

Metoda akustické emise II

Metoda akustické emise

Vliv materiálu a geometrie na signál akustické emise

- Jak materiál, tak i geometrie testovaného tělesa mají zásadní roli na charakter naměřených dat. Vlny, šířící se od svého zdroje (netěsnost, šířící se trhлина, křehké porušení precipitátů apod.) podléhají následujícím fenoménům:

1. Útlum

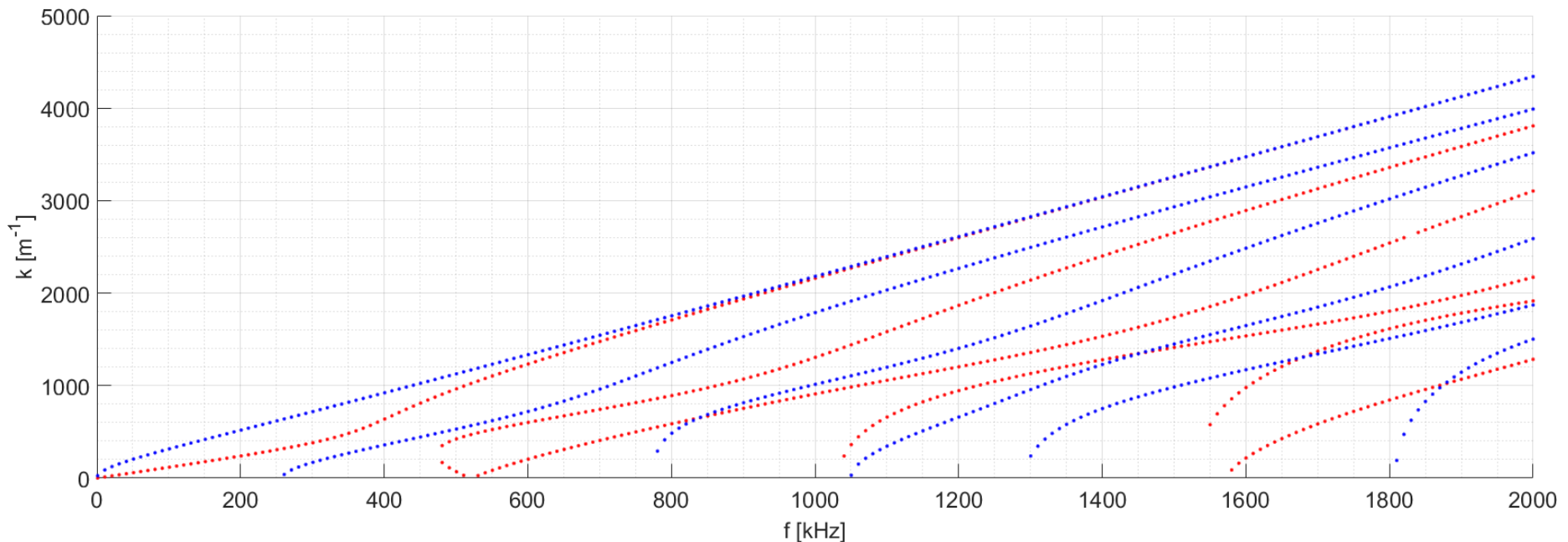
- Pokles amplitudy pulzu je způsoben jednak **absorbací** energie strukturou a dále **rozptylem** energie vlny do objemu/plochy při současném snižování hustoty energie.
- Uvedené dva fenomény se označují společným pojmem **útlum**.
- Rozptyl se realizuje zejména vlivem odrazu na nehomogenitách (póry/vměstky), případně ohybem na hranicích zrn či vlivem anizotropie materiálu.
- Ztráty rozptylem narůstají s:
 - Narůstající frekvencí vlny
 - Velikostí zrna, případně velikostí nehomogenit
 - Anizotropií materiálu

Metoda akustické emise

Vliv materiálu a geometrie na signál akustické emise

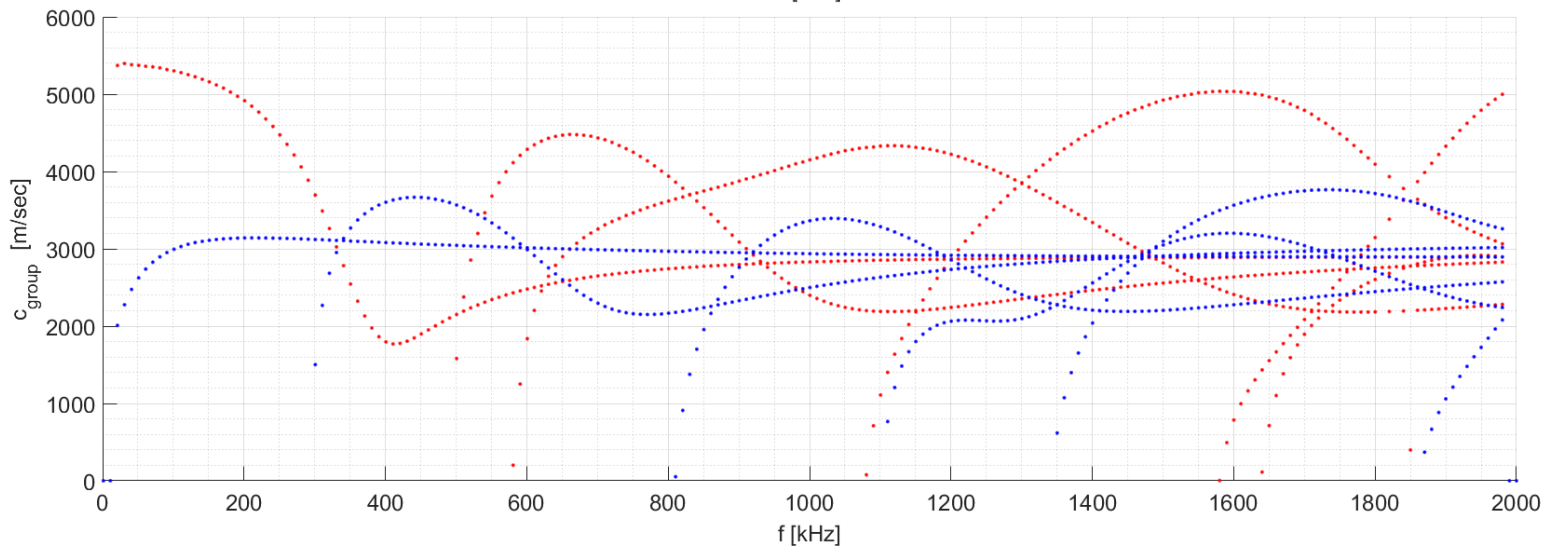
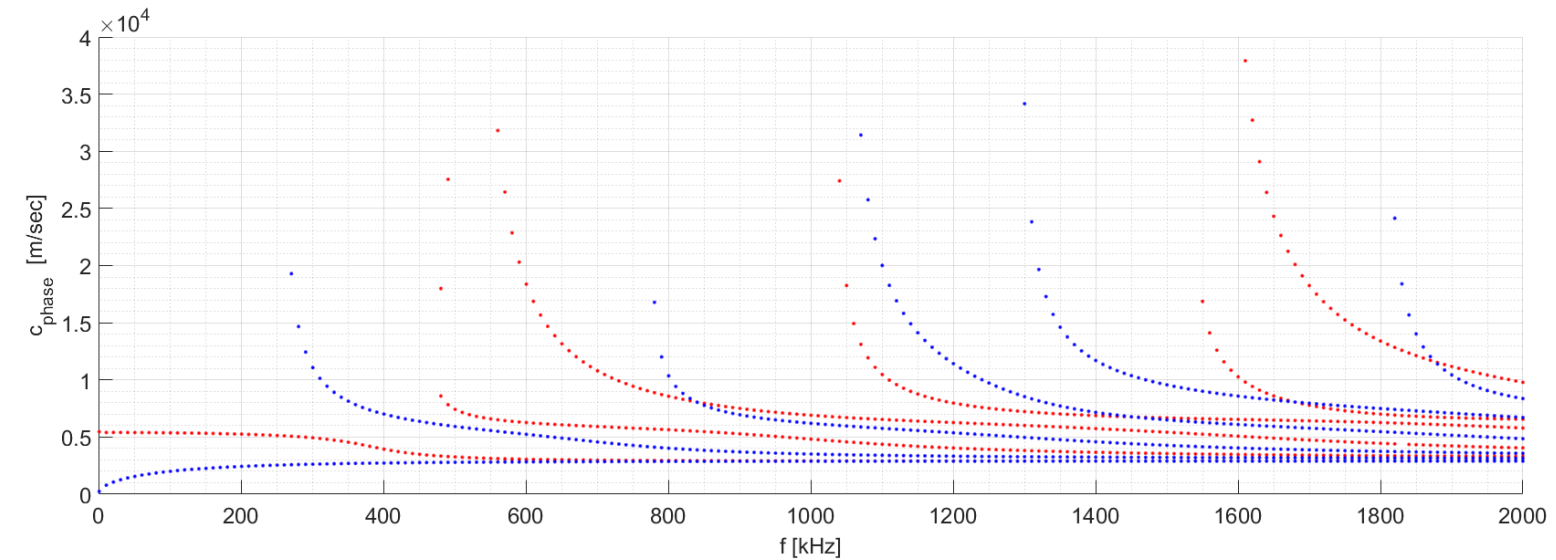
2. Disperze pulzu

- Způsobena konečnými rozměry tělesa a rovněž také strukturou a samotnými vlastnostmi materiálu, ve kterém se vlna šíří.
- Vlivem disperze, respektive frekvenční disperze, je rychlost vlny závislá na její frekvenci.



Metoda akustické emise

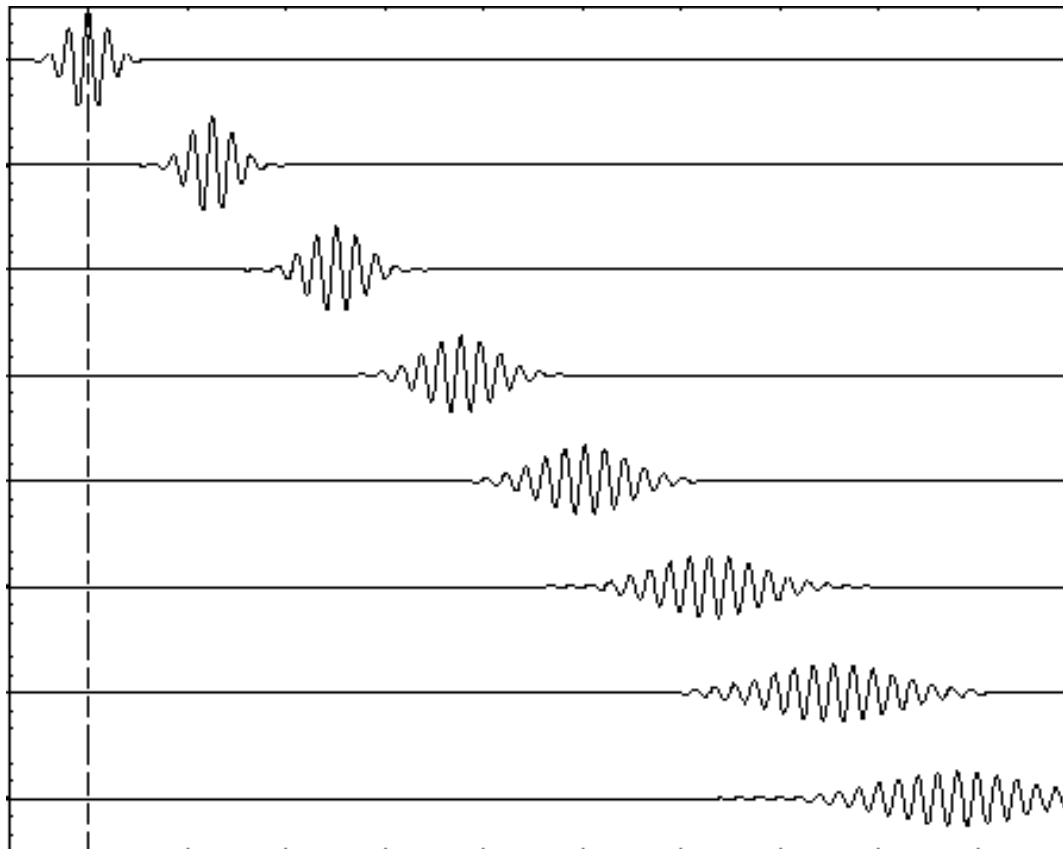
Vliv materiálu a geometrie na signál akustické emise



Metoda akustické emise

Vliv materiálu a geometrie na signál akustické emise

2. Disperze pulzu



Metoda akustické emise

Vliv materiálu a geometrie na signál akustické emise

3. Disipace energie

- Třetím mechanismem je disipace energie, která se vyznačuje přeměnou energie na jiné formy (teplo).

4. Ostatní vlivy

- Mezi ostatní vlivy, které ovlivňují propagaci pulzu, řadíme například drsnost povrchu, přítomnost nátěru, který v řadě případů silně tlumí vyšší frekvence či vliv přítomnosti provozní kapaliny při probíhajícím měření AE.

Metoda akustické emise

Útlumová křivka

- V rámci praktických měření metodou akustické emise využíváme pro výpočet „reálné“ amplitudy zdroje tzv. útlumovou křivkou (EN ISO 16148).

Konstrukce

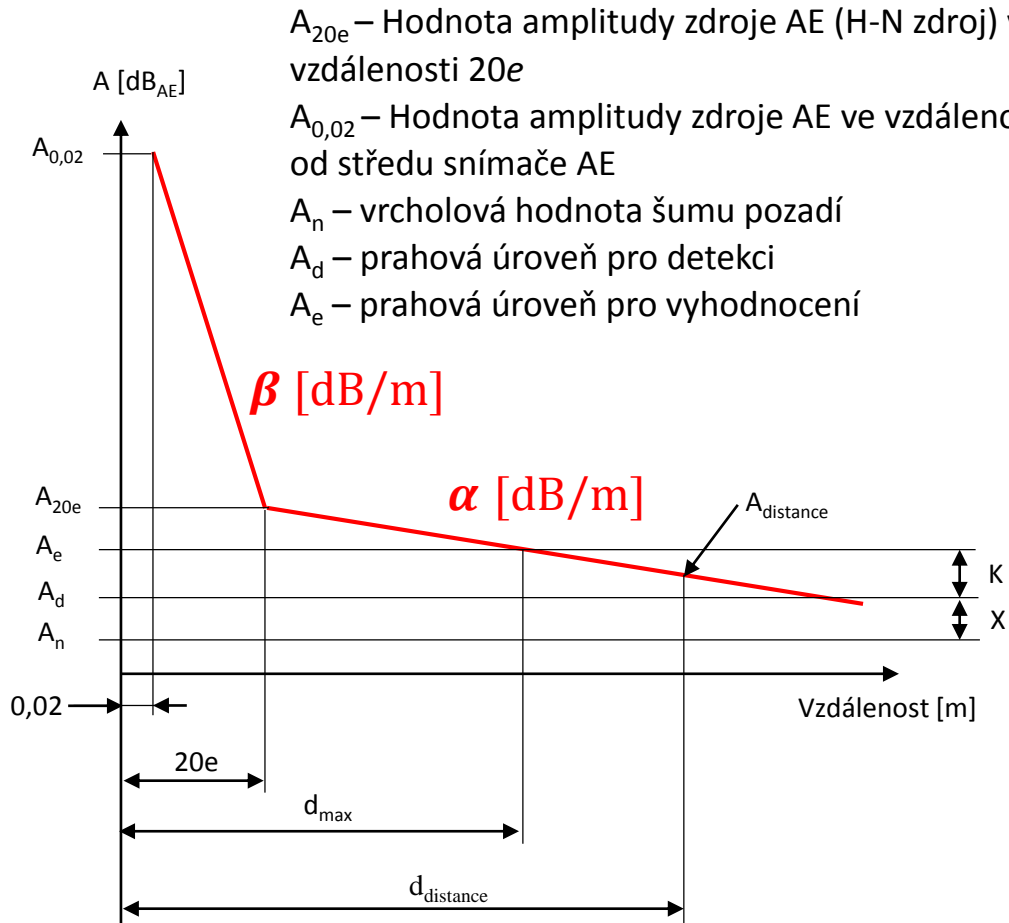
1. Určení maximální amplitudy hitu AE ve vzdálenosti 0,02 metru, tj. 2 cm od středu snímače AE – $A_{0,02}$
2. Určení maximální amplitudy hitu AE ve vzdálenosti 20·tloušťka stěny od středu snímače AE – A_{20e}
3. Určení maximální amplitudy hitu AE ve vzdálenosti d od středu snímače AE – A_d ($d > 20e$)

Pro koeficient útlumu blízkého pole platí: $\beta = \frac{A_{0,02} - A_{20e}}{20e - 0,02}$ [dB/m]

Pro koeficient útlumu vzdáleného pole platí: $\alpha = \frac{A_{20e} - A_d}{d - 20e}$ [dB/m]

Metoda akustické emise

Útlumová křivka



$$A_d = A_n + X, X=6\div 18 \text{ dB}$$

$$A_e = A_n + X + K$$

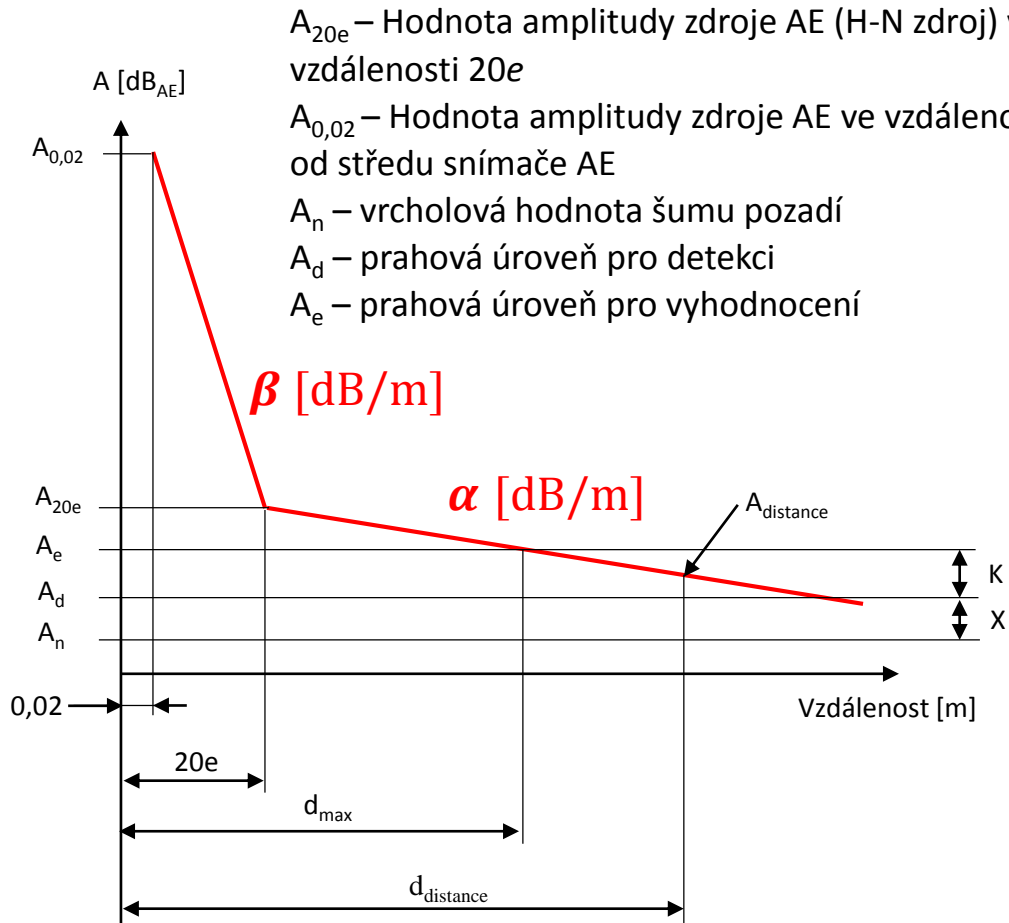
$K = 12 \text{ dB}$ pro oceli s mezí kluzu od 275 do 355 MPa. Pro oceli s mezí kluzu více než 355 MPa je K rovno 6 dB

- Se vzdáleností korigovaná amplituda zdroje:

$$A_{corr} = A_{measured} + \beta(20e - 0,02) + \alpha(d_{distance} - 20e)$$

Metoda akustické emise

Útlumová křivka



$$A_d = A_n + X, X=6\div 18 \text{ dB}$$

$$A_e = A_n + X + K$$

$K = 12 \text{ dB}$ pro oceli s mezí kluzu od 275 do 355 MPa. Pro oceli s mezí kluzu více než 355 MPa je K rovno 6 dB

- Maximální vzdálenost mezi snímači:

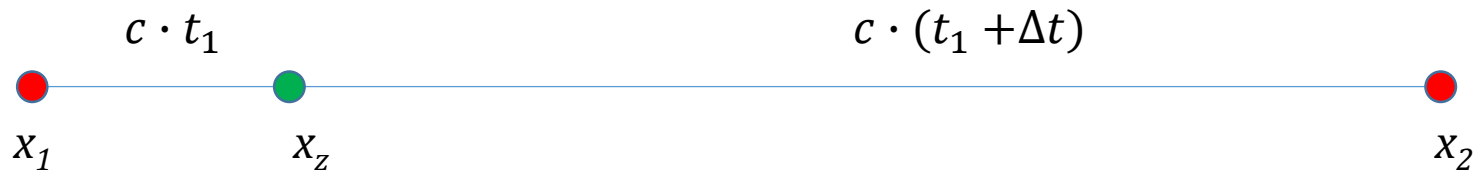
$$d_{max} = \frac{(A_{0,02} - A_e) - \beta(20e - 0,02)}{\alpha} + 20e$$

Metoda akustické emise

Lokalizace zdrojů akustické emise

Lineární lokalizace

- Předpoklad šíření napěťové vlny pouze v jedné dimenzi. Výsledkem lokalizace je tedy jednodimenzionální souřadnice.
- Lin. Lokalizace se využívá v případě struktur, jejichž délka je mnohonásobně větší než jejich šířka (potrubí, tlakové lahve, apod.).
- Minimální počet snímačů: 2



- Platí:

$$x_2 - x_1 = c \cdot t_1 + c \cdot (t_1 + \Delta t) = \underbrace{2c \cdot t_1}_{2x_z} + c \cdot \Delta t$$

$$x_z = x_1 + \frac{x_2 - x_1}{2} - c \cdot \frac{\Delta t}{2}$$

Metoda akustické emise

Lokalizace zdrojů akustické emise

Lineární lokalizace

- V obecném případě lze výše uvedený výraz zapsat v následující formě:

$$x_z = x_1 + \frac{x_2 - x_1}{2} \pm c \cdot \frac{\Delta t}{2}$$

- Přičemž “-” platí v případě, že první příchod byl registrován na snímači s pozicí x_1 .
- V opačném případě, tedy za předpokladu registrace prvního příchodu na snímač s pozicí x_2 v uvedeném vztahu volíme znaménko „+“

Metoda akustické emise

Lokalizace zdrojů akustické emise

Lineární lokalizace - aplikace

- Lineární lokalizace v případě periodické kontroly 530L CNG lahví

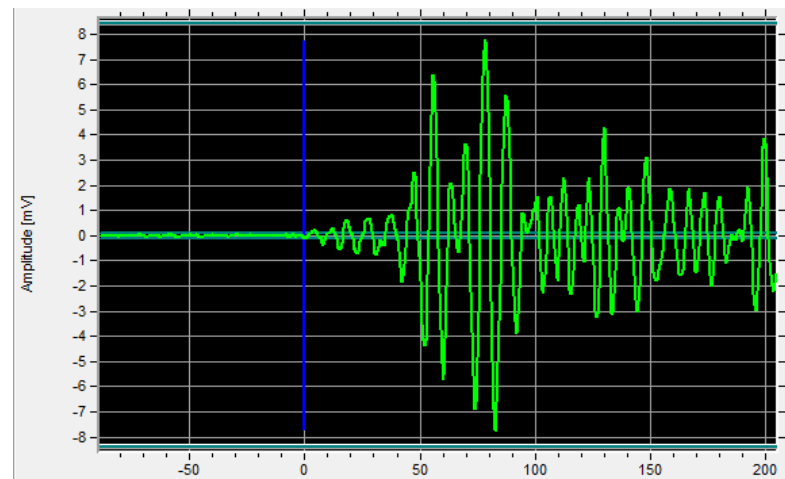
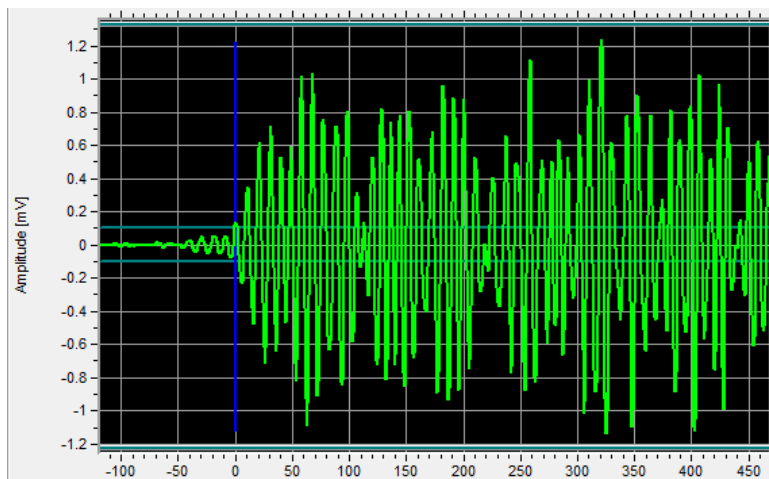
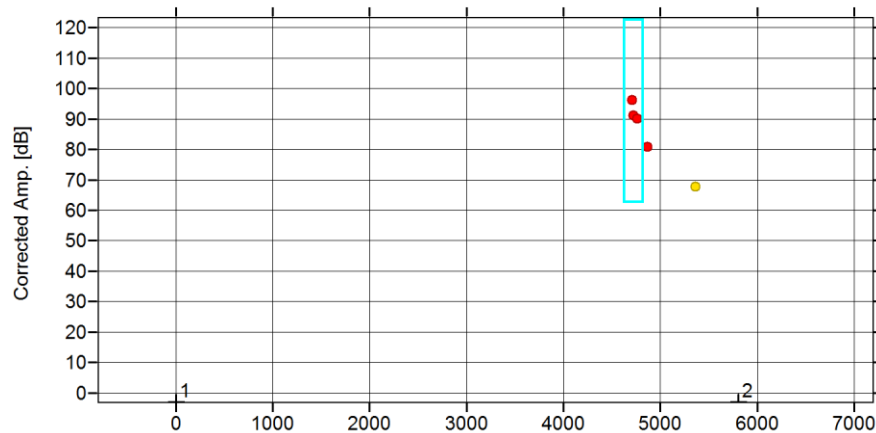


Metoda akustické emise

Lokalizace zdrojů akustické emise

Lineární lokalizace - aplikace

- Lineární lokalizace v případě periodické kontroly 530L CNG lahví



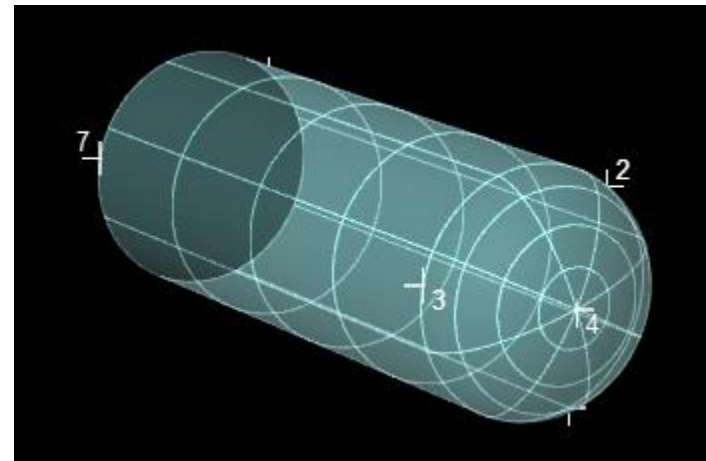
Metoda akustické emise

Lokalizace zdrojů akustické emise

Planární lokalizace

- Předpoklad šíření napěťové vlny ve dvou dimenzích, přičemž minimální počet snímačů je roven hodnotě 3.
- Pro řešení soustavy nelineárních rovnic je využívána Gauss-Newtonova metoda.

Planární lokalizace – Aplikace

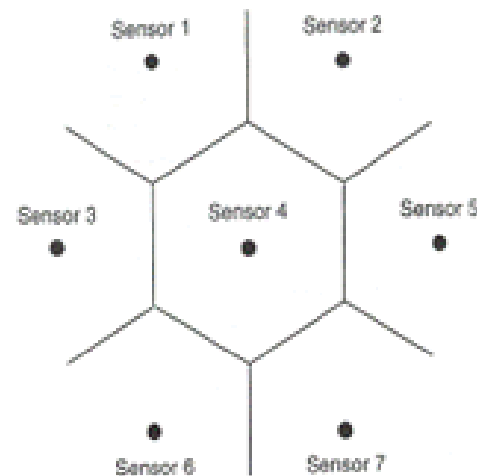
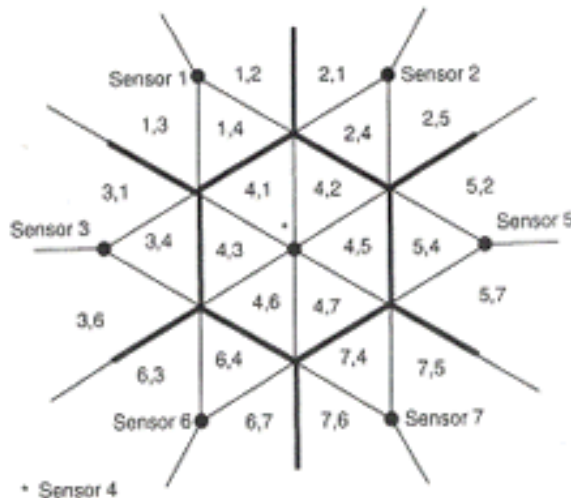


Metoda akustické emise

Lokalizace zdrojů akustické emise

Zonální lokalizace

- Zonální lokalizace zdrojů AE je využívána především u rozměrných těles (jímky na skladování plynu, rozsáhlé potrubní systémy).
- U zonální lokalizace neobdržíme „přesnou“ pozici zdroje AE, nýbrž oblast jeho výskytu.

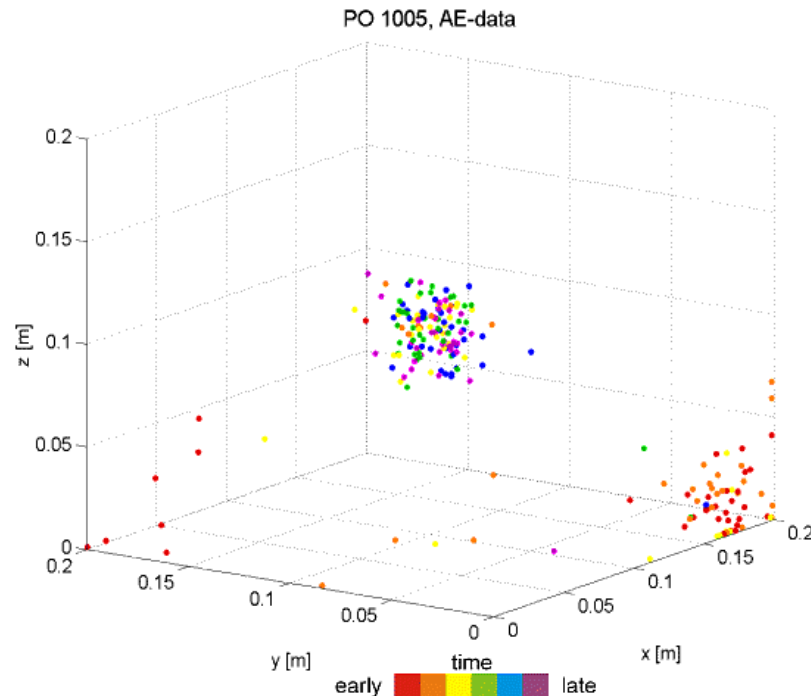


Metoda akustické emise

Lokalizace zdrojů akustické emise

Lokalizace v prostoru (3D lokalizace)

- Předpoklad šíření napěťové vlny ve třech dimenzích, přičemž minimální počet snímačů je roven hodnotě 4.
- Využití iteračních metod k řešení soustavy nelineárních rovnic.



Literatura

- [1] Kopec, B. a kol.: Nedestruktivní zkoušení materiálů a konstrukcí, Brno, CERM 2008, 571 s., ISBN 978-80-7204-591-4
- [2] Beattie, A. G.: Acoustic Emission Non-Destructive Testing of Structures using Source Location Techniques, Sandia report, Sandia National Laboratories, September 2013, California
- [3] Brüel & Kjær: Acoustic emission source location, Technical review No. 2-1981, ISSN 0007-2621