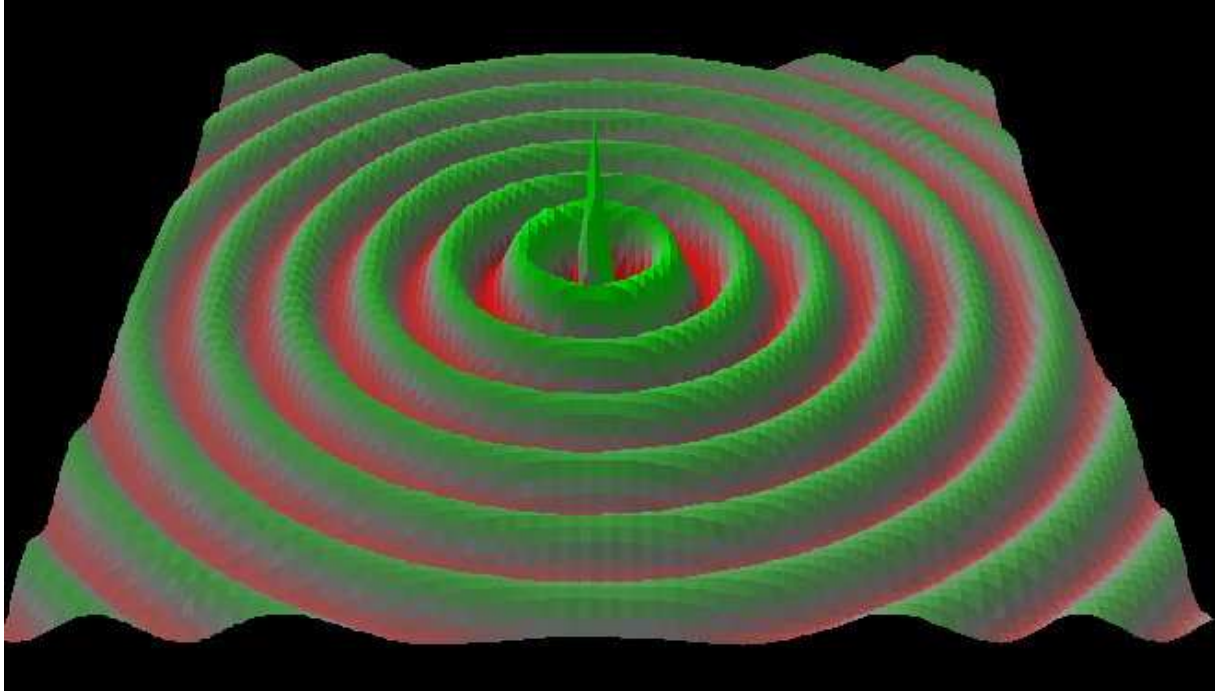


3.2.4 Huygensův princip, odraz vlnění

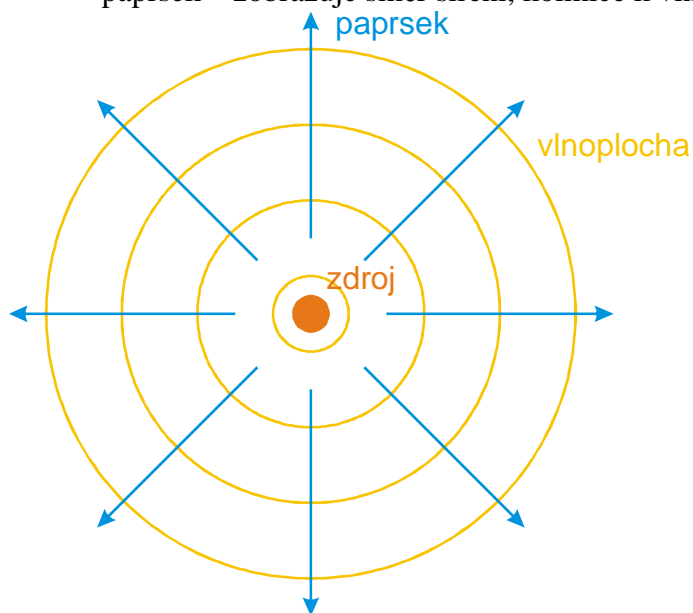
Předpoklady: 3203

Izotropní prostředí: prostředí, které je ve všech bodech a směrech stejné \Rightarrow vlnění se všech směrech šíří stejnou rychlostí \Rightarrow ve všech směrech urazí za čas t vzdálenost $s = vt$ \Rightarrow body se stejnou fází tvoří kulovou plochu (v rovině kružnici).

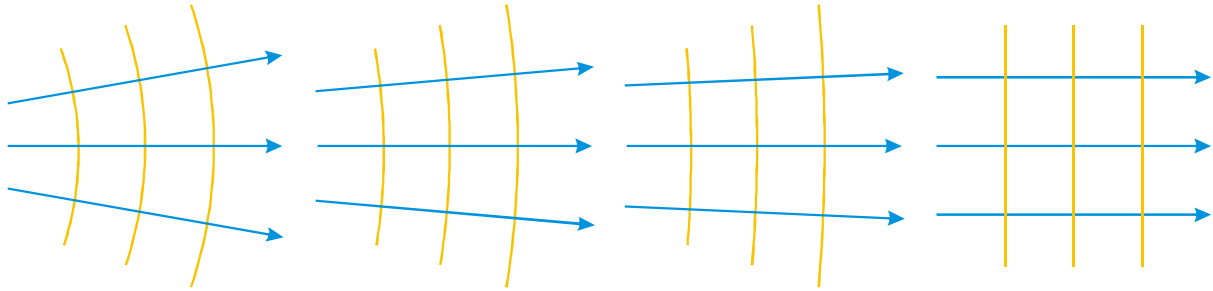


Terminologie:

- vlnoplocha - plocha, na níž kmitají body se stejnou fází (slovo vlnoplocha používáme i v rovině u křivek),
- paprsek – zobrazuje směr šíření, kolmice k vlnoploše v daném bodě.



Ve větší vzdálenosti od zdroje je poloměr vlnoplochy tak velký, že v okolí zkoumaného bodu ji můžeme považovat za rovinu \Rightarrow **rovinná vlna**.

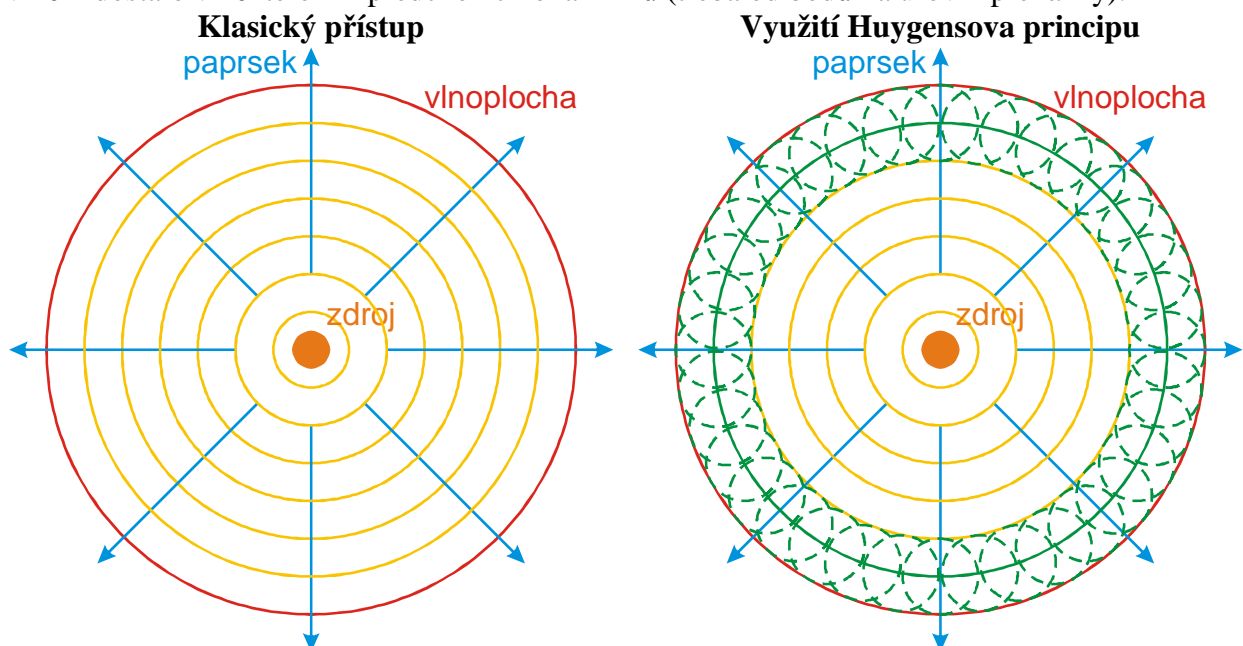


Problém: Chceme zjistit, jak vypadá vlnění v nějakém místě, ale mezi zdrojem a zkoumaným bodem je nějaká překážka \Rightarrow jak překážku zohlednit? Informace o zdroji vlnění nestačí.

Jiný přístup: Vlnění v určitém bodě nemusíme odvozovat pouze od zdroje, ale můžeme využít stav v některém z předchozích okamžiků (třeba ve chvíli, kdy vlnoplocha narazila na překážku).

Huygensův princip: Každý bod vlnoplochy, do něhož dospělo vlnění v určitém okamžiku, můžeme pokládat za zdroj elementárního vlnění, které se z něj šíří v elementárních vlnoplochách. Vlnoplocha v dalším časovém okamžiku je vnější obalová plocha všech elementárních vlnoploch.

\Rightarrow vlnění, které vybudí zdroj, můžeme nahradit vlněním vybuděným body, ke kterým se vlnění dostalo v některém z předchozích okamžiků (třeba od bodů na úrovni překážky).



Červená vlnoplocha vznikne tak, že vlnění ze zdroje dorazí za čas $t + \Delta t$ do bodů, které tvoří červenou vlnoplochu.

Vlnění ze zdroje dorazilo za čas t ze zdroje do bodů, které tvoří zelenou vlnoplochu. Z každého bodu této vlnoplochy se šíří vlnění jako z jednoho nového zdroje. Tato elementární vlnění nahrazují vlnění původního zdroje. Elementární vlnění za čas Δt dospějí do mnoha jednotlivých zelených čárkovaných vlnoploch (nakreslena je jen jejich malá část).

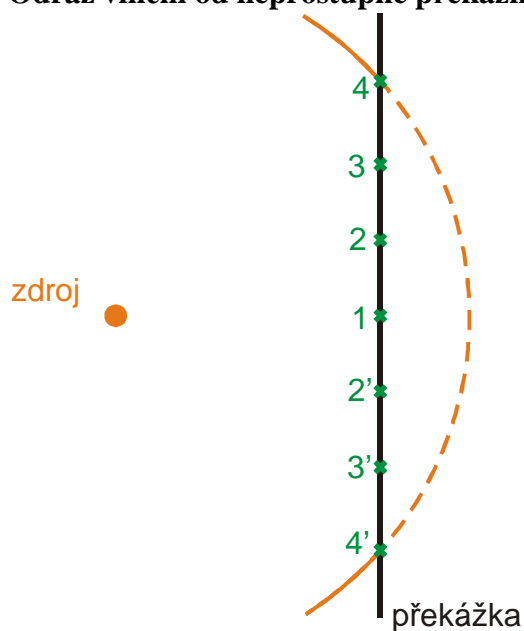
Složení těchto vlnění vznikne výsledná červená vlnoplocha (jako obalová křivka).

Huygensův princip:

- výhoda: nemusíme se odkazovat ke zdroji, můžeme zkoumat šíření vlnění od libovolného okamžiku, ve kterém známe tvar vlnoplochy.
- nevýhoda: musíme skládat dohromady vlnění od mnoha elementárních vlnoploch.

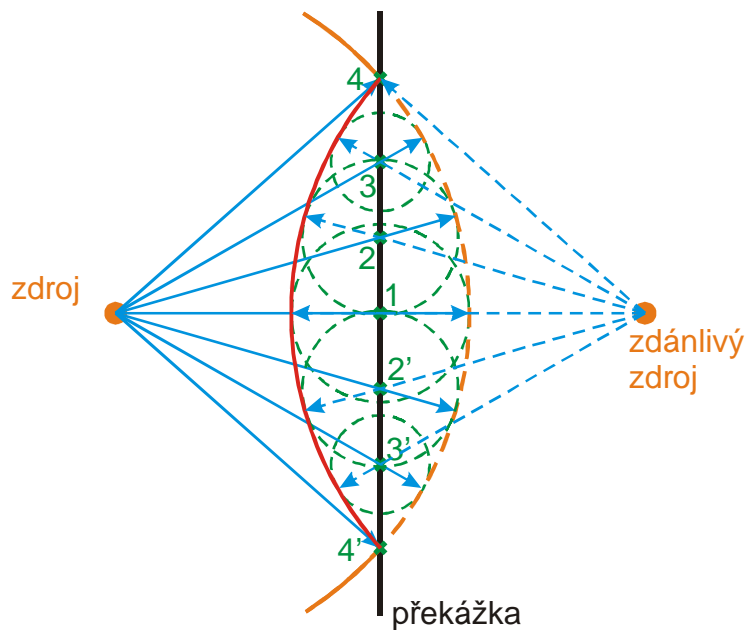
Při využívání Huygensova principu nemusí zkoumané elementární vlnoplochy pocházet ze zdrojů, které začaly kmitat ve stejném okamžiku.

Odraz vlnění od neprostupné překážky



Vlnění se šíří ze zdroje k překážce. V čase t dospělo do bodů 4 a 4'. Už v předchozích okamžicích dospělo do zbývajících vyznačených bodů na překážce.

Př. 1: Zakresli do obrázku elementární vlnění vycházející z vyznačených bodů. Pro přesnější zakreslení využij vyznačenou čárkovanou vlnoplochu, která by platila, kdyby se vlnění nesetkalo s překážkou, a směry příslušných paprsků. Každý vyznačený bod překážky se stává zdrojem stejného vlnění jako ostatní body prostředí. Za překážku se vlnění nešíří.

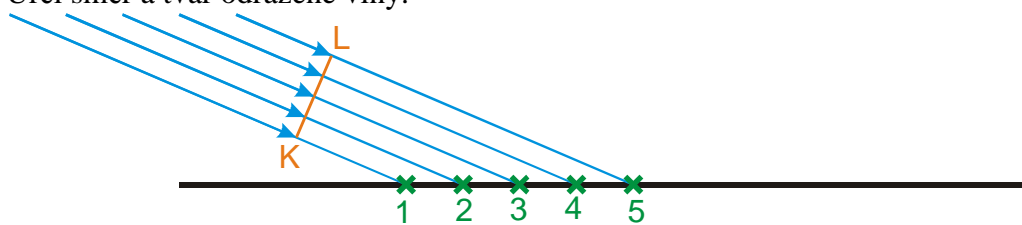


Největší elementární vlnoplocha má střed v bodě 1, ostatní vlnoplochy se zmenšují se vzdáleností od tohoto bodu (původní vlnění do nich dospělo později). Obalovou křivkou vlnoploch je červená vlnoplocha, která má stejný tvar, jako vlnoplocha vycházející ze zdánlivého zdroje za překážkou.

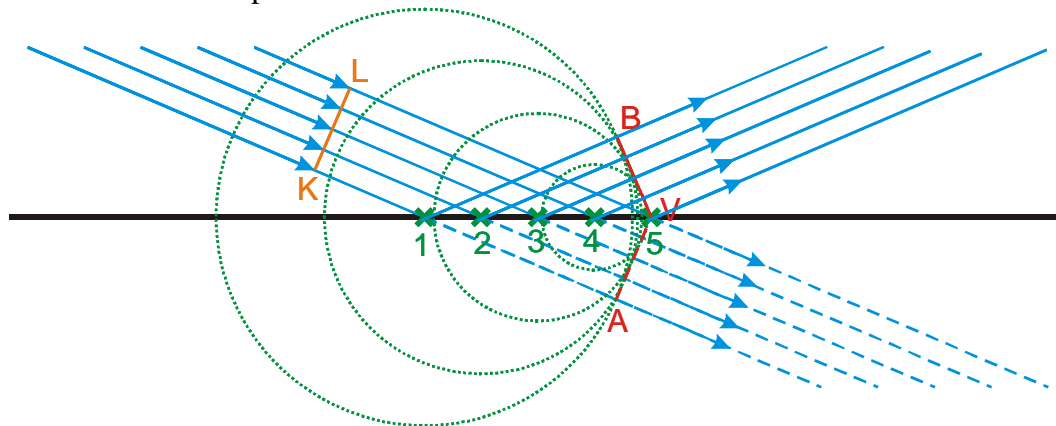
Odhalili jsme funkci zrcadla. Zrcadlo zobrazuje tak, že zobrazované předměty jsou zdánlivě za ním.

Zkusíme zjistit, jak se od překážky odrazí šikmo dopadající rovinná vlna.

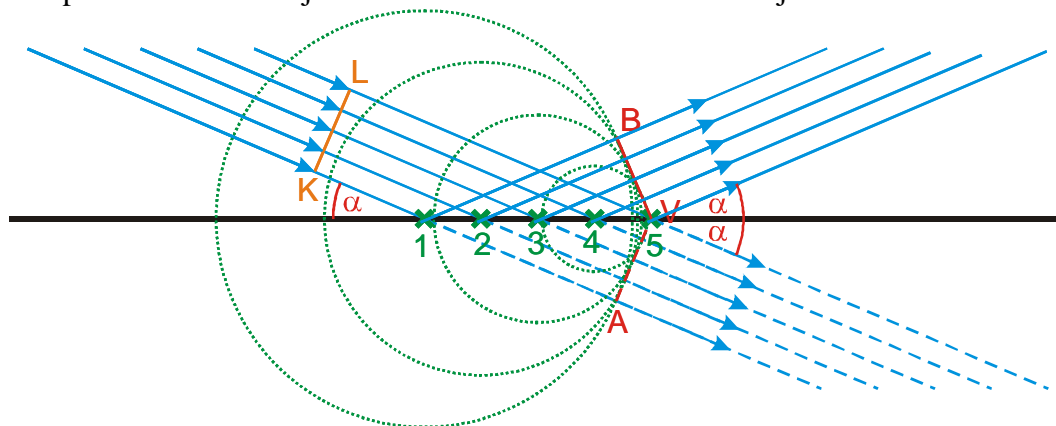
Př. 2: Na obrázku je nakreslena část rovinné vlny mezi body KL . Směr jejího šíření je znázorněn pomocí paprsků. Nakresli elementární vlnoplochy, které se šíří z vyznačených bodů na rozhraní, v okamžiku, kdy rovinná vlna dopadne do bodu 5. Urči směr a tvar odražené vlny.



Pro zakreslení vlnoploch využijeme úsečku VA , která znázorňuje polohu vlny ve zkoumaném okamžiku v případě, kdyby překážka neexistovala. Tato úsečka musí být tečnou všech elementárních vlnoploch.

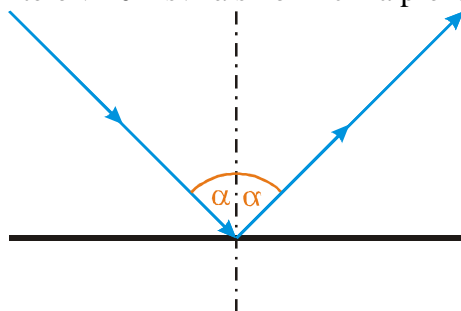


Úsečka VA je obalovou křivkou vlnoploch v polovině za překážkou, všechny elementární vlnoplochy jsou osově souměrné podle roviny překážky \Rightarrow obalová křivka elementárních vlnoploch nad křivkou je osově souměrná s úsečkou $VA \Rightarrow$ jde o úsečku VB .



Po vyznačení shodných úhlů vodíme, úhel dopadu je shodný s úhlem odrazu.

Při zapisování se většinou místo úhlů, které svírá vlnění s rovinou překážky, využívá úhlů, které vlnění svírá s kolmicí na překážku.



Shrnutí: Huygensův princip nám umožňuje vyjádřit vlnění jako součet elementárních vlnění, které budí body, do kterých vlnění dospělo v některém z předchozích okamžiků.