



Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

Geotechnický monitoring – učební texty, přednášky
Monitoring původní napjatosti

doc. RNDr. Eva Hruběšová, Ph.D.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace studijního oboru Geotechnika CZ.1.07/2.2.00/28.0009.
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

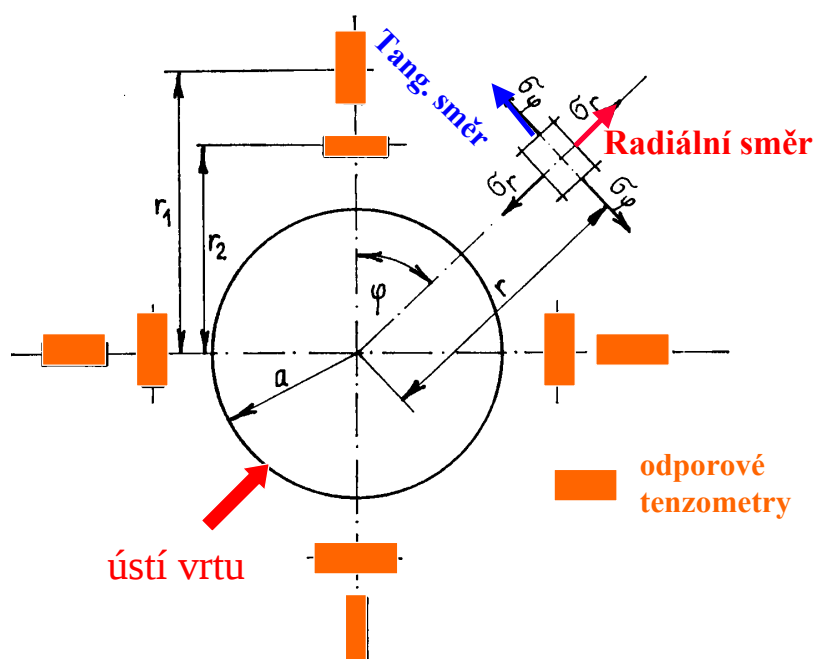
3. Monitoring původní napjatosti

Monitoring původní napjatosti má za cíl stanovit napětí v horninovém prostředí před narušením rovnováhy stavbou, popř. dalším zásahem. Primární napjatost předurčuje, do značné míry, napěťo - deformační stav při realizaci stavby a po jejím ukončení.

Základní způsoby monitoringu původní napjatosti:

- **mechanické:**
 - deformační (kap. 3.1)
 - kompenzační (kap. 3.2)
 - odlehčovací (kap. 3.3)
- **geofyzikální** – založena na vyhodnocování šíření vln horninovém prostředím
- **hydrofracturing** – stanovení na základě velikosti tlaku vody potřebného k vytvoření trhliny ve vrtu

3.1 Deformační mechanické metody stanovení primární napjatosti

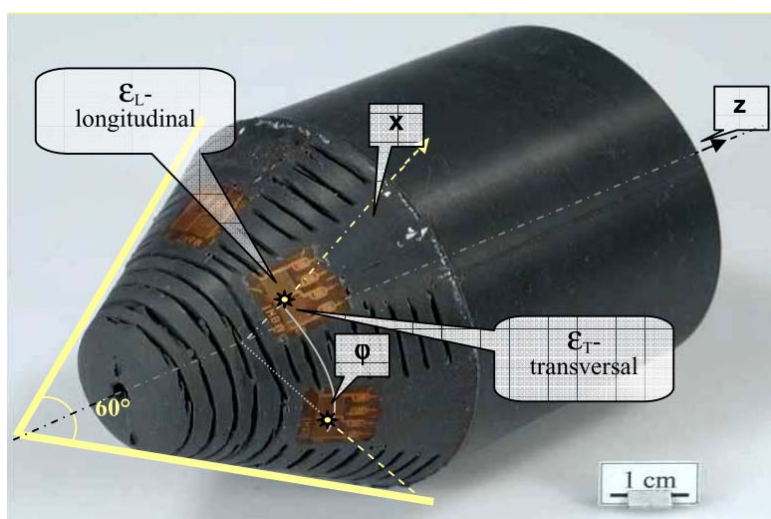


Obr. 3.1 - Schéma deformační metody pro stanovení primární napjatosti

Jedná se o nepřímou metodu měření napjatosti. Předpokladem pro její využití je tedy znalost přetvárných parametrů monitorovaného prostředí (hlavní nevýhoda). Metoda vychází ze sledování chování masívu během odvrtání pokusného vrtu. Deformace snímají dvojice odporových tenzometrů nalepených na horninu v oblasti ústí vrtu.

Další možnosti monitoringu primární napjatosti s využitím odporových tenzometrů představují tzv. měřicí svorníky (svorníková tyč s nalepenými odporovými tenzometry) nebo kuželová tenzometrická sonda.

Kuželová plocha umožňuje umístění dostatečného počtu jednotlivých směrově nezávislých deformačních snímačů. Na základě teoretického rozložení napětí v okolí kuželového dna vrtu a ze změřené deformační reakce horniny na změnu napětí v místě snímačů lze pak rekonstruovat celý napěťový tenzor. Kuželová tenzometrická sonda s instalovanými tenzometry po obvodě pláště je vlepena do vrtu o průměru cca 76mm na předem kuželově vytvarované dno vrtu. Deformační reakce je vyvolána buď obvrtáním jádra s instalovanou sondou nebo je deformační reakce na kuželovém dně vyvolána až po instalaci dodatečnou složkou napěťového pole indukovanou změnami např. geomechanické situace. Speciálním zařízením je následně odečtena prostorová orientace sondy, z jádra v blízkosti dna vrtu je laboratorně určen jak Youngův modul pružnosti, tak i Poissonovo číslo, které pak vstupují do výpočtu tenzoru napětí. Tyto metody monitoringu primární napjatosti jsou velmi intenzivně a s úspěchem rozvíjeny na Ústavu geoniky AV ČR v Ostravě.



Obr. 3.2 – Kuželová tenzometrická sonda (zdroj: www.ugn.cas.cz)



Obr. 3.3 – Kuželová tenzometrická sonda připravena pro instalaci
(zdroj: www.ugn.cas.cz)

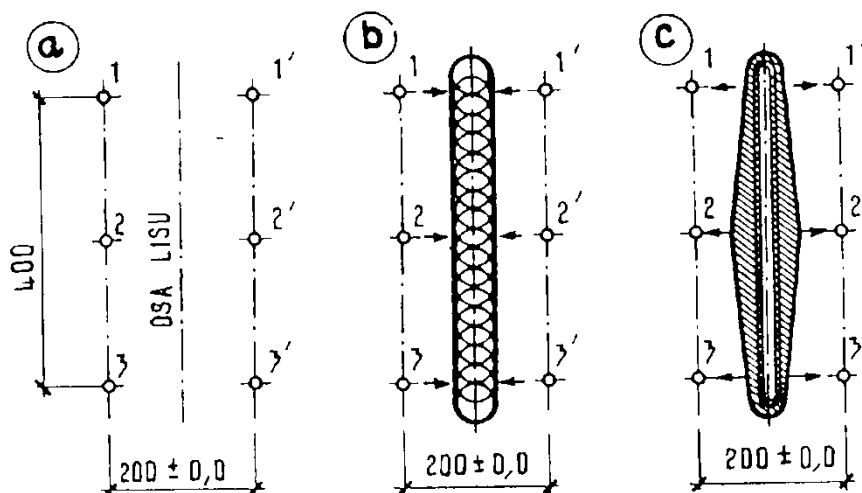
3.2 Kompenzační mechanické metody stanovení primární napjatosti

Jedná se o přímou metodu monitoringu primární napjatosti, není tedy nutno znát přetvárné parametry prostředí. Metoda je založena na principu plochých lisů (svažené ploché nádoby naplněné tekutinou).

Monitorovací postup:

- 1) přesná indikace dvojic měřících bodů před odvrtáním rýhy

- 2) odvrtání rýhy šířky cca 20 cm a délky cca 40 cm, odvrtání způsobí pohyb indikovaných dvojic bodů směrem k sobě
- 3) vložení plochého lisu do rýhy a zvyšování tlaku v lisu až k hodnotě, která odpovídá lokalizaci dvojic bodů na jejich výchozí pozici před odvrtáním rýhy



Obr. 3.4 - Postup realizace monitoringu primární napjatosti pomocí plochých lisů

Z uvedeného principu měření vyplývá, že tato metoda není vhodná v případě tahového napětí (za tohoto předpokladu se body od sebe oddalují).

3.3. Odlehčovací mechanické metody stanovení primární napjatosti

Základem odlehčovacích metod je využití charakteristik pružného obnovení tvaru částí masívu po jeho oddělení od vlastního masívu (metody navazují na metodu Doorstopper).

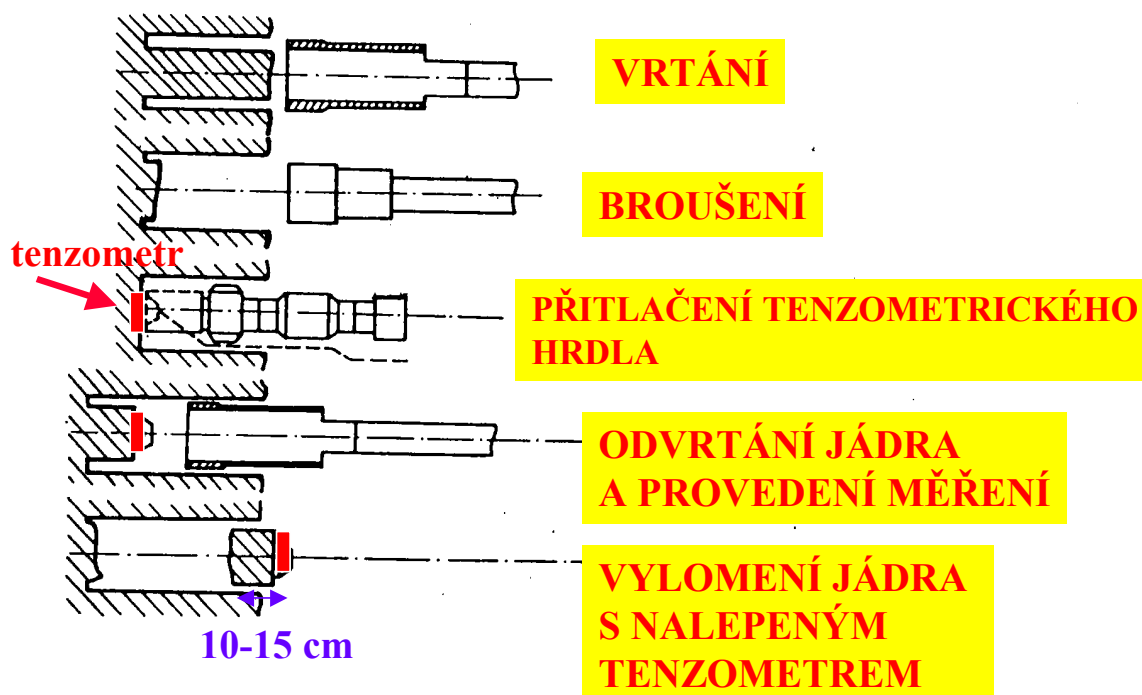
Základní dělení:

- odlehčením vrtného jádra (kap. 3.3.1)
- odlehčením štolou (kap. 3.3.2)

3.3.1 Měření odlehčením vrtného jádra

Realizuje se jádrový vrt, po jeho odvrtání se na dno vrtu osadí růžice odporových tenzometrů. Následuje měření a snímání údajů tenzometrů při plynulém

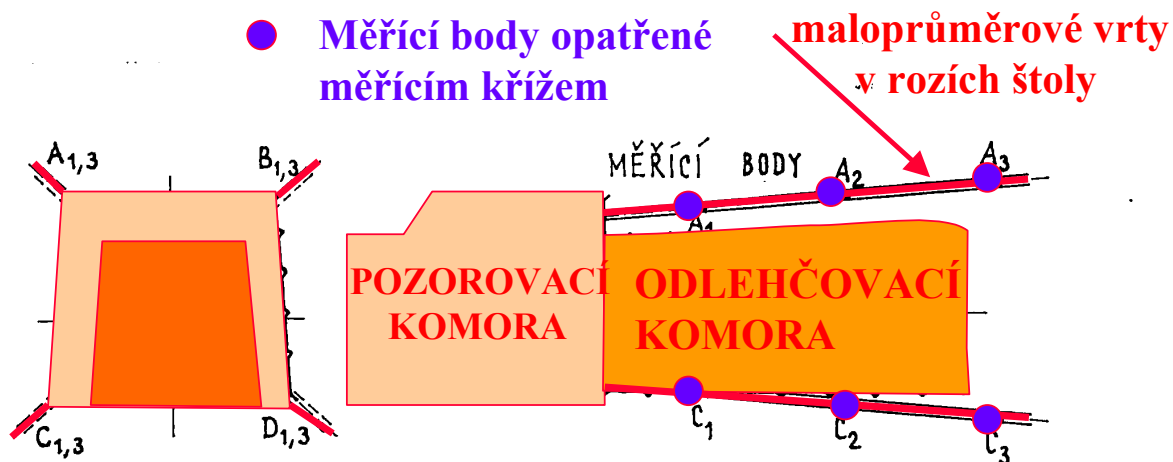
odvrtání do hloubky cca 10 - 15 cm. Jistou nevýhodou je nutnost znát přetvárné charakteristiky E , μ monitorovaného prostředí, které se stanoví z vylomeného jádra.



Obr. 3.5 - Postup realizace monitoringu primární napjatosti odlehčením vrtného jádra

3.3.2 Měření odlehčením štolou

Metoda předpokládá odvrtání čtyř maloprůměrových vrtů v rozích štoly ve směru ražení štoly, odkloněných od podélné osy štoly o 5° až 10° . Do vrtů jsou osazeny měřicí kříže, které jsou geodeticky zaměřeny. Další postup spočívá ve sledování pohybů měřících křížů a tomu odpovídajícího průběhu posunů do uvolněného prostoru vzniklého v důsledku dalšího ražení štoly. Prostorové uspořádání tohoto měření je velmi náročné, a tudíž je tato metoda využívána velmi zřídka.



Obr. 3.6 Postup realizace monitoringu primární napjatosti odlehčením štolou

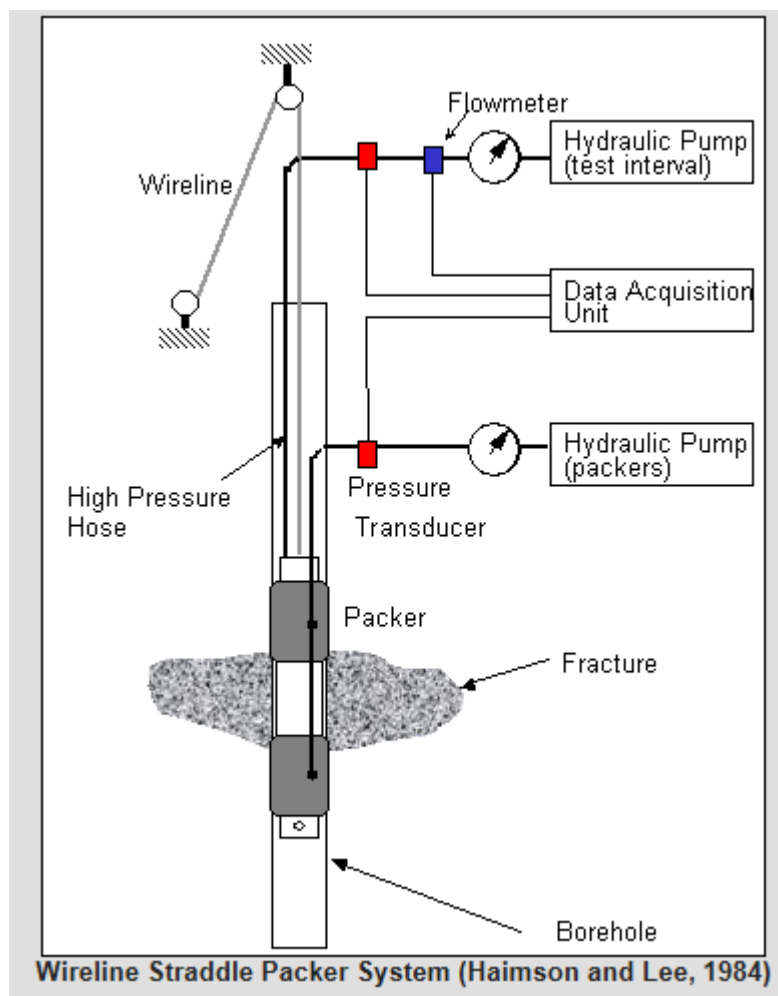
3.4. Hydrofracturing

Metoda je založena na principu porušování stěn vrtů tlakem vody, v určitý okamžik experimentu se dostává do rovnováhy tlak média ve vrtu otevírající trhlinu a napětí v hornině, snažící se trhlinu uzavřít. Tento tlak je pak roven napětí působícímu ve směru normály k vytvořené rovině trhliny. Zjištění orientace trhliny (a na základě této informace i směru maximálního horizontálního napětí) v prostoru se provádí pomocí otiskové sondy s paměťovou hmotou zavedené do vrtu.

Vrt se zavrtává dostatečně hluboko mimo oblast narušenou podzemním dílem, vytvoří se vzduchotěsná komora a v ní se zvyšuje tlak až do takové výše, kdy se vytvoří trhlina. Z velikosti potřebného tlaku pro vytvoření trhliny se pak zpětně vypočítává hodnota původního napětového stavu.

Podmínkou pro nasazení metody je dostatečně nepropustné prostředí schopné křehkého lomu pro vytvoření jednotlivé trhliny.

Tato metoda monitoringu primární napjatosti je stejně jako dříve zmíněná metoda tenzometrické kuželové sondy rovněž velmi intenzivně a s úspěchem rozvíjena na Ústavu geoniky AV ČR v Ostravě.



Obr. 3.7 – Schéma hydrofracturingu pro monitoring primární napjatosti