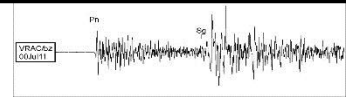


# Zpracování seismických dat

## část C: Parametry zdroje

### X. Zdrojové mechanismy

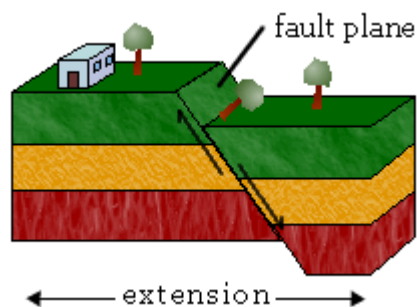
Josef Havíř  
havir@ipe.muni.cz



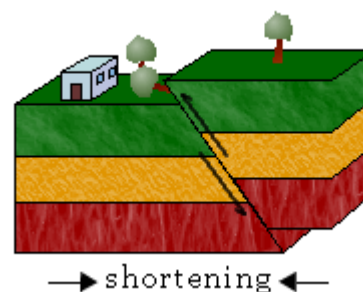
## a) Kinematika zlomů a seismický signál

Naprostá většina zemětřesení má původ v náhlém pohybu podél zlomových ploch.

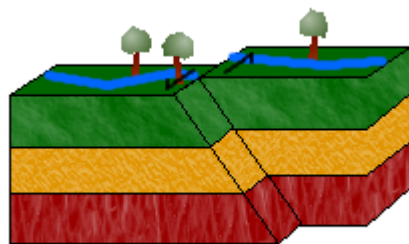
### pokles



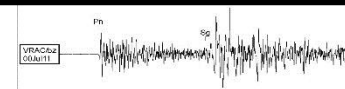
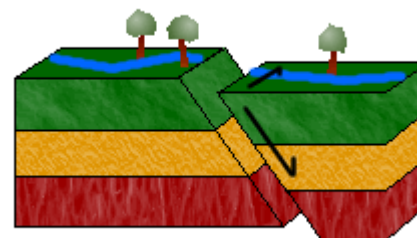
### násun



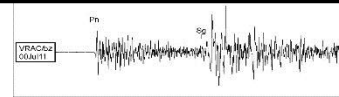
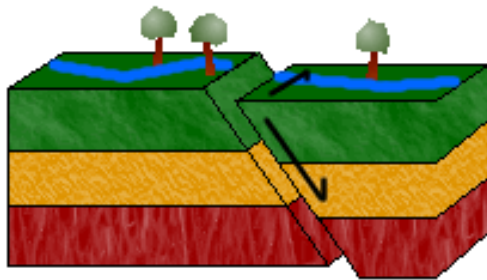
### horizontální posun



### šikmý posun

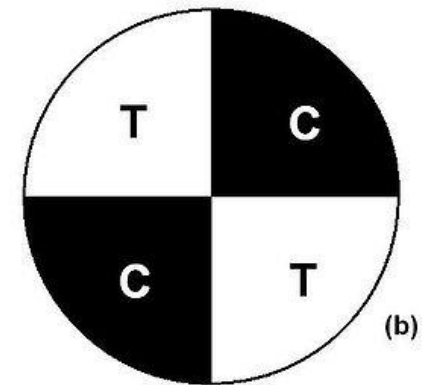
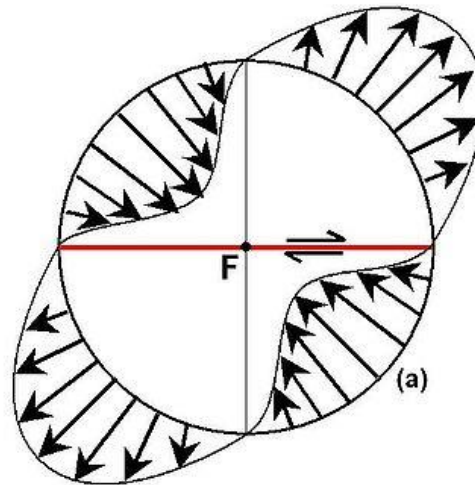
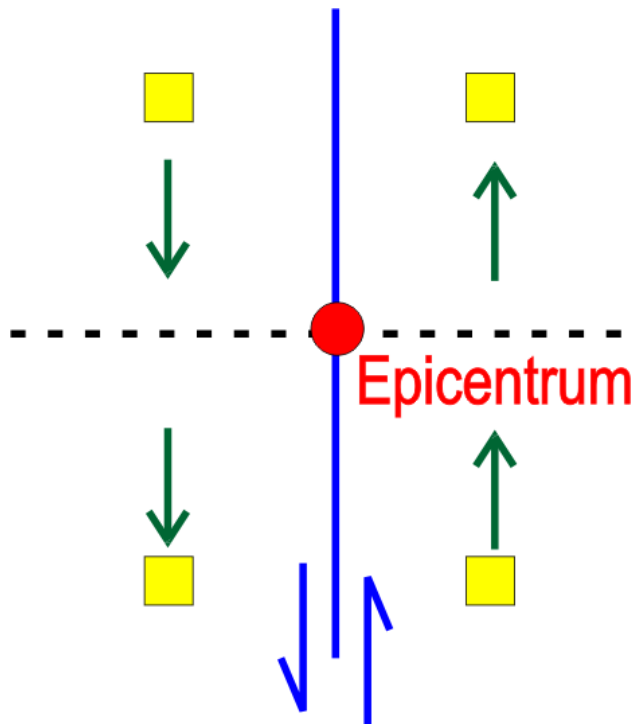


Při prokluzu na zlomové ploše dochází obecně k šikmému pohybu paralelně s plochou zlomu.



## Vliv na polaritu P vln

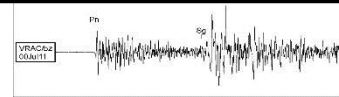
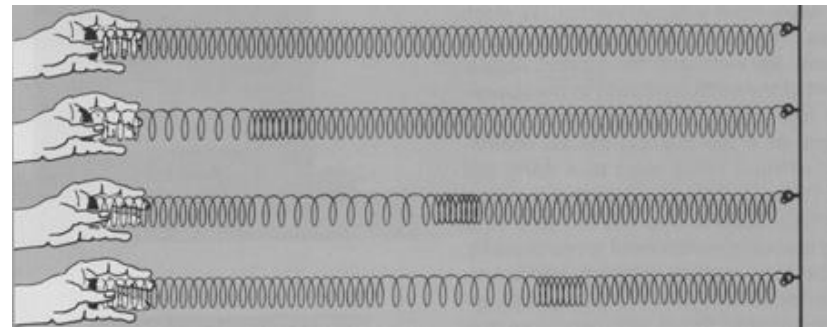
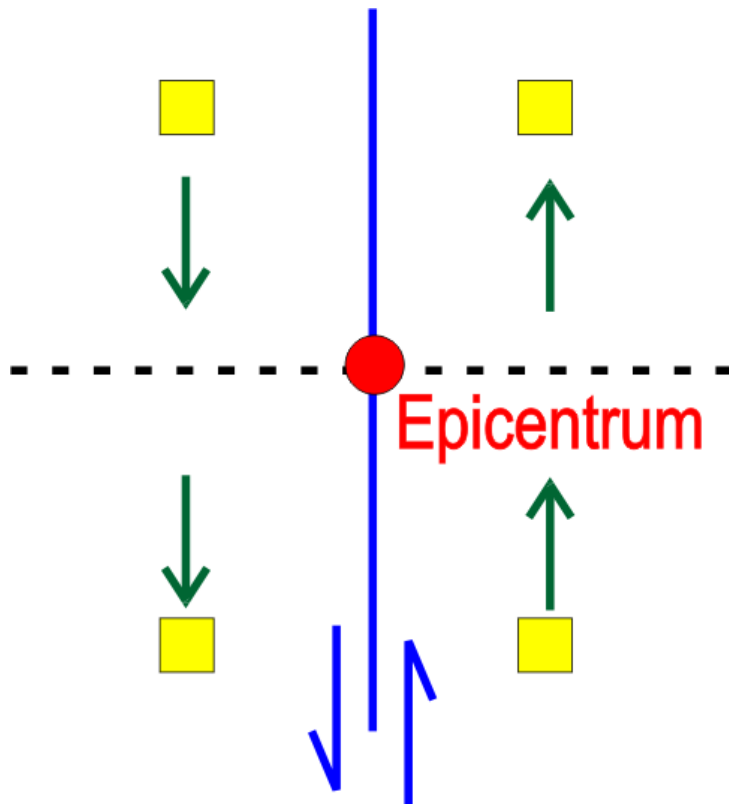
Nodální plochy vymezují čtyři kvadranty. Vždy ve dvou protějších kvadrantech lze pozorovat stejnou polaritu podélné vlny, naopak v sousedních kvadrantech je polarita opačná.



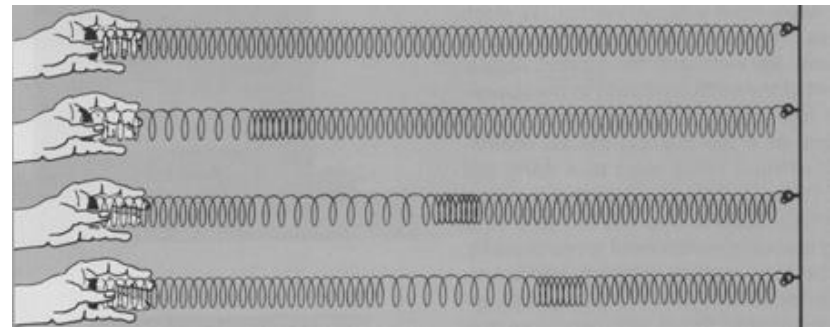
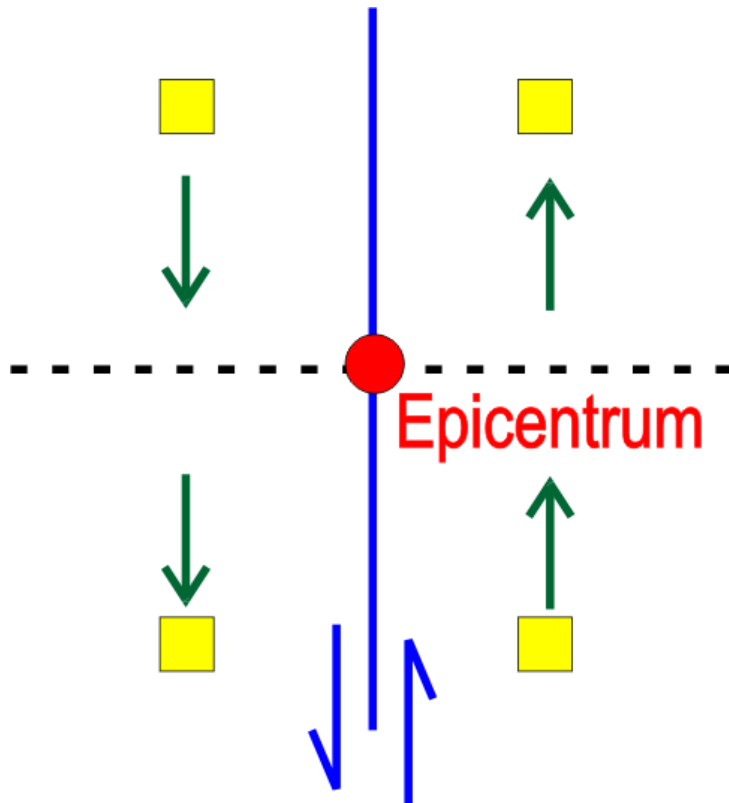
Schematic diagram showing the direction of initial movement of particles around the focus (F) of an earthquake on a W-E dextral strike-slip fault, viewed from above (a) and the equivalent zones of compressional (C) and tensional (T) sense first motion in the seismic waves radiating outward (b).

Note that due to the symmetry, an identical pattern would result from movement on an N-S sinistral strike-slip fault passing through the focus

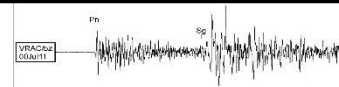
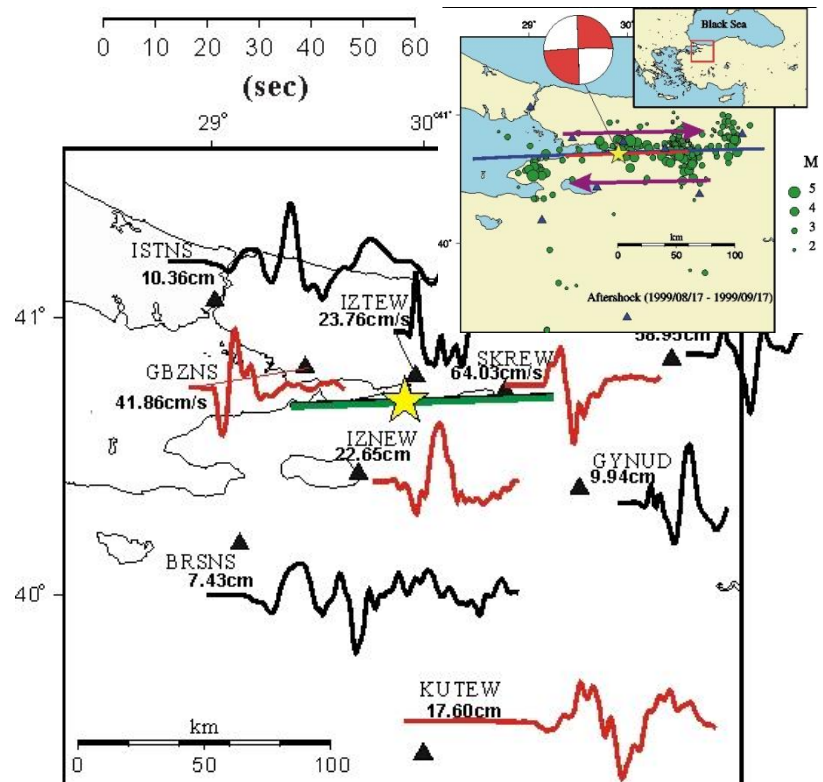
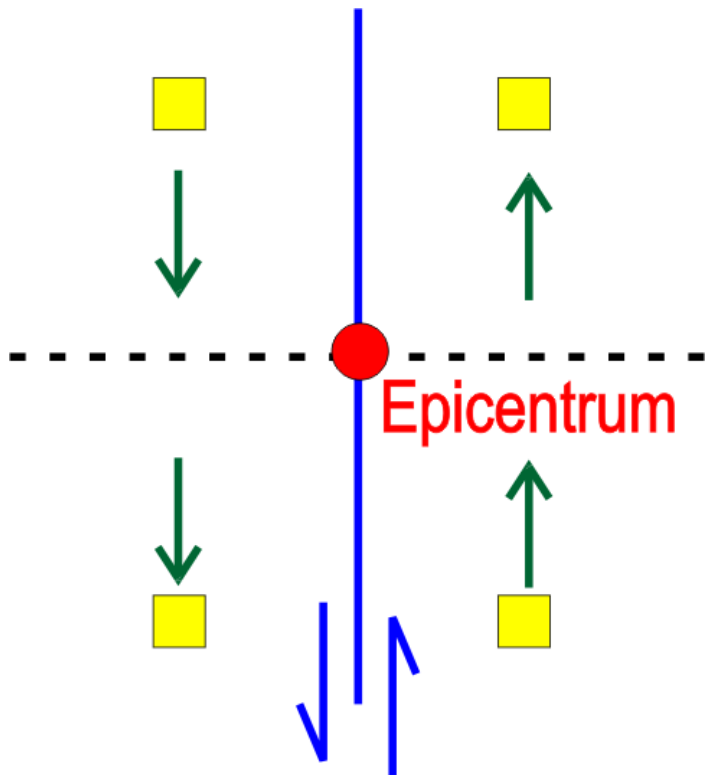
Kmitání podélné vlny znamená cyklické stlačování a natahování prostředí. **Ve dvou kvadrantech šířící se P vlna tedy nejprve prostředí stlačí a pak natáhne.**



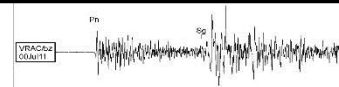
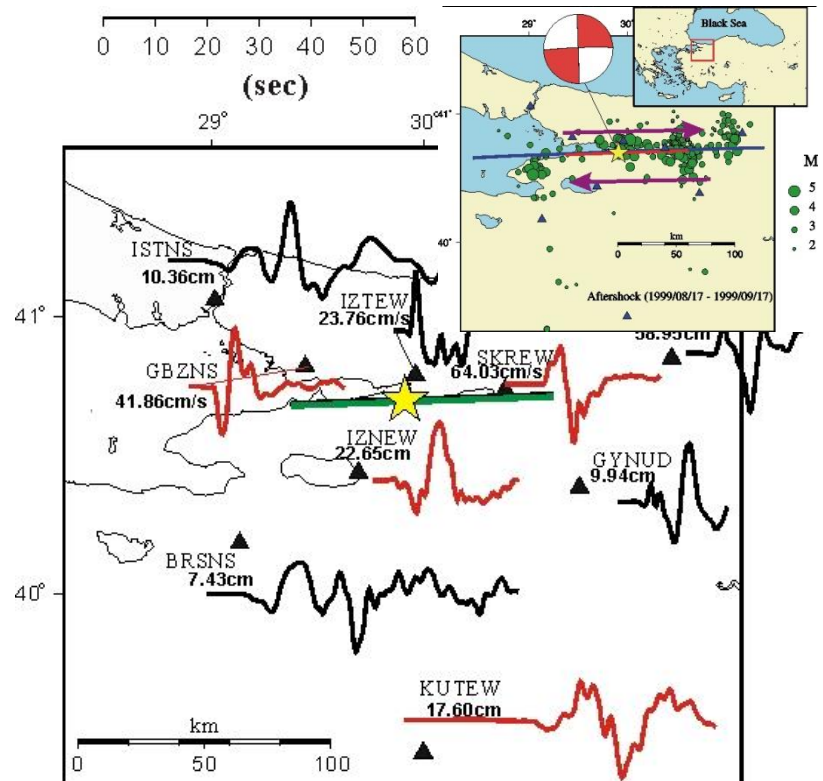
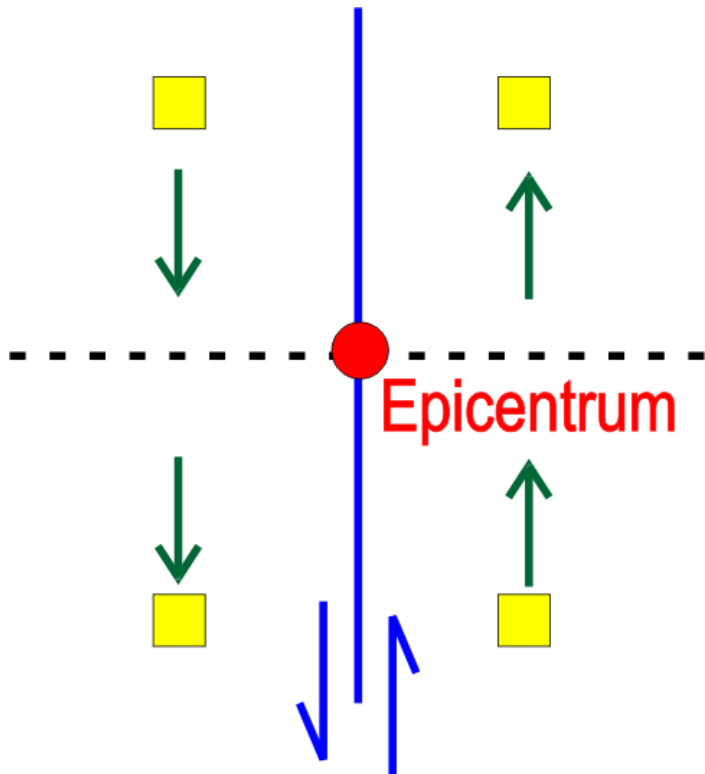
V dalších dvou kvadrantech šířící se P vlna **nejprve** prostředí natáhne a **pak** stlačí.



První pohyb částic vyvolaný podélným kmitáním směřuje ve dvou kvadrantech směrem od hypocentra (**kompresní vlna**). Na vertikální složce záznamu tak pozorujeme nejprve kladnou výchylku („utržení nahoru“).

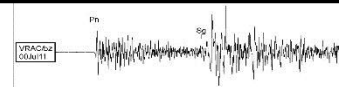
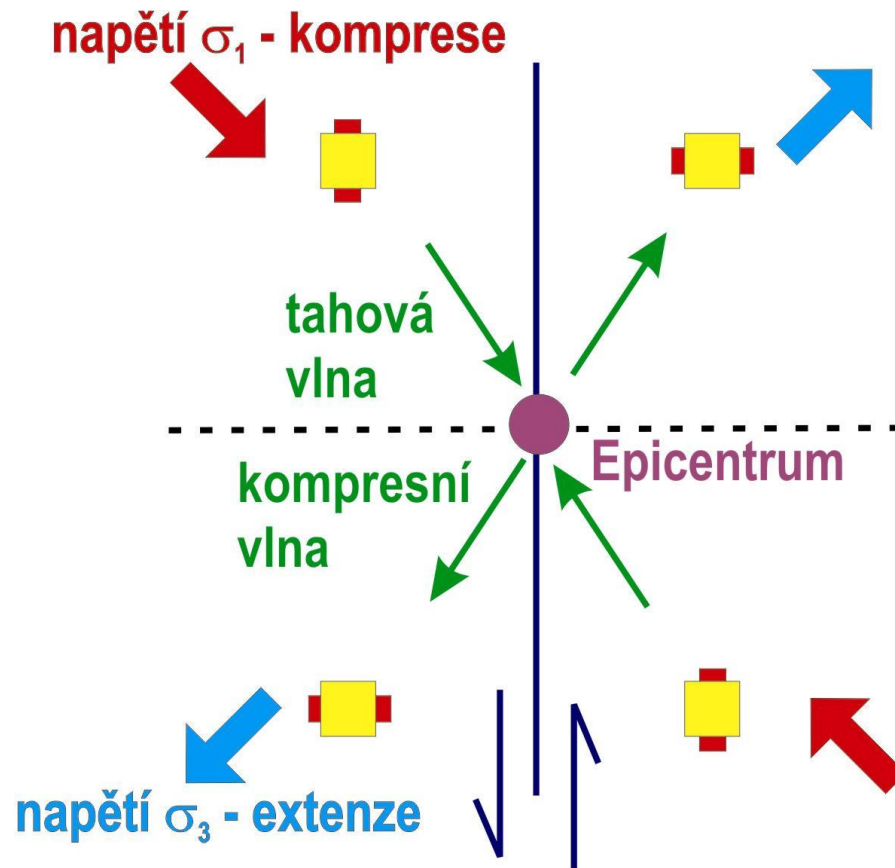


První pohyb částic vyvolaný podélným kmitáním směřuje v dalších dvou kvadrantech směrem k hypocentru (**tahová vlna**). Na vertikální složce záznamu tak pozorujeme nejprve zápornou výchylku („utržení dolů“).



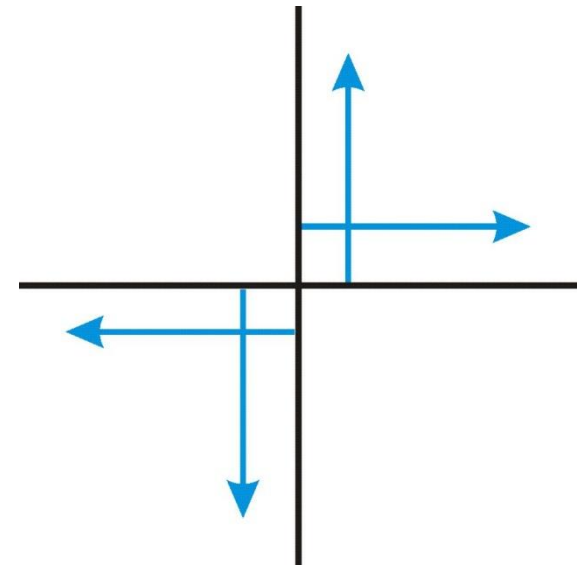
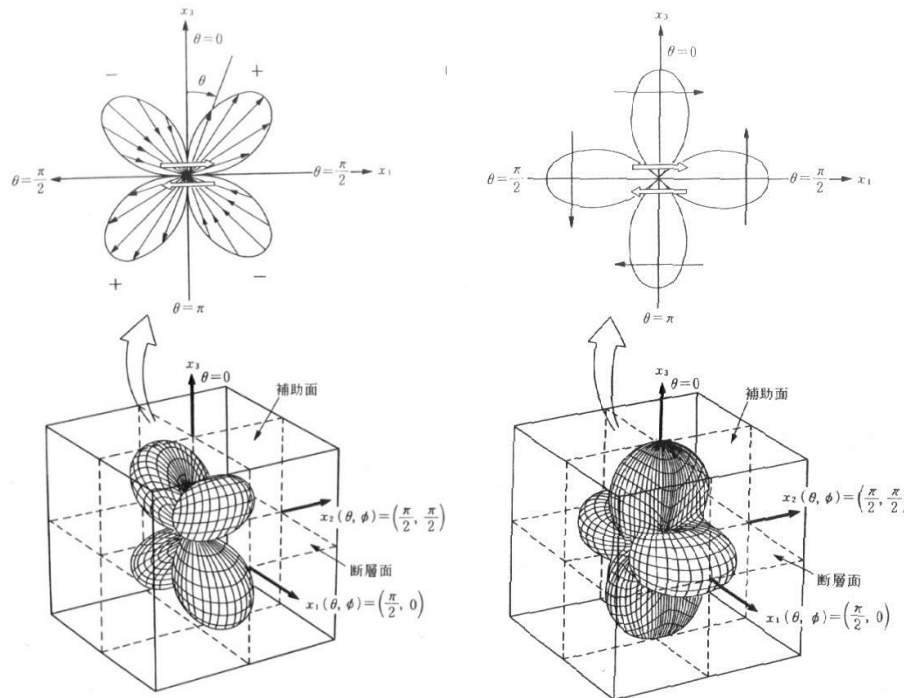


**Ve směru šíření kompresní vlny působí tahové napětí.  
Ve směru šíření tahové vlny působí kompresní napětí.**



# Vliv na vyzařovací charakteristiku seismických vln

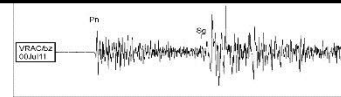
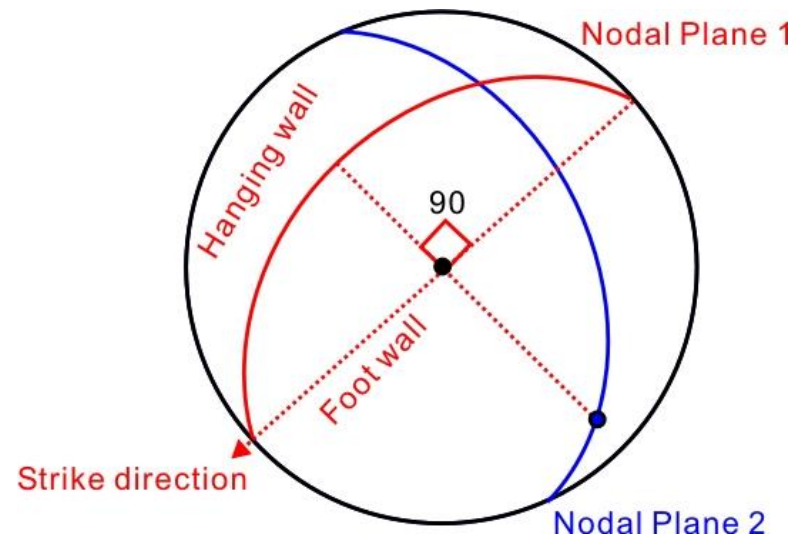
Charakter zdroje má vliv nejen na polaritu, ale také na amplitudu signálu šířícího se v určitém směru.



**Grafické znázornění vyzařovacího modelu pro podélné (vlevo) a příčné (vpravo) vlny**

## b) Fokální mechanismy - popis

**Fokální mechanismy** nás informují o orientaci zlomové plochy a o směru a smyslu pohybu podél této plochy. Tato informace ale není jednoznačná – fokální mechanismus ukazuje dvě řešení, z nichž jedno je skutečný zlom a druhé je plocha kolmá na zlom a na směr pohybu. Plochám definovaným fokálním mechanismem říkáme **nodální plochy**.



Nodální plochy vymezují čtyři kvadranty. Ve dvou protějších kvadrantech působí relativní tah, v dalších dvou protějších relativní komprese. Kvadranty jsou barevně odlišeny podle toho, zda v nich působí tah či komprese.

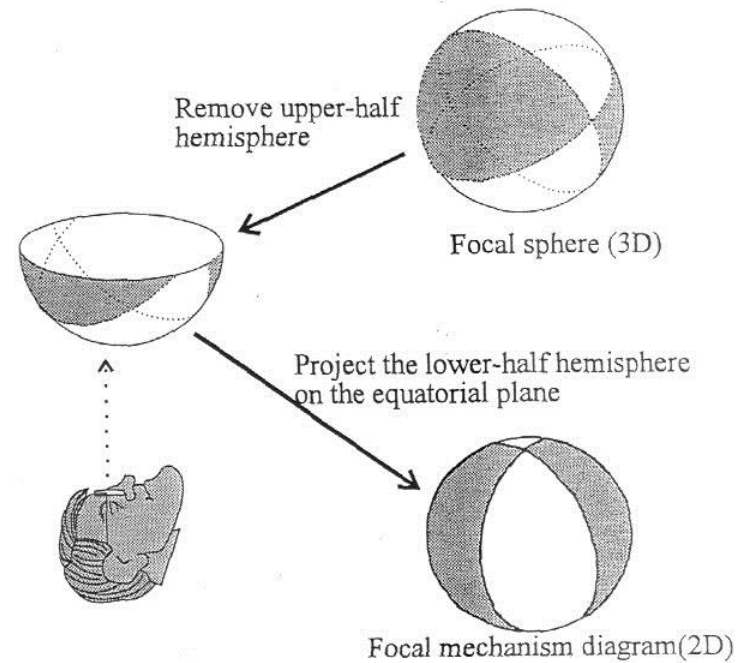
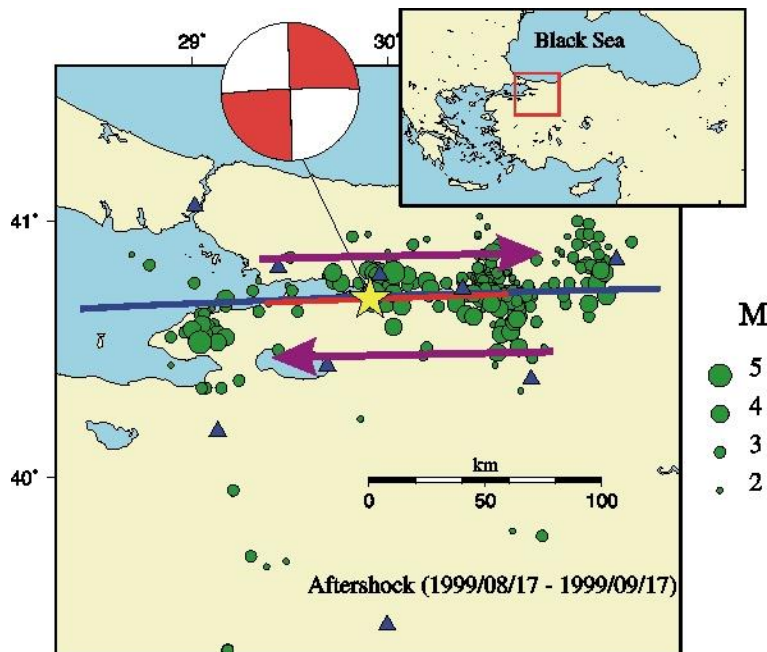
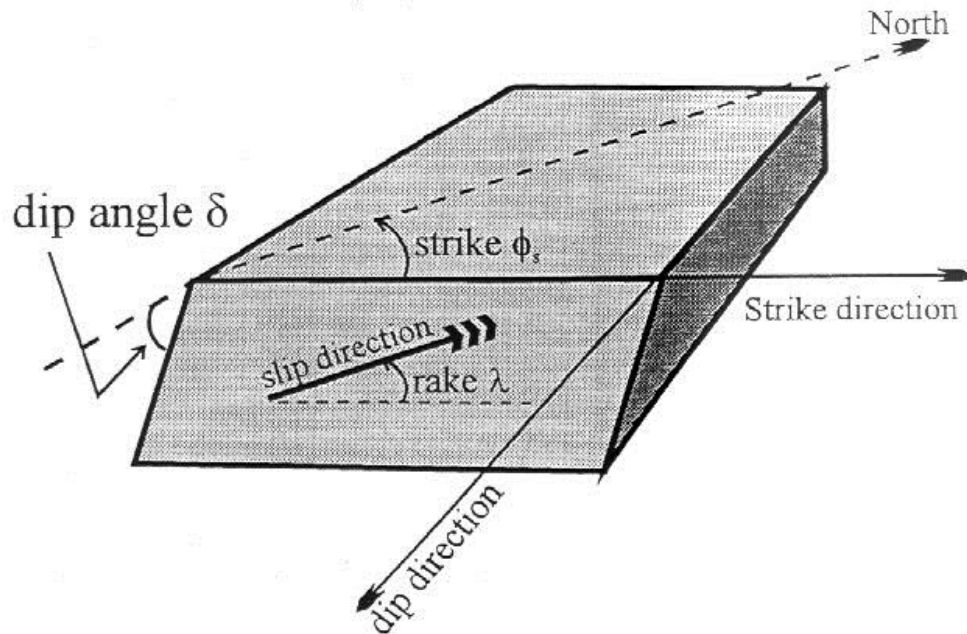


Figure 5-3 Projection of focal sphere onto a equatorial plane.

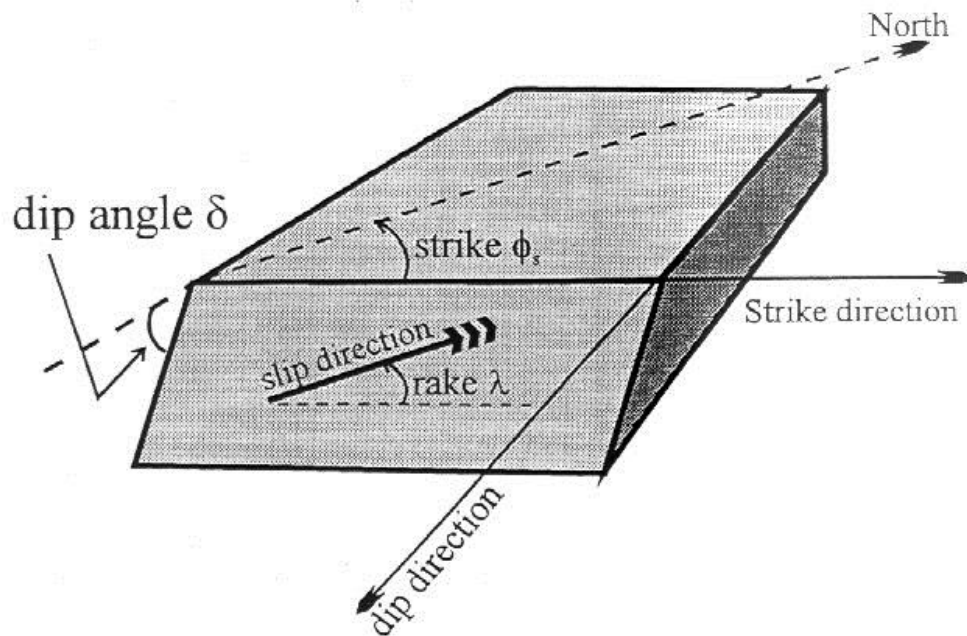




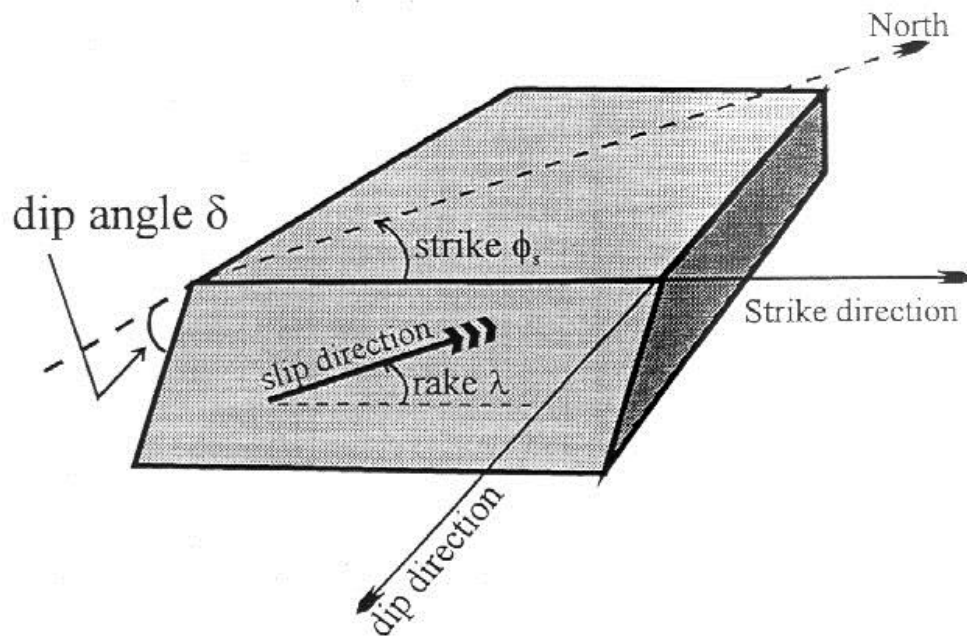
Směr zlomu je chápán jako vektor a nabývá hodnot od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ . Ze dvou možných „směrů“ je vybrán vždy takový, aby byl zlom **ukloněný doprava**. Sklon zlomu je počítán od horizontály a nabývá hodnot od  $0^\circ$  do  $90^\circ$ .



Rake definuje nejen směr, ale také smysl pohybu a nabývá hodnot od  $-180^\circ$  do  $180^\circ$ . Jde o vektor, který má směr i smysl shodný s vektorem pohybu horní kry.



Kladné hodnoty jsou u vektoru mířícího vzhůru, záporné u vektoru mířícího dolů. Tj. kladné hodnoty jsou v případě přesmyků, záporné v případě poklesů.

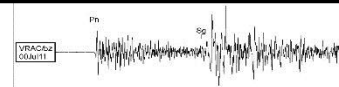
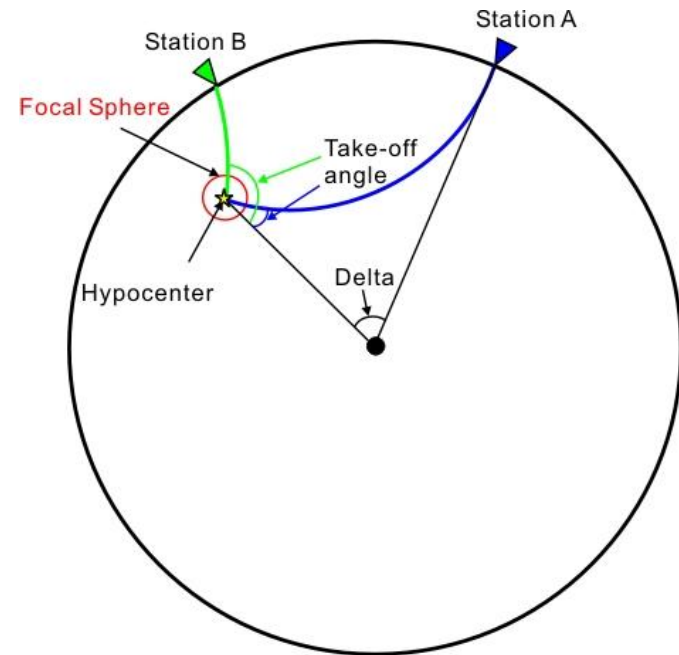
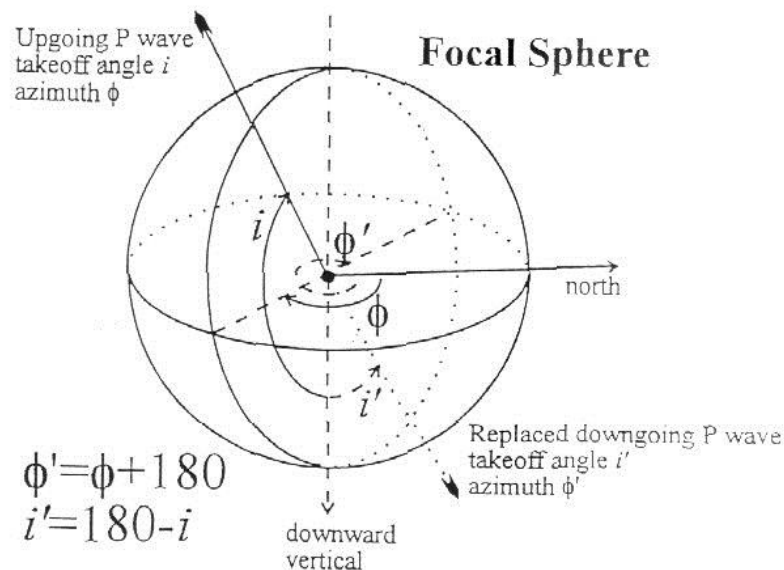




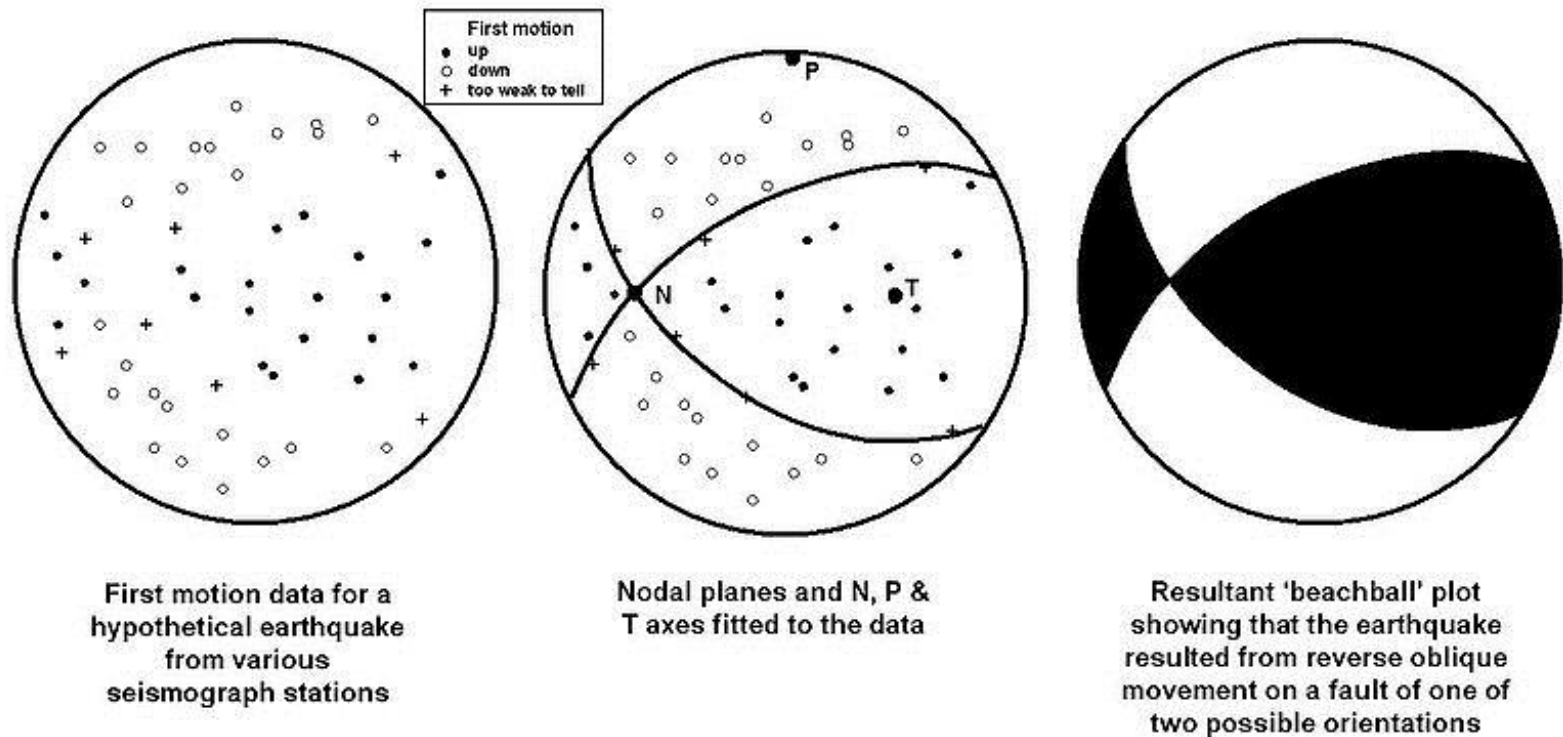


## Metoda prvních nasazení

Vstupní údaje: polarita P-vln, azimut paprsku, inklinace paprsku v ohniskové zóně (tzv. take-off úhel)

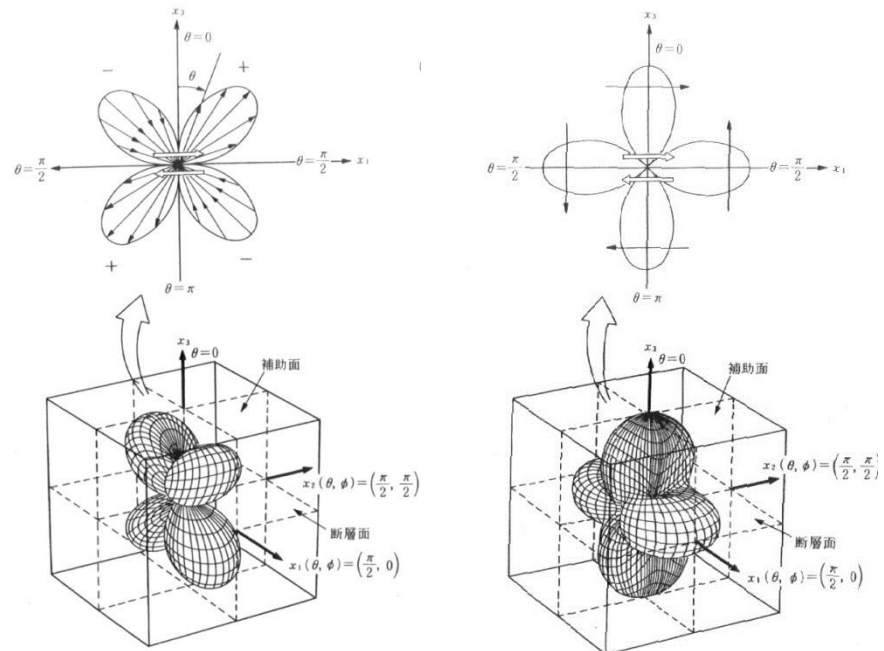


Princip: nalezení dvou vzájemně kolmých nodálních ploch, které rozdělí prostor do dvou kvadrantů tak, aby každý kvadrant obsahoval signál o stejné polaritě.



# Metoda prvních nasazení + využití amplitud

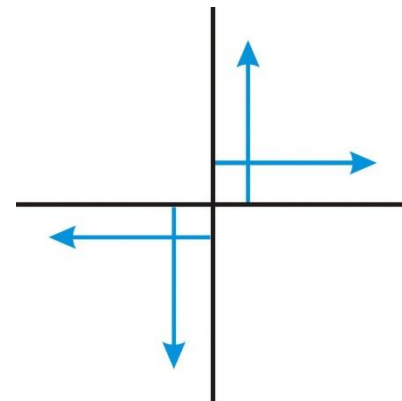
Vstupní údaje: polarita P-vln, azimut paprsku, inklinace paprsku v ohniskové zóně (tzv. take-off úhel), poměr amplitudy P a S vlny (umožní odhadnout odchytku daného směru paprsku od nodální plochy)



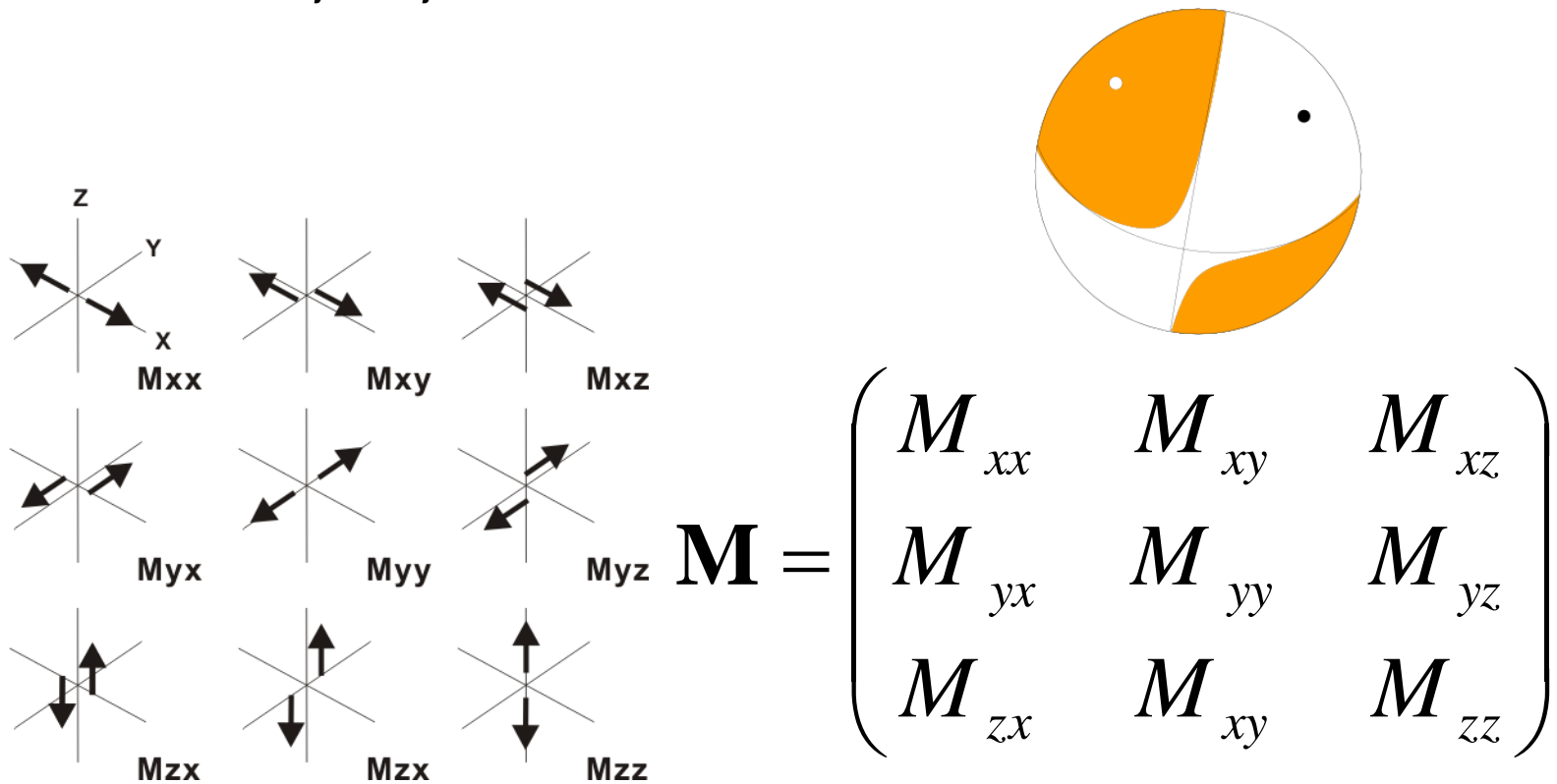
## d) double-couple model a inverze vlnového obrazu

Každý pár obsahuje dvě **síly** stejně velikosti a opačného směru, takže součet všech sil je nulový (systém není nikam žádnou celkovou silou tlačěn či tažen).

Otočné **momenty** obou párů sil mají stejnou velikost a opačný směr, takže součet všech momentů je nulový (systém není nucen žádným celkovým momentem k rotaci).

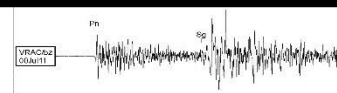
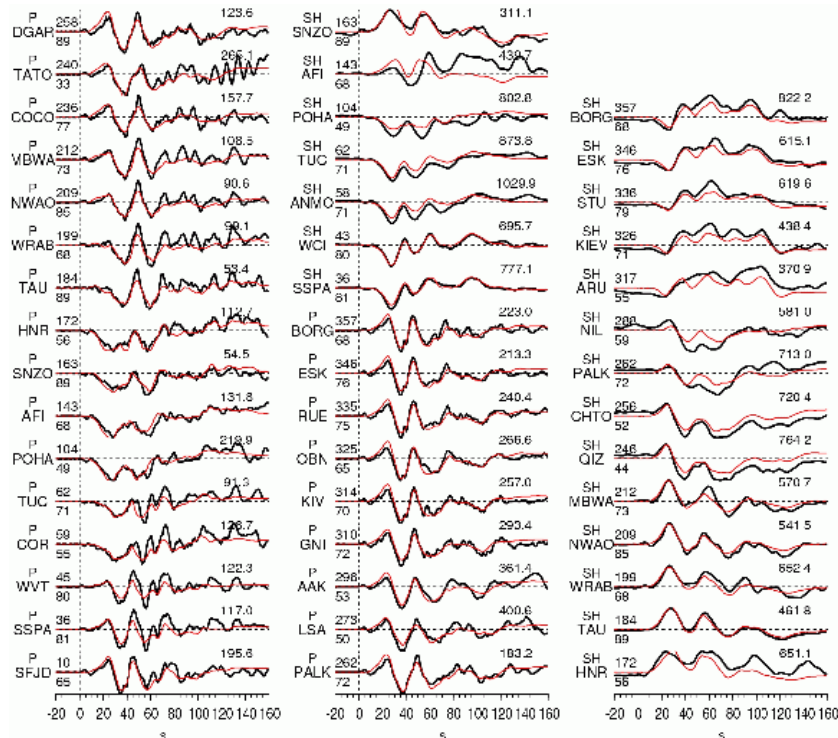


**Tenzor seismického momentu** se skládá z devíti složek reprezentujících devět jednotlivých párů sil (single-couple forces). Obsahuje nejen složky, které odpovídají double-couple modelu v ploše (vždy složky  $M_{ij}$  a  $M_{ji}$  mimo hlavní diagonálu), ale také objemové složky.

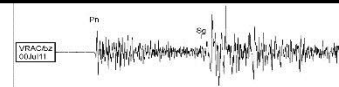
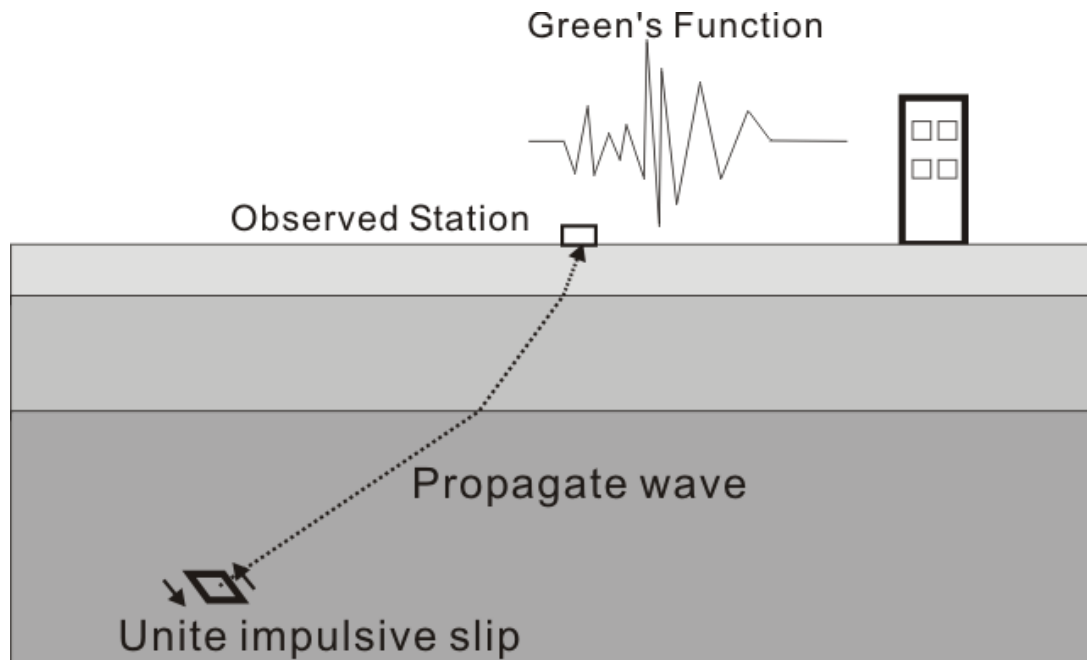


# Inverze vlnového obrazu

Princip: nalezení takového mechanismu (tenzoru seismického momentu), při kterém se tvar ideálního vypočítaného signálu shoduje se signálem, který byl registrován na všech stanicích využitých k analýze.

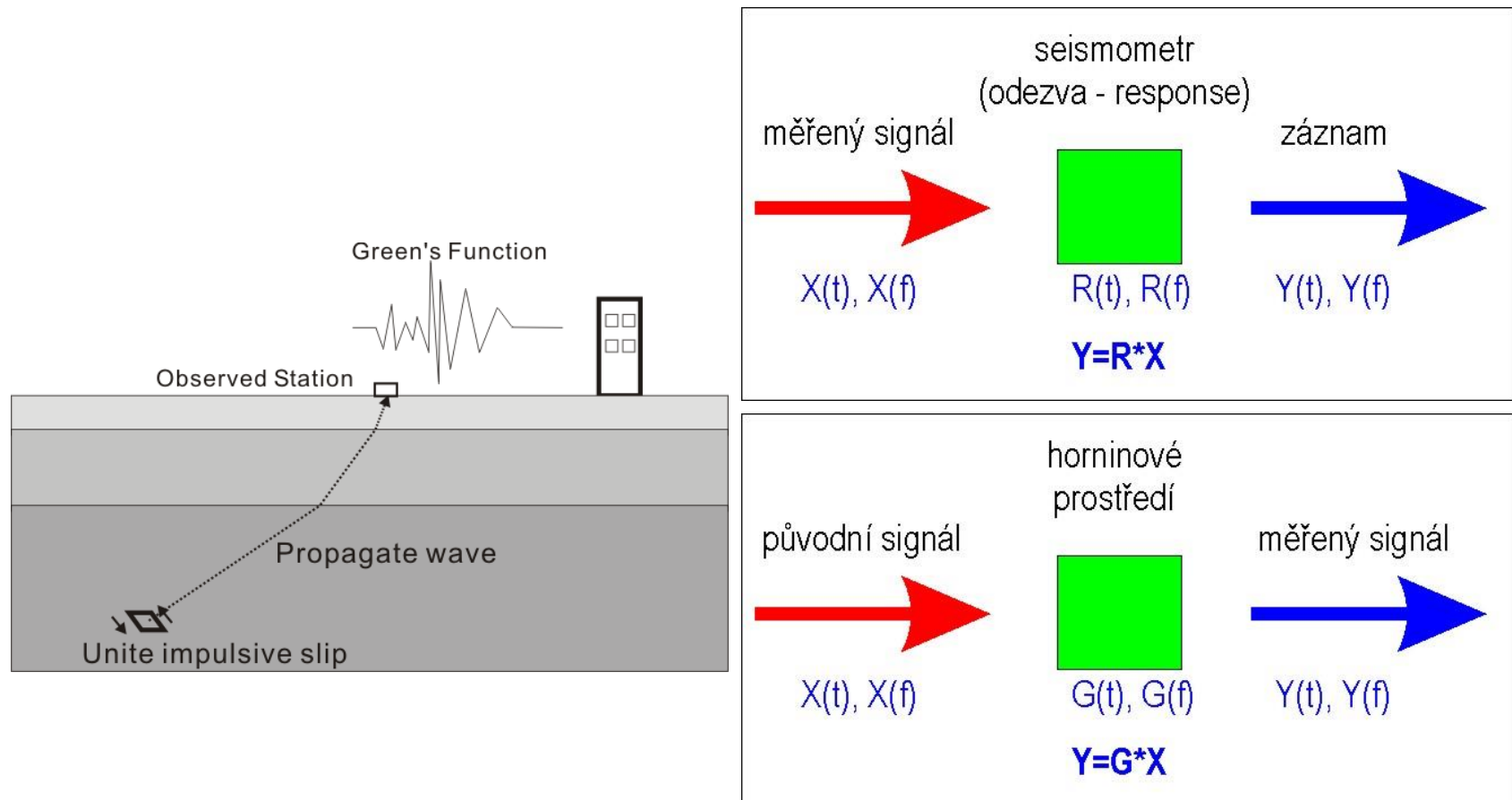


Zdrojový impuls registrujeme po průchodu horninovým prostředím na stanici jako záznam seismického signálu, registrovaný záznam je ovlivněn prostředím (závisí také na vzdálenosti zdroje od stanice), kterým se signál šířil, a přístrojem, který jej zaznamenal.





Vliv přístroje můžeme přesně zjistit jeho kalibrací. Vliv prostředí můžeme jen odhadnout – vyjadřujeme jej pak pomocí Greenovy funkce.



Umíme-li dobře matematicky popsat oba tyto vlivy (prostředí a přístroje), můžeme vypočítat pro každý charakter fokálního mechanismu ideální tvar signálu, jaký bychom měli registrovat na stanici.

