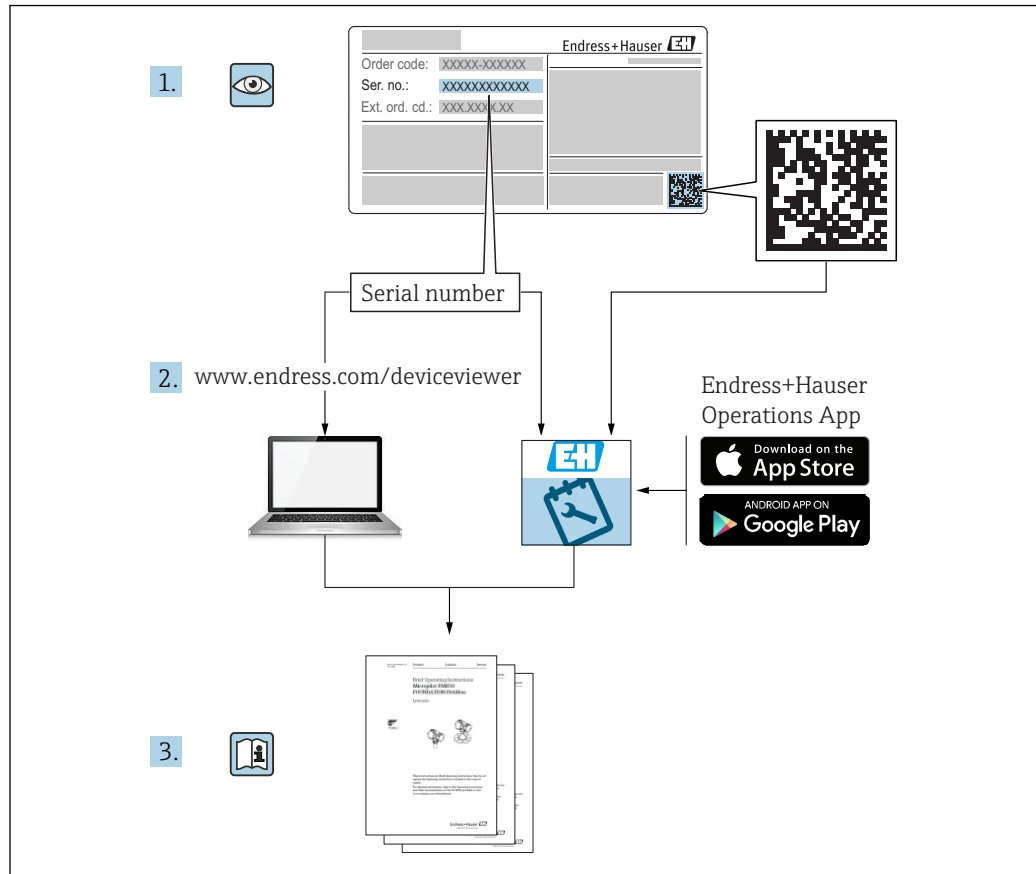


Pokyny k obsluze **Solitrend MMP20 (varianta D)**

Měření vlhkosti materiálu





Obsah

1	O tomto dokumentu	4	9	Postup měření čerstvého betonu	31
1.1	Funkce dokumentu	4	9.1	Postup	31
1.2	Používané symboly	4	9.2	Aktivní vlhkost, aktivní voda a absorpce vody	34
1.3	Termíny a zkratky	6	9.3	Množství vysušené vody jako referenční hodnota	35
1.4	Dokumentace	6	9.4	Měření čerstvého suchého betonu (tj. neklouzavý, tuhý beton) ve třídě konzistence F1	37
2	Základní bezpečnostní pokyny	7	9.5	Sondou SWZ se měří tři druhy vody	37
2.1	Požadavky pro personál	7	9.6	Vzduchové dutiny, skleněná vlákna a ocelová vlákna	37
2.2	Určený způsob použití	7			
2.3	Bezpečnost na pracovišti	7	10	Správa a archivace formulací	38
2.4	Bezpečnost provozu	7			
2.5	Bezpečnost výrobku	8	11	Sonda pro měření vlhkosti S1	39
3	Popis výrobku	9	11.1	Připojení sondy S1	39
3.1	Provedení	9	11.2	Měření	39
4	Vstupní přejímka a identifikace výrobku	10	11.3	Nastavení	40
4.1	Vstupní přejímka	10	11.4	Použití sondy S1	46
4.2	Identifikace výrobku	10			
4.3	Adresa výrobce	10	12	Technické údaje	52
4.4	Skladování, přeprava	10	12.1	Přenosný přístroj	52
5	Elektrické připojení	11	12.2	Sonda SWZ	52
5.1	Připojení sondy	11	12.3	Sonda S1	52
5.2	Nabíjení akumulátoru	11			
6	Možnosti provozu přístroje	12			
6.1	Ovládací prvky	12			
6.2	Popis funkcí tlačítek	12			
6.3	Popis ikon na displeji	13			
6.4	Význam zobrazeného textu	14			
7	Uvedení do provozu	15			
7.1	Kontrola obsahu balení	15			
7.2	Nabíjení akumulátoru	15			
7.3	Připojení sondy	15			
7.4	Zapnutí a vypnutí přenosného přístroje	15			
7.5	Nastavení a měření	15			
7.6	Základní parametr G-Set	17			
7.7	Nastavení nebo změna tří parametrů složení betonu	17			
7.8	EC-T: parametr pro analýzu cementu	20			
7.9	Obecné nastavení	21			
8	Sonda SWZ	24			
8.1	Úvod	24			
8.2	Měření objemu	24			
8.3	Postup měření	25			
8.4	Možné problémy v laboratoři a v betonárně ..	28			

1 O tomto dokumentu

1.1 Funkce dokumentu

Tento návod k obsluze poskytuje veškeré informace, které jsou potřebné v různých fázích životního cyklu zařízení, včetně těchto:

- Identifikace výrobku
- Vstupní přejímka
- Skladování
- Instalace
- Připojení
- Ovládání
- Uvedení do provozu
- Vyhledávání a odstraňování závad
- Údržba
- Likvidace

1.2 Používané symboly

1.2.1 Bezpečnostní symboly



NEBEZPEČÍ

Tento symbol upozorňuje na nebezpečnou situaci. Pokud se této situaci nevyhnete, bude to mít za následek vážné nebo smrtelné zranění.



VAROVÁNÍ

Tento symbol upozorňuje na nebezpečnou situaci. Pokud se této situaci nevyhnete, může to mít za následek vážné nebo smrtelné zranění.



UPOZORNĚNÍ

Tento symbol upozorňuje na nebezpečnou situaci. Pokud se této situaci nevyhnete, bude to mít za následek menší nebo střední zranění.



OZNÁMENÍ

Tento symbol obsahuje informace o postupech a dalších skutečnostech, které nevedou ke zranění osob.

1.2.2 Symboly pro určité typy informací a grafiky



Povolené

Postupy, procesy a kroky, které jsou povolené



Zakázané

Postupy, procesy a kroky, které jsou zakázané.



Tip

Označuje doplňující informace



Odkaz na obrázek



Poznámka nebo jednotlivý krok, které je třeba dodržovat

1., 2., 3.

Řada kroků



Výsledek určitého kroku

1, 2, 3, ...

Číslo položek

A, B, C, ...

Pohledy

1.3 Termíny a zkratky

BA

Typ dokumentu „Návod k obsluze“

TI

Typ dokumentu „Technické informace“

SD

Typ dokumentu „Zvláštní dokument“

TDR

Reflektometrie v časové doméně

HW

Verze hardwaru

FW

Verze firmwaru

1.4 Dokumentace

Na webu společnosti Endress+Hauser jsou v sekci Ke stažení k dispozici následující typy dokumentů: (www.endress.com/downloads):



Přehled rozsahu příslušné Technické dokumentace najdete v následujícím:

- *W@M Device Viewer* (www.endress.com/deviceviewer): Zadejte sériové číslo z výrobního štítku
- *Provozní aplikace Endress+Hauser*: Zadejte sériové číslo z výrobního štítku nebo naskenujte 2D maticový kód (QR kód) na výrobním štítku

1.4.1 Technické informace (TI)

Pomůcka pro plánování

Tento dokument obsahuje veškeré technické údaje o zařízení a poskytuje přehled příslušenství a dalších výrobků, které pro dané zařízení lze objednat.

2 Základní bezpečnostní pokyny

2.1 Požadavky pro personál

Pracovníci provádějící instalaci, uvádění do provozu, diagnostiku a údržbu musí splňovat následující:

- ▶ Vyškolení a kvalifikovaní odborníci musí mít pro tuto konkrétní funkci a úkol odpovídající vzdělání.
- ▶ Personál musí mít pověření vlastníka/provozovatele závodu.
- ▶ Být seznámen s národními předpisy.
- ▶ Před zahájením práce si zaměstnanci musí přečíst pokyny uvedené v návodu k použití, doplňkové dokumentaci i na certifikátech (podle aplikace) a porozumět jim.
- ▶ Zaměstnanci musí dodržovat pokyny a obecné zásady.

Pracovníci obsluhy musí splňovat následující podmínky:

- ▶ Zaměstnanci musí být vlastníkem/provozovatelem závodu poučení a oprávnění podle požadavků pro daný úkol.
- ▶ Zaměstnanci musí dodržovat pokyny v tomto návodu.

2.2 Určený způsob použití

Použití a média

Přístroj slouží jako mobilní terminál pro měření vlhkosti materiálu.

Lze připojit tyto sondy: SWZ, S1, S1C, S2

Nesprávné použití

Je možné připojit pouze sondy speciálně určené pro tento přístroj. Pokud použijete sondu, která není určena pro připojení k tomuto přístroji, může dojít k poškození přístroje, popřípadě sondy.

Výrobce neodpovídá za škody způsobené nesprávným nebo nepovoleným používáním.

2.3 Bezpečnost na pracovišti

Při práci na zařízení a s ním:

- ▶ Používejte předepsané osobní ochranné pomůcky podle federálních/národních předpisů.

2.4 Bezpečnost provozu

Nebezpečí zranění.

- ▶ Zařízení obsluhujte, pouze pokud je v řádném technickém a bezporuchovém stavu.
- ▶ Obsluha je zodpovědná za provoz zařízení bez rušení.

Změny na zařízení

Neoprávněné úpravy zařízení jsou nepřipustné a mohou vést k nepředvídatelnému nebezpečí.

- ▶ Pokud bude přesto nutné provést úpravy, vyžádejte si konzultace u výrobce.

Oprava

Pro zaručení provozní bezpečnosti a spolehlivosti,

- ▶ Opravy zařízení provádějte pouze, pokud budou výslovně povoleny.
- ▶ Dodržujte federální/národní předpisy týkající se oprav elektrických zařízení.
- ▶ Používejte pouze originální náhradní díly a příslušenství od výrobce.

Nebezpečí výbuchu

Pro vyloučení nebezpečí pro osoby nebo zařízení, když je zařízení používáno v nebezpečné oblasti (např. ochrana proti výbuchu, bezpečnost tlakových nádob):

- ▶ Na základě typového štítku zkontrolujte, zda je povoleno používání zařízení v nebezpečné oblasti.
- ▶ Dodržujte specifikace v samostatné doplňující dokumentaci, jež tvoří nedílnou součást těchto pokynů.

2.5 Bezpečnost výrobku

Tento přístroj byl konstruován v souladu s osvědčeným technickým postupem tak, aby splňoval nejnovější bezpečnostní požadavky. Byl otestován a odeslán z výrobního závodu ve stavu, ve kterém bezpečně funguje.

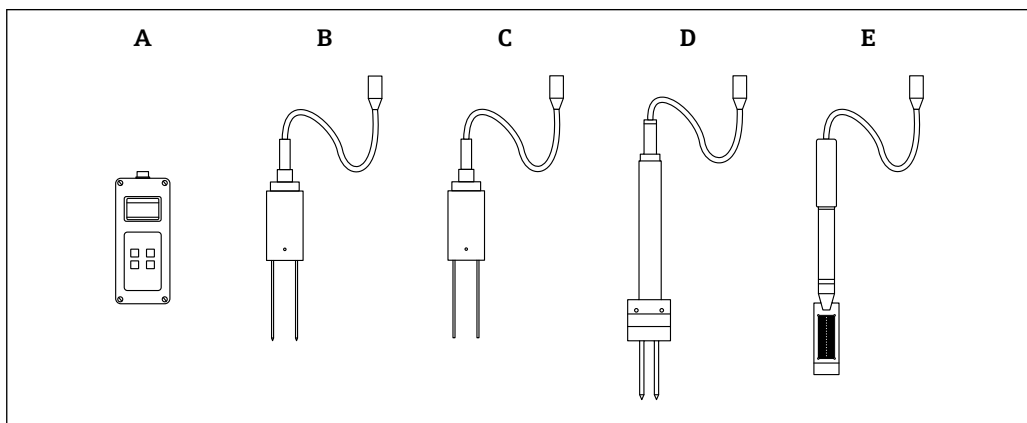
Splňuje všeobecné bezpečnostní normy a příslušné požadavky ze zákona. Vyhovuje všem nařízením ES, která jsou uvedena v ES prohlášení o shodě pro tento přístroj. Výrobce potvrzuje tuto skutečnost značkou CE, kterou je výrobek označen.

3 Popis výrobku

Přístroj se používá k stanovení vlhkosti materiálu s použitím metody reflektometrie v časové doméně (TDR).

Měřicí systém je vhodný pro mobilní použití (provoz na baterie) a sestává z přenosného přístroje a připojené sondy.

3.1 Provedení



A0041531

1

- A Přenosný přístroj
- B Dvoučlávková sonda S1
- C Dvoučlávková sonda S1C
- D Dvoučlávková sonda S2
- E Sonda SWZ

4 Vstupní přejímka a identifikace výrobku

4.1 Vstupní přejímka

Během vstupní přejímky zkontrolujte následující aspekty:

- ☐ Jsou objednáací kódy na dodacím listě a štítek na zařízení identické?
- ☐ Je zboží nepoškozeno?
- ☐ Souhlasí údaje na štítku s objednáacími informacemi na dodacím listu?
- ☐ Pokud je vyžadováno (viz typový štítek): Byly dodány bezpečnostní pokyny (XA)?

 Pokud některá z těchto uvedených podmínek není splněna, kontaktujte prodejní místo výrobce.

4.2 Identifikace výrobku

Pro ověření identifikace měřicího přístroje jsou k dispozici následující možnosti:

- Specifikace výrobních štítků
- Rozšířený objednáací kód s rozepsáním funkcí zařízení na dodacím listu
- ▶ Zadejte výrobní číslo z výrobních štítků do nástroje *W@M Device Viewer* (www.endress.com/deviceviewer).
 - ↳ Zobrazí se veškeré informace o měřicím zařízení a předmět a rozsah odpovídajícího dokumentu Technické informace.
- ▶ Zadejte výrobní číslo z výrobního štítku do aplikace *Endress+Hauser Operations App* nebo pomocí aplikace *Endress+Hauser Operations App* naskenujte 2-D maticový kód (QR Code) uvedený na výrobním štítku.
 - ↳ Zobrazí se veškeré informace o měřicím zařízení a předmět a rozsah odpovídajícího dokumentu Technické informace.

4.3 Adresa výrobce

Endress+Hauser SE+Co. KG
Hauptstraße 1
79689 Maulburg, Německo

4.4 Skladování, přeprava

4.4.1 Teplota skladování

-20 ... +80 °C (-4 ... +176 °F)

Použijte původní obal

4.4.2 Přeprava přístroje k místu měření

Přístroj dopravte na místo měření v původním obalu nebo pouzdře (příslušenství).

5 Elektrické připojení

5.1 Připojení sondy

Sonda, která bude použita, se připojuje k přenosnému přístroji zástrčkou se 7 kolíky.

Nesprávné použití

Je možné připojit pouze sondy speciálně určené pro tento přístroj. Pokud použijete sondu, která není určena pro připojení k tomuto přístroji, může dojít k poškození přístroje, popřípadě sondy.

Výrobce neodpovídá za škody způsobené nesprávným nebo nepovoleným používáním.

5.2 Nabíjení akumulátoru

Uvedené maximální provozní doby platí za ideálních podmínek. Okolní teplota a cyklus dobíjení mohou provozní doby výrazně zkrátit. Kromě toho, z technických důvodů, anebo pokud je jednotka skladována při velmi vysokých nebo nízkých teplotách, kapacita po nabití časem klesá.

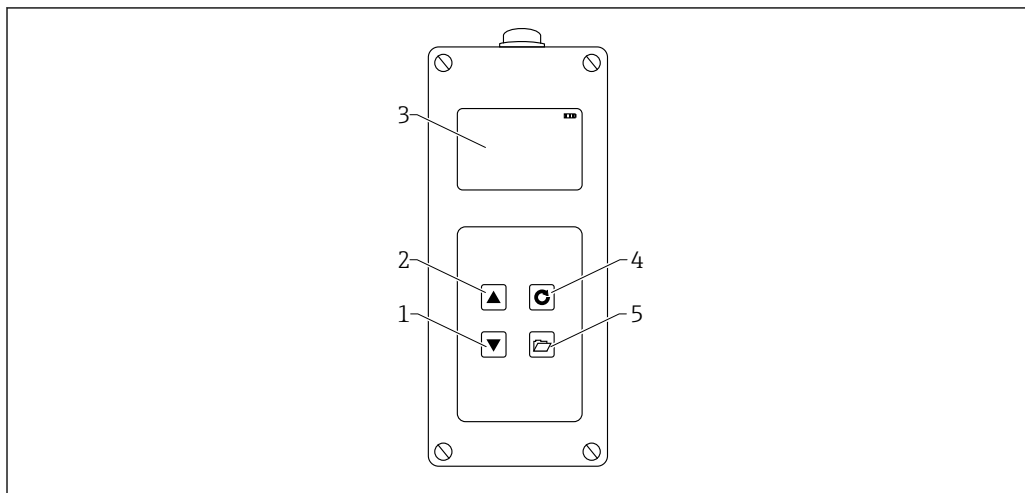
K dobíjení přístroje používejte pouze nabíječku, která je součástí dodávky. Jiné než specifikované nabíjecí napětí může přístroj poškodit. Pokud se přístroj během nabíjení zahřívá, jedná se o normální chování a není to nebezpečné. Pokud přístroj funguje jen krátce, nebo vůbec, i když je opakovaně dobíjen, je vestavěný akumulátor vadný a musí být vyměněn za nový.



Výměnu vestavěného dobíjecího akumulátoru nikdy neprovádějte sami. Pokud je akumulátor vadný, kontaktujte přímo výrobce.

6 Možnosti provozu přístroje

6.1 Ovládací prvky



A0040883

 2 Ovládací prvky

- 1 Navigační tlačítko „Dolů“
- 2 Navigační tlačítko „Nahoru“
- 3 Displej
- 4 Tlačítko Enter
- 5 Tlačítko Složka

6.2 Popis funkcí tlačítek

6.2.1 Tlačítko Enter



- **Vypínač Zapnout/Vypnout:** Stiskněte a přidržte po dobu 1 s.
- **Měřit:** Krátce stiskněte.
- **Vybrat/aktivovat položku nabídky:** Krátce stiskněte.
- **Uložit nastavení:** Krátce stiskněte.

6.2.2 Tlačítko Složka



- **Aktivovat nastavení přístroje:** Stiskněte a přidržte po dobu > 1 s.
- **Opustit nabídku „Nastavení“:** Krátce stiskněte.
- **Návrat zpět z položek nabídky:** Krátce stiskněte.

6.2.3 Navigační tlačítko „Nahoru“



Předchozí položka nabídky nebo nastavení: Krátce stiskněte.

6.2.4 Navigační tlačítko „Dolů“



- Následující položka nabídky nebo nastavení: Krátce stiskněte.
- Vymazat paměť hodnot (režim Průměr): Krátce stiskněte.

6.3 Popis ikon na displeji



 3 Zbývajících kapacita akumulátoru



 4 Měření aktivní



 5 Nastavení uloženo



 6 Jas osvětlení pozadí



 7 Čas do vypnutí (osvětlení/APO)



 8 Stisknutí tlačítka „Nahoru“



 9 Stisknutí tlačítka „Dolů“



- 10 *Výstraha: Hodnoty obsahu vody pod 100 l/m^3 se neberou v úvahu, nebo se platnost naměřené hodnoty zpochybňuje, pokud se hodnoty výrazněji liší.*

6.4 Význam zobrazeného textu

Hustota: hodnota hustoty surového betonu měřená u čerstvého betonu

Obsah vody: obsah vysušené vody v l/m^3

EC-T: elektrická vodivost na základě radarového signálu TDR, a tedy hodnocení cementu v betonové směsi

Výrobní č.: výrobní číslo sondy

HW: verze hardwaru

FW: verze firmwaru

7 Uvedení do provozu

7.1 Kontrola obsahu balení

- Přenosný přístroj
- Napájecí adaptér (12 V / 2 A)
- Nabíjecí adaptér
- Ochranné víčko
- Ručně
- Sonda SWZ

7.2 Nabíjení akumulátoru

Nabíjení baterie před prvním použitím sondy

1. Zasuňte nabíjecí adaptér do zásuvky se 7 kolíky na přenosném přístroji.
2. Připojte napájecí adaptér do nabíjecího adaptéru.
 - ↳ Nabíjení začne okamžitě, pokud je přístroj již zapnutý nebo je akumulátor vybitý.
3. Jinak přístroj zapněte stisknutím a přidržením tlačítka Enter  po dobu asi 1 s.
 - ↳ Symbol akumulátoru na displeji indikuje, že nabíjení je aktivní. Vestavěná nabíjecí elektronika nabíjí akumulátor až do úplného nabití. Nabíjení trvá asi 2 h, pokud akumulátor byl zcela vybitý. Jakmile se akumulátor nabíjí, na displeji se trvale zobrazí všechny 4 sloupcečky a bude zahájeno průběžné nabíjení.

 **Akumulátor nabíjejte výhradně při pokojové teplotě.** Pokud je teplota příliš nízká, odpojení na konci nabíjení nemusí zafungovat správně a akumulátor může být přeplněn. Pokud je okolní teplota příliš vysoká, může dojít k poškození přístroje teplem generovaným během nabíjení.

7.3 Připojení sondy

1. Zasuňte sondu do zásuvky se 7 kolíky, která se nachází na přístroji.
2. Utáhněte spojovací matici.

7.4 Zapnutí a vypnutí přenosného přístroje

1. Stiskněte a přidržte tlačítko Enter  po dobu přibližně 1 s.
 - ↳ Přístroj se během procesu napájení snaží komunikovat s připojenou sondou. Tato komunikace trvá přibližně 4 s. Pokud není připojena žádná sonda nebo ji systém nemůže najít z jiného důvodu, objeví se na obrazovce chybová zpráva. Pokud se systému přístroje podařilo úspěšně najít sondu, na obrazovce se objeví pozadí měření podle toho, jaký provozní režim je nastaven. Během procesu zapínání se ve spodní části displeje zobrazí zpráva „Probíhá kalibrace“. Přístroj se přizpůsobí sondě.
2. Nyní je přístroj připraven k použití.
3. Vypnutí přístroje
 - ↳ Stiskněte a přidržte tlačítko Enter  po dobu přibližně 1 s.

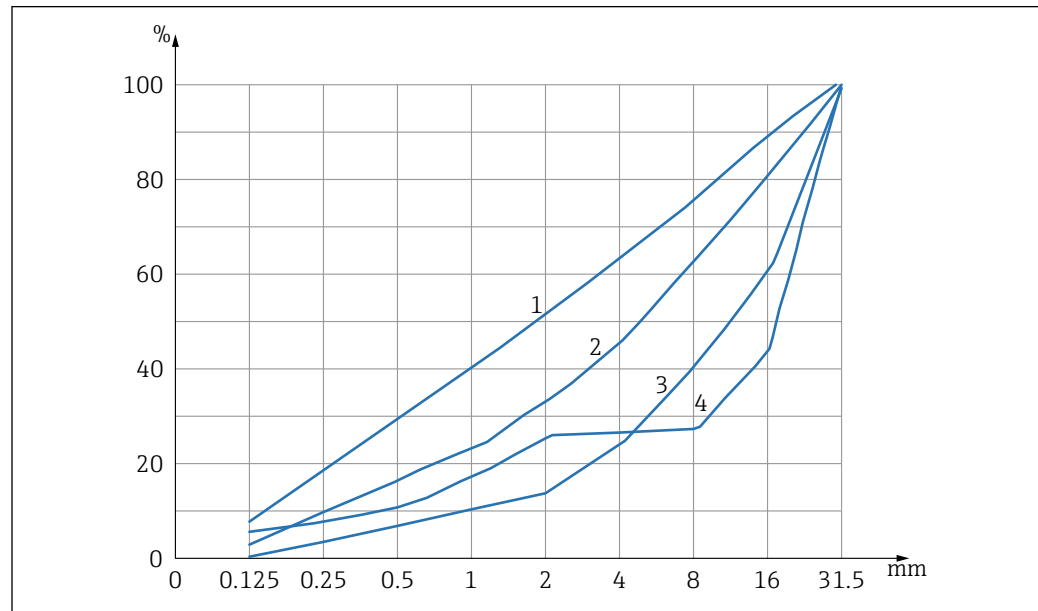
7.5 Nastavení a měření

Aby přístroj mohl zobrazit obsah vody jako hodnotu obsahu vysušené vody s požadovanou přesností $\pm 1 \dots 3 \text{ l/m}^3$, musí být systém předem nastaven na specifickou „charakteristiku

složení betonu“ a na použité kamenivo. Toto nastavení se provádí pomocí parametrů CHAR a G-Set.

7.5.1 Parametr CHAR pro charakteristiku složení betonu

Sonda SWZ zobrazuje závislost křivky zrnitosti na různém složení betonu na základě hodnot zjištěných pomocí radarového měřicího pole. Přenosný přístroj uživateli nabízí celkem 4 různá nastavení, která lze zadat jako parametr CHAR.



A0040877

11 4 druhy nastavení parametru CHAR

- 1 Jemný (křivka zrnitosti C)
- 2 Normální (křivka zrnitosti B)
- 3 Hrubý (křivka zrnitosti A)
- 4 Speciální (s přerušenou zrnitostí U)

Jemný (křivka zrnitosti C)

Sonda měří příliš málo vody, a proto je nutné obsah vody mírně zvýšit.

- Beton s vysokým obsahem malty, tj. s velmi velkým množstvím písku, zejména s vysokým obsahem jemných částic, s velkým množstvím cementu
- Standardní směsi, standardní přísady a perchloretylen (PCE)

Normální (křivka zrnitosti B)

Žádná nebo jen menší korekce

- Konstantní křivky zrnitosti s relativně dobrým rozložením
- Standardní směsi, standardní přísady a také PCE

Hrubý (křivka zrnitosti A)

Sonda měří příliš mnoho vody, a proto je nutné obsah vody mírně snížit

- Beton s vyššími hodnotami koeficientu „k“ a nízkým obsahem malty
- Beton s konstantními křivkami zrnitosti B s relativně dobrým rozložením, s jednou zvláštností: Nízký cílový obsah vody, který je menší než 160 l/m³, a větší množství superplastifikátorů (PCE), které zlepšují obecné charakteristiky toku/reologie.

Speciální (s přerušenou zrnitostí U)

Sonda měří příliš mnoho vody, a proto je nutné obsah vody mírně snížit

- Velmi málo nebo žádné kamenivo o velikosti 2/8 mm nebo 4/8 mm
- Standardní směsi, standardní přísady a také PCE

7.6 Základní parametr G-Set

Sonda měří jak obsah účinné volné vody v čerstvém betonu, tak i podíl aktivní vody nebo absorbované vody. I když existují druhy kameniva, které absorbují velmi málo aktivní vody, existují plniva, jako je pískovec nebo vápencová drť, která dovedou absorbovat 50 l aktivní vody. Aktivní ani absorbovaná voda není použita pro vazbu s cementem, a není tedy zahrnuta do poměru w/c.

7.6.1 Sondou SWZ se měří tři typy vody

Sonda v zásadě měří podíly vody jako při metodě měření obsahu vysušené vody.

Volná voda

Volná voda v betonové směsi, která vstupuje do výpočtu poměru w/c. Tato voda je skutečná hodnota, která se hledá, když se používá sonda.

Podíl aktivní vody

Voda, která je absorbována plnivem. Sonda dovede změřit jen procentní podíl (asi 1/3) této aktivní vody. Aktivní voda může odpovídat množství 10 ... 35 l/m³, záleží na typu kameniva. Tato (korekční) hodnota je vyjádřena v parametru G-Set (přibližně 2/3 aktivní vody), záleží na formulaci směsi a na druhu kameniva. Typická hodnota parametru G-Set je přibližně -10 l/m³, za předpokladu, že obsah aktivní vody je 15 l/m³. Tyto hodnoty -10 l/m³ se potom v přenosném přístroji při měření automaticky odečítají tak, aby údaj zobrazený na přenosném přístroji odpovídal obsahu účinné vody. Viz také kapitolu „Aktivní vlhkost, aktivní voda a absorbovaná voda“.

Přísady

Přísady, které se chovají jako voda, se také měří sondou SWZ. Toto je třeba vzít v úvahu.

Pro parametr G-Set je tedy nutné sondu nastavit (pouze jednou) na typ použitého kamene, což závisí na konkrétním složení. Aby bylo možné na přenosném přístroji zobrazit obsah účinné vody (nebo obsah vysušené vody), je nutné v hodnotě parametru G-Set zohlednit konkrétní složení. Tato hodnota musí být stanovena pouze jednou.

Pokud obsah vody, který sonda zobrazuje pro speciální beton, je příliš vysoký, musí být parametr G-Set upraven podle počtu litrů. Přesná hodnota parametru G-Set, která bude zohledněna pro konkrétní složení s typem kameniva (umístění) a zadána do přenosného přístroje, může být ověřena nebo určena dvěma způsoby:

- Porovnáním hodnot získaných při měření sondou s několika správnými hodnotami obsahu vody v betonu, například mícháním betonu se suchými plnivy.
- Porovnáním hodnot získaných při měření sondou s několika správnými (!) hodnotami množství vysušené vody po sušení. Je důležité, aby během procesu sušení byly brány v úvahu možné zdroje chyby.



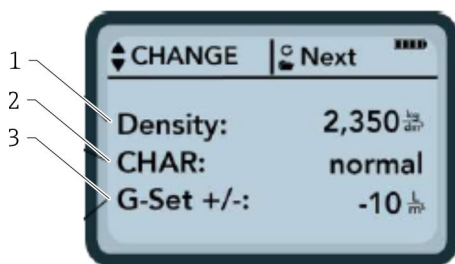
Obsah vysušené vody se vypočítá takto:

obsah vysušené vody = účinná voda + aktivní voda + přísady, které se chovají jako voda. Viz také kapitolu „Aktivní vlhkost, aktivní voda a absorbovaná voda“.

7.7 Nastavení nebo změna tří parametrů složení betonu

7.7.1 Změna nebo zadání hustoty syrového betonu

Předtím, než přenosný přístroj přepne do režimu měření a změří obsah vody, musí být zadány hodnoty nastavitelných parametrů.



- 1 Hustota syrového betonu D
 2 Charakteristiky
 3 Obecná charakteristika (General-Set)

Charakteristiky složení betonu se 4 možnými nastaveními: hrubý A (minus korekce), normální B (žádná korekce), jemný C (plus korekce), nebo speciální U (minus korekce přerušené zrnitosti). Poznámka: Tento parametr je významně ovlivněn obsahem malty v betonu.

Obecná charakteristika (General-Set): jemné nastavení sondy podle typu betonu, zohledňující typ kameniva a aktivní vodu. Zadejte max. ± 50 l, typicky: -10 l (2/3 aktivní vody), což se během měření automaticky odečte, pokud se má měřit obsah účinné vody (účinná voda).

i Jestliže se má sondou SWZ měřit obsah vysušené vody, zadejte kladnou hodnotu parametru G-Set, s hodnotou odpovídající 1/3 aktivní vody!

Zadání hustoty syrového betonu

1. První parametr, který se nastavuje, je hustota syrového betonu. Jeho hodnotu lze měnit v přírůstcích $\pm 0,005$. Ideálně se hustota syrového betonu v přenosném přístroji nastavuje správně ještě před měřením obsahu vody.
2. Navigačními tlačítky **▲▼** nastavte hodnotu hustoty čerstvého betonu D, která se stanovuje na vzorku betonu.
3. Zadání potvrďte stiskem tlačítka Enter **C**.
 ↳ Tím se automaticky vrátíte do nabídky „Změna“.

i Je důležité, aby byla zadána hodnota hustoty syrového betonu, neboť je pak následně použita k výpočtu obsahu vody. Jestliže hodnota hustoty syrového betonu nemůže být stanovena na místě, je také možné zadat cílovou hustotu syrového betonu, aby bylo možné získat přijatelné výsledky měření. Odchylka hustoty $\pm 0,02$ by znamenala chybu $\pm 1,6$ l v měření obsahu vody. Rozdíl 0,1 v hustotě syrového betonu – tj. hodnoty hustoty od 2,200 do 2,300 – znamená rozdíl v hodnotě obsahu vody 8 l!

7.7.2 Nastavení charakteristiky složení CHAR

Parametr CHAR se zadává aktivací některého z celkem čtyř možných nastavení:

- jemný C
- střední B
- hrubý A
- mezery U

Parametr CHAR je významně ovlivněn obsahem malty v betonu.

Zadání parametru CHAR

1. Navigačními tlačítky **▲▼** vyberte některou ze čtyř možností pro nastavení parametru CHAR (jemný C, střední B, hrubý A, nebo mezery U).
2. Zadání potvrďte stiskem tlačítka Enter **C**.

7.7.3 Jemné nastavení parametru G-Set pro betony podle typu kameniva a množství aktivní vody

 Hodnota parametru G-Set se zadává v litrech/m³ a lze ji zadávat v přírůstcích 1 l/m³ až do a ±50 l/m³. Jakmile je hodnota parametru G-Set pro nějaký konkrétní typ kameniva určena, doporučuje se tuto hodnotu archivovat.

Zadání hodnoty G-Set

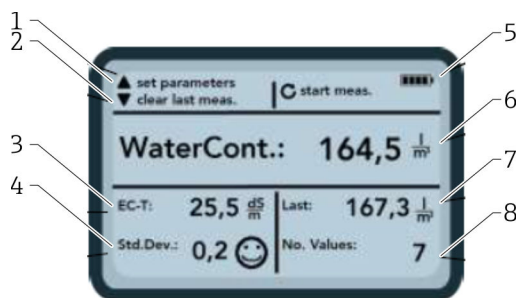
1. Navigačními tlačítky   nastavte hodnotu G-Set v přírůstcích 1 l/m³ až do ±50 l/m³.
2. Zadání potvrďte stiskem tlačítka Enter .
 - ↳ Jakmile dojde ke změně nebo nastavení hustoty syrového betonu, parametru CHAR a G-Set, automaticky přejdete do nabídky „Měření“, kde stisknete tlačítko Enter .

7.7.4 Měření v režimu „Průměr“

Jakmile jsou zadány hodnoty hustoty syrového betonu a parametru G-Set, v nabídce „Měření se objeví následující obrazovka. Přenosný přístroj obecně měří v režimu „Průměr“ a stanovuje obsah vysušené vody na vzorku čerstvého betonu v litrech/m³ s použitím zadané hodnoty hustoty syrového betonu.

Zahájení jednotlivého měření

1. Krátce stiskněte tlačítko Enter .
 - ↳ Přístroj zahájí jednotlivé měření a po dobu trvání procesu měření se místo symbolu akumulátoru zobrazí v pravém horním rohu rotující symbol. Během této doby nelze provádět žádné jiné akce. Jednotlivé měření trvá přibližně 2 ... 3 s. Když je měření dokončeno, na displeji se opět objeví symbol akumulátoru.
2. Na obrazovce se zobrazí obsah vody v litrech/m³ vypočtený s použitím hodnoty hustoty syrového betonu D. Počet jednotlivých měření se zobrazuje níže v poli „Počet hodnot“.



12 Nabídka „Měření“

- 1 Nastavení nových parametrů
- 2 Krátký stisk: vymazání hodnoty jednotlivého měření; delší stisk: vymazání celé série měření
- 3 Vodivost/posouzení cementu
- 4 Standardní odchylka: Jestliže standardní odchylka je $> 0,5$, je nutné provést další jednotlivá měření!
- 5 Zbývající kapacita akumulátoru
- 6 Obsah vody jako průměrná hodnota
- 7 Poslední jednotlivé měření (lze vymazat)
- 8 Počet provedených měření

- Aby bylo možné pro směs materiálů získat reprezentativní hodnotu, proveďte alespoň 5 jednotlivých měření (viz Měřicí cyklus pro sondu SWZ).
- V případě betonů, které mají tendenci tzv. krvácet (odměšovat vodu), větší počet jednotlivých měření zvyšuje přesnost měření a dává reprezentativnější hodnotu.
- Velké kousky kameniva přímo na povrchu sondy mohou ovlivnit odečet hodnoty; naměří se například nižší obsah vody.
- Nesprávně smíchané betony je obtížné měřit pomocí sondy.

Kvalita měření:

Standardní odchylka StdDev zobrazená přenosným přístrojem vyjadřuje kvalitu odečítání hodnot. Jestliže hodnota StdDev je $> 0,5$, betonová směs je příliš heterogenní a je zapotřebí více jednotlivých měření. Před ukončením jednotlivých měření a akceptováním naměřené hodnoty jako konečného výsledku by mělo být provedeno nejméně 6 jednotlivých měření a měla by být zobrazena hodnota standardní odchylky StdDev 0,1 ... 0,5.

Je však velmi obtížné dosáhnout hodnoty StdDev $< 0,5$ u betonu, který je velmi heterogenní (např. u betonu, který významně krvácí).

Smajlíky na displeji znázorňují, jestli standardní odchylka je dobrá, přijatelná, nebo nepřijatelná:

- 😊 dobrá ($< 0,2$)
- 😐 přijatelná (0,2 ... 0,49)
- ☹️ nepřijatelná ($> 0,5$)

Přenosný přístroj automaticky odfiltruje hodnoty obsahu vody, které jsou menší než 100 l/m^3 . Například pokud je tlačítko startu náhodně stisknuto v průběhu série měření nebo pokud sonda ještě nebyla zcela zavedena do betonu.

Hodnoty, které jsou příliš nízké, jsou označeny výstrahou ⚠️ a nejsou použity při výpočtu průměrné hodnoty.

Sérii měření lze vymazat stisknutím navigačního tlačítka ⏏️ a přenosný přístroj je pak připraven na nový měřicí cyklus.

7.8 EC-T: parametr pro analýzu cementu

Parametr EC-T se zobrazuje na obrazovce. U metody měření TDR se elektrická vodivost (EC-T) betonu stanovuje pomocí vysokofrekvenčního útlumu radarového impulsu, což umožňuje posoudit obsah cementu nebo typ cementu. Zobrazený parametr EC-T lze interpretovat jako předběžnou hodnotu obsahu cementu nebo typu cementu během jednotlivých měření, čímž se zajišťuje vyšší bezpečnost a spolehlivost při monitorování a kontrole známého typu betonu. Doporučuje se, aby uživatel dokumentoval konkrétní

druhy betonu, které se měří. Je potom snadnější ověřovat tyto hodnoty během následných kontrolních měření.

Rozsah měření hodnot EC-T

- Beton s nízkým obsahem cementu nebo speciální typy cementu: 15 dS/m
- Beton s vyšším obsahem cementu nebo speciální typy cementu: 45 dS/m

 Parametr EC-T lze správně vyhodnotit jen tehdy, když je známý typ cementu.

7.9 Obecné nastavení

Změna nastavení:

1. Stiskněte a přidržte tlačítko Složka  po dobu 2 s.
 - ↳ Nabídka „Nastavení“
 2. Stiskněte navigační tlačítka  .
 3. Stiskněte tlačítko Enter .
 4. Stiskněte klávesu Složka .
- ↳ Opustíte aktuální položku nabídky a nabídku „Nastavení“.

7.9.1 Přehled možností nastavení

- **Najít sondu**
Vyhledání připojené sondy
- **Jazyk**
Změna jazyka systému
 - Němčina
 - Angličtina
- **Automatické vypínání**
Nastavení automatického vypínání
- **Osvětlení displeje**
Nastavení osvětlení pozadí
 - Doba vypnutí
 - Jas
- **Kontrast displeje**
Nastavení optimálního kontrastu
- **Informace o sondě**
Zobrazení informací o sondě
- **Info**
Zobrazení informací o přenosném přístroji
- **Kalibrace materiálu**
Výběr kalibrační křivky pro různé materiály

7.9.2 Vyhledání sondy

Na položku nabídky „Najít sondu“ přejděte, jestliže:

- během zapínání došlo k problémům v komunikaci mezi přenosným přístrojem;
- sonda je připojena poprvé;
- během provozu se sonda mění za jinou.

Jakmile je tato položka nabídky vybrána, přenosný přístroj provede další pokus o navázání spojení s připojenou sondou.

Po úspěšném navázání spojení se na displeji objeví výrobní číslo sondy.

Pokud se spojení nepodaří navázat, na displeji se zobrazí upozornění „Sonda nenalezena“.

? Když navzdory opakovaným pokusům nebylo navázáno spojení se sondou

- Zkontrolujte, jestli je sonda správně připojená, v případě potřeby se obraťte na servisní oddělení výrobce.

7.9.3 Jazyk

Jazyk přenosného přístroje lze vybrat mezi položkami této nabídky.

Volitelné možnosti:

- Němčina
- Angličtina

1. Požadovaný jazyk vyberte navigačními tlačítky ▲▼.
2. Vybraný jazyk aktivujte stisknutím tlačítka Enter **C**.
 - ↳ Jakmile je nastavení aktivováno, v pravém horním rohu se zobrazí symbol .

7.9.4 Automatické vypínání

Dobu pro automatické vypnutí lze vybrat v položce nabídky „Automatické vypínání“.

Volitelné možnosti:

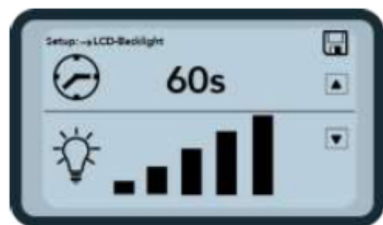
- -- minut (funkce automatického vypínání vypnuta)
- 1 minuta
- 2 minuty
- 5 minut
- 10 minut
- 20 minut

1. Požadovanou dobu pro automatické vypínání vyberte navigačními tlačítky ▲▼.
2. Vybranou dobu vypínání aktivujte stisknutím tlačítka Enter **C**.
 - ↳ Jakmile je nastavení aktivováno, v pravém horním rohu se zobrazí symbol .

i Přenosný přístroj se automaticky vypne jen tehdy, když během nastaveného časového intervalu nebylo stisknuto žádné tlačítko. Stisknutím libovolného tlačítka se odpočítávání času restartuje.

7.9.5 Osvětlení displeje

Osvětlení pozadí displeje lze upravit nebo vypnout, aby se dosáhlo delší doby provozu. Po výběru této položky v nabídce se zobrazí následující obrazovka:



 13 Osvětlení displeje

1. Vyberte požadovaný čas automatického vypnutí několikerým stisknutím navigačního tlačítka ▲.
2. Vyberte požadovaný jas displeje, nebo osvětlení displeje vypněte několikerým stisknutím navigačního tlačítka ▼.

3. Vybrané nastavení aktivujete stisknutím tlačítka Enter **C**.

↳ Jakmile je nastavení aktivováno, v pravém horním rohu se zobrazí symbol .

7.9.6 Kontrast displeje

Při extrémních teplotách může být nutné změnit nastavení kontrastu, aby se zlepšila čitelnost obrazovky.



 14 Kontrast displeje

1. Navigačními tlačítky **▲▼** nastavte kontrast tak, abyste jasně viděli všechny šedé přechody v sloupcovém diagramu.
2. Vybrané nastavení aktivujete a uložíte stisknutím tlačítka Enter **C**.
↳ Jakmile je nastavení aktivováno, v pravém horním rohu se zobrazí symbol .

7.9.7 Informace o sondě

V položce nabídky „Informace o sondě“ se zobrazí následující informace:

- výrobní číslo
- typ sondy
- verze hardwaru (HW)
- verze firmwaru (FW)

7.9.8 Informace o sondě

V položce nabídky „Informace o sondě“ se zobrazí následující informace:

- výrobní číslo
- verze hardwaru (HW)
- verze firmwaru (FW)
- kapacita akumulátoru
- napětí akumulátoru

7.9.9 Kalibrační křivky materiálů

Sondu SWZ lze nastavit na kalibrační křivku jiného materiálu v položce nabídky „Kalibrační křivky materiálů“.

Po zapnutí přístroje se v dolní části obrazovky po dobu přibližně 3 s zobrazí kalibrační křivka nastavená v této položce nabídky.

Celkem je možné spravovat až 15 kalibračních křivek materiálů, například suspenze, kaly.

Citlivost měření betonu je možné měnit výběrem jiné kalibrační křivky.



Standardní nastavení od výrobce pro beton je **kalibrační křivka č. 4**.

- Toto nastavení neměňte, anebo jej změňte jen v případě, že měříte materiál jiný než čerstvý beton
- Další informace vám může poskytnout servisní středisko výrobce.

8 Sonda SWZ

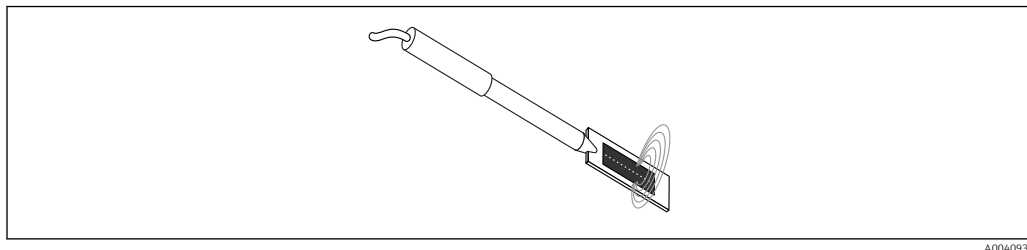
8.1 Úvod

Sonda SWZ využívá technologii radaru při frekvenci 1 GHz, přičemž součástí měřicího systému je sonda, jejíž měřicí pole proniká hluboko do měřeného materiálu. Plastický a tekutý čerstvý beton s konzistencí ve třídách F2 až F6 lze měřit ručně, snadno a přímo. Po provedení 4 ... 10 jednotlivých měření funkce automatického průměrování zajistí reprezentativní vzorek materiálové směsi. Díky strukturované metodě měření jsou reprezentativní a přesné výsledky měření zobrazeny během několika minut.

Sonda používá technologii TDR (Time-Domain-Reflectometry, reflektometrie v časové doméně), která je založena na radaru s vedenými impulzy. Radarové vlny s velmi nízkým výkonem (pouhých 10 mW) (což znamená, že nehrozí riziko účinků elektromagnetického záření apod.) se používají také například při měření na průmyslové úrovni. Při použití této metody měření je radarový impulz utlumen na základě obsahu a typu cementu; při posouzení cementu se používá hodnota vodivosti EC-T v dS/m (decisiemens na metr).

i Je potřeba počítat s tím, že naměřená hodnota může značně kolísat u betonu, který nesplňuje specifikace norem DIN EN 206-1 a DIN 1045-2 (např. beton, který má tendenci krvácet). Nesprávně smíchané betony je obtížné měřit!

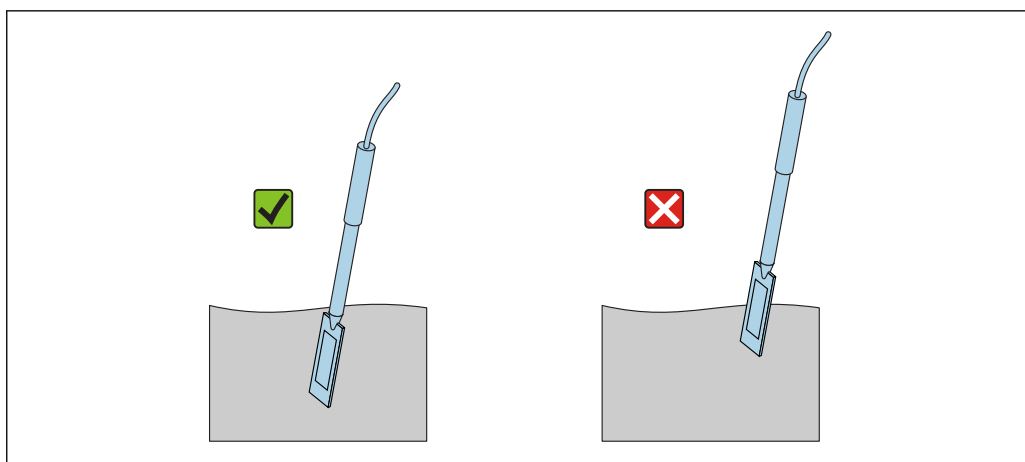
8.2 Měření objemu



A0040930

15 Měřicí pole sondy SWZ

Teoreticky pronikají elektromagnetické siločáry do měřeného materiálu do nekonečné hloubky. Účinná hloubka průniku sondy, která je pro měření relevantní, je však max. 5 cm kolem povrchu sondy na tmavé keramické desce. Siločáry kolem sondy jsou znázorněny na obrázku. S ohledem na intenzitu měřicího pole je důležité vzít v úvahu, že u všech dielektrických měřicích metod je rozdělení siločar pole spíše exponenciální, nikoli lineární. To znamená, že u všech měřicích metod je siločara nejintenzivnější přímo u hlavy sondy a exponenciálně klesá, čím dále je měření od hlavy sondy. Důsledkem pro sondy, které měří vlhkost, je to, že větší kousky šterku, které se nacházejí přímo u hlavy sondy, mohou zkreslit odečtenou hodnotu. Z tohoto důvodu se například hodnoty naměřené sondami měřícími vlhkost, používanými v míchačkách betonu, po provedení několika jednotlivých měření průměrují a filtrují, aby bylo možné u sondy míchačky, například, dosáhnout přesnosti $\pm 1,5 \text{ l/m}^3$. Stejně jako u aplikace v míchačce, i při použití sondy SWZ je důležité vzít v úvahu, že větší částčky šterku, které se nacházejí přímo u hlavy sondy, mohou zkreslit odečtenou hodnotu. Při měření pomocí sondy SWZ je proto prioritou změnit podmínky ve vrstvě pisku, cementu a velkých kusů šterku tak, aby pomocí několika jednotlivých měření mohla být získán reprezentativní obraz směsi těchto materiálů. Tohoto výsledku bude dosaženo provedením několika jednotlivých měření s různými podmínkami ve vrstvě v okolí hlavy sondy.



A0040932

16 Používání sondy SWZ

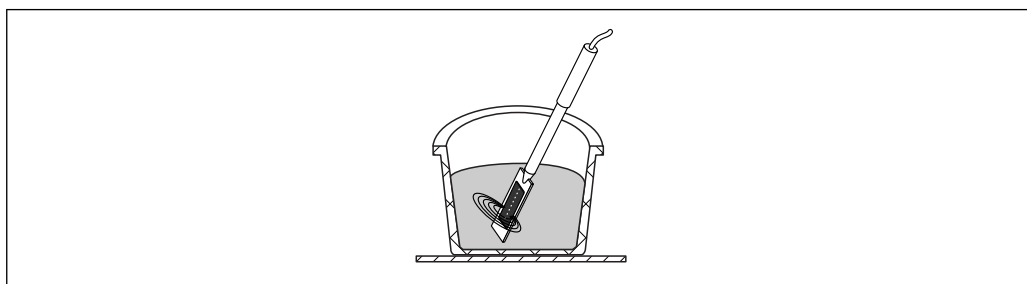
Správné používání sondy:

- Měřicí pole sondy musí být celé ponořeno v betonu.
- Hlava sondy musí být plně zasunuta v betonu, jehož vlhkost má být změřena, a to bez „vzduchových mezer“.
- Když se provádí několik měření, hlava sondy by nikdy neměla být vkládána do betonu v téže bodě. Pokud provedete měření pouze v jednom bodě, hrozí v tomto bodě nebezpečí segregace materiálu. Je tomu tak proto, že – poté, co bude hlava sondy odstraněna – prázdný prostor může být vyplněn jemnějšími nebo více kapalnými částicemi, a v důsledku toho se hodnota obsahu vody zvýší.

8.3 Postup měření

8.3.1 Měření v plastovém kbelíku

Čerstvý beton by měl být vždy měřen v plastovém kbelíku, protože tím se vyloučí vliv kovu na měření. Z důvodu šíření měřicího pole (vlny v grafice) vyberte kbelík o objemu přibližně 10 l, viz obrázek níže. Kbelík by měl být dostatečně vysoký, aby bylo zajištěno, že mezi sondou a dnem kbelíku bude i po vložení sondy do betonu dostatečný prostor.



A0041456

17 Šíření měřicího pole sondy SWZ



Aby se zamezilo segregaci, netřeste s čerstvým betonem v kbelíku. Jakmile bude sonda vložena, poklepejte nohou 2krát až 3krát na bok kbelíku tak, aby beton byl dostatečně kompaktní, aby bylo zajištěno, že čerstvý beton obklopuje povrch sondy na tmavé keramické desce bez vzduchových kapes.

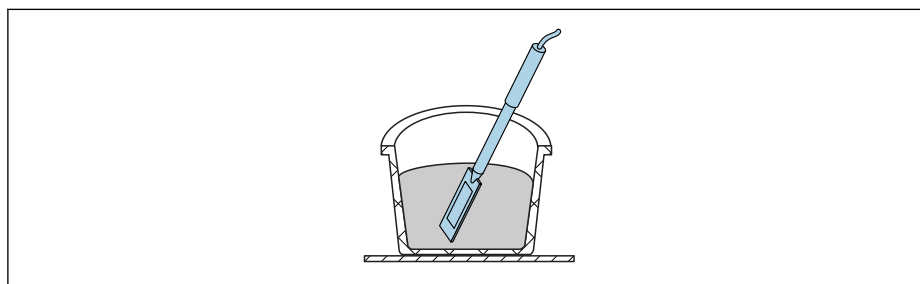
Mělo by být provedeno alespoň 5 měření; sonda by měla být pokaždé zasunuta po straně kbelíku v různých místech, v odstupech po 70°.

Zapamatujte si:

- Kolem keramiky na povrchu sondy by neměly být žádné zbytky starého betonu.
V případě potřeby očistěte povrch drátěným kartáčem.
- Množství betonu v kbelíku by mělo být alespoň o 3 cm vyšší, než je délka hlavy sondy (< 18 cm). V případě betonu s vysokým obsahem vody je zvláště důležité zajistit, aby se beton během měření nebo v důsledku měření nedělil.
- Hlavu sondy zasuňte do betonu na okraji kbelíku pod mírným úhlem.
- Poklepejte na boční část kbelíku, aby beton kolem sondy byl kompaktnější. Tím bude zajištěno, že čerstvý beton bude pro účely měření optimálně rozprostřen kolem povrchu sondy.

8.3.2 Měření betonu třídy konzistence F2, F3 nebo F4

1. Zasuňte sondu do čerstvého betonu u okraje kbelíku.



A0040936

2. Proved'te jednotlivé měření.

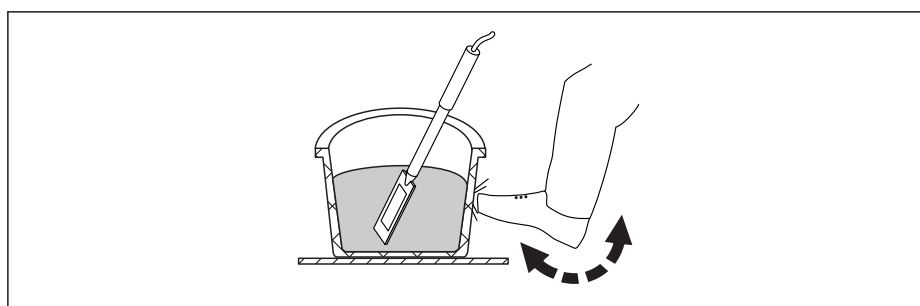
3. Odeberte sondu z kbelíku.



Když je sonda z betonu odebrána, může se stát, že čerstvý beton se v tomto bodě segreguje a do dutiny po sondě mohou vstoupit jemné částice.

4. Sondu zasuňte do čerstvého betonu po straně kbelíku znovu, zachovejte odstup od předchozí měřicí pozice asi 70 °.

5. Poklepejte na boční část kbelíku (rukou nebo nohou), aby beton kolem povrchu sondy byl kompaktnější.

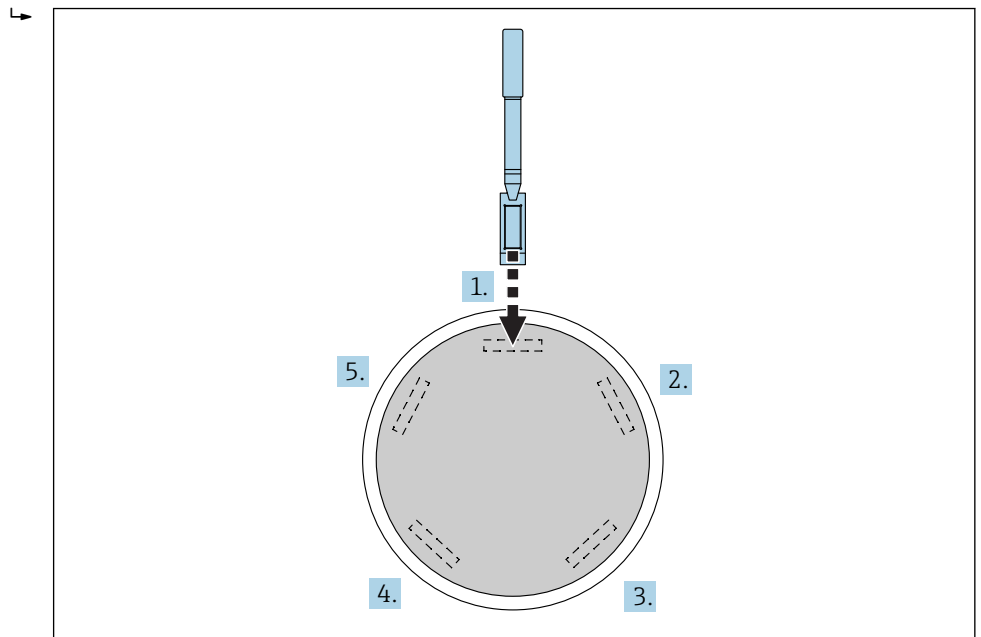


A0040938

6. Proved'te další jednotlivé měření.

7. Sondu zasuňte do čerstvého betonu po straně kbelíku znovu, zachovejte odstup od předchozí měřicí pozice asi 70 °.

8. Tento postup opakujte celkem 4krát nebo 5krát.



A0040937

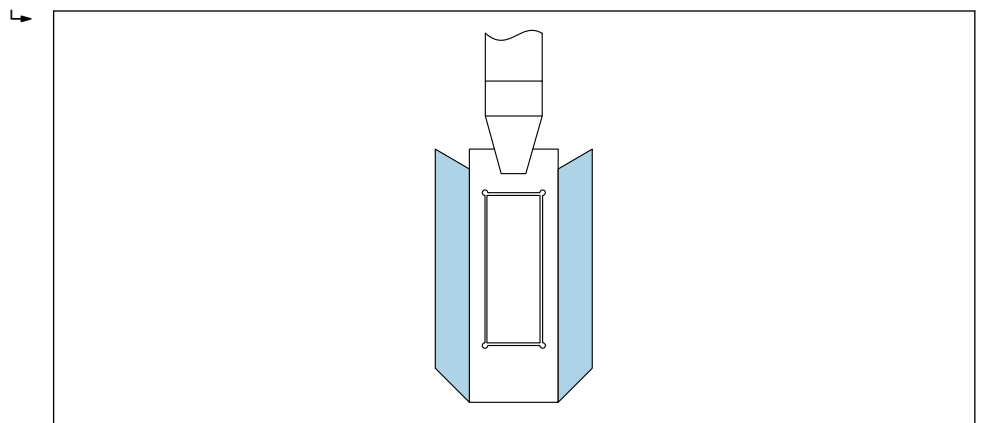
i V případě betonu, který „přilne“, je potřeba tmavý keramický povrch sondy před každým měřením důkladně otřít tak, aby byl čistý a zajištěno, že zbytky betonu „přilepené“ k povrchu sondy nezkreslí výsledky měření. Beton tříd konzistence F2, F3 a F4 nese segreguje nijak snadno. Proto tento způsob měření zasunutím sondy po straně kbelíku a poklepáním na boční stranu kbelíku za účelem dosažení lepší kompaktnosti betonu poskytuje nejlepší možné výsledky měření. U relativně tuhého betonu třídy F2 bývá nutné umístit kbelík spolu se sondou na třepací stůl, aby se beton před měřením dostatečně zhutnil.

8.3.3 Měření betonu tříd konzistence F5 a F6

Velmi tekuté betony mají tendenci k segregaci a existuje riziko hromadění větších částí betonové hmoty na dně kbelíku. Jakmile je sonda SWZ zasunuta, kolem povrchu sondy se mohou shromažďovat jemné částice, a proto se může stát, že hodnoty naměřeného obsahu vody budou příliš vysoké.

Proto se při měření betonu tříd konzistence F5 a F6 doporučuje následující postup:

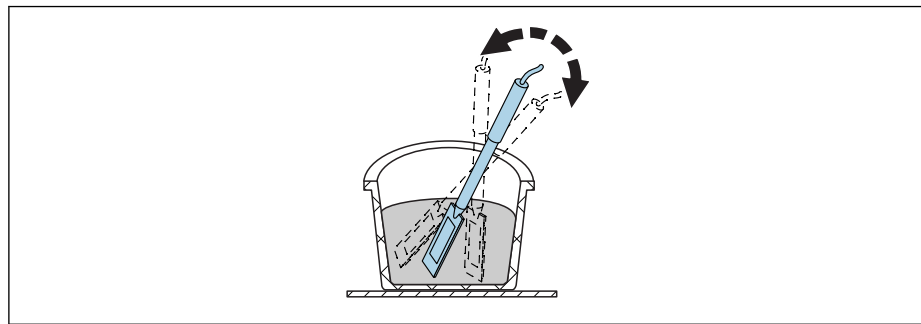
1. Naplňte kbelík o objemu 12 l betonem do tří čtvrtin.
2. Na okraji kbelíku ve svislém směru zasuňte do betonu hlavu sondy se zásuvnou čepelí (plastovou).



A0040931

Zásuvná čepel zajišťuje, že větší kusy kameniva během měření „neodplují“ od hlavy sondy směrem ke straně, což by jinak způsobilo nepřesnost výsledků.

3. Pomalu tlačte hrot sondy – s černým keramickým povrchem vpředu – v diagonálním směru k protilehlé straně dna nádoby. Rukojeť by měla spočívat na okraji kbelíku.



A0040939

Tím bude zajištěno, že kolem povrchu sondy se bude nacházet reprezentativní vzorek měřené betonové směsi.

4. Tento postup opakujte několikrát a pokaždé zasunujte sondu do jiného měřicího bodu, aby byl zachován doporučený odstup od bodu předchozího.
- ➔ Vymažte všechna jednotlivá měření s hodnotami, které jsou daleko od zobrazené průměrné hodnoty.

i Odběr vzorků betonu tříd konzistence F5 a F6 sušených v peci a testování betonu v sušárně mohou také přinést nepřesné výsledky. Pokud se beton určený pro proces sušení odebírá z povrchu kbelíku nebo ode dna kbelíku, může být u betonu, který má tendenci krvácet, rozdíl v obsahu vody až 40 l!

Po 4–5 měřeních:

- Jestliže bude standardní odchylka po 4–5 měřeních nepřijatelná (tj. $> 0,5$), anebo pokud naměřené hodnoty budou vykazovat příliš velkou fluktuaci, musí být provedena další měření.
- Předtím, než je začnete provádět, čerstvý beton v kbelíku znovu promíchejte pomocí profesionálních míchacích nástrojů. Nemíchejte beton příliš dlouho, z betonu by mohla uniknout voda.
- Poté lze provést další měření.

i Směsi se složením, které není ideální, jsou náchylnější k odchylkám naměřených hodnot. V případě betonu, který nevyhovuje specifikacím normy DIN EN 206-1 a DIN 1045-2 (beton, který má tendenci krvácet), mohou naměřené hodnoty vykazovat značnou fluktuaci. Nesprávně namíchané betony je obtížné měřit pomocí sondy SWZ (ale je to obtížné také při testu během sušení v peci)!

8.4 Možné problémy v laboratoři a v betonárně

8.4.1 Situace 1: Míchání betonu se suchými plnivy

V závislosti na typu kameniva může nějakou dobu trvat, než bude po procesu míchání dosaženo saturace suchého plniva. Toto se může lišit od 3 ... 5 min u relativně dobře absorbujících plniv až po hodinu nebo méně v případě méně dobře absorbujících plniv. Vzhledem k tomu, že sonda SWZ „vidí“ pouze jednu třetinu aktivní vody, doporučujeme po smíchání suchých plniv „určitou dobu“ raději vyčkat a teprve potom měřit obsah vody pomocí sondy SWZ.

Příklad: Suché, dobře absorbující plnivo může nasát vodu až do objemu 30 l na metr krychlový za relativně krátkou dobu. Kvůli rovnovážnému obsahu vlhkosti však kamenivo, které se používá a skladuje, není zcela suché. Typický obsah vody je 7 l/m^3 . U betonu, v jehož složení je definován obsah účinné vody 175 l/m^3 , bylo potom použito $175 \text{ l} + 23 \text{ l} = 197 \text{ l}$. V tomto případě by hned po smíchání tohoto betonu měla sonda SWZ naměřit asi 185 l a potom by se měl relativně rychle zobrazit údaj 175 l, po asi 3 ... 5 min (záleží na druhu kameniva). U přenosného přístroje měly být v tomto případě pro parametr G-Set

zadány dvě třetiny maximální aktivní vody. V tomto případě měly být pro parametr G-Set zadány dvě třetiny maximálního množství aktivní vody 30 l, tj. G-Set = -20 l, pokud se provádělo měření obsahu účinné vody.



Když se do směsi míchají suchá plniva, před provedením měření pomocí sondy SWZ je důležité určitou dobu vyčkat – délka této doby záleží na druhu plniva!

8.4.2 Situace 2: Následné přidávání vody do betonu

Problémy a neshody během laboratorního testu, který byl proveden následujícím způsobem:

1. V kbelíku byl pomocí sondy SWZ naměřen obsah vody přibližně 8 l. Byla naměřena například hodnota 178 l/m^3 .
2. Poté bylo do tohoto čerstvého betonu přidáno 50 g vody, což by odpovídalo zvýšení obsahu vody od 178 l/m^3 na $184,25 \text{ l/m}^3$, například. Po míchání betonu po dobu přibližně jedné minuty v malém mísiči byla změřena hustota syrového betonu a třída konzistence. Beton použitý pro stanovení hustoty a třídy konzistence byl poté nalit zpět do měřicího kbelíku za účelem následného stanovení obsahu vody sondou SWZ.
3. Potom byl znovu změřen obsah vody v betonu sondou SWZ. Tentokrát však výsledek byl pouze 181 l/m^3 , a ne $184,25 \text{ l/m}^3$, jak bylo očekáváno.
 - ↳ Když se beton míchá v malém mísiči, část vody unikne. Je tomu tak proto, že když se relativně malé množství betonu míchá v otevřené nádobě, voda ulpívá na stěně této nádoby na velké ploše a odpařuje se. Jestliže se tento beton následně použije také k měření třídy konzistence a hustoty syrového betonu, na vnější stěny zkušebních přístrojů se nepřilepí žádné kamenivo a téměř žádný písek, ale voda a jemné částice „přilnou“ k těmto povrchům v důsledku adheze vody. Tento jev lze snadno ověřit. Po prvním odečtu hodnoty 178 l/m^3 sondou SWZ znovu beton míchejte po dobu asi jedné minuty a potom znovu sondou SWZ zkontrolujte obsah vody. Snížení obsahu vody o 2 ... 3 l/m^3 je potom indikátorem vypařování vody v důsledku míchání.



Následné promíchání betonu způsobuje značné odchylky při odečtu hodnot obsahu vody!

8.4.3 Situace 3: Odebírání vzorků v betonárně

1. Před přemístěním betonu do míchačky na kamionu byl odebrán vzorek betonu přímo z míchacího zařízení se dvěma hřideli a umístěn do kbelíku.
2. Tento vzorek betonu byl měřen sondou SWZ, byla zjištěna křivka zrnitosti s normálním rozložením, cílová hodnota obsahu vody byla 170 l/m^3 a z displeje byla odečtena hodnota 170 l/m^3 .
3. Poté byl vzorek o hmotnosti 5 kg sušen. Byla stanovena hodnota objemu vysušené vody 149 l/m^3 , tj. byl zjištěn rozdíl -21 l/m^3 .
 - ↳ Protože byl beton míchán v míchacím zařízení s dvěma hřideli a nebyl neustále míchán v míchačce na přepravním kamionu, vzorek sušený v peci během prvního odběru vzorků obsahoval spoustu velkých kusů kameniva. Tyto velké kousky způsobily značnou chybu během odběru vzorků: Ve vzorku bylo prostě příliš mnoho velkých kousků, které „snížily“ naměřenou hodnotu změřenou po sušení na 149 l/m^3 (kousky štěrku neobsahují žádnou vodu). Cementová vrstva, která byla v důsledku toho velmi vysoká, způsobila, že se hodnota naměřená sondou SWZ odchýlila od (skutečně nesprávné) hodnoty obsahu vody po sušení.

Vliv velkých kusů plniva při odběru vzorků:

- **Vzorek pro sušení o hmotnosti 1,5 kg (3,31 lb):** ± 2 větší kousky plniva způsobí chybu $\pm 9 \text{ l/m}^3$.
 - Složení A s relativně vysokým obsahem nejjemnějších částic a nízkým obsahem plniva velikosti 16/32 mm: asi 5 kousků plniva velikosti 16/32 mm
 - Složení B s přerušenou zrnitostí, tj. nízký obsah plniva velikosti 4/8 mm a vysoký obsah plniva velikosti 16/32 mm: asi 15 kousků plniva velikosti 16/32 mm
 - **Vzorek pro sušení o hmotnosti 5 kg (11 lb):** ± 2 větší kousky plniva způsobí chybu $\pm 3 \text{ l/m}^3$.
 - Složení A s relativně vysokým obsahem nejjemnějších částic a nízkým obsahem plniva velikosti 16/32 mm: asi 16 kousků plniva velikosti 16/32 mm
 - Složení B s přerušenou zrnitostí, tj. nízký obsah plniva 4/8 mm a vysoký obsah plniva velikosti 16/32 mm: asi 100 kousků plniva velikosti 16/32 mm
-  Jednotlivý kousek plniva velikosti 16/32 mm o hmotnosti 10 ... 50 g (0,35 ... 1,76 oz). Správně provedený odběr vzorků má tedy významný dopad na přesnost.

9 Postup měření čerstvého betonu

OZNÁMENÍ

Během procesu měření by v blízkosti hlavy sondy nikdy neměly být žádné kovové části, protože kov může ovlivnit měřicí pole sondy. Čerstvý beton by měl být vždy měřen v plastovém kbelíku, protože tím se vyloučí vliv kovu na měření. Povrch sondy musí být čistý a bez zbytků jakýchkoli materiálů. Na povrchu sondy nesmí být nalepen žádný beton.

► Pokud je třeba, sondu očistíte drátěným kartáčem

-  Aby bylo možné pro směs materiálů získat reprezentativní hodnotu, proveďte alespoň 5 jednotlivých měření (viz Měřicí cyklus pro sondu SWZ).
- V případě betonů, které mají tendenci tzv. krvácet (odměšovat vodu), větší počet jednotlivých měření zvyšuje přesnost měření a dává reprezentativnější hodnotu.
- Velké kousky kameniva přímo na povrchu sondy mohou ovlivnit odečet hodnoty; naměří se například nižší obsah vody.
- Nesprávně smíchané betony je obtížné měřit pomocí sondy.

Standardní odchylka StdDev zobrazená přenosným přístrojem vyjadřuje kvalitu odečítání hodnot. Jestliže hodnota StdDev je $> 0,5$, betonová směs je příliš heterogenní a je zapotřebí více jednotlivých měření. Před ukončením provádění jednotlivých měření a akceptováním naměřené hodnoty jako konečného výsledku by mělo být provedeno nejméně 6 jednotlivých měření a měla by být zobrazena hodnota standardní odchylky StdDev 0,1 ... 0,5.

Obsluha přenosného zařízení jednotlivými tlačítky, připojení sondy, nabíječky atd. je podrobně popsáno v této příručce. V následující části tohoto textu jsou vysvětleny pouze určité jednotlivé procesy, prováděné LCD displeji pomocí tlačítek.

-  Aby bylo možné zobrazit přesný obsah vody, musí být v systému předem nastavena tzv. charakteristika složení směsi čili formulace a také druh betonu podle typu kameniva.

Přístroj lze nastavit na charakteristiku formulace betonu pomocí nastavení „jemný“, „hrubý“, „normální“ nebo „speciální“ v parametru CHAR (viz část „Nastavení a měření“).

Pomocí parametru G-Set je pak možné doladit nastavení podle typu kameniva. Pokud má hodnota G-Set kladné znaménko, nastavená hodnota se během měření automaticky přičte nebo odečte. Jestliže se opakovaně zobrazuje obsah vody, který se liší od referenční hodnoty, hodnotu G-Set je potřeba snížit, například z -10 na -8 . Přesná hodnota parametru G-Set, která musí být zohledněna pro typ formulace složení betonu, v němž je použit určitý druh kameniva (lokace), a která bude zadána do přenosného přístroje, může být ověřena nebo stanovena dvěma způsoby:

- porovnáním výsledků měření pomocí sondy SWZ s několika správnými cílovými hodnotami pro obsah vody v betonu;
- porovnáním výsledků měření pomocí sondy SWZ s několika správnými hodnotami laboratorní metodou (např. sušením v peci).

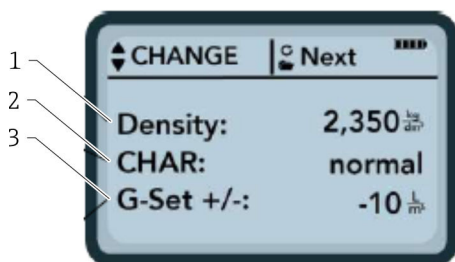
9.1 Postup

9.1.1 1. Zapnutí přenosného přístroje

Dlouhým stisknutím tlačítka Enter  (> 1 s) se přístroj zapíná do režimu nabídky formulací „ZMĚNA“. Dalším dlouhým stisknutím tlačítka Enter  (pouze v tomto měřicím okně!) se přístroj zase vypne. Přístroj se vypne automaticky po uplynutí doby 10 min, pokud během této doby neproběhla žádná akce (tuto dobu lze zkrátit nebo prodloužit až na 20 min v položce nabídky „Automatické vypnutí“).

9.1.2 2. Změna nastavení hustoty syrového betonu a parametrů CHAR a G-Set

Hodnotu hustoty syrového betonu je potřeba zadat pře zahájením měření obsahu vody. Kromě toho musí být nastavena charakteristika formulace složení betonové směsi na některou z možností „jemný“, „hrubý“, „normální“ nebo „speciální“ v parametru CHAR (viz kapitolu „Nastavení“). Přístroj se nastavuje na typ betonu podle druhu kameniva pomocí parametru G-Set. Hodnota parametru G-Set se zadává v litrech/m³ a může se zadávat v přírůstcích po jednom litru po až ±50 l.



- 1 Hustota syrového betonu D
- 2 Charakteristiky
- 3 Obecná charakteristika (General-Set)

Charakteristiky složení betonu se 4 možnými nastaveními: hrubý A (minus korekce), normální B (žádná korekce), jemný C (plus korekce), nebo speciální U (minus korekce přerušené zrnitosti). Poznámka: Tento parametr je významně ovlivněn obsahem malty v betonu.

Obecná charakteristika (General-Set): jemné nastavení sondy SWZ zohledňující typ kameniva a množství aktivní vody. Zadejte max. ±50 l, typicky -10 l (2/3 aktivní vody), což se během měření automaticky odečte, pokud se má měřit obsah účinné vody (účinná voda).

i Jestliže se má sondou měřit obsah vysušené vody, zadejte kladnou hodnotu parametru G-Set, s hodnotou odpovídající 1/3 aktivní vody!

1. Uživatel může procházet seznamem parametrů pomocí navigačních tlačítek **▲▼**.
↳ Vybraný parametr se na displeji zobrazuje v tmavším odstínu.
2. Vybraný parametr se aktivuje stisknutím tlačítka Enter **C**.
3. Po aktivaci je možné parametr upravit pomocí navigačních tlačítek **▲▼**.
4. Nastavenou hodnotu potvrdíte stisknutím tlačítka Enter **C**.
↳ Automatický návrat do nabídky „ZMĚNA“, kde je možné nastavit další parametry.
5. Po zadání nebo úpravě nastavení hustoty syrového betonu, parametru CHAR a hodnoty parametru G-Set automaticky přejdete do nabídky „Měření“, kde stisknete tlačítko Enter **C**.

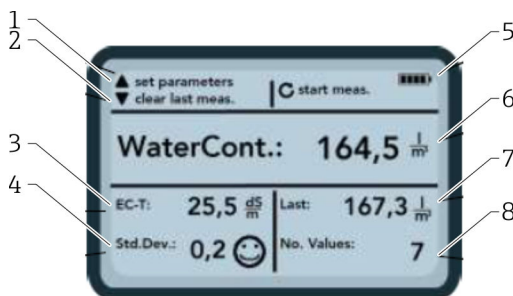
i Je důležité, aby byla zadána hodnota hustoty syrového betonu, neboť je pak následně použita k výpočtu obsahu vody. Aby bylo možné získat přijatelné výsledky měření, pokud hodnota hustoty syrového betonu nemůže být stanovena na místě, je také možné zadat cílovou hustotu syrového betonu. Odchylka hustoty ±0,02 by znamenala chybu ±1,6 l v měření obsahu vody. Rozdíl 0,1 v hustotě syrového betonu – tj. hodnoty hustoty od 2,2 do 2,3 – znamená rozdíl 8 l v hodnotě obsahu vody.

9.1.3 3. Zavedení sondy SWZ a zahájení jednotlivého měření

Používají se dva různé způsoby:

- Beton tříd F2, F3 a F4: Sondu zasuněte u okraje kbelíku pod mírným úhlem a na kbelík poklepejte, aby beton v kbelíku byl kompaktnější.
- Beton tříd F5 a F6: Použijte zásuvnou čepel pro sondu SWZ. Sondu zasuněte ve svislém směru dovnitř betonu na okraji kbelíku a potom pomalu posuňte hrot sondy diagonálně k protilehlé straně kbelíku tak, aby kolem sondy byl reprezentativní vzorek betonové směsi.

1. Zkontrolujte, zda v čerstvém betonu není zachycen žádný vzduch.
2. Měření zahájíte stisknutím tlačítka Enter . Proběhne výpočet obsahu vody, stanovený s použitím hodnoty hustoty surového betonu, výsledek výpočtu bude zobrazen na displeji v l/m³. Parametr „Počet hodnot“ indikuje počet jednotlivých měření, která byla provedena.
 - ↳ První prováděné jednotlivé měření je na obrazovce indikováno rotujícím symbolem . Toto měření trvá přibližně 2 s.



18 Nabídka „Měření“

- 1 Nastavení nových parametrů
- 2 Krátký stisk: vymazání hodnoty jednotlivého měření; delší stisk: vymazání celé série měření
- 3 Vodivost/posouzení cementu
- 4 Standardní odchylka: Jestliže standardní odchylka je > 0,5, je nutné provést další jednotlivá měření!
- 5 Zbývající kapacita akumulátoru
- 6 Obsah vody jako průměrná hodnota
- 7 Poslední jednotlivé měření (lze vymazat)
- 8 Počet provedených měření

- Aby bylo možné pro směs materiálů získat reprezentativní hodnotu, proveďte alespoň 5 jednotlivých měření (viz Měřicí cyklus pro sondu SWZ).
- V případě betonů, které mají tendenci tzv. krvácet (odměšovat vodu), větší počet jednotlivých měření zvyšuje přesnost měření a dává reprezentativnější hodnotu.
- Velké kousky kameniva přímo na povrchu sondy mohou ovlivnit odečet hodnoty; naměří se například nižší obsah vody.
- Nesprávně smíchané betony je obtížné měřit pomocí sondy.

Kvalita měření:

Standardní odchylka StdDev zobrazená přenosným přístrojem vyjadřuje kvalitu odečítání hodnot. Jestliže hodnota StdDev je > 0,5, betonová směs je příliš heterogenní a je zapotřebí více jednotlivých měření. Před ukončením jednotlivých měření a akceptováním naměřené hodnoty jako konečného výsledku by mělo být provedeno nejméně 6 jednotlivých měření a měla by být zobrazena hodnota standardní odchylky StdDev 0,1 ... 0,5.

Je však velmi obtížné dosáhnout hodnoty StdDev < 0,5 u betonu, který je velmi heterogenní (např. u betonu, který významně krvácí).

Smajlíky na displeji znázorňují, jestli standardní odchylka je dobrá, přijatelná, nebo nepřijatelná:

- 😊 dobrá (< 0,2)
- 😐 přijatelná (0,2 ... 0,49)
- ☹️ nepřijatelná (> 0,5)

Přenosný přístroj automaticky odfiltruje hodnoty obsahu vody, které jsou menší než 100 l/m^3 . Například pokud je tlačítko startu náhodně stisknuto v průběhu série měření nebo pokud sonda ještě nebyla zcela zavedena do betonu.

Hodnoty, které jsou příliš nízké, jsou označeny výstrahou  a nejsou použity při výpočtu průměrné hodnoty.

Sérii měření lze vymazat stisknutím navigačního tlačítka  a přenosný přístroj je pak připraven na nový měřicí cyklus.

9.1.4 4. Zahájení dalšího jednotlivého měření

Aby se zamezilo segregaci betonu, doporučuje se čerstvý beton po 5 měřeních znovu promíchat. Pokud jde o reprezentativnost, jedná se jednoduše o změnu směsi materiálů nebo složení s různě velkými částicemi kameniva v nejbližším okolí hlavy sondy.

- ▶ Stisknutím tlačítka Enter  zahájíte měření.
 - ↳ Bude prováděno druhé měření; také trvá přibližně 1 s. Nová naměřená hodnota se použije pro průměrování; průměrná hodnota obsahu vody se vypočítá z prvního a druhého (nebo více) měření a zobrazí se na displeji.

9.1.5 5. Provádění dalších jednotlivých měření

Postupujte podle pokynů v kroku 4. Vyšší počet jednotlivých měření zlepšuje reprezentativnost a přesnost konečného výsledku. Důrazně se doporučuje provádět vyšší počet jednotlivých měření v případě, že odečtené hodnoty mají tendenci se výrazně lišit (například z důvodu krvácení betonu). Po provedení určitého počtu jednotlivých měření by hodnota zobrazované standardní odchylky Std-Dev měla být $< 0,5$, čímž bude garantována kvalita měření, takže výsledek měření obsahu vody v l/m^3 může být akceptován.

Stisknutím navigačního tlačítka  budou vymazány hodnoty získané v této sérii měření; přístroj je potom připraven pro nový cyklus měření.

9.2 Aktivní vlhkost, aktivní voda a absorpce vody

Sonda SWZ měří jak volnou vodu v čerstvém betonu, tak obvykle $1/3$ maximálního množství aktivní vody, kde větší váhový podíl má aktivní voda pisku. I když existují druhy kameniva, které absorbují velmi málo aktivní vody, některá plniva, jako je pískovec nebo vápencová drť, dovedou absorbovat 50 l aktivní vody.

Proto musí být sonda SWZ nastavena na konkrétní formulaci betonové směsi pouze jednou, a to s ohledem na typ kameniva či lokaci kameniva.

Aby bylo možné na přenosném přístroji zobrazit obsah účinné vody (nebo obsah vysušené vody), je nutné zohlednit konkrétní formulaci v hodnotě parametru G-Set. Tato hodnota musí být stanovena pouze jednou.

Sonda SWZ – měření množství účinné vody:

Jestliže například kamenivo má 15 l aktivní vody, sonda SWZ zaznamená pouze $1/3$ této vody. To znamená, že zbývající $2/3$ musí potom být pro parametr G-Set specifikovány jako záporná hodnota, aby bylo možné měřit obsah účinné vody. V našem příkladu se potom $G\text{-Set} = -10 \text{ l/m}^3$, jestliže hodnota vyjadřující množství aktivní vody je typických 15 l/m^3 .

Sonda SWZ – měření množství vysušené vody:

Jestliže sonda SWZ má měřit obsah vysušené vody, pro parametr G-Set musí být zadána jedna třetina kladné hodnoty aktivní vody. V tomto případě $G\text{-Set} = +5 \text{ l}$, jestliže hodnota vyjadřující množství aktivní vody je typických 15 l/m^3 .

Přesná kladná nebo záporná hodnota parametru G-Set, která musí být zohledněna pro daný typ formulace složení betonu, v němž je použit určitý druh kameniva

(lokace), a která bude zadána do přenosného přístroje, může být ověřena či stanovena dvěma způsoby:

- Porovnáním výsledků měření pomocí sondy SWZ s několika správnými cílovými hodnotami pro obsah vody v betonu. U betonových směsí, v nichž je použito suché kamenivo.
- Porovnáním výsledků měření pomocí sondy SWZ s několika správnými hodnotami vysušené vody anebo stanovením obsahu vody po sušení.

Obsah vysušené vody se vypočítá takto:

obsah vysušené vody = účinná voda + aktivní voda + přísady, které se chovají jako voda.

Sonda SWZ měří také přísady, které se během procesu měření chovají jako voda. Toto je nutné také brát v úvahu, když se hodnotí a stanovuje obsah vody w/c.

Příslušná hodnota aktivní vody pro výpočet v případě, že se provádí sušení:

Jestliže například velmi dobře absorbující vápencová drť absorbuje 2 % vody, bylo by to 34 l aktivní vody s frakcí jednoho krychlového metru plniva, za předpokladu objemové hustoty plniv $1\,700\text{ kg/m}^3$ ($3\,748\text{ lb/ft}^3$). Aktivní voda = vlhkost $\times$ hrubá hustota kameniva / 100 = $2\% \times 1\,700 / 100 =$ absorpce vody 34 l/m^3 (WA24)

Příslušná hodnota parametru G-Set v přenosném přístroji:

Protože sonda SWZ nedovede měřit 100 % aktivní vody, v tomto příkladu by mohla být vhodná hodnota parametru G-Set přibližně -23 l/m^3 (= 2/3 celkové aktivní vody 34 l), jestliže se sondou SWZ má měřit obsah účinné vody čili efektivní voda. Hodnota G-Set, která byla určena nebo předpokládána pro daný typ či umístění horniny, by měla být stanovena nebo zkontrolována pomocí srovnávacích měření buď se spolehlivými směsmi se suchými plnivy, nebo s několika spolehlivými hodnotami získanými při sušení vzorku.

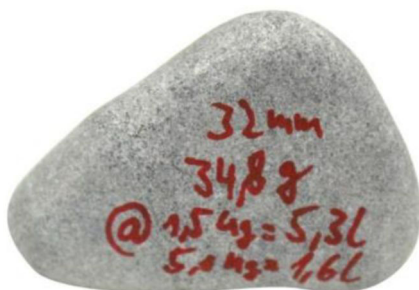
9.3 Množství vysušené vody jako referenční hodnota

Parametr G-Set, který lze nastavit v přístroji, je možné použít k přizpůsobení kalibrace sondy SWZ určité formulaci betonové směsi s určitým typem kameniva provedením porovnávacích měření na vzorku sušeném v peci. Je však důležité si uvědomit, že sušit čerstvý beton není snadné. Čerstvý beton musí být sušen relativně rychle, aby se zabránilo postupnému tuhnutí cementu během procesu sušení. Pokud je proces sušení příliš pomalý, existuje nebezpečí, že se v čerstvém betonu v cementu uvolní voda. To by zkreslilo výsledek měření, když je vzorek vážen, protože voda v peci by byla chemicky nebo krystalicky vázána a vypočítaný obsah vody vysušené v peci by byl v důsledku toho příliš nízký.

Možné problémy nebo ovlivňující faktory při sušení v peci:

- Při sušení v peci s použitím plynového hořáku (letovačky) se ujistěte, že do vzduchu (nebo z nádoby v peci!) neunikají žádné pevné částice, protože ztráta hmotnosti by znamenala, že stanovené hodnoty obsahu vody by byly příliš vysoké. Někteří uživatelé čerstvý beton při sušení v peci míchají, jiní ne. Proto se potom výsledné hodnoty poněkud liší. Pokud se čerstvý beton nemíchá, existuje nebezpečí, že by v betonu mohla být voda chemicky vázána vzhledem k delší době sušení. Taková voda nemůže uniknout ani při velmi vysokých teplotách. Naměřený obsah vody bude obecně vyšší, když je beton intenzivně míchán, než když míchán není, protože v důsledku míchání může do vzduchu unikat příliš mnoho pevných částic.
- Když se provádí sušení v mikrovlnné troubě, je důležité nastavit dobu sušení v závislosti na výkonu (800 W nebo 1 000 W) a věnovat pozornost také objemu sušeného vzorku (např. 1,5 ... 2 kg). Když se provádí sušení s pomocí plynových hořáků nebo v mikrovlnných troubách, u téhož vzorku čerstvého betonu nejsou neobvyklé odchylky až $\pm 3 \dots 10 \text{ l/m}^3$. Informační list vydaný německou společností pro betonovou a stavební technologii (DBV) s názvem „Zvláštní kontroly čerstvého betonu“ pojednává konkrétně o postupech sušení v mikrovlnných troubách. Zapamatujte si, že voda může být chemicky vázána v betonu s dobou schnutí $> 20 \text{ min}$. Toto může zkreslit výsledek, protože obsah vody pak bude příliš nízký. Pokud jsou objemy odběrů vzorků pro sušení v mikrovlnné troubě příliš velké, existuje také nebezpečí chemické vazby vody, což by způsobilo příliš nízkou hodnotu naměřeného obsahu vody.
- Při odběru vzorků betonů pro sušení se mohou vyskytnout značné odchylky. Pokud byl beton po nějakou dobu ponechán v kbelíku, může dojít k jeho segregaci, což by mělo za následek, že obsah vody ve vzorcích betonu sušených v peci odebraných na povrchu by byl příliš vysoký. To platí zejména pro beton ve třídách konzistence F5 a F6.
- Při vážení vzorku sušeného v peci věnujte pozornost jeho teplotě. Při vážení velmi horkého vzorku sušeného v peci může pohyb proudů vzduchu směrem nahoru způsobit vážnou chybu údaje odečítaného na stupnici. Například při vážení vzorku o hmotnosti 4 kg proud horkého vzduchu může způsobit rozdíl 30 g, v závislosti na konkrétní vážící jednotce. U hmotnosti 4 kg by toto odpovídalo rozdílu vlhkosti $+0,75 \%$. V případě nejhoršího scénáře vlhkost $+0,75 \%$ potom odpovídá chybě $+17 \text{ l/m}^3$!
- Přísady v betonu se během procesu sušení v peci chovají jako voda, tj. vstupují do procesu měření obsahu vody vysušené v peci a do měření pomocí sondy SWZ.
- Existují přísady, které chemicky vážou vodu tak, že voda je relativně rychle vázána krystalickou cestou, a proto nemůže během procesu sušení v peci (zejména v případě sušení pomocí mikrovlnné trouby bez míchání) zcela uniknout.

Pokud měření provedené pomocí sondy SWZ neodpovídá správnému vzorku sušenému v peci, který je měřen paralelně, je možné pomocí parametru „G-Set“ v nabídce „ZMĚNY“ nastavit v přístroji správnou naměřenou hodnotu vody.

9.3.1 Vzorek materiálu

19 Kamenivo

Důležitost reprezentativního vzorku pro sušení v peci je ilustrována na příkladu tohoto plniva velikosti 32 mm. Za předpokladu objemu vzorku 1,5 kg pro sušení v mikrovlnné troubě tento jednotlivý kousek kameniva reprezentuje hodnotu $5,3 \text{ l/m}^3$ vody! Jestliže je sušeno 5 kg vzorku, tento kousek kameniva stále reprezentuje $1,5 \text{ l/m}^3$. Jeden kousek

kameniva tedy může způsobit více či méně významné značné chyby, v závislosti na metodě sušení a odběru vzorků.

9.4 Měření čerstvého suchého betonu (tj. neklouzavý, tuhý beton) ve třídě konzistence F1

Tuhý čerstvý beton ve třídě konzistence F1 má velké vzduchové kapsy a nelze jej měřit pomocí sondy SWZ.

9.5 Sondou SWZ se měří tři druhy vody

Sonda SWZ měří v zásadě tytéž podíly vody jako při metodě měření obsahu vysušené vody:

- **Volná voda** v betonové směsi, která vstupuje do výpočtu poměru w/c. Tato voda je skutečná hodnota, která se hledá, když se používá sonda SWZ.
- **Podíl aktivní vody**, voda, která je absorbována plnivý. Sonda SWZ dovede změřit jen podíl (přibližně 1/3) této aktivní vody. Aktivní voda může odpovídat množství 5 ... 35 l/m³, záleží na typu kameniva. Tato (korekční) hodnota je vyjádřena v parametru G-Set (přibližně 2/3 aktivní vody), záleží na formulaci směsi a na druhu kameniva. Typická hodnota parametru G-Set je -10 l/m³, za předpokladu, že typická hodnota aktivní vody je 15 l/m³ vody. Tyto hodnoty -10 l/m³ se v přenosném přístroji při měření automaticky odečítají tak, aby údaj zobrazený na přístroji odpovídal obsahu účinné vody.
- **Přísady**, které se chovají jako voda, se také měří sondou SWZ. Toto je třeba vzít v úvahu.

9.6 Vzduchové dutiny, skleněná vlákna a ocelová vlákna

Vzduchové dutiny a skleněná vlákna snižují hustotu betonu, a tím i vlhkost. Sonda SWZ nereaguje na vzduchové dutiny ani na skleněná vlákna.

Sonda SWZ nereaguje ani na vzduchové mezery, ani na skleněná vlákna. V důsledku toho je zobrazený obsah vody pro beton se vzduchovými dutinami nebo skleněnými vlákny příliš vysoký. V závislosti na podílu vzduchových dutin nebo skleněných vláken může být hodnota 5 ... 10 l/m³ zobrazená na zařízení příliš vysoká. Doporučujeme snížit parametr G-Set v přístroji o -5 ... -10 l/m³, v závislosti na dané formulaci.

V případě betonu s ocelovými vlákny bude obsah vody zobrazený přístrojem také příliš vysoký, z důvodu obsahu oceli. I zde se doporučuje snížit hodnotu parametru G-Set o -5 ... -10 l/m³.

10 Správa a archivace formulací

Při správném nastavení parametru CHAR (jemný, hrubý, normální, speciální) a parametru G-Set (aktivní voda a přísady) by výsledky měření sondou SWZ měly relativně dobře korelovat s ověřenými skutečnými hodnotami nebo cílovými hodnotami. Pro dosažení co nejlepší přesnosti měření pomocí sondy SWZ doporučujeme, pokud se používají různé druhy betonu, které se opakovaně kontrolují, nezbytná nastavení pro ruční terminál zdokumentovat.

Možný způsob archivování důležitých údajů je znázorněn v následujícím seznamu.

- **Druh betonu nebo číslo druhu: F600TL**
 - Cílová hodnota hustoty syrového betonu: 2,422
 - Parametr CHAR: hrubý
 - Parametr G-Set: -10
- **Druh betonu nebo číslo druhu: AAV2**
 - Cílová hodnota hustoty syrového betonu: 2,441
 - Parametr CHAR: normální
 - Parametr G-Set: -5
- **Druh betonu nebo číslo druhu: 163802**
 - Cílová hodnota hustoty syrového betonu: 2,330
 - Parametr CHAR: normální
 - Parametr G-Set: -8
- **Druh betonu nebo číslo druhu: 3716CL**
 - Cílová hodnota hustoty syrového betonu: 2,367
 - Parametr CHAR: jemný
 - Parametr G-Set: -5

11 Sonda pro měření vlhkosti S1

i Přenosný přístroj lze použít v kombinaci se sondou S1 pro měření vlhkosti v písku, kamenivu a dalších sypkých látkách.

11.1 Připojení sondy S1

1. Připojte sondu S1 k přenosnému přístroji.
 - ↳ Zasuňte zástrčku se 7 kolíky do zásuvky na přenosném přístroji.
2. Utáhněte spojovací matici.
 - ↳ Přenosný přístroj automaticky detekuje sondu.

Význam zobrazeného textu:

- **Kal.:** počet aktivních kalibrací v sondě
- **Vlhkost:** naměřená hodnota vlhkosti
- **EC-T:** elektrická vodivost zjištěná na základě měření metodou TDR
- **Výrobní č.:** výrobní číslo sondy
- **HW:** verze hardwaru
- **FW:** verze firmwaru

11.2 Měření

Přenosný přístroj funguje v provozním režimu „Průměr“ ve spojení se sondou S1.

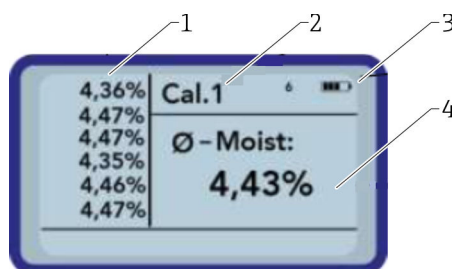
Provozní režim „Průměr“: V provozním režimu „Průměr“ přístroj zobrazuje průměrnou hodnotu vlhkosti vypočtenou z hodnot max. 6 jednotlivých měření.

i Během procesu měření není možné provádět žádné další operace. Uživatel musí vyčkat, než bude měření dokončeno.

11.2.1 Provozní režim „Průměr“

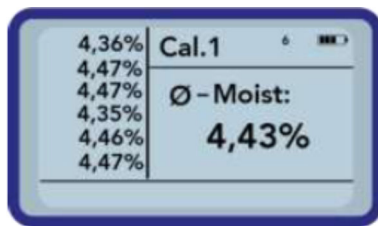
V tomto režimu se stanovuje pouze vlhkost a aritmetický průměr se vypočítá z max. šesti jednotlivých hodnot. Zobrazuje se zde gravimetrická vlhkost. Tento provozní režim je vhodný pro měření hodnot vlhkosti větších objemů materiálu (jako je např. písek, kamenivo).

Po zapnutí přenosného přístroje se po úvodní obrazovce zobrazí v provozním režimu „Průměr“ následující obrazovka:



- 1 Hodnoty jednotlivých měření
- 2 Číslo vybrané kalibrace
- 3 Zbývající kapacita akumulátoru
- 4 Průměr naměřených hodnot

1. Měření zahájíte krátkým stisknutím tlačítka Enter.
 - ↳ Přístroj zahájí měření a po dobu trvání procesu měření se místo symbolu akumulátoru zobrazí v pravém horním rohu rotující symbol. Během této doby nelze provádět žádné jiné akce. Měření trvá přibližně 4 ... 5 s. Jakmile je měření dokončeno, na displeji se opět objeví symbol akumulátoru. Jednotlivá měření jsou zobrazena na levé straně obrazovky. Poslední naměřená hodnota se zobrazí na seznamu nahoře, starší hodnoty se zobrazí vždy o jednu pozici níže. Aritmetický průměr je zobrazen v pravé části obrazovky. Průměrná hodnota se vypočítává z existujících jednotlivých hodnot (maximálně šesti).
 2. Jestliže chcete sérii měření vymazat, stiskněte navigační tlačítko „Dolů“.
- i** Do seznamu lze dočasně uložit maximálně 6 hodnot. Starší hodnoty jsou ze seznamu odstraňovány a dále se pak už nepoužívají k výpočtu průměru.

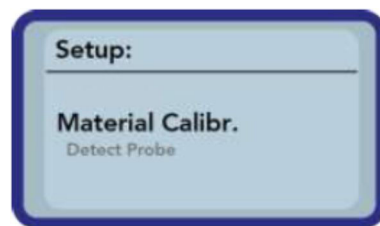


Šest měření v provozním režimu „Průměr“ již uživateli poskytuje reprezentativní výsledek měření pro všechny měřicí body v širokém objemu materiálu.

11.3 Nastavení

Nastavení přenosného přístroje lze měnit a upravovat různými způsoby.

1. Stiskněte klávesu Složka.
 - ↳ Zobrazí se následující struktura nabídky.



2. Požadovanou položku vyberte navigačními tlačítky.
3. Pro potvrzení volby stiskněte tlačítko Enter.
4. Stiskněte klávesu Složka.
 - ↳ Tento uživatel opustí aktuální položku nabídky a nabídku Nastavení.

Přehled možností nastavení

- **Režim:**
 - „Průměr“: provede se výpočet průměrné hodnoty vlhkosti z až 6 naměřených hodnot.
- **Kal. materiálu:**
 - Výběr kalibrace požadovaného materiálu v sondě
 - Přizpůsobení kalibrace materiálu
- **Najít sondu:** nové vyhledání připojené sondy (pokud během aktivace došlo k chybě)
- **Jazyk:** změna jazyka systému
 - Němčina
 - Angličtina
- **Automatické vypnutí:** nastavení automatického vypnutí

- **Osvětlení displeje:** nastavení osvětlení pozadí
 - Doba vypnutí
 - Jas
- **Kontrast displeje:** nastavení optimálního kontrastu
- **Informace o sondě:** zobrazení informací o sondě
- **Informace:** zobrazení informací o přenosném přístroji

11.3.1 Režim „Průměr“

V provozním režimu „Průměr“ se stanovuje pouze vlhkost, v % gravimetrické vlhkosti, anebo doba průchodu v tp. Naměřená hodnota je dočasně uložena do seznamu, ve kterém může být max. šest změřených hodnot. Z hodnot na tomto seznamu se vypočítává aritmetický průměr.



Do seznamu lze dočasně uložit maximálně 6 hodnot. Starší hodnoty jsou ze seznamu odstraňovány a dále se pak už nepoužívají k výpočtu průměru.

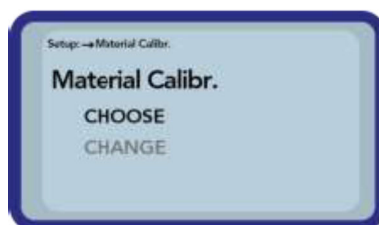
11.3.2 Kalibrace materiálu

Do paměti sondy je možné ukládat různé kalibrace v závislosti na tom, k čemu je sonda určena. Mohou to být například gravimetrické kalibrace pro měření vlhkosti písku, nebo například také kalibrace dob průchodu.

Potřebnou kalibraci lze vybrat v položce nabídky „Kalibrace materiálu“ v závislosti na konkrétní aplikaci. Tímto způsobem může jedna sonda pokrýt celou řadu aplikací.

Kromě toho je také možné provádět vlastní kalibrace, aby bylo možné měřit speciální materiály.

1. Vyberte položku nabídky „Kal. materiálu“.
2. Vyberte buď „Vybrat“, nebo „Změnit“.



„Vybrat“: Nastavte některou z 15 možných kalibrací.

„Změnit“: Naprogramujte novou kalibraci jako jednu z 15 možností kalibrací, které je možné uložit do paměti.

Položka nabídky „Vybrat“

Na displeji se zobrazí 15 kalibrací a názvy těchto kalibrací. Potom se objeví obrazovka podobná obrazovce obrázku níže:



1. Pomocí navigačních tlačítek procházejte seznam a vyberte požadovanou kalibraci. „Symbol „!“ před kalibrací označuje kalibraci, která je aktuálně aktivní.

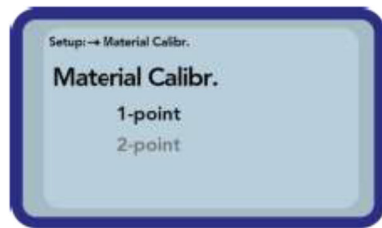
2. Stiskněte tlačítko Enter.

- ↳ Tím se vybraná kalibrace aktivuje.
Potom se v pravém horním rohu displeje objeví symbol , který znamená, že byla aktivována tato možnost. Před aktivní kalibrací se také objeví symbol „!“.

 Stisknutím navigačního tlačítka  přejdete z obrazovky měření přímo na položku nabídky „Vybrat“.

Položka nabídky „Vybrat“

Můžete provádět vlastní kalibrace materiálu, anebo přizpůsobit stávající kalibraci podle svých konkrétních potřeb. K dispozici jsou dvě možnosti:



▪ **Jednobodová kalibrace:**

- Přizpůsobí kalibrační křivku vybranému bodu.
- V důsledku toho se sklon křivky nezmění.
- Vyžaduje se pouze jeden vzorek materiálu.

▪ **Dvoubodová kalibrace:**

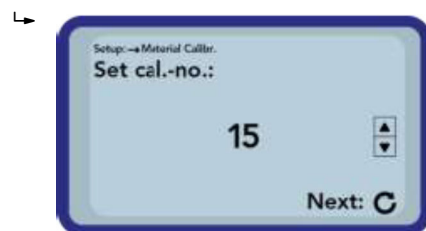
- Vytvoření lineární kalibrace mezi dvěma měřenými body
- Jsou potřeba dva vzorky materiálu s různými hodnotami vlhkosti

Jednobodová kalibrace:

Tato možnost kalibrace materiálu pouze upravuje (kompenzuje) nastavenou kalibraci. Protože se sklon křivky nemění, je na začátku důležité vybrat kalibrační křivku, která materiálu vyhovuje.

 K provedení jednobodové kalibrace materiálu je potřeba vzorek materiálu, který se má měřit. Před kalibrací musí být hodnota vlhkosti stanovena jinou laboratorní metodou (např. analyzátozem vlhkosti, sušením v peci).

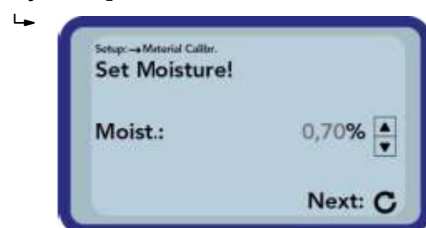
1. Paměť kalibrací (01–15), která bude přepsána novou hodnotou, nastavte pomocí navigačních tlačítek.



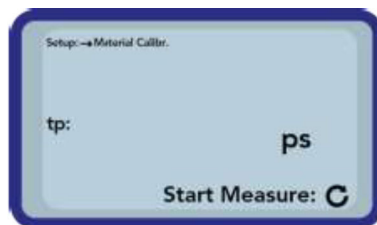
2. Stiskněte tlačítko Enter.

- ↳ Nastavení je akceptováno.

3. Vyberte procentní hodnotu vlhkosti navigačními tlačítky.

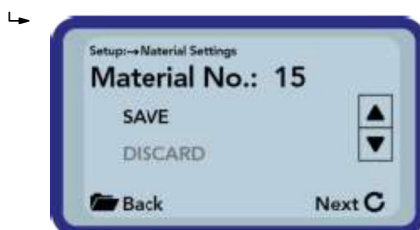


4. Stiskněte tlačítko Enter.
↳ Nastavení je akceptováno.
5. Stiskněte znovu tlačítko Enter.
↳ Je zahájen proces měření materiálu.



Pro zvýšení přesnosti se provádějí čtyři měření. Potom se vypočte průměr z těchto naměřených hodnot. Doba měření je přibližně 20 sekund. Když je měření dokončeno, na omezenou dobu se zobrazí doba průchodu pulzu.

6. Poté lze kalibraci uložit do paměti kalibrací nastavené na začátku („Uložit“).



7. Stiskněte tlačítko Enter.
↳ Vybraná paměť je přepsána novými hodnotami.
Před původním názvem paměti se nyní objeví slovo „VLASTNÍ“, aby bylo jasné uvedeno, která paměť byla přepsána.

OZNÁMENÍ

Pokud je na konci kalibrace vybrána možnost „ULOŽIT“, přepíše se jedna z předem nastavených (nebo již upravených) kalibrací v sondě!

- ▶ Původní kalibrace mohou být obnoveny pouze naším servisním oddělením.

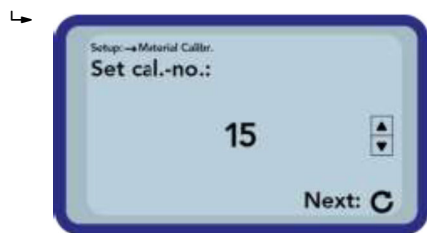
- i** Před zahájením měření se ujistěte, že články sondy jsou zcela ponořeny do měřeného materiálu. Sonda musí zůstat v materiálu po celou dobu měření a nemělo by se s ní hýbat.

Dvoubodová kalibrace:

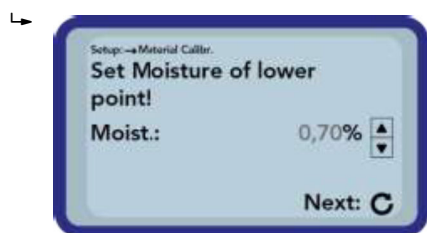
Při dvoubodové kalibraci se měří dva vzorky materiálu s různým obsahem vlhkosti a potom se z naměřených hodnot provádí výpočet pomocí lineární rovnice $f(x) = mx + b$. Zatímco k dosažení lepší přesnosti je užitečný polynom s vyšší hodnotou, zejména v nižším rozmezí vlhkosti často postačuje lineární rovnice, která poskytuje velmi dobré výsledky.

- i** K provedení dvoubodové kalibrace materiálu jsou nutné dva vzorky materiálu s různými hodnotami vlhkosti. Před kalibrací musí být hodnota vlhkosti stanovena jinou laboratorní metodou (např. analyzátozem vlhkosti, sušením v peci). Je důležité, aby byl dodržen následující postup: nejprve „nižší hodnota vlhkosti“ (suší materiál) a poté „vyšší hodnota vlhkosti“ (vlhčí materiál).

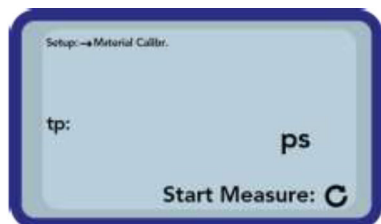
1. Paměť kalibrací (01–15), která bude přepsána novou hodnotou, nastavte pomocí navigačních tlačítek.



2. Stiskněte tlačítko Enter.
↳ Nastavení je akceptováno.
3. Navigačními tlačítky vyberte procentní podíl nižší hodnoty vlhkosti.

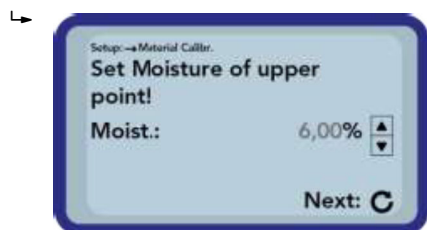


4. Stiskněte tlačítko Enter.
↳ Nastavení je akceptováno.
5. Stiskněte znovu tlačítko Enter.
↳ Je zahájen proces měření materiálu.



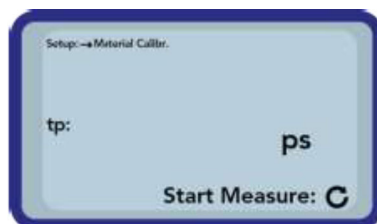
Pro zvýšení přesnosti se provádějí čtyři měření. Potom se vypočte průměr z těchto naměřených hodnot. Doba měření je přibližně 20 sekund. Když je měření dokončeno, na omezenou dobu se zobrazí doba průchodu pulzu.

6. Navigačními tlačítky vyberte procentní podíl vyšší hodnoty vlhkosti,



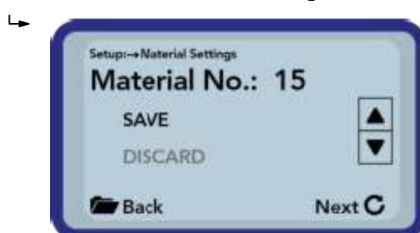
7. Stiskněte tlačítko Enter.
↳ Nastavení je akceptováno.

8. Stiskněte znovu tlačítko Enter.
 ↳ Je zahájen proces měření materiálu.



Pro zvýšení přesnosti se provádějí čtyři měření. Potom se vypočte průměr z těchto naměřených hodnot. Doba měření je přibližně 20 sekund. Když je měření dokončeno, na omezenou dobu se zobrazí doba průchodu pulzu.

9. Poté lze kalibraci uložit do paměti kalibrací nastavené na začátku („Uložit“).



10. Stiskněte tlačítko Enter.
 ↳ Vybraná paměť je přepsána novými hodnotami.
 Před původním názvem paměti se nyní objeví slovo „VLASTNÍ“, aby bylo jasné uvedeno, která paměť byla přepsána.

OZNÁMENÍ

Pokud je na konci kalibrace vybrána možnost „ULOŽIT“, přepíše se jedna z předem nastavených (nebo již upravených) kalibrací v sondě!

- Původní kalibrace mohou být obnoveny pouze naším servisním oddělením.

- i** Před zahájením měření se ujistěte, že články sondy jsou zcela ponořeny do měřeného materiálu. Sonda musí zůstat v materiálu po celou dobu měření a nemělo by se s ní hýbat.

11.3.3 Vyhledání sondy

Tuto položku nabídky vyberte, pokud:

- po zapnutí přenosného přístroje došlo k problémům v komunikaci se sondou;
- sonda ještě nebyla připojena;
- během provozu se sonda mění za jinou.

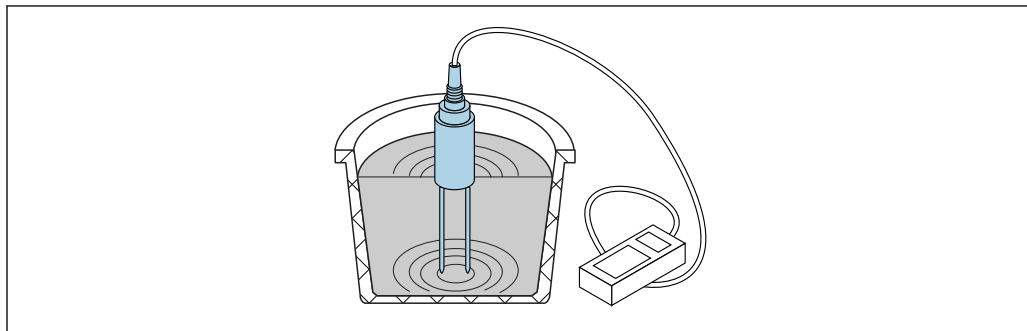
Jakmile je tato položka nabídky vybrána, přenosný přístroj provede další pokus o navázání spojení s připojenou sondou. Po úspěšném navázání spojení se na displeji objeví výrobní číslo sondy. Pokud se spojení nepodaří navázat, na displeji se zobrazí upozornění „Sonda nenalezena“.

- i** Pokud není navázáno spojení, zkontrolujte, zda je sonda správně připojena. Jestliže se tímto problém neodstraní, kontaktujte servisní oddělení.

11.4 Použití sondy S1

11.4.1 Měření objemu

Teoreticky pronikají elektromagnetické siločáry do měřeného materiálu do nekonečné hloubky. Efektivní hloubka průniku sondy S1, což je pro měření relevantní, je však přibližně 80 mm (3,15 in) (dvojnásobná vzdálenost mezi články sondy).



A0040907

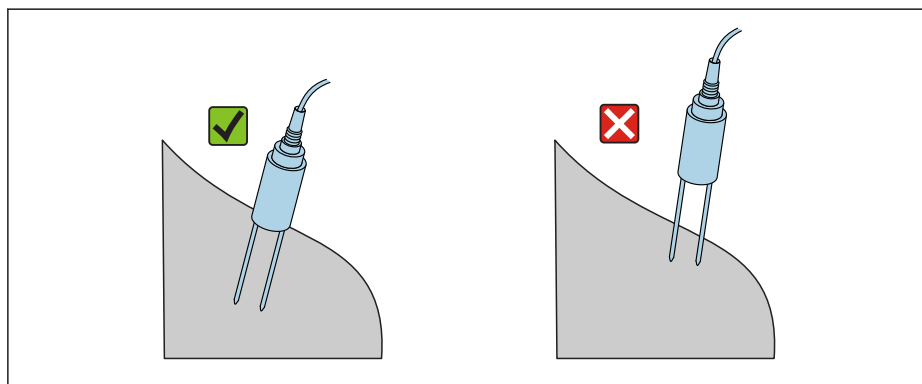
20 Efektivní měřicí objem (znázorněné vlny)

11.4.2 Přesnost

Doporučený přístup pro dosažení nejlepší možné přesnosti se sondou S1

Měření provádějte přímo v hromadách písku a kameniva.

1. Zasuňte sondu do měřeného materiálu až po modré vyznačené těleso sondy.



A0040896

2. Vyberte provozní režim „Průměr“.
3. Proved'te měření v různých bodech.
↳ Tím se získá reprezentativní hodnota vlhkosti materiálu.

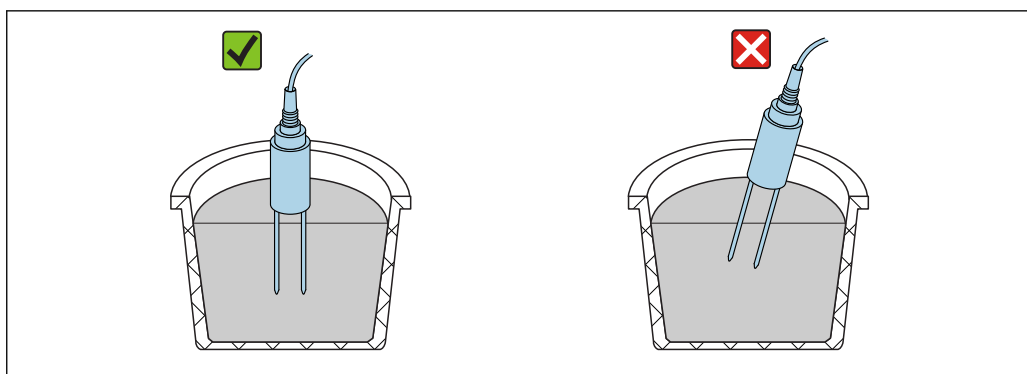


Po delším období suchého počasí bude materiál na povrchu sušší než ve spodnějších vrstvách. Pokud však po delším období sucha nedávno přelo, materiál na povrchu bude vlhčí. Pro dosažení nejlepšího výsledku měření by vlhkost měla být měřena v různých bodech a v různých hloubkách.

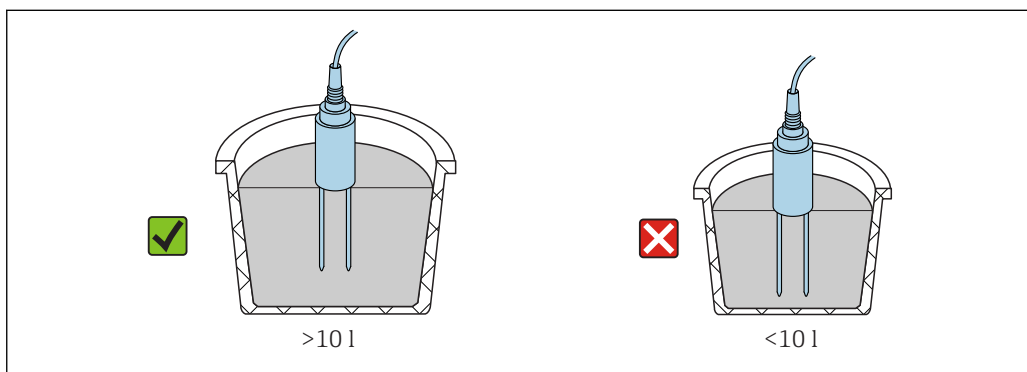
Měření laboratorních vzorků v kbelíku

Pro dosažení co nejlepší přesnosti výsledků musí být splněny následující podmínky:

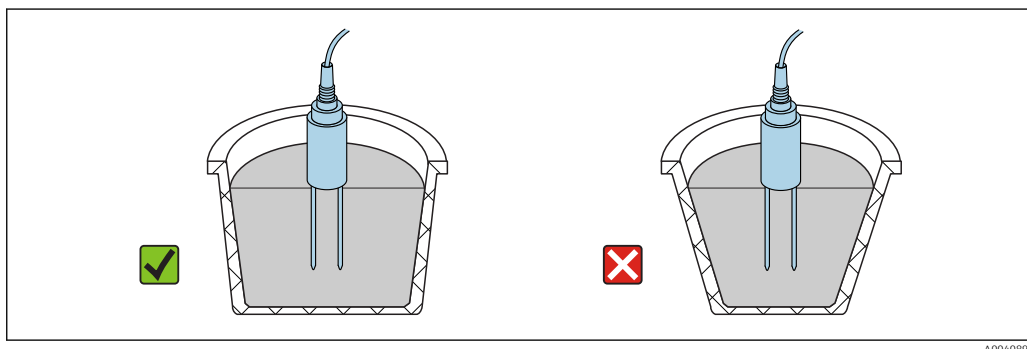
Celá délka článkových sond musí být ponořena v měřeném materiálu.



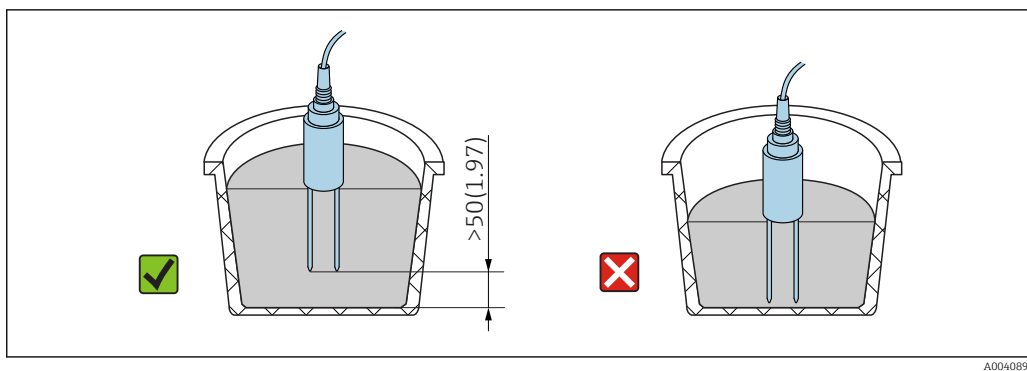
Objem kbelíku musí být alespoň 10 l a nádoba musí být z nekovového materiálu.



Kbelík musí být přibližně válcového tvaru.

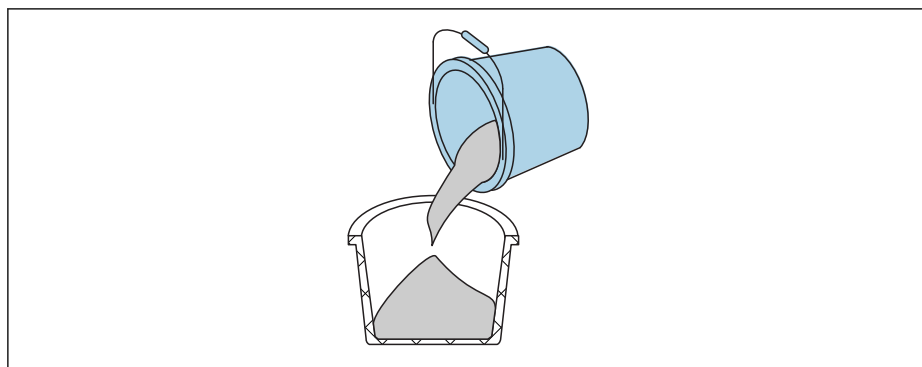


Hladina produktu ve kbelíku musí být alespoň o 5 cm vyšší než délka článku sondy



Při měření postupujte takto:

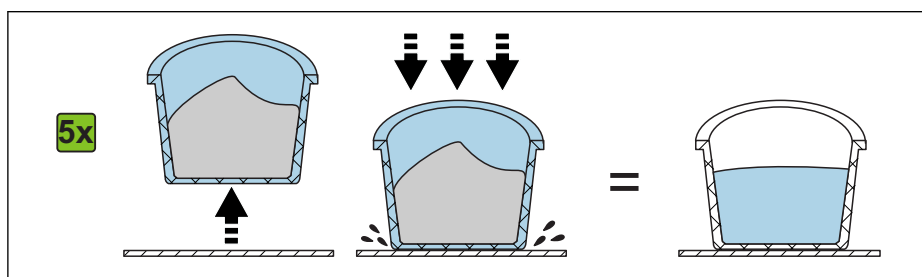
1. Naplňte kbelík pískem.



A0040894

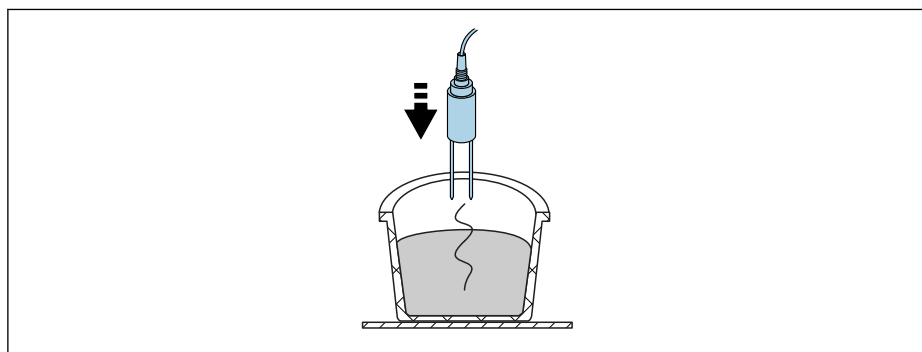
2. Kbelík zdvihněte do výšky asi 5 cm a potom jej upustíte na zem. Toto opakujte pětkrát (popřípadě víckrát).

↳ Tímto způsobem se písek zhutní.

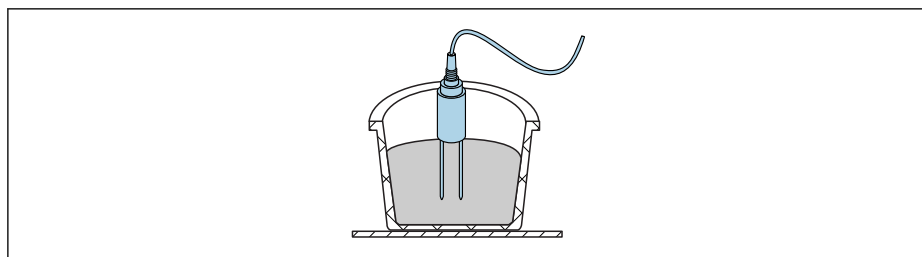


A0040895

3. Zasuňte do písku sondu. Jakmile základna sondy dosáhne povrchu písku, mírně zatlačte sondu ještě o něco dále (při zasouvání sondou nekývejte ani ji neotáčejte!). V případě měření kameniny a drtě při zasouvání sondy kbelíkem zatřepte. Jinak bude velmi obtížné sondu zavést do materiálu. Zatřepání kbelíkem zajistí optimální rozmístění materiálu kolem článků sondy.

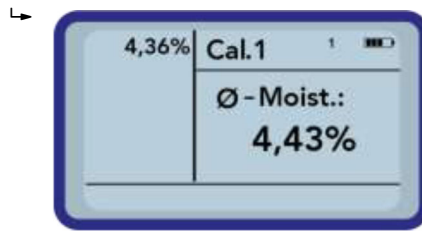


A0040896

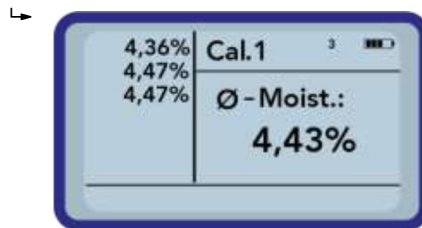


A0040897

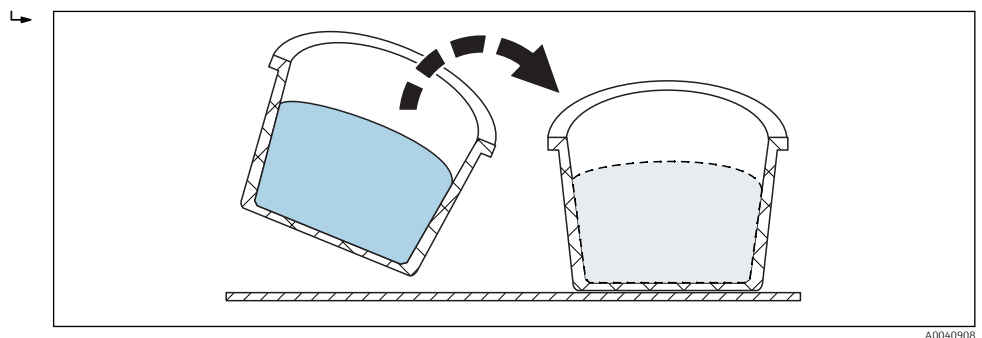
4. Proveďte měření přenosným přístrojem.



5. Vytáhněte sondu z písku a zatřepte pískem, aby se zase uvolnil.
6. Opakujte kroky 2 až 4 tak, abyste získali celkem tři naměřené hodnoty.

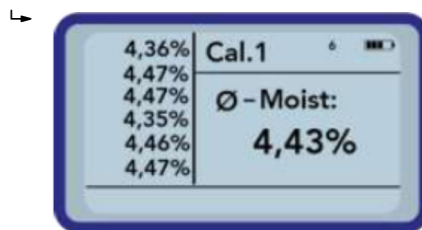


7. Přesypete písek do druhého kbelíku, abyste mohli odečíst hodnoty naměřené z písku na dně (toto je zvlášť důležité pro kamenivo anebo pokud je písek blízko saturaci, protože jakákoli volná voda se může usadit na dně nádoby!)



A0040908

8. Opakujte kroky 2 až 4 tak, abyste získali celkem 6 naměřených hodnot.



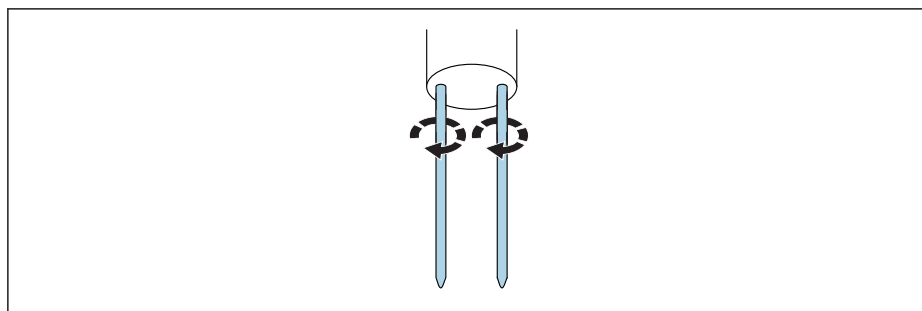
9. Zaznamenejte průměrnou hodnotu z těchto 6 měření.

11.4.3 Výměna článků sondy

- i** Výměnu článků sondy S1 mohou provádět pouze pracovníci servisního oddělení.

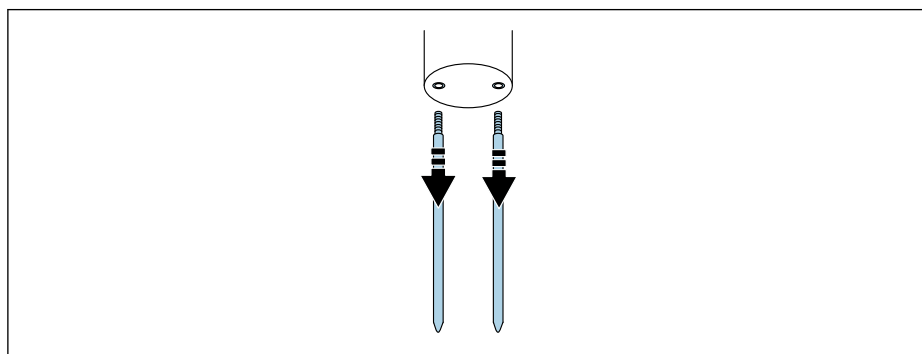
V případě sondy S1C můžete provést výměnu článků sondy takto:

1. Odšroubujte články sondy z tělesa sondy.



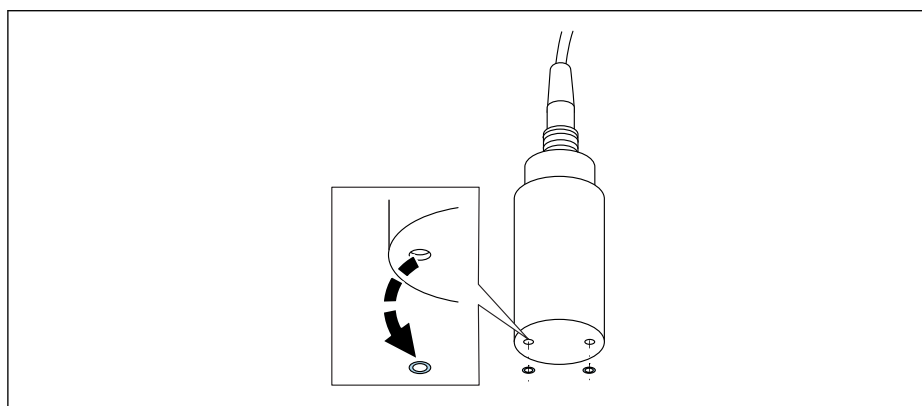
A0041449

2. Odeberte články sondy.



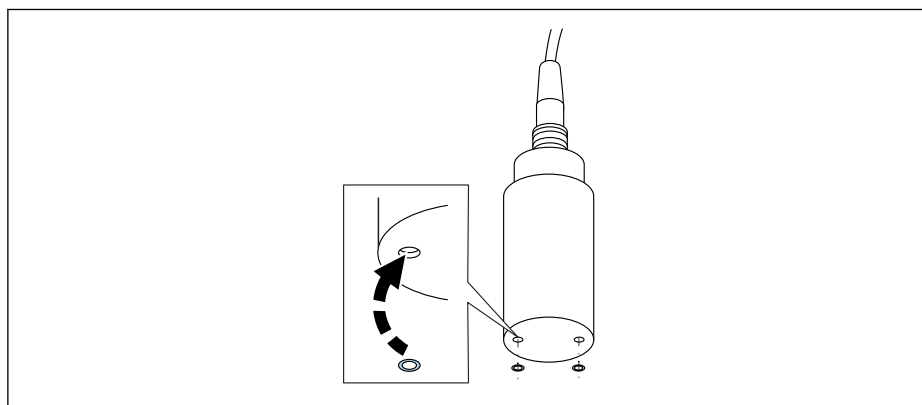
A0041450

3. Odeberte těsnící kroužky.



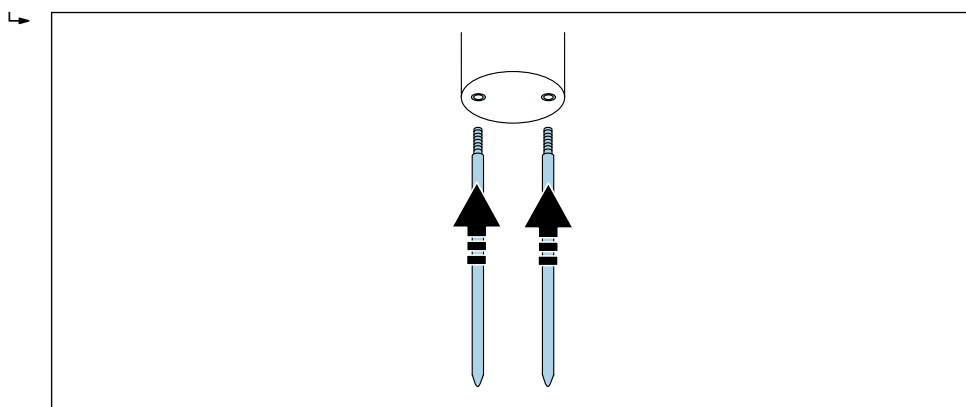
A0041451

4. Navlékněte do vyvrtaných otvorů nové těsnící kroužky a zatlačte je na závitovou část.



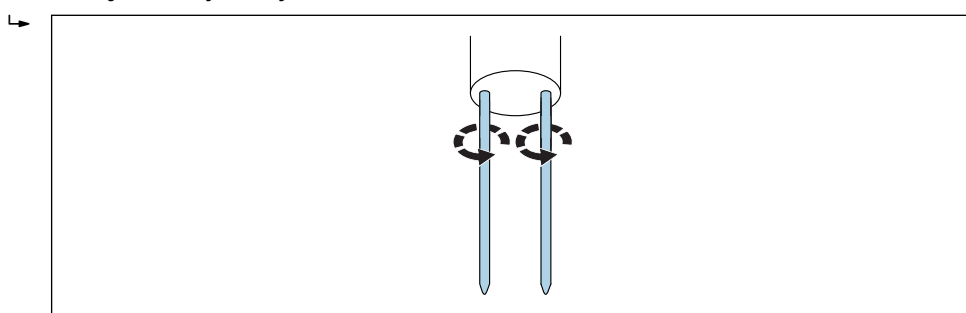
A0040879

5. Vsuňte články sondy do tělesa sondy.



A0040880

6. Zašroubujte články sondy do tělesa



A0041452

12 Technické údaje

12.1 Přenosný přístroj

- Výška: 36 mm
- Šířka: 64 mm
- Délka: 150 mm
- Hmotnost: (s akumulátorem) přibližně 437 g
- Spotřeba energie:
 - Vypnutí: 35 μ A
 - Nečinnost:
 - vypnuté osvětlení pozadí: 26 mA
 - zapnuté osvětlení pozadí: 56 mA
 - Sonda zapnutá: 100 mA
 - Měření: 350 mA
- Počet měření na jedno nabití: až 5 000 (20 °C / osvětlení pozadí max.)
- Lze připojit tyto sondy: SWZ, S1, S1C, S2
- Teplota skladování: -20 ... +70 °C (-4 ... +158 °F)
- Provozní teplota: -20 ... +70 °C (-4 ... +158 °F)
- Teplota při nabíjení: 10 ... 30 °C (50 ... 86 °F)
- Nabíjecí napětí: jmen. 12 V, max. 15 V, min. 12 V
- Nabíjecí proud: asi 1 A
- Doba nabíjení: asi 2 hodiny, když je akumulátor zcela vybitý
- Akumulátor: Ni-MH (4 $\times$ 1,2 V) (AA), 2 000 mA/h, > 1 000 měření
- Fyzická sběrnice: RS485
- Protokol sběrnice: sběrnice IMP, protokol II

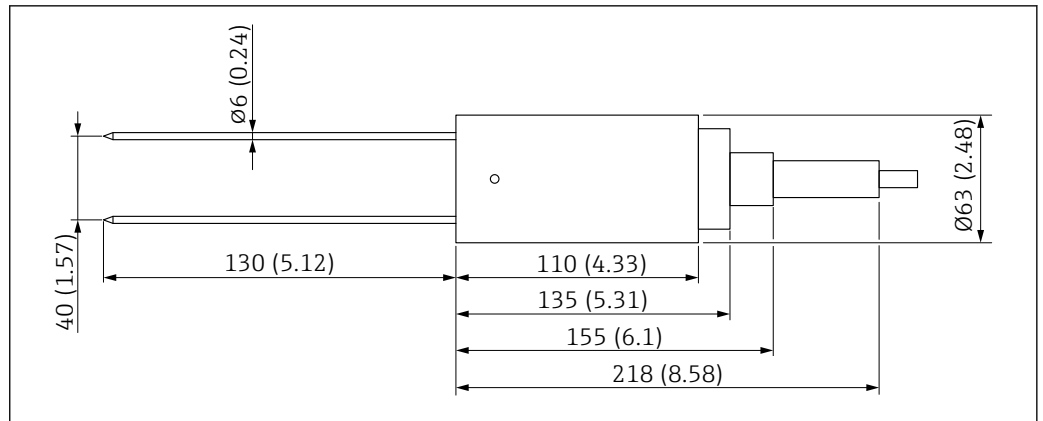
12.2 Sonda SWZ

- Napájení: 12 ... 24 V_{DC}
- Spotřeba proudu: 150 mA při 12 V_{DC} během doby cyklu měření 2 ... 3 s
- Měřicí rozsah: obsah vody, objemový 0 ... 100 %
- Opakovatelnost, měření obsahu vody (se sondou v klidu, ponořenou v betonu): ± 2 l/m³
- Absolutní přesnost: ± 3 % množství vody
- Rozsah vodivosti: 0 ... 20 dS/m
- Měření objemu: 0,5 l
- Teplotní rozsah sondy: 0 ... 50 °C (32 ... 122 °F)
- Kalibrace:
 - Předem naprogramované kalibrace pro čerstvý beton
 - Možné vlastní kalibrace
 - Do paměti lze uložit až 15 kalibračních křivek
- Stupeň krytí: IP 68
- Rozměry: 155 mm $\times$ 60 mm
- Rozhraní: 1,5 m kabel s připojovací zásuvkou se 7 kolíky

12.3 Sonda S1

Pro měření vlhkosti sypkých látek jako písek a kamenivo

- Snímač s vestavěnou elektronikou TDR
- Závit šroubu: M28 $\times$ 1,5 (na straně kabelu)



- Napájení: 12 ... 24 V_{DC}
- Spotřeba proudu: 100 mA při 12 V_{DC} během doby cyklu měření 2 ... 3 s
- Měřicí rozsah: obsah vody 0 ... 25 % vol.
- Přesnost: až do obsahu vody ±0,2 % abs vol.
- Rozsah vodivosti: 0 ... 1 dS/m
- Opakovatelnost: ±0,3 %
- Odchylka teploty: ±0,3 %
- Měřený objem: 1 l odpovídá Ø 130 mm × 100 mm
- Teplotní rozsah sondy: -15 ... 50 °C (5 ... 122 °F)
- Kalibrace: předem naprogramované kalibrace pro písek, kamenivo a drť
 - Možné vlastní kalibrace
 - Do paměti lze uložit až 15 kalibračních křivek
 - Kalibrační křivka možná pro dielektrickou konstantu
- Stupeň krytí: IP 68 (PVC)
- Rozměry: 155 mm × 63 mm
- Délka článku: 130 mm
- Průměr článku: 6 mm
- Rozhraní: 1,5 m kabel s připojovací zásuvkou se 7 kolíky



71465223

www.addresses.endress.com
