



# Sauter GmbH

Ziegelei 1  
D-72336 Balingen  
E-mail: [info@kern-sohn.com](mailto:info@kern-sohn.com)

Tel.: +49-[0]7433- 9933-0  
Fax: +49-[0]7433-9933-149  
Internet: [www.sauter.eu](http://www.sauter.eu)

## Návod k použití Ultrazvukový měřič tloušťky materiálu

### SAUTER TU-US

Verze 2.0  
04/2020  
CZ



PROFESIONÁLNÍ MĚŘENÍ

TU\_US-BA-cz-2020



# SAUTER TU-US

V. 2.0 04/2020

## Návod k použití Ultrazvukový měřič tloušťky materiálu

Gratulujeme vám k nákupu ultrazvukového měřiče tloušťky materiálu od společnosti SAUTER. Doufáme, že se vám kvalitní měřicí přístroj s širokou škálou funkcí bude líbit. Pokud máte jakékoli dotazy, požadavky nebo návrhy, neváhejte nás kontaktovat.

### Obsah:

<b>1.</b>	<b>Obecný přehled</b> .....	<b>4</b>
1.1	Technické údaje.....	4
1.2	Obecné funkce.....	4
1.3	Princip měření.....	5
1.4	Vybavení.....	5
<b>2.</b>	<b>Konstrukční prvky</b> .....	<b>6</b>
2.1	Zobrazení externího zařízení .....	6
2.2	Části hlavního těla.....	6
2.3	Digitální displej.....	6
<b>3.</b>	<b>Popis ovládacího panelu</b> .....	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Příprava na uvedení do provozu</b> .....	<b>8</b>
4.1	Výběr měřicí sondy .....	8
4.2	Podmínky a přípravky pro povrchy .....	10
<b>5.</b>	<b>Režim provozu</b> .....	<b>11</b>
5.1	Zapínání a vypínání .....	11
5.2	Výběr sondy .....	11
5.3	Nastavení nuly .....	11
5.4	Rychlost zvuku .....	12
5.5	Měření se provádí.....	14
5.6	Dvoubodová kalibrace .....	15
5.7	Režim skenování .....	15
5.8	Nastavení mezní hodnoty .....	15
5.9	Rozlišení .....	16
5.10	Jednotkové měřítko.....	16
5.11	Správa paměti .....	16
5.12	Nastavení systému .....	17
5.13	Systémové informace .....	18
5.14	Podsvícený displej .....	18
5.15	Automatické vypnutí .....	18
5.16	Obnovení systému .....	18
5.17	Informace o baterii .....	18
5.18	Připojení k počítači.....	19
<b>6.</b>	<b>Ovládání nabídky</b> .....	<b>19</b>
6.1	Přístup do hlavní nabídky.....	19

6.2	Přístup do podnabídky.....	19
6.3	Změna parametru .....	19
6.4	Číslicový digitální vstup .....	19
6.5	Uložení a ukončení nabídky .....	19
6.6	Odstranění a ukončení nabídky .....	19
7.	Údržba.....	19
8.	Přeprava a skladování .....	19
9.	Příloha.....	20
9.1	Rychlost zvuku .....	20
9.2	Připomínky k žádosti.....	21
9.3	Měření horkých povrchů.....	21
9.4	Měření materiálů s povrchovou úpravou .....	22
9.5	Vhodnost materiálu .....	22
9.6	Spojovací prostředek.....	22

## 1. Obecný přehled

Model TU-US je digitální ultrazvukový měřič tloušťky materiálu. Je založen na stejných principech fungování jako SONAR. TU-US dokáže měřit tloušťku široké škály materiálů s přesností až 0,01 mm nebo 0,001 palce. Lze jej použít pro širokou škálu kovových i nekovových materiálů.

### 1.1 Technické údaje

	TU 80-0.01US	TU 230-0.01US	TU 300-0.01US
<b>Zobrazit</b>	128x64 bodový maticový LCD displej s podsvícením		
<b>Rozsah měření</b>	0,75 ~ 80 mm	1,2 ~ 200/230 mm	3 ~ 200/300 mm
<b>Rozlišení</b>	0,01 mm	0,01 / 0,1 mm	0,01 / 0,1 mm
<b>Nejistota měření</b>	±0,5 % + 0,04 mm		
<b>Rychlost zvuku</b>	1000-9999m/s		
<b>Paměť</b>	20 skupin (každá se 100 naměřenými hodnotami)		
<b>Komunikace</b>	RS-232		
<b>Okolní teplota</b>	-10°C - +60°C		
<b>Max. Vlhkost</b>	≤90%		
<b>Napájení</b>	2x alkalické baterie AA 1,5 V		
<b>Rozměr</b>	132x76x32mm		
<b>Hmotnost</b>	Přibližně 345 g		

### 1.2 Obecné funkce

- Lze měřit širokou škálu materiálů, kovy, plasty, keramiku, kompozity, sklo a další ultrazvukově vodivé materiály.
- Pro speciální aplikace, včetně měření hrubozrnných materiálů a aplikací při vysokých teplotách, jsou k dispozici čtyři sondy.
- Funkce nastavení nuly měřicí sondy
- Funkce kalibrace rychlosti zvuku
- Dvoubodová kalibrační funkce
- dvě měřicí funkce: Jednotlivé měření a režim skenování
- zobrazení propojení
- Zobrazení stavu baterie
- Funkce "Automatické uspání" a "Automatické vypnutí" pro úsporu baterie.
- Software pro přenos dat z paměti do počítače je k dispozici na vyžádání.

### 1.3 Princip měření

Digitální ultrazvukový měřič tloušťky materiálu měří tloušťku dílu nebo konstrukce přesným měřením doby, za kterou krátký ultrazvukový impuls řízený sondou pronikne tloušťkou materiálu, odrazí se od zadního nebo vnitřního povrchu a vrátí se zpět do sondy.

Tato naměřená doba obousměrného přenosu se vydělí dvěma (což představuje cestu tam a zpět) a poté se vynásobí rychlostí zvuku příslušného materiálu. Výsledek je vyjádřen následujícím vzorcem:

$$H = \frac{v \times t}{2}$$

H = tloušťka materiálu zkušebního tělesa

v = rychlost zvuku příslušného materiálu

t = naměřená doba průchodu zvuku

### 1.4 Vybavení

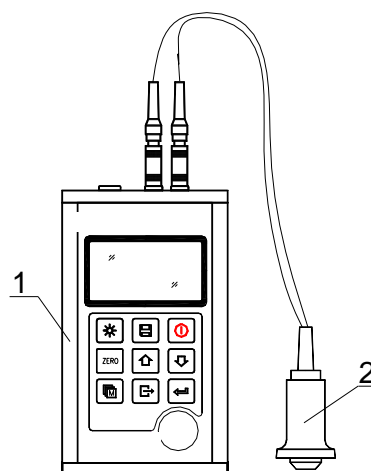
	Ne.	Označení	Množství	Poznámka
<b>Rozsah dodávky</b>	1	Hlavní tělo	1	
	2	Měřicí sonda	1	ATU-US10 90°
	3	Spojovací prostředky	1	
	4	Přepravní kufr	1	
	5	Návod k obsluze	1	
	6	Šroubovák	1	
	7	alkalická baterie	2	Velikost AA
<b>Příslušenství je k dispozici samostatně</b>	8	Měřicí sonda: ATU-US01		Viz tabulka na str. 10
	9	Měřicí sonda: ATU-US02		
	10	Měřicí sonda: ATB-US02		
	13	Data Pro pro materiál měřidlo tloušťky	1	pro PC
	14	Komunikační kabel	1	

## 2. Konstrukční prvky

### 2.1 Zobrazení externího zařízení

1= Bydlení

2= Měřicí sonda



### 2.2 Části hlavního těla

1 komunikační zásuvka

2 Hliníkové pouzdro

3 Otvor pro uchycení řemene

4 Kryt baterie

5 Klávesnice

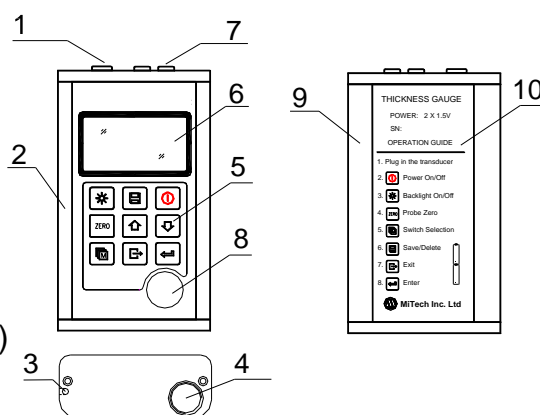
6 LCD displej

7 Buk pro americkou měřicí sonda (bez polarity)

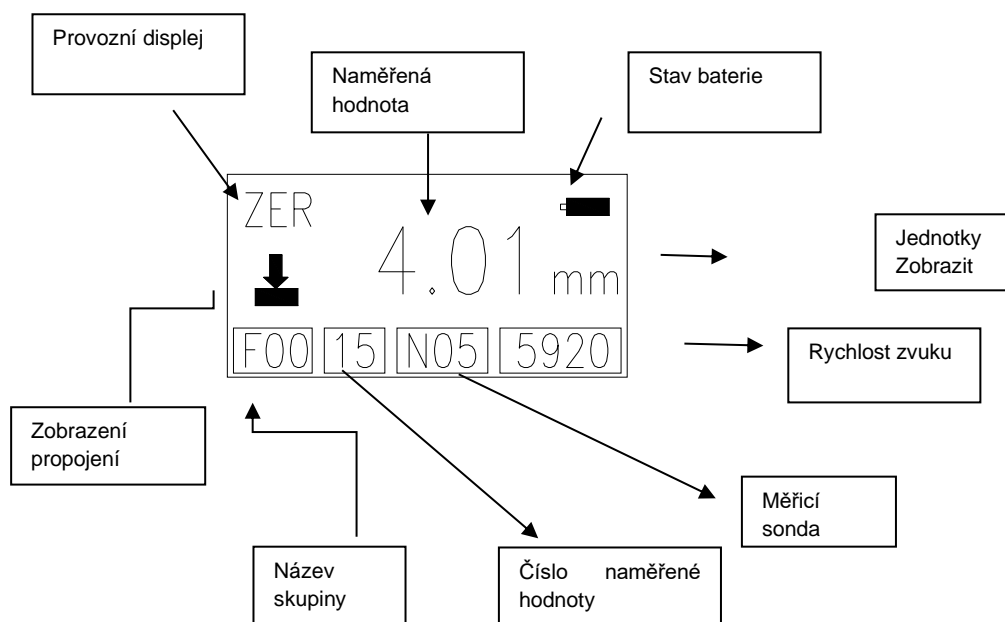
8 Nulovací deska pro americkou měřicí sonda

9.hliníkové pouzdro

10. vysvětlení klíčových symbolů












### 2.3 Digitální displej



- **Indikátor stavu baterie:** Indikátor stavu baterie

- **Indikátor párování:** indikuje stav párování;
  - Během měření se tento symbol musí zobrazit. Pokud tomu tak není, není možné měření provést.
- **Indikátor napájení:** indikuje, zda je zařízení zapnuté.
- **FIL:** Číslo skupiny
- **PRB:** Měřicí sonda aktivní
- **VEL:** Změna rychlosti zvuku
- **CAL:** Kalibrace rychlosti zvuku
- **DPC:** Stav dvoubodové kalibrace
- **ZER:** Kalibrace nuly měřicí sondy
- **SCA:** Zobrazuje režim skenování stavu (zapnuto/vypnuto)
- **Název skupiny:** Číslo aktuální skupiny
- **Měřená hodnota:** Číslo: zobrazí pořadové číslo.
- **Modely měřících sond:** zobrazí se vybraná měřicí sonda.
  - ATU-US01: N02
  - ATB-US06: N05
  - ATU-US02: N07
  - ATB-US02: HT5
- **Rychlost zvuku:** zobrazuje aktuální rychlost zvuku.
- **Naměřená hodnota:** Na displeji se zobrazí naměřená hodnota. ↑ znamená, že bylo dosaženo horní meze měření. ↓ znamená, že bylo dosaženo dolní meze měření.
- **Zobrazení jednotky:** Když svítí symbol **mm-**, měří se tloušťka materiálu v mm a rychlost zvuku v **m/s**. Pokud se objeví symbol **palce**, měří se tloušťka materiálu v palcích a rychlost zvuku v **palcích za sekundu**.

### 3. Popis ovládacího panelu

	Zapnutí a vypnutí zařízení		Odchod z běhání... výběr
	Zapnutí a vypnutí podsvícení		Vstupte - Klíč
	Americká měřicí sonda Nastavení nuly		PRE-ROLL
	Přepínání mezi položkami		vrátit zpět
	ukládání dat nebo odstranit data		

## 4. Příprava na uvedení do provozu

### 4.1 Výběr měřicí sondy

Pomocí tohoto přístroje můžete měřit různé materiály, od různých kovů až po sklo a plast. Pro různé typy materiálů proto potřebujete různé měřicí sondy, tj. americké měřicí hlavy. Správná měřicí sonda je rozhodující pro spolehlivé měření. V následujících kapitolách jsou vysvětleny důležité vlastnosti sondy a to, co je třeba zohlednit při výběru sondy pro konkrétní pracovní objekt.

Obecně lze říci, že nejlepší sonda pro pracovní objekt by měla do měřeného materiálu přenášet dostatečné množství ultrazvukové energie, aby do přístroje přicházelo silné a stabilní echo. Sílu přenášeného ultrazvuku ovlivňují určité faktory.

Ty si můžete přečíst níže:

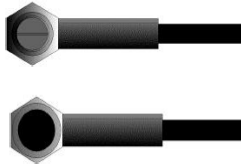
- Počáteční síla signálu: Čím silnější je signál na začátku, tím silnější bude zpětná ozvěna. Počáteční síla signálu závisí především na velikosti ultrazvukového zářiče v sondě. Silný vyzařovací povrch bude do materiálu vyzařovat více energie než slabý. Z toho vyplývá, že takzvaná US sonda "1/2 palce" bude vysílat silnější signál než US sonda "1/4 palce".
- Absorpce a rozptyl: Když ultrazvuk prochází jakýmkoli materiálem, je částečně absorbován. V materiálech se zrnitou strukturou se zvukové vlny rozptylují. Oba tyto vlivy snižují sílu zvukových vln, a tím i schopnost zařízení detekovat nebo zachytit vracející se ozvěnu. Zvukové vlny s vyššími frekvencemi jsou "pohlcovány" více než vlny s nižšími frekvencemi. Mohlo by se tedy zdát, že je v každém případě lepší použít nízkofrekvenční sondu, ale ty jsou méně vyrovnané (zaměřené) než sondy s vysokými frekvencemi. Pro detekci malých důlků nebo nedokonalostí v materiálu by proto byla vhodnější vysokofrekvenční sonda.
- Geometrie sondy: Fyzikální limity měřicího prostředí někdy určují vhodnost sondy pro konkrétní zkušební objekt. Některé sondy jsou prostě příliš velké na to, aby se daly použít v pevném prostředí. Pokud je plocha pro kontakt se sondou omezená, je třeba použít sondu s malou kontaktní plochou. Pokud měříte zakřivený povrch, například stěnu hnacího válce, je třeba tomu přizpůsobit i styčnou plochu sondy.
- Teplota materiálu: Při měření na mimořádně horkých površích se používají vysokoteplotní sondy. Ty jsou konstruovány tak, aby je bylo možné bez poškození používat pro speciální materiály a techniky při vysokých teplotách. Kromě toho je třeba věnovat pozornost použití "nulové kalibrace" nebo "kalibrace při známé tloušťce materiálu" s vysokoteplotní sondou.
- Výběr vhodné měřicí sondy je často kompromisem mezi různými vlivy a vlastnostmi. Někdy je nutné vyzkoušet několik měřicích sond, dokud se nakonec nenajde ta nejvhodnější pro příslušný zkušební objekt.
- Měřicí sonda je "koncovým dílem" měřidla. Vysílá a přijímá ultrazvukové vlny, které přístroj využívá k měření tloušťky zkoušeného materiálu. Sonda je k



měřidlu připojena pomocí adaptérového kabelu a dvou stejnoběžných konektorů. Při použití sondy je zapojení konektorů jednoduché: zástrčka se zasune do zásuvky nebo do samotného přístroje.

- Pro získání přesných a spolehlivých výsledků měření je nutné sondu správně používat.

Níže je uveden stručný popis jednoho z nich a návod k použití.



Horní obrázek představuje spodní pohled na typickou měřicí sondu. Dva půlkruhy jsou viditelné, uprostřed viditelně rozdělené. Jeden z půlkruhů směřuje ultrazvuk do měřeného materiálu a druhý směřuje ozvěnu zpět do měřicí sondy. Když je měřicí sonda umístěna na měřený materiál, nachází se přímo pod středem místa, jehož tloušťka má být měřena.

Obrázek níže ukazuje pohled na měřicí sondu shora. Na měřicí sondu se přitlačí shora palcem nebo ukazováčkem, aby byla přesně umístěna. Je zapotřebí pouze mírné přitlačení, protože povrch je třeba umístit na měřený materiál v rovině.

Model	Frekvence MHz	diamant. mm	Rozsah měření	Spodní hranice	Popis
ATU-US01	2	22	3,0 mm ~ 300,0 mm (ocel) 40 mm (litina)	20	Pro silné, vysoce tlumivé nebo vysoce difúzní materiály
ATU-US09	5	10	1,2 mm ~ 230,0 mm (ocel)	Φ20mm×3,0mm	Normální měření
ATU-US10 /90°	5	10	1,2 mm ~ 230,0 mm (ocel)	Φ20mm×3,0mm	Normální měření
ATU-US02	7	6	0,75 mm ~ 80,0 mm (Steel)	Φ15 mm × 2,0 mm	Pro tenké nebo málo ohýbané trubky
ATB-US02	5	14	3 ~ 200mm (ocel)	30	Vysokoteplotní měřicí generátor (< 300 °C)

#### 4.2 Podmínky a přípravy pro povrchy

Při jakémkoli typu ultrazvukového měření má zásadní význam stav a drsnost měřeného povrchu. Drsné a nerovné povrchy mohou omezují průnik ultrazvukových vln materiálem a vedou k nestabilním a nesprávným výsledkům měření.

Měřený povrch by měl být čistý a zbavený jakýchkoli látek, rzi nebo verdigrisu. V takovém případě nelze měřicí sondu čistě namontovat.

se umístí na povrch. K čištění povrchu je často užitečný drátěný kartáč nebo škrabka. V extrémních případech lze použít pásové brusky nebo podobné nástroje. Je však třeba zabránit vydloubnutí povrchu, které znemožňuje čisté umístění měřicí sondy.

Extrémně drsné povrchy, jako je litina, se měří velmi obtížně. Tyto typy povrchů se chovají podobně, jako když světlo svítí na matné sklo, paprsek se rozptyluje a vysílá do všech směrů.

Drsné povrchy navíc přispívají ke značnému opotřebení sondy, zejména v situacích, kdy je sonda "drhnuta" po povrchu.

Měly by se proto kontrolovat s určitým odstupem, zejména při prvních známkách nerovností na styčné ploše. Pokud je na jedné straně opotřebovaná více než na druhé, zvukové vlny již nemohou pronikat svisle skrz povrch materiálu zkušebního předmětu. V tomto případě lze malé nerovnosti materiálu měřit jen obtížně, protože zvukový paprsek již neleží přesně pod měřicí sondou.





## 5. Jak to funguje

### 5.1 Zapínání a vypínání

Přístroj se zapíná a vypíná stisknutím tlačítka zapnutí/vypnutí. Při prvním zapnutí přístroje se před zobrazením obrazovky měření zobrazí typ modelu, informace o výrobcí a sériové číslo. Přístroj má speciální paměť, do které se ukládají všechna měření, a to i po vypnutí.

### 5.2 Výběr sondy

Měřicí sonda musí být před měřením "přednastavena". To slouží jako další pomůcka a umožňuje uživateli vybrat si mezi jednotlivými modely správnou měřicí sondu pro dané požadavky na měření (v závislosti na frekvenci a průměru).


1. Na ovládacím panelu  několikrát stiskněte tlačítko (vlevo dole) a vyberte měřicí sondu.
2. Stisknutím tlačítka  nebo  tlačítka se zobrazí různé modely.
3. Stisknutím tlačítka  ukončíte. Nastavení sondy lze změnit také v menu, viz kapitola 5.

### 5.3 Nastavení nuly


 mohou být všechna provedená měření nesprávná.

Když přístroj projde nastavením nuly, změří se zadaná hodnota chyby a automaticky se koriguje při všech následujících měřeních.

Postup je následující:

1. Přístroj musí být zapnutý a dvoubodová kalibrace musí být neaktivní. Nastavení nuly není možné.
2. Měřicí sonda je zapojena a připojení konektorů jsou zkontrolovány. Kontaktní plocha měřicí sondy musí být čistá.
3. Aktuálně používaná měřicí sonda se zobrazí na displeji přístroje.
4. Na kovovou nulovou desku se nyní přidá kapka spojovacího prostředku.
5. Měřicí sonda se opatrně přitiskne na nulovou desku.
6. Zatímco je nyní měřicí sonda v přímém kontaktu s nulovou deskou přes gel, stiskne se tlačítko . Na displeji se zobrazí "ZER", zatímco přístroj počítá "nulový bod".
7. Jakmile symbol "ZER" zmizí, měřicí sonda se zvedne z nulové desky.

Nyní přístroj zjistil počáteční chybový faktor a použije jej k úpravě všech následujících měření. Při nulování přístroj vždy použije rychlost zvuku vestavěné nulovací desky, i když byly pro aktuální měření dříve zadány jiné hodnoty.

Přestože je poslední nastavení nuly uloženo v paměti, doporučuje se provést toto nastavení při každém zapnutí přístroje nebo při použití jiné sondy. Tím zajistíte, že přístroj bude vždy správně nastaven. Stisknutím  tlačítka zrušíte aktuální nastavení nuly.

## 5.4 Rychlost zvuku

Pro přesné měření je třeba nastavit rychlost zvuku příslušného materiálu. Různé materiály mají různé vlastní rychlosti zvuku.





Pokud se tak nestane, budou všechna měření o určité procento chybná. **Jednobodová kalibrace** je nejběžnějším způsobem optimalizace linearity v dlouhém rozsahu. **Dvoubodová kalibrace** umožňuje vyšší přesnost na kratší vzdálenosti díky výpočtu nastavení nuly a rychlosti zvuku.

**Poznámka:** Při **jednobodové a dvoubodové kalibraci** je třeba předem odstranit barvu nebo nátěr. Pokud se tak nestane, bude výsledek kalibrace tvořen jakousi "rychlostí zvuku z více materiálů" a rozhodně nebude odpovídat rychlosti zvuku ze skutečného měřeného materiálu.

### 5.4.1 Kalibrace se známou tloušťkou materiálu






**Poznámka:** Tento postup vyžaduje vzorek měřeného materiálu, jehož přesnou tloušťku lze určit např. na libovolnou hodnotu.

byl změřen již dříve.







1. Nastavení nuly je provedeno.
2. Materiál vzorku je opatřen spojovacím gelem.
3. Měřicí sonda se přitiskne na kus materiálu. Na displeji lze nyní odečíst hodnotu tloušťky materiálu a zobrazí se symbol spoje.
4. Jakmile je dosaženo stabilního údaje, měřicí sonda se opět zvedne. Pokud se tloušťka právě měřeného materiálu změní oproti hodnotě, která existovala během spojování, je třeba krok 3) zopakovat.
5. Požadovanou tloušťku materiálu (tloušťku vzoru materiálu) lze nyní nastavit  pomocí tlačítek .
6. Po stisknutí tlačítka  se zobrazí vypočtená hodnota rychlosti zvuku na základě dříve uložené tloušťky materiálu.
7. Režim kalibrace ukončíte stisknutím tlačítka . Od této chvíle lze provádět měření.

### 5.4.2 Kalibrace při známé rychlosti zvuku

**Poznámka:** Tento postup vyžaduje znalost rychlosti zvuku měřeného materiálu. Tabulku nejběžnějších materiálů naleznete v příloze A této příručky.

1. Několikerým stisknutím  klávesy se přejde na prvek "Rychlost zvuku".
2. Tlačítko  lze použít k přepínání mezi přednastavenými rychlostmi zvuku.
3. Přednastavenou zvukovou rychlost lze v případě potřeby přepsat pomocí tlačítek  a  nahoru a dolů, dokud není dosaženo požadované hodnoty měřeného materiálu. To je nutné například v případě, že se u jednoho a téhož materiálu liší složení materiálu (od výrobce k výrobcí), jak již bylo uvedeno.
4. Režim kalibrace ukončíte stisknutím tlačítka . Od této chvíle lze provádět měření.

Jiný způsob kalibrace přístroje se známou rychlostí zvuku je následující:

1. Přejdete do podnabídky {Test Set} → {Velocity Set},  stisknutím klávesy vstoupíte do nabídky rychlosti zvuku.
2.  Tlačítko se stiskne několikrát, dokud se nedosáhne měnitelné číslice. Tlačítka  a  se mění číselná hodnota směrem nahoru nebo dolů, dokud neodpovídá rychlosti zvuku testovaného materiálu.
3. V přístroji je zabudována funkce automatického opakování, takže pokud je klávesa stále stisknutá, číselné hodnoty se ve stejném intervalu postupně sčítají nebo snižují.
4. Kalibraci potvrdíte stisknutím tlačítka  nebo zrušíte stisknutím tlačítka .
5. Pro dosažení co nejpřesnějšího výsledku měření se obecně doporučuje kalibrovat měřicí přístroj pomocí vzorku materiálu o známé tloušťce.

Samotné složení materiálu (a tím i rychlost zvuku) se u jednotlivých výrobců často liší. Kalibrace se vzorkem známé tloušťky materiálu zajišťuje, že měřidlo bylo co nejpřesněji nastaveno na měřený materiál.

## 5.5 Měření se provádí

Měřič vždy ukládá poslední naměřenou hodnotu, dokud není přidána nová hodnota. Aby sonda správně fungovala, nesmí být mezi její styčnou plochou a povrchem měřeného materiálu vzduchové mosty. Toho je dosaženo pomocí ultrazvukového gelu, "spojovacího prostředku". Tato kapalina "spojuje" nebo přenáší ultrazvukové vlny ze sondy do materiálu a zpět. Před měřením je proto třeba na povrch měřeného materiálu nanést malé množství spojovacího prostředku. Poté se měřicí sonda opatrně přitiskne na povrch materiálu. Na displeji se zobrazí symbol spojky a číslo. Po nastavení přístroje a určení správné rychlosti zvuku se na displeji zobrazí číslo aktuální tloušťky materiálu, která se měří přímo pod měřicí sondou.






Pokud se indikátor spojení nezobrazí nebo je číslo na displeji sporné, je třeba nejprve zkontrolovat, zda je v místě pod měřicí sondou dostatek spojovacího prostředku a zda je umístěna rovně na materiálu. Někdy je nutné vyzkoušet jinou měřicí sondu pro příslušný materiál (průměr nebo frekvenci).

Zatímco je sonda v kontaktu s měřeným materiálem, provádí se čtyři měření za sekundu. Pokud se zvedne z povrchu, zůstane na displeji poslední měření.


**Poznámka:** Při zvedání sondy se někdy mezi sondu a povrch materiálu dostane tenká vrstva spojovacího prostředku. V tomto případě je možné, že se přes tuto fólii provede měření, které se pak ukáže jako větší nebo menší, než by mělo být. To je zřejmé, protože jedno měření se provádí, když je sonda stále na místě, a druhé, když byla právě sejmuta. Kromě toho je pravděpodobnější, že se namísto zamýšleného materiálu budou měřit materiály s hustou barvou nebo nátěrem. Odpovědnost za čisté používání měřicího zařízení v souvislosti s detekcí těchto jevů nese v konečném důsledku uživatel.

## 5.6 Dvoubodová kalibrace

Tento postup předpokládá, že uživatel má k dispozici dva známé body tloušťky zkoušeného materiálu a že jsou reprezentativní pro rozsah měření.

1. V podnabídce {Test Set} → {2- Point Cal} zapněte dvoubodovou kalibraci stisknutím  tlačítka . Poté opusťte nabídku a přejděte na obrazovku měřiče. Na displeji se zobrazí "DPC".
2.  Stisknutím tlačítka se spustí kalibrace. Zobrazí se sekvence "NO1", která označuje první bod měření.
3. Na vzorek materiálu se nanese spojovací prostředek.
4. Na něj se umístí americká sonda (na první nebo druhý kalibrační bod) a zkontroluje se správná poloha sondy na vzorku materiálu. Na displeji by se nyní měl zobrazit údaj a symbol propojení.
5. Jakmile je dosaženo stabilní hodnoty, sonda se sejme. Pokud se údaj liší od údaje při připojení sondy, opakujte krok 4.
6. Měření tloušťky materiálu se mění nahoru a dolů pomocí tlačítek   dokud se nenajde tloušťka materiálu vzoru materiálu.
7. Stisknutím klávesy  potvrdí. Na displeji se zobrazí "NO2" a lze měřit druhý kalibrační bod.
8. Kroky 3 až 7 se opakují. Displej se vrátí na "DPC".
9. Nyní je přístroj připraven k měření ve svém měřicím rozsahu.





## 5.7 Režim skenování



Přestože přístroj vyniká při měření v jednom bodě, někdy je žádoucí prozkoumat větší plochu a hledat nejtenčí místo. Toto zařízení má režim skenování, který vám to umožní. Při běžném provozu se provádějí čtyři měření za sekundu, což je velmi vhodné pro jednotlivá měření. V režimu skenování se provádí deset měření za sekundu a výsledky měření se zobrazují na displeji. Zatímco je sonda v kontaktu s měřeným materiálem, přístroj automaticky zobrazuje naměřené hodnoty. Měřicí sondou lze pohybovat po povrchu, protože krátká přerušování signálu jsou ignorována. V případě přerušování trávajícího déle než dvě sekundy se zobrazí poslední naměřená hodnota. Pokud je měřicí sonda zvednutá, zobrazí se také poslední zjištěná naměřená hodnota. V položce {Testovací sada} → {Pracovní režim}  Stisknutím tlačítka přepnete mezi režimem měření jednoho bodu a režimem skenování.

## 5.8 Nastavení mezní hodnoty

To umožňuje uživateli nastavit zvukový a viditelný parametr během měření. Pokud měření přesáhne uživatelem nastavený limit, ozve se zvukový signál. To zvyšuje rychlost a efektivitu měření, protože odpadá nutnost neustále se dívat na displej.


V následujícím textu je popsáno, jak tuto možnost provést:

1. V nabídce {Test Set} → {Tolerance Limit} stiskněte  klávesu pro aktivaci příkazu.
2.   pomocí tlačítka a  tlačítek a .


3.  Opětovným stisknutím tlačítka se potvrdí a vstoupí do aktuální nabídky nebo  se stisknutím tlačítka zruší nastavení limitu.
4. Pokud nastavený limit překročí měřicí rozsah, měřicí přístroj vás upozorní, abyste provedli reset. Pokud je dolní mez vyšší než horní mez, hodnoty se automaticky vymění.

## 5.9 Rozlišení

Přístroj má dvě volitelná rozlišení obrazovky, 0,1 mm a 0,01 mm. Ty najdete v nabídce pod položkou {Testovací sada}→ {Rozlišení}.

Pomocí tlačítka můžete  zvolit mezi "high" (vysoké rozlišení) a "low" (nízké rozlišení).

## 5.10 Jednotkové měřítko





V nabídce {Test Set}→ {Unit} se klávesou  volí mezi mm (metrickými) a palci (anglickými).

## 5.11 Správa paměti

### 5.11.1 Uložení naměřené hodnoty




Naměřené hodnoty lze v přístroji uložit do 100 skupin (F00-F99) a do každé skupiny lze uložit 100 naměřených hodnot.






Postup je následující:

1. Po  stisknutí tlačítka se na displeji zobrazí nabídka {Název souboru}.
2. Pomocí tlačítek   vyberte příslušnou skupinu.
3. Po zobrazení nového údaje se stisknutím  tlačítka Uložit uloží měření do aktuálního souboru. Pomocí funkce {Auto Save} se čtení automaticky uloží do souboru při přidání nového čtení.










### 5.11.2 Úprava naměřených hodnot

Tlačítko  se na displeji nezobrazí {Název souboru}. Pomocí tlačítek  změnit  číslo skupiny.

-  Odstraní vybranou skupinu
-  Odstraní všechny skupiny
-  nebo  označte vybranou skupinu, abyste ji v ní uložili.
-  Dialogové okno pro ukončení

*F00	4/100
F01	0/100
F02	0/100
F03	0/100
F04	0/100
F05	0/100







Tlačítko několikrát stiskněte, dokud  se na displeji nezobrazí {Record count}. Pomocí tlačítek  změnit  číslo skupiny.

-  Odstraní vybranou naměřenou hodnotu
-  Odstraní všechny naměřené hodnoty
-  nebo  ukončovací dialog

No.1	12.00mm
No.2	18.95mm
No.3	23.94mm
No.4	29.95mm

### 5.12 Nastavení systému


V hlavní nabídce stiskněte  v podnabídce {Systémové nastavení}.

1. Pokud je možnost {Auto Save} nastavena na <On>, mohou být data aktuálního souboru po měření automaticky uložena.
2. Je-li {Zvuk kláves} nastaven na <Zapnuto>, bzučák krátce pípne při každém stisknutí klávesy.
3. Pokud je možnost {Warn Sound} nastavena na <On>, při každém překročení tolerančního limitu se ozve dlouhé pípnutí.
4. Nastavení jasu obrazu LCD: V podnabídce {Systémové nastavení} → {Jas displeje} stiskněte tlačítko . Pomocí šipek   zvýšit nebo snížit jas displeje  potvrdíte změny nebo je zrušíte  .
5. V nabídce {Systém jednotek} můžete přepínat mezi metrickými a imperiálními jednotkami.
6. V nabídce {Date/Time} lze nastavit vnitřní systémový čas.
7. V nabídce {Jazyk} lze nastavit různé jazyky.

### 5.13 Systémové informace

Tato funkce poskytuje nejdůležitější informace o hlavní části zařízení a také o firmwaru. Provedení se mění při změně firmwaru.

### 5.14 Podsvícený displej

To vám umožní pracovat v tmavém prostředí. Tlačítko aktivuje a deaktivuje  podsvícení při zapnutí měřiče. Protože světlo EL spotřebovává velké množství energie, mělo by se zapínat pouze v případě potřeby.



### 5.15 Automatické vypnutí

Zde lze nastavit funkci automatického vypnutí. Lze zvolit mezi vypnuto, 2 minuty, 5 minut a 10 minut.

### 5.16 Obnovení systému

Pokud je během spouštění stisknuto tlačítko  nebo je v nabídce vybrána možnost {System reset}, všechna nastavení a paměť se vymažou a obnoví se výchozí nastavení.

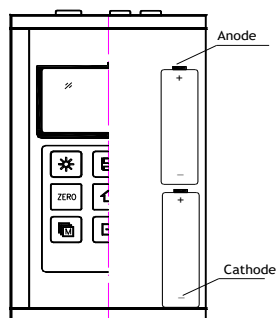
### 5.17 Informace o baterii

Jako zdroj energie jsou vyžadovány dvě alkalické baterie AA. Po několika hodinách používání baterií se na displeji objeví symbol . Čím větší je černá část symbolu, tím je baterie plnější. Po vyčerpání kapacity baterie se zobrazí  a začne blikat následující symbol. Nyní je třeba vyměnit baterie.

Obrázek na další straně ukazuje umístění baterií v zařízení. Při výměně baterií je nutné dbát na polaritu.

Postup:

1. Vypněte zařízení.
2. Z přístroje se sejme kryt baterií a vyjmou se dvě baterie.
3. Baterie jsou vloženy správně.
4. Vyměňte kryt baterie.
5. Zařízení se znovu zapne pro kontrolu.




Pokud se přístroj delší dobu nepoužívá, je třeba baterie vyjmout.  
Doporučuje se vyměnit baterie již při dosažení kapacity pouhých 10 %.

### 5.18 Připojení k počítači


Zařízení je vybaveno standardním rozhraním USB 2.0. Pomocí volitelně dostupného kabelu je možné připojení k počítači. Pomocí tohoto kabelu lze přenášet naměřená data uložená v paměti přístroje.

Podrobné informace o komunikačním softwaru naleznete v příručce k softwaru.

## 6. Obsluha nabídky

Přednastavení parametrů i doplňkové funkce se provádějí pomocí menu. Pomocí klíče se dostanete  do hlavní nabídky.

### 6.1 Přístup do hlavní nabídky

Klávesa slouží k přístupu do hlavní nabídky a k jejímu opětovnému opuštění.




### 6.2 Přístup do podnabídky

Stisknutím tlačítka přejdete do podnabídky.

### 6.3 Změna parametru

Tlačítko slouží ke změně hodnoty parametru na displeji nastaveném na Parametr.

### 6.4 Číslíkový digitální vstup

Několikerým stisknutím klávesy se přejde na číslo, které se má změnit; klávesami   zvyšuje nebo snižuje číselná hodnota na displeji, dokud se nedosáhne požadované číselné hodnoty.

### 6.5 Uložení a ukončení nabídky

Stisknutím tlačítka potvrdíte všechny změny a vrátíte se na předchozí obrazovku.

### 6.6 Odstranění a ukončení nabídky

Stisknutím tlačítka vymažete všechny změny a vrátíte se na předchozí obrazovku.

## 7. Údržba

Pokud se u měřicího přístroje vyskytnou neobvyklé problémy, neopravujte ani nedemontujte nic na vlastní zodpovědnost.

## 8. Přeprava a skladování

- Měřicí přístroj nesmí být vystaven vibracím, silným magnetickým polím, rozkládajícímu se médiu nebo prachu a nesmí se s ním hrubě manipulovat.  
Měla by být skladována při běžné teplotě.

## 9. Příloha

### 9.1 Rychlost zvuku

Materiál	rychlost zvuku	
	ln/us	m/s
Hliník	0.250	6340-6400
Konvenční Ocel	0.233	5920
Nerezová ocel	0.226	5740
Mosazné	0.173	4399
Měď	0.186	4720
Iron	0.233	5930
Litina	0.173-0.229	4400—5820
Olovo	0.094	2400
Nylon	0.105	2680
Silver	0.142	3607
Zlato	0.128	3251
Zinek	0.164	4170
Titan	0.236	5990
Plechý	0.117	2960
Epoxidová pryskyřice	0.100	2540
Zmrzlina	0.157	3988
Nikl	0.222	5639
Plexisklo	0.106	2692
Pěnový polystyren	0.092	2337
Porcelán	0.230	5842
PVC	0.094	2388
Křemenné sklo	0.222	5639
Guma	0.091	2311
Teflon	0.056	1422
Voda	0.058	1473

## 9.2 Připomínky k žádosti

### 9.2.1 Měření materiálu trubek a hadic

Pokud se měří kus trubky za účelem zjištění tloušťky stěny trubky, je důležité umístění měřicí sondy. Pokud je průměr potrubí větší než 4 palce, měla by být poloha sondy na trubici taková, aby otisk na kontaktní ploše byl kolmý na dlouhou osu trubice.

U menších průměrů trubek by se měla provést dvě měření ve stejném bodě, přičemž jedno měření by mělo být provedeno s otiskem na styčné ploše kolmo na dlouhou osu a druhé rovnoběžně s ní. Menší údaj z těchto dvou měření se pak považuje za přesný údaj daného místa.



Perpendicular      Parallel

### 9.3 Měření horkých povrchů

Rychlost zvuku procházejícího daným materiálem závisí na jeho teplotě. Se stoupajícím...

teplota, rychlost zvuku se snižuje.

U většiny aplikací s povrchovou teplotou nižší než 100 °C není třeba přijímat žádná další opatření. Při vyšších teplotách začíná mít změna rychlosti zvuku měřeného materiálu znatelný vliv na ultrazvukové měření.

Při takto vysokých teplotách se doporučuje nejprve provést kalibraci se vzorkem materiálu o známé tloušťce, který přesně nebo přibližně odpovídá teplotě měřeného materiálu. To umožní měřiči vypočítat přesnou rychlost zvuku procházejícího horkým materiálem.

Pro měření na horkých površích může být také nutné použít "vysokoteplotní sondu". Ty jsou speciálně konstruovány pro použití při vysokých teplotách, zejména proto, že pro stabilní měření je třeba udržet kontakt s povrchem materiálu po krátkou dobu. Když je měřicí sonda v přímém kontaktu s horkým povrchem, zahřívá se. V důsledku tepelné roztažnosti a dalších vlivů to může mít nepříznivý vliv na přesnost měření.

#### 9.4 Měření materiálů s povrchovou úpravou

Potahované materiály jsou zvláštní tím, že jejich hustota (a tedy i rychlost zvuku) se může u jednotlivých kusů značně lišit.

I přes jeden povrch lze zjistit znatelné rozdíly v rychlosti zvuku. Jediným způsobem, jak získat přesný výsledek měření, je nejprve provést kalibraci na vzorku materiálu o známé tloušťce. V ideálním případě by měl pocházet ze stejného kusu jako měřený materiál nebo alespoň ze stejné výrobní série. Pomocí "předběžné kalibrace" se odchylky sníží na minimum.

Dalším důležitým faktorem při měření povlakovaných materiálů je skutečnost, že jakákoli zachycená vzduchová mezera způsobí předčasný odraz ultrazvukového paprsku. To se projeví náhlým poklesem tloušťky materiálu. To na jedné straně znemožňuje přesné měření celkové tloušťky materiálu, na druhé straně však pozitivně upozorňuje uživatele na vzduchové mezery v povlaku.

#### 9.5 Vhodnost materiálu

Ultrazvukové měření tloušťky materiálu je založeno na vysílání zvuku skrz měřený materiál. Ne všechny materiály jsou k tomu vhodné. Ultrazvukové měření lze prakticky aplikovat na širokou škálu materiálů včetně kovů, plastů a skla. Mezi obtížné materiály patří některé lité materiály, beton, dřevo, sklolaminát a některé druhy pryže.

#### 9.6 Spojovací prostředek

Všechny ultrazvukové aplikace vyžadují médium, které přenáší zvuk ze sondy do zkoušeného materiálu. Obvykle se jedná o velmi viskózní médium.

Ultrazvuk nelze účinně přenášet vzduchem.

Používá se celá řada spojovacích prostředků. Propylenglykol je vhodný pro většinu aplikací. Pro náročné aplikace je vhodný glycerin. Glycerin však způsobuje korozi některých kovů v důsledku absorpce vody.

Dalšími spojovacími prostředky pro měření při běžných teplotách mohou být voda, různé oleje nebo tuky, gely a silikonové kapaliny. Měření při vysokých teplotách vyžadují speciální vysokoteplotní spojovací prostředky.

Charakteristickým rysem ultrazvukového měření je, že přístroj při standardním pulzním echovém režimu používá druhé echo, nikoli první echo ze zadního povrchu měřeného materiálu. Výsledkem je **dvakrát větší** hodnota, než by měla být.

Odpovědnost za správné používání měřicího zařízení a rozpoznání těchto jevů nese výhradně uživatel.

Anotace:

Prohlášení o shodě CE je k dispozici na tomto odkazu: <https://www.kern-sohn.com/shop/de/DOWNLOADS/>