konci osazený diamantovou korunkou o průměru v rozmezí 8-500 mm. Vrtání se v praxi provádí suchým nebo mokřým způsobem. Ve většině případů se na našem území používá mokřý způsob jádrového vrtání. Pomocí upínacího zařízení vrtačky je do zařízení přiváděna voda, která postupuje až k brusným segmentům. Tímto způsobem je zajištěno ochlazování vrtáku, který se při vrtání zahřívá a k vyplavení odvrtného materiálu z konstrukce [28], [29].

U betonových konstrukcí se nejčastěji používají vrtáky průměru 25, 50, 100 a 150 mm. Vývrty v rozmezí 50-150 mm převážně slouží ke kontrole a stanovení pevnosti betonu v tlaku. Vyvrtané těleso se v laboratoři uřízne pilou s diamantovým kotoučem na požadovanou délku a obě plochy tělesa se jemně obrousí pro zajištění rovnoběžnosti obou tlačných ploch. Před provedením zkoušky tlakové pevnosti v lise se těleso zváží, popř. u některých vývrtů se stanoví doba průchodu ultrazvukových vln, pro zjištění rovnoměrnosti tělesa. Válce o průměru menším než 50 mm se používají např. ke zjištění hloubky karbonatace betonu [29].

Konkrétní postupy pro zkoušení vývrtů z betonu jsou popsány v normě *ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku* [30]. Počet vývrtů je odvozen z velikosti konstrukce. Na vývrt se označí typ vrtaného prvku, orientace a jeho umístění ihned po vyvrtání. Vrty se umísťují na konstrukci do míst s minimálním výskytem výztuže. Vývrty by neměly být umístěny v blízkosti hran nebo spár betonových prvků. Maximální velikost kameniva by neměla překročit 1/3 průměru vývrtu, z důvodu ovlivnění pevnosti zkušebního tělesa. Dále by se neměly zkoušet vývrty obsahující trhliny a dutiny. Těleso obsahující výztuž v podélném směru je zkoušet zakázáno. Průměr základního tělesa je 150 mm, v praxi se nejčastěji odebírají tělesa o průměru 100 mm. Poměr délky k průměru je 2,0, pokud se pevnost rovnává s válcovou pevností, a 1,0 pro srovnání pevnosti s krychlenou pevností [29].



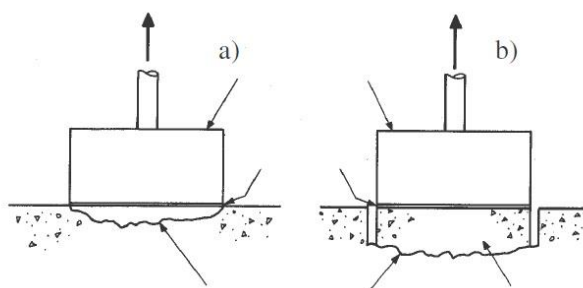
Obrázek 33: Pohled na odebrání jádrového vývrtu



Obrázek 34: Zkušební tělesa připravené z jádrových vývrtů na zkoušení v lisu

4.4.2. Odtrhové zkoušky

Odtrhové zkoušky se používají u povrchových vrstev (stěrky, omítky, nátěry) ke stanovení přídržnosti, nebo pro zjištění tahové pevnosti podpovrchových i povrchových vrstev betonu nosné vrstvy. Na připravené zkušební místo se pomocí kvalitního lepidla nalepí upravený terč průměru 50 mm, výšky 30 mm, který je vyroben z oceli, popř. lehkých slitin. Při zkoušení povrchové nebo podpovrchové pevnosti betonu se obrousí povrchová úprava konstrukce a jádrovým vrtákem s vnitřním průměrem 50 mm se navrtá beton do požadované zkušební hloubky. Dále se na naznačený vývrt nalepí terč, který se po zatvrdnutí lepidla uchytí do trhacího zařízení, kterým se provede zkouška v osovému tahu [29].



Obrázek 35: Odtrhová zkouška: a) omítky, b) betonu [29]



Obrázek 36: Místo připravené pro provedení odtrhové zkoušky

4.5. Destruktivní metody

Destruktivní metody představují značný zásah do konstrukce. Provádí se, pokud nedestruktivní nebo semi-destruktivní metody nevedou k požadovanému cíli.

4.5.1. Sekané sondy

Použitím sekané sondy se provádí zásah do konstrukce, který se provádí hlavně pomocí bouracích kladiv, vrtaček atd. Často jsou používány jako doplnění, popř. zpřesnění nedestruktivních metod. Hlavní výhodou této metody je přímé odkrytí a ověření stavu předpínacích kabelů výztuže. Provedením této metody získáme informace o oslabení, druhu a průměru výztuže, nebo o stavu proinjektování kabelových kanálků. Sondy vytvořené do konstrukce je po provedení nutné zapravit. Rizikem této metody jsou opravovaná místa, kvůli kterým může dojít v budoucnu k degradaci konstrukce. Použitím této metody nesmí dojít k oslabení konstrukce a poškození výztuže nebo předpínacích kabelů [8].

4.6. Chemické metody

Koroze betonu je způsobená agresivními činiteli, které vnikají z okolního prostředí do betonu. Za agresivní činitele považujeme např. agresivní kapaliny a plyny. Agresivita těchto činitelů je převážně dána druhem a koncentrací agresivních složek, množstvím činitelů a dobou trvání působení na konstrukci. Koroze betonu je také závislá na teplotě prostředí. Koroze může mít chemický, chemicko-fyzikální a vyluhovací proces. Odolnost betonu proti korozi je závislá na druhu použitého cementu, na hydratačních činitelích a na odporu betonu proti vniknutí agresivních látek [31].

Koroze I. druhu se projevuje vyluhováním složek cementového tmelu a rozpuštěním dalších podílů hydroxidu vápenatého ($Ca(OH)_2$), který vzniká hydratací cementu. Koroze I. druhu snižuje koncentraci hydroxidových iontů

OH^- . Rozpustnost hydroxidu vápenatého je ovlivněna přítomností jiných iontů v roztoku. Stejné ionty (Ca^{2+}, OH^-) rozpustnost snižují a odlišné ionty (Na^+, K^+, Cl^-) ji naopak zvyšují. Rychlost vyluhování je závislá na množství kapilárních pórů v cementovém tmelu a na velikosti hydrostatického tlaku vody [32].

Koroze II. druhu vzniká výměnnou reakcí mezi složkami cementového tmelu, kde hlavní složkou je hydroxid vápenatý. Jedná se o reakce zahrnující agresivní CO_2 , hydroxidy, kyseliny, hořečnaté a amonné soli. Tímto procesem vznikají nerozpustné nebo rozpustné kyseliny, které nemají vazebné vlastnosti [32].

4.6.1. Karbonatace betonu

Karbonatace betonu vzniká tvorbou uhličitánů, reakcí betonu s atmosférickým oxidem uhličitým (CO_2). Tímto procesem dojde ke snížení obsahu hydroxidových iontů a klesá hodnota pH, která je u čerstvého betonu větší než 12. Ke karbonataci dochází nejdříve v povrchové vrstvě betonu, postupným difundováním oxidu uhličitého do cementového tmelu v betonu dochází k prohlubování do hloubky. Pokud klesne alkalita betonu nedostatkem $Ca(OH)_2$, hodnota pH klesne pod hodnotu 9,5 a může dojít ke korozi ocelové výztuže [29], [31].

Ke zjištění míry karbonatace se využívá jednoduchá fenolftaleinová zkouška. Povrch tělesa se pokropí destilovanou vodou a nechá oschnout. Po oschnutí se na povrch betonu nanese 1% lihový roztok fenolftaleinu v 70% etylalkoholu. Pokud dojde ke zbarvení červenofialovou barvou, je hodnota pH pórového roztoku v betonu vyšší než 9,5. Pokud se povrch betonu nezbarví, beton je porušený karbonatací a nechrání výztuž před korozi. Tato zkouška je pro stanovení hloubky karbonatace pouze orientační, může být ovlivněna např. chloridovými ionty [29].



Obrázek 37: Stanovení hloubky karbonatace na jádrovém vývrtnu pomocí fenolftaleinového testu. Hloubka karbonatace u vzorku dosahuje hloubky 8-10 mm

4.6.2. Stanovení pH betonu

Stanovením pH betonu se zjišťuje obsah chloridových iontů v betonu. U posuzování konstrukcí, které jsou vystaveny působení rozmrazovacích prostředků, je důležitý obsah chloridových iontů. Tyto ionty způsobují korozi ocelové výztuže i při hodnotě pH větší než 9,5. Odběrná místa vzorků se volí na částech konstrukce, které byly vystaveny roztokům posypových solí. Zkoumají se především ochranné betonové vrstvy kotevních oblastí, oblasti soustředěné nosné výztuže a ostatní části konstrukce narušené korozi [29].

Vzorky betonu se z konstrukce odebírají bez použití vody, většinou ze tří různých hloubek (např. 0-10 mm, 10-20 mm, 20-30 mm). Odběr vzorku dané hloubky se provede osmi vrty na ploše 200x200 mm. Přesné množství odebraného vzorku z konstrukce se ponechá vyluhovat v destilované vodě po určitou dobu. V roztocích výluhů se potenciometricky stanoví hodnota pH. Poté se stanoví poměr molárních koncentrací cCl^- / cOH^- . Pokud je stanovený poměr větší než 0,6 předpokládá se koroze výztuže ve zkoumaném objektu [29].

4.7. Laboratorní vyhodnocení

4.7.1. Stanovení pevnosti v tlaku na jádrových vývrtech

Obecný vztah pro vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku je:

$$f_c = \frac{F}{A_c}, (6)$$

kde f_c je pevnost tlaku [MPa],
 F je maximální zatížení při porušení [N],
 A_c je průřezová plocha zkušební tělesa [mm²].

Takto vypočtenou pevnost v tlaku zaokrouhlíme na 0,1 MPa.

Norma stanoví základní zkušební těleso o průměru 150 mm a výšce 300 mm. Vývrt těchto rozměrů není většinou možné odebrat, jednalo by se o značný zásah do konstrukce, který není vhodný. Pro stanovení pevnosti na vývrtech menších než normové těleso, se vypočte pevnost v tlaku dle normy ČSN EN 12390-3: *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles* takto [33]:

$$f_{c,cyl} = K_{c,cyl} * K_{c,cube} * \frac{F}{A}, (7)$$

kde $f_{c,cyl}$ je válcová pevnost zkušební tělesa [MPa],
 $K_{c,cyl}$ je opravný součinitel štíhlosti válce, kdy štíhlost λ je menší než 2,0 a zároveň větší než 1,0 [-],
 $K_{c,cube}$ je opravný součinitel pro průměr válce. Opravné hodnoty součinitelů uvažujeme: $K_{c,cube} = 1,00$ pro průměr 150 mm, $K_{c,cube} = 0,95$ pro průměr 100 mm a $K_{c,cube} = 0,91$ pro průměr 50 mm [-].

$K_{c,cyl}$ se vypočítá ze vztahu:

$$K_{c,cyl} = 0,80 + \sqrt{\frac{\lambda - 0,933}{26,667}}, (8)$$

kde λ je poměrná štíhlost tělesa [-] [33].

Krychelná pevnost betonu v tlaku se vypočítá pomocí válcové pevnosti a součinitele pro válcovou pevnost takto:

$$f_{c,cube} = K_{cyl,cube} * f_{c,cyl}, (9)$$

kde $f_{c,cube}$ je krychelná pevnost tělesa [MPa],

$K_{cyl,cube}$ je součinitel pro přepočítání válcové pevnosti na krychelnou [-] [33].

Tabulka 4: Hodnoty součinitele $K_{cyl,cube}$ pro převedení válcové pevnosti na krychelnou [33]

$f_{c,cyl}$ [MPa]	8	12	16	20	25	30	35	40
$K_{cyl,cube}$ [-]	1,252	1,252	1,252	1,251	1,249	1,246	1,242	1,236
$f_{c,cyl}$ [MPa]	45	50	55	60	70	80	90	100
$K_{cyl,cube}$ [-]	1,230	1,223	1,215	1,206	1,195	1,184	1,172	1,159

Charakteristická pevnost betonu v tlaku podle ČSN 73 0038 a ČSN ISO 13822

Postup pro stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku ze zkoušení jádrových vývrtů je uvedený v normách ČSN 73 0038 - *Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – doplňující ustanovení* [34] a ČSN ISO 13822 - *Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí* [18]. Norma uvádí minimální počet zkoušek 3-6 pro konstrukce, u kterých jsou známy jejich vlastnosti. Takovou konstrukci považujeme za známou. Pokud o konstrukci nemáme dostatečné informace, považujeme ji za neznámou a počet zkoušek by měl být mnohem vyšší, než u známé konstrukce [34], [18].

Průměr m_x , směrodatná odchylka s_x a variační součinitel V_x se stanoví z výsledků n zkoušek x_1, x_2, \dots, x_n podle vztahů:

$$m_x = \frac{\sum x_i}{n}, (10); s_x^2 = \frac{\sum (x_i - m_x)^2}{n - 1}, (11); V_x = \frac{s_x}{m_x}, (12)$$

kde m_x je průměr materiálové vlastnosti,

x_i je výsledek i -té zkoušky,

n je počet zkoušených vzorků,

s_x je směrodatná odchylka materiálové vlastnosti,

V_x je variační koeficient materiálové vlastnosti [34].

Při normálním rozdělení materiálové vlastnosti se charakteristická hodnota materiálové vlastnosti X_k (dolní 5% kvantil) vypočítá ze vztahu:

$$X_k = m_x * (1 - k_{n,x} * V_x), \quad (13)$$

kde X_k je charakteristická hodnota materiálové vlastnosti,

$k_{n,x}$ je součinitel 5% kvantilu uvedený v tabulce níže [34].

Tabulka 5: Charakteristické hodnoty součinitele $k_{n,x}$ pro stanovení 5% kvantilu [34]

Počet n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
$k_{n,x}$ pro V_x známý	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
$k_{n,x}$ pro V_x neznámý	-	-	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

Charakteristická pevnost betonu v tlaku podle ČSN EN 13791

Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku podle ČSN EN 13791 – *Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích* [35] je rozděleno do dvou postupů. Postup A se používá minimálně pro 15 vývrtů, postup B pro 3-14 vývrtů [17], [35].

Postup A

Charakteristická pevnost betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících dvou. Vstupní hodnoty musí být normálního rozdělení. Charakteristická pevnost se vypočítá ze vztahů:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - 1,48 * s, \quad (14); \quad f_{ck,is} = f_{is,nejmenší} + 4, \quad (15)$$

kde $f_{ck,is}$ je charakteristická pevnost betonu v tlaku,

- $f_{m(n),is}$ je průměrná pevnost betonu v tlaku stanovená na n počtu vývrtů,
- $f_{is,nejmeší}$ je nejmenší pevnost zjištěná na vývrtech,
- s je směrodatná odchylka pevností vývrtů nebo $2,0 \text{ N/mm}^2$, rozhoduje vyšší z hodnot [17], [35].

Postup B

Charakteristická pevnost betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících dvou a vypočítá se ze vztahů:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k, (16); f_{ck,is} = f_{is,nejmeší} + 4 (17)$$

kde k je krajní mez závislá na počtu odebraných vývrtů [17], [35].

Tabulka 6: Krajní mez k rozdělená podle počtu vývrtů n [35]

Počet n	3-6	7-9	10-14
Krajní mez k	7	6	5

Pro splnění požadavku na projektovou pevnost betonu v konstrukci požaduje ČSN EN 13791 pouze 85 % charakteristické pevnosti dané třídy. V tabulce níže jsou uvedeny minimální charakteristické pevnosti betonu v tlaku požadované v konstrukci. Označení pevnostní třídy betonu v tabulce je podle normy ČSN EN 206+A1 – *Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda* [36], [35], [17].

Tabulka 7: Minimální charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro pevnostní třídy betonů podle ČSN EN 206+A1 [35]

Pevnostní třída betonu podle ČSN EN 206+A1	Poměr charakteristické pevnosti betonu v konstrukci k charakteristické pevnosti betonu normových těles	Minimální charakteristická pevnost betonu v konstrukci [MPa]	
		$f_{ck, is, cyl}$	$f_{ck, is, cube}$
C 8/10	0,85	7	9
C 12/15	0,85	10	13
C 16/20	0,85	14	17
C 20/25	0,85	17	21
C 25/30	0,85	21	26
C 30/37	0,85	26	31
C 35/45	0,85	30	38
C 40/50	0,85	34	43
C 45/55	0,85	38	47
C 50/60	0,85	43	51
C 55/67	0,85	47	57
C 60/75	0,85	51	64
C 70/85	0,85	60	72
C 80/95	0,85	68	81
C 90/105	0,85	77	89
C 100/115	0,85	85	98

4.7.2. Stanovení upřesněné pevnosti v tlaku ze zkoušky Schmidovým tvrdoměrem typu N

Stanovení a upřesnění pevnosti v tlaku stanovené Schmidovým tvrdoměrem typu N je popsáno v ČSN 73 1373 – *Nedestruktivní zkoušení betonu – Tvrdoměrné metody zkoušení betonu* [37]. Pro každou naměřenou hodnotu

odrazu se z kalibračních vztahů stanoví hodnota pevnosti f_{be} . Při stanovení hodnoty se musí zohlednit směr zkoušení na konstrukci [17], [37].

Krychelná pevnost se stanoví pomocí odvozených pevností v tlaku na zkušebních vzorcích, které se vynásobí součiniteli α , α_t a α_w [37].

Součinitel α pro upřesnění obecného nebo směrného kalibračního vztahu se vypočítá ze vztahu:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n f_{bi}}{\sum_{i=1}^n f_{bei}}, \quad (18)$$

kde f_{bi} je pevnost betonu v tlaku stanovená na i-tém zkušebním vzorku,
 f_{bei} je pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností, stanovená na stejném zkušebním vzorku,
 n počet zkušebních vzorků [37].

Pokud je zkoušený beton starší 56 dnů a kalibrační vztahy nebyly upřesněny odebranými vzorky z konstrukce, vynásobí se hodnota pevnosti v tlaku odvozená z obecného kalibračního vztahu součinitelem α_t . Součinitel α_t zahrnuje závislost stáří betonu a nabývá hodnot:

- $\alpha_t=0,95$ pro stáří betonu 57-180 dnů,
- $\alpha_t=0,93$ pro stáří betonu 181-360 dnů,
- $\alpha_t=0,90$ pro stáří betonu více než 360 dnů [37].

Pokud je zkoušený beton nasycený vodou, popř. suchý, vynásobí se hodnota pevnosti v tlaku odvozená z obecného kalibračního vztahu součinitelem α_w . Součinitel α_w je roven 0,85 pro suchý beton, 1,00 pro přirozeně vlhký nebo vlhký beton a 1,05 pro beton nasycený vodou [37].

Upřesněná krychelná pevnost se poté stanoví ze vztahu:

$$f_b = \alpha * \alpha_t * \alpha_w * f_{be}, (19)$$

kde f_b je upřesněná krychelná pevnost [MPa]

f_{be} je nezaručená pevnost betonu v tlaku [37].

4.7.3. Stanovení charakteristické pevnosti betonu v tlaku konstrukce

Charakteristická pevnost betonu konstrukce se stanoví v závislosti na zjištěné rovnoměrnosti, popř. nerovnoměrnosti a vrstevnatosti betonu. Beton zkoušeného konstrukčního prvku nebo konstrukce je považován za stejnoměrný, pokud variační součinitel V_x a rozdíly Δ na sousedních místech, které leží vedle sebe a nad sebou, nenabývá větších hodnot, než které jsou uvedené v tabulce níže [17], [38].

Tabulka 8: Maximální hodnoty variačního součinitele V_x a rozdílu Δ na sousedních místech [17]

Statistické hodnocení	Třída betonu			
	C 8/10	C 16/20	C 25/30	C 30/37 a vyšší
V_x [%]	16	16	14	12
Δ [%]	30	30	30	30

Charakteristická pevnost v tlaku u rovnoměrného betonu se stanoví z následujících vztahů podle ČSN 73 2011 – *Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí* [38]:

$$f_{ck,is} = \bar{f}_{m(n),is} - \beta_n * s_r, (20)$$

kde $f_{ck,is}$ je charakteristická hodnota pevnosti v tlaku [MPa],

$\bar{f}_{m(n),is}$ je aritmetický průměr upřesněných pevností betonu v tlaku vypočtený z pevností zjištěných jednotlivými měřeními [MPa],

β_n je součinitel odhadu 5 % kvantilu uvedený v Tabulce 9,
 s_r je výběrová směrodatná odchylka [38].

Výběrová směrodatná odchylka S_r se stanoví podle vztahu:

$$s_r = \sqrt{s^2 + s_{rez}^2}, (21)$$

kde s je výběrová směrodatná odchylka pevnosti stanovená pomocí nedestruktivních metod stanovená ze vztahu:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum (f_{is,i} - \bar{f}_{is,i})^2}, (22)$$

s_{rez} je reziduální směrodatná odchylka vypočtená při kalibraci ze vztahu:

$$s_{rez} = \sqrt{\frac{1}{n_1 - k_f} * \sum (f_{ci} - f_{ce,i})^2}, (23)$$

kde n je počet nedestruktivně měřených míst na konstrukci,
 $f_{is,i}$ je pevnost betonu i-tého měřeného místa na konstrukci, zjištěná upřesněnou zkouškou [MPa],
 $\bar{f}_{is,i}$ průměrná pevnost betonu konstrukce zjištěná upřesněnou zkouškou [MPa],
 n_1 je počet měřených bodů kalibračního vztahu,
 f_{ci} je pevnost betonu v tlaku pro i-tý měřený bod kalibračního vztahu, stanovená destruktivní zkouškou [MPa],
 $f_{ce,i}$ je pevnost betonu v tlaku vypočítaná z ukazatele nedestruktivního měření z kalibračního vztahu pro i-tý měřený bod [MPa] [38].

Pokud byly provedeny pouze nedestruktivní zkoušky s nezaručenou pevností, výběrová směrodatná odchylka s_r se stanoví z následující vztahu:

$$s_r = \sqrt{s_x^2 + s_{rez,e}^2}, (24)$$

kde s_x je výběrová směrodatná odchylka pevnosti určená pomocí nedestruktivní metody, stanovená ze vztahu:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum (f_{ce,i} - \bar{f}_{cei})^2}, (25)$$

kde \bar{f}_{cei} je průměrná pevnost betonu zjištěná zkouškou s nezaručenou pevností [MPa],

$s_{rez,e}$ je reziduální směrodatná odchylka, která v tomto případě má hodnotu 2,5 [38].

Charakteristická pevnost v tlaku u nerovnoměrného betonu se stanoví z následujícího vztahu podle ČSN 73 2011 - *Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí* [38]:

$$f_{ck,is} = \bar{f}_{is,min} - \beta_n * s_r, (26)$$

kde $f_{ck,is}$ je charakteristická hodnota pevnosti v tlaku [MPa],

$\bar{f}_{is,min}$ je průměrná pevnost betonu oblasti, která při zkoušce vykázala nejnižší pevnost [MPa],

β_n je součinitel odhadu 5 % kvantilu oblasti, která při zkoušce vykázala nejnižší pevnost,

s_r je výběrová směrodatná odchylka oblasti, která při zkoušce vykázala nejnižší pevnost [38].

Tabulka 9: Hodnoty součinitele β_n [38]

Počet získaných výsledků	β_n	Počet získaných výsledků	β_n
6	1,98	20	1,71
7	1,90	25	1,69
8	1,86	30	1,68
9	1,83	40	1,66
12	1,77	50	1,64
15	1,74	Více než 50	1,64
Mezilehlé hodnoty součinitele získáme interpolací podle přímky.			

4.7.4. Vyhodnocení odtrhové zkoušky

Stanovení pevnosti v tahu povrchové vrstvy je stanoveno podle vztahu:

$$R_t = F/A, (27)$$

- kde R_t je tahová pevnost povrchové vrstvy [MPa],
 F je největší dosažená síla [N],
 A je velikost plochy průřezu z průměru návrtu v místě odtržení [mm²] [39].

Přídržnost betonové vrstvy je stanovena podle vztahu:

$$\sigma_{adh} = F/A, (28)$$

- kde σ_{adh} je přídržnost betonové vrstvy [MPa],
 F je síla, při které došlo k odtržení [N],
 A je plocha odtržení [mm²] [39].

Zjištěné pevnosti, popř. přídržnosti, jsou v závěrečných zprávách klasifikovány podle způsobu lomové poruchy [39].

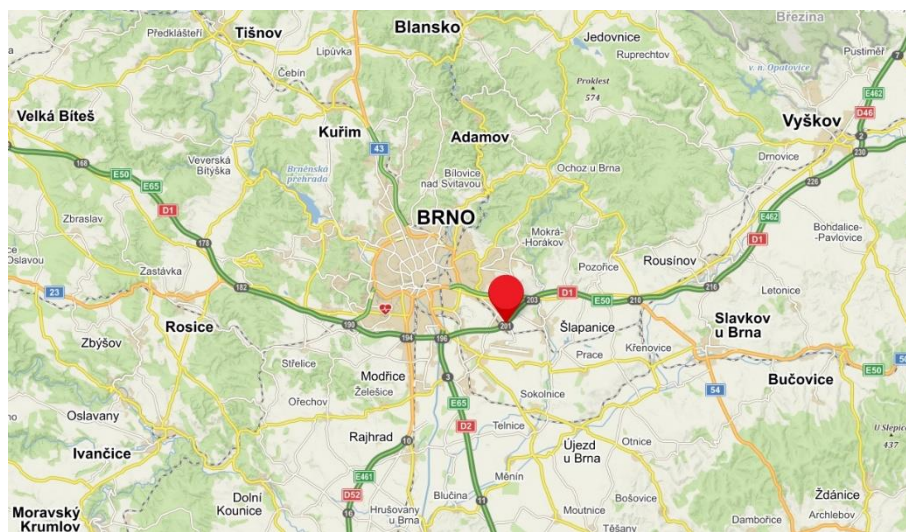
Tabulka 10: Zatřídění lomových ploch odtrhové zkoušky [39]

Označení v protokolu	Popis druhu a polohy lomové plochy
A	Kohézní porucha podkladu
A/B	Porušení adheze mezi podkladní vrstvou a mezivrstvou
B	Kohézní porucha první mezivrstvy
B/C	Porušení adheze mezi první a druhou mezivrstvou
-/Y	Porušení adheze mezi poslední mezivrstvou a lepidlem terče
Y	Kohézní porucha v lepidle
Y/Z	Porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

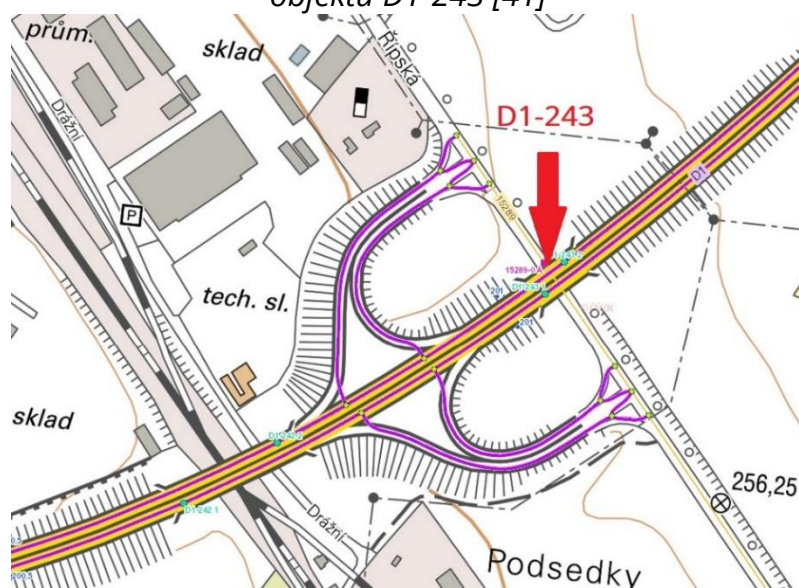
5. Praktická část

5.1. Poloha sledovaného mostního objektu

Předmětem praktické části bakalářské práce je stavebně-technický průzkum dálničního mostu ev. č. 243. Zkoumaný objekt převádí komunikaci D1 přes ulici Řípskou na okraji města Brna. Ulice Řípská se nachází na místní sběrné komunikaci III/15289. Most je umístěný na trase Praha–Brno–Ostrava ve staničení 201.034 km od Prahy [40].



Obrázek 38: Přehledný polohopis s vyznačením zkoumaného mostního objektu D1-243 [41]



Obrázek 39: Detailní umístění s vyznačením zkoumaného mostního objektu D1-243 [42]

5.2. Základní informace o sledovaném objektu

Údaje převzaty z mostního listu [43].

Evidenční číslo mostu:	D1-243
Název mostu:	Dálniční most přes ulici Řípskou
Místní název:	0131 / 210
Předmět přemostění:	Silnice
Převáděná komunikace:	Dálnice / D1
Staničení:	201,034 km
Rok postavení:	1982
Kraj:	Jihomoravský
Okres:	Brno-město
Obec:	Brno
Katastrální území:	Slatina
Správce mostu:	ŘSD ČR, PÚ GŘ ŘSD – Správa dálnice Morava, SSÚD 6 Brno-Chrlice
Celkový počet polí:	1
Šikmost:	Levá 98,30 g
Plocha mostu:	879,30 m ²
Délka přemostění:	27,47 m
Délka nosné konstrukce:	29,99 m
Celková volná šířka:	29,00 m
Celková šířka mostu:	30,66 m
Výška mostu nad terénem:	8,50 m
Souřadnice mostu:	S-JTSK: X: -592496 Y: -1164489 WGS: 49,167157°N 16,690752°E
Statické působení:	Trám deskový prostý Prefabrikát: I-73



Obrázek 40: Celkový pohled na most D1-243 zprava

5.3. Popis jednotlivých částí mostu na základě mostní prohlídky

5.3.1. Základy mostních podpěr a křídel

Dle mostního listu je založení spodní stavby hlubinné, založené na velkopřůměrových pilotách průměru 0,943 m. Velkopřůměrové piloty jsou z betonu B 250 (odpovídá C16/20). Založení mostní konstrukce není dostupné, z tohoto důvodu není možné ověřit jeho stav [43].

5.3.2. Mostní opěry a čelní zdi

Spodní stavba je tvořena dvěma masivními opěrami. Opěry jsou monolitické železobetonové tloušťky 2,0 m, délky 15,13 m a výšky 1,61-173 m. Po směru staničení jsou opěry označeny jako OP1 (Brněnská) a OP2 (Ostravská). Železobetonové přechodové desky tloušťky 0,3 m a délky 6,0 m

jsou připojeny pomocí vrubových kloubů k závěrným zídkám opěr. Opěry a přechodové desky jsou z betonu B 250 (odpovídá C16/20).

Mostní opěry jsou uprostřed odděleny dilatací. V okolí dilatační spáry je viditelné zmáčení opěr a poškození povrchové úpravy.



Obrázek 41: Pohled na část Brněnské opěry. Viditelné zmáčení opěry v okolí dilatace a poškození povrchu opěry a úložných prahů

5.3.3. Křídla

Křídla jsou rovnoběžná, monolitická železobetonová, tvořena z betonu B 250 (odpovídá C16/20) [40].



Obrázek 42: Pohled na pravé křídlo Brněnské opěry

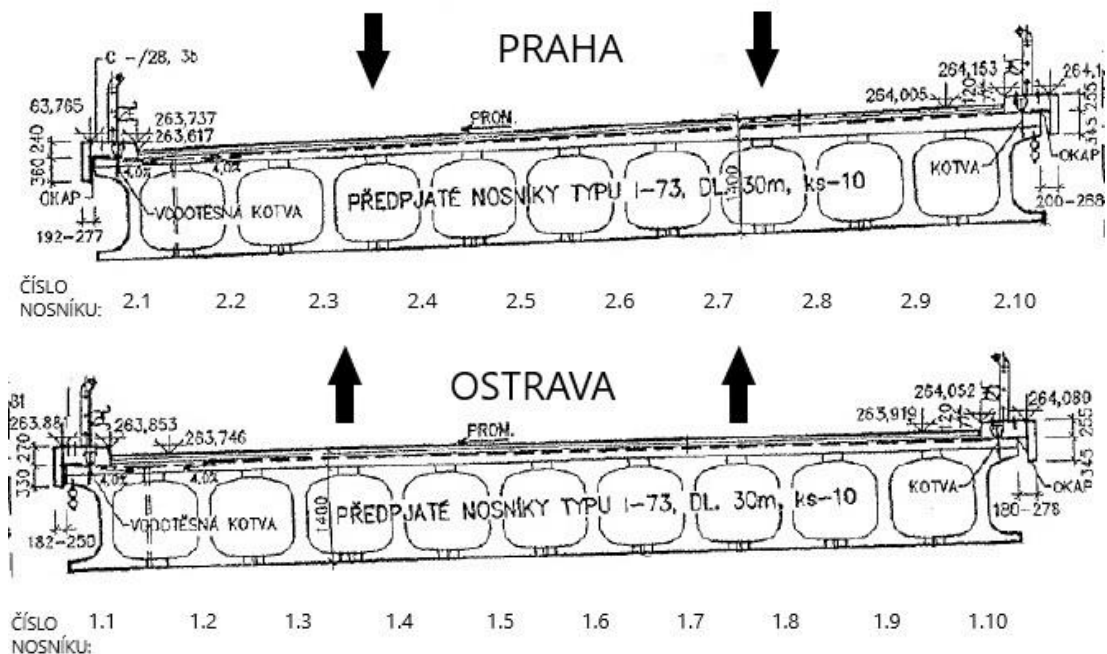


Obrázek 43: Pohled na levé křídlo Brněnské opěry

5.3.4. Nosná konstrukce

Nosná konstrukce je tvořena 2x10 kusy z typových prefabrikovaných nosníků I-73, jedná se o tři segmentové nosníky délky 30 m. Výška nosníku je 1,4 m a šířka 1,15 m. Šířka nosné konstrukce je 2x14,2 m. Příčného spojení nosníků je docíleno pomocí dobetonovaných spár horních i dolních přírub. Šířka spáry je 0,3 m. Ze statického hlediska se jedná o prostou desku o 1 poli.

Nosná konstrukce mostu byla již sanována. Ve spárách mezi jednotlivými nosníky jsou zabudované odvodňovací trubičky, pro odvodnění dutin. Jednotlivé nosníky nevykazují rozdílné průhyby, nebo jiné deformace. Vnější dolní příruby krajních nosníků obsahují všesměrné trhliny. Části dolní příruby pravého nosníku chybí, je zde obnažena a zkorodována měkká výztuž. U krajních kotevních oblastí nosníků beton vykazuje známky potečení a je lehce zkorodovaný, pravděpodobně od špatné funkčnosti mostních závěrů.



Obrázek 44: Schématický řez mostu převzatý z mostního listu, rozdělený v ose dálnice, doplněný o směrové řešení a čísla nosníků [43]



Obrázek 45: Pohled na chybějící část
dolní příruby nosníku 1.10



Obrázek 46: Pohled na část nosné
konstrukce dálničního mostu D1-243

5.3.5. Ložiska a klouby

Nosníky jsou na opěry uloženy pomocí typových ocelolitinových ložisek. U Brněnské opěry jsou použita ložiska pevná typu I.P.4. U Ostravské opěry jsou použita ložiska pohyblivá typu I.V.4 [43].

Ložiska jsou mírně až středně zkorodovaná a nevykazují známky nadměrného posunutí nebo deformací.



Obrázek 47: Pohled na zkorodované
pevné ložisko I.P.4 u Brněnské opěry,
na detailu je dále vidět chybějící část
příruby nosníku I-73



Obrázek 48: Pohled na mírně
zkorodované pohyblivé ložisko I.V.4
u Ostravské opěry

5.3.6. Mostní závěry

Nad opěrou OP1 je zabudovaný flexibilní mostní závěr. Ve vozovce dálnice je zřízena řezaná spára zatěsněná modifikovanou pružnou zálivkou. Nad opěrou OP2 je proveden povrchový mostní závěr typu 3W-80J [40].

5.3.7. Vozovka

Podle mostního listu je projektovaná tl. vozovky 135 mm. Obrusná vrstva vozovky je zrekonstruována a je vytvořena z asfaltového mastixového koberce, modifikovaného s posypem předobaleného kameniva s tl. 40 mm [40], [43]. Povrch vozovky neobsahuje trhliny.

5.3.8. Chodníky a římsy

Chodníky na mostě nejsou zřízeny. Vnější i vnitřní římsy jsou provedeny ze železobetonového monolitického betonu šířky 0,83 m. Lící strany říms jsou osazeny lícími prefabrikáty výšky 0,6 m a šířky 0,13 m. Povrch říms byl sanován. Zpevnění říms je provedeno pomocí kamenné dlažby osazené do betonu. Římsy nevykazují žádné známky poškození.

5.3.9. Izolace mostovky a odvodnění mostu

Izolační systém mostovky je celoplošný [40]. Odvodnění izolace je provedeno pomocí trubky umístěné ve spáře mezi dvěma krajními nosíky. Odvodnění vozovky je provedeno pomocí příčného a podélného sklonu vozovky. Voda je svedena do skluzů, které jsou vytvořeny z příkopových tvárnic. Skluzy jsou umístěny na levé straně konstrukce, před a za křídly mostu. Dutiny vzniklé dobetonováním spár, jsou odvodněny pomocí odvodňovacích trubiček zabetonovaných ve spárách.

5.3.10. Vybavení mostu

Na římsách mostu jsou osazena ocelová zábradelní svodidla typu ZSNH4/I. Zábradelní sloupky jsou do říms připojeny dodatečně pomocí

ocelových desek a šroubového přípoje. Součástí zábradelních svodidel u vnitřních říms je plotový nástavec osazený ochranným pletivem. Podél křídla opěry OP1 (Brněnská) je po pravé straně ve směru staničení zřízeno revizní schodiště a podél křídla opěry OP2 (Ostravská) je revizní schodiště zřízeno po levé straně ve směru staničení. Zábradelní svodidla nevykazují známky poškození ani koroze, některé ocelové kotevní desky sloupků jsou zasaženy mírnou povrchovou korozí.

5.3.11. Dopravní značení, označení mostu

U mostu není osazené žádné dopravní značení. Ve směru Praha-Ostrava je na začátku mostní konstrukce osazena tabulka s ev. č. D1-243..1. Ve směru Ostrava-Praha je na začátku mostní konstrukce osazena tabulka s ev. č. D1-243..2.



Obrázek 49: Tabulka s ev. č. D1-243..1 ve směru Praha-Ostrava

5.3.12. Cizí zařízení

V zrcadle mostu jsou zavěšeny na obou krajních nosnících dvě chráničky, které jsou místy zasaženy mírnou povrchovou korozí.

5.3.13. Území pod mostem a přístupové cesty

Územím pod mostem prochází místní sběrná komunikace III/15289 (ulice Řípská) šířky 10,5 m. Ve vzdálenosti 7,035 m od opěry OP2 se nachází odvodňovací příkop, který je zanesený nečistotami. Ve vzdálenosti 3,935 m od opěry OP1 se nachází 2,25 m široký chodník. Přístup pod most je vybudován pomocí revizních schodišť u každé opěry.

5.4. Pracovní postupy prováděných zkoušek

5.4.1. Odběr jádrových vývrtů

Celkem bylo z konstrukce odebráno 22 jádrových vývrtů. Ze spodní stavby mostu bylo odebráno celkem 12 vývrtů průměru 100 mm, z toho 4 vývrty z opěr, 4 vývrty z křídel a 4 vývrty z úložných prahů. Vývrty byly provedeny vodorovně do příslušných konstrukcí. Z nosné konstrukce bylo odebráno celkem 10 vývrtů průměru 75 mm, z toho 6 vývrtů ze stojin krajních nosníků a 4 vývrty z dobetonávek mezi spodními přírubami nosníků. Vývrty do stojin byly provedeny vodorovně a vývrty dobetonávek svisle vzhůru přes celou tloušťku dobetonávky.

Jádrové vývrty byly odebrány pomocí jádrového vrtacího stroje HILTI DD 200 s jádrovou korunkou (průměru 75 mm nebo průměru 100 mm). Jako příslušenství bylo použito ponorné čerpadlo, chladicí kapalina pro chlazení diamantové korunky, průmyslový vysavač pro odsání chladicí kapaliny, OMO hmoždinka a vidiový vrták průměru 25 mm pro upevnění přístroje ke konstrukci. Po odebrání jádrového vývrtu bylo provedeno důkladné zdokumentování zkušebního místa, po kterém bylo místo zapraveno sanační směsí.



Obrázek 50: Odebírání jádrového vývrtu z dobetonávky mezi nosníky 1.9 a 1.10

5.4.2. Výroba zkušebních těles z jádrových vývrtů a provedení zkoušek

Na vývrtech odebraných z konstrukce byl proveden základní test karbonatace nanesením 1% roztoku fenolftaleinu. Jádrové vývrty jsou v laboratoři nařezány pomocí mokrého řezání na požadované velikosti prostřednictvím okružní pily s diamantovým řezným kotoučem a upraveny koncováním. Pro získání krychelné pevnosti vzorku je ideální poměr průměru a výšky 1:1. Nařezané zkušební vzorky se nechají v laboratoři oschnout, poté se provede měření rozměrů s přesností 0,1 mm a zvážení s přesností 0,1 g. Po zaznamenání výše uvedených hodnot se vzorky podrobí zkoušce v tlaku pomocí hydraulického lisu Form+Test.



Obrázek 51: Zkoušení zkušebních těles v hydraulickém lisu Form+Test



Obrázek 52: Porušení zkušebního tělesa do tvaru přesýpacích hodin

5.4.3. Zkouška Schmidtovým tvrdoměrem typu N pro stanovení stejnoměrnosti a pevnostní třídy betonu

Celkem bylo na konstrukci vytvořeno 64 zkušebních míst, z toho 24 míst na spodní stavbě (12 na opěrách, 12 na úložných prazích) a 40 míst na nosné konstrukci (na každém nosníku 2 zkušební místa). Měření spodní stavby proběhlo na opěrách a úložných prazích rozmístěno rovnoměrně po konstrukci. Zkoušení spodní stavby proběhlo ve vodorovném směru. Měření na nosné konstrukci bylo situováno celkem v jednom řezu, přibližně 8-9 m od čela nosníku umístěného na OP1 (Brněnská). Zkoušení nosné konstrukce proběhlo ve svislém směru na spodním líci nosníků.

Příprava zkušebních míst byla provedena obroušením za účelem odstranění povrchové úpravy konstrukce, pomocí ruční kotoučové brusky a vysavače pro odsátí prachu vzniklého broušením.



Obrázek 53: Příprava zkušebního místa pro provedení zkoušky



Obrázek 54: Provádění zkoušky Schmidtovým tvrdoměrem typu N

5.4.4. Sekané sondy – kontrola předpětí

Celkem bylo provedeno 12 sekaných sond do nosníků I-73 za účelem kontroly proinjektovanosti kabelových kanálků a stavu předpínací výztuže. Pro nalezení polohy kabelového kanálku bylo využito radaru Hilti PS 1000 a výkresu trasování kabelů uvedeného v typových podkladech. Po stanovení polohy bylo vidiovou korunkou o průměru 50 mm provedeno navrtání

k ocelové chráničce, poté se odstranila chránička v obnaženém místě a proběhla kontrola proinjektování kabelového kanálku, při přítomnosti injektážní hmoty se provedlo její odstranění až k předpínacím drátům. U obnažených předpínacích drátů proběhla kontrola povrchového stavu výztuže. Všechny odvrtné sondy byly zapraveny sanační směsí.



Obrázek 55: Provádění sondy k podélnému předpětí

5.4.5. Zkoušení povrchové přídržnosti betonu

Celkem bylo připraveno 18 zkušebních ploch, z toho 12 ploch na spodní stavbě a 6 ploch na nosné konstrukci. Na každé zkušební ploše byly provedeny 3 odtrhové zkoušky. Povrchová úprava betonu byla obroušena ruční kotoučovou bruskou. Návrtem jádrovou vrtačkou o průměru 50 mm bylo provedeno vyznačení zkušebních míst pro jednotlivé odtrhové zkoušky. Zkušební místa a terče byly před provedením nahřáty horkovzdušnou pistolí, pro zajištění dokonalého vytvrdnutí lepidla. Na zkušební místa byly pomocí lepidla připevněny terče o průměru 50 mm. Odtrhové zkoušky byly provedeny pomocí přístroje od firmy Proceq.

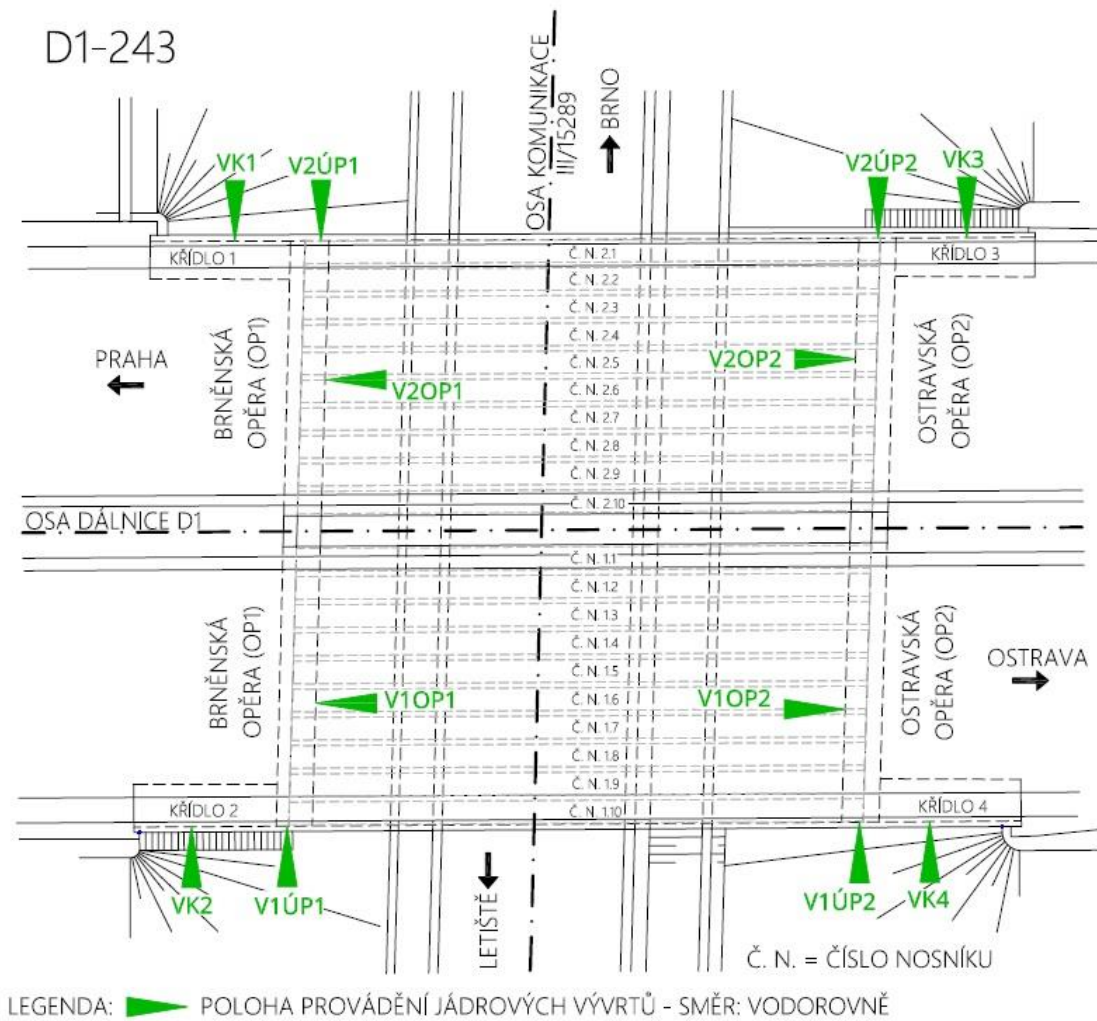


Obrázek 56: Provádění odtrhové zkoušky



Obrázek 57: Zkušební plocha po provedení odtrhové zkoušky

6. Vyhodnocení dat z průřezu spodní stavby



Obrázek 58: Schéma polohy jádrových vývrtů spodní stavby

6.1. Popis jádrových vývrtů

6.1.1. Jádrový vývrt V1OP1

Tabulka 11: Jádrový vývrt V1OP1

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V1OP1
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Dřík opěry OP1
Poloha:	Přibližně 6300 mm od pravé hrany opěry ve směru staničení, výška vrtu přibližně 1000 mm nad dlažbou lavičky svahu
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře ztuhlý, bez kaveren, ojedinělý výskyt pórů a dutin do velikosti 4 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	420 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 20 mm
Počet zkušebních těles:	3 (V1OP1.1, V1OP1.2, V1OP1.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch OP1 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 5 mm, vývrt prochází pracovní spárou



Obrázek 59: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V1OP1



Obrázek 60: Detailní foto měření hloubky vývrtu V1OP1



Obrázek 61: Detailní foto ostění vývrtu V1OP1



Obrázek 62: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V1OP1

6.1.2. Jádrový vývrt V2OP1

Tabulka 12: Jádrový vývrt V2OP1

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V2OP1
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Dřík opěry OP1
Poloha:	Přibližně 7250 mm od levé hrany opěry ve směru staničení, výška vrtu přibližně 1000 mm nad dlažbou lavičky svahu
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren, ojedinělý výskyt pórů a dutin do velikosti 6 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	395 mm
Hloubka karbonatice:	Přibližně 20 mm
Počet zkušebních těles:	3 (V2OP1.1, V2OP1.2, V2OP1.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch OP1 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 2-3 mm



Obrázek 63: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V2OP1



Obrázek 64: Detailní foto měření hloubky vývrtu V2OP1



Obrázek 65: Detailní foto ostění vývrtu V2OP1



Obrázek 66: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V2OP1

6.1.3. Jádrový vývrt V1ÚP1

Tabulka 13: Jádrový vývrt V1ÚP1

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V1ÚP1
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Úložný práh opěry OP1
Poloha:	Přibližně 1000 mm od hrany čela opěry, výška vrtu přibližně 410 mm pod horní hranou úložného prahu
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře ztuhlý, bez kaveren, výskyt pórů do velikosti 2 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	395 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 20 mm
Počet zkušebních těles:	3 (V1ÚP1.1, V1ÚP1.2, V1ÚP1.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch ÚP1 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 5-10 mm



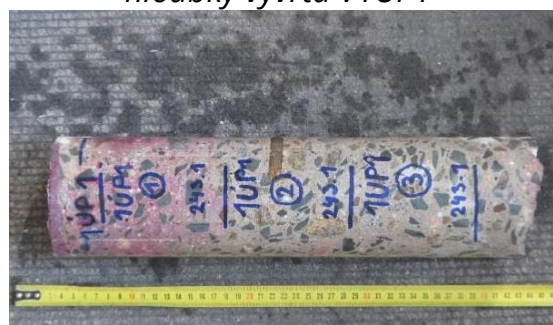
Obrázek 67: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V1ÚP1



Obrázek 68: Detailní foto měření hloubky vývrtu V1ÚP1



Obrázek 69: Detailní foto ostění vývrtu V1ÚP1



Obrázek 70: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V1ÚP1

6.1.4. Jádrový vývrt V2ÚP1

Tabulka 14: Jádrový vývrt V2ÚP1

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V2ÚP1
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Úložný práh opěry OP1
Poloha:	Přibližně 560 mm od hrany čela opěry, výška vrtu přibližně 440 mm pod horní hranou úložného prahu
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, výskyt pórů do velikosti 2 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	450 mm
Hloubka karbonatace:	Přibližně 25-30 mm
Počet zkušebních těles:	3 (V2ÚP1.1, V2ÚP1.2, V2ÚP1.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch ÚP1 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 4 mm, sanace a beton v místě sondy odraženy do hloubky cca 10 mm



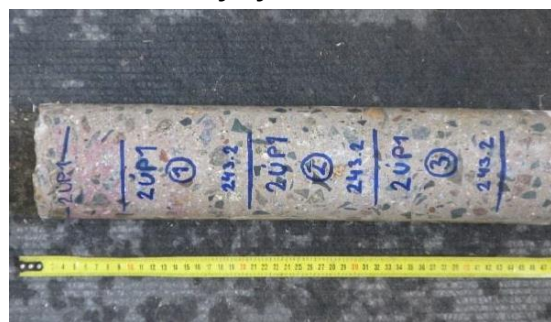
Obrázek 71: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V2ÚP1



Obrázek 72: Detailní foto měření hloubky vývrtu V2ÚP1



Obrázek 73: Detailní foto ostění vývrtu V2ÚP1



Obrázek 74: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V2ÚP1

6.1.5 Jádrový vývrt VK1

Tabulka 15: Jádrový vývrt VK1

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VK1 (Křídlo 1)
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Levé křídlo OP1 ve směru staničení
Poloha:	Přibližně 4900 mm od hrany čela opěry, výška vrtu přibližně 1030 mm pod horní hranou křídla
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	445 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 15-20 mm
Počet zkušebních těles:	3 (VK1.1, VK1.2, VK1.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch K1 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 3 mm



Obrázek 75: Celkový pohled na místo odběru vývrtu VK1



Obrázek 76: Detailní foto měření hloubky vývrtu VK1



Obrázek 77: Detailní foto ostění vývrtu VK1



Obrázek 78: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VK1

6.1.6 Jádrový vývrt VK2

Tabulka 16: Jádrový vývrt VK2

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VK2 (Křídlo 2)
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Pravé křídlo OP1 ve směru staničení
Poloha:	Přibližně 6300 mm od hrany čela opěry, výška vrtu přibližně 1300 mm pod horní hranou křídla
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	445 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 15-20 mm
Počet zkušebních těles:	3 (VK2.1, VK2.2, VK2.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch K2 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 15-25 mm



Obrázek 79: Celkový pohled na místo odběru vývrtu VK2



Obrázek 80: Detailní foto měření hloubky vývrtu VK2



Obrázek 81: Detailní foto ostění vývrtu VK2



Obrázek 82: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VK2

6.1.7. Jádrový výtvt V1OP2

Tabulka 17: Jádrový výtvt V1OP2

Identifikační údaje jádrového výtvtu	
Označení:	V1OP2
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Dřík opěry OP2
Poloha:	Přibližně 5800 mm od pravé hrany opěry ve směru staničení, výška vrtu přibližně 1100 mm nad dlažbou lavičky svahu
Nálezy jádrového výtvtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, ojedinělý výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	430 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 30 mm
Počet zkušebních těles:	3 (V1OP2.1, V1OP2.2, V1OP2.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch OP2 opatřen sanačním nástřikem



Obrázek 83: Celkový pohled na místo odběru výtvtu V1OP2



Obrázek 84: Detailní foto měření hloubky výtvtu V1OP2



Obrázek 85: Detailní foto ostění výtvtu V1OP2



Obrázek 86: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z výtvtu V1OP2

6.1.8. Jádrový vývrt V2OP2

Tabulka 18: Jádrový vývrt V2OP2

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V2OP2
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Dřík opěry OP2
Poloha:	Přibližně 6300 mm od levé hrany opěry ve směru staničení, výška vrtu přibližně 650 mm nad dlažbou lavičky svahu
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, výskyt pórů do velikosti 2 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	370 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 30 mm
Počet zkušebních těles:	3 (V2OP2.1, V2OP2.2, V2OP2.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch OP2 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 2-4 mm



Obrázek 87: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V2OP2



Obrázek 88: Detailní foto měření hloubky vývrtu V2OP2



Obrázek 89: Detailní foto ostění vývrtu V2OP2



Obrázek 90: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V2OP2

6.1.9. Jádrový vývrt V1ÚP2

Tabulka 19: Jádrový vývrt V1ÚP2

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V1ÚP2
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Úložný práh opěry OP2
Poloha:	Přibližně 1500 mm od hrany čela opěry, výška vrtu přibližně 350 mm pod horní hranou úložného prahu
Nález jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, výskyt pórů do velikosti 2 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	440 mm
Hloubka karbonatice:	Přibližně 15 mm
Počet zkušebních těles:	3 (V1ÚP2.1, V1ÚP2.2, V1ÚP2.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch ÚP2 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 5 mm



Obrázek 91: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V1ÚP2



Obrázek 92: Detailní foto měření hloubky vývrtu V1ÚP2



Obrázek 93: Detailní foto ostění vývrtu V1ÚP2



Obrázek 94: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V1ÚP2

6.1.10. Jádrový vývrt V2ÚP2

Tabulka 20: Jádrový vývrt V2ÚP2

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V2ÚP2
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Úložný práh opěry OP2
Poloha:	Přibližně 1200 mm od hrany čela opěry, výška vrtu přibližně 270 mm pod horní hranou úložného prahu
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, výskyt pórů do velikosti 2 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	390 mm
Hloubka karbonatice:	Přibližně 15 mm
Počet zkušebních těles:	3 (V2ÚP2.1, V2ÚP2.2, V2ÚP2.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch ÚP2 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 5 mm



Obrázek 95: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V2ÚP2



Obrázek 96: Detailní foto měření hloubky vývrtu V2ÚP2



Obrázek 97: Detailní foto ostění vývrtu V2ÚP2



Obrázek 98: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V2ÚP2

6.1.11 Jádrový vývrt VK3

Tabulka 21: Jádrový vývrt VK3

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VK3 (Křídlo 3)
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Levé křídlo OP2 ve směru staničení
Poloha:	Přibližně 5700 mm od hrany čela opěry, výška vrtu přibližně 800 mm pod horní hranou křídla
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, ojedinělý výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	440 mm
Hloubka karbonatace:	Přibližně 15-20 mm
Počet zkušebních těles:	3 (VK3.1, VK3.2, VK3.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch K1 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 4 mm



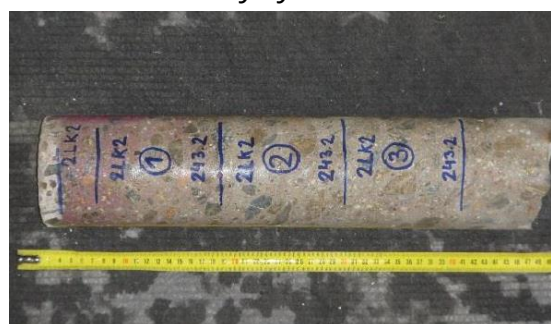
Obrázek 99: Celkový pohled na místo odběru vývrtu VK3



Obrázek 100: Detailní foto měření hloubky vývrtu VK3



Obrázek 101: Detailní foto ostění vývrtu VK3



Obrázek 102: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VK3

6.1.12 Jádrový vývrt VK4

Tabulka 22: Jádrový vývrt VK4

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VK4 (Křídlo 4)
Průměr:	100 mm
Typ konstrukce:	Pravé křídlo OP2 ve směru staničení
Poloha:	Přibližně 4600 mm od hrany čela opěry, výška vrtu přibližně 1100 mm pod horní hranou křídla
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, ojedinělý výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	444 mm
Hloubka karbonatace:	Přibližně 30 mm
Počet zkušebních těles:	3 (VK4.1, VK4.2, VK4.3)
Poznámka:	V místě sondy povrch K2 opatřen sanačním nástřikem a sanační hmotou tloušťky 5 mm



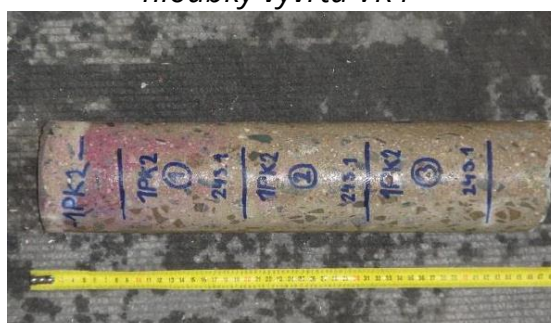
Obrázek 103: Celkový pohled na místo odběru vývrtu VK4



Obrázek 104: Detailní foto měření hloubky vývrtu VK4



Obrázek 105: Detailní foto ostění vývrtu VK4



Obrázek 106: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VK4

6.2. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu opěry OP1

Tabulka 23: Fyzikálně-mechanické parametry betonu opěry OP1, část 1/2

Označení vzorku	∅ vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
V1OP1.1	99,53	104,78	1818,2	2230	239,6	30,8
V1OP1.2	99,48	100,15	1738,9	2234	284,2	36,6
V1OP1.2	99,61	102,40	1743,9	2185	241,5	31,0
V2OP1.1	99,58	107,20	1900,9	2277	369,4	47,4
V2OP1.2	99,63	105,60	1886,9	2292	366,8	47,0
V2OP1.3	99,63	102,27	1809,3	2269	358,1	45,9

Tabulka 24: Fyzikálně-mechanické parametry betonu opěry OP1, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
V1OP1.1	1,053	0,867	0,95	25,4	1,246	31,6
V1OP1.2	1,007	0,853	0,95	29,6	1,246	36,9
V1OP1.2	1,028	0,860	0,95	25,3	1,246	31,5
V2OP1.1	1,077	0,873	0,95	39,3	1,236	48,6
V2OP1.2	1,066	0,869	0,95	38,8	1,236	48,0
V2OP1.3	1,026	0,859	0,95	37,4	1,236	46,2

6.2.1 Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku opěry OP1

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 25: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku opěry OP1

Počet platných vzorků	n [ks]	6
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2250
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	40,5
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	8,1
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	19,98
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	16
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Nestejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	2,18
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	22,9
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C16/20	

6.3. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu úložného prahu ÚP1

Tabulka 26: Fyzikálně-mechanické parametry betonu úložného prahu ÚP1, část 1/2

Označení vzorku	∅ vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
V1ÚP1.1	99,52	100,31	1790,9	2295	332,9	42,8
V1ÚP1.2	99,49	96,44	1730,3	2308	325,6	41,9
V1ÚP1.3	99,60	98,78	1752,6	2277	334,5	42,9
V2ÚP1.1	99,56	104,53	1839,3	2260	206,5	33,5
V2ÚP1.2	99,55	101,41	1830,9	2320	265,2	34,1
V2ÚP1.3	99,53	105,22	1866,2	2280	281,9	36,2

Tabulka 27: Fyzikálně-mechanické parametry betonu úložného prahu ÚP1, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
V1ÚP1.1	1,008	0,853	0,95	34,7	1,242	43,1
V1ÚP1.2	0,969	0,837	0,95	33,3	1,242	41,4
V1ÚP1.3	0,992	0,847	0,95	34,5	1,242	42,8
V2ÚP1.1	1,050	0,866	0,95	27,5	1,246	34,3
V2ÚP1.2	1,019	0,857	0,95	27,8	1,246	34,6
V2ÚP1.3	1,057	0,868	0,95	29,8	1,246	37,1

6.3.1 Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku úložného prahu ÚP1

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 28: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku úložného prahu ÚP1

Počet platných vzorků	n [ks]	6
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2290
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	38,9
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	4,0
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	10,41
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	14
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Stejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	2,18
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	30,1
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C25/30	

6.4. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu křídla K1

Tabulka 29: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K1, část 1/2

Označení vzorku	∅ vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
VK1.1	99,50	102,21	1768,5	2225	295,0	37,9
VK1.2	99,41	104,25	1802,1	2227	271,0	34,9
VK1.3	99,44	104,47	1815,5	2238	265,8	34,2

Tabulka 30: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K1, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
VK1.1	1,027	0,859	0,95	30,9	1,242	38,4
VK1.2	1,049	0,866	0,95	28,7	1,246	35,8
VK1.3	1,051	0,867	0,95	28,2	1,246	35,1

6.4.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K1

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 31: Statistické vyhodnocení a zatížení pevnosti betonu v tlaku křídla K1

Počet platných vzorků	n [ks]	3
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2230
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	36,4
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	1,74
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	4,78
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	14
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Stejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	3,37
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	30,5
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C25/30	

6.5. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu křídla K2

Tabulka 32: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K2, část 1/2

Označení vzorku	\varnothing vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
VK2.1	99,48	97,81	1645,8	2165	281,1	36,2
VK2.2	99,53	99,03	1656,2	2156	261,8	33,6
VK2.3	99,40	96,74	1622,5	2161	265,4	34,2

Tabulka 33: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K2, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
VK2.1	0,983	0,843	0,95	29,0	1,246	36,1
VK2.2	0,995	0,848	0,95	27,1	1,246	33,8
VK2.3	0,973	0,839	0,95	27,2	1,246	33,9

6.5.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K2

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 34: Statistické vyhodnocení a zatížení pevnosti betonu v tlaku křídla K2

Počet platných vzorků	n [ks]	3
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2165
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	34,6
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	1,30
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	3,76
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	14
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Stejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	3,37
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	30,2
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C25/30	

6.6. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu opěry OP2

Tabulka 35: Fyzikálně-mechanické parametry betonu opěry OP2, část 1/2

Označení vzorku	∅ vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
V1OP2.1	99,84	102,43	1828,6	2280	258,9	33,1
V1OP2.2	99,63	101,10	1824,2	2314	248,2	31,8
V1OP2.2	99,49	101,70	1840,4	2328	268,8	34,6
V2OP2.1	99,47	103,60	1836,4	2281	278,6	35,9
V2OP2.2	99,49	102,01	1822,9	2299	289,6	37,3
V2OP2.3	99,50	100,86	1814,6	2314	308,9	39,7

Tabulka 36: Fyzikálně-mechanické parametry betonu opěry OP2, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
V1OP2.1	1,026	0,859	0,95	27,0	1,246	33,6
V1OP2.2	1,015	0,855	0,95	25,8	1,246	32,1
V1OP2.2	1,022	0,858	0,95	28,2	1,246	35,1
V2OP2.1	1,042	0,864	0,95	29,5	1,246	36,8
V2OP2.2	1,025	0,859	0,95	30,4	1,242	37,8
V2OP2.3	1,014	0,855	0,95	32,2	1,242	40,0

6.6.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku opěry OP2

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 37: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku opěry OP2

Počet platných vzorků	n [ks]	6
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2305
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	35,9
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	2,9
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	8,03
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	14
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Stejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	2,18
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	29,6
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C20/25	

6.7. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu úložného prahu ÚP2

Tabulka 38: Fyzikálně-mechanické parametry betonu úložného prahu ÚP2, část 1/2

Označení vzorku	∅ vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
V1ÚP2.1	99,61	108,65	1984,6	2344	439,4	56,4
V1ÚP2.2	99,60	102,40	1870,6	2345	390,6	50,1
V1ÚP2.3	99,58	104,08	1890,3	2332	385,6	49,5
V2ÚP2.1	99,56	104,53	1839,3	2260	260,5	33,5
V2ÚP2.2	99,55	101,41	1830,9	2320	265,2	34,1
V2ÚP2.3	99,53	105,22	1866,2	2280	268,9	34,6

Tabulka 39: Fyzikálně-mechanické parametry betonu úložného prahu ÚP2, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
V1ÚP2.1	1,091	0,877	0,95	47,0	1,223	57,5
V1ÚP2.2	1,028	0,860	0,95	40,9	1,230	50,3
V1ÚP2.3	1,045	0,865	0,95	40,7	1,230	50,1
V2ÚP2.1	1,050	0,866	0,95	27,5	1,246	34,3
V2ÚP2.2	1,019	0,857	0,95	27,8	1,246	34,6
V2ÚP2.3	1,057	0,868	0,95	28,5	1,246	35,5

6.7.1 Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku úložného prahu ÚP2

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 40: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku úložného prahu ÚP2

Počet platných vzorků	n [ks]	6
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2315
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	43,7
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	10,1
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	23,18
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	16
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Nestejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	2,18
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	21,6
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C16/20	

6.8. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu křídla K3

Tabulka 41: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K3, část 1/2

Označení vzorku	∅ vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
VK2.1	99,71	105,31	1859,1	2261	371,5	47,6
VK2.2	99,57	103,41	1821,6	2262	362,8	46,6
VK2.3	99,60	104,73	1841,6	2257	354,1	45,4

Tabulka 42: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K3, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
VK2.1	1,056	0,868	0,95	39,2	1,236	48,5
VK2.2	1,039	0,863	0,95	38,2	1,236	47,2
VK2.3	1,052	0,867	0,95	37,4	1,236	46,2

6.8.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K3

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 43: Statistické vyhodnocení a zatížení pevnosti betonu v tlaku křídla K3

Počet platných vzorků	n [ks]	3
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2260
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	47,3
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	1,15
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	2,44
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	12
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Stejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	3,37
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	43,4
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C30/37	

6.9. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu křídla K4

Tabulka 44: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K4, část 1/2

Označení vzorku	\varnothing vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
VK4.1	99,61	103,96	1806,2	2229	273,7	35,1
VK4.2	99,47	103,40	1792,6	2231	263,3	33,9
VK4.3	99,60	107,01	1856,7	2227	280,0	35,9

Tabulka 45: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K4, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
VK4.1	1,044	0,865	0,95	28,8	1,246	35,9
VK4.2	1,040	0,863	0,95	27,8	1,246	34,6
VK4.3	1,074	0,873	0,95	29,8	1,246	37,1

6.9.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K4

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 46: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku křídla K4

Počet platných vzorků	n [ks]	3
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2230
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	35,9
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	1,25
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	3,48
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	14
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Stejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	3,37
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	31,7
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C25/30	

6.10. Vyhodnocení nedestruktivního měření Schmidovým tvrdoměrem na opěře OP1

Tabulka 47: Naměřené hodnoty a vyhodnocení NDT zkoušek na opěře OP1

Zkuš. místo	Směr	Hodnota provedeného odrazu										n_{plat}	$f_{be,i}$ [MPa]	α_t [-]	α_w [-]	α [-]	$f_{b,i}$ [MPa]
		Pevnost v tlaku příslušného odrazu															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	→	46	46	45	47	40	46	40	40	42	46	10	47,8	0,90	1,00	0,85	36,6
		52	52	50	53	41	52	41	41	44	52						
2	→	42	44	42	40	45	44	48	49	42	40	9	46,1	0,90	1,00	0,85	35,3
		44	48	44	41	50	48	55	-	44	41						
3	→	37	40	38	40	43	40	38	40	38	39	10	39,5	0,90	1,00	0,85	30,2
		35	41	37	41	46	41	37	41	37	39						
4	→	48	44	43	49	46	45	48	55	48	49	9	52,8	0,90	1,00	0,85	40,4
		55	48	46	57	52	50	55	-	55	57						
5	→	40	50	40	38	41	41	40	40	42	41	9	41,2	0,90	1,00	0,85	31,5
		41	-	41	37	42	42	41	41	44	42						
6	→	40	40	40	39	43	44	38	46	47	44	10	44,6	0,90	1,00	0,85	34,1
		41	41	41	39	46	48	37	52	53	48						
7	→	50	46	45	45	42	43	44	40	43	42	9	46,8	0,90	1,00	0,85	35,8
		-	52	50	50	44	46	48	41	46	44						
8	→	44	50	50	50	48	49	50	49	50	49	10	56,9	0,90	1,00	0,85	43,5
		48	59	59	59	55	57	59	57	59	57						
9	→	48	46	44	49	45	43	40	41	42	40	10	47,6	0,90	1,00	0,85	36,4
		55	52	48	57	50	46	41	42	44	41						
10	→	50	48	46	42	42	50	48	50	50	45	10	53,6	0,90	1,00	0,85	41,0
		59	55	52	44	44	59	55	59	59	50						
11	→	48	50	48	40	42	41	48	40	52	42	9	48,4	0,90	1,00	0,85	37,1
		55	59	55	41	44	42	55	41	-	44						
12	→	42	46	48	40	42	44	40	44	46	44	10	47,3	0,90	1,00	0,85	36,2
		44	52	55	41	44	48	41	48	52	48						

Tabulka 48: Statistické vyhodnocení NDT zkoušení na opěře OP1

Počet zkušebních míst	n	12
Počet platných zkušebních míst	n_{plat}	12
Minimální pevnost betonu v tlaku	$f_{be,min}$ [Mpa]	30,2
Střední hodnota pevnosti betonu v tlaku	f_{be} [Mpa]	36,5
Výběrová směrodatná odchylka (25)	s_x [Mpa]	3,78
Reziduální směrodatná odchylka	$s_{rez,e}$ [Mpa]	2,5
Směrná směrodatná odchylka (21)	s_r [Mpa]	4,5
Variační koeficient (12)	V_x [%]	12,41
Maximální variační koeficient	V_{max} [%]	14
Posouzení rovnoměrnosti betonu	Rovnoměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	β_n [-]	1,77
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (20)	$f_{ck,is}$ [Mpa]	28,5
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C20/25	

6.11. Vyhodnocení nedestruktivního měření Schmidovým tvrdoměrem na opěře OP2

Tabulka 49: Naměřené hodnoty a vyhodnocení NDT zkoušek na opěře OP2

Zkuš. místo	Směr	Hodnota provedeného odrazu										n_{plat}	$f_{\text{be},i}$ [MPa]	α_t [-]	α_w [-]	α [-]	$f_{b,i}$ [MPa]
		Pevnost v tlaku příslušného odrazu															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	→	40	42	41	38	42	44	42	40	38	40	10	41,9	0,90	1,00	0,85	32,1
		41	44	42	37	44	48	44	41	37	41						
2	→	40	38	35	39	38	39	35	42	37	36	10	36,9	0,90	1,00	0,85	28,2
		41	37	32	39	37	39	32	44	35	33						
3	→	37	42	40	39	38	38	43	37	36	37	9	37,3	0,90	1,00	0,85	28,6
		35	44	41	39	37	37	-	35	33	35						
4	→	40	43	42	39	40	37	41	41	37	38	10	40,2	0,90	1,00	0,85	30,8
		41	46	44	39	41	35	42	42	35	37						
5	→	45	42	40	38	40	42	40	40	40	42	10	42,4	0,90	1,00	0,85	32,4
		50	44	41	37	41	44	41	41	41	44						
6	→	42	44	44	41	43	44	44	42	43	43	10	46,0	0,90	1,00	0,85	35,2
		44	48	48	42	46	48	48	44	46	46						
7	→	40	40	44	42	41	42	40	42	40	42	10	43,0	0,90	1,00	0,85	32,9
		41	41	48	44	42	44	41	44	41	44						
8	→	42	41	44	43	40	39	44	43	40	40	10	43,6	0,90	1,00	0,85	33,4
		44	42	48	46	41	39	48	46	41	41						
9	→	40	38	40	39	42	40	43	40	35	42	9	41,6	0,90	1,00	0,85	31,8
		41	37	41	39	44	41	46	41	-	44						
10	→	42	46	45	45	44	44	42	45	40	45	10	47,7	0,90	1,00	0,85	36,5
		44	52	50	50	48	48	44	50	41	50						
11	→	40	42	47	44	43	42	42	41	43	40	10	44,9	0,90	1,00	0,85	34,3
		41	44	53	48	46	44	44	42	46	41						
12	→	40	42	40	48	42	42	40	44	42	43	9	43,7	0,90	1,00	0,85	33,4
		41	44	41	-	44	44	41	48	44	46						

Tabulka 50: Statistické vyhodnocení NDT zkoušení na opěře OP2

Počet zkušebních míst	n	12
Počet platných zkušebních míst	n_{plat}	12
Minimální pevnost betonu v tlaku	$f_{\text{be,min}}$ [Mpa]	28,2
Střední hodnota pevnosti betonu v tlaku	f_{be} [Mpa]	32,5
Výběrová směrodatná odchylka (25)	s_x [Mpa]	2,45
Reziduální směrodatná odchylka	$s_{\text{rez},e}$ [Mpa]	2,5
Směrná směrodatná odchylka (21)	s_r [Mpa]	3,5
Variační koeficient (12)	V_x [%]	10,77
Maximální variační koeficient	V_{max} [%]	14
Posouzení rovnoměrnosti betonu	Rovnoměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	β_n [-]	1,77
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (20)	$f_{\text{ck,is}}$ [Mpa]	26,3
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C20/25	

6.12. Vyhodnocení odtrhové zkoušky a stanovení přídržnosti betonu spodní stavby

Tabulka 51: Výsledky odtrhových zkoušek a povrchových přídržností spodní stavby

Poloha zkoušky	Ozn.	Průměr terče	Hodnota síly při porušení	Povrchová přídržnost betonu		Způsob porušení		
		D	F	$\sigma_{adh} (28)$				
		[mm]	[kN]	[Mpa]				
Opěra OP1	PS1	50,0	3,19	1,62	1,99	A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	3,57	1,82		A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	5,26	2,68		A-kohézní porucha podkladu		
Opěra OP1	PS2	50,0	4,11	2,09		A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	4,15	2,11		A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	3,14	1,60		A-kohézní porucha podkladu		
Úložný práh opěry OP1	PS3	50,0	2,88	1,47		1,81	A-kohézní porucha podkladu	
		50,0	3,11	1,58			A-kohézní porucha podkladu	
		50,0	2,84	1,45			A-kohézní porucha podkladu	
Úložný práh opěry OP1	PS4	50,0	3,73	1,90	A-kohézní porucha podkladu			
		50,0	4,76	2,42	A-kohézní porucha podkladu			
		50,0	3,97	2,02	A-kohézní porucha podkladu			
Opěra OP2	PS5	50,0	7,56	3,85	2,50		A-kohézní porucha podkladu	
		50,0	5,22	2,66			A-kohézní porucha podkladu	
		50,0	5,15	2,62			A-kohézní porucha podkladu	
Opěra OP2	PS6	50,0	2,91	1,48		2,11	A-kohézní porucha podkladu	
		50,0	4,45	2,27			A-kohézní porucha podkladu	
		50,0	4,13	2,10			A-kohézní porucha podkladu	
Úložný práh opěry OP2	PS7	50,0	3,77	1,92			1,85	A-kohézní porucha podkladu
		50,0	4,81	2,45				A-kohézní porucha podkladu
		50,0	4,54	2,31				A-kohézní porucha podkladu
Úložný práh opěry OP2	PS8	50,0	2,68	1,36	A-kohézní porucha podkladu			
		50,0	3,11	1,58	A-kohézní porucha podkladu			
		50,0	2,85	1,45	A-kohézní porucha podkladu			
Křídlo K1	PS9	50,0	2,53	1,29	1,52	A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	2,92	1,49		A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	3,48	1,77		A-kohézní porucha podkladu		
Křídlo K2	PS10	50,0	3,69	1,88	1,93	A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	4,11	2,09		A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	3,58	1,82		A-kohézní porucha podkladu		
Křídlo K3	PS11	50,0	6,95	3,54	3,65	A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	7,23	3,68		A-kohézní porucha podkladu		
		50,0	7,31	3,72		A-kohézní porucha podkladu		

Křídlo K4	PS12	50,0	3,19	1,62	1,68		A-kohézní porucha podkladu
		50,0	2,22	1,13			A-kohézní porucha podkladu
		50,0	4,51	2,30			A-kohézní porucha podkladu



Obrázek 107: Pohled na zkušební místo PS1 po provedení odtrhové zkoušky



Obrázek 108: Pohled na zkušební místo PS10 po provedení odtrhové zkoušky



Obrázek 109: Pohled na zkušební místo PS3 po provedení odtrhové zkoušky



Obrázek 110: Pohled na zkušební místo PS6 po provedení odtrhové zkoušky

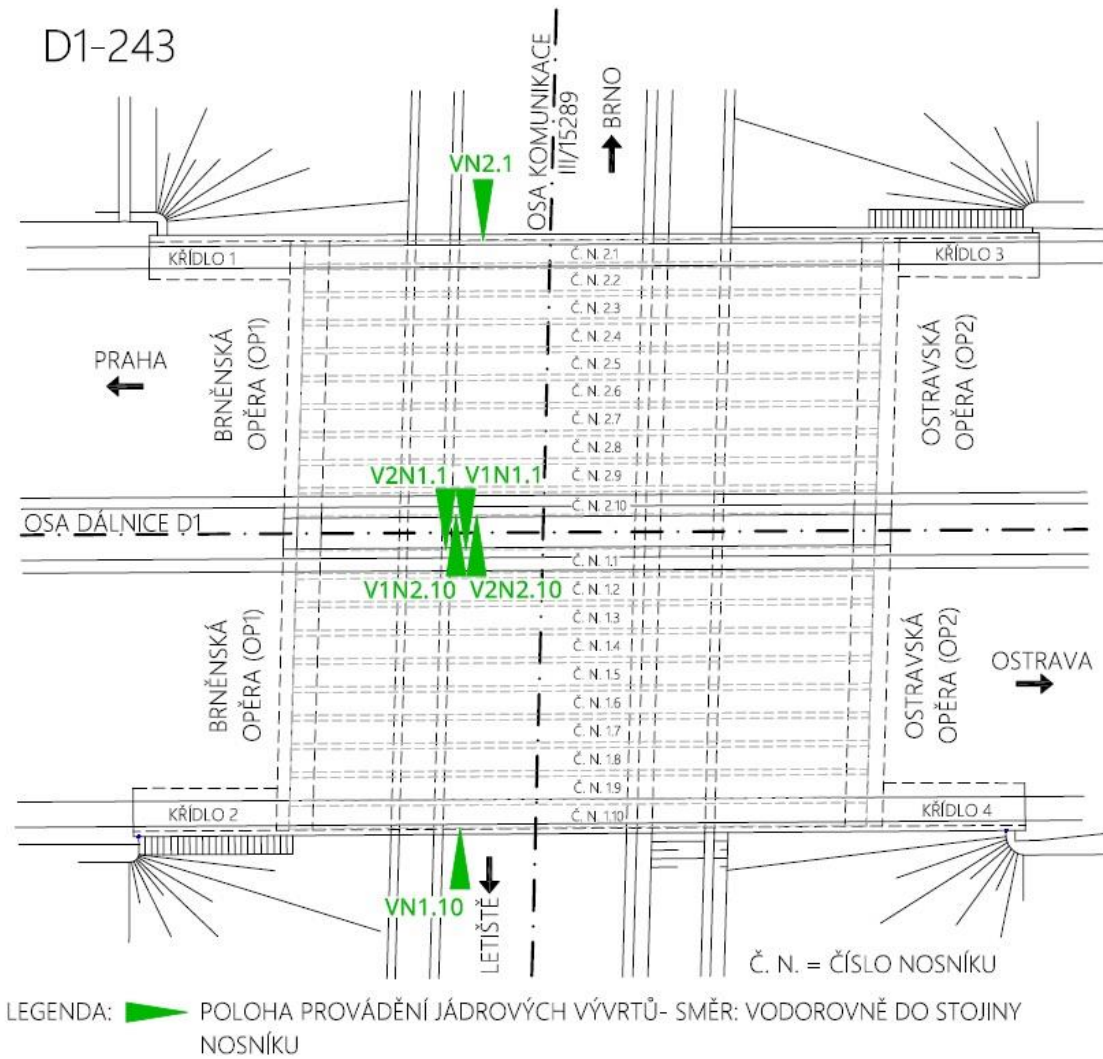


Obrázek 111: Pohled na zkušební místo PS8 po provedení odtrhové zkoušky



Obrázek 112: Pohled na zkušební místo PS11 po provedení odtrhové zkoušky

7. Vyhodnocení dat z průzkumu nosné konstrukce



Obrázek 113: Schéma polohy jádrových vývrtů odebraných z nosné konstrukce

7.1. Popis jádrových vývrtů

7.1.1. Jádrový vývrt VN1.10

Tabulka 52: Jádrový vývrt VN1.10

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VN1.10
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Nosník číslo 1.10
Poloha:	Přibližně 8890 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška vrtu přibližně 650 mm od spodní hrany nosníku
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, ojedinělý výskyt pórů do velikosti 2 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	170 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 3-5 mm
Počet zkušebních těles:	1 (VN1.10)
Poznámka:	V místě sondy povrch opatřen sanační hmotou, pod povrchem sanace drobné trhlinky



Obrázek 114: Celkový pohled na místo odběru vývrtu VN1.10



Obrázek 115: Detailní foto měření hloubky vývrtu VN1.10



Obrázek 116: Detailní foto ostění vývrtu VN1.10



Obrázek 117: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VN1.10

7.1.2. Jádrový vývrt V1N1.1

Tabulka 53: Jádrový vývrt V1N1.1

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V1N1.1
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Nosník číslo 1.1
Poloha:	Přibližně 8700 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška vrtu přibližně 480 mm od spodní hrany nosníku
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, ojedinělý výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	155 mm
Hloubka karbonatice:	Přibližně 5-8 mm
Počet zkušebních těles:	1 (V1N1.1)
Poznámka:	V místě sondy povrch opatřen sanační hmotou



Obrázek 118: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V1N1.1



Obrázek 119: Detailní foto měření hloubky vývrtu V1N1.1



Obrázek 120: Detailní foto ostění vývrtu V1N1.1



Obrázek 121: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V1N1.1

7.1.3. Jádrový vývrt V2N1.1

Tabulka 54: Jádrový vývrt V2N1.1

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V2N1.1
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Nosník číslo 1.1
Poloha:	Přibližně 8200 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška vrtu přibližně 860 mm od spodní hrany nosníku
Nález jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, ojedinělý výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	145 mm
Hloubka karbonatice:	Přibližně 5-10 mm
Počet zkušebních těles:	1 (V2N1.1)
Poznámka:	V místě sondy povrch opatřen sanační hmotou



Obrázek 122: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V2N1.1



Obrázek 123: Detailní foto měření hloubky vývrtu V2N1.1



Obrázek 124: Detailní foto ostění vývrtu V2N1.1



Obrázek 125: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V2N1.1

7.1.4. Jádrový vývrt V1N2.10

Tabulka 55: Jádrový vývrt V1N2.10

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V1N2.10
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Nosník číslo 2.10
Poloha:	Přibližně 8300 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška vrtu přibližně 560 mm od spodní hrany nosníku
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, ojedinělý výskyt pórů do velikosti 2 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	140 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 8-10 mm
Počet zkušebních těles:	1 (V1N2.10)
Poznámka:	V místě sondy povrch opatřen sanační hmotou



Obrázek 126: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V1N2.10



Obrázek 127: Detailní foto měření hloubky vývrtu V1N2.10



Obrázek 128: Detailní foto ostění vývrtu V1N2.10



Obrázek 129: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V1N2.10

7.1.5. Jádrový vývrt V2N2.10

Tabulka 56: Jádrový vývrt V2N2.10

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	V2N2.10
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Nosník číslo 2.10
Poloha:	Přibližně 8800 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška vrtu přibližně 780 mm od spodní hrany nosníku
Nálezy jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	150 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 5-8 mm
Počet zkušebních těles:	2 (V2N2.10.1, V2N2.10.2)
Poznámka:	V místě sondy povrch opatřen sanační hmotou



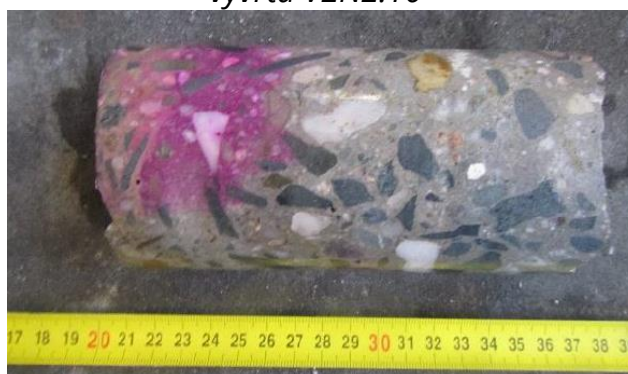
Obrázek 130: Celkový pohled na místo odběru vývrtu V2N2.10



Obrázek 131: Detailní foto měření hloubky vývrtu V2N2.10



Obrázek 132: Detailní foto ostění vývrtu V2N2.10



Obrázek 133: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu V2N2.10

7.1.6. Jádrový vývrt VN2.1

Tabulka 57: Jádrový vývrt VN2.1

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VN2.1
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Nosník číslo 2.10
Poloha:	Přibližně 9100 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška vrtu přibližně 560 mm od spodní hrany nosníku
Nález jádrového vývrtu	
Popis:	Beton v dobrém stavu, dobře zhutněný, bez kaveren a dutin, výskyt pórů do velikosti 3 mm
Max. frakce kameniva:	16 mm
Délka:	140 mm
Hloubka karbonatce:	Přibližně 3-5 mm
Počet zkušebních těles:	1 (VN2.1)
Poznámka:	V místě sondy povrch opatřen sanační hmotou



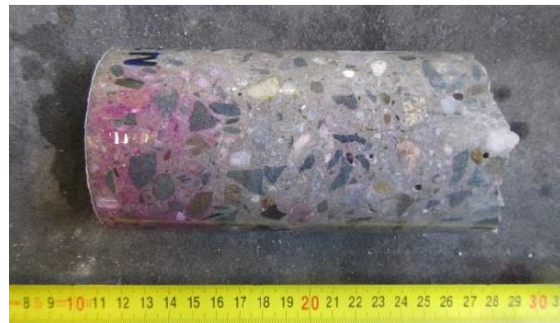
Obrázek 134: Celkový pohled na místo odběru vývrtu VN2.1



Obrázek 135: Detailní foto měření hloubky vývrtu VN2.1



Obrázek 136: Detailní foto ostění vývrtu VN2.1



Obrázek 137: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VN2.1

7.2. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů betonu nosné konstrukce

Tabulka 58: Fyzikálně-mechanické parametry betonu nosné konstrukce, část 1/2

Označení vzorku	∅ vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
VN1.10	74,49	74,31	729,9	2254	231,8	53,2
V1N1.1	74,44	72,70	698,8	2209	228,9	52,6
V2N1.1	74,52	73,58	713,3	2223	230,0	52,7
V1N2.10	74,46	75,87	750,5	2272	250,4	57,5
V2N2.10.1	74,55	73,66	729,9	2270	233,1	53,4
V2N2.10.2	74,56	74,98	729,2	2227	234,8	53,8
VN2.1	74,60	74,45	726,7	2233	246,9	56,5

Tabulka 59: Fyzikálně-mechanické parametry betonu nosné konstrukce, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
VN1.10	0,998	0,849	0,928	41,9	1,230	51,5
V1N1.1	0,977	0,841	0,928	41,1	1,230	50,6
V2N1.1	0,987	0,845	0,928	41,3	1,230	50,8
V1N2.10	1,019	0,857	0,928	45,7	1,230	55,9
V2N2.10.1	0,988	0,845	0,928	41,9	1,230	51,5
V2N2.10.2	1,006	0,852	0,928	42,6	1,230	52,4
VN2.1	0,998	0,849	0,928	44,5	1,230	54,7

7.2.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku nosné konstrukce

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

Tabulka 60: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku nosné konstrukce

Počet platných vzorků	n [ks]	7
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2245
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	52,5
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	2,0
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	3,88
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	12
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Stejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	2,09
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	48,2
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C35/45	

7.3. Vyhodnocení nedestruktivního měření Schmidovým tvrdoměrem na nosné konstrukci

Tabulka 61: Naměřené hodnoty a vyhodnocení NDT zkoušek na nosné konstrukci

Zkuš. místo	Směr	Hodnota provedeného odrazu										n _{plat}	f _{be,i} [MPa]	α _t [-]	α _w [-]	α [-]	f _{b,i} [MPa]
		Pevnost v tlaku příslušného odrazu															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	↑	60	61	62	62	62	61	61	60	63	62	10	71,7	0,90	1,00	0,70	45,2
		70	72	74	74	74	72	72	70	76	63						
2	↑	58	62	60	58	63	60	59	58	62	64	10	71,1	0,90	1,00	0,70	44,8
		67	74	70	67	76	70	68	67	74	78						
3	↑	66	65	64	65	63	64	62	66	66	66	10	78,8	0,90	1,00	0,70	49,6
		81	79	78	79	76	78	74	81	81	81						
4	↑	67	67	66	65	67	63	65	62	65	64	10	79,5	0,90	1,00	0,70	50,1
		83	83	81	79	83	76	79	74	79	78						
5	↑	67	67	61	62	60	66	62	65	66	62	10	77,1	0,90	1,00	0,70	48,6
		83	83	72	74	70	81	74	79	81	74						
6	↑	64	66	67	61	65	62	64	62	65	61	10	77,0	0,90	1,00	0,70	48,5
		78	81	83	72	79	74	78	74	79	72						
7	↑	64	65	60	64	63	60	65	63	62	64	10	75,8	0,90	1,00	0,70	47,8
		78	79	70	78	76	70	79	76	74	78						
8	↑	66	62	65	67	62	62	65	66	62	64	10	77,7	0,90	1,00	0,70	49,0
		81	74	79	83	74	74	79	81	74	78						
9	↑	66	64	62	62	58	64	64	62	60	60	10	74,4	0,90	1,00	0,70	46,9
		81	78	74	74	67	78	78	74	70	70						

10	↑	64 66 62 62 60 62 66 64 66 64 78 81 74 74 70 74 81 78 81 78	10	76,9	0,90	1,00	0,70	48,4
11	↑	58 60 62 62 62 64 60 64 64 65 67 70 74 74 74 78 70 78 78 79	10	74,2	0,90	1,00	0,70	46,7
12	↑	58 66 60 66 60 62 64 64 67 60 67 81 70 81 70 74 78 78 83 70	10	75,2	0,90	1,00	0,70	47,4
13	↑	58 66 60 66 60 62 64 64 67 60 67 81 70 81 70 74 78 78 83 70	10	75,2	0,90	1,00	0,70	47,4
14	↑	60 67 62 66 64 66 59 60 62 65 70 83 74 81 78 81 68 70 74 79	10	75,8	0,90	1,00	0,70	47,8
15	↑	66 64 65 60 64 64 67 65 64 63 81 78 79 70 78 78 83 79 78 76	10	78,0	0,90	1,00	0,70	49,1
16	↑	60 62 60 61 63 65 62 63 58 66 70 74 70 72 76 79 74 76 67 81	10	73,9	0,90	1,00	0,70	46,6
17	↑	58 62 64 64 67 64 60 64 56 63 67 74 78 78 83 78 70 78 63 76	10	74,5	0,90	1,00	0,70	46,9
18	↑	67 66 64 62 60 60 64 57 60 64 83 81 78 74 70 70 78 65 70 78	10	74,7	0,90	1,00	0,70	47,1
19	↑	60 60 62 62 63 61 60 61 60 62 70 70 74 74 76 72 70 72 70 74	10	72,2	0,90	1,00	0,70	45,5
20	↑	63 60 62 55 61 60 62 60 60 61 76 70 74 62 72 70 74 70 70 72	10	71,0	0,90	1,00	0,70	44,7
21	↑	63 61 65 65 63 63 62 66 62 62 76 72 79 79 76 76 74 81 74 63	10	75,0	0,90	1,00	0,70	47,3
22	↑	59 53 60 60 64 62 61 64 62 64 68 76 70 70 78 74 72 78 74 78	10	73,8	0,90	1,00	0,70	46,5
23	↑	61 60 63 64 64 66 67 61 67 65 72 70 76 78 78 81 83 72 83 79	10	77,2	0,90	1,00	0,70	48,6
24	↑	64 66 67 64 65 64 64 67 65 62 78 81 83 78 79 78 78 83 79 74	10	79,1	0,90	1,00	0,70	49,8
25	↑	62 62 61 62 63 63 64 60 61 60 74 74 72 74 76 76 78 70 72 70	10	73,6	0,90	1,00	0,70	46,4
26	↑	67 66 65 63 67 65 61 66 65 64 83 81 79 76 83 79 72 81 79 78	10	79,1	0,90	1,00	0,70	49,8
27	↑	63 63 58 61 65 60 67 62 62 66 76 76 67 72 79 70 83 74 74 81	10	75,2	0,90	1,00	0,70	47,4
28	↑	60 60 65 58 60 62 58 64 58 58 70 70 79 67 70 74 67 78 67 67	10	70,9	0,90	1,00	0,70	44,7
29	↑	60 64 62 66 66 62 64 60 64 62 70 78 74 81 81 74 78 70 78 74	10	75,8	0,90	1,00	0,70	47,8
30	↑	62 66 62 62 63 67 66 62 66 62 74 81 74 74 76 83 81 74 81 74	10	77,2	0,90	1,00	0,70	48,6
31	↑	62 65 64 62 63 58 60 60 60 64 74 79 78 74 76 67 70 70 70 78	10	73,6	0,90	1,00	0,70	46,4

32	↑	60 60 67 62 64 65 64 60 61 58 70 70 83 74 78 79 78 70 72 67	10	74,1	0,90	1,00	0,70	46,7
33	↑	65 67 67 65 63 65 66 64 64 65 79 83 83 79 76 79 81 78 78 79	10	79,5	0,90	1,00	0,70	50,1
34	↑	61 62 64 64 64 65 62 63 65 62 72 74 78 78 78 79 74 76 79 74	10	76,2	0,90	1,00	0,70	48,0
35	↑	60 63 60 58 56 62 61 62 62 58 70 76 70 67 63 74 72 70 74 67	10	70,3	0,90	1,00	0,70	44,3
36	↑	58 58 56 60 60 62 61 60 58 60 67 67 63 70 70 74 72 70 67 70	10	69,0	0,90	1,00	0,70	43,5
37	↑	58 64 65 63 62 65 67 63 64 60 67 78 79 76 74 79 83 76 78 70	10	76,0	0,90	1,00	0,70	47,9
38	↑	60 58 60 64 66 62 60 62 60 64 70 67 70 78 81 74 70 74 70 78	10	73,2	0,90	1,00	0,70	46,1
39	↑	58 62 58 62 58 60 62 61 60 62 67 74 67 74 67 70 74 72 70 74	10	70,9	0,90	1,00	0,70	44,7
40	↑	60 59 58 62 60 61 62 64 59 63 70 68 67 74 70 72 74 78 68 76	10	71,7	0,90	1,00	0,70	45,2

Tabulka 62: Statistické vyhodnocení NDT zkoušení na nosné konstrukci

Počet zkušebních míst	n	40
Počet platných zkušebních míst	n_{plat}	40
Minimální pevnost betonu v tlaku	$f_{\text{be,min}}$ [Mpa]	43,5
Střední hodnota pevnosti betonu v tlaku	f_{be} [Mpa]	47,2
Výběrová směrodatná odchylka (25)	s_x [Mpa]	1,73
Reziduální směrodatná odchylka	$s_{\text{rez,e}}$ [Mpa]	2,5
Směrná směrodatná odchylka (21)	s_r [Mpa]	3,0
Variační koeficient (12)	V_x [%]	6,45
Maximální variační koeficient	V_{max} [%]	12
Posouzení rovnoměrnosti betonu	Rovnoměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	β_n [-]	1,66
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (20)	$f_{\text{ck,is}}$ [Mpa]	42,1
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C30/37	

7.4. Vyhodnocení odtrhové zkoušky a stanovení přídržnosti betonu nosné konstrukce

Tabulka 63: Výsledky odtrhových zkoušek a povrchových přídržností spodní stavby

Poloha zkoušky	Ozn.	Průměr terče	Hodnota síly při porušení	Povrchová přídržnost betonu		Způsob porušení
		D	F	σ_{adh} (28)		
		[mm]	[kN]	[Mpa]		
Nosník č. 1.1	PN1	50,0	3,74	1,90	1,71	A-kohézní porucha podkladu
		50,0	3,28	1,67		A-kohézní porucha podkladu
		50,0	3,08	1,57		A-kohézní porucha podkladu
Nosník č. 1.4	PN2	50,0	5,65	2,88	2,81	A-kohézní porucha podkladu
		50,0	5,22	2,66		A-kohézní porucha podkladu
		50,0	5,68	2,89		A-kohézní porucha podkladu
Nosník č. 1.9	PN3	50,0	4,17	2,12	1,96	A-kohézní porucha podkladu
		50,0	3,51	1,79		A-kohézní porucha podkladu
		50,0	0,85	0,43		Y/Z-porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem
Nosník č. 2.10	PN4	50,0	3,22	1,64	1,75	A-kohézní porucha podkladu
		50,0	3,52	1,79		A-kohézní porucha podkladu
		50,0	3,55	1,81		A-kohézní porucha podkladu
Nosník č. 2.5	PN5	50,0	5,42	2,76	2,64	A-kohézní porucha podkladu
		50,0	4,98	2,54		A-kohézní porucha podkladu
		50,0	5,13	2,61		A-kohézní porucha podkladu
Nosník č. 2.1	PN6	50,0	5,05	2,57	2,52	A-kohézní porucha podkladu
		50,0	4,89	2,49		A-kohézní porucha podkladu
		50,0	4,88	2,49		A-kohézní porucha podkladu

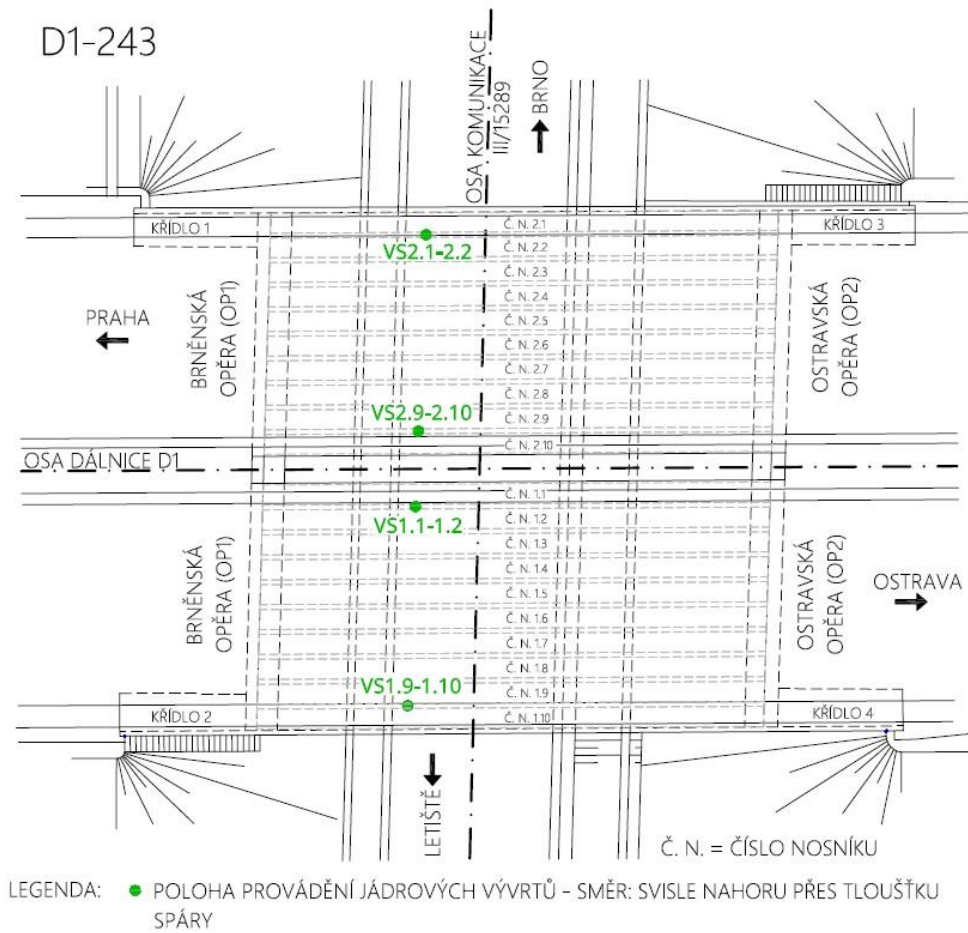


Obrázek 138: Příklad zkušebního místa s přilepenými zkušebními terči

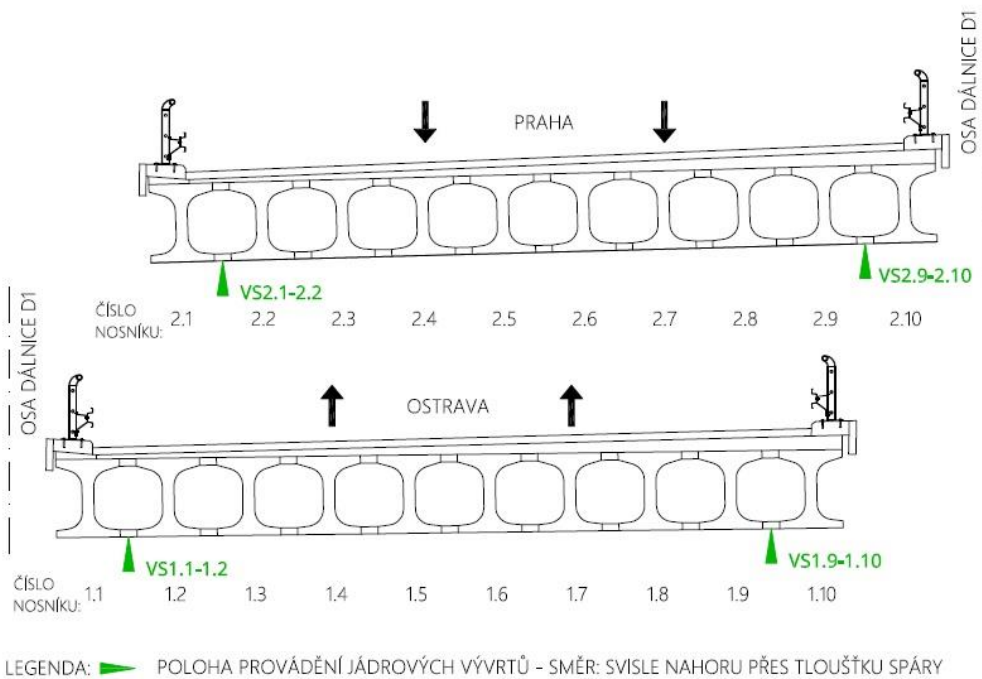


Obrázek 139: Příklad zkušebního místa po provedení odtrhové zkoušky

8. Vyhodnocení dat z průřezu dobetonávek mezi nosníky



Obrázek 140: Schéma situace polohy jádrových vývrtů dobetonávek



Obrázek 141: Schématické řezy s vyznačením polohy jádrových vývrtů dobetonávek

8.1. Popis jádrových vývrtů a stavu dutin

8.1.1. Jádrový vývrt VS2.1-2.2

Tabulka 64: Jádrový vývrt VS2.1-2.2

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VS2.1-2.2
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Spára mezi nosníky 2.1 a 2.2
Poloha:	Přibližně 9045 mm od hrany čela nosníku u OP1
Nálezy	
Popis:	Beton v dobrém stavu, bez dutin a kaveren, dutina suchá, bez viditelného prosakování vody, dobetonávka v dobrém stavu bez koroze výztuže
Max. frakce kameniva:	16 mm
Tloušťka dobetonávky	140 mm
Hloubka karbonatace:	Přibližně 20-25 mm ze spodního líce a 0-10 mm z horního líce
Počet zkušebních těles:	0 – nepodařilo se vyrobit zkušební těleso
Poznámka:	V místě sondy spodní povrch opatřen sanační hmotou



Obrázek 142: Pohled do dutiny místem odběru vývrtu VS2.1-2.2



Obrázek 143: Pohled na horní dobetonávku místem odběru vývrtu VS2.1-2.2



Obrázek 144: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VS2.1-2.2

8.1.2. Jádrový vývrt VS2.9-2.10

Tabulka 65: Jádrový vývrt VS2.9-2.10

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VS2.9-2.10
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Spára mezi nosníky 2.9 a 2.10
Poloha:	Přibližně 8480 mm od hrany čela nosníku u OP1
Nálezy	
Popis:	Beton v dobrém stavu, bez dutin a kaveren, dutina suchá, v malé míře viditelné lokální výluhy, dobetonávka v dobrém stavu bez koroze výztuže
Max. frakce kameniva:	16 mm
Tloušťka dobetonávky	120 mm
Hloubka karbonatice:	Přibližně 10-15 mm ze spodního líce a 10-15 mm z horního líce
Počet zkušebních těles:	1 (VS2.9-2.10)
Poznámka:	V místě sondy spodní povrch opatřen sanační hmotou a odražený beton dobetonávky tl. 20-25 mm



Obrázek 145: Pohled na místo odběru vývrtu VS2.9-2.10



Obrázek 146: Pohled do dutiny místem odběru vývrtu VS2.9-2.10



Obrázek 147: Pohled na porušení betonu dobetonávky VS2.9-2.10



Obrázek 148: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VS2.9-2.10

8.1.3. Jádrový vývrt VS1.1-1.2

Tabulka 66: Jádrový vývrt VS1.1-1.2

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VS1.1-1.2
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Spára mezi nosníky 1.1 a 1.2
Poloha:	Přibližně mezi 8-9 m od hrany čela nosníku u OP1
Nálezy	
Popis:	Beton v dobrém stavu, bez dutin a kaveren, dutina suchá, bez viditelného zatékání, dobetonávka v dobrém stavu bez koroze výztuže, na povrchu horní dobetonávky slabé vápenné výluhy
Max. frakce kameniva:	16 mm
Tloušťka dobetonávky	120 mm
Hloubka karbonatace:	Přibližně 40 mm ze spodního líce a 35 mm z horního líce
Počet zkušebních těles:	1 (VS1.1-1.2)
Poznámka:	V místě sondy spodní povrch opatřen sanační hmotou



Obrázek 149: Pohled do dutiny místem odběru vývrtu VS1.1-1.2

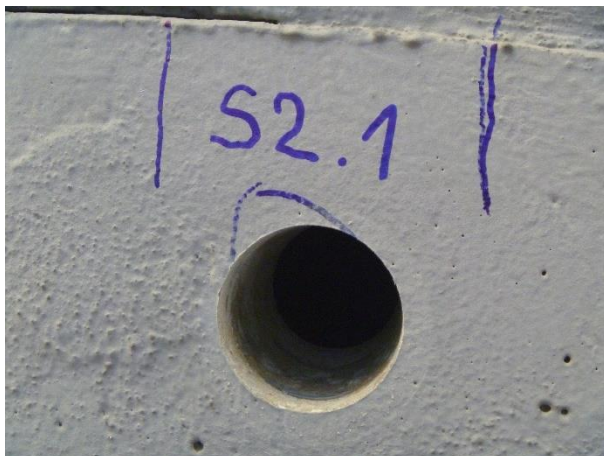


Obrázek 150: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VS1.1-1.2

8.1.4. Jádrový vývrt VS1.9-1.10

Tabulka 67: Jádrový vývrt VS1.9-1.10

Identifikační údaje jádrového vývrtu	
Označení:	VS1.9-1.10
Průměr:	75 mm
Typ konstrukce:	Spára mezi nosníky 1.9 a 1.10
Poloha:	Přibližně mezi 8-9 m od hrany čela nosníku u OP1
Nálezy	
Popis:	Beton v dobrém stavu, bez dutin a kaveren, dutina suchá, lokální potečení nosníků u horní dobetonávky, dobetonávka v dobrém stavu bez koroze výztuže
Max. frakce kameniva:	16 mm
Tloušťka dobetonávky	130 mm
Hloubka karbonatace:	Přibližně 20-30 mm ze spodního líce a 30-35 mm z horního líce
Počet zkušebních těles:	1 (VS1.9-1.10)
Poznámka:	V místě sondy spodní povrch opatřen sanační hmotou



Obrázek 151: Pohled na místo odběru vývrtu VS1.9-1.10



Obrázek 152: Pohled do dutiny místem odběru vývrtu VS1.9-1.10



Obrázek 153: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtu VS2.9-2.10

8.2. Stanovení a vyhodnocení fyzikálně-mechanických parametrů dobetonávek

Tabulka 68: Fyzikálně-mechanické parametry betonu dobetonávek, část 1/2

Označení vzorku	∅ vzorku	Délka vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Síla při porušení	Pevnost vzorku
	d	L	m	D	F	f _c
	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]
VS2.9-2.10	74,64	74,73	723,8	2214	126,5	28,9
VS1.1-1.2	74,44	72,70	725,8	2294	131,0	30,1
VS1.9-1.10	74,58	73,43	731,2	2279	131,7	30,1

Tabulka 69: Fyzikálně-mechanické parametry betonu dobetonávek, část 2/2

Označení vzorku	Štíhlost vzorku	Opravný součinitel	Převodní součinitel	Válcová pevnost	Převodní součinitel	Krychelná pevnost
	λ	K _{c,cyl}	K _{c,cube}	f _{c,cyl}	K _{cyl,cube}	f _{c,cube}
	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
VS2.9-2.10	1,001	0,850	0,928	22,8	1,249	28,5
VS1.1-1.2	0,977	0,841	0,928	23,5	1,249	29,4
VS1.9-1.10	0,985	0,844	0,928	23,6	1,249	29,5

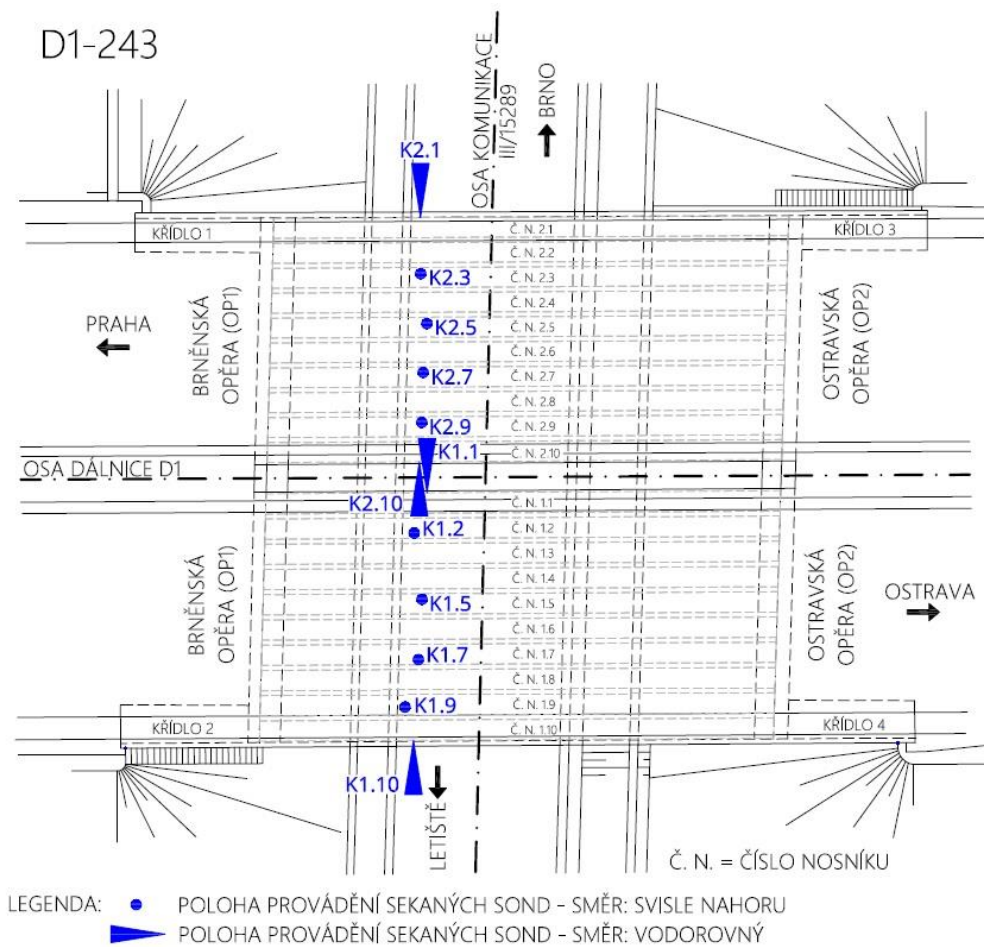
8.2.1. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku křídla K4

Charakteristická pevnost vyhodnocena podle ČSN 73 0038 [34] a ČSN ISO 13822 [18]. Stejnóměrnost betonu stanovena podle ČSN 73 2011 [38].

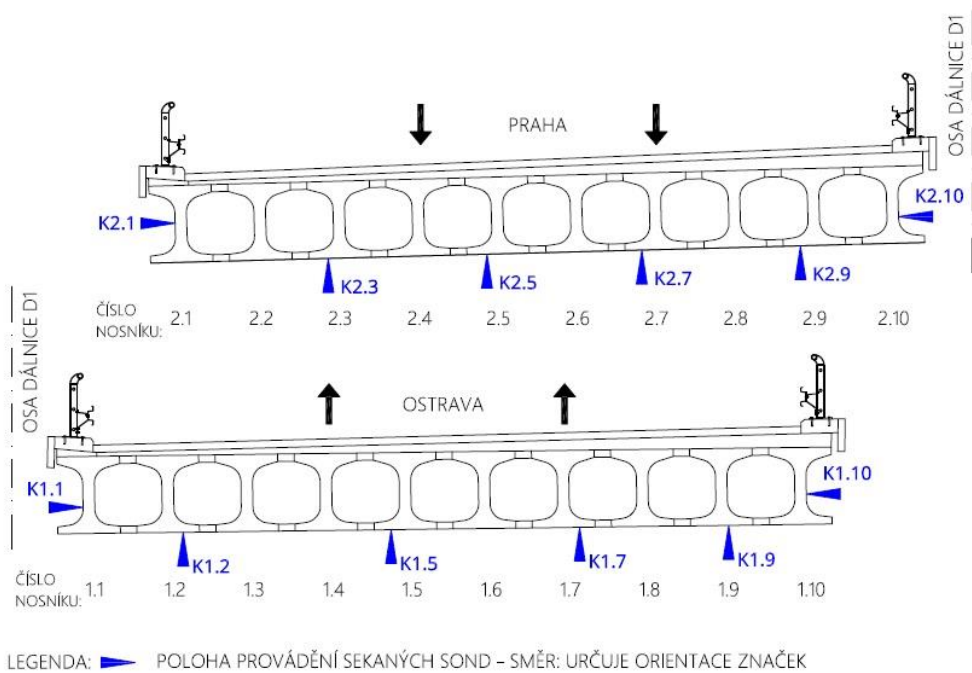
Tabulka 70: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku dobetonávek

Počet platných vzorků	n [ks]	3
Objemová hmotnost betonu	D [kg/m ³]	2265
Průměrná hodnota pevnosti betonu (10)	m _x [MPa]	29,1
Směrodatná odchylka pevnosti betonu (11)	s _x [MPa]	0,55
Variační koeficient pevnosti betonu (12)	V _x [-]	1,89
Max. variační koeficient	V _{max} [-]	14
Posouzení stejnoměrnosti betonu	Stejnóměrný	
Součinitel odhadu 5% kvantilu	k _{n,x} [-]	3,37
Charakteristická pevnost betonu v tlaku (13)	f _{ck,cube} [MPa]	27,2
Třída betonu dle ČSN EN 206 + A1	C20/25	

9. Vyhodnocení sond k předpínací výztuži (podélné předpětí)



Obrázek 154: Schéma situace polohy sond k podélnému předpětí



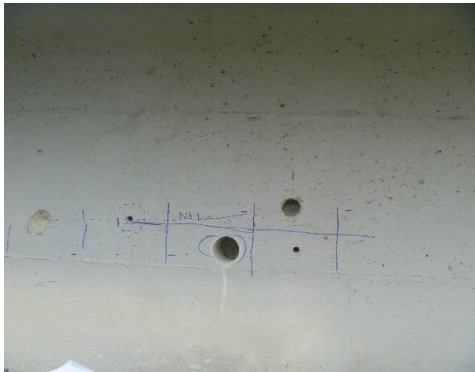
Obrázek 155: Schématické řezy s vyznačením polohy sond k předpětí

9.1. Popis sond k předpínací výztuži

9.1.1. Sonda K2.1

Tabulka 71: Sekaná sonda K2.1

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K2.1
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 2.1
Kabel:	Zvedaný č. 15, resp. č. 16
Poloha:	Přibližně 8540 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška sondy přibližně 720 mm od spodní hrany nosníku
Nálezy	
Chránička:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 35 mm
Stav drátů:	Bez koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 156: Pohled na místo provedení sondy K2.1



Obrázek 157: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.1



Obrázek 158: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.1

9.1.2. Sonda K2.3

Tabulka 72: Sekaná sonda K2.3

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K2.3
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 2.3
Kabel:	Přímý č. 9, resp. č. 9 a zvedaný č. 3, resp. č. 8
Poloha:	Přibližně 8636 mm od čela nosníku u OP1 a přibližně 360 mm od levé hrany nosníku ve směru staničení
Nálezy	
Chránička:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krycí chráničky:	Přibližně 50 mm a 55 mm
Stav drátů:	Mírná povrchová koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 159: Pohled na místo provedení sondy K2.3



Obrázek 160: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.3



Obrázek 161: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.3

9.1.3. Sonda K2.5

Tabulka 73: Sekaná sonda K2.5

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K2.5
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 2.5
Kabel:	Zvedaný č. 3, resp. č. 8
Poloha:	Přibližně 9070 mm od čela nosníku u OP1 a přibližně 370 mm od levé hrany nosníku ve směru staničení
Nálezy	
Chráníčka:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krycí chráničky:	Přibližně 60 mm
Stav drátů:	Rozsáhlejší povrchová koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 162: Pohled na místo provedení sondy K2.5



Obrázek 163: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.5



Obrázek 164: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.5

9.1.4. Sonda K2.7

Tabulka 74: Sekaná sonda K2.7

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K2.7
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 2.7
Kabel:	Přímý č. 2, resp. č. 9
Poloha:	Přibližně 8940 mm od čela nosníku u OP1 a přibližně 310 mm od levé hrany nosníku ve směru staničení
Nálezy	
Chránička:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 40 mm
Stav drátů:	Mírná povrchová koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 165: Pohled na místo provedení sondy K2.7



Obrázek 166: Detail stavu chráničky sondy K2.7



Obrázek 167: Detail stavu proinjektování sondy K2.7



Obrázek 168: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.7

9.1.5. Sonda K2.9

Tabulka 75: Sekaná sonda K2.9

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K2.9
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 2.9
Kabel:	Přímý č. 2, resp. č. 9
Poloha:	Přibližně 8940 mm od čela nosníku u OP1 a přibližně 320 mm od levé hrany nosníku ve směru staničení
Nálezy	
Chránička:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 70 mm
Stav drátů:	Bez koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 169: Pohled na místo provedení sondy K2.9



Obrázek 170: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.9



Obrázek 171: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.9

9.1.6. Sonda K2.10

Tabulka 76: Sekaná sonda K2.10

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K2.10
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 2.10
Kabel:	Zvedaný č. 16, resp. č. 15
Poloha:	Přibližně 9043 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška sondy přibližně 490 mm od spodní hrany nosníku
Nálezy	
Chráníčka:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 50 mm
Stav drátů:	Bez koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 172: Pohled na místo provedení sondy K2.10



Obrázek 173: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.10



Obrázek 174: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.10

9.1.7. Sonda K1.1

Tabulka 77: Sekaná sonda K1.1

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K1.1
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 1.1
Kabel:	Zvedaný č. 16, resp. č. 15
Poloha:	Přibližně 9260 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška sondy přibližně 480 mm od spodní hrany nosníku
Nálezy	
Chránička:	Mírná povrchová koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 50 mm
Stav drátů:	Bez koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 175: Pohled na místo provedení sondy K1.1



Obrázek 176: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.1



Obrázek 177: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.1

9.1.8. Sonda K1.2

Tabulka 78: Sekaná sonda K1.2

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K1.2
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 1.2
Kabel:	Přímý č. 2, resp. č. 9
Poloha:	Přibližně 8660 mm od čela nosníku u OP1 a přibližně 850 mm od levé hrany nosníku ve směru staničení
Nálezy	
Chránička:	Mírná povrchová koroze, z krepované ocelové trubky ø 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 55 mm
Stav drátů:	Bez koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 178: Pohled na místo provedení sondy K1.2



Obrázek 179: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.2



Obrázek 180: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.2

9.1.9. Sonda K1.5

Tabulka 79: Sekaná sonda K1.5

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K1.5
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 1.5
Kabel:	Přímý č. 2, resp. č. 9
Poloha:	Přibližně 9240 mm od čela nosníku u OP1 a přibližně 310 mm od levé hrany nosníku ve směru staničení
Nálezy	
Chránička:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 55 mm
Stav drátů:	Bez koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 181: Pohled na místo provedení sondy K1.5



Obrázek 182: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.5



Obrázek 183: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.5

9.1.10. Sonda K1.7

Tabulka 80: Sekaná sonda K1.7

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K1.7
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 1.7
Kabel:	Přímý č. 2, resp. č. 9
Poloha:	Přibližně 9110 mm od čela nosníku u OP1 a přibližně 870 mm od levé hrany nosníku ve směru staničení
Nálezy	
Chránička:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 50 mm
Stav drátů:	Bez koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 184: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.7



Obrázek 185: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.7

9.1.11. Sonda K1.9

Tabulka 81: Sekaná sonda K1.9

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K1.9
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 1.9
Kabel:	Zvedaný č. 4, resp. č. 7
Poloha:	Přibližně 8415 mm od čela nosníku u OP1 a přibližně 700 mm od levé hrany nosníku ve směru staničení
Nálezy	
Chránička:	Bez koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 65 mm
Stav drátů:	Mírná povrchová koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 186: Pohled na místo provedení sondy K1.9



Obrázek 187: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.9



Obrázek 188: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.9

9.1.12. Sonda K1.10

Tabulka 82: Sekaná sonda K1.10

Identifikační údaje sekané sondy	
Označení:	K1.10
Typ konstrukce:	Prefabrikovaný nosník I-73 č. 1.10
Kabel:	Zvedaný č. 15, resp. č. 16
Poloha:	Přibližně 8980 mm od hrany čela nosníku u OP1, výška sondy přibližně 560 mm od spodní hrany nosníku
Nálezy	
Chránička:	Mírná povrchová koroze, z krepované ocelové trubky \varnothing 42 mm
Krytí chráničky:	Přibližně 50 mm
Stav drátů:	Mírná povrchová koroze
Stav proinjektování:	V místě sondy plně proinjektováno



Obrázek 189: Pohled na místo provedení sondy K1.9



Obrázek 190: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.9



Obrázek 191: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.9

10. Zhodnocení stavebně-technického průzkumu

10.1. Spodní stavba

10.1.1. Fyzikálně-mechanické parametry opěry OP1

Na základě provedených zkoušek ze 6 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C16/20. Variační koeficient 19,98 % nesplňuje podmínku stejnoměrnosti betonu. Tento fakt může být ovlivněn postupem vyhodnocování, kdy byla opěra považována za jeden celek, ve skutečnosti je uprostřed opěry provedená dilatační spára. Vzhledem k výrazným rozdílům v pevnostech betonu levé a pravé části opěry OP1, je objektivnější vyhodnotit pevnosti betonu pravé a levé části zvlášť.

Průměrná pevnost betonu v tlaku pravé části opěry OP1 byla stanovena na 33,3 MPa, charakteristická pevnost betonu v tlaku byla stanovena na 22,9 MPa. Výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C16/20. Variační koeficient 9,28 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Průměrná pevnost betonu v tlaku levé části opěry OP1 byla stanovena na 47,6 MPa, charakteristická pevnost betonu v tlaku byla stanovena na 43,4 MPa. Výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C30/37. Variační koeficient 2,62 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Pevnostní třída betonu v tlaku stanovená Schmidtovým tvrdoměrem upřesněná na jádrových vývrtech byla stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C20/25. Variační koeficient 12,41 % splňuje podmínku rovnoměrnosti.

Míra karbonatace betonu opěry OP1 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 20 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu opěry OP1 na 1,60 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 1,99 MPa.

10.1.2. Fyzikálně-mechanické parametry úložného prahu ÚP1

Na základě provedených zkoušek ze 6 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C25/30. Variační koeficient 10,41 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Míra karbonatace betonu úložného prahu ÚP1 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 30 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu úložného prahu ÚP1 na 1,45 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 1,81 MPa.

10.1.3. Fyzikálně-mechanické parametry křídla K1

Na základě provedených zkoušek ze 3 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C25/30. Variační koeficient 4,78 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Míra karbonatace betonu křídla K1 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 20 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu křídla K1 na 1,29 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 1,52 MPa.

10.1.4. Fyzikálně-mechanické parametry křídla K2

Na základě provedených zkoušek ze 3 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C25/30. Variační koeficient 3,76 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Míra karbonatace betonu křídla K2 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 20 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu křídla K2 na 1,82 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 1,93 MPa.

10.1.5. Fyzikálně-mechanické parametry opěry OP2

Na základě provedených zkoušek ze 6 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C20/25. Variační koeficient 8,03 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu. Pevnostní třída betonu v tlaku stanovená Schmidovým tvrdoměrem upřesněná na jádrových vývrtech byla stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C20/25. Variační koeficient 10,77 % splňuje podmínku rovnoměrnosti.

Míra karbonatace betonu opěry OP2 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 30 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu opěry OP2 na 1,48 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 2,50 MPa.

10.1.6. Fyzikálně-mechanické parametry úložného prahu ÚP2

Na základě provedených zkoušek ze 6 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C16/20. Variační koeficient 23,18 % nesplňuje podmínku stejnoměrnosti betonu. Tento fakt může být ovlivněn postupem vyhodnocování, kdy byl úložný práh považován za jeden celek, ve skutečnosti je uprostřed úložného prahu provedená dilatační spára. Vzhledem k výrazným rozdílům v pevnostech betonu levé a pravé části úložného prahu ÚP2, je objektivnější vyhodnotit pevnosti betonu pravé a levé části zvlášť.

Průměrná pevnost betonu v tlaku pravé části úložného prahu ÚP2 byla stanovena na 52,6 MPa, charakteristická pevnost betonu v tlaku byla stanovena na 38,4 MPa. Výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN

EN 206 + A1 [36] na C30/37. Variační koeficient 8,01 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Průměrná pevnost betonu v tlaku levé části úložného prahu ÚP2 byla stanovena na 34,8 MPa, charakteristická pevnost betonu v tlaku byla stanovena na 32,7 MPa. Výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C25/30. Variační koeficient 1,79 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Míra karbonatace betonu úložného prahu ÚP2 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 15 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu úložného prahu ÚP2 na 1,36 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 1,85 MPa.

10.1.7. Fyzikálně-mechanické parametry křídla K3

Na základě provedených zkoušek ze 3 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C30/37. Variační koeficient 2,44 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Míra karbonatace betonu křídla K3 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 20 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu křídla K3 na 3,54 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 3,65 MPa.

10.1.8. Fyzikálně-mechanické parametry křídla K4

Na základě provedených zkoušek ze 3 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C25/30. Variační koeficient 3,48 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Míra karbonatace betonu křídla K4 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 30 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu křídla K4 na 1,13 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 1,68 MPa.

10.2. Nosná konstrukce z prefabrikovaných nosníků I-73

10.2.1. Fyzikálně-mechanické parametry prefabrikovaných nosníků I-73

Na základě provedených zkoušek ze 7 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C35/45. Variační koeficient 3,88 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu. Pevnostní třída betonu v tlaku stanovená Schmidovým tvrdoměrem upřesněná na jádrových vývrtech byla stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C30/37. Variační koeficient 6,45 % splňuje podmínku rovnoměrnosti.

Míra karbonatace betonu nosníků I-73 byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 10 mm.

Pomocí odtrhových zkoušek byla stanovena minimální povrchová přídržnost betonu nosníků I-73 na 1,57 MPa. Průměrná povrchová přídržnost byla stanovena na 2,23 MPa.

10.3. Dobetonávky mezi prefabrikovanými nosníky I-73

10.2.1. Fyzikálně-mechanické parametry dobetonávek mezi nosníky I-73

Na základě provedených zkoušek ze 3 zkušebních těles byla výsledná pevnostní třída betonu stanovena dle ČSN EN 206 + A1 [36] na C20/25. Variační koeficient 1,89 % splňuje podmínku stejnoměrnosti betonu.

Míra karbonatace betonu dobetonávek byla stanovena pomocí fenolftaleinového roztoku na max. 40 mm.

10.4. Stav předpínacích drátů podélného předpětí

Na základě provedených 12 sond k předpínací výztuži prefabrikovaných nosníků I-73 lze vyhodnotit, že aktuální stav předpětí je

velmi dobrý. Kabely v místě provedených sond jsou bez koroze, popř. s mírnou povrchovou korozí. V místě všech provedených sond byly kabelové kanálky proinjektovány v celém svém průřezu.

11. Závěr

V rámci teoretické části bakalářské práce byla provedena literární rešerše, která slouží k popsaní a vyhodnocení problematiky praktické části. Předmětem praktické části byl stavebně-technický průzkum dálničního mostu ev. č. D1-243 přes ulici Řípskou na okraji města Brna. Na zkoumaném objektu byly provedeny nedestruktivní, semi-destruktivní i destruktivní metody. Z nedestruktivních metod bylo použito tvrdoměrné zkoušení pomocí odrazového tvrdoměru Schmidt typu N pro stanovení fyzikálně-mechanických parametrů konstrukce, dále byl využit georadar Hilti PS 1000 pro lokalizování předpínacích kabelů. Ze semi-destruktivních metod bylo použito odebrání vzorků jádrových vývrtů, pomocí kterých byly stanoveny fyzikálně-mechanické parametry jednotlivých částí konstrukce, dále pak odtrhová zkouška, pomocí které se stanovila povrchová přídržnost betonu. Z destruktivních metod byly využity sekané sondy, pomocí kterých se zhodnotil stav předpínacích kabelů a proinjektování kabelových chrániček. Laboratorně byly vyhodnoceny fyzikálně-mechanické vlastnosti odebraných vzorků.

Na základě provedeného stavebně-technického průzkumu byl zjištěn aktuální stav mostní konstrukce.

U spodní stavby byly zjištěny tyto výsledky:

- **opěra OP1:** pevnostní třída betonu C16/20, míra karbonatace max. 20 mm, průměrná povrchová přídržnost 1,99 MPa;
- **úložný práh ÚP1:** pevnostní třída betonu C25/30, míra karbonatace max. 30 mm, průměrná povrchová přídržnost 1,81 MPa;
- **křídlo K1:** pevnostní třída betonu C25/30, míra karbonatace max. 20 mm, průměrná povrchová přídržnost 1,52 MPa;

- **křídlo K2:** pevnostní třída betonu C25/30, míra karbonatace max. 20 mm, průměrná povrchová přídržnost 1,93 MPa;
- **opěra OP2:** pevnostní třída betonu C20/25, míra karbonatace max. 30 mm, průměrná povrchová přídržnost 2,50 MPa;
- **úložný práh ÚP2:** pevnostní třída betonu C16/20, míra karbonatace max. 15 mm, průměrná povrchová přídržnost 1,85 MPa;
- **křídlo K3:** pevnostní třída betonu C30/37, míra karbonatace max. 20 mm, průměrná povrchová přídržnost 3,65 MPa;
- **křídlo K4:** pevnostní třída betonu C25/30, míra karbonatace max. 30 mm, průměrná povrchová přídržnost 1,68 MPa.

U nosné konstrukce byly zjištěny tyto výsledky:

- **nosníky I-73:** pevnostní třída betonu C35/45, míra karbonatace max. 10 mm, průměrná povrchová přídržnost 2,23 MPa;
- **dobetonávky:** pevnostní třída betonu C20/25, míra karbonatace max 40 mm;
- **podélné předpětí:** stav předpětí je velmi dobrý, v místě sond bez koroze, popř. s mírnou korozí a všechny kabely v místě sond plně proinjektovány.

Na krajních nosnících u dolních přírub jsou všesměrné trhliny a na pravém krajním nosníku ve směru staničení byla místy odpadaná krycí vrstva měkké výztuže u dolní příruby. Ložiska jsou mírně až středně zkorodovaná. Na opěrách byla viditelná místa s odpadlou omítkou a s poškozením sanačního nátěru. U nosníků by bylo potřeba odstranit zdegradované části betonu, mechanicky očistit zkorodovanou měkkou výztuž a provést reprofilaci nosníků pomocí sanační malty. Ložiska vyžadují mechanicky očistit a opatřit nátěrem. U opěr by bylo potřeba odstranit poškozené části omítky a provést nový sanační nátěr.

Díky zpracování této bakalářské práce a mé osobní účasti při vykonávání stavebně-technického průzkumu, jsem získal ucelený přehled o jeho provádění a také o pracovních postupech jednotlivých metod používaných při stavebně-technickém průzkumu mostních objektů v praxi.

12. Seznamy

12.1. Seznam použité literatury

- [1] *Přehledy z informačního systému o silniční a dálniční síti ČR* [online]. ŘSD ČR - Obor silniční databanky a NDIC, 2019 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/d4f00eed-e6d7-4488-bac4-233113763473/prehledy_2019_7_cr.pdf?MOD=AJPERES
- [2] SEČKÁŘ, Milan. *Betonové mosty I*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 1998. ISBN isbn80-214-1306-9.
- [3] ČSN 73 6200. *Mosty - Terminologie a třídění*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [4] SEČKÁŘ, Milan. *Most a jeho součásti*. FAST VUT v Brně, b.r.
- [5] KARMAZÍNOVÁ, Marcela. *Kovové mosty 1: Modul M01 - Základní zásady navrhování kovových mostů*. Brno: FAST VUT v Brně, 2006.
- [6] ČSN 73 6221. *Prohlídky mostů pozemních komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [7] *Stanovení životnosti betonových konstrukcí objektů pozemních komunikací: Technické podmínky TP175* [online]. SVÚOM, 2006 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_175.pdf
- [8] *Diagnostický průzkum mostů PK: Technické podmínky TP72* [online]. Praha: Pontex spol, 2008 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_72.pdf
- [9] *Údržba, opravy a rekonstrukce betonových mostů PK: Technické podmínky TP120* [online]. Praha: Pontex spol, 2010 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_120.pdf
- [10] VÍTEK, Jan. *Historie předpjatého betonu*. 1. vydání. Praha: ČKAIT, 2016. Betonové stavitelství. ISBN isbn978-80-87438-84-8.
- [11] *Konstrukce cestných a dálničných mostov z prefabrikátov I-73 dĺžky 21-30m: Typový podklad*. Bratislava: Dopravoprojekt, 1973.
- [12] JANDA, Lubor, Zdeněk KLEISNER a Jozef ZVARA. *Betonové mosty*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1988.
- [13] STRÁSKÝ, Jiří. *Betonové mosty*. 1. vydání. Praha: ŠEL, 2001. Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 80-864-2605-X.
- [14] FIALA, Aldorf. *Příčiny vad a poruch betonových konstrukcí: Sborník příspěvků*. Brno: Dům techniky ČSVTS, 1986.

- [15] BAŽANT, Zdeněk a Ladislav KLUSÁČEK. *Statika při rekonstrukcích objektů*. 5. vyd., V Akademickém nakladatelství CERM 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 978-80-7204-692-8.
- [16] VLČEK, Milan. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. Brno: ERA, 2001. Technická knihovna (ERA). ISBN 80-865-1710-1.
- [17] CIKRLE, Petr, Ondřej ANTON, Petr DANĚK, Barbora KUCHARCZYKOVÁ a Petr MISÁK. *NDT ZKOUŠENÍ VE STAVEBNICTVÍ: Příručka kurzu ČZV*. Brno: Ústav stavebního zkušebnictví, Fakulta stavební, VUT v Brně, 2010. ISBN 978-80-214-4198-9.
- [18] ČSN ISO 13822. *Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí*. 2. vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [19] *Měření a dlouhodobé sledování trhlin v betonových konstrukcích: Technické podmínky TP201* [online]. Praha: ČVUT v Praze - Kloknerův ústav, 2008 [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_201.pdf
- [20] SCHMID, Pavel. *Základy zkušebnictví*. Vyd. 2. opr. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2584-9.
- [21] *Betonprüfhammer Concrete Test Hammer Scléromètre à béton N/NR - L/LR* [online]. Zurich, 2002 [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <https://www.pcte.com.au/images/pdf/Original%20Schmidt%20Hammer/Schmidt-Hammer-Type-N-L-NR-LR-Manual.pdf>
- [22] KOPEC, Bernard. *Nedestruktivní zkoušení materiálů a konstrukcí: (nauka o materiálu IV)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-591-4.
- [23] *Rozvoj použití georadaru při diagnostice železobetonových konstrukcí* [online]. Praha: BETON • technologie • konstrukce • sanace, 2011 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: http://www.betontks.cz/sites/default/files/2011-3-66_0.pdf
- [24] *Zkušenosti s georadarem při stavebně technických průzkumech* [online]. Brno: FAST VUT v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, 2014 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/10800-zkusenosti-s-georadarem-pri-stavebne-technickyh-pruzkumech>
- [25] *SYSTÉM PS 1000 X-SCAN* [online]. HILTI, b.r. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: https://www.hilti.cz/c/CLS_MEA_TOOL_INSERT_7127/CLS_CONCRETE_SCANNERS_7127/r6436760

- [26] ČSN EN 12504-4. *Zkoušení betonu - Část 4: Stanovení rychlosti šíření ultrazvukového impulsu*. 1. vydání. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [27] ČSN 73 1371. *Nedestruktivní zkoušení betonu - Ultrazvuková impulzová metoda zkoušení betonu*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [28] ČERNÝ, Robert, ed. *Modelové a diagnostické předpoklady stanovení vlivu proměnlivého prostředí*. 1. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2012. ISBN 978-80-01-05147-4.
- [29] HOBST, Leonard, Jiří ADÁMEK, Petr CIKRLÉ a Pavel SCHMID. *Diagnostika stavebních konstrukcí: Přednášky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005.
- [30] ČSN EN 12504-1. *Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 1: Vývrty- Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [31] VOVES, Bohumír. *Trvanlivost konstrukcí z předpjatého betonu*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1988.
- [32] ROVNANÍKOVÁ, Pavla, Pavel ROVNANÍK a Richard KŘÍSTEK. *Stavební chemie*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-720-4410-9.
- [33] ČSN EN 12390-3. *Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [34] ČSN 73 0038. *Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - doplňující ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [35] ČSN EN 13791. *Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [36] ČSN EN 206+A1. *Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [37] ČSN 73 1373. *Nedestruktivní zkoušení betonu - Tvrdoměrné metody zkoušení betonu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [38] ČSN 73 2011. *Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

- [39] *Měření soudržnosti s podkladem* [online]. Praha: TZÚS, b.r. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.propodlahy.cz/mereni-soudrznosti-s-podkladem>
- [40] MATĚJÍČKOVÁ, Denisa. *První hlavní prohlídka - Most D1-243: Dálniční most přes ulici Řípskou*. VIAPONT, 2015.
- [41] *Mapy.cz* [online]. Seznam.cz, b.r. [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=16.7146730&y=49.2082221&z=11&l=0>
- [42] *Silniční a dálniční síť ČR (veřejná aplikace): Geoportál ŘSD* [online]. VARS BRNO, b.r. [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <https://geoportal.rsd.cz/webappbuilder/apps/7/>
- [43] *Mostní list mostu pozemní komunikace: D1-243*. b.r.

12.2. Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Schéma s popisem hlavních částí mostu [5]</i>	22
<i>Obrázek 2: Konstrukční prostor a mostní otvory [2]</i>	22
<i>Obrázek 3: Světlosti a charakteristické délky [2]</i>	23
<i>Obrázek 4: Charakteristické délky a výšky [2]</i>	24
<i>Obrázek 5: Typové nosníky KA a I pro délky rozpětí 9–30 m [10]</i>	31
<i>Obrázek 6: Část půdorysu a podélného řezu prefabrikovaného nosníku I-73 délky 30 m [11]</i>	32
<i>Obrázek 7: Příčný řez nosníkem I-73 délky 30 m [11]</i>	34
<i>Obrázek 8: Pohled na čelo nosníku I-73 délky 30 m [11]</i>	34
<i>Obrázek 9: Detail příčného spojení nosníků I-73 [11]</i>	35
<i>Obrázek 10: Příklad umístění ocelových ložisek u mostu o více polích [11]</i>	36
<i>Obrázek 11: Schéma rizikových kotevních oblastí [11]</i>	37
<i>Obrázek 12: Pohled na zkorodovanou ocelovou chráničku [foto J. Láník]</i>	38
<i>Obrázek 13: Pohled na ocelovou chráničku bez koroze</i>	38
<i>Obrázek 14: Pohled do neproinjektované chráničky [foto J. Láník]</i>	38
<i>Obrázek 15: Pohled do proinjektované chráničky</i>	38
<i>Obrázek 16: Pohled na zkorodované a oslabené předpínací dráty [foto J. Láník]</i>	39
<i>Obrázek 17: Pohled na předpínací dráty bez koroze</i>	39
<i>Obrázek 18: Pohled do dutiny na korozi výztuže dobetonávky na horním povrchu nosníků [foto J. Láník]</i>	39
<i>Obrázek 19: Pohled do dutiny – povrch dobetonávky nosníků bez koroze</i>	39
<i>Obrázek 20: Pohled na odtrženou dobetonávku kotev od čela nosníků [foto J. Láník]</i>	39
<i>Obrázek 21: Detailní pohled na kotevní oblast s povrchovou korozí kabelů a kotevní desky [foto J. Láník]</i>	39

Obrázek 22: Pohled na vymrzlou a odtrženou krycí vrstvu kabelu [foto J. Láník]	40
Obrázek 23: Detailní pohled na stav předpínací výztuže v místě odtržené krycí vrstvy [foto J. Láník]	40
Obrázek 24: Pohled na podélnou trhlinu v místě trasy předpínacího kabelu [foto J. Láník]	40
Obrázek 25: Pohled na chybějící hranu dolní příruby	40
Obrázek 26: Schéma postupu prací při hodnocení mostů [8]	42
Obrázek 27: Schéma odrazového tvrdoměru typu N a L. 1) beran, 2) razník, 3) tažná pružina, 4) pouzdro tvrdoměru, 5) vlečný ukazatel [17]	45
Obrázek 28: Křivky krychelné pevnosti kalibračních vztahů pro Schmidtův tvrdoměr typu N [21]	47
Obrázek 29: Schématické znázornění použití magnetického indikátoru výztuže a zobrazení omezení při malé vzájemné vzdálenosti jednotlivých prutů výztuže [22]	48
Obrázek 30: Příklad Hilti PS 1000 [25]	50
Obrázek 31: Lokalizování předpínacích kabelů pomocí přístroje Hilti PS 1000	50
Obrázek 32: Způsoby prozvučování pomocí dvojice sond [17]	51
Obrázek 33: Pohled na odebírání jádrového vývrtu	54
Obrázek 34: Zkušební tělesa připravené z jádrových vývrtů na zkoušení v lisu	54
Obrázek 35: Odtrhová zkouška: a) omítky, b) betonu [29]	54
Obrázek 36: Místo připravené pro provedení odtrhové zkoušky	54
Obrázek 37: Stanovení hloubky karbonatace na jádrovém vývrtu pomocí fenolftaleinového testu. Hloubka karbonatace u vzorku dosahuje hloubky 8-10 mm	57
Obrázek 38: Přehledný polohopis s vyznačením zkoumaného mostního objektu D1-243 [41]	69
Obrázek 39: Detailní umístění s vyznačením zkoumaného mostního objektu D1-243 [42]	69
Obrázek 40: Celkový pohled na most D1-243 zprava	71
Obrázek 41: Pohled na část Brněnské opěry. Viditelné zmáčení opěry v okolí dilatace a poškození povrchu opěry a úložných prahů	72
Obrázek 42: Pohled na pravé křídlo Brněnské opěry	72
Obrázek 43: Pohled na levé křídlo Brněnské opěry	72
Obrázek 44: Schématický řez mostu převzatý z mostního listu, rozdělený v ose dálnice, doplněný o směrové řešení a čísla nosníků [43]	73
Obrázek 45: Pohled na chybějící část dolní příruby nosníku 1.10	74
Obrázek 46: Pohled na část nosné konstrukce dálničního mostu D1-243	74
Obrázek 47: Pohled na zkorodované pevné ložisko I.P.4 u Brněnské opěry, na detailu je dále vidět chybějící část příruby nosníku I-73	74
Obrázek 48: Pohled na mírně zkorodované pohyblivé ložisko I.V.4 u Ostravské opěry	74

Obrázek 49: Tabulka s ev. č. D1-243..1 ve směru Praha-Ostrava.....	76
Obrázek 50: Odebírání jádrového vývrtnu z dobetonávky mezi nosníky 1.9 a 1.1078	
Obrázek 51: Zkoušení zkušebních těles v hydraulickém lisu Form+Test	78
Obrázek 52: Porušení zkušebního tělesa do tvaru přesýpacích hodin	78
Obrázek 53: Příprava zkušebního místa pro provedení zkoušky	79
Obrázek 54: Provádění zkoušky Schmidtovým tvrdoměrem typu N	79
Obrázek 55: Provádění sondy k podélnému předpětí	80
Obrázek 56: Provádění odtrhové zkoušky	81
Obrázek 57: Zkušební plocha po provedení odtrhové zkoušky	81
Obrázek 58: Schéma polohy jádrových vývrtnů spodní stavby	82
Obrázek 59: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V1OP1	83
Obrázek 60: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V1OP1	83
Obrázek 61: Detailní foto ostění vývrtnu V1OP1	83
Obrázek 62: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V1OP1	83
Obrázek 63: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V2OP1	84
Obrázek 64: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V2OP1	84
Obrázek 65: Detailní foto ostění vývrtnu V2OP1	84
Obrázek 66: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V2OP1	84
Obrázek 67: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V1ÚP1	85
Obrázek 68: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V1ÚP1	85
Obrázek 69: Detailní foto ostění vývrtnu V1ÚP1	85
Obrázek 70: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V1ÚP1	85
Obrázek 71: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V2ÚP1	86
Obrázek 72: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V2ÚP1	86
Obrázek 73: Detailní foto ostění vývrtnu V2ÚP1	86
Obrázek 74: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V2ÚP1	86
Obrázek 75: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu VK1	87
Obrázek 76: Detailní foto měření hloubky vývrtnu VK1	87
Obrázek 77: Detailní foto ostění vývrtnu VK1.....	87
Obrázek 78: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VK1.....	87
Obrázek 79: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu VK2	88
Obrázek 80: Detailní foto měření hloubky vývrtnu VK2	88
Obrázek 81: Detailní foto ostění vývrtnu VK2.....	88
Obrázek 82: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VK2.....	88
Obrázek 83: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V1OP2	89
Obrázek 84: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V1OP2	89
Obrázek 85: Detailní foto ostění vývrtnu V1OP2.....	89
Obrázek 86: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V1OP2.....	89
Obrázek 87: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V2OP2	90
Obrázek 88: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V2OP2	90
Obrázek 89: Detailní foto ostění vývrtnu V2OP2.....	90
Obrázek 90: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V2OP2.....	90

Obrázek 91: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V1ÚP2	91
Obrázek 92: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V1ÚP2	91
Obrázek 93: Detailní foto ostění vývrtnu V1ÚP2	91
Obrázek 94: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V1ÚP2	91
Obrázek 95: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V2ÚP2	92
Obrázek 96: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V2ÚP2	92
Obrázek 97: Detailní foto ostění vývrtnu V2ÚP2	92
Obrázek 98: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V2ÚP2	92
Obrázek 99: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu VK3	93
Obrázek 100: Detailní foto měření hloubky vývrtnu VK3	93
Obrázek 101: Detailní foto ostění vývrtnu VK3.....	93
Obrázek 102: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VK3.....	93
Obrázek 103: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu VK4.....	94
Obrázek 104: Detailní foto měření hloubky vývrtnu VK4	94
Obrázek 105: Detailní foto ostění vývrtnu VK4.....	94
Obrázek 106: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VK4.....	94
Obrázek 107: Pohled na zkušební místo PS1 po provedení odtrhové zkoušky .	106
Obrázek 108: Pohled na zkušební místo PS10 po provedení odtrhové zkoušky	106
Obrázek 109: Pohled na zkušební místo PS3 po provedení odtrhové zkoušky .	106
Obrázek 110: Pohled na zkušební místo PS6 po provedení odtrhové zkoušky .	106
Obrázek 111: Pohled na zkušební místo PS8 po provedení odtrhové zkoušky .	106
Obrázek 112: Pohled na zkušební místo PS11 po provedení odtrhové zkoušky	106
Obrázek 113: Schéma polohy jádrových vývrtnů odebraných z nosné konstrukce	107
Obrázek 114: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu VN1.10	108
Obrázek 115: Detailní foto měření hloubky vývrtnu VN1.10	108
Obrázek 116: Detailní foto ostění vývrtnu VN1.10	108
Obrázek 117: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VN1.10 ...	108
Obrázek 118: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V1N1.1	109
Obrázek 119: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V1N1.1	109
Obrázek 120: Detailní foto ostění vývrtnu V1N1.1	109
Obrázek 121: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V1N1.1 ...	109
Obrázek 122: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V2N1.1	110
Obrázek 123: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V2N1.1	110
Obrázek 124: Detailní foto ostění vývrtnu V2N1.1	110
Obrázek 125: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V2N1.1 ...	110
Obrázek 126: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V1N2.10	111
Obrázek 127: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V1N2.10	111
Obrázek 128: Detailní foto ostění vývrtnu V1N2.10	111
Obrázek 129: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V1N2.10 .	111

Obrázek 130: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu V2N2.10	112
Obrázek 131: Detailní foto měření hloubky vývrtnu V2N2.10	112
Obrázek 132: Detailní foto ostění vývrtnu V2N2.10	112
Obrázek 133: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu V2N2.10	112
Obrázek 134: Celkový pohled na místo odběru vývrtnu VN2.1	113
Obrázek 135: Detailní foto měření hloubky vývrtnu VN2.1	113
Obrázek 136: Detailní foto ostění vývrtnu VN2.1	113
Obrázek 137: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VN2.1	113
Obrázek 138: Příklad zkušebního místa s přilepenými zkušebními terči	118
Obrázek 139: Příklad zkušebního místa po provedení odtrhové zkoušky.....	118
Obrázek 140: Schéma situace polohy jádrových vývrtnů dobetonávek	119
Obrázek 141: Schématické řezy s vyznačením polohy jádrových vývrtnů dobetonávek	119
Obrázek 142: Pohled do dutiny místem odběru vývrtnu VS2.1-2.2	120
Obrázek 143: Pohled na horní dobetonávku místem odběru vývrtnu VS2.1-2.2	120
Obrázek 144: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VS2.1-2.2	120
Obrázek 145: Pohled na místo odběru vývrtnu VS2.9-2.10	121
Obrázek 146: Pohled do dutiny místem odběru vývrtnu VS2.9-2.10	121
Obrázek 147: Pohled na porušení betonu dobetonávky VS2.9-2.10	121
Obrázek 148: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VS2.9-2.10	121
Obrázek 149: Pohled do dutiny místem odběru vývrtnu VS1.1-1.2	122
Obrázek 150: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VS1.1-1.2	122
Obrázek 151: Pohled na místo odběru vývrtnu VS1.9-1.10	123
Obrázek 152: Pohled do dutiny místem odběru vývrtnu VS1.9-1.10	123
Obrázek 153: Laboratorní foto odebraného vzorku betonu z vývrtnu VS2.9-2.10	123
Obrázek 154: Schéma situace polohy sond k podélnému předpětí	125
Obrázek 155: Schématické řezy s vyznačením polohy sond k předpětí	125
Obrázek 156: Pohled na místo provedení sondy K2.1	126
Obrázek 157: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.1 ..	126
Obrázek 158: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.1	126
Obrázek 159: Pohled na místo provedení sondy K2.3	127
Obrázek 160: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.3 ..	127
Obrázek 161: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.3	127
Obrázek 162: Pohled na místo provedení sondy K2.5	128
Obrázek 163: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.5	128
Obrázek 164: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.5	128
Obrázek 165: Pohled na místo provedení sondy K2.7	129
Obrázek 166: Detail stavu chráničky sondy K2.7	129
Obrázek 167: Detail stavu proinjektování sondy K2.7	129
Obrázek 168: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.7	129

Obrázek 169: Pohled na místo provedení sondy K2.9	130
Obrázek 170: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.9	130
Obrázek 171: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.9	130
Obrázek 172: Pohled na místo provedení sondy K2.10	131
Obrázek 173: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K2.10	131
Obrázek 174: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K2.10	131
Obrázek 175: Pohled na místo provedení sondy K1.1	132
Obrázek 176: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.1 ..	132
Obrázek 177: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.1	132
Obrázek 178: Pohled na místo provedení sondy K1.2	133
Obrázek 179: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.2	133
Obrázek 180: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.2	133
Obrázek 181: Pohled na místo provedení sondy K1.5	134
Obrázek 182: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.5	134
Obrázek 183: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.5	134
Obrázek 184: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.7	135
Obrázek 185: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.7	135
Obrázek 186: Pohled na místo provedení sondy K1.9	136
Obrázek 187: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.9	136
Obrázek 188: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.9	136
Obrázek 189: Pohled na místo provedení sondy K1.9	137
Obrázek 190: Detailní foto měření krycí vrstvy chráničky v místě sondy K1.9 ..	137
Obrázek 191: Detailní pohled na stav předpínacích drátů sondy K1.9	137

10.3. Seznam tabulek

Tabulka 1: Most a jeho součásti [4].....	19
Tabulka 2: Klasifikační stupně stavebního stavu mostů [6].....	29
Tabulka 3: Stupně použitelnosti mostu nebo jeho částí [6]	30
Tabulka 4: Hodnoty součinitele $K_{Cyl,cube}$ pro převedení válcové pevnosti na krychelnou [33].....	59
Tabulka 5: Charakteristické hodnoty součinitele $k_{n,x}$ pro stanovení 5% kvantilu [34]	60
Tabulka 6: Krajní mez k rozdělená podle počtu vývrtů n [35]	61
Tabulka 7: Minimální charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci pro pevnostní třídy betonů podle ČSN EN 206+A1 [35].....	62
Tabulka 8: Maximální hodnoty variačního součinitele V_x a rozdílu Δ na sousedních místech [17].....	64
Tabulka 9: Hodnoty součinitele β_n [38]	67
Tabulka 10: Zatřídění lomových ploch odtrhové zkoušky [39]	68
Tabulka 11: Jádrový vývrt V1OP1	83
Tabulka 12: Jádrový vývrt V2OP1	84
Tabulka 13: Jádrový vývrt V1ÚP1	85

<i>Tabulka 14: Jádrový vývrt V2ÚP1</i>	<i>86</i>
<i>Tabulka 15: Jádrový vývrt VK1</i>	<i>87</i>
<i>Tabulka 16: Jádrový vývrt VK2</i>	<i>88</i>
<i>Tabulka 17: Jádrový vývrt V1OP2</i>	<i>89</i>
<i>Tabulka 18: Jádrový vývrt V2OP2</i>	<i>90</i>
<i>Tabulka 19: Jádrový vývrt V1ÚP2</i>	<i>91</i>
<i>Tabulka 20: Jádrový vývrt V2ÚP2</i>	<i>92</i>
<i>Tabulka 21: Jádrový vývrt VK3</i>	<i>93</i>
<i>Tabulka 22: Jádrový vývrt VK4</i>	<i>94</i>
<i>Tabulka 23: Fyzikálně-mechanické parametry betonu opěry OP1, část 1/2</i>	<i>95</i>
<i>Tabulka 24: Fyzikálně-mechanické parametry betonu opěry OP1, část 2/2</i>	<i>95</i>
<i>Tabulka 25: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku opěry OP1</i>	<i>95</i>
<i>Tabulka 26: Fyzikálně-mechanické parametry betonu úložného prahu ÚP1, část 1/2</i>	<i>96</i>
<i>Tabulka 27: Fyzikálně-mechanické parametry betonu úložného prahu ÚP1, část 2/2</i>	<i>96</i>
<i>Tabulka 28: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku úložného prahu ÚP1</i>	<i>96</i>
<i>Tabulka 29: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K1, část 1/2</i>	<i>97</i>
<i>Tabulka 30: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K1, část 2/2</i>	<i>97</i>
<i>Tabulka 31: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku křídla K1</i>	<i>97</i>
<i>Tabulka 32: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K2, část 1/2</i>	<i>98</i>
<i>Tabulka 33: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K2, část 2/2</i>	<i>98</i>
<i>Tabulka 34: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku křídla K2</i>	<i>98</i>
<i>Tabulka 35: Fyzikálně-mechanické parametry betonu opěry OP2, část 1/2</i>	<i>99</i>
<i>Tabulka 36: Fyzikálně-mechanické parametry betonu opěry OP2, část 2/2</i>	<i>99</i>
<i>Tabulka 37: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku opěry OP2</i>	<i>99</i>
<i>Tabulka 38: Fyzikálně-mechanické parametry betonu úložného prahu ÚP2, část 1/2</i>	<i>100</i>
<i>Tabulka 39: Fyzikálně-mechanické parametry betonu úložného prahu ÚP2, část 2/2</i>	<i>100</i>
<i>Tabulka 40: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku úložného prahu ÚP2</i>	<i>100</i>
<i>Tabulka 41: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K3, část 1/2</i>	<i>101</i>
<i>Tabulka 42: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K3, část 2/2</i>	<i>101</i>
<i>Tabulka 43: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku křídla K3</i>	<i>101</i>
<i>Tabulka 44: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K4, část 1/2</i>	<i>102</i>

<i>Tabulka 45: Fyzikálně-mechanické parametry betonu křídla K4, část 2/2.....</i>	102
<i>Tabulka 46: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku křídla K4</i>	102
<i>Tabulka 47: Naměřené hodnoty a vyhodnocení NDT zkoušek na opěře OP1 ...</i>	103
<i>Tabulka 48: Statistické vyhodnocení NDT zkoušení na opěře OP1</i>	103
<i>Tabulka 49: Naměřené hodnoty a vyhodnocení NDT zkoušek na opěře OP2 ...</i>	104
<i>Tabulka 50: Statistické vyhodnocení NDT zkoušení na opěře OP2</i>	104
<i>Tabulka 51: Výsledky odtrhových zkoušek a povrchových přídržností spodní stavby</i>	105
<i>Tabulka 52: Jádrový vývrt VN1.10</i>	108
<i>Tabulka 53: Jádrový vývrt V1N1.1</i>	109
<i>Tabulka 54: Jádrový vývrt V2N1.1</i>	110
<i>Tabulka 55: Jádrový vývrt V1N2.10</i>	111
<i>Tabulka 56: Jádrový vývrt V2N2.10</i>	112
<i>Tabulka 57: Jádrový vývrt VN2.1</i>	113
<i>Tabulka 58: Fyzikálně-mechanické parametry betonu nosné konstrukce, část 1/2</i>	114
<i>Tabulka 59: Fyzikálně-mechanické parametry betonu nosné konstrukce, část 2/2</i>	114
<i>Tabulka 60: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku nosné konstrukce</i>	115
<i>Tabulka 61: Naměřené hodnoty a vyhodnocení NDT zkoušek na nosné konstrukci</i>	115
<i>Tabulka 62: Statistické vyhodnocení NDT zkoušení na nosné konstrukci</i>	117
<i>Tabulka 63: Výsledky odtrhových zkoušek a povrchových přídržností spodní stavby</i>	118
<i>Tabulka 64: Jádrový vývrt VS2.1-2.2</i>	120
<i>Tabulka 65: Jádrový vývrt VS2.9-2.10</i>	121
<i>Tabulka 66: Jádrový vývrt VS1.1-1.2</i>	122
<i>Tabulka 67: Jádrový vývrt VS1.9-1.10</i>	123
<i>Tabulka 68: Fyzikálně-mechanické parametry betonu dobetonávek, část 1/2 .</i>	124
<i>Tabulka 69: Fyzikálně-mechanické parametry betonu dobetonávek, část 2/2 .</i>	124
<i>Tabulka 70: Statistické vyhodnocení a zatřídění pevnosti betonu v tlaku dobetonávek</i>	124
<i>Tabulka 71: Sekaná sonda K2.1</i>	126
<i>Tabulka 72: Sekaná sonda K2.3</i>	127
<i>Tabulka 73: Sekaná sonda K2.5</i>	128
<i>Tabulka 74: Sekaná sonda K2.7</i>	129
<i>Tabulka 75: Sekaná sonda K2.9</i>	130
<i>Tabulka 76: Sekaná sonda K2.10</i>	131
<i>Tabulka 77: Sekaná sonda K1.1</i>	132
<i>Tabulka 78: Sekaná sonda K1.2</i>	133

<i>Tabulka 79: Sekaná sonda K1.5</i>	134
<i>Tabulka 80: Sekaná sonda K1.7</i>	135
<i>Tabulka 81: Sekaná sonda K1.9</i>	136
<i>Tabulka 82: Sekaná sonda K1.10</i>	137