

Optovláknové senzory v geotechnice a stavebnictví

Safibra, s.r.o.

Obsah

- ✓ Proč monitorovat ?
- ✓ Co lze optovláknem monitorovat.
- ✓ FBG technologie
- ✓ Raman OTDR
- ✓ Brillouin OTDR
- ✓ Úloha firmy Safibra

Proč monitorovat ?

- ✓ konečná životnost, únava, opotřebení a přetížení stavebních konstrukcí



Proč monitorovat ?

- ✓ zajištění údajů k bezpečnému průběhu výstavby tunelů, důlních staveb, kolektorů, podzemních úložišť apod.



Proč monitorovat ?

- ✓ sledováním průsaků hrází, trhlin, posunů a pórových tlaků předcházet katastrofálním důsledkům v případě povodňové situace



Proč monitorovat ?

- ✓ předcházet fatálním důsledkům požárů v podzemních stavbách a tunelech



Co lze optovláknny monitorovat?

- ✓ teplotu bodově (body lze pospojovat do série)
- ✓ mechanické napětí bodově (body lze pospojovat do série)
- ✓ pórový tlak
- ✓ zatížení (tlak)
- ✓ posuv
- ✓ teplotní profil podél optického vlákna
- ✓ profil mechanického napětí podél optického vlákna

FBG technologie

- ✓ bodové senzory (v některých případech do série řazené skupiny sensorů) pro měření:



teplota



pórový tlak



mechanické napětí



zatížení (tlak)



lineární posuv

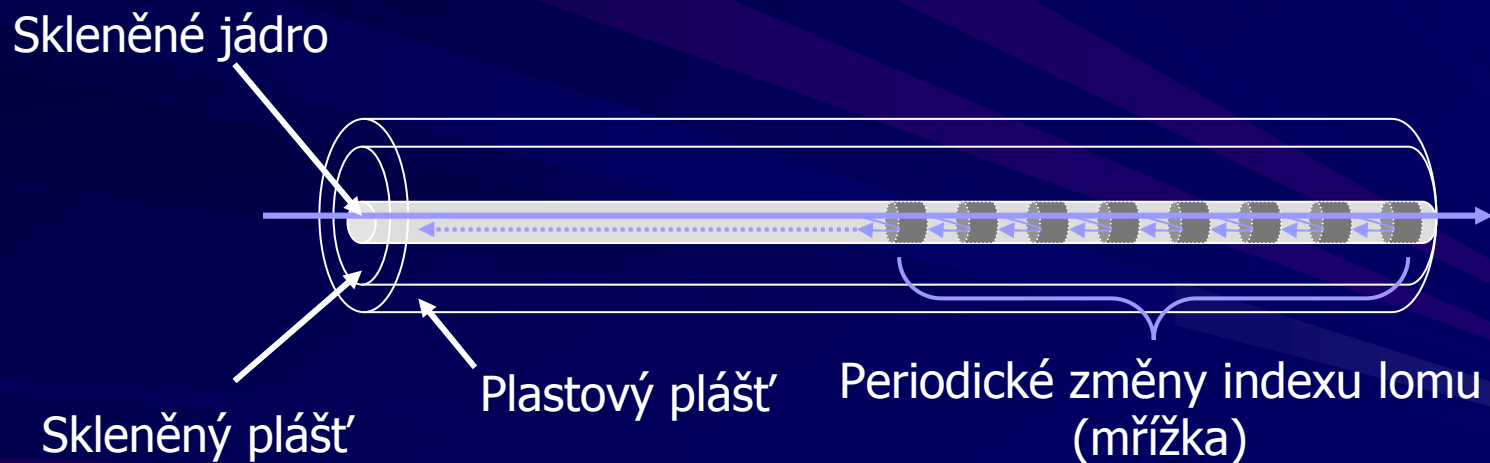
FBG technologie

- ✓ Typický FBG systém pro některou z výše jmenovaných veličin se skládá ze tří diskrétních subsystémů:
- ✓ FBG senzor nebo série FBG senzorů umístěných do bodů, které mají být monitorovány
- ✓ Interrogátor - optoelektronická jednotka, do které jsou senzory připojeny optickým vláknem a která funguje jako zdroj světla a zároveň vyhodnocuje světlo odražené z každého jednotlivého senzoru
- ✓ Řídící jednotka - elektronická jednotka, často ve formě PC, která dostává surová data z optoelektronické interrogační jednotky a tyto zpracovává, ukládá do paměti popř. předává informace uživateli.

FBG technologie

Princip měření (1)

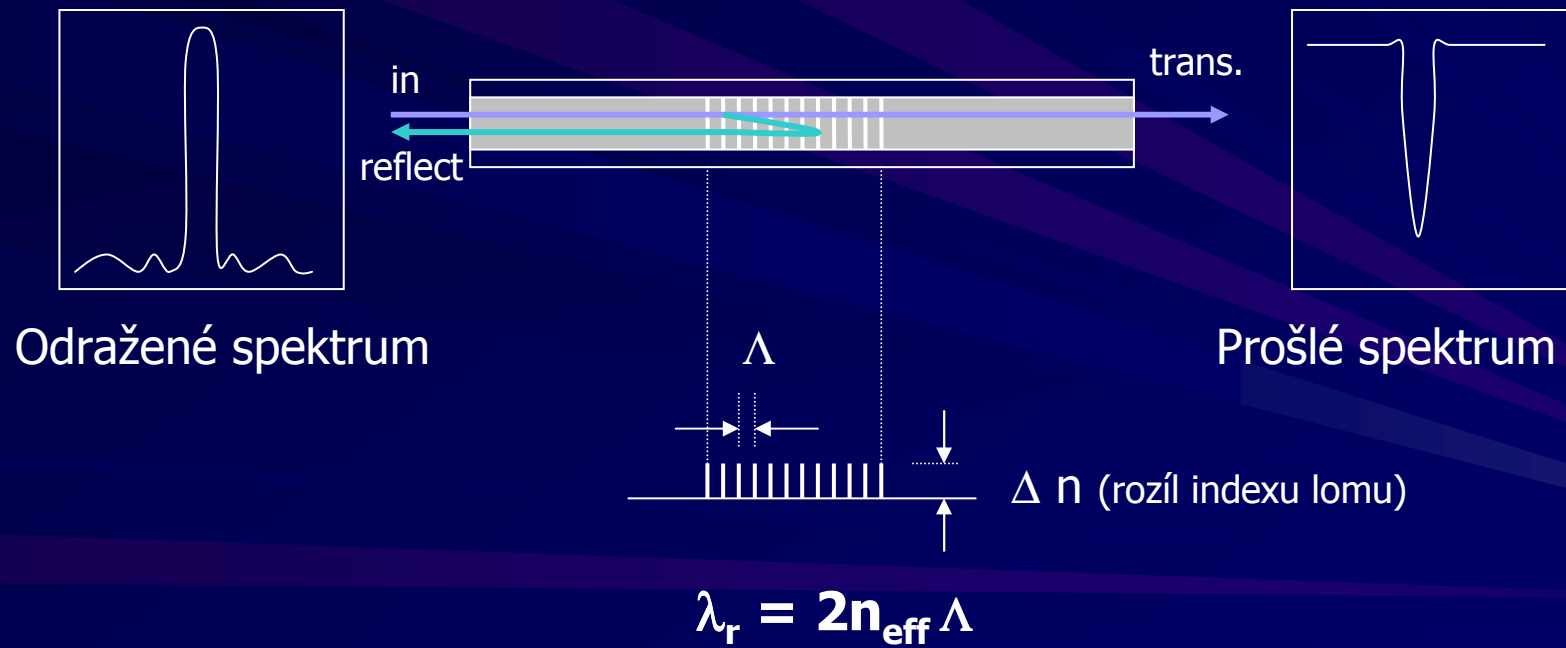
Vláknová mřížka je tvořena periodickými změnami indexu lomu skleněného jádra vlákna. Změny indexu lomu jsou vytvořeny vystavením vlákna UV- světlu s pevným obrazcem.



FBG technologie

Princip měření (2)

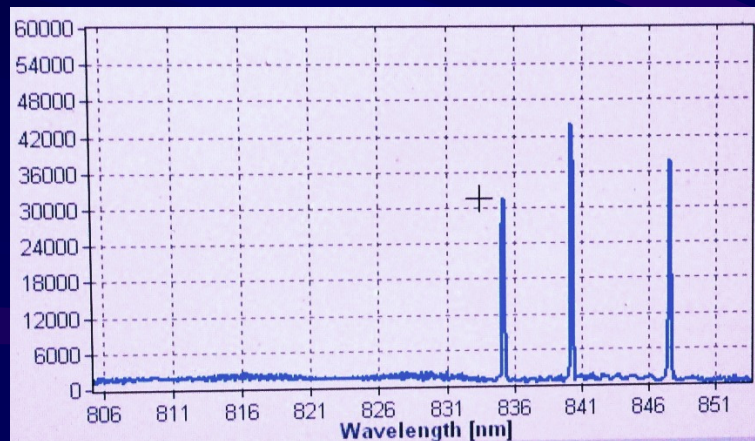
Princip měření spočívá v závislosti odraženého resp prošlého spektra na měřené veličině. Podle posunu vlnové délky software vyhodnotí změnu veličiny.



FBG technologie

Princip měření (3)

Multi bodové měření je umožněno zapojením několika FBG senzorů do série tak, že každý je nastaven na jinou vlnovou délku a u každého zvlášť se sleduje posun vlnové délky v závislosti na měřené veličině v místě, kde je umístěn. Až dvacet FBG senzorů může být současně na jednom vlákně.



FBG technologie

Hlavní výhody použití FBG senzorů:

- ✓ Lze jimi měřit velmi vysoké hodnoty mechanického napětí: více než 10.000 um/m
- ✓ malé rozměry a nízkou hmotnost
- ✓ Velmi dlouhá životnost
- ✓ Je-li senzor jednou nainstalován, není nutná žádná kalibrace
- ✓ Velmi snadná instalace a téměř žádná údržba
- ✓ Velmi dobrá odolnost vůči působení vnějšího prostředí
- ✓ Všechny výše uvedené veličiny lze snímat stejnou vyhodnocovací jednotkou
- ✓ Možnost řazení senzorů do série na jednom optickém vlákně (až 20 senzorů)
- ✓ Jsou imunní k elektromagnetickému záření
- ✓ Jsou vnitřně pasivní, lze je použít v potenciálně výbušných a hořlavých prostředích
- ✓ Signál není závislý na vzdálenosti místa měření od vyhodnocovací jednotky. Ta může být až několik kilometrů daleko
- ✓ Ve speciálním provedení možnost použití až při 600°C

Aplikace FBG: bodové měření mechanického napětí, pórový tlak

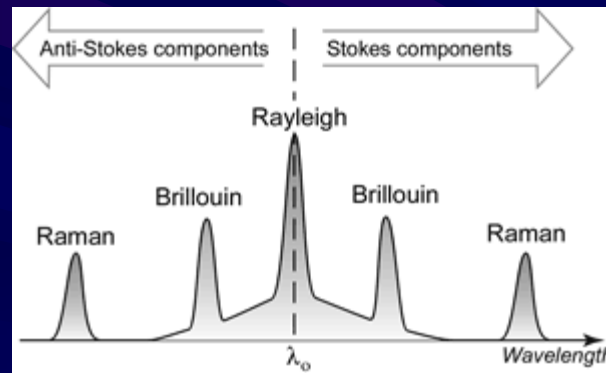
- ✓ Podzemní stavby, tunely
- ✓ Mosty
- ✓ Přehrady, násypy, hráze
- ✓ Podloží, nadloží
- ✓ Výškové budovy
- ✓ Velké stavební celky
(elektrárny, stadiony apod.)
- ✓ Technologické celky



Raman OTDR

Brillouin OTDR

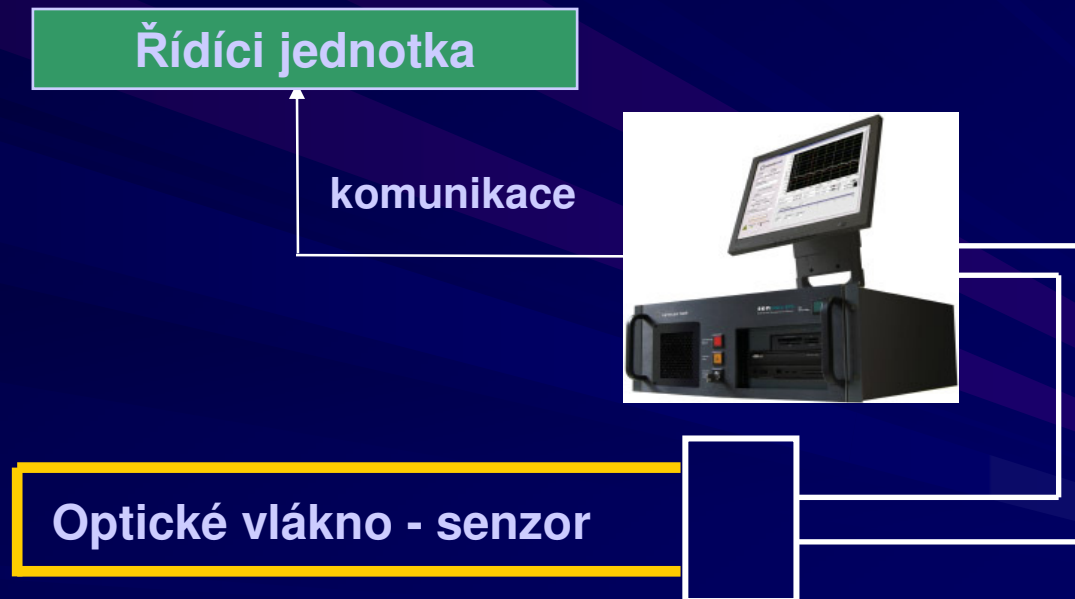
Základem obou měřících metod je zkoumání interakce světla laseru a skla v optickém vlákně. Pokud se světlo šíří transparentním prostředím, největší díl se šíří směrem kupředu, malá část se odráží zpět. Analýzou různých složek zpětně odraženého světla lze měřit takové veličiny, jakými jsou ztráty ve vlákně, teplota nebo mechanické napětí



Také schematické uspořádání systému je v obou případech podobné. System se skládá z: **standardního optického vlákna jako senzoru,**
vyhodnocovací jednotky
řídící jednotky, zpravidla PC a softwaru,

Raman OTDR

Schematické uspořádání systému DTS (distributed temperature sensor)



Raman OTDR

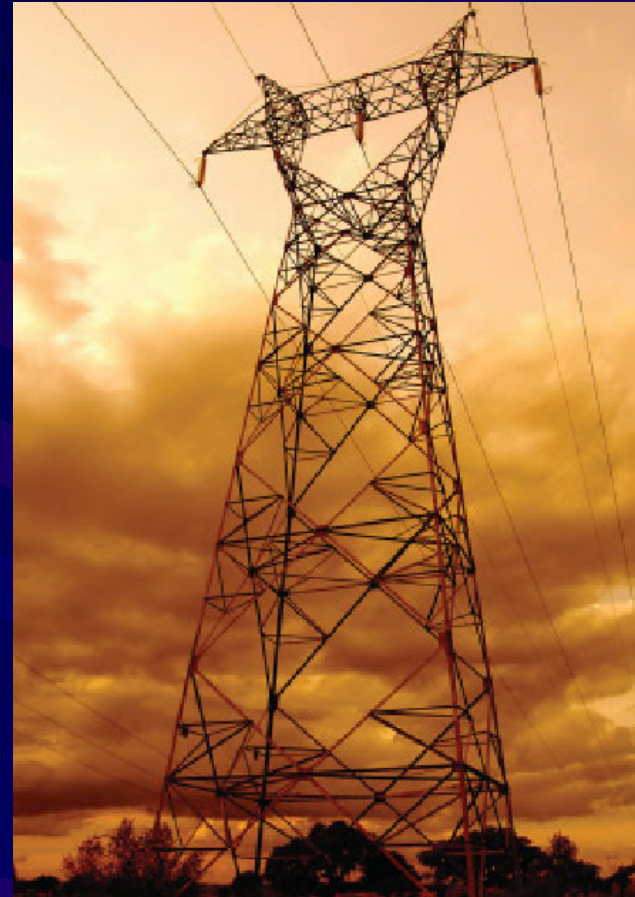
Základní parametry systému DTS

- ✓ Teplota je měřena podél optického vlákna. Výsledkem je teplotní profil podél skládající se z několika tisíc hodnot současně.
- ✓ Měření celého profilu trvá v závislosti na délce vlákna a požadované přesnosti od několika sekund do několika desítek minut

Vzdálenost	Typ systému	Rozlišení teploty	Prostorové rozlišení
0 – 5 km	DTS K (krátké)	0.01oC	1.0 m
0 – 8 km	DTS S (střední)	0.01oC	1.0 m
0 – 10 km	DTS D (dlouhé)	0.01oC	1.0 m
0 – 30 km	DTS E (extrémní)	0.05oC	2.0 m

Aplikace DTS: měření teploty podél vlákna

- ✓ **Těžba ropy a plynu**
- ✓ **Protipožární systémy**
(monitoring teploty v tunelech, podzemních stavbách apod.)
- ✓ **Přehrady, hráze**
(měření průsaků vody)
- ✓ **Produktovody**
(monitoring netěsností a úniků)
- ✓ **Ekologické projekty**
(skládky nebezpečných odpadů, geotermální prameny apod.)
- ✓ **Technologické celky**
(elektrárny, stadiony apod.)
- ✓ **Energetika**
(monitorování teploty podél silových kabelů)



Brillouin OTDR

Schematické uspořádání systému DTSS
(distributed temperature and strain sensor)



Brillouin OTDR

Základní parametry systému DTSS

- ✓ Napětí a teplota je měřena podél optického vlákna. Výsledkem je teplotní profil podél skládající se z několika tisíc hodnot současně.
- ✓ Měření celého profilu trvá v závislosti na délce vlákna a požadované přesnosti od několika sekund do několika desítek minut
- ✓ Hodnoty napětí jsou kompenzovány v závislosti na naměřené teplotě v daném bodě
- ✓ Umožňuje dynamické monitorování

Vzdálenost
0 – 40 km

Rozlišení napětí
2 $\mu\epsilon$

Rozlišení teploty
0.1oC

Prostorové rozlišení
0.1 m

Aplikace DTSS: měření mechanického napětí

- ✓ Podzemní stavby, tunely
- ✓ Mosty
- ✓ Přehrady, náspy
- ✓ Produktovody
- ✓ Výškové budovy
- ✓ Velké stavební celky
(elektrárny, stadiony apod.)
- ✓ Technologické celky



Úloha firmy Safibra

- ✓ společné projekty s využitím uvedených technologií
- ✓ prodej uvedených technologií i jednotlivých komponent
- ✓ přizpůsobení uvedených technologií konkrétním projektům
- ✓ instalace a engineering spojený s instalací, údržbou a provozem
- ✓ konzultační a školicí centrum

Děkujeme za pozornost



www.safibra.cz

michal@safibra.cz

604 212525