

**Ministerstvo dopravy České republiky
odbor infrastruktury**

TP 72

DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM MOSTŮ PK

**Schváleno MD – OI čj. 225/09-810-IPK/1
ze dne 23.03.2009 s účinností od 1.dubna 2009**

**se současným zrušením znění schváleného
MD čj. 23222/95-230 z 26.10.1995**

**Pontex spol s r.o.
Praha prosinec 2008**

O B S A H :

1. Úvod	2
2. Metodika.....	4
2.1 Příprava, podklady	4
2.2 Prohlídky	5
2.3 Diagnostický průzkum	5
2.4 Statický výpočet	5
2.5 Návrh opatření	5
2.6 Zpráva.....	5
3. Dochovaná dokumentace mostu	6
4. Prohlídky	6
5. Průzkumy	7
5.1 Účel a rozsah průzkumu.....	7
5.2 Přehled metod diagnostického průzkumu.....	8
5.3 Výběr zkušebních metod.....	8
5.4 Popis zkušebních metod	9
5.5. Statické zatěžovací zkoušky	10
5.6. Dynamická odezva	10
5.7. Výhody a omezení vybraných zkušebních metod.....	10
6. Statické posouzení	15
7. Strategie oprav	15
7.1. Základní definice	15
7.2. Varianty oprav	16
7.3. Vyhodnocení nákladů.....	16
8. Základní předpisy	18
9. Příloha 1 – Přehled metod diagnostického průzkumu mostů pozemních komunikací	

1. Úvod

Tyto technické podmínky (dále TP) platí pro diagnostický průzkum mostů a lávek pozemních komunikací včetně jejich vybavení (součástí, příslušenství). Obdobně platí pro diagnostický průzkum propustků, galerií, zdí, tunelů a ostatních silničních objektů.

Předmětem TP je určení cílů, účelu, rozsahu, metod, termínů, podkladů a postupů prací při provádění diagnostického průzkumu mostů. TP navazují na ČSN 736221 – 1995, TKP kap. 31 – 2008 a TP 120 – 2000.

Technické podmínky lze v přiměřeném rozsahu použít pro mosty na účelových komunikacích s neveřejným provozem, tramvajové mosty a mosty Metra.

Předmětem těchto TP je určení postupu při hodnocení stavu mostů a dalších podobných objektů provozovaných na pozemních komunikacích. Nejsou zde popsány detailní postupy pro jednotlivé zkušební metody, pouze jejich použití a výklad.

Hodnocení stavu mostů je komplexní činnost, která zahrnuje vyhodnocení následujících údajů :

- údaje o typu konstrukce, prostředí a provozu,
- údaje z dokumentace mostu,
- údaje z prohlídek,
- údaje z prováděných měření a zkoušek,
- možnosti následných oprav.

Hodnocení stavu konstrukce zahrnuje následující činnosti:

- a) Stanovení postupu hodnocení konstrukce – sběr podkladů a informací o historii konstrukce, informativní prohlídku konstrukce, rozpis požadovaných prací, jako podklad pro následnou smlouvu.
- b) Vyhodnocení provedených prohlídek (běžných, hlavních, mimořádných), případně provedení další mimořádné prohlídky.
- c) Diagnostický průzkum
- d) Speciální zkoušky a měření (zatěžovací zkoušky, dlouhodobé sledování apod.).
- e) Provedení statického výpočtu, určení zatížitelnosti mostu.
- f) Vyhodnocení měření a zkoušek a stanovení příčin degradace konstrukce, stanovení zbytkové životnosti konstrukce, návrh opatření, ekonomické posouzení možných variant opravy.

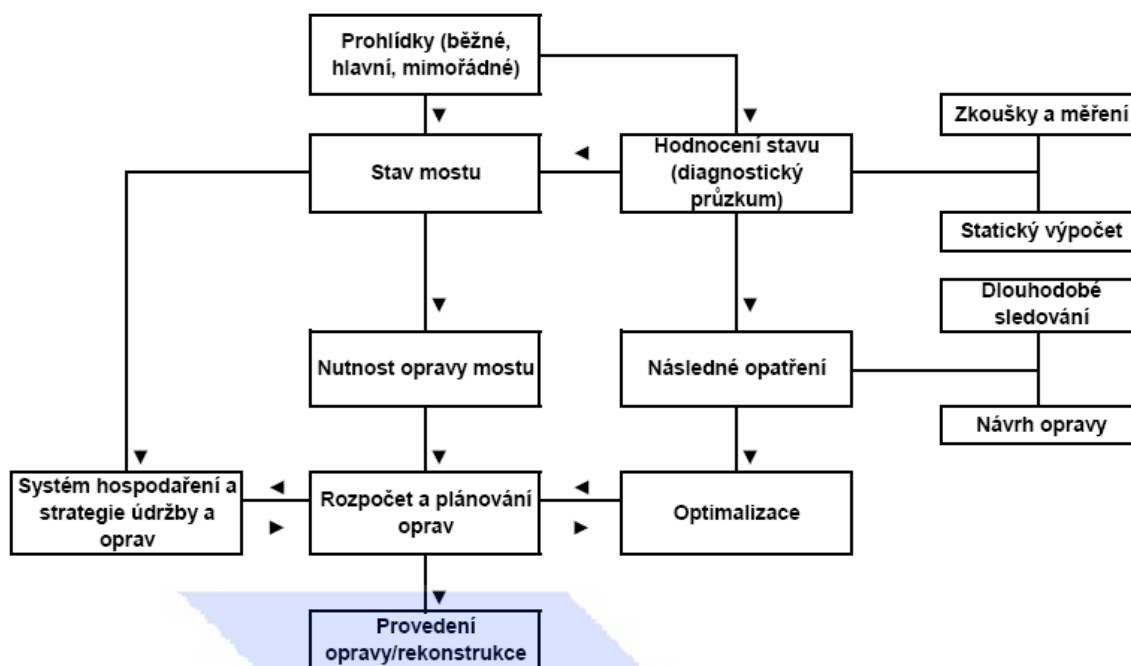
Schéma postupu prací při hodnocení stavu konstrukce je na obr. 1, kde je též zahrnut i celkový systém hospodaření s mosty včetně plánování oprav, plánování finančních prostředků a optimalizace.

Rozsah plánovaných činností závisí na zjištěném stavu konstrukce a její důležitosti. Hodnocení stavu konstrukce (diagnostika) se provádí:

- a) Pokud to požaduje správce objektu
 - při zjištění degradace nebo poruch, v rámci provádění pravidelných prohlídek objektu,
 - pokud má být zvětšeno projektované zatížení konstrukce,
 - k získání potřebných podkladů pro návrh opravy/rekonstrukce.
- b) V rámci pravidelné činnosti správce objektu
 - k zajištění bezpečného provozu a provozní spolehlivosti objektu,
 - k doplnění dat potřebných k provádění pravidelné údržby objektu,
 - k doplnění dat při optimalizaci výběru objektů pro provádění oprav a rekonstrukcí (BMS).

Zhotovitelem provádějícím diagnostický průzkum je odborná firma jejímž předmětem podnikání je dle zákona č.130/2008 Sb., kterým se mění znění zákona č. 455/91 Sb., o živnostenském podnikání, "Defektoskopie a diagnostika stavebních konstrukcí a materiálů" a "Zkoušení ve stavebnictví" a které byl podle zákona č.570/91 Sb., o živnostenských úřadech, a podle zákona č.500/04 Sb., správní řád, vydán živnostenský list.

Protože výše uvedený zákon nezařazuje obě činnosti mezi činnosti vázané a získání živnostenského listu tedy nepodmiňuje autorizací stavebních inženýrů příslušného oboru, je nutno v zájmu dodržení kvality, aby diagnostický průzkum prováděla fyzická nebo právnická osoba, která má pro provádění příslušných prací akreditaci, nebo je držitelem průkazu Celostátního defektoskopického střediska (CDS) II. kvalifikačního stupně (samostatný defektoskopický pracovník), resp. je držitelem oprávnění ústředního orgánu státní správy ve věcech dopravy dle Metodického pokynu systém jakosti v oboru pozemních komunikací (MP SJ-PK) č.j. 20840/2001 – 120, ve znění pozdějších změn, úplné znění věstník dopravy 18/2008.



Obr. 1 Schéma postupu prací při hodnocení stavu konstrukce

2. Metodika

Základní postup prací při hodnocení stavu mostu je následující:

1. Příprava, podklady
2. Prohlídka mostu
3. Diagnostický průzkum
4. Statický výpočet
5. Návrh opatření
6. Zpráva

Součástí zprávy je i popis rozsahu poškození konstrukce, který je podkladem pro návrh rozsahu potřebných oprav a soupis prací v projektové dokumentaci opravy mostu.

2.1 Příprava, podklady

Získání podkladů a příprava akce jsou základními předpoklady pro správné hodnocení stavu konstrukce a zahrnují:

- získání potřebných informací o stávající konstrukci (dokumentace skutečného provedení, předchozí statické výpočty, nebo průzkumy a měření),
- provedení hlavní/mimořádné prohlídky mostu,
- sestavení plánu diagnostického průzkumu a stanovení nutného rozsahu prováděných prací v návaznosti na požadavky investora a na zjištěný stav objektu.

2.2 Prohlídky

Provádění pravidelných prohlídek objektu je základní činností po dobu jeho životnosti. Při provádění prohlídek mají být vždy určeny základní příčiny případné degradace konstrukce.

Hlavní/mimořádná prohlídka mostu musí být provedena vždy jako podklad pro rozhodnutí o rozsahu a sestavení plánu prováděného diagnostického průzkumu konstrukce.

2.3 Diagnostický průzkum

Základním cílem diagnostického průzkumu je zjištění příčin vzniku poruch nebo degradace konstrukce a zjištění jejich vlivu na bezpečnost a dobu životnosti objektu.

Pro tento případ rozlišujeme tři základní typy průzkumů:

- měření ke zjištění mechanických vlastností materiálů nosné konstrukce (beton, ocel, výztuž),
- měření ke zjištění stupně oslabení, stupně koroze jednotlivých konstrukčních prvků,
- zkoušky pro zjištění odezvy konstrukce.

2.4 Statický výpočet

Pokud jsou zjištěny základní příčiny degradace konstrukce je nutné ještě zajistit statické posouzení konstrukce. Při výpočtu se posoudí:

- stávající zatížitelnost objektu,
- možnosti zvýšení zatížitelnosti po provedené opravě/rekonstrukci,
- určení zbytkové životnosti v návaznosti na další degradaci konstrukce.

S ohledem na výsledky statického výpočtu jsou navržena případná okamžitá omezení provozu na mostě.

2.5 Návrh opatření

Výsledky provedených průzkumů, měření a statického posouzení jsou podkladem pro návrh variant opravy nebo rekonstrukce mostu. Při konečném návrhu způsobu opravy je k realizaci vybráno nejekonomičtější řešení, vybrané s ohledem na optimální využití daného rozpočtu správce.

2.6 Zpráva

Součástí prováděného diagnostického průzkumu je vždy zpráva, která musí obsahovat minimálně tyto základní údaje:

- popis základních závad včetně určení jejich příčin a jejich dalšího vývoje,
- ohodnocení stavu konstrukce,
- doporučení nápravných opatření a potřebné údržby,
- výsledky statického výpočtu zatížitelnosti,
- přehlednou fotodokumentaci.

Zpráva dále obsahuje přílohu se zakreslením zkušebních míst a míst odběru vzorků. Součástí zprávy je popis rozsahu poškození konstrukce se specifikací rozsahu potřebných oprav. V příloze zprávy jsou doloženy výsledky jednotlivých měření a zkoušek.

Součástí zprávy je též vyhodnocení výsledku statického výpočtu zatížitelnosti mostu a stanovení předpokládané zatížitelnosti po opravě/rekonstrukci.

V závěru zprávy je shrnutí výsledku průzkumu, popis příčin jednotlivých závad, stanovení předpokladu jejich dalšího vývoje a stanovení zbývající doby životnosti konstrukce bez provedené opravy.

Dále je stanoven rozsah potřebných prací pro opravu nebo rekonstrukci, včetně finančního ohodnocení jednotlivých variant.

3. Dochovaná dokumentace mostu

Před vlastním diagnostickým průzkumem se provede co nejširší sběr podkladů, aby byly získány veškeré existující údaje o mostním objektu. Zdrojem bývá archivní složka objektu u správce, archivy okresní, projektových a investorských organizací.

Hledané podklady jsou :

- výkresová dokumentace skutečného provedení stavby,
- statické výpočty,
- rok stavby,
- údaje o použitých materiálech, včetně příslušných zkoušek,
- stavební deník,
- záznamy o případných změnách, opravách nebo rekonstrukcích,
- záznamy z provedených prohlídek, diagnostických průzkumů, případně zatěžovacích zkoušek,
- údaje z mostní databáze (ML, protokoly prohlídek),
- fotodokumentace.

Další důležitou informací pro posouzení stavu konstrukce a podklad pro statický výpočet je postup výstavby mostu.

Rozvoj dopravy

Pro stanovení správného způsobu opravy mostu je důležité projednat se správcem mostu požadavky na budoucí provoz pro danou komunikaci. Jedná se především o požadavky na zatížitelnost mostu, prostorové uspořádání na mostě, ale i prostorové uspořádání na komunikaci pod mostem. Tyto údaje mohou zásadně ovlivnit rozhodnutí o způsobu opravy mostu.

4. Prohlídky

Při provádění prohlídek mostu se postupuje podle ČSN 736221 – Prohlídky mostů pozemních komunikací, kterou dále doplňuje a rozšiřuje příloha „A“ TP 175 –

Stanovení životnosti betonových konstrukcí objektů pozemních komunikací. Pro prohlídky tunelů platí TP 154.

5. Diagnostické průzkumy

5.1 Účel a rozsah průzkumu

Účelem diagnostického průzkumu mostního objektu je získání podkladů pro :

- určení způsobu údržby objektu v návaznosti na výsledcích a závěrech prohlídek mostu,
- doplnění dokumentace mostního objektu v systému hospodaření,
- podklady pro vypracování statického výpočtu zatížitelnosti mostu,
- podklady pro rozhodnutí o způsobu opravy/rekonstrukce mostního objektu.

Rozsah prováděného diagnostického průzkumu je dán účelem, pro který se průzkum provádí, stavem mostního objektu, přístupností jeho jednotlivých částí, vybavením a možnostmi diagnostického pracoviště a dalšími okolnostmi. Rozsah prováděného diagnostického průzkumu je možno omezit v případě, že se provádí přímo podle požadavků zpracovatele projektové dokumentace opravy či rekonstrukce anebo jsou k dispozici alespoň části dochované projektové dokumentace mostního objektu.

Podle rozsahu průzkumu rozlišujeme diagnostický průzkum:

Základní - v případech, kdy zjišťujeme jen stav objektu, tj. při upřesnění nebo doplnění výsledku hlavní nebo mimořádné prohlídky mostu, případně doplnění dat. Případně k zajištění dokumentace stávajícího stavu objektu.

Dílčí – například pro získání podkladů pro výpočet zatížitelnosti mostu, kdy existuje větší počet variant podle toho zda existuje úplná dokumentace stávajícího stavu nebo ne a podle toho, zda bude ke stanovení zatížitelnosti použit podrobný nebo jen porovnávací statický výpočet zatížitelnosti. U podrobného výpočtu je důležité, zda bude prováděn výpočet celého mostu a nebo pouze nosné konstrukce, nebo spodní stavby,

Podrobný – u konstrukcí se zjištěnými závadami, kde se průzkum zpracuje jako podklad pro vypracování dokumentace návrhu opravy/rekonstrukce.

Doplňkový - průzkum jehož požadavky vyplynou až v průběhu provádění opravy nebo rekonstrukce a slouží k upřesnění návrhu opravy, nebo upřesnění rozsahu prováděných prací.

Dokumentace stávajícího stavu se vypracovává v tomto minimálním rozsahu :

- technická zpráva s popisem konstrukce a jejího stavu
- půdorys
- příčný řez
- podélný řez
- zakreslení výztuže v rozhodujících průřezech.

Diagnostický průzkum není nutné provádět v následujících případech :

- objekt je celkově v dobrém stavu bez zjevných závad a poškození a je k dispozici kompletní dokumentace skutečného provedení,
- objekt je ve velmi špatném nebo havarijním stavu, silně poškozený a nebo nevyhovuje požadavkům investora z hlediska zatížitelnosti a prostorového uspořádání (pokud se uvažuje náhrada novým objektem).

5.2 Přehled metod diagnostického průzkumu

Vlastní průzkumy prováděné na mostních objektech členíme na:

- vizuální kontrolu (prohlídky),
- mechanické a fyzikální metody
- chemické a fyzikálně-chemické metody,
- geodetické metody,
- dynamometrické metody,
- metody geotechnického průzkumu,

Další členění zkušebních metod je podle druhu zkoušeného materiálu:

- zdivo,
- beton,
- výztuž železobetonových konstrukcí,
- předpínací výztuž,
- ocel,
- ostatní.

5.3 Výběr zkušebních metod

Požadovaná informace	Zkušební metoda
Pevnost betonu	<ol style="list-style-type: none">1. Měření v povrchové vrstvě betonu:<ul style="list-style-type: none">- odpor proti vniknutí (špičák),- vytrhávací nebo vylamovací testy- Schmidtův tvrdoměr2. Měření ve hmotě konstrukce:<ul style="list-style-type: none">- jádrové vývrty zkoušené v laboratoři,- ultrazvuk
Porovnání kvality/ stejnomořnost betonu	<ol style="list-style-type: none">1. Měření v povrchové vrstvě betonu:<ul style="list-style-type: none">- ultrazvuk- Schmidtův tvrdoměr2. Měření ve hmotě konstrukce<ul style="list-style-type: none">- jádrové vývrty- ultrazvuk- impact echo- radiografie
Poloha výztuže a tl. krycí bet. Vrstvy	<ul style="list-style-type: none">- magnetická metoda,- radar,- sondy (destruktivně)
Zjištění výztuže/kabelových kanálků ve větší tl. krycí bet. Vrstvy	<ul style="list-style-type: none">- radar- pulse echo

Hloubka karbonatace	<ul style="list-style-type: none"> - fenolftalein nebo podobný indikátor - chemický rozbor - petrografie
Chloridy (sírany)	<ul style="list-style-type: none"> - chemický rozbor na odebraných vzorcích (vývrty) - rychlé testy jako RCT, HACH, QUANTAB a pod.
Koroze výztuže, koroze předpínací výztuže	<ul style="list-style-type: none"> - půlčlanková metoda - měření korozní rychlosti - sondy (destruktivně)
Stupeň koroze	<ul style="list-style-type: none"> - lineární polarisace - měření galvanických proudů
Posouzení stavu konstrukce	<ul style="list-style-type: none"> - vizuální prohlídka - fotodokumentace
Šířka trhlin	<ul style="list-style-type: none"> - příložné měřítko, - lupa s měřítkem, - mikroskop
Odlamování betonové vrstvy	<ul style="list-style-type: none"> - poklep (kulička, kladio) - jádrové vývrty - ultrazvuk - radar - impact echo - termografie
Materiálové vlastnosti – ocel, beton	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorní zkoušky na vzorcích odebraných z konstrukce (pevnost, mez kluzu, modul pružnosti a pod.)
Měření vlhkosti	<ul style="list-style-type: none"> - přímé nebo laboratorní měření kusového vzorku odebraného z konstrukce, - měření na prachovém vzorku odebraného z konstrukce, - měření odporu/rosného bodu, - radar - termografie
Alkalická reakce kameniva	<ul style="list-style-type: none"> - laboratorní testy - petrografie
Zainjektování kabelových kanálků	<ul style="list-style-type: none"> - sondy (destruktivně) - endoskop nebo miniaturní kamera - radiografie
Měření vodotěsnosti, povrchová nasákavost	<ul style="list-style-type: none"> - povrchová nasákavost (ISAT) - testy propustnosti pro vodu a plyny - test nasákavosti na vývrtech odebraných z konstrukce
Účinky mrazu	<ul style="list-style-type: none"> - zkoušky mrazuvzdornosti - zkoušky odolnosti proti CHRL - petrografie

5.4 Popis zkušebních metod

Podrobný popis jednotlivých druhů zkoušek a měření je uveden v příloze č. 1 těchto TP a dále v TP 121.

5.5. Statické zatěžovací zkoušky

Statické zatěžovací zkoušky slouží k ověření spolehlivosti konstrukce, k ověření provedení statického výpočtu konstrukce a ověření způsobu rozložení zatížení do konstrukce (podrobnosti viz ČSN 736209 Zatěžovací zkoušky mostů).

Zatěžovací zkoušky se provádí po dokončení všech měření prováděných v rámci diagnostického průzkumu objektu a to pouze v případě nutnosti ověření nebo doplnění výsledků statického výpočtu konstrukce.

Zatěžovací zkoušky mají velký význam u konstrukcí, kde byla zjištěna výraznější degradace některých prvků konstrukce (oslabení výztuže, degradace betonu a pod.).

5.6. Dynamická odezva

Dynamická odezva konstrukce nebo jejích jednotlivých prvků může být použita ke stanovení změny stavu konstrukce. Při hodnocení jsou porovnávány naměřené hodnoty s hodnotami zjištěnými výpočtem nebo s hodnotami zjištěnými při zatěžovací zkoušce při uvedení konstrukce do provozu.

Podrobnosti viz. ČSN 736209 – Zatěžovací zkoušky mostů a ČSN 73 2044 - Dynamické zkoušky stavebních konstrukcí a dále TP - Využití modální analýzy pro návrh, posouzení, opravy, kontrolu a monitorování mostů PK.

5.7. Výhody a omezení vybraných zkušebních metod

V následující tabulce jsou shrnuty výhody a omezení jednotlivých diagnostických metod.

Diagnostická metoda	Výhody	Omezení	Poznámka
Zkoušení povrchových vrstev betonu			
Jádrové vývrtí	Odběr jádrových vývrtů je nejvhodnější metodou pro zjištění pevnosti betonu. Odebrané vzorky jsou použitelné i pro další měření – chemické zkoušky, petrografie apod.	Odběr vývrtů je pracný a náročný na zpřístupnění konstrukce, poškozená konstrukce by měla být po odběru vývrtů opravena. Při odběru nesmí být poškozena výztuž konstrukce. Výsledek je limitován počtem odebraných vzorků a místem odběru.	Zkoušky odebraných vzorků musí být prováděny akreditovanou laboratoří.
Odpor proti vniknutí	Rychlá metoda, jednoduché provedení zkoušky, výhodné především v místech kde nelze odebrat vývrtí, celkem laciné vybavení	Způsobuje poškození povrchu konstrukce, možnost vzniku trhlin ve zkoušeném prvku. Musí být korelace pro každou záměs použitou při betonáži (na krychlích). Přesnost do 20%. Výsledky mohou být ovlivněny výztuží.	U nás dříve špičková metoda. Dnes se používá Windsorova sonda s elektronickým měřením. Návaznost norem: ASTM C803, ACI 347-78

Vylamovací test	Relativně rychlá metoda pro zkoušení pevnosti betonu již dokončených konstrukcí.	Je nutné speciální vybavení pro vrtání do betonu. Musí být korelace pro každou záměs použitou při betonáži (na krychlích). Přesnost do 20%. Výsledky mohou být ovlivněny výztuží, trhlinami v betonu a úrovní zatížení konstrukčního prvku.	Je požadováno min. 5 měření pro jedno zkušební místo.
Vytrhávací metoda s navrtáním	Relativně rychlá a levná metoda, s využitím jednoduchého vybavení, která může být využita i u tenkých prvků.	Velký rozptyl výsledků 30%, výsledky jsou ovlivněny postupem technika, způsobuje poškození povrchu konstrukce. Výsledky mohou být ovlivněny výztuží.	Před vložením vytrhávací kotvy je nutné konstrukci navrtat. Je požadováno min. 6 měření pro jedno zkušební místo. British Standard 1881 : Part 207
Vytrhávací metoda zabetonované terče	Relativně rychlá metoda, s využitím jednoduchého vybavení, která může být využita i u tenkých prvků	Výsledky může ovlivnit vlhký beton. . Musí být korelace pro každou záměs použitou při betonáži (na krychlích). Přesnost do 15%.	Lokální poškození povrchu. Je požadováno min. 6 měření pro jedno zkušební místo.
Schmidtův tvrdoměr	Rychlý a jednoduchý test prováděný s běžně dostupným vybavením	Výsledky jsou ovlivněny několika faktory (karbonatace povrchových vrstev, výztuž). Naměřené hodnoty dávají informaci o rovnoměrnosti betonu. Je nutné upřesnění měření na odebraných jádrových vývrtech. Přesnost do 25%.	Na jednom zkušebním místě je nutné provést min. 9 měření. Výsledek hodnotí pouze povrchovou vrstvu do hl. 30 mm. Jsou k dispozici různé typy tvrdoměrů.
Hloubka karbonatace – zkouška fenolftaleinem	Rychlá a jednoduchá zkouška, snadno proveditelná na stavbě.	Není použitelné pro hlinitanové cementy. Lokální povrchové poruchy, které vyžadují sanaci, mohou zkreslit výsledky.	Běžná zkušební metoda pro určení hloubky karbonatace, přesnost ± 5 mm. Jsou k dispozici ještě další metody (např. Rainbow indicator).
Měření obsahu chloridů na konstrukci (Hach, Quntab atd.)	Zkoušky jsou relativně rychlé, laciné a snadno proveditelné vyškoleným personálem. Umožňují určit přítomnost a množství chloridů.	Hodnota získaná na stavbě by měla být ověřena na měření v laboratoři. Při práci jsou v terénu používány chemické látky, to může vyvolat požadavek na další opatření při práci.	Provádění zkoušek na stavbě umožňuje upravit rozsah měření dle potřeby.
Měření povrchové nasákavosti (ISAT)	Jediná normovaná metoda pro tento typ zkoušky, relativně jednoduchý test. Při měření nedojde k poškození povrchu konstrukce.	Může být obtížně proveditelné při potížích se zajištěním vodotěsného utěsnění. Výsledky jsou ovlivněny podle způsobu úpravy povrchu betonu a okamžité vlhkosti povrchové vrstvy betonu. Výsledky platí pouze pro zkoušenou část konstrukce a jsou a ukazují pouze srovnávací hodnoty.	Výsledky mají velký význam pro trvanlivost konstrukčního prvku. Je nutný pečlivý výběr zkušebních míst , měla by být vyloučena místa s výskytem trhlin a pod. Měření je též možné provádět v laboratoři na vysušených vzorcích.
Měření propustnosti pro vodu a plyny	Poměrně jednoduchý test využívající laciné/v některých případech drahé vybavení. Rychlé provádění zkoušky.	Zkouška není normována, výsledky jsou ovlivněny vlhkostí betonu v místě měření. Výsledky platí pouze pro zkoušenou část konstrukce a ukazují pouze srovnávací hodnoty.	K provedení měření jsou k dispozici různé typy vybavení. . Je nutný pečlivý výběr zkušebních míst , měla by být vyloučena místa s výskytem trhlin a pod. Výsledky mají velký význam pro trvanlivost konstrukčního prvku

<p>Termografie</p>	<p>Nedestruktivní a bezdotyková metoda zjišťující rozdíly povrchových teplot konstrukce, které mohou být způsobeny odtržením povrchové vrstvy betonu nebo změnami vlhkosti. Měření lze provádět snadno a rychle,</p>	<p>Drahé vybavení. Metoda je citlivá na lokální změny počasí (osvětlení sluncem, stín) a na různé způsoby dokončení povrchu konstrukce při stavbě. Výsledky nejsou porovnatelné, výstupy jsou ve formě snímků. Vyhodnocení dat může provádět pouze zkušený pracovník.</p>	<p>Moderní vybavení, které je schopné rozlišovat velmi malé změny teploty. Zařízení pro tvorbu snímků je neustále zdokonalováno.</p>
<p>Rychlost šíření ultrazvuku</p>	<p>Nedestruktivní a poměrně rychlá a laciná metoda měření. Vybavení s jednoduchou obsluhou, snadno dostupné a ne příliš drahé. Slouží k určení stejnoměrnosti betonu a k určení poruch jako jsou trhliny, hnízda a dutiny.</p>	<p>Při měření je zpravidla nutný přístup k obou stranám zkoušené konstrukce, je nutné použití vazebního materiálu pro kontakt sondy s povrchem betonu, výsledky ovlivňuje množství výztuže a rozdílná vlhkost. Naměřené hodnoty ukazují pouze na rozdíly v kvalitě zkoušeného betonu.</p>	<p>Je nutné přesně změřit délku, kterou prochází měřený impuls (s přesností do ± 1 mm), protože rychlost průchodu ultrazvuku je pro zkoušené betony v relativně úzkém pásmu. Pro měření pevnosti betonu je přesnost kolem $\pm 30\%$ a je nutné ověření na vývrtech pro každou záměs.</p>
<p>Odezva konstrukce (impactecho/ pulseecho)</p>	<p>Nedestruktivní metoda, postačuje přístup pouze z jedné strany konstrukce. Umožňuje určit výskyt vnitřních poruch (dutiny, hnízda, trhliny), nebo zjistit tl vrstev, uzavřené dutiny a pod. Celkem jednoduchá obsluha zařízení.</p>	<p>Měření je bodové a relativně pomalé, ale je k dispozici i speciální rychlejší zařízení pro měření vozovek. Vybavení je poměrně drahé. Je nutná kalibrace pro určení tloušťky měřené konstrukce.</p>	<p>Impactecho a pulseecho jsou rozdílné názvy stejného typu měření. Nižší frekvence signálu umožňuje větší rozsah měření, ale menší rozlišení (je vhodný např. pro zkoušení pilot). Vyšší frekvence umožní lepší rozlišení a používá se pro určení vad menších konstrukčních prvků.</p>
<p>Radiografie</p>	<p>Nedestruktivní metoda, jejímž výsledkem jsou snímky konstrukce, používaná při určení množství a polohy výztuže, kanálků a dalších prvků vložených do betonu. Umožňuje i určení rozměru vložených prvků.</p>	<p>Přístup ke konstrukci je nutný vždy z obou stran (uložení desky pro snímek). Při měření je ze zdravotních důvodů, nutné dodržovat bezpečnostní opatření, zkoušky může provádět pouze vyškolený personál. Měření je drahé a pomalé.</p>	<p>Zkoušky mohou provádět pouze specialisté. Max. tloušťka zkoušeného prvku je 0,5 m a nebo musí být požit zářič s vyšším výkonem.</p>
<p>Měření objemu dutin v betonu</p>	<p>Jednoduchá metoda k zjištění objemu dutin v betonovém prvku. Dává též informaci o propojení s okolním ovzduším.</p>	<p>Je nutné zjištění a navrtání dutin (kabelových kanálků), je nutná zvýšená opatrnost při provádění (předpínací výztuž). Problematická interpretace výsledků měření.</p>	<p>K měření postačuje jednoduché vybavení.</p>
<p>Tloušťka krycí betonové vrstvy</p>	<p>Nedestruktivní a rychlá porchová metoda měření ke zjištění polohy výztuže, tl, krycí a průměru výztuže.</p>	<p>Výsledky ovlivňuje řada faktorů (větší množství výztuže, změny teploty, druh kameniva, úlomky oceli – drátky, blízkost troleje apod.). Je nutné ověření výsledků na sondách do konstrukce. Problematické určení průměru výztuže.</p>	<p>Vybavení vyžadující poměrně jednoduchou obsluhu. Velký rozsah typů a odpovídajících cen zařízení. Moderní přístroje umožňují pracovat až do hl. 100 mm., s možností záznamu údajů do PC.</p>

Radar	Nedestruktivní rychlé měření, kde postačuje přístup pouze z jedné strany konstrukce (měření odraženého signálu). Vhodné pro zjištění výztuže u slabě vyztužených prvků, ověřování tloušťky vrstev, dutin a pod. Dává informaci o kvalitativních změnách, citlivý na změny vlhkosti.	Obtížná interpretace získaných dat, je nutná velká zkušenost obsluhy. Vybavení je drahé. Při větší hloubce měření klesá možnost rozlišení přístroje. Je nutné porovnávací měření (sondy) ke kalibraci měření. Výsledky ovlivňuje vlhkost chloridy a větší množství výztuže.	Měření musí provádět specialista, který je schopen určit možnosti použití radaru. K dispozici jsou nová zařízení, s lepšími možnostmi měření.
Statické zatěžovací zkoušky	Dokládá únosnost konstrukce, nebo její části, nebo dává informaci o jejím chování.	Obecně nákladné a příliš časově náročné měření. Pouze dokládá schopnost přenést určitou úroveň zatížení.	Existuje řada typů měření prováděných v rámci zatěžovací zkoušky a při ověřování chování konstrukce.
Měření dynamické odezvy	Měření na stavbě, které může být relativně rychlé, ale k provedení měření a jeho vyhodnocení je nutné drahé vybavení. Nedestruktivní metoda s možností využití laserového vybavení při měření.	Je vyžadováno pečlivé měření, které je zárukou získání dobrých výsledků. Měření nemusí být citlivé na lokální poškození a může být ovlivněno tuhostí konstrukce a změnami ve způsobu podepření konstrukce.	Výsledná kvalita měření závisí na použitém typu měřicího zařízení. Měření musí být prováděno s vyškoleným personálem. Metodika nedává informaci o únosnosti jednotlivých konstrukčních prvků.
Měření korozních potenciálů (půlčlánek)	Nedestruktivní měření, které ale vyžaduje propojení s výztuží v konstrukci (sonada). Relativně rychlé měření, v závislosti na hustotě zvolené sítě měř. bodů, relativně laciné zařízení.	Výsledky jsou ovlivněny vlivem počasí (vlhkost betonu konstrukce), kvalitou povrchu konstrukce, karbonatací a td. Naměřené výsledky musí být ověřeny na sondách, nejsou srovnatelné pro různé konstrukce. Výsledkem není přesné stanovení intenzity koroze.	Umožňuje zjištění ploch s větší pravděpodobností koroze. Opakovaná měření umožní vyloučení vlivu prostředí a zpřesnění výsledků, měření umožňuje stanovení dlouhodobého trendu vývoje koroze na sledovaném místě.
Měření el. odporu	Rychlá metoda, která dává základní informaci o možnosti výskytu koroze.	Výsledky jsou ovlivněny vlivem počasí v návaznosti na vlhkost konstrukce. Nedává přímou informaci o případném stupni koroze a rozsahu poškození výztuže. Může být problematické vyhodnocení měření.	Používá se jako doplňkové měření k půlčlánekové metodě. K dispozici je řada různých typů zařízení. Zpravidla se využívá k určení míst s nejvyšším rizikem koroze.
Lineární polarizace	Dává informaci o rychlosti koroze výztuže.	Výsledky jsou ovlivněny vlivem počasí v návaznosti na vlhkost konstrukce. Je nejistá velikost plochy výztuže, která je zapojena do měření (vliv na přesnost měření). Nedává informaci o rozsahu poškození výztuže.	K dispozici je řada různých zařízení, která se stále ještě vyvíjí.
Měření galvanických proudů	Dává základní informaci o tom zda dochází ke korozi.	Výsledky jsou ovlivněny vlivem počasí v návaznosti na vlhkost konstrukce. Je obtížné stanovit intenzita koroze a rozsah poškození výztuže.	Je k dispozici řada typů sond, které jsou zabetonovány přímo do betonu konstrukce. Technika se stále ještě vyvíjí. Vhodné pro monitorování stavu konstrukce.

Sondy – přímé odkrytí výztuže, kabelů	Dává přímou informaci o stavu výztuže a jejím oslabení, druhu a průměru použité výztuže, stavu zainjektování a pod.	Nákladnější a pracná metoda (sondy v konstrukci je nutné opravit). Opravovaná místa sond, mohou být v budoucnu místy kde dojde k degradaci konstrukce. Vyžaduje velmi dobrý přístup (plošina) ke konstrukci.	Práce musí být prováděny opatrně a pod dohledem statika, nesmí dojít k oslabení konstrukce a poškození výztuže nebo kabelů.
Vizuální prohlídky a fotodokumentace závad	Nedestruktivní a nejpoužívanější metoda k určení stavu konstrukce. Pokud je prováděna zkušeným pracovníkem, který zná, jaké závady sledovat.	Je nutné umožnit přístup ke konstrukci na dosah ruky (plošina). Pozorování na dálku je možné s dalekohledem, nebo teleobjektivem, ale je limitováno světelnými podmínkami.	Vizuální kontrola má dobré výsledky, ale pouze pokud je prováděna zkušeným pracovníkem.
Boroskop, videoskop a pod.	Možnost přímého sledování závad v nepřístupných dutinách. Pouze vizuální kontrola, lepší přístroje umožní i měření průměru výztuže.	Rozsah prohlíženého prvku je limitován délkou zařízení a hloubkou ostrosti záběru. Je nutné odvrát několik otvorů pro zpřístupnění konstrukce.	Vyžaduje se zpřístupnění konstrukce a navrtání otvorů do konstrukčního prvku, ale s minimálním poškozením. Následně je nutná oprava navrtaných otvorů.
Oklepávání (kladivo, kulička a pod.)	Relativně rychlá a jednoduchá metoda s minimálními požadavky na vybavení.	Použitelné jen u povrchových vrstev. Výsledky závisí na zkušenostech pracovníka. Nevhodné pro zjištění malých dutin.	Umožňuje identifikaci odtržených povrchových vrstev (nekvalitní oprava, odtržení krycí vrstvy nad korodující výztuží apod.)
Odpor/kapacitní odpor/rosný bod/radiometrické zjištění vlhkosti	Odpor: Rychlé měření, relativně laciné vybavení. Kapacitní odpor: Relativně laciné vybavení, obstojná přesnost, široký rozsah měření. Rosný bod: nejpřesnější metodika (+- 1%), široký rozsah měření. Radiometrie: umožňuje měření povrchové vlhkosti a to do tl. 300 mm	Odpor: citlivé na přechodový odpor a odpor solí, které znehodnocují kalibraci. Kapacitní odpor: je nutný čas k ustálení měření (sonda v navrtaném otvoru). Rosný bod: velmi pomalé měření, sondy musí být 24 hod. Radiometrie: radioaktivní zařízení vyžadující školenou obsluhu, Omezená přesnost při měření betonu, měření ovlivněno výztuží. Drahé vybavení.	Odpor: povrchové připojení, nebo v mělkých návrtech. Kapacitní odpor: měření relativní vlhkosti v navrtaném otvoru. Rosný bod: měření relativní vlhkosti v navrtaném otvoru. Radiometrie: zařízení využívající gama záření při určení vlhkosti a objemové hmotnosti.
Petrografie	Dává detailní informace o kompozici zatvrdlého betonu a mechanismu jeho degradace nebo poškození. K doplnění jsou prováděny chemické rozbory.	Časově a finančně náročná metoda. Výsledky jsou závislé na způsobu odběru vzorků a platí pouze pro dané místo odběru vzorku.	K dispozici je řada možných metod, přesnost závisí na použité metodě a vybavení. Je nutný vyškolený personál.
Chemická analýza	Dává detailní informace o kompozici zatvrdlého betonu. Testy je možné opakovat, pokud je k dispozici dostatečně velký zkušební vzorek.	Časově a finančně náročná metoda. Výsledky jsou závislé na způsobu odběru vzorků a platí pouze pro dané místo odběru vzorku.	K dispozici je široký rozsah zkoušek. Přesnost závisí na typu zkoušky a použitém vybavení laboratoře. Je nutný speciálně vyškolený personál.
Zjištění pevnosti a dalších mechanických a fyzikálních vlastností	Je k dispozici řada zkušebních metod.	Přesnost závisí na typu zkoušky a použitém vybavení. Hodnota výsledku závisí na způsobu odběru vzorku a je platná pouze pro místo odběru.	Vzorky materiálu pro laboratorní zkoušky. Je nutný vyškolený personál.

Laboratorní měření vlhkosti na odebraném vzorku	Snadno proveditelná zkouška se základním lab. Vybavením pro stanovení vlhkosti.	Vyžaduje více času, nutnost vysušení odebraného vzorku.	Jedná se o normovou zkoušku.
Stanovení pórovitosti na vývrtech	Jednoduchý test, který vyžaduje pouze základní lab. Vybavení ke stanovení hmotnosti vzorku vysušeného a vodou nasyceného vzorku.	Je nutné lokální porušení konstrukce při odběru vývrťů z betonu, které vyžaduje následnou opravu. Vyžaduje více času a naměřené hodnoty platí pro dané místo odběru vzorku.	Výsledkem je stanovení pórovitosti betonu, což je rozhodující údaj pro stanovení trvanlivosti konstrukce. Jsou nutné min. 3 zkušební vzorky.

Poznámka : I když je k dispozici řada nedestruktivních metod, které jsou relativně jednoduché na provádění, je vždy nutná odpovídající praxe a zkušenost ke stanovení správných interpretací výsledků měření.

Výčet zkušebních metod uvedených v těchto TP je pouze informativní a nejedná se o kompletní přehled.

Při provádění sond do konstrukce je nutné vždy zajistit opravu konstrukce v místech provedených sond materiály na bázi cementu s mírně rozpínavými účinky.

6. Statické posouzení

Statické posouzení je základem hodnocení každého mostního objektu a mělo by být vždy základním požadavkem investora. Zároveň je statický výpočet zatížitelnosti základním podkladem pro projektovou dokumentaci opravy/rekonstrukce mostu.

Statické posouzení zatížitelnosti je obvykle spojené s následujícími problémy konstrukce:

- konstrukční vady (z doby výstavby nebo vlivem zatížení),
- ztráta části průřezu konstrukce (oslabení profilu),
- požadavek na zvýšení zatížitelnosti nebo způsobu užívání (požadavek na zesílení konstrukce).

Problematika je podrobně řešena v nové ČSN 73 62 22 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací a při výpočtu se postupuje podle této ČSN. Touto normou se s účinností od 1.3.2010 ruší část zatížitelnost ČSN 73 62 20 ze září 1996. Dále se postupuje též dle TP 199 a TP 200.

7. Strategie oprav

7.1. Základní definice

Základní myšlenkou pro provádění údržby a hospodaření s mosty je udržet konstrukci v akceptovatelném stavu z hlediska její bezpečnosti a funkčnosti za co nejnižších finančních nároků.

Stanovení dalšího vývoje stavu konstrukce a porovnání variant s požadavkem stanovení optimálních finančních nákladů je základem systému hospodaření.

Před detailním posouzením strategie opravy/rekonstrukce objektu musí být provedeny následující činnosti:

- a) Stanovit příčinu poškození konstrukce a provedení statického výpočtu zatížitelnosti, který zohlední veškeré možné rezervy konstrukce, včetně možnosti zesílení.
- b) Zajištění veškerých podkladů, které se týkají údržby, oprav, rekonstrukcí a i případné výměny konstrukce. Veškeré aktivity jsou hodnoceny na základě stanovení finančních nákladů.
- c) Cenové hodnocení, které se provádí na základě stanovení současné hodnoty nákladů (Net Present Value – NPV). Hodnocení se provádí pro výhled 25 až 50 roků.

7.2. Varianty oprav

Pro degradované mostní konstrukce nebo mosty s problematickou funkčností je nutné stanovit alternativy jejich oprav nebo výměny. Celkové náklady pro každou alternativu řešení jsou ohodnoceny na základě řady ukazatelů a výběr nejvhodnějšího řešení opravy/výměny je založen na porovnání těchto nákladů. Možné alternativy opravy musí brát v úvahu použití různých typů oprav a různých časů pro jejich realizaci během doby životnosti mostu a též možnost výměny této konstrukce.

Navržená metodika je rozložena do těchto fází:

- návrh a ocenění variant opravy/rekonstrukce mostu,
- zadání jednotlivých variant,
- vyhodnocení navržených variant.

7.3. Vyhodnocení nákladů

Správné určení cenových ukazatelů, které budou použity při porovnání alternativ oprava/ výměna je velice důležité pro výběr vhodné varianty opravy mostu. Při výběru ukazatelů je nutné mít na paměti, že se jedná o hrubý odhad nákladů a nezabývat se zbytečnými podrobnostmi. Zároveň je ale nutné zahrnout do hodnocení ty ukazatele, které mají zásadní vliv na výsledné hodnocení.

Není též vhodné volit komplikované agregované položky, které je velmi obtížné ohodnotit.

Při výběru položek je vždy nutné předem zhruba odhadnout jejich vliv na výsledné hodnocení a vypustit ty nepodstatné.

Při hodnocení variant nejsou uvažovány pouze přímé náklady na opravné práce nebo výměnu mostu, ale mohou být též uvažovány i nepřímé náklady jako jsou náklady uživatelů komunikací.

Nepřímé náklady mohou být považovány jako více či méně fiktivní, ale fakticky jsou právě tak reálné jako přímé náklady, ale jsou placené někým jiným než vlastníky mostů. To znamená, že je nezbytné zahrnout nepřímé náklady, když se určuje, která varianta je pro společnost optimální, ale tyto náklady nemohou být zahrnuty do plánování rozpočtových prostředků staveb.

Přímé náklady jsou aktuální náklady obnovovacích prací, které zahrnují projektovou dokumentaci, stavbu, kontrolu a inženýrskou činnost a jsou to peníze, které správce mostů musí zaplatit za provedení práce.

(Podrobnosti viz. Metodika finančního modulu BMS).



8. Základní předpisy

- ČSN EN 1330-1 (01 5005) Nedestruktivní zkoušení - Terminologie - Část 1: Všeobecné termíny
- ČSN EN 1330-2 (01 5005) Nedestruktivní zkoušení - Terminologie - Část 2: Společné termíny pro metody nedestruktivního zkoušení
- ČSN EN 1330-9 (01 5005) Nedestruktivní zkoušení - Terminologie - Termíny používané při zkoušení akustickou emisí
- ČSN EN 13477-1 (01 7090) Nedestruktivní zkoušení - Akustická emise - Charakterizace přístrojů - Část 1: Popis přístrojů
- ČSN EN 13477-2 (01 7090) Nedestruktivní zkoušení - Akustická emise - Charakterizace přístrojů - Část 2: Ověřování pracovní charakteristiky
- ČSN EN 13554 (01 5081) Nedestruktivní zkoušení - Akustická emise - Všeobecné zásady
- ČSN EN 1330-10 (01 5005) Nedestruktivní zkoušení - Terminologie - Termíny používané při vizuální kontrole
- ČSN ISO 13822 (730038) Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí
- ČSN EN206-1 Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení.
- ČSN 73 1311 Zkoušení betonové směsi a betonu,
- ČSN 73 1317 Stanovení pevnosti betonu v tlaku,
- ČSN 73 1333 Zkoušení soudržnosti předpínací výztuže s betonem
- ČSN 73 1370 Nedestruktivní zkoušení betonu,
- ČSN 73 1371 Ultrazvuková impulzová metoda skúšania betónu,
- ČSN 73 1372 Rezonančná metóda skúšania betónu,
- ČSN 73 1373 Tvrdoměrné metódy zkoušení betonu,
- ČSN 73 2011 Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií,
- ČSN P ENV 13670-1 Provádění betonových konstrukcí - Část 1: Společná ustanovení
- ČSN 73 6174 Stanovení modulu pružnosti a přetvárnosti betonu ze zkoušky v tahu za ohybu
- ČSN 73 6200 Mostní názvosloví
- ČSN 73 2401 Provádění a kontrola konstrukcí z předpjatého betonu
- ČSN EN 473 (01 5004) Nedestruktivní zkoušení - Kvalifikace a certifikace pracovníků nedestruktivního zkoušení - Všeobecné zásady
- ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 6220 Zatížitelnost a evidence mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 6242 Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací
- ČSN 73 2030 Zatěžovací zkoušky stavebních konstrukcí - Společná ustanovení
- ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů
- ČSN 73 62 22 Zatížitelnost mostů PK
- ČSN 73 2044 Dynamické zkoušky stavebních konstrukcí
- ČSN 03 8372 Zásady ochrany proti korozi neliniových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě

Kapitola 18 TKP - Beton pro konstrukce

Kapitola 31 TKP - Opravy betonových konstrukcí

TP 124 - Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací
TP 154 - Provoz, správa a údržba tunelů PK
TP 175 - Stanovení životnosti betonových konstrukcí objektů pozemních komunikací
TP 120 - Údržba, opravy a rekonstrukce betonových mostů PK
TP 121 - ZKUŠEBNÍ A DIAGNOSTICKÉ postupy pro mosty a konstrukce PK
TP 201 - Měření a dlouhodobé sledování trhlin v betonových konstrukcích PK.
TP 76 A, B - Geotechnický průzkum pro stavby PK
TP 76 C – Geotechnický průzkum pro navrhování a provádění tunelů na pozemních komunikacích
TP - Využití modální analýzy pro návrh, posouzení, opravy, kontrolu a monitorování mostů PK.
TP 199 - Zatížitelnost zděných klenbových mostů
TP 200 - Stanovení zatížitelnosti mostů PK navržených podle norem a předpisů platných před účinností EN.
TP 183 - Diagnostický průzkum mostů PK, postupy monitorování a vyhodnocení koroze výztuží v betonu metodou akustické emise
TKP 19 – Ocelové mosty a konstrukce, část A
Metodický pokyn Provozování systému hospodaření s mosty 2008, včetně přílohy Metodika finančního modulu BMS ver. 01/08
Systém jakosti v oboru pozemních komunikací (SJ-PK) - metodický pokyn, úplné znění Věstník dopravy 18/2008
Dokumentace elektrických a geofyzikálních měření betonových mostních objektů a ostatních betonových konstrukcí PK, metodický pokyn
Katalog zjevných závad mostních objektů pozemních komunikací 2008
Zásady pro vypracování projektu diagnostiky a údržby betonových mostů, 1988
Pokyny pro jednorázové zvýšení zatížitelnosti silničních mostů, 1990
Pokyny pro posuzování technického stavu a pro zvýšení trvalé zatížitelnosti betonových silničních mostů, 1990

Podkladem pro zpracování těchto TP byla zpráva CEB – FIP :

„Management, maintenance and strengthening of concrete structures“
Technical report prepared by former FIP Commission 10 april 2002.

Příloha č.1



PŘEHLED METOD
DIAGNOSTICKÉHO PRŮZKUMU
MOSTŮ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

O B S A H :

1. VIZUÁLNÍ KONTROLA	3
2. MECHANICKÉ A FYZIKÁLNÍ METODY	5
2.1. Metoda akustického trasování (oklepávání)	5
2.2. Tvrdoměrné metody (sklerometrie	5
2.2.1 Zkoušení betonu	5
2.2.2 Zkoušení oceli.....	5
2.3 Metody místního porušení	6
2.4 Nedestruktivní měření	7
3. CHEMICKÉ A FYZIKÁLNĚ - CHEMICKÉ METODY	9
4. GEODETICKÉ METODY	10
5. DYNAMOMETRICKÉ METODY	11
6. METODY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU	11
7. Základní rozdělení metod podle použitého materiálu	13
7.1. Zdivo.....	13
7.2. Beton.....	13
7.3. Výztuž u železobetonových konstrukcí.....	14
7.4. Předpínací výztuž.....	15
7.5. Ocel.....	15

1. VIZUÁLNÍ KONTROLA

Vizuální kontrolu představuje podrobná prohlídka mostu s popisem všech zjištěných závad. Dle ČSN 73 6221 se sleduje:

- obnažení, podemletí a sedání základů, stav záhozů a ledolamů, účinky poddolování
- stav a funkčnost ložisek a kloubů, jejich poškození, znečištění, zrezivění, poloha, doléhání, konzervace povrchů, stav krytů, vysunutí kvádrů pod ložisky,
- poloha, počet, délka, šířka a odhad hloubky trhlin s určením jejich pravděpodobného původu,
- obnažení výztuže betonových konstrukcí, místní oslabení jednotlivých konstrukčních prvků, tj. koroze betonu, oceli, a pod.,
- prověšení nosných konstrukcí, viditelné deformace jednotlivých konstrukčních prvků, jejich posunutí, vybočení a jiné změny nosných prvků, nedokonalá funkce mostních závěrů, jejich dovření či zanešení, stav uzavřených dutin, chování konstrukcí při přejezdu těžkých vozidel a prudkém větru,
- pravděpodobně nezainjektované kanálky předpjatých konstrukcí, jejich případné naplnění vodou,
- vadná místa spojů ocelových konstrukcí, (uvolněné a přerušené šrouby a nýty, trhliny na koncích svarů a v koutových svarech), poškození nárazem, deformace (vybočení, prohnutí otevření spár, zprohýbání spojovacích částí členěných prutů), kmitání prutů, nadzvedání z ložisek, odvodnění koutů, zatmelení spár, koroze ocelové mostovky,
- nedotažené svorníky dřevěných konstrukcí a uvolněné hřebíkové a lepené spoje, poškozené hmoždinky, oslabení hnilobou, otlučením a sesycháním, účinnost ochranných nátěrů a impregnace proti vodě, odvodnění úžlabí zvláště u lepených spojů,
- poškození konstrukcí chemickými vlivy (účinky používaných chemických rozmrazovacích prostředků, vliv ovzduší, výfukové plyny u nadjezdů nad železnicí),
- uvolňování kamenů zděných konstrukcí, vyloužení a vyplavení malty ze spár, odpadnutí a uvolnění omítky, vyboulení a rozpad částí zdiva, deformace klenby, odtržení poprsních zdí,
- přímé i nepřímé důkazy o porušení izolace nebo jejího chybného provedení, zatékání vody na konstrukci a prosakování vody, výskyt vlhkých míst, výkvětů, výluhů a inkrustací (krápníčků), stav odvodnění dutin konstrukce,
- stupeň opotřebení povrchu vozovky, jeho drsnost, větší nerovnosti, vyjeté koleje, výtluky, vybouleniny, prohlubeniny (i na nájezdech mostu), zvětšení hmotnosti vozovky opakovaným zesilováním, trhliny vozovkového krytu, měknutí asfaltového povrchu, jeho odvodnění příčné a podélné, odvodnění vozovky před mostem ve směru přitékající vody,
- poklesy přechodových desek, výškové změny mostního závěru, jeho upevnění a deformace,
- stav mostních říms (okapový nos, prosakování vody),
- poškození mostního vybavení, stav odvodňovacího zařízení (mříže odvodňovačů, odvodňovače, odpadní žlaby a potrubí), záchytné bezpečnostní zařízení (zábradlí,

TP 72 – Diagnostický průzkum mostů pozemních komunikací

- svodidlo a zábradelní svodidlo, jeho výška, druh zábradelní výplně, její hustota, dilatace a její funkce, bezpečný způsob jeho ukončení a kotvení), osvětlovací zařízení, překrytí středního dělicího pásu (mostního zrcadla), dopravní značky týkající se mostu, zábrany (protikouřové, protidotykové, protinárazové, krycí a isolační), stálé revizní zařízení, protihlukové stěny,
- cizí zařízení a jeho koexistence s mostem (potrubí, kabely, chráničky),

Zjištěné závady a poruchy se zpravidla zakreslují do zjednodušené výkresové dokumentace (půdorysy, pohledy ap.) která se získá z archivu nebo se provede náčrt (schéma). Používá se při tom terminologie dle ČSN 73 6200 Mostní názvosloví a Katalogu závad mostních objektů PK, 2008).

Součástí vizuální kontroly je fotodokumentace, která dokladuje veškeré zjištěné závady a při dalších prohlídkách slouží k porovnání vývoje závad a poruch, které nebyly odstraněny. Pro zcela speciální potřeby se pořizuje jako dokumentace stavu mostního objektu videozáznam.

Popis rozsahu poškození

Jako podklad pro zpracování soupisu prací v rámci dokumentace opravy mostu je nutné vždy provést podrobný popis rozsahu poškození konstrukce (u ocelových mostů korozní průzkum). V popisu rozsahu poškození jsou specifikovány rozsahy závad jako jsou například:

- trhliny,
- lokální odpadávání betonu,
- plošné odpadávání betonu,
- výkvěty a výluhy,
- stopy rzi,
- degradace betonu,
- hnízda a dutiny,
- vlhká nebo mokrá místa (stopy po zatékání),
- zatékání mostními závěry,
- opravovaná místa,
- obroušení (abraze) povrchu konstrukce,
- mechanické poškození (náráz vozidla, ledu) .

Pasportizace trhlin

Při pasportizaci trhlin je využívána řada různých metod pro okamžité měření šířky trhlin a pro jejich dlouhodobé sledování. Metodika je zpracována v TP 201 Měření a dlouhodobé sledování trhlin v betonových konstrukcích 2008.

2. MECHANICKÉ A FYZIKÁLNÍ METODY

Při všech metodách je nutné provádět přípravu a vyhodnocení všech měření v souladu s ČSN 73 2011 (Nedeštruktivne skušanie betónových konštrukcií), která předepisuje počty zkoušených míst a vyhodnocení měření.

2.1. Metoda akustického trasování (oklepávání)

Základní metodou zjištění stavu objektu je oklepávání jednotlivých prvků konstrukce (týká se především betonových a zděných konstrukcí). Při tom se zjišťuje jednoduchým způsobem přibližná hloubka a rozsah poškození.

V případě silné koroze výztuže, je možné odstranit nefunkční krycí vrstvu a zjistit procenta oslabení jednotlivých profilů.

2.2. Tvrdoměrné metody (sklerometrie)

2.2.1 Zkoušení betonu

Pro zkoušení betonu se používají dle ČSN 73 1373 (Tvrdoměrné metody zkoušení betonu) tyto metody :

- špičákový tvrdoměr,
- Waitzmanův tvrdoměr,
- kuličkový tvrdoměr,
- Schmidtovy tvrdoměry N,L,M

Pro diagnostický průzkum jsou nejrozšířenější metody : špičákový tvrdoměr pro betony nízkých kvalit a Schmidtův tvrdoměr N pro normální betony. Hodnocení pevnosti betonu v tlaku, které se provádí pouze podle obecného kalibračního vztahu uvedeného v ČSN 73 1370 (Nedeštruktivní zkoušení betonu), dává pouze **informativní** hodnoty, tj. s nezaručenou přesností. Objektivní výsledky je možné dosáhnout pouze upřesněnými zkouškami (tj. především s upřesněním pomocí hodnot získaných zkouškami vývrtů).

2.2.2 Zkoušení oceli

Pro zkoušení oceli se používají tyto metody :

Brinelova zkouška tvrdosti

V případě že nelze z konstrukce vyjmout vzorek pro zkoušky laboratorní a ocel je tak rozměrná, že na ní lze vybrousit potřebné plošky, je vhodné použít tuto metodu. Měří se hloubka, respektive průměr vtisku ocelové kuličky a porovná se se vtiskem do ocele o známé tvrdosti. Zkoušený povrch musí být dobře obroušen. Zkoušení menších prvků je možné jen je-li zajištěna jejich tuhost ve směru působení zkušebního namáhání (u

výztužných vložek železobetonu musí být výztuž dokonale podporována okolním betonem). Přesnost metody je plus mínus 10%.

Zkoušky na vzorcích vyjmutých z konstrukce.

V případě, že z nenamáhané části konstrukce lze vyjmout vzorky potřebných velikostí, je možné dokonale odzkoušet všechny potřebné vlastnosti ocele v laboratorních zařízeních. Metody jsou vesměs normovány a zkoušení vzorků je vhodné řešit v subdodávce u odborných zkušebních ústavů.

Odběr vzorků výztuže nebo části ocelové konstrukce je možný pouze po poradě se statikem.

2.3 Metody místního porušení

Jedná se o metody, kterými se zjišťují základní materiálové charakteristiky přímo na zkoušené konstrukci. Při vlastním měření dochází k minimálnímu (pouze lokálnímu) povrchovému narušení konstrukce.

CAPO TEST

Princip zkoušky spočívá v překonání pevnosti betonu (v tahu a ve smyku) přímo na konstrukci což přispívá k rychlé informaci o pevnosti betonu. Odpadá zdoluhavá příprava vlastní zkoušky jako je tomu např. u jádrových vývrtů, za cenu menší přesnosti, která se udává jako plus mínus 15%. V povrchu konstrukce se vyhloubí otvor a jeho dno se rozšíří pro osazení speciálního trnu. Ten slouží jako táhlo zařízení, které je pak spolu s kuželem betonu vytrženo z plochy konstrukce. Z naměřené síly potřebné k vytržení kužele se zjistí informativní hodnoty pevnosti betonu. Upřesněné hodnoty u této metody se obvykle nezjišťují (je to rychlá metoda), i když je to možné jako u jiných metod.

Obdobným způsobem je prováděn LOCK TEST, s tím rozdílem, že zkušební trny se osadí do betonu před betonáží.

Měření přilnavosti vrstev a pevnosti v tahu povrchových vrstev (odtrhová pevnost)

Princip zkoušky spočívá v překonání pevnosti v tahu ve spoji konstrukce s dodatečnými povrchovými úpravami (omítka, hydroizolace) či ke zjištění vlastní soudržnosti betonu v oblasti jeho povrchu. K měřené vrstvě se přilepí rychle tuhoucím lepidlem terč, který pak namáhá spojení této vrstvy s podkladním betonem tahem. Hodnoty namáhání jsou registrovány.

Provádění vlastního měření a vyhodnocení je podrobně popsáno v příloze ČSN 736242 Navrhování a provádění vozovek na mostech PK.

Zkouška pevnosti malty vrtnou metodou

K měření se používá ruční příklepová vrtačka. Při měření se zjišťuje hloubka vniknutí vrtáku předepsaného průměru po určeném počtu obrátek. Následně se stanoví pevnost malty na základě kalibračních vztahů. Tato metoda je vhodná pro malty nižších značek.

Provádění vlastního měření podrobně zpracoval TZUS Praha pro měření s pomocí "Kučerovy vrtačky".

Metoda jádrových vývrtů

Nejspolehlivější metodou určení pevnosti zkoušeného materiálu je metoda jádrových vývrtů. Užívá se i k upřesnění hodnot měření získaných pomocí jiných nedestruktivních metod. Jádrové vývrty se provádějí nejčastěji o průměru 100 mm pro zjišťování pevnosti betonu a o průměru 50 mm pro zjišťování pevnosti kamene a cihel. Pro betony s menší frakcí kameniva je možné informativně použít i jádra o průměru 50 mm (metodiku zpracoval Kloknerův ústav Praha). Poněvadž vrty mohou v některých případech výrazně oslabit zkoušenou konstrukci, mohou být tyto prováděny pouze odbornými firmami nebo pod odborným dohledem. Jádrové vývrty menších rozměrů jsou používány pro zjišťování hloubky narušení konstrukce, zjištění hloubky trhlin, kvality zaplnění trhlin po injektáži a k odběru vzorků pro chemické rozborů.

Při odběru vzorku je opět nutná konzultace se statikem a u železobetonových případně předpjatých konstrukcí je nutné předem určit polohu výztuže, tak aby nebyla při vrtání porušena.

2.4 Nedestruktivní měření

Ultrazvuková impulzová metoda

Ultrazvuková impulzová metoda, je normována pro zjišťování pevnosti, modulu pružnosti, homogenity a jiných vlastností betonu v ČSN 73 1371. Slouží ke zjišťování charakteristik materiálu jak na vzorcích vyjmutých z konstrukce (v laboratoři), tak pro zjišťování vad betonových a ocelových konstrukcí přímo na stavbě. U ocelových konstrukcí umožňuje tato metoda měření tloušťek jednotlivých konstrukčních prvků. Používat směrný kalibrační vztah pro určování pevnosti betonu uvedený ve výše citované normě se nedoporučuje, neboť dává nepřesné výsledky. Pro každou měřenou konstrukci je tedy nutno vytvořit vlastní kalibrační vztah pomocí upřesněných zkoušek na vývrtech odebraných ze zkoušené konstrukce. Tato metoda je především osvědčená pro zjišťování modulu pružnosti betonu.

Rezonanční metoda

Rezonanční metoda (viz. ČSN 73 1372) slouží ke zjištění dynamických modulů pružnosti betonu a odvozeně jeho pevnosti a to laboratorně na vzorcích vyjmutých z mostní z konstrukce, v našem případě na jádrových vývrtech. Metoda spočívá v nalezení hodnoty vlastní frekvence kmitání zkoušeného vzorku a odvození fyzikálních

TP 72 – Diagnostický průzkum mostů pozemních komunikací

vlastností z velikosti této frekvence. Její přesnost dosahuje u betonů známého složení plus mínus 10%, u betonů neznámého složení plus mínus 20%, v obou případech ve spojení upřesněnými zkouškami na vývrtech (válcová pevnost v tlaku). Pro průzkumné práce na mostních konstrukcích není vhodná. Metoda je pomocná pro ověřování zkoušek v laboratoři. Zkouška vzorku pomocí rezonanční metody je velmi podobná zkoušce UZ. Místo času prostupu se ale hledá frekvence.

Magnetická metoda

Slouží k určení tloušťky krycí vrstvy betonu (vzdálenosti výztuže železového betonu od jeho povrchu) při známém profilu vložek a k určení profilu výztužných vložek při známé hloubce uložení. Přístroj nazývaný podle jednoho z výrobců Pachometr dovedla do zatím nejdokonalejší podoby firma Proceq. Její hloubková sonda modelu 3 identifikuje ocelové pruty i v hloubce 200 mm. Nevýhodou je nemožnost rozlišení výztužných vložek, které jsou vzájemně od sebe vzdáleny méně než asi 1,2 násobek hloubky uložení (hustě vyztužené průřezy) a nemožnost identifikovat výztuž, která je uložena ve více vrstvách nad sebou. Metoda je využitelná při kontrole výztuže např. při dodatečném zřizování otvorů v železovém betonu a při pořizování náhradních výkresů výztuže. Její přesnost je za optimálních podmínek plus mínus 10%. Místní obnažení výztuže velmi urychluje postup prací.

Na principu magnetické indukce jsou též vyvinuty jednoduché speciální přístroje pro měření tloušťky nátěru ocelové konstrukce.

Prozařování

Prozařovací metody umožňují získat obraz vnitřní struktury materiálu. Jsou vhodné pro zjišťování množství a profilu výztuže, její polohy a kontrole zainjektování kabelových kanálků v betonových konstrukcích a ke kontrole provedení ocelových konstrukcí. Podle způsobu registrace záření prošlého zkoušeným materiálem se tyto metody rozdělují na radiografické, radioskopické a radiometrické. Nejpraktičtější radiografická metoda je gamagrafie, kde zdrojem trvalého záření gama je izotop kobaltu. Princip zkoušek spočívá v různém tlumení prostupu záření betonem a ocelí. Tato metoda je nepatrně pracnější než metoda magnetická a není bez nebezpečí. Za to ale skýtá přesné obrazy rozložení výztuže a při kombinaci snímků jednoho profilu ze dvou ohnisek dokáže zobrazit i více vrstev armatury nad sebou. Konstrukci je nutné v některých případech nepatrně narušit otvorem o průměru asi 20 mm pro zasunutí sondy zářiče. Metoda je výhodná u oboustranně přístupných konstrukcí a u konstrukcí přístupných v pravém úhlu (např. trámy, příčníky, podélníky, sloupy a oboustranně přístupné stěny a desky), nevýhodná např. pro stěnové konstrukce jednostranně přístupné a deskové nosné konstrukce, které jsou shora kryty vozovkou. Její přesnost je plus mínus 5%.

Radiometrické metody umožňují též měření objemových hmotností jednotlivých vrstev, zjišťování hutnosti a vlhkosti.

TP 72 – Diagnostický průzkum mostů pozemních komunikací

Poločláneková metoda

Poločláneková metoda slouží k měření hodnoty elektrických potenciálů na konstrukci. Na základě těchto měření se určují místa s možnou korozí výztuže. Vzorek z měření na každé konstrukci se doporučuje ověřit pomocí kontrolních sond. Před každým měřením je nutné zjistit výskyt bludných proudů, které mohou měření ovlivnit nebo dokonce znemožnit.

Existuje více přístrojů, které již průmyslovým způsobem "mapují" povrch například železobetonové desky z hlediska výskytu koroze výztužných vložek a které pomocí výstupu z barevné tiskárny vydají doklad o možné korozi.

Podrobnosti viz. TP 121.

Měření teploty konstrukcí

Pro zkoušky je u některých metod nezbytné znát teplotu nebo alespoň povrchovou teplotu konstrukce. Vnitřní teplota zvláště v přechodných obdobích roku, kdy kolísání teploty ovzduší je časté, se vnitřní teplota určuje obtížně. Je-li určení vnitřní teploty nezbytné, musí se konstrukce nepatrně narušit příslušně dlouhým vrtem a teploměr do ní zabudovat.

Pro zabudování do konstrukcí se použijí :

- **strunové teploměry,**

pro měření teplot povrchu se použijí :

- **digitální dotykové teploměry,**
- **digitální bezdotykové teploměry.**

3. CHEMICKÉ A FYZIKÁLNĚ - CHEMICKÉ METODY

Zjišťování obsahu cementu

Obsah cementu se zjišťuje laboratorně na vzorcích odebraných z konstrukce, u které je znám druh použitého cementu. V případě, že není druh znám je nutné alespoň určit, zda při stavbě nebyl použit cement hlinitanový. Získané hodnoty slouží k vyhodnocení pevnosti malty u zdiva, vyhodnocení obsahu chloridů v betonu a pod. .

Zjišťování hloubky karbonatace

Hloubka karbonatace se odvozuje v závislosti na zjištěném pH faktoru betonu, který je možné orientačně určit přímo na mostním objektu pomocí nanášení vhodných indikátorů na vzorky odebrané z konstrukce. Zkoušku se doporučuje realizovat neprodleně po odebrání vzorku, neboť všudypřítomná kyselá atmosféra dokáže již po krátké době zkoušku zabránit.

Přesnější měření se provádí laboratorně na vzorcích odebraných z konstrukce.

Podrobnosti viz. TP 121.

Zjišťování obsahu chloridů

Obsah chloridů se stanovuje v procentech k hmotnosti obsahu cementu. Orientačně je možné určit výskyt chloridů přímo na konstrukci nanášením roztoku dusičnanu stříbrného a roztoku dichromanu draselného. Přesný rozbor se provádí laboratorně na vzorcích odebraných z konstrukce, titrační nebo potenciometrickou metodou. Podrobnosti viz. TP 121.

Zjišťování obsahu síranů

Obsah síranů se stanovuje obdobně jako obsah chloridů.

RTG strukturní analýza a elektronová mikroskopie

Jmenované laboratorní zkoušky vzorků odebraných z konstrukce umožňují stanovit mineralogické složení látek, přítomnost produktů karbonatace, chloridů, velikost a množství pórů, chemické složení krystalů a pod.

4. GEODETICKÉ METODY

Geodetické práce na mostních objektech je možné rozdělit do dvou základních skupin :

Zaměření objektů

Provádí se při doplnění dokumentace skutečného provedení nebo zhotovení dokumentace stávajícího stavu objektu

- skenování konstrukce,
- metoda pravoúhlých souřadnic,
- metoda polární,
- metoda prostorového protínání vpřed,
- nivelace.

Sledování přetvoření objektů

Měření vodorovných či svislých deformací a posunů částí konstrukcí v závislosti na jejich teplotě a stáří. Deformace a posuny stavebních objektů se provádí podle ČSN 730405.

Měření mohou být krátkodobá, jako například při zatěžovacích zkouškách a nebo dlouhodobá při dlouhodobém sledování objektů.

Měření svislých posunů

Pro měření svislých posunů a deformací lze použít metody:

TP 72 – Diagnostický průzkum mostů pozemních komunikací

- geometrické nivelace,
- trigonometrické nivelace,
- hydrostatické nivelace,
- fotogrametrie.

Měření náklonu konstrukcí

Pro měření náklonu konstrukcí se používají kyvadla, olovnice, dále je prováděno měření pomocí:

- optického provažování,
- teodolitu,
- elektronické libely.

Měření vodorovných posunů

Pro měření vodorovných posunů jsou nejčastěji používány:

- metoda záměrné přímky a laserové záměrné přímky,
- trigonometrická metoda,
- fotogrametrická metoda,
- přesný polygonový pořad

5. DYNAMOMETRICKÉ METODY

Dynamometrickými metodami se měří síly v konstrukci a poměrné deformace konstrukce. Pro informaci je uveden pouze stručný přehled používaných metod.

Tenzometrie elektrická

Odporové foliové tenzometry,
Indukční tenzometry,
Polovodičové tenzometry,
Strunové vibrační tenzometry.

Tenzometrie mechanická

Mechanické příložné deformetry,
Optické a mechanicko-optické tenzometry,

6. METODY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU

(inženýrsko-geologického, geofyzikálního a pod., podrobnosti viz. TP 76)

Rekognoskace objektu

Rekognoskací rozumíme prohlídku místa stavby, vyhodnocení údajů předchozích geologických průzkumů získaných z archivu Geofondu a vyhodnocení zkušeností získaných při zakládání sousedních staveb.

Kopané sondy

Kopané sondy jsou vhodnou metodou předběžného geotechnického průzkumu při které je zjišťována hloubka základové spáry a stav základového zdiva, při kterém je možné odebrat vzorky základové půdy pro další laboratorní zkoušky. Nevýhodou je pracnost a možnost dosáhnout jen malé hloubky.

Penetrace

Dynamická a přesnější statická penetrace spočívá v zatlačování trnu do základové půdy za přesně stanovených podmínek. Vyhodnocením odporu proti vnikání se získají přesné informace o parametrech základové půdy a je možno ji podle zjištěné kvality zatřídit do jednotlivých vrstev. Penetraci je možné provádět v těsné blízkosti základů objektu.

Vrty

Vrty je možno provést buď v těsné blízkosti základů nebo přímo přes základy až do podloží. Z vrtů se odebírají vzorky materiálů a podložních hornin pro stanovení geologických vrstev a pro další laboratorní zkoušky.

Videoskop (televizní sonda)

Televizní sonda umožňuje přímou optickou kontrolu stavu materiálů ve vrtu a to jak technického stavu hornin, tak i základů a podpěr mostního objektu přes něž eventuálně ověřovací vrt probíhá.

Seismická měření

Seismickým měřením se vhodně doplňují údaje získané z podrobného geotechnického průzkumu pomocí vrtaných a kopaných sond. Slouží k posouzení širších imženýrsko-geologických poměrů pod základy mostního objektu.

Existence bludných proudů

Základem měření je stanovení stejnosměrného proudového pole v zemi a určení existence bludných proudů a jejich vliv na vlastní mostní objekt. Podrobně viz. TP 124.

Laboratorní zkoušky vzorků

Laboratorní zkoušky slouží ke stanovení fyzikálně - mechanických vlastností podložních zemin a hornin skalního podkladu. Provádí se na vzorcích odebraných z kopaných nebo vrtaných sond.

7. Základní rozdělení metod podle použitého materiálu

7.1. Zdivo

U zděných konstrukcí se zjišťují při diagnostickém průzkumu tyto základní údaje:

Zatřídění zdícího materiálu včetně jeho pevnosti

- odborným odhadem druhu použitého zdícího materiálu
- zatěžováním zkušebních tělísek odebraných z konstrukce
- nedestruktivně zpravidla Schmidovým tvrdoměrem
- přímým měřením na konstrukci

Zjištění tloušťky zdiva

- přímým měřením na konstrukci
- provedením jádrových vývrtů
- radarem

Zjištění pevnosti malty

- přímým odhadem
- vtlačováním ocelové tyčky (vhodné pro malty nižších značek)
- použitím ruční příklepové vrtačky (TZUS)
- podle obsahu cementu a vápna na základě chem. rozboru

U tvrdoměrných metod a příklep. vrtačky je nutné předem zpracovat základní kalibrační vztahy pro zatřídění zjištěných hodnot.

Mrazuvzdornost zdícího materiálu

- laboratorní zkoušky na vzorcích odebraných přímo z konstrukce

7.2. Beton

Zjištění pevnosti betonu v tlaku a jeho zatřídění

- na vývrtech odebraných přímo z konstrukce
- tvrdoměrnými metodami upřesněnými zkouškami na vývrtech (samotné tvrdoměrné měření dávají pevnosti s nezaručenou přesností)
- metodami místního porušení

Zjištění modulu pružnosti betonu

- na vývrtech odebraných z konstrukce
- ultrazvukovou impulzovou metodou
- metodou fázových rychlostí
- odvozením od získaných pevností betonu

Měření stejnoměrnosti betonu

- tvrdoměrnými metodami
- ultrazvukovou impulzovou metodou
- radiometricky

Objemová hmotnost betonu

- na vzorcích odebraných z konstrukce
- radiometricky
- ultrazvukovou impulzovou metodou, v závislosti na hutnosti betonu

Provozně-funkční vlastnosti betonu

- pevnost v tahu povrchové vrstvy betonu (např. jako podkladu pod izolaci mostních vozovek viz. ČSN 73 6242),
- mrazuvzdornost, měří se na vzorcích odebraných z konstrukce
- vodotěsnost, přímé měření na povrchu konstrukce
- stanovení vlhkosti betonu (pomocí vlhkoměrů nebo radiometricky)
- hodnocení textury a vnitřní skladby betonu (petrografická zkouška na odebraných vývrtech z konstrukce)

Chemické rozbor

- stanovení obsahu cementu
- zjišťování hloubky karbonatace, měření PH
- stanovení obsahu chloridů
- stanovení obsahu síranů

7.3. Výztuž železobetonových konstrukcí

Určení množství, polohy, profilu a tl. krycí vrstvy výztuže

- přímým měřením (destruktivně)
- magnetickou metodou
- prozařováním

Koroze výztuže

- přímým měřením (destruktivně),
- poločlánkovou metodou, měření korozních potenciálů
- měření korozní rychlosti

Určení meze kluzu

- odborným odhadem v závislosti na roku stavby zkoušené konstrukce
- trhací zkoušky na vzorcích odebraných přímo z konstrukce

7.4. Předpínací výztuž

Určení množství, polohy, profilu a tl. krycí vrstvy

Platí totéž jako pro 7.3

Koroze výztuže

Platí totéž jako pro 7.3

Určení meze kluzu

- trhací zkoušky na vzorcích odebraných z konstrukce

Zainjektování kabelových kanálků

- destruktivně, obnažení jednotlivých kabelů a vizuální kontrola pomocí průmyslového endoskopu
- prozařováním

Měření napětí předpínací výztuže

- magnetoelastický snímač (TSÚS Bratislava)
- metoda průhybová
- destruktivně pomocí tenzometrů

7.5. Ocel

Podrobnosti viz. TKP 19

Určení meze kluzu

- destruktivně na vzorcích odebraných z konstrukce

Zkoušky tvrdosti

- tvrdoměry
- vrypem

Vrubová houževnatost

- destruktivně na vzorcích odebraných z konstrukce

Svařitelnost

- na vzorcích odebraných z konstrukce

Chemické složení

- na vzorcích odebraných z konstrukce

Zjištění jakosti svaru

- mechanicky poklepem
- prozařováním

TP 72 – Diagnostický průzkum mostů pozemních komunikací

- ultrazvukem

Zjištění tl. nátěru

- magnetické metody
- metodou vířivých proudů

Stanovení korozního opotřebení

- přímé oměření
- ultrazvukem
- prozařováním

Zjišťování povrchových vad

- vizuálně
- magnetická metoda
- kapilární metoda
- ultrazvuk
- prozařování



Název: TP 72 Diagnostický průzkum mostů PK

Vydal: Ministerstvo dopravy

Zpracoval: Pontex spol. s r.o. Bezová 1658 147 14 Praha 4 Braník

Počet stran: 20 + 16

Formát: A4

Tisk: Pontex s.r.o.