

# TVRDOMĚR NA BETON (SCHMIDT) – TYP N

## ZC3-A

určený k provádění  
nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu  
podle ČSN 73 13 73



## NÁVOD K POUŽITÍ

# **OBSAH**

- 1. Obecné informace**
  - 1.1 Použití**
  - 1.2 Princip činnosti**
  - 1.3 Popis přístroje**
  - 1.4 Technické parametry**
- 2. Ovládání přístroje a provádění zkoušek**
  - 2.1 Ovládání přístroje**
  - 2.2 Provádění zkoušek**
    - 2.2.1 Příprava k provedení zkoušky**
    - 2.2.2 Zásady pro provedení zkoušky odrazové pružnosti**
- 3. Zpracování výsledků zkoušek**
- 4. Údržba přístroje**

## 1. OBECNÉ INFORMACE

Použitým způsobem měření patří toto kladívko mezi tzv. „tvrdoměrné“ metody, když se požadovaná veličina zjišťuje nepřímou prostřednictvím měření velikosti pružné reakce od provedení úderu. Vnitřní rázový člen přístroje – „kladivo“ - narazí definovanou energií na povrch betonu a odrazí se zpět. Velikost odrazu je závislá na tvrdosti betonu. Pomocí přepočtového diagramu sestávajícího ze tří křivek, které odpovídají třem základním směrům rázu, tj. nahoru, dolů, nebo vodorovně – se určuje pevnost v tlaku v N/mm<sup>2</sup>. Pro stanovení optimálního průběhu těchto křivek bylo v různých laboratořích a zkušebních ústavech proměřeno na 20.000 betonových kostek. Takto stanovené křivky mají dnes v minimálně šedesáti zemích světa závaznou platnost pro beton zhotovený z portlandského cementu a s obvyklými příměsemi. Protože se při těchto zkouškách beton vůbec neporuší, nebo se poruší jen tak málo, že tím není narušena funkce zkušebního tělesa, dílce nebo konstrukce, patří tato zkouška mezi tzv. „nedestruktivní“ metody zkoušení betonu.

Srovnání s jinými metodami:

Výsledkem měření Schmidtovým kladívkem je tzv. „pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností (Rbe)“. Tuto pevnost je možno porovnat s tzv. „krychelnou pevností betonu“, zjišťovanou laboratorně stlačováním zkušebních krychlí, které byly zhotoveny současně s výrobou příslušné betonové konstrukce. Tato metoda vypovídá však spíše o kvalitě použité betonové směsi, než o kvalitě betonové konstrukce z ní vyrobené. Odlišné zhutnění, jiné podmínky tvrdnutí, nedostatečné množství zkušebních vzorků a konečně též neúmyslné, či záměrné rozdíly ve složení mohou výsledek této zkoušky zkreslit. Další metodou zkoušení kvality betonu jsou ultrazvuková měření. Zatímco při měření Schmidtovým kladívkem se jedná o povrchové měření na konkrétním místě, ultrazvukovým přístrojem lze měřit čas, který potřebuje ultrazvukový signál k průchodu celou vrstvou betonu a tím posuzovat kvalitu betonového prvku v celém průřezu. Je sice vypracovaná kombinovaná metoda složená z měření Schmidtovým kladívkem a ultrazvukovým přístrojem, která dává přesnější výsledky, avšak u podlah je nevýhodou, že lze ultrazvukem provádět pouze tzv. nepřímé měření (tj. na ploše), čímž je potlačen vlastní efekt kombinované metody. V původní ČSN 73 1373 jsou uvedeny ještě další tvrdoměrné metody (např. Waitzmannovo kladívko, kuličkový a špičákový tvrdoměr), avšak tyto se již v praxi zpravidla nepoužívají. Tvrdoměrné kladívko SCHMIDT bylo původně podle zákona č.505/1990 Sb. o metrologii vedeno jako stanovené měřidlo s předepsanou lhůtou metrologického ověřování 1 rok. V současné době je již ze stanovených měřidel vyjmuto. Toto měřidlo se nyní kalibruje, uživatel si stanovuje kalibrační lhůty sám. Podle doporučení výrobců i dlouholetých zkušeností akreditovaných kalibračních laboratoří je vhodné dodržovat jednoleté kalibrační lhůty.

## **1.1 POUŽITÍ PŘÍSTROJE**

Kladívko ZC3-A se používá ve stavebnictví a stavebním průmyslu ke zjišťování hodnot pevnosti betonu. Je určeno k provádění nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu u skončených staveb, ale i v jejich průběhu.

Přístroj je jednoduché konstrukce, umožňuje snadné seřízení, nevyžaduje náročnou údržbu ani opravy a řadí se tak mezi velmi praktické a účinné nedestruktivní zkušební přístroje. Kinetická energie nárazu činí 2.207 J ( 0,225kgfm ). Kladívko se běžně používá k testování pevnosti různých betonových prvků (desek, nosníků, sloupů) při výstavbě budov a konstrukcí mostů.

## **1.2 PRINCIP ČINNOSTI**

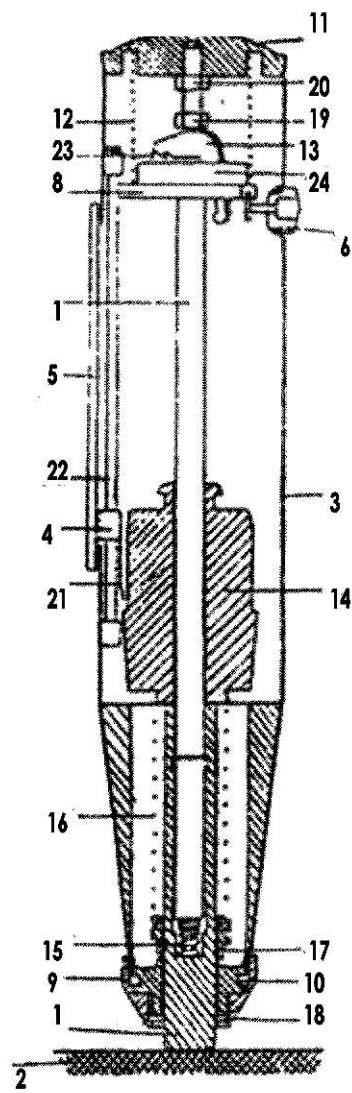
Podstatou zjišťování pevnosti betonu je využití pružné síly, do níž se transformuje náraz kladívka na povrch betonového prvku. Kinetická energie způsobí, že část této energie je do betonového povrchu absorbována ( to se projeví buď deformací podkladu ) nebo je zbytek energie podkladem pohlcen.

Zbytek energie, která odpovídá pevnosti betonu, se přenesení zpět do nárazového beranu v přístroji. Vychýlení nárazového beranu je měřitelné, ze zjištěné hodnoty odrazové pružnosti se odvozuje výsledná pevnost betonu.

## **1.3 POPIS PŘÍSTROJE**

Konstrukce kladívka je obdobná jako u přístroje Schmidt typu N, obdobný je proto způsob provedení zkoušky a vyhodnocení výsledků. Konstrukci tvoří systém

úderné mechaniky, systém indikace měřených hodnot a komponenty krytu přístroje. Uspořádání prvků konstrukce je patrné z následujícího obrázku:



Obr. 1

1. Úderník
2. Testovaný povrch
3. Kryt, pouzdro přístroje
4. Posuvný ukazatel odrazu
5. Dělená stupnice
6. Spouštěcí tlačítko
7. Centrální vodící tyč
8. Základnová deska
9. Kryt plstěné prachovky
10. Zajišťovací spona
11. Zadní víko pouzdra
12. Přítlačná pružina pro nové nastavení
13. Háček pro uchycení beranu
14. Beran
15. Pružina zpětného nárazu
16. Tlaková pružina úderníku
17. Lůžko tlakové pružiny
18. Plstěná prachovka
19. Vypínací šroub
20. Zajišťovací matice
21. Lůžko ukazatele odrazu
22. Trn ukazatele odrazu
23. Pružina háčku
24. Spojka háčku

## 1.5 TECHNICKÉ PARAMETRY

Základní technické parametry přístroje jsou následující:

1. Jmenovitá kinetická energie: 2.207 J ( 0.225 kgfm )
2. Velikost: průměr 55 mm, délka 280 mm
3. Váha: 1kg
4. Tloušťka zkušebního materiálu: méně než 70 cm

Použití přístroje upravují následující normy:

ČSN 730038 Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí po přestavbách  
ČSN 731370 Nedestruktivní zkoušení betonu  
ČSN 731373 Tvrdoměrné metody zkoušení betonu

## **2. OVLÁDÁNÍ PŘÍSTROJE A PROVÁDĚNÍ ZKOUŠEK**

### **2.1 OVLÁDÁNÍ PŘÍSTROJE**

Správné používání přístroje zvyšuje účinnost práce i přesnost prováděných zkoušek. Obsluha přístroje je povinná provádět práce s přístrojem v souladu s návodem a předepsanými postupy. Po celou dobu práce s přístrojem je nutno věnovat vysokou pozornost správnému držení přístroje. Přístroj je nutno držet jednou rukou v jeho střední části, touto rukou současně udržujeme přístroj ve svislé poloze po celou dobu práce. Druhá ruka drží a přitlačuje zadní víko přístroje a současně též pomáhá držet přístroj ve svislém směru. Zásadním předpokladem správné práce s přístrojem je, aby přístroj byl udržován stále ve svislé poloze, kolmo k testovanému povrchu. Přístroj se nesmí kývat. Posup práce s přístrojem ZC3-A je následující.

**2.1.1** Přístroj postavte úderníkem na betonový povrch. Lehce přitlačte přístroj za zadní víko pouzdra směrem k betonu. Přístroj se tím odaretuje. Aretační tlačítko se uvolní. Oddalte přístroj rychlejším pohybem od povrchu betonu, úderník se postupně vysune z pouzdra až do krajní polohy. Současně se přístroj uvnitř automaticky nastaví pro provedení zkoušky. Při této činnosti pracujte oběma rukama, jak je popsáno výše.

**2.1.2** Postavte přístroj vysunutým úderníkem na místo, které chcete testovat a držte přístroj kolmo k testovanému povrchu. Jednou rukou uchopte přístroj zhruba uprostřed, druhou rukou pomalu a stejnoměrně tlačte přístroj za zadní víko směrem dolů. V této fázi se tlaková pružina úderníku napíná, úderník se zasouvá dovnitř přístroje a vytváří se tak energie pro nový úder. V určitém okamžiku, kdy pružina je natažena asi o 75mm, beran získá předepsanou energii 2.207 J a dochází k úderu. V tomto okamžiku je nutno dbát zvýšené opatrnosti a dodržet kolmou pozici přístroje vzhledem k podložce, přičemž přístroj se nesmí kývat.

**2.1.3** K úderu dojde v daném okamžiku působením tlaku na zadní víko přístroje. Kinetická energie se prostřednictvím úderníku přeneše na betonový povrch. Zcela zásadní je udržení pevné a kolmé polohy osy přístroje vzhledem k povrchu.

**2.1.4** Úderem dochází k posunu ukazatele odrazu na určitou hodnotu ( N), tuto hodnotu je nutno na stupnici odečíst. V případě, že pracujete ve špatně osvětleném prostředí nebo na stupnici není dobře vidět, je možno hodnotu zaaretovat. Stiskněte spouštěcí tlačítko, podržte a vzdalujte přístroj od plochy. Tím zůstane tlačítko stlačené, naměřená hodnota aretována a je možno ji na světle odečíst a zapsat. Aretace se zruší opětovným provedením prvního kroku před měřením.

- 2.1.5 Pokud přístroj nearetujeme, uvolněním tlaku na přístroj a jeho oddálením od povrchu betonu se údaj na stupnici nuluje a uvnitř přístroje se mechanismus znovu nastavuje na provedení zkoušky.
- 2.1.6 Aretační tlačítko nesmí být zasunuto ani zasunováno při provádění zkoušky, t.j. při přitlačování přístroje k betonu. Mohlo by dojít k mechanickému poškození přístroje.
- 2.2 PROVÁDĚNÍ ZKOUŠEK, NEJČASTĚJŠÍ CHYBY

Obsluha, která je pověřena prováděním zkoušek, musí být dokonale seznámena s ovládáním přístroje. Toto je předpokladem pro bezchybné provedení zkoušky metodou odrazové pružnosti.

*Použití Schmidtova kladívka pro měření jiných materiálů, než pro které jsou sestaveny kalibrační vztahy.*

Schmidtovo kladívko je určeno pouze k měření obyčejného hutného betonu, který je zhotoven z běžně používaného kameniva s objemovou hmotností zrn větší než 2500 kg/m<sup>3</sup> a z portlandského cementu. Z tohoto důvodu je nevhodné použití této metody například pro měření pevnosti v tlaku betonových podlah s finální úpravou, např. minerálními vsypy, nebo jinak povrchově upravenými.

*Nedostatečná, nebo dokonce žádná příprava povrchu zkušebního místa.*

Zvláště u betonů se silnou vrstvou vyplaveného cementového mléka je tak měření zcela znehodnoceno. To se týká i betonových podlah zasypaných začerstva cementem a zahlazených, tzv. „gletovaných“ podlah. Tento způsob úpravy povrchu se dříve používal pro zvýšení pevnosti jinak nekvalitních betonů s nízkou pevností. Pokud provedeme měření na této vrstvě, zjistíme vysoké pevnosti. V případě, že povrch obrousíme, zjistíme většinou velmi nízkou pevnost, neumožňující žádnou běžnou finální úpravu povrchu.

*Měření na štěrkovitém betonu s velkými zrny kameniva.*

Pokud provedeme zkušební měření na kamenivu, zaznamenáme vysokou hodnotu, která však neodpovídá pevnosti betonu. Ve spojení s nízkým počtem měření dojde ke značnému zkreslení výsledků.

*Měření na extrémně tenkých plovoucích potěrech.*

Pokud se měření provádí na potěru, jehož tloušťka se pohybuje kolem 2-4 cm, který zároveň není pevně spojen s podkladem („dutá místa“), nelze tuto metodu použít. Tenká vrstva potěru pod úderem razníku Schmidtova kladívka pruží a

zjištěná hodnota následně neodpovídá skutečnosti. Takováto měření doprovází charakteristický „dutý“ zvuk a na ukazateli se obvykle neukáže žádná hodnota, příp. velice nízká.

*Nevyčištěný, neseřízený přístroj.*

Vzhledem k podmínkám, v jakých se kladívko používá, zejména vysoké prašnosti na stavbách, je nutné ho podle četnosti používání dávat čistit a seřizovat v autorizovaném servisu. Nedoporučuje se provádět demontáž a čištění vlastními silami, neboť po sestavení není možnost správného seřízení a kontroly měřených hodnot na stanovené metrologicky navázané kovadlině. V žádném případě se nesmí při údržbě přístroje používat oleje, nebo tuky – jejich použití má za následek spolu s prachem z provozu vznik brusné pasty, následné zkreslování naměřených hodnot až zadření. Nedílnou součástí postupu před každou kalibrací prováděnou akreditovanou kalibrační laboratoří je kompletní repase přístroje a případná výměna opotřebovaných či porušených dílů za originální nové.

*Nekvalifikovaná obsluha.*

Také kvalifikace pracovníka provádějícího zkoušku je velmi důležitá. Ten musí umět posoudit, zda na stanoveném místě lze provést po řádné úpravě povrchu plnohodnotné měření, musí s citem dodržovat vždy kolmý směr tvrdoměru k povrchu měřeného místa a pevné přitlačení k povrchu, aby nedošlo k odskočení celého přístroje, apod. Kromě jiného jsou nutné i znalosti metrologie pro správné

zpracování a vyhodnocení výsledků .

## **2.2.1 PŘÍPRAVA K PROVEDENÍ ZKOUŠKY**

### **1. Výběr zkušebního místa**

Zkušební místo je takové místo na povrchu betonu, kde určitým postupem měření a vyhodnocení získáme jeden údaj pevnosti betonu. Zkušební místo je nutno vybrat tak, aby bylo typické pro zkoušený betonový podklad. Orientačně počet zkušebních míst určuje ČSN 732011.

2. Na jednom zkušebním místě se provádí takový počet měření odrazů ( obvykle 10 odrazů), aby po vyloučení neplatných měření zůstalo aspoň 5 platných měření. Měření by se mělo provádět zcela mimo kovové výztuhy a ocelové prvky.
3. Vzdálenost dvou sousedních zkušebních míst by neměla být větší než 2 metry
4. Zkušební místo má mít plochu cca 100cm<sup>2</sup>.

5. Testovací body mají být rovnoměrně rozloženy uvnitř zkušebního místa. Vzdálenost dvou sousedních zkušebních bodů by neměla být menší než 3cm, vzdálenost mezi testovacím bodem a hranou, případně ocelovým prvkem nebo výztuhou nemá být menší než 5cm.

### **2.2.2 ZÁSADY PROVÁDĚNÍ ZKOUŠEK**

1. Vzhledem k předepsaným parametrům přístroje proveďte jeho otestování a přesvědčte se, že přístroj předepsaných parametrů skutečně dosahuje. ( kalibrace přístroje ).
2. Zvolte a připravte zkušební místa, zkušební povrchy a zkušební body. Místa očistěte od omítky, nátěru, případně obruste.
3. Zkoušku není dovoleno provádět v místech nedostatečného zhutnění betonu, v místech vysoké pórovitosti a ve všech případech, kdy tloušťka betonu je menší než 10cm.
4. Pokud byl povrch před provedením zkoušky zvlhčen, je nutno provést zkoušku až po vysušení povrchu.
5. Rovněž betony s celkově vysokou vlhkostí by neměly být podrobeny zkoušce dříve než budou vysušeny.
6. Hodnotu naměřené odrazové pružnosti odečtete a zaznamenejte.
7. Každý zkušební bod může být testován pouze jednou. Opakování zkoušky ve stejném bodě není povoleno.
8. Na každém zkušebním místě se provádí obvykle 10 měření odrazů tak, aby po vyloučení neplatných měření zůstalo alespoň 5 platných měření.
9. V případě měření na nevodorovném povrchu musí být zjištěn úhel mezi osou přístroje a vodorovnou.
10. Pokud teplota klesne pod 5°C nebo je vyšší než 35°C, není vhodné zkoušku odrazové pružnosti provádět.
11. Pokud poloměr zakřivení zkušebního místa je menší než 23cm, není vhodné zkoušku odrazové pružnosti provádět.

### **3. ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK**

- 3.1 Norma ČSN 731373 předurčuje způsob vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku. Vyhodnocení je možno provést v níže uvedené tabulce.

|                              |                           |                       |   |   |   |          |   |                       |         |   |    |  |
|------------------------------|---------------------------|-----------------------|---|---|---|----------|---|-----------------------|---------|---|----|--|
| zkušební místo               |                           |                       |   |   |   | Přístroj |   |                       |         |   |    |  |
| Poloha přístroje při zkoušce |                           |                       |   |   |   |          |   |                       |         |   |    |  |
| Úder číslo                   |                           | 1                     | 2 | 3 | 4 | 5        | 6 | 7                     | 8       | 9 | 10 |  |
| Odraz "a"                    |                           |                       |   |   |   |          |   |                       |         |   |    |  |
| Pevnost<br>(MPa)             | R <sub>be</sub>           |                       |   |   |   |          |   |                       |         |   |    |  |
|                              | průměr R <sub>be</sub>    |                       |   |   |   |          |   |                       |         |   |    |  |
|                              | meze                      | 0,8 R <sub>be</sub> = |   |   |   |          |   | 1,2 R <sub>be</sub> = |         |   |    |  |
|                              | koeficienty: stáří betonu |                       |   |   |   |          |   |                       | vlhkost |   |    |  |
|                              | R <sub>be</sub>           |                       |   |   |   |          |   |                       |         |   |    |  |

Do tabulky vepište hodnoty odrazu (  $a$  ), těmto hodnotám odpovídá hodnota pevnosti betonu  $R_{be}$  na základě kalibračního vztahu. Činnost přístroje je při práci ovlivněna gravitací, v důsledku toho platí jiné kalibrační vztahy pro zkoušky prováděné na podlaže, stěnách a stropu. Obecné kalibrační vztahy jsou uvedeny v ČSN 731373 v tabulce 2 a odpovídajícím grafu. Měření může být ovlivněno například větším kamenem nebo dutinou v bodě měření odrazu, norma

proto vyžaduje test platnosti vtisků, kterým se vyloučí měření, u kterých se hodnota pevnosti betonu  $R_{be}$  liší od společného průměru o více než 20%. Z hodnot pevnosti se vypočte průměr, z něho 80% a 120%. Na základě toho vyhodnotíme platnost naměřených hodnot, neplatné hodnoty se vyloučí. Po vyloučení neplatných hodnot musí zbývat alespoň 5 platných hodnot – z nich se vypočte nový průměr. Je-li stáří betonu větší než 56 dnů nebo pokud je beton suchý, případně nasycený vodou, je nutno vynásobit nový průměr koeficienty dle ČSN 731373, čl. 35 a 36. Výsledek na jednom zkušebním místě se uvádí na celé jednotky MPa a je to hodnota pevnosti betonu s nezaručenou přesností.

3.2 V případě, že chceme znát upřesněné hodnoty pevnosti betonu, je nutno použít specifický kalibrační vztah, daný pro konkrétní testovaný beton. Rovněž je možno použít obecný kalibrační vztah dle ČSN 731373, ten je nutno upřesnit koeficientem, získaným na základě testů zkušebních vrtů, získaných z konstrukce.

3.3 Odpovídající třídu betonu dané konstrukce nebo její části je možno stanovit po vyhodnocení zaručené pevnosti betonu  $R_{bg}$ . Z hodnot pevnosti betonu stanovených na jednotlivých zkušebních místech je nutno vypočítat statistické charakteristiky – aritmetický průměr a směrodatnou odchylku. Na základě počtu zkušebních míst se vypočte zaručená pevnost dle ČSN 732011, čl. 4.2.7.1 anebo dle ČSN 730038, čl. 3.1.12.

#### 4. ÚDRŽBA PŘÍSTROJE

4.1 Po použití uložte přístroj do pouzdra a chraňte jej před vnikáním prachu. Zaprášení systému přístroje může způsobit změnu parametrů a tak přivodit velké chyby do konečných hodnot pevnosti betonu

4.2 Nerozebírejte přístroj. K tomu je oprávněn pouze autorizovaný servis.

4.3 Je doporučena pravidelná údržba. Po použití očistěte a otřete přístroj.

- 4.4 Přístroj by neměl být zkoušen na povrchu vyšší tvrdosti, než je tvrdost betonu
- 4.5 Dojde-li k náhodnému úplnému vysunutí úderníku z osy přístroje, je nutno zkontrolovat, zda nedošlo ke ztrátě pružinky zpětného rázu a k deformaci plstěné prachovky.
- 4.6 Minimálně 1x za rok, nejpozději však po 2000 úderech, je nutno provést metrologické ověření přístroje na kalibrační kovadlině v odborném servisu.

**KSGP s.r.o.**

**Kalibrace, servis a prodej  
geodetických přístrojů a stavebních měřidel**

**Email: [ksgp@ksgp.cz](mailto:ksgp@ksgp.cz)**

**Telefon: +420 723 694 421**

**Prodejna a servis:**

**KSGP s.r.o.**

**Vídeňská 734/41**

**639 00 Brno**

