

Prednáška 11: **MIKROPÁSIKOVÉ ANTÉNY**

doc. Ing. Ľuboš Ovseník, PhD.
(lubos.ovsenik@tuke.sk, tel. 421 55 602 4336)

[http://kemt-old.fei.tuke.sk/predmety/EVaA/_materialy/
Prednasky/Pr11/Pr11.pdf](http://kemt-old.fei.tuke.sk/predmety/EVaA/_materialy/Prednasky/Pr11/Pr11.pdf)

<http://los.fei.tuke.sk/>

Obsah prednášky

- Úvod (história) mikropásikových antén
- Výhody a nevýhody mikropásikových antén
- Mechanizmus vyžarovania
- Konfigurácie mikropásikových antén
 - Mikropásikové plátkové (patch) antény
 - Mikropásikový dipól
 - Mikropásiokové štrbinové antény
 - Mikropásiokové antény s postupujúcou vlnou
- Napájanie mikropásikových antén

Úvod do teórie mikropásikových antén

HISTÓRIA

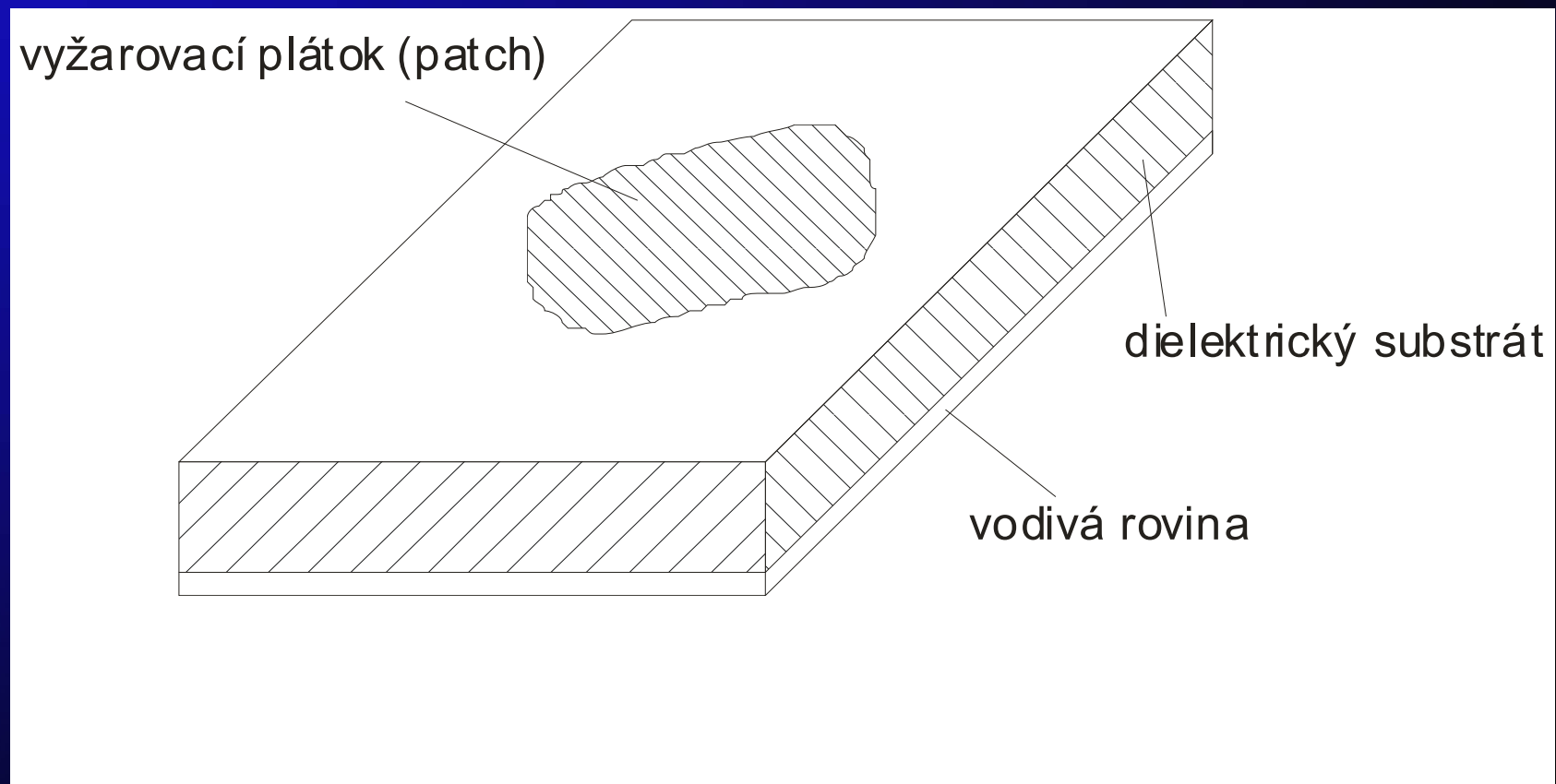
- Tento typ antén patrí medzi **plošné antény** spolu so štrbinovými, lievikovými, reflektorovými a šošovkovými anténami
- **Počiatky použitia** mikropásikových vedení sa objavujú okolo roku **1950**, keď sa zistilo, že obvody zložené z mikropásikov **sú schopné vyžarovať a prijímať** elm vlny
 - **1953** - bola prvýkrát navrhnutá **konceptia mikropásikových žiaričov** pánom **Deschampsom**
 - **1955** - **patent** vydaný vo Francúzku na mená **Gutton** a **Baissinot**
 - **70-te roky** – búrlivý rozvoj s pokrokom v:
 - dostupnosti a v kvalite technológii dielektrických podložiek (**substrátov**) s nízkymi tangenciálnymi stratami a atraktívnymi tepelnými a mechanickými vlastnosťami

- jednoduchosť
- nízke náklady
- zlučiteľnosť s integrovanými obvodmi
- požiadavka vytvoriť antény vhodné pre umiestnenie na raketách
 - teda plošné antény **tvorovo prispôsobené** zakriveným povrchom rôznych telies
- zlepšením fotolitografických techník
- a lepšími teoretickými modelmi
- **prvé praktické antény** boli vyvinuté **Howellom a Munsonom**
- **1980** - dochádza k **prudkému rozvoju** mikropásikových antén a najmä teoretickému zvládnutiu všetkých problémov s nimi spojených
 - odvtedy rozsiahly výskum a vývoj mikropásikových antén a polí bol mierený na **využitie ich početných výhod** ako je:
 - **nízka hmotnosť**
 - **malé rozmery**
 - **nízka cena**
 - **podobné konfigurácie**
 - **kompatibilita s integrovanými obvodmi, atď.**

ZLOŽENIE (Obr.11.1)

- Mikropásiková anténa v jej najjednoduchšom prevedení **pozostáva**
 - z **vyžarujúceho plátku (patch)** na jednej strane **dielektrického substrátu** ($\epsilon_r \leq 10$)
 - ktorý má **vodivú rovinu** na svojej druhej strane
- **Plátok (patch)**, môže nadobúdať **hocijaký plošný tvar**, ale **používajú sa hlavne regulárne tvary** pre zjednodušenie analýzy a určenie charakteristík a je vytvorený zo
 - **zlata**
 - alebo **mede**
- **Ideálne** by mala byť **dielektrická konštanta substrátu malá** ($\epsilon_r \leq 2,5$) pre zväčšenie okrajových polí, ktoré sú zodpovedné za vyžarovanie
- Iné (vyššie) **výkonové požiadavky** môžu požadovať použitie substrátových materiálov, ktorých **dielektrické konštanty** majú byť väčšie ($\epsilon_r > 2,5$)
- Boli vyvinuté **rôzne typy substrátov s veľkým rozsahom hodnôt dielektrických konštánt** a tangenciálnych strát
- Niektoré z týchto **substrátov majú flexibilné (ohybné) vlastnosti**, ktoré ich robia vhodnými pre montáž na rôzne tvarované objekty ₅

Obr.11.1 Konfigurácia mikropásikovej antény



Výhody a nevýhody mikropásikových antén

- Mikropásikové antény majú niekoľko výhod v porovnaní s tradičnými mikrovlnovými anténami a preto veľa ich aplikácií pokrýva široké frekvenčné pásmo rádovo od 100MHz do 100GHz

VÝHODY

- nízka hmotnosť, malé rozmery, nízko profilové
- nízke výrobné náklady, možnosť hromadnej výroby
- lineárna a kruhová polarizácia je možná s jednoduchým napájaním
- ľahká výroba duálno- frekvenčných a duálno- polarizovaných antén
- dutinová výstuž nie je požadovaná
- môže byť ľahko včlenená do mikrovlnových integrovaných obvodov
- napájacie vedenia a prispôbovacie prvky môžu byť vyrobené súčasne s anténovou štruktúrou

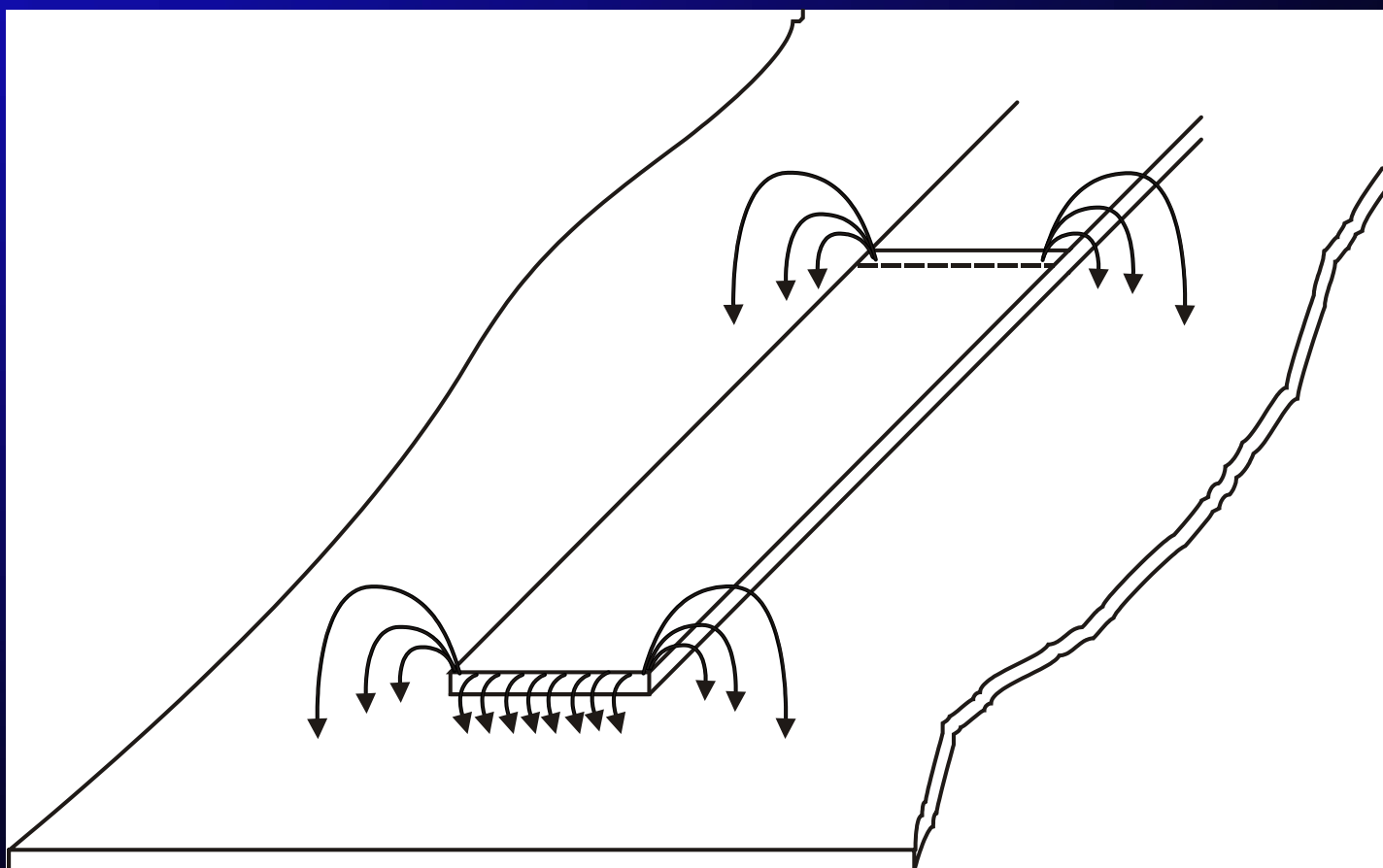
NEVÝHODY

- úzka šírka pásma a tolerančné problémy
- nízky zisk (približne 6dB)
- značné ohmické straty v napájacej štruktúre poľa
- mikropásikové antény väčšinou vyžarujú do polpriestoru
- sú požadované zložité napájacie štruktúry pre vysoko-výkonné polia
- je zložité dosiahnuť polarizačnú čistotu
- zle pozdĺžne vyžarujúce žiariče, vynímajúc kužeľové štrbinové antény
- parazitné vyžarovanie z napájacej sústavy a kontaktov
- schopnosť nižšej výkonovej spracovateľnosti (približne 100W)
- znížený zisk a účinnosť tak isto ako neakceptovateľné vysoké úrovne krížovej polarizácie a vzájomná väzba v priestore tela antény pri vysokých frekvenciách
- vybudzovanie povrchových vln
- použitie substrátu s veľkou dielektrickou konštantou vedie k slabej účinnosti a úzkej šírke pásma

Mechanizmus vyžarovania

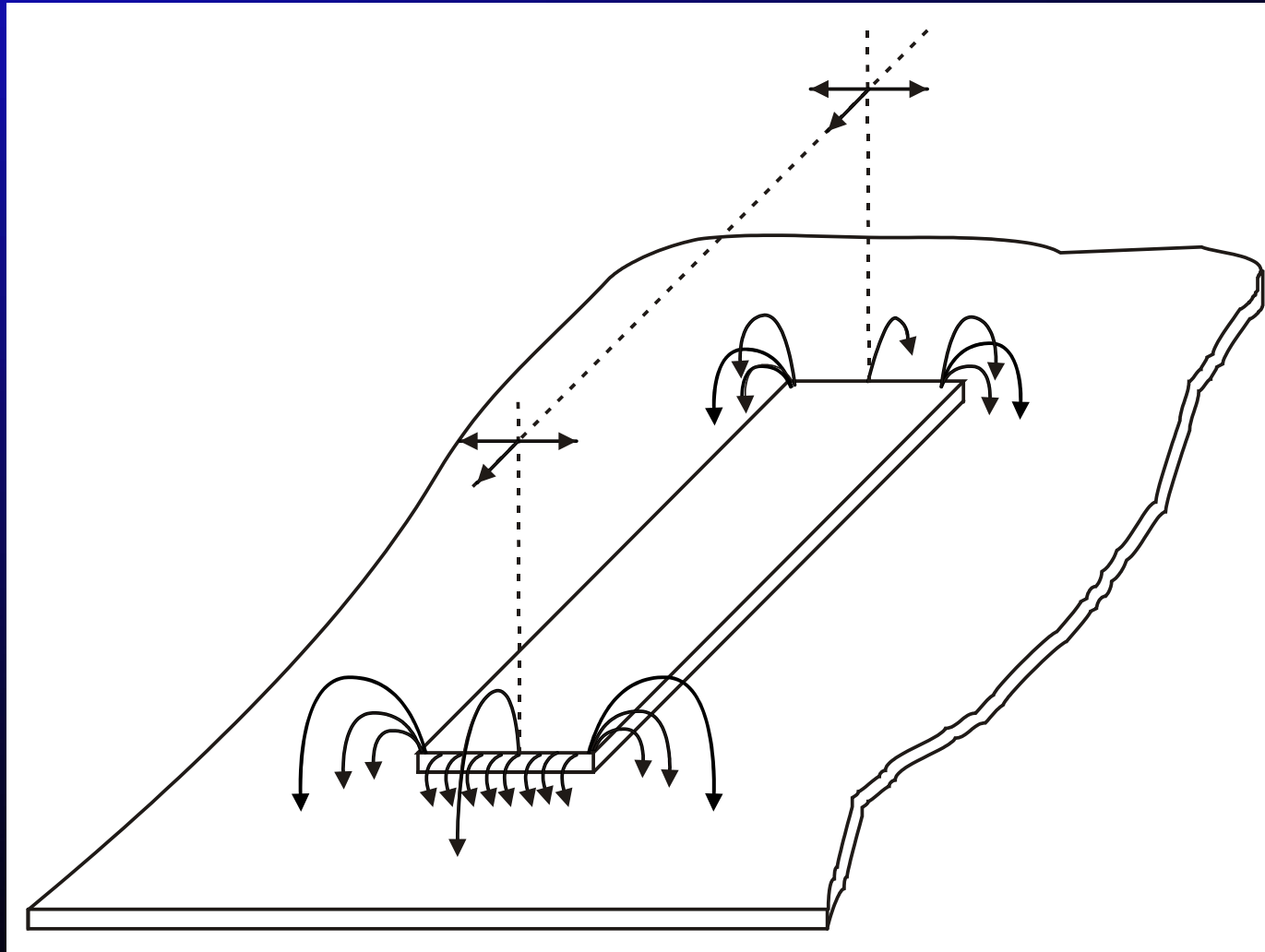
- Vyžarovanie z dlhého mikropásikového vedenia (Obr.11.2)
 - siločiarly sú rozložené **súmerne** po obidvoch stranách vedenia, takže **zložky** elektrického poľa **pôsobia** proti sebe a nevzniká žiadne podstatné **vyžarovanie** elektromagnetickej energie
 - môže byť **podstatne** redukované ak použitý substrát je tenký a má **vyššiu** relatívnu dielektrickú konštantu (ϵ_r)

Obr.11.2 Rozloženie siločiar elektrického poľa v okolí dlhého mikropásikového vedenia



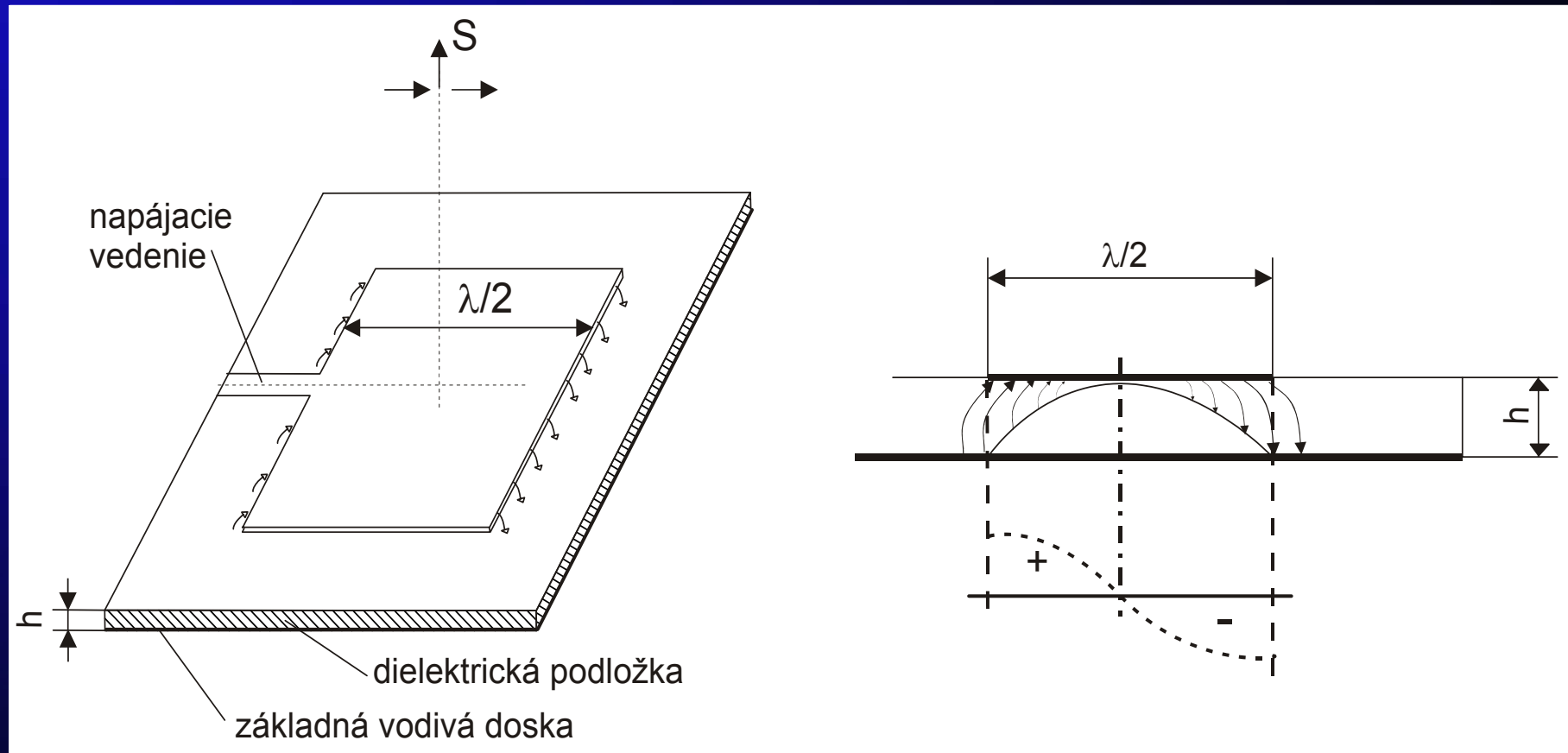
- **Vyžarovanie z krátkeho mikropásikového vedenia** (štruktúra podobná mikropásikovej anténe) (Obr.11.3)
 - siločiary sú rozložené **súmerne po obvode (4 strany) vedenia**, takže **zložky** elektrického poľa **pôsobia proti sebe** a **nevzniká žiadne podstatné vyžarovanie elektromagnetickej energie**
 - elektrické zložky elm poľa v priestore sú v **protifáze** a to **pre obidva konce vedenia (pozdĺžny a priečny smer)**

Obr.11.3 Rozloženie siločiar elektrického poľa na koncoch krátkeho mikropásikového vedenia



- **Vyžarovanie z mikropásika – pozdĺžny smer** mikropásikového vedenia je **rovný polovici vlnovej dĺžky** (Obr.11.4)
 - **elektrické zložky** elm poľa **na oboch koncoch** mikropásika budú **vo fáze** (v dôsledku sínusového rozloženia poľa pozdĺž vedenia) a **nastane vyžarovanie energie v smere kolmom (**S**)** k rovine mikropásikového vedenia
 - sú používané **hrubé substráty s nízkou permitivitou (ϵ_r)** - lepšia účinnosť vyžarovania

Obr.11.4 Rozloženie siločiar elektrického poľa v mikropásikovej plátkovej (patch) anténe



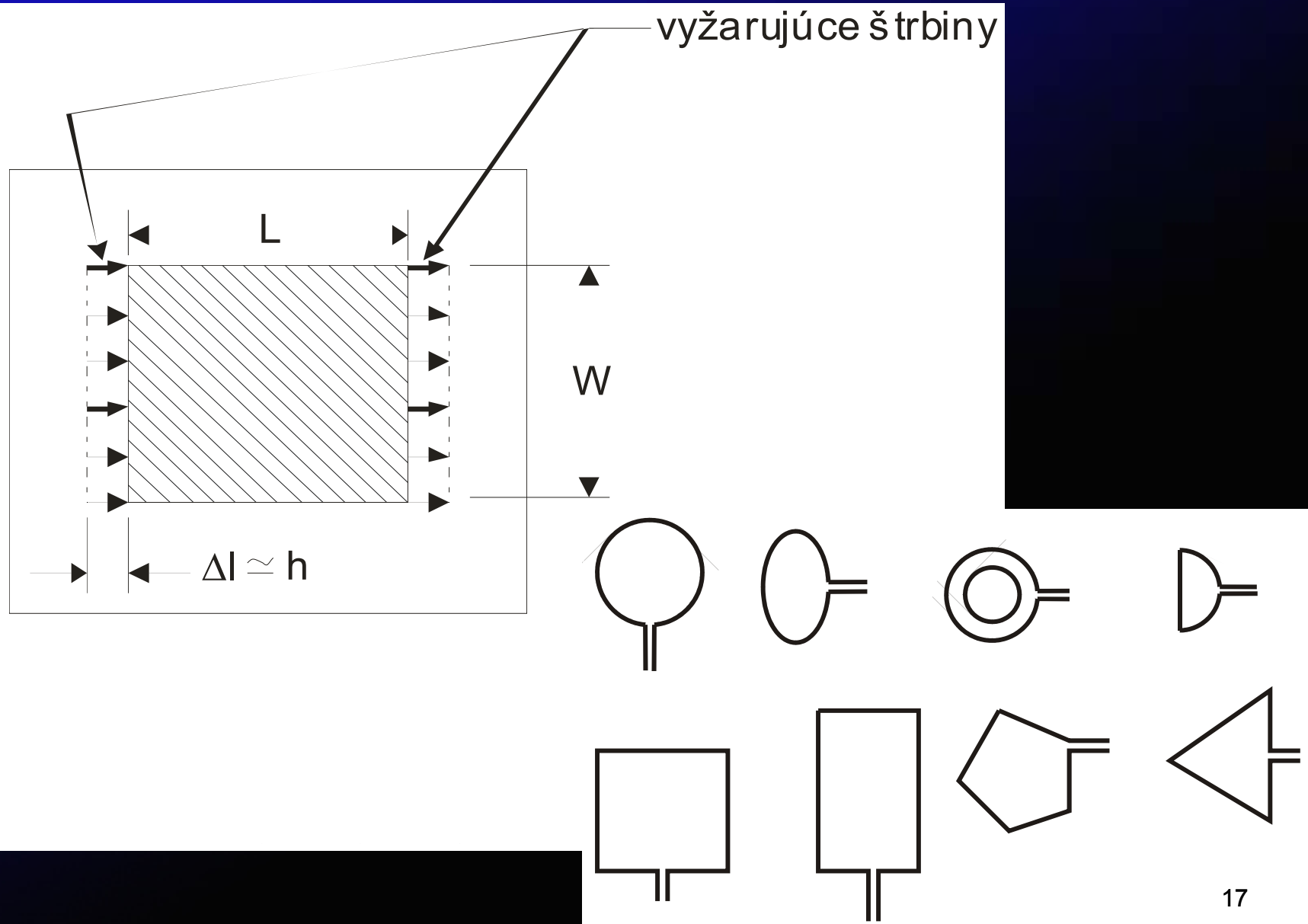
Konfigurácie mikropásikových antén

- Mikropásikové antény možno realizovať v rôznych tvaroch a rozmeroch
- Môžeme ich rozdeliť do štyroch základných skupín
 - mikropásikové plátkové (patch) antény
 - mikropásikový dipól
 - mikropásikové štrbinové antény
 - sú tvorené štrbinou rôzneho tvaru, vyrezanou v jednej z vodivých plôch na obojstranne pokovenom substráte
 - mikropásikové antény s postupujúcou vlnou
 - pozostávajú z reťazca periodických štruktúr, ktorých otvorený koniec je zakončený prispôbenou odporovou záťažou
 - vyžarujúce prvky u týchto antén sú vlastne diskontinuity na mikropásikovom vedení

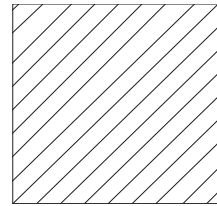
MIKROPÁSIKOVÉ PLÁTKOVÉ (PATCH) ANTÉNY

- **Základné parametre** mikropásikových patch antén (Obr.11.5)
 - rôzne **tvary plátky** ale najviac používané **pravouhlé**
 - **typický zisk**: 5~6dB
 - **šírka hlavného laloka**: 70~90 stupňov
 - vodivá základňa pod plátkami (patchmi), t.j. **vyžaruje len do polpriestoru**
 - **šírka vyžarujúcej štrbiny** približne rovná h (h - hrúbka substrátu)
 - **hrúbka (h)** dielektrického substrátu je **$0,003\lambda_0 \leq h \leq 0,05\lambda_0$**
 - **dĺžka (L)** plátky je zvyčajne **$0,3333\lambda_0 < L < 0,5\lambda_0$** (λ_0 - vlnová dĺžka vo voľnom priestore)
 - **šírka (W)** plátky je **$W \approx 0,5\lambda_0$**
 - **dielektrická konštanta (ϵ_r)** substrátu je v rámci **$2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$**
- Mikropásikové patch antény delíme do **troch podskupín** na základe **tvary plátky**; (Obr.11.6 a);b);c);)

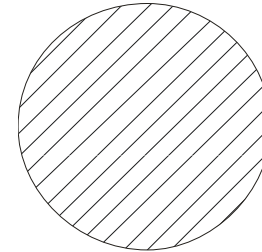
Obr.11.5 Pravouhlá mikropásiková patch anténa s ekvivalentními vyžarujícími štrbinami



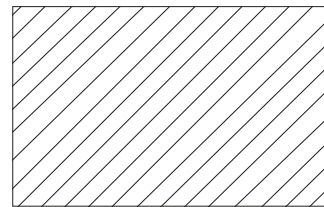
Obr.11.6 a); 1. podskupina mikropásikových plátkových (patch) antén



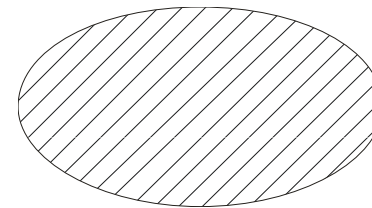
štvorec



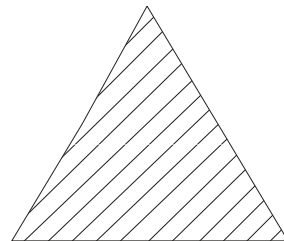
kruh



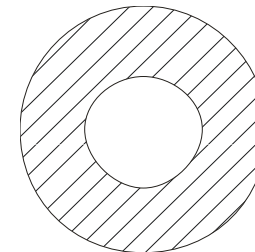
obdĺžnik



elipsa

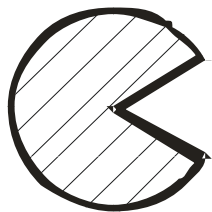


rovnos tranný
trojuholník

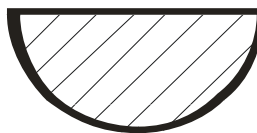


prstenec

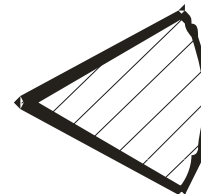
Obr.11.6 b); 2. podskupina mikropásikových plátkových (patch) antén



kruh s výrezom



polkruh



kruhový výsek



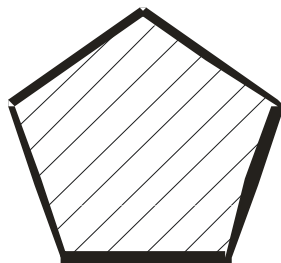
eliptický prstenec



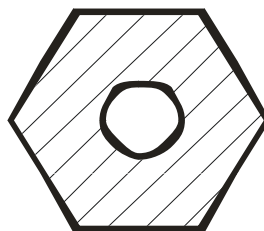
polprstenec



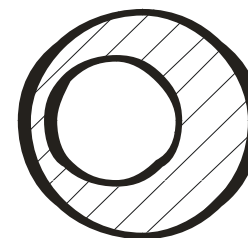
prstencový výsek



päťuholník

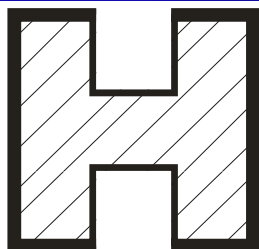


šesťuholník s vnútorným kruhovým výrezom

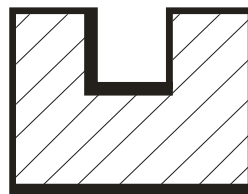


kruh s excentrickým kruhovým výrezom

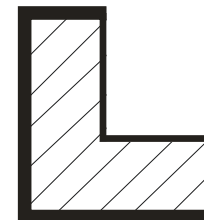
Obr.11.6 c); 3. podskupina mikropásikových plátkových (patch) antén



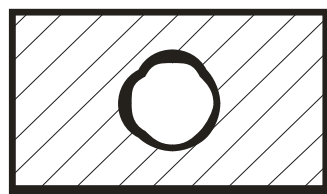
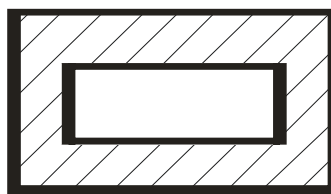
H - útvar



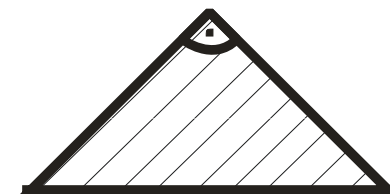
U - útvar



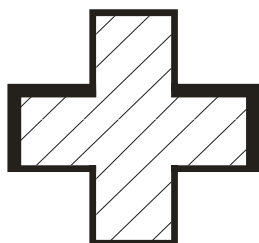
L - útvar



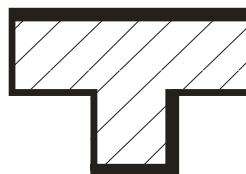
obdĺžnik s vnútorným kruhovým výrezom



pravouhlý rovnoramenný trojuholník



kríž



T - útvar

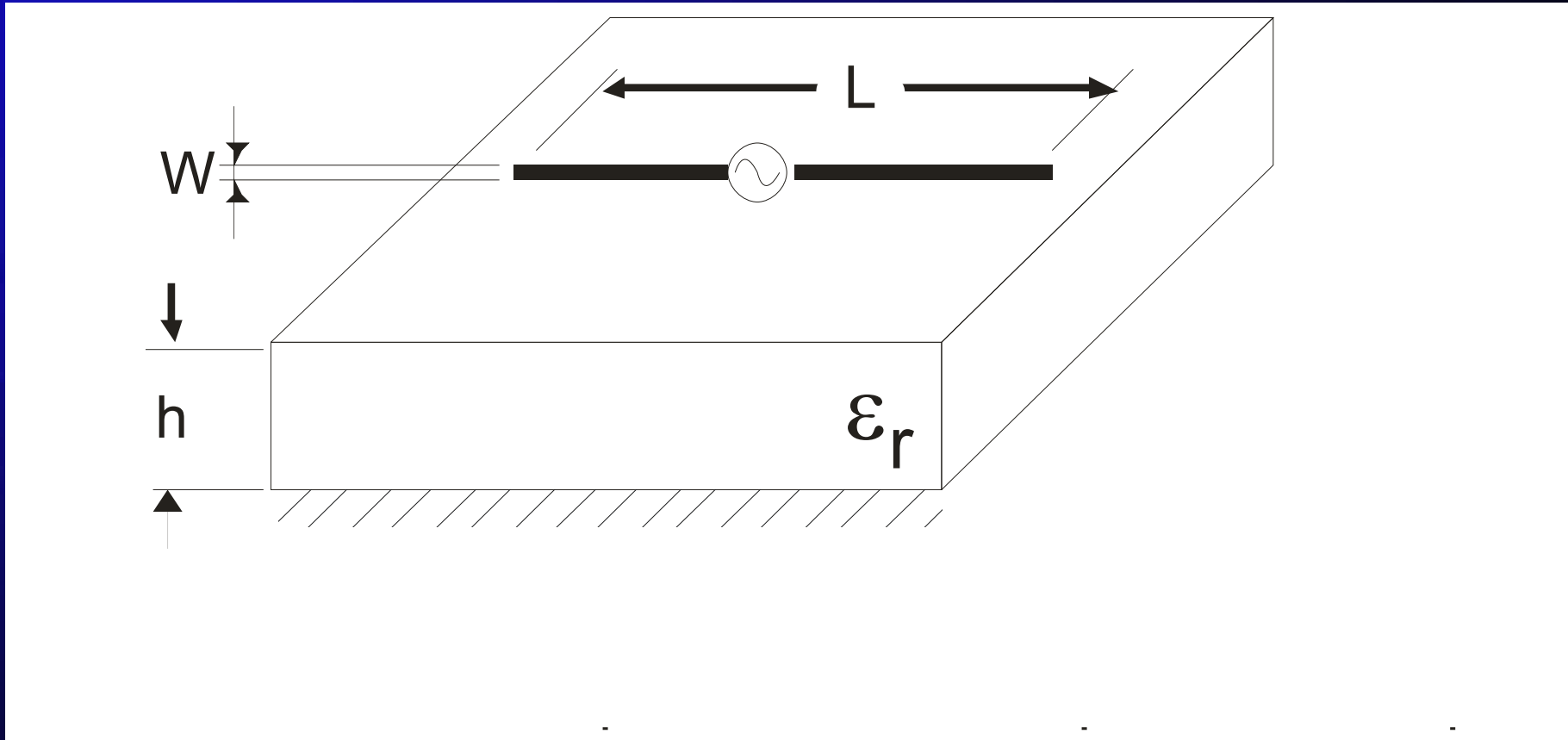


lichobežník

MIKROPÁSIKOVÝ DIPÓL

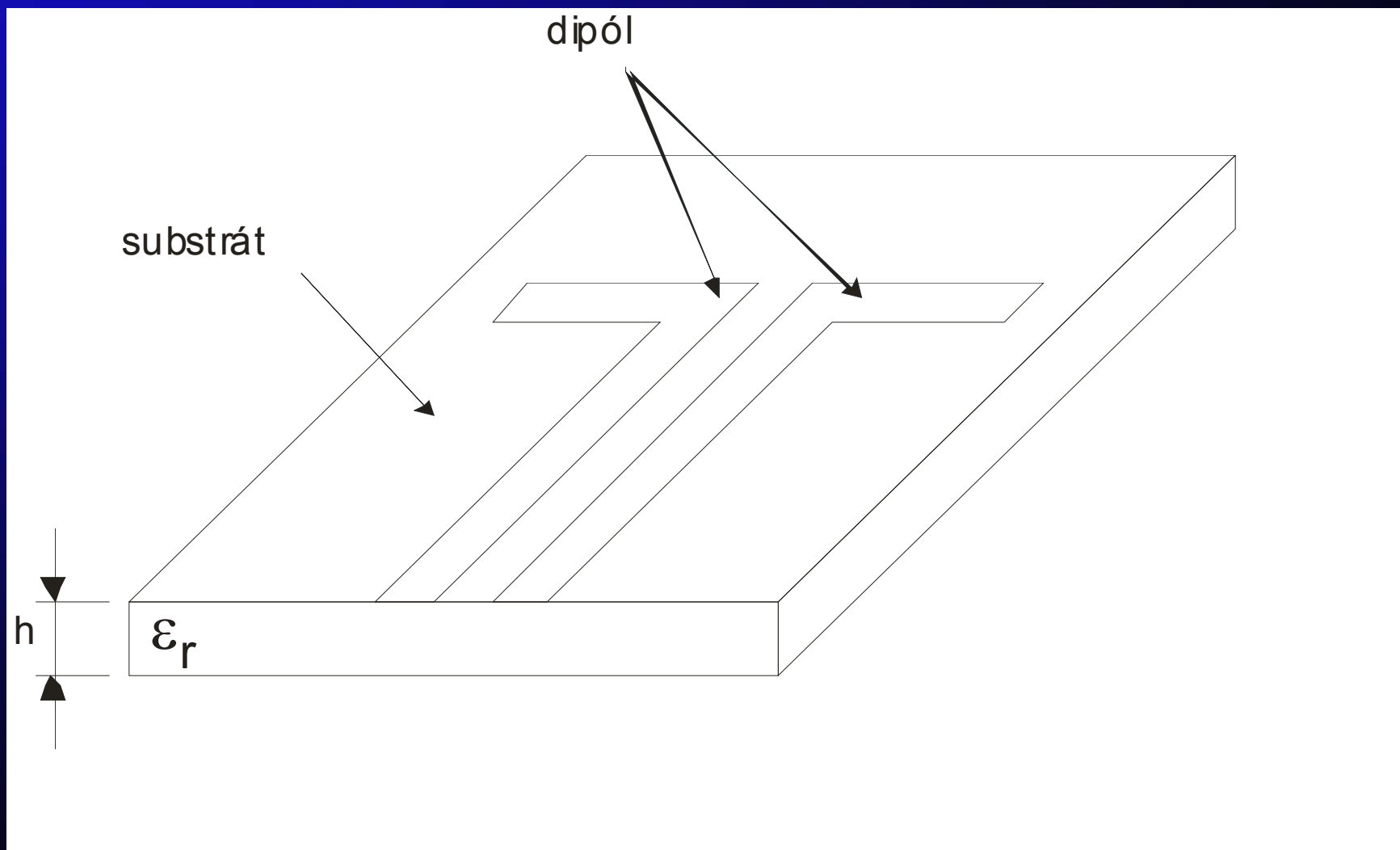
- **Základné parametre** mikropásikového dipólu (Obr.11.7)
 - je to vlastne **mikropásikový plátok**, ktorého **šírku (W)** považujeme za **približne nulovú**
 - **šírka (W)** vyžarujúceho elementu je bežne **menšia ako $0,05\lambda$** (λ - vlnová dĺžka vyžarovaného signálu)
 - má **rozdielny odpor vyžarovania, šíрку pásma, výkonnosť**, atď., ako **mikropásiková patch anténa** a pri numerických výpočtoch budeme považovať šíрку dipólu **W za nulovú**, t.j. napríklad prúdová hustota sa so zmenou súradnice v smere šířky meniť nebude
 - má **rozdielne napájacie štruktúry**
 - je navrhovaný **s alebo bez vodivej základne**

Obr.11.7 Základná reprezentácia mikropásikového dipólu

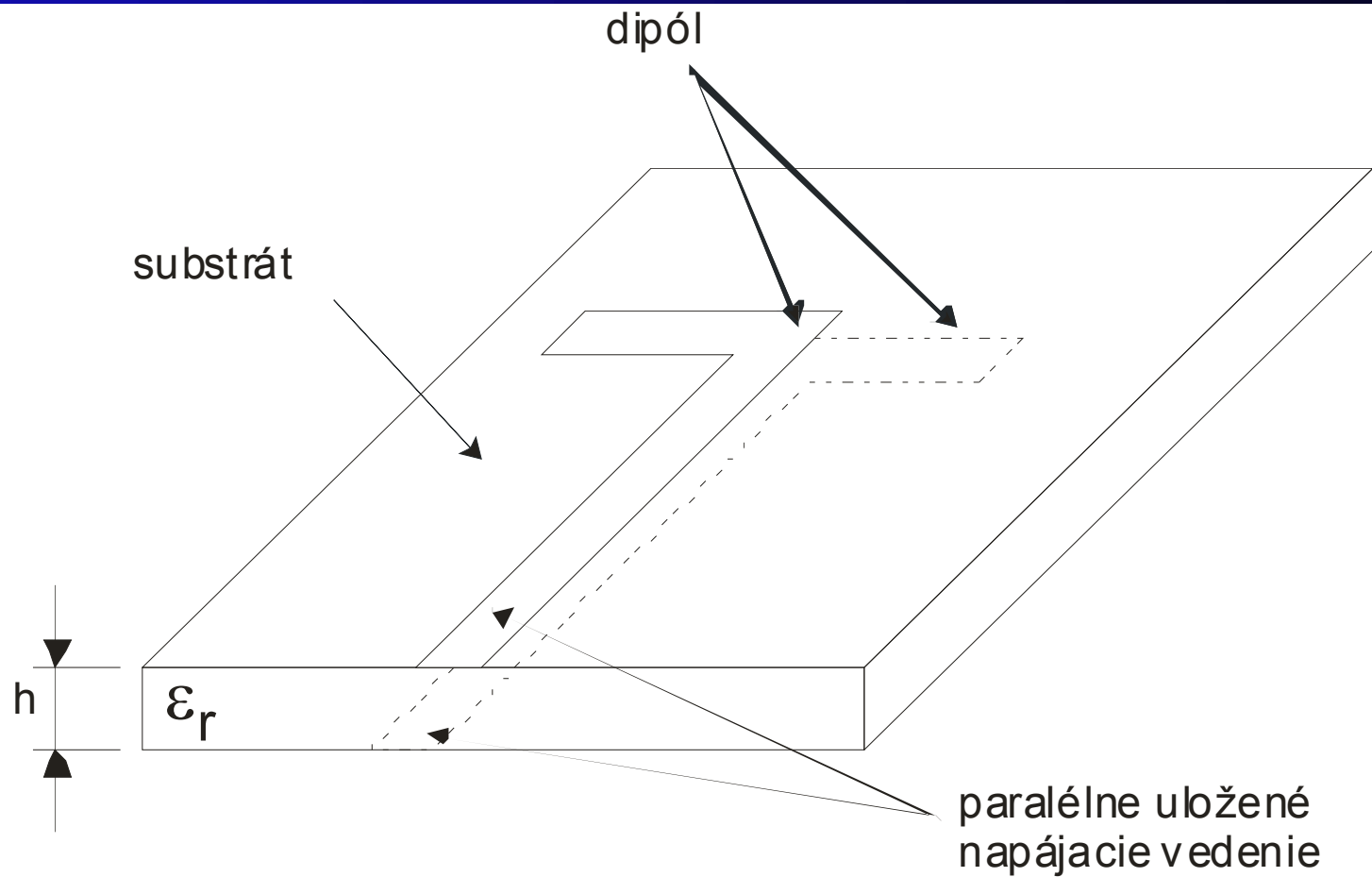


- Poznáme **niekoľko rozdielných konfigurácií** a medzi základné patria
 - **jednostranný**, sústredne napájaný (pomocou priameho napájania mikropásikovým vedením) dipól **s pravouhlými mikropásikmi**; (Obr.11.8)
 - **obojustranný**, sústredne napájaný (pomocou priameho napájania mikropásikovým vedením) dipól **s pravouhlými mikropásikmi**; (Obr.11.9)
 - **jednostranný**, sústredne napájaný dipól (pomocou priameho napájania mikropásikovým vedením) **s trojuholníkovými mikropásikmi** - taktiež nazývaný ako **motýlik** ; (Obr.11.10)
 - **obojustranný**, sústredne napájaný dipól (pomocou priameho napájania mikropásikovým vedením) **s trojuholníkovými mikropásikmi**
 - **dipól s pravouhlým mikropásikom**, s napájaním viazaným tesnou blízkosťou mikropásikového vedenia ; (Obr.11.11)

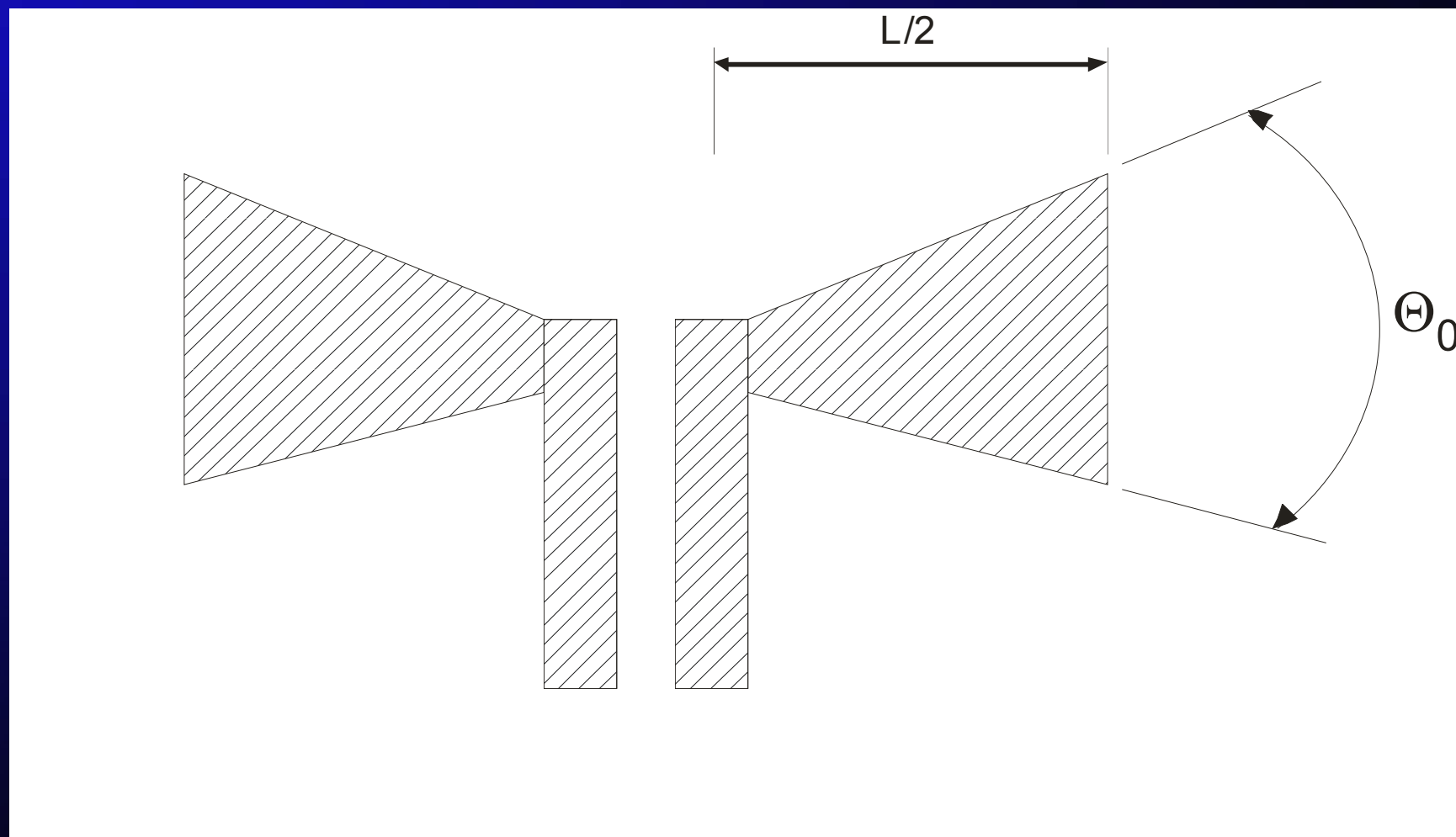
Obr.11.8 Sústredene napájaný dipól s pravouhlými mikropásikmi - jednostranný



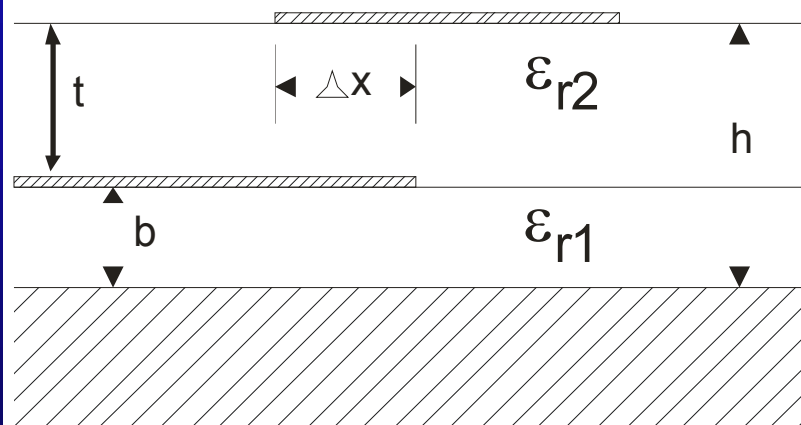
Obr.11.9 Sústredene napájaný dipól s pravouhlými mikropásikmi - obojstranný



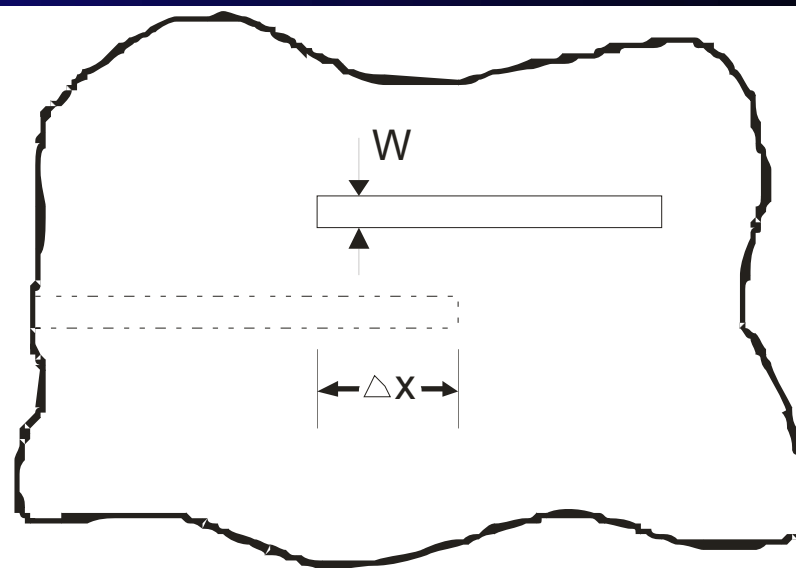
Obr.11.10 Sústredene napájaný dipól s trojuholníkovými mikropásikmi - jednostranný



Obr.11.11 Dipól s napájaním viazaným tesnou blízkosťou mikropásikového vedenia



pohľad z boku

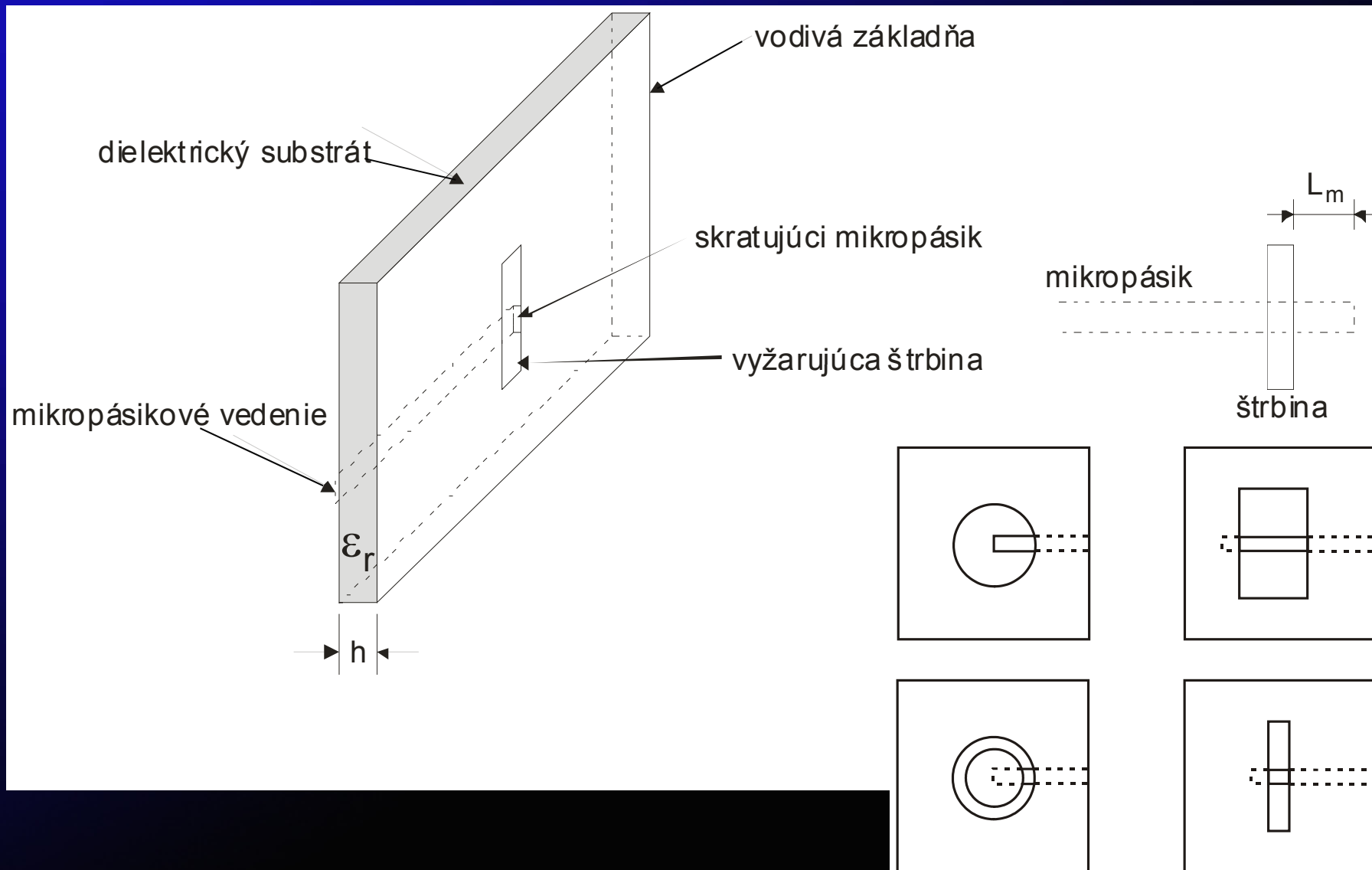


pohľad z hora

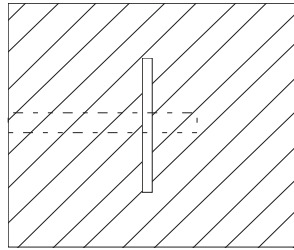
MIKROPÁSIKOVÉ ŠTRBINOVÉ ANTÉNY

- **Základné parametre** mikropásikových štrbinových antén
 - sú to vlastne **komplementárne štruktúry k mikropásikovým plátkovým (patch) anténam**; (Obr.11.12)
 - ak je na jednej strane substrátu vodivá základňa so štrbinou
 - **obojsmerne vyžarujúce**, t.j. vyžarujú do celého priestoru
 - ak **pridáme reflektor (odrazovú platňu) na opačnú stranu substrátu** vytvoríme rezonátor (dutinu)
 - tým dosiahneme **jednosmerné vyžarovanie** (t.j. vyžarovanie do polpriestoru)
 - ale **zredukujeme pracovnú šírku pásma** antény
- Poznáme **veľa typov** mikropásikových štrbinových antén, ktoré môžu byť rôzne napájané; (Obr.11.13)

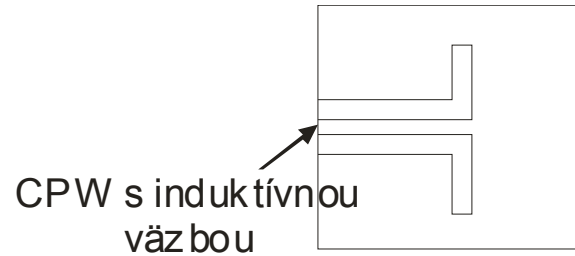
Obr.11.12 Základná reprezentácia mikropásikovej štrbinovej antény



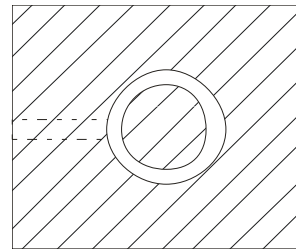
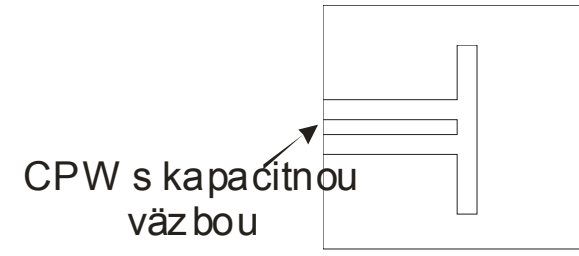
Obr.11.13 Rôzne typy mikropásikových štrbinových antén



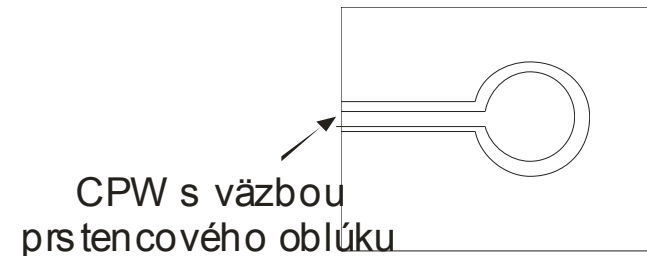
pravouhlá štrbina
s mikropásikovým napájaním



pravouhlá štrbina s CPW napájaním



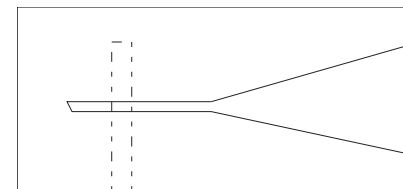
prstencová štrbina s mikropásikovým napájaním



prstencová štrbina s CPW napájaním



štrbina tvaru pravouhlého okruhu

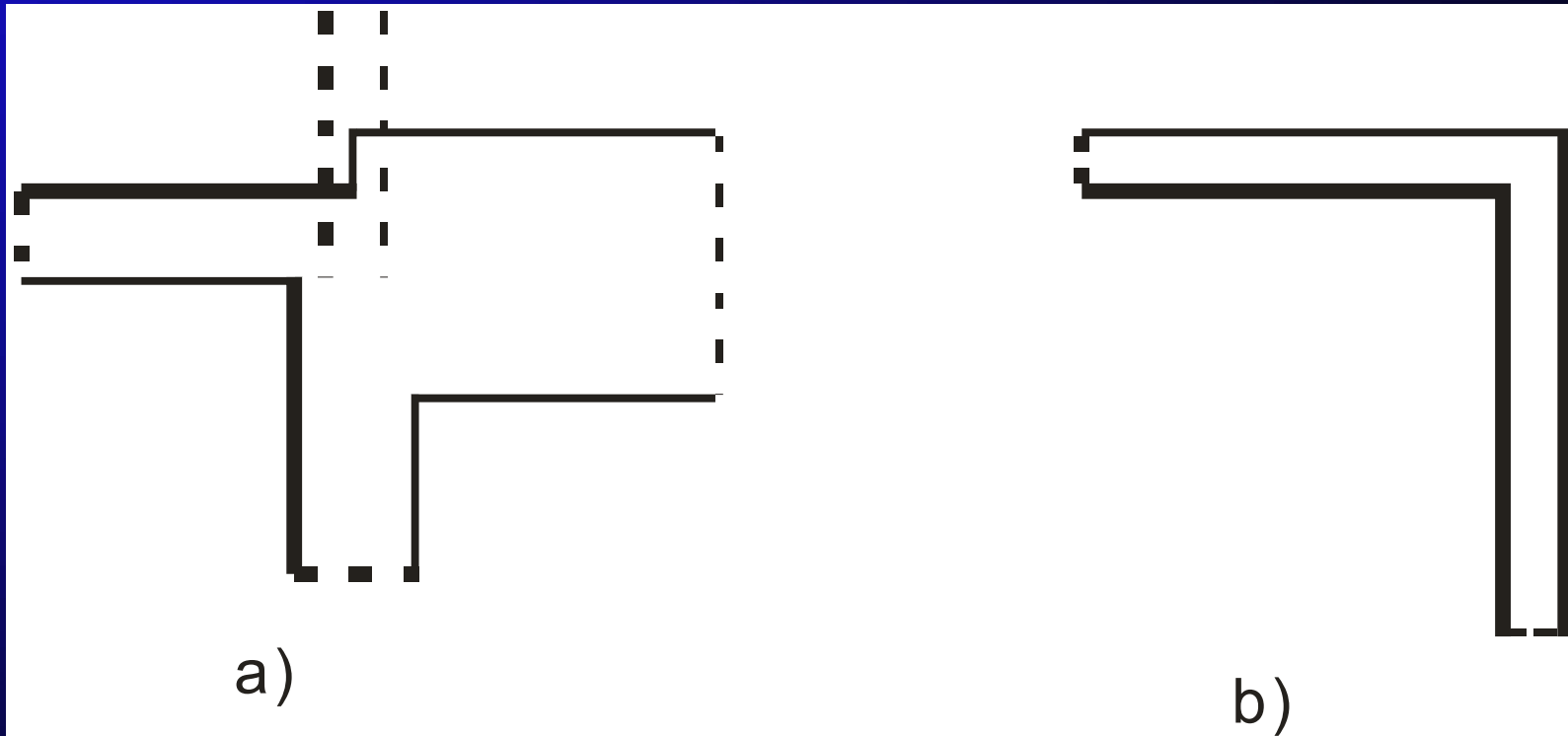


kuželová štrbina

MIKROPÁSIKOVÉ ANTÉNY S POSTUPUJÚCOU VLNOU

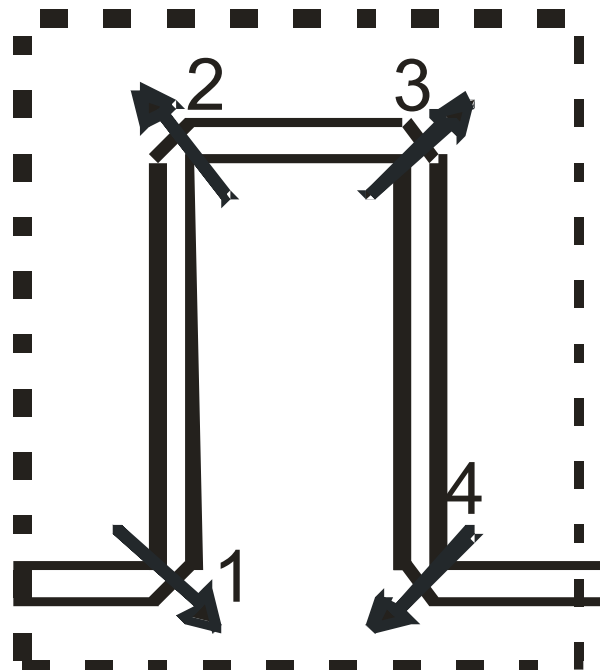
- Tieto antény sú tvorené reťazcom periodických štruktúr, ktorých otvorený koniec je zakončený prispôbenou odporovou záťažou (Obr.11.16)
- Vyžarujúce prvky týchto antén sú vlastne diskontinuity na mikropásikovom vedení
 - Mikropásikové diskontinuity sú napríklad ; (Obr.11.14)
 - ohyby vedenia
 - alebo rôzne spojenia vedení (T-spojenie)
- Na každej strane rovného mikropásikového vedenia je elektrické pole rovnaké ale opačného smeru
 - teda polia sa vyrušia a nedôjde k vyžarovaniu
- Pri ohybe bude elektrická prúdová hustota vyššia na vnútornej strane ohybu než na vonkajšej strane
 - polia teda pri ohyboch nebudú rovnaké a preto dôjde k vyžarovaniu energie; (Obr.11.15)
- Podobný prípad nerovnosti polí nastáva aj pri spojení dvoch vedení

Obr.11.14 Diskontinuity mikropásikového vedenia

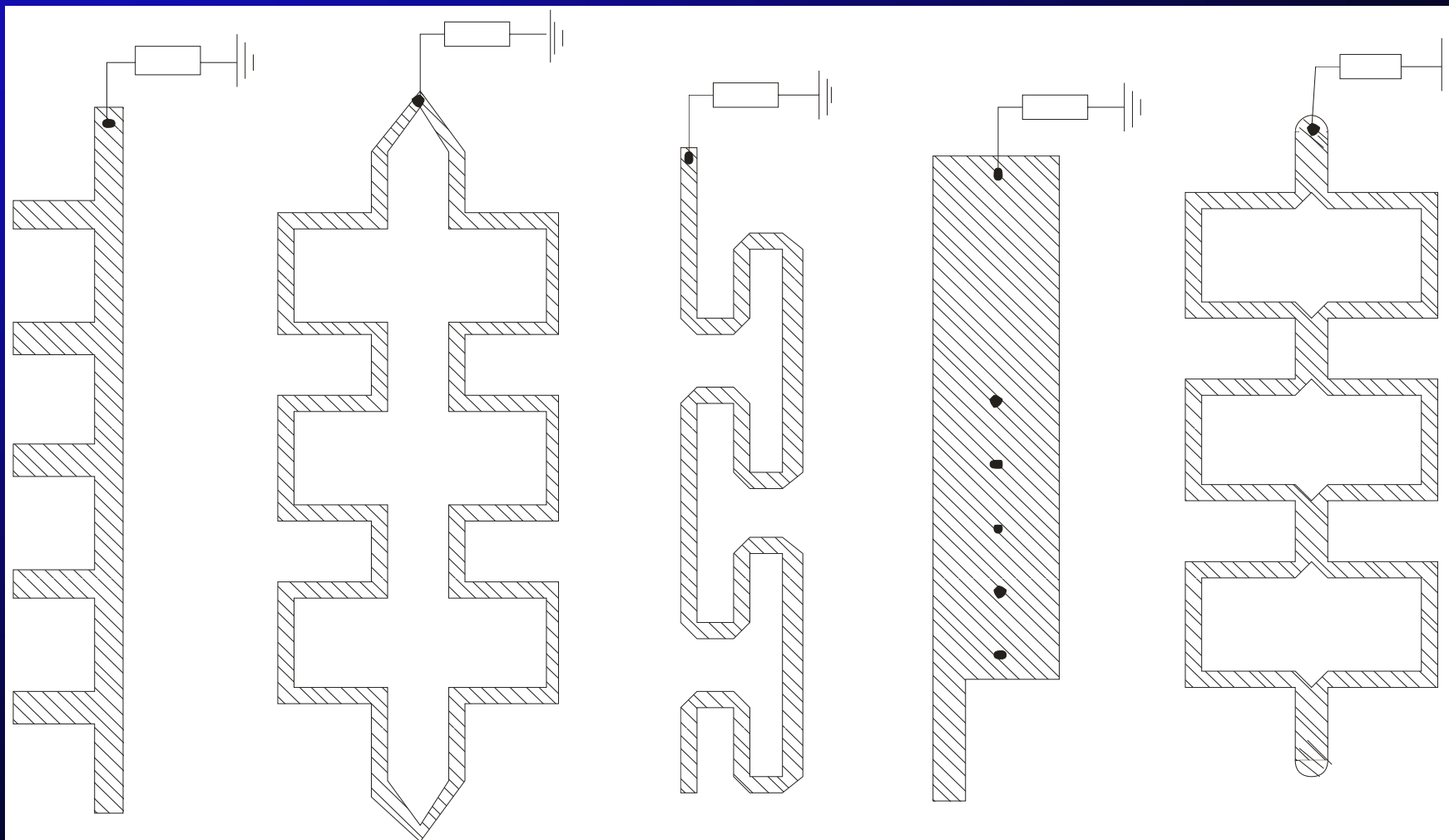


Diskontinuity mikropásikového vedenia
a) T - spojenie b) ohyb

Obr.11.15 Detail miest, kde dochádza k vyžarovaniu



Obr.11.16 Typy periodických struktur mikropásových antén s postupující vlnou



Tab.11.1 Porovnanie jednotlivých typov mikropásikových antén

charakteristiky	plátkové (patch)	štrbinové	dipól
profil	tenký	tenký	tenký
výroba	veľmi jednoduchá	jednoduchá	jednoduchá
polarizácia	lineárna aj kruhová	lineárna aj kruhová	lineárna
možnosti útvarov	hocijaký útvar	väčšinou pravouhlé a kruhové útvary	pravouhlé a trojuholníkové útvary
parazitné vyžarovanie	prítomné	prítomné	prítomné
šírka pásma	2% až 50% (z prenášanej frekvencie)	5% až 30% (z prenášanej frekvencie)	okolo 30% (z prenášanej frekvencie)

Napájanie mikropásikových antén

- Mikropásiková plátková (patch) anténa môže byť napájaná rôznymi metódami
- Tieto metódy môžu byť klasifikované do **dvoch kategórií**:
 - **kontaktné (k)**
 - je VF zdroj napojený **priamo na vyžarujúci plátok** použitím spojovacieho prvku (napr. mikropásik alebo koaxiál)
 - a **nekontaktné (nek)**
 - je vytvorená **väzba elm poľom** na prenos energie medzi napájacím mikropásikom a vyžarujúcim plátkom

■ Základné rozdelenie:

- (1) priame napájanie koaxiálnym vedením (k)
- napájanie mikropásikovým vedením
 - (2) priame napájanie mikropásikovým vedením (k)
 - (3) napájanie mikropásikovým vedením väzbou cez medzeru (nek)
 - (4) priame vsunuté napájanie mikropásikovým vedením (k)
 - (5) priame asymetrické napájanie mikropásikovým vedením (k)
 - (6) napájanie viazané tesnou blízkosťou mikropásik. vedenia (nek)
 - (7) napájanie viazané apertúrou (nek)
- (8) napájanie koplánárnym vlnovodom (CPW)

■ Napájanie:

■ koplanárne

- t.j. všetky prvky sú v jednej rovine

■ a nekoplanárne

- t.j. všetky prvky nie sú v jednej rovine

■ Štyri najviac používané napájacie techniky sú

■ priame napájanie mikropásikovým vedením

■ a priame napájanie koaxiálnym vedením

- obidve sú kontaktné metódy

■ napájanie viazané apertúrou

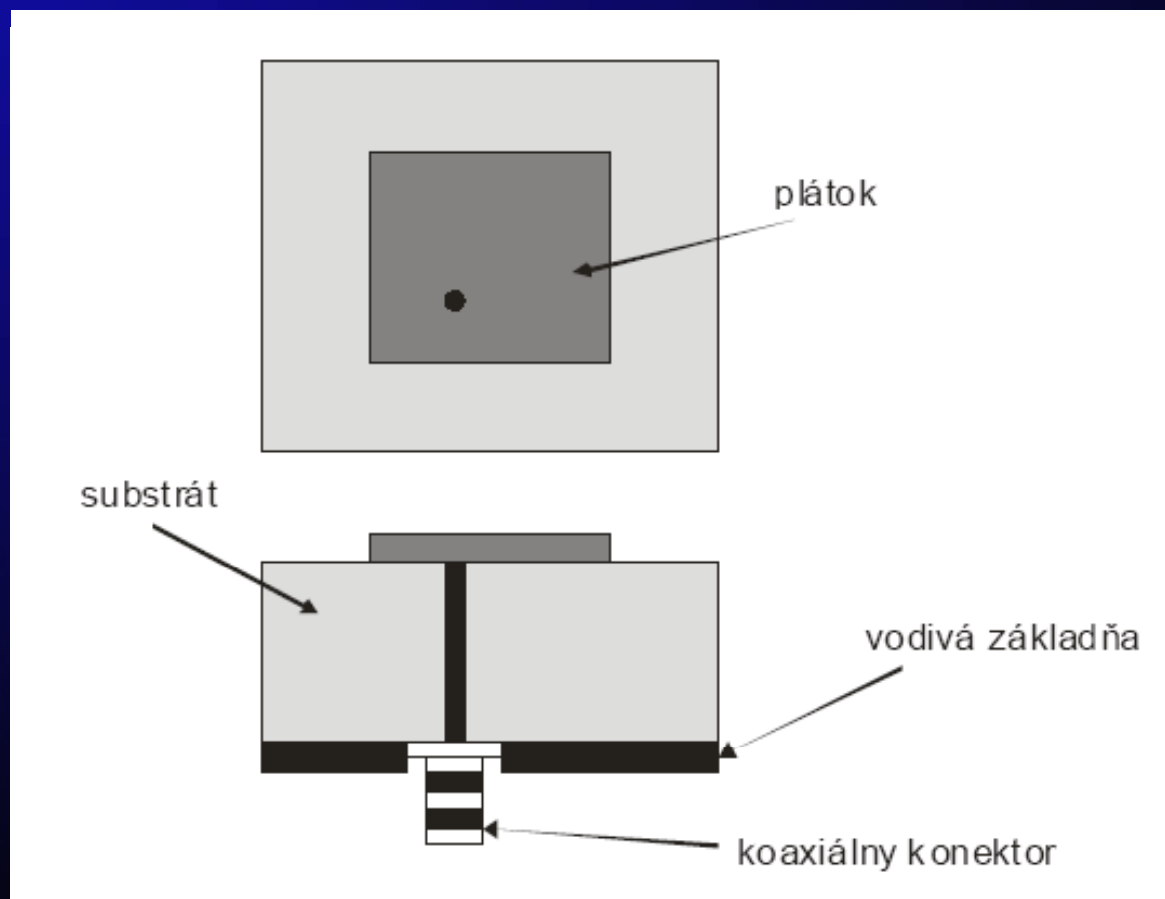
■ a napájanie viazané tesnou blízkosťou mikropásikového vedenia

- obidve sú nekontaktné metódy

PRIAME NAPÁJANIE KOAXIÁLNYM VEDENÍM (k)

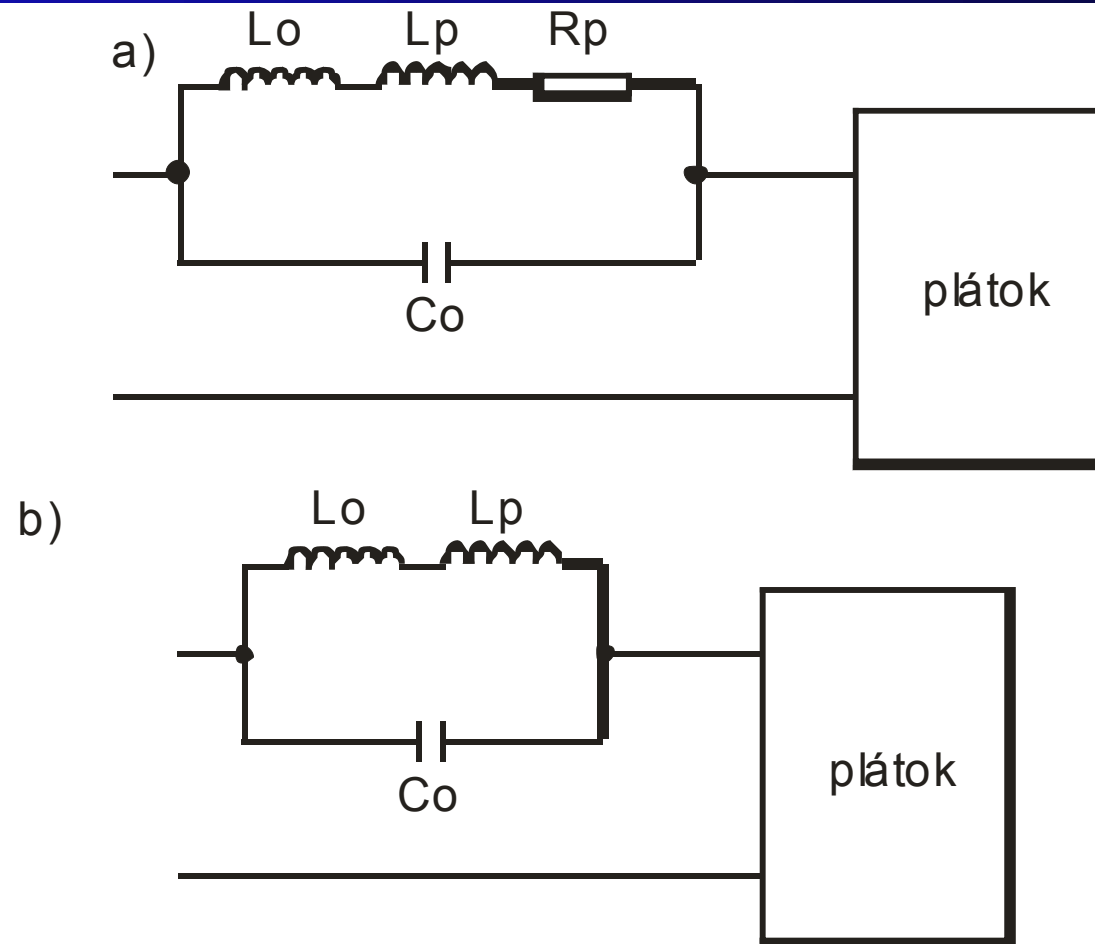
- je to veľmi bežná technika používaná na pripojenie mikropásikových plátkových (patch) antén k zdroju signálu
 - vnútorný vodič koaxiálneho konektora je predĺžený cez dielektrikum a prispájkovaný k vyžarujúcemu plátku
 - vonkajšie tienenie koaxiálu je napojené na vodivú základňu
- Základné **výhody** tohto typu napájania
 - napojenie vnútorného vodiča koaxiálu na plochu plátku môže byť umiestnené v **hocijakej polohe** v závislosti na jeho vstupnej impedancii
 - je ľahko výrobné realizovateľná
 - má malé parazitné vyžarovanie
- Hlavné **nevýhody** sú
 - že pri hrubých substrátoch ($h > 0,02\lambda_0$) **napájanie poskytuje úzku šírku pásma** a je ťažké urobiť aproximačný model (náhradnú schému) pre výpočty
 - diery na vnútorný vodič musia byť vyvrtané do substrátu a **konektor vyčnieva** vonku z vodivej roviny, čo spôsobí že **anténa nebude mať úplne rovinný tvar**

- pri hrubých substrátoch sa samozrejme **zväčšuje** aj dĺžka vnútorného vodiča koaxiálneho konektora, tým je **vstupná impedancia viac induktívneho charakteru** a zväčšujú sa problémy s napájaním
 - poznáme rôzne **metódy kompenzácie induktívneho efektu**
- **Najsilnejšia väzba nastane ak vnútorný vodič koaxiálu bude napojený na okraji vyžarujúceho plátok**



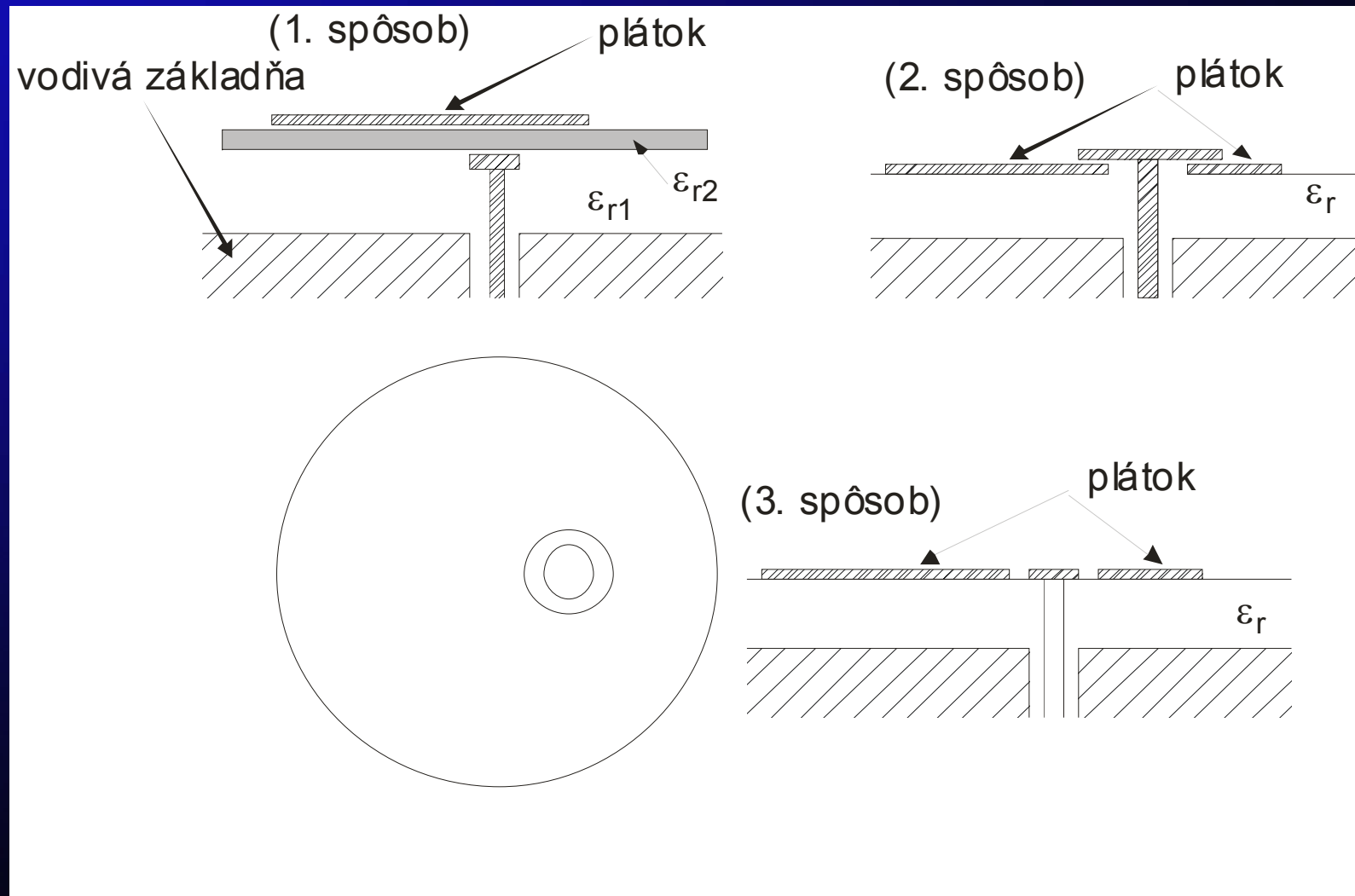
**Priame napájanie
koaxiálnym vedením**

Obr.11.17 Ekvivalentné obvody pre priame napájanie koaxiálnym vedením



| Aproximačné modely a) pre všeobecnú polohu napojenia
b) pre polohu napojenia na okraji plátka

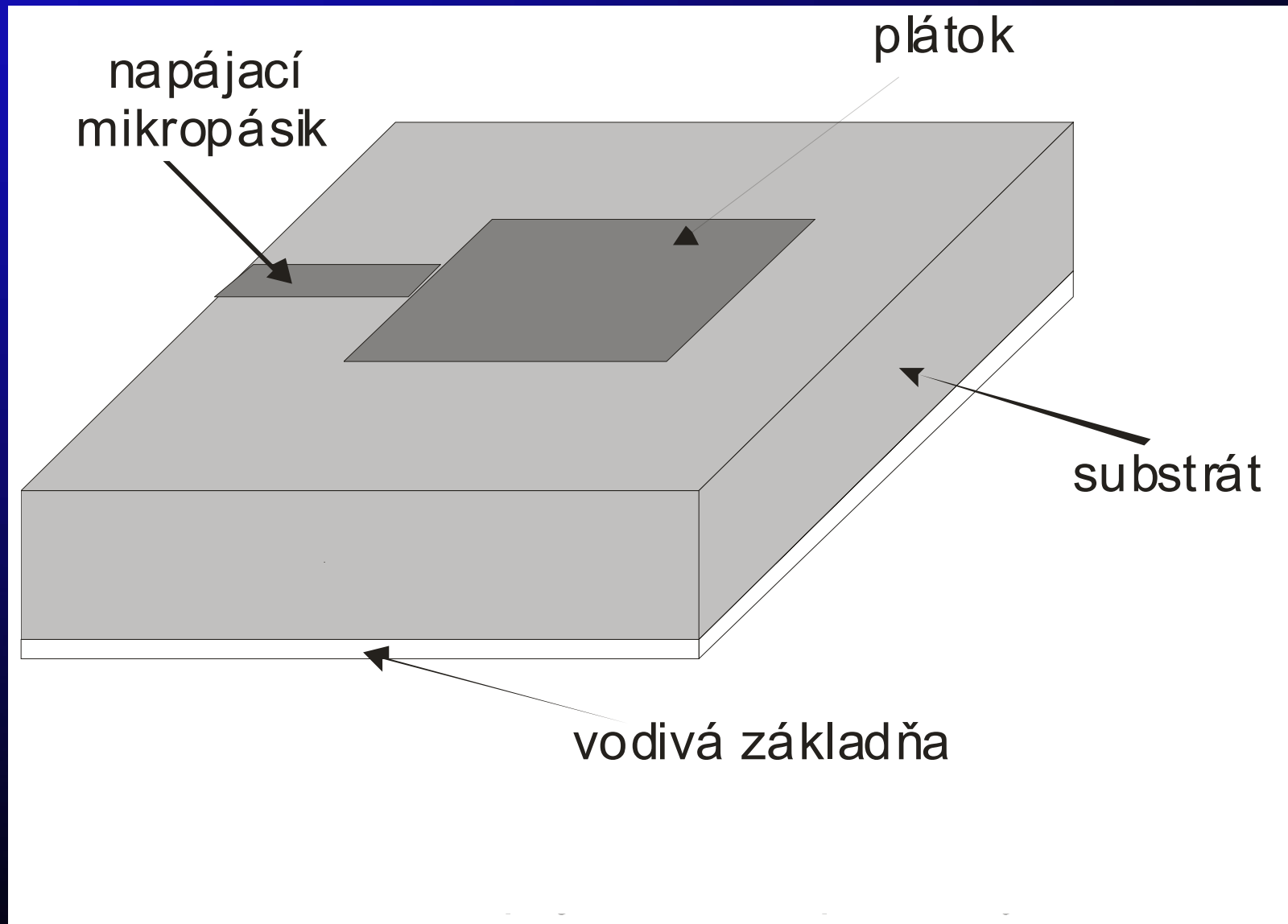
Obr.11.18 Kompenzácia induktívneho efektu pri priamom napájaní koaxiálnym vedením



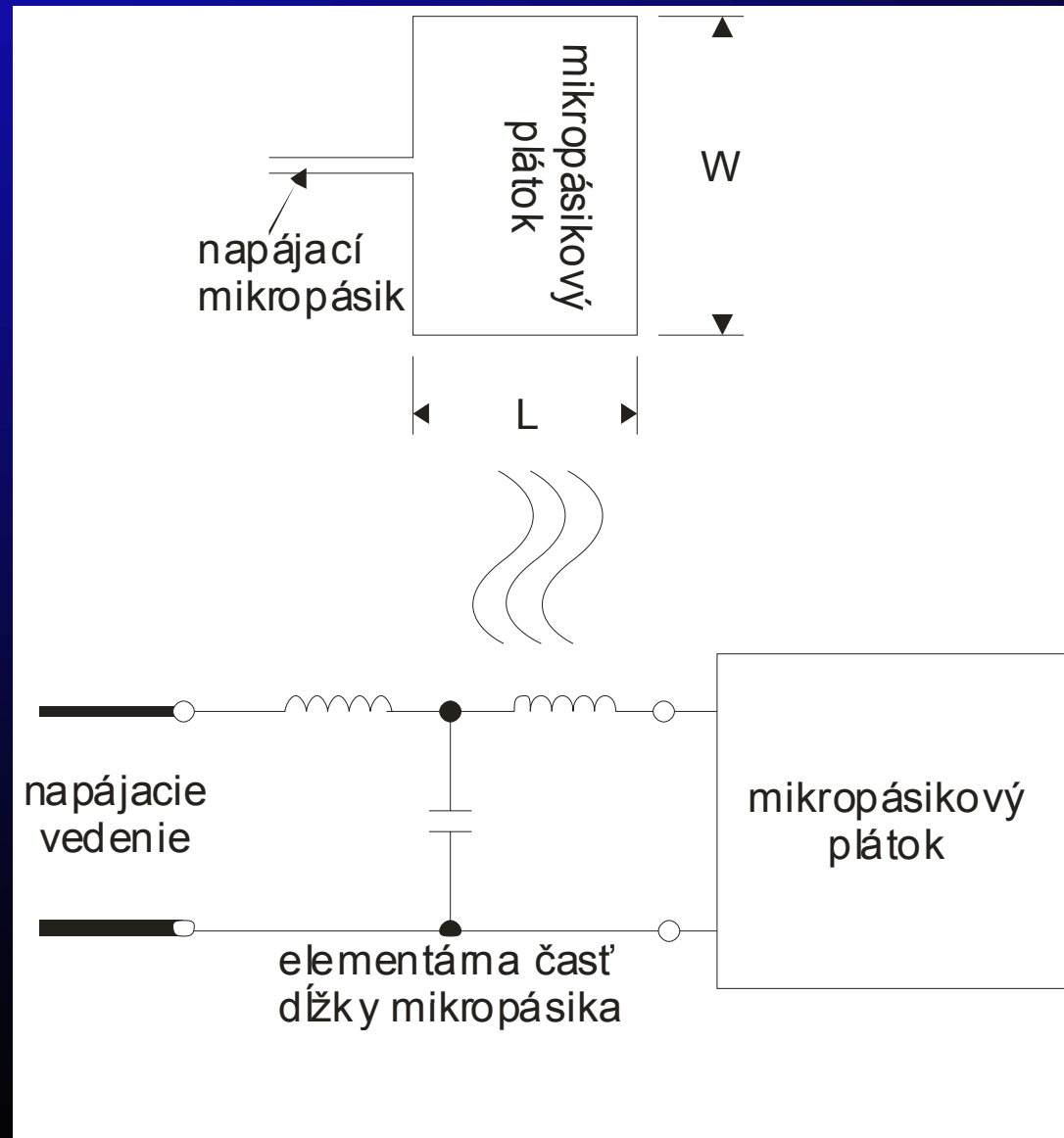
PRIAME NAPÁJANIE MIKROPÁSIKOVÝM VEDENÍM (k)

- Mikropásikové napájacie vedenie je napojené **priamo na hranu mikropásikového plátku**
 - **napájací mikropásik** má v porovnaní s plátkom **menšiu šírku**
- Základné **výhody** tohto typu napájania
 - napájanie môže byť vyleptané na tom istom substráte čo zabezpečí plošnú štruktúru antény
 - táto napájacia schéma je veľmi jednoduchá, teda poskytuje jednoduchosť výroby, modelovania a zmeny impedancie
- Hlavné **nevýhody** sú
 - pri zväčšovaní hrúbky dielektrického substrátu sa zväčšuje parazitné vyžarovanie z vedenia a vznikajú väčšie povrchové vlny, čo **zmenší šírku pracovného pásma** antény
 - vyžarovanie z napájania taktiež vedie k nežiaducemu **krížovo polarizovanému vyžarovaniu** antény
- **Hrubé dielektrické substráty**, ktoré poskytujú veľkú šírku pásma, prinášajú pri priamom napájaní mikropásikovým vedením a priamom napájaní koaxiálnym vedením **mnohé nevýhody**
 - tieto nevýhody riešia **nekontaktné napájacie techniky**

Obr.11.19 Priame napájanie mikropásikovým vedením



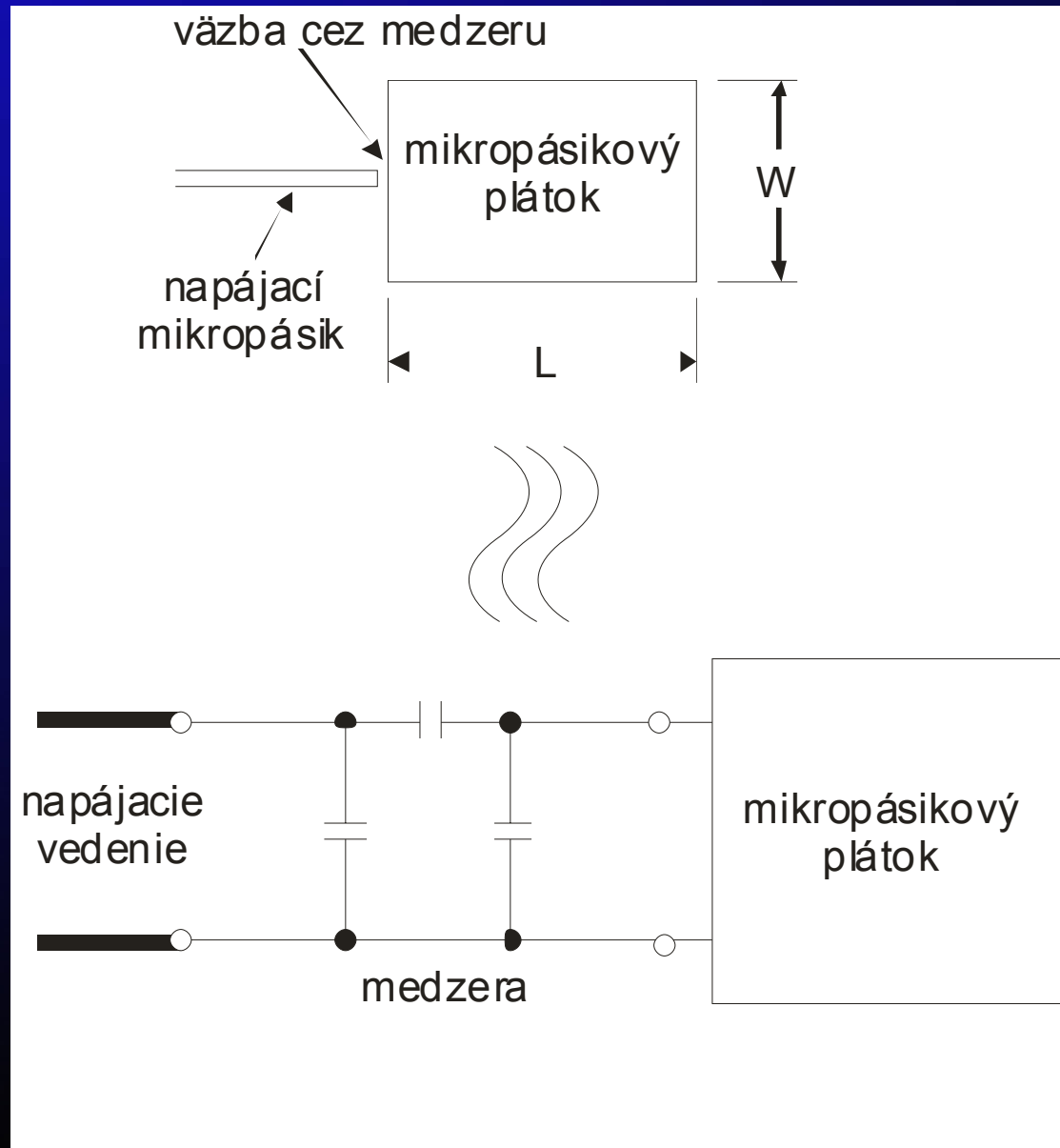
Obr.11.20 Aproximačný (náhradný) model priameho napájania mikropásikovým vedením



NAPÁJANIE MIKROPÁSIKOVÝM VEDENÍM VÄZBOU CEZ MEDZERU (nek)

- Táto napájacia metóda bola navrhnutá z dôvodu, že **nastavenie vstupnej impedancie** je jednoduchšie ako pri metóde priameho napojenia mikropásikového vedenia
- **Medzera musí byť veľmi úzka**, aby dochádzalo k dostatočnej väzbe (t.j. prechodu dostatočného množstva energie z napájacieho mikropásika na plátok)
- **Vyrobiť takúto veľmi úzku medzeru presného rozmeru je náročné**

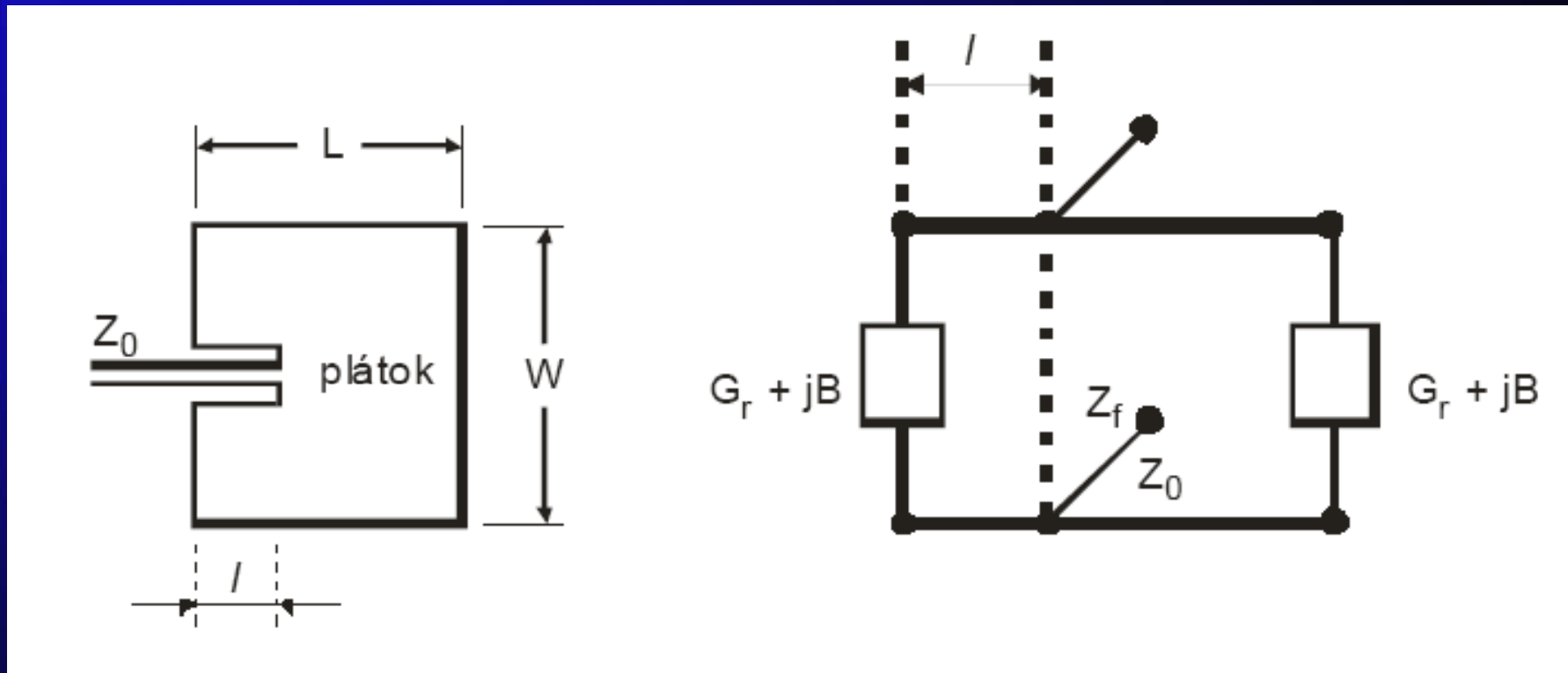
Obr.11.21 Aproximačný (náhradný) model



PRIAME VSUNUTÉ NAPÁJANIE MIKROPÁSIKOVÝM VEDENÍM (k); (Obr.11.21)

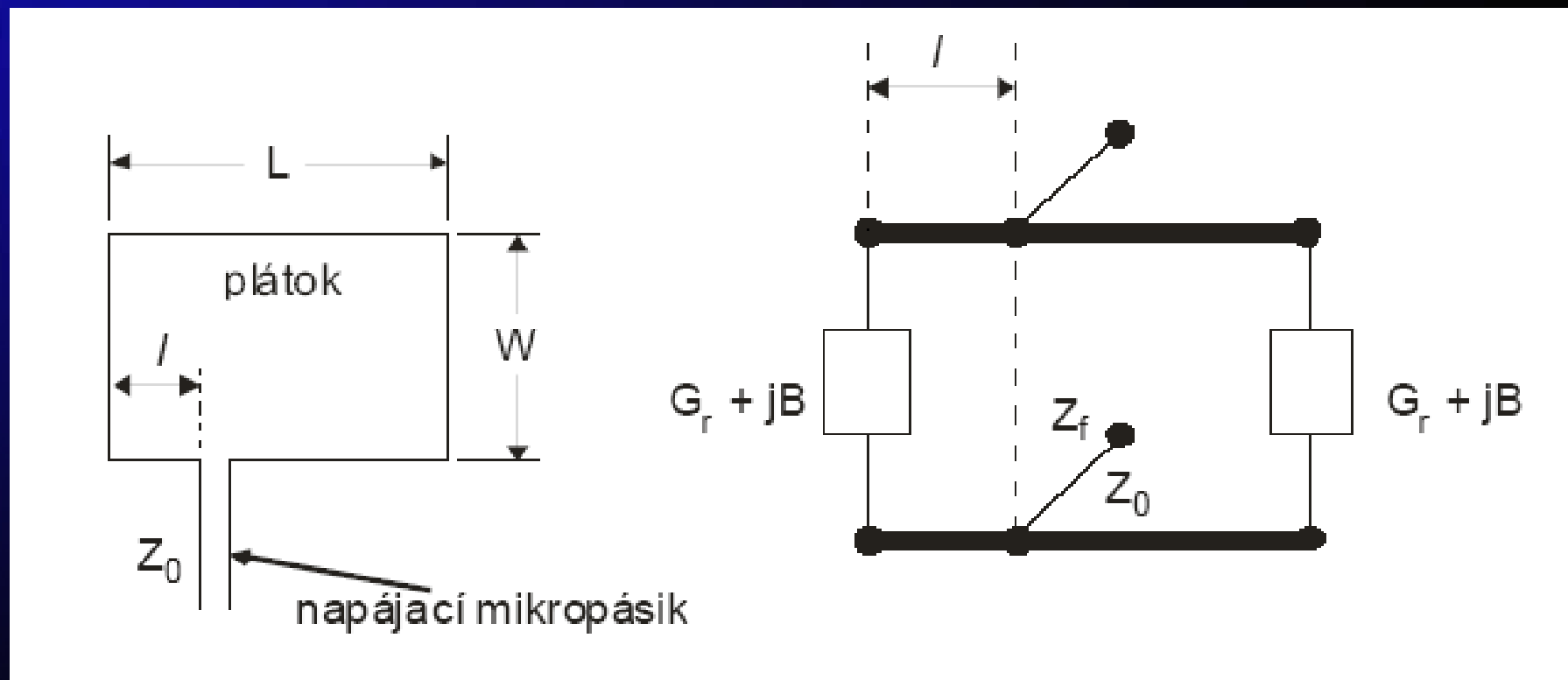
- Tento typ napájacej techniky patrí medzi **koplanárny** druh napájania
- Účelom vsunutého napájania plátku je zmeniť impedanciu napájacieho mikropásiku na hrane plátku bez potreby iných prídavných obvodových prvkov
- Zmena impedancie sa dosiahne **správnou pozíciou vsunutia mikropásiku do plátku**
- Touto metódou sa dá **nastaviť vstupná impedancia** ešte **ľahšie** ako pri metóde napájania mikropásikovým vedením väzbou cez medzeru
- **Nevýhodou je** horšia smerová charakteristika

Obr.11.21 Vsunuté napájanie



PRIAME ASYMETRICKÉ NAPÁJANIE MIKROPÁSIKOVÝM VEDENÍM (k)

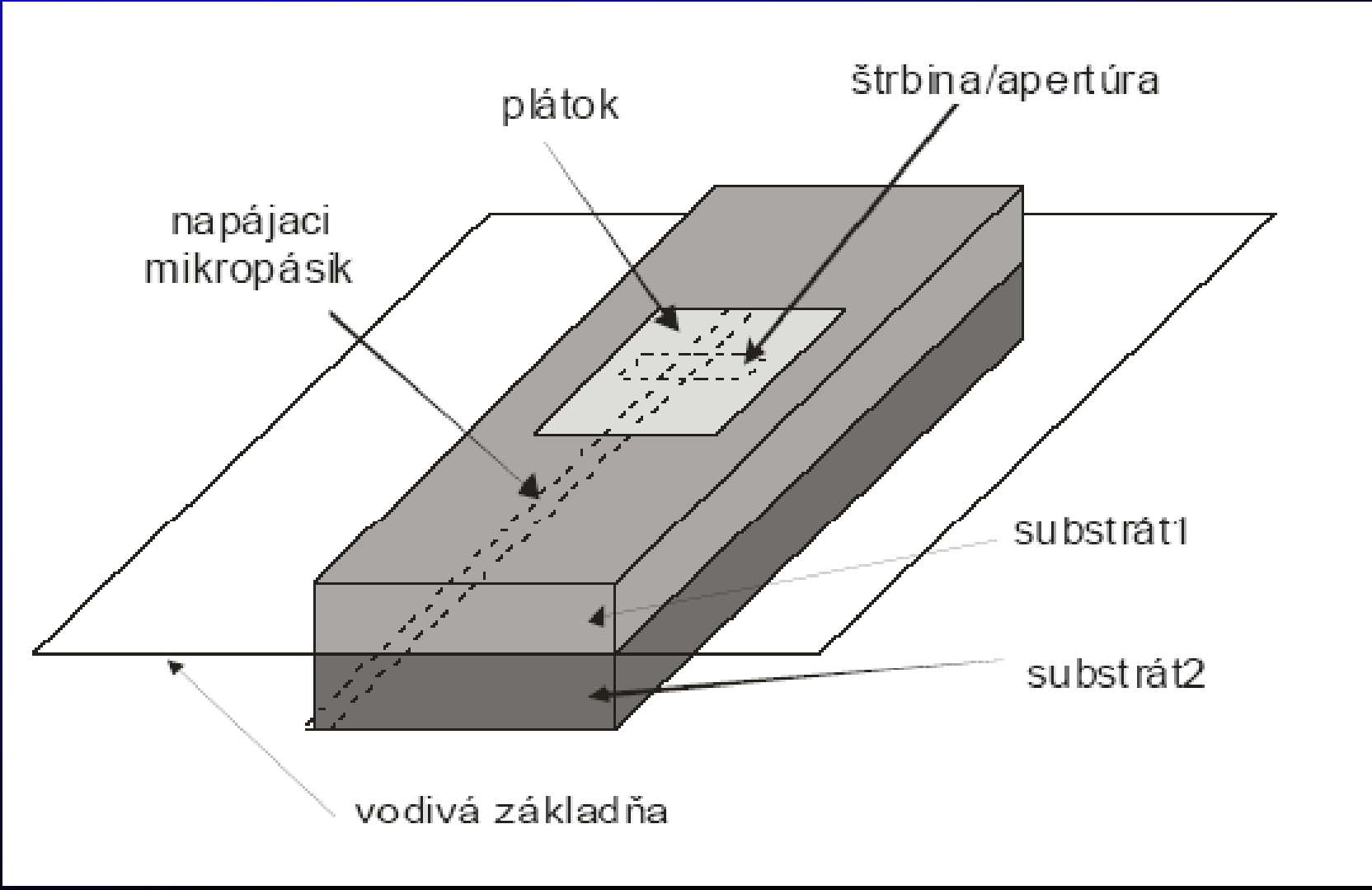
- Je veľmi podobné vsunutému napájaniu
- Dá sa taktiež ľahko nastaviť vstupná impedancia
- Vyžarovanie z plátky je tiež nesúmerné



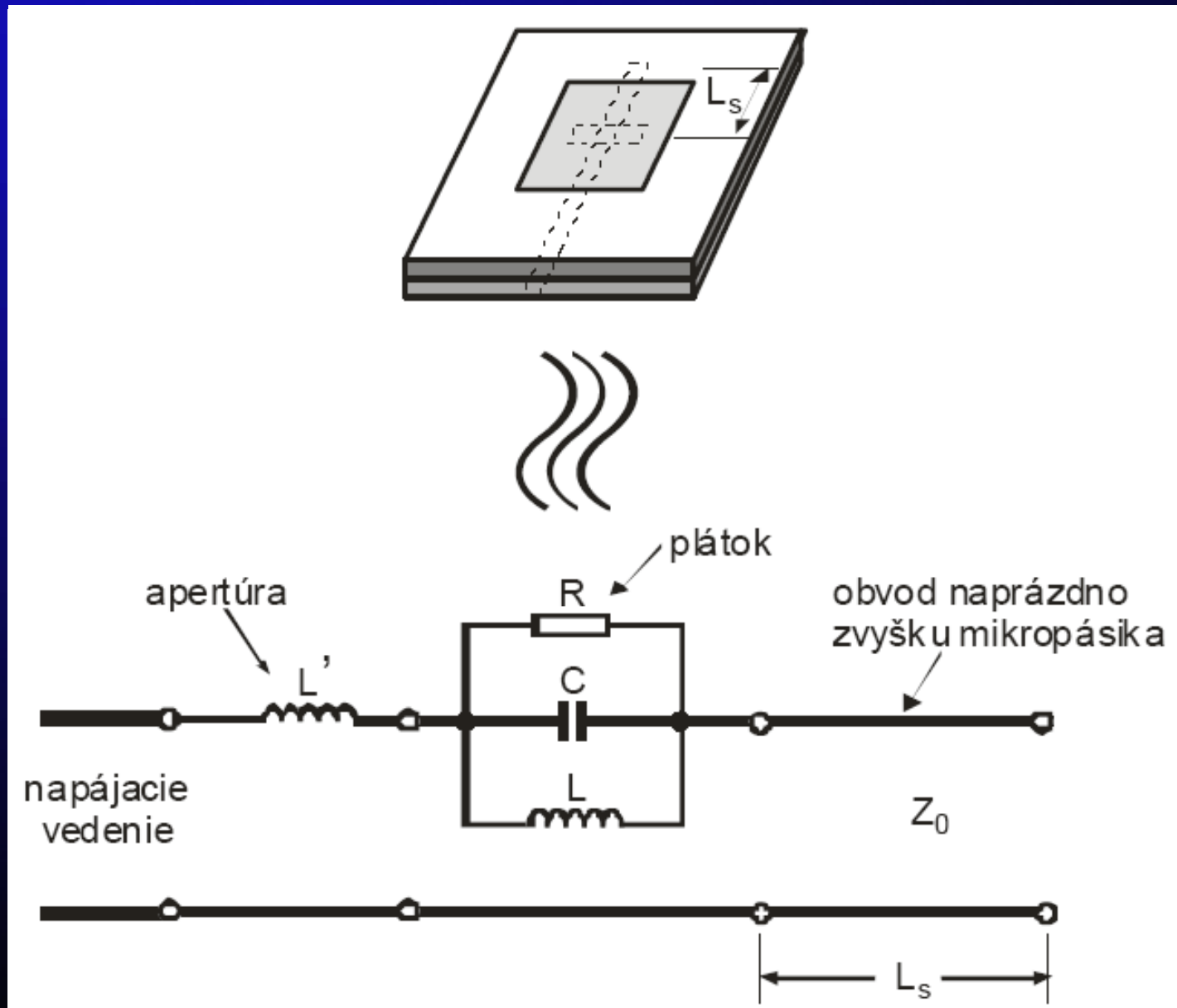
NAPÁJANIE VIAZANÉ APERTÚROU (nek); (Obr.11.22)

- Vyžarujúci plátok a napájací mikropásik sú oddelené vodivou základňou
- Väzba medzi vyžarujúcim plátkom a napájacím mikropásikom je tvorená cez štrbinu alebo cez nejakú apertúru vo vodivej základni
- Veľkosť väzby medzi napájacím mikropásikom a plátkom je určená tvarom, veľkosťou a uložením štrbiny
 - väzba je sprostredkovaná magnetickým poľom
- Pretože vodivá základňa oddeľuje plátok a mikropásik, bude parazitné vyžarovanie z vedenia minimalizované
- Väčšinou pre dolný substrát sa používa materiál s veľkou dielektrickou konštantou a pre horný substrát materiál s nízkou dielektrickou konštantou a väčšou hrúbkou pre optimalizovanie vyžarovania z plátku
- Hlavné nevýhody tejto napájacej techniky sú
 - jej zložitá výroba zapríčinená mnohonásobnými vrstvami, ktoré tiež zväčšia hrúbku antény
 - táto napájacia schéma poskytuje úzku šírku pracovného pásma

Obr.11.22 Napájanie viazané apertúrou



Obr.11.23 Aproximačný model napájania viazaného apertúrou

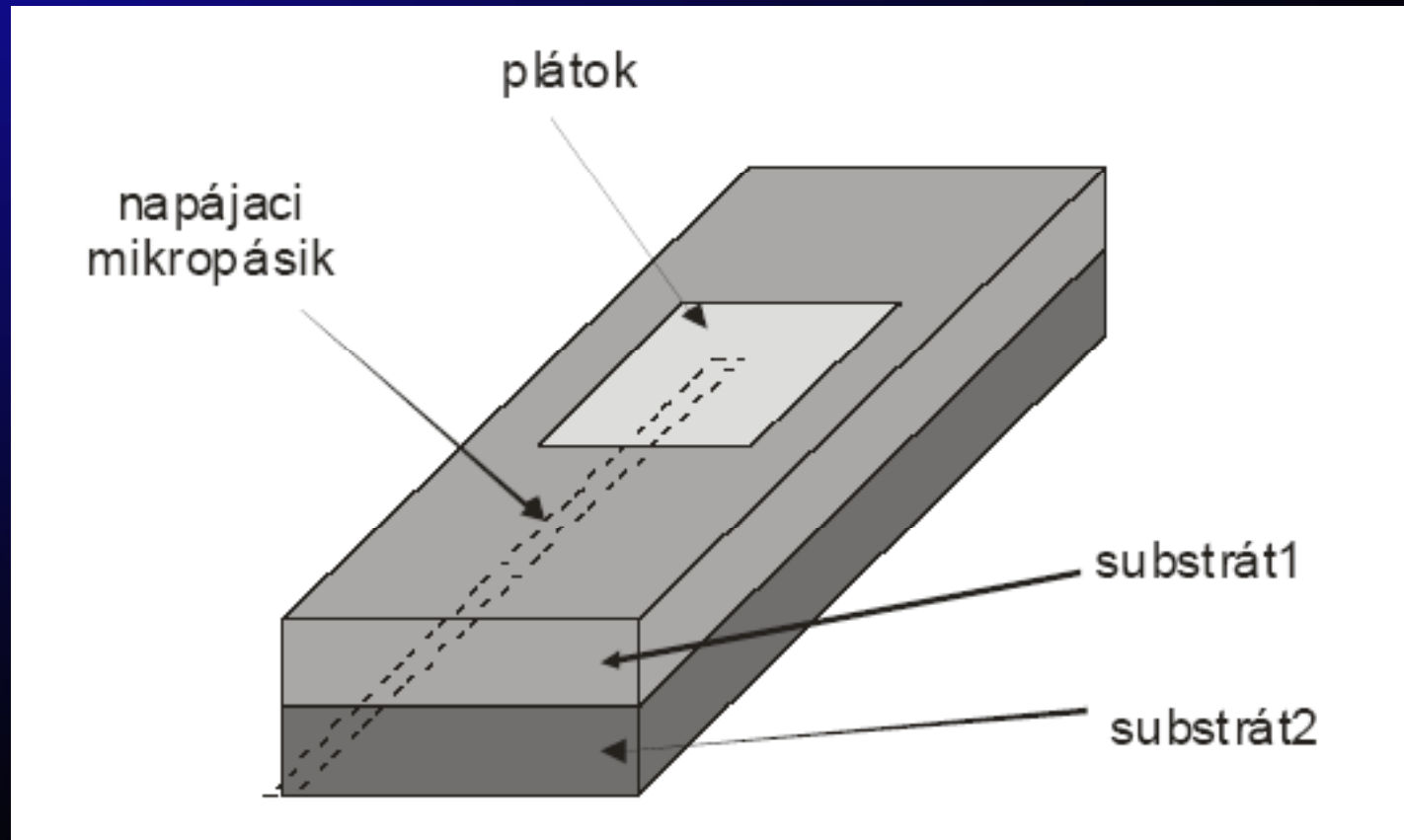


NAPÁJANIE VIAZANÉ TESNOU BLÍZKOSŤOU MIKROPÁSIKOVÉHO VEDENIA (nek); (Obr.11.24)

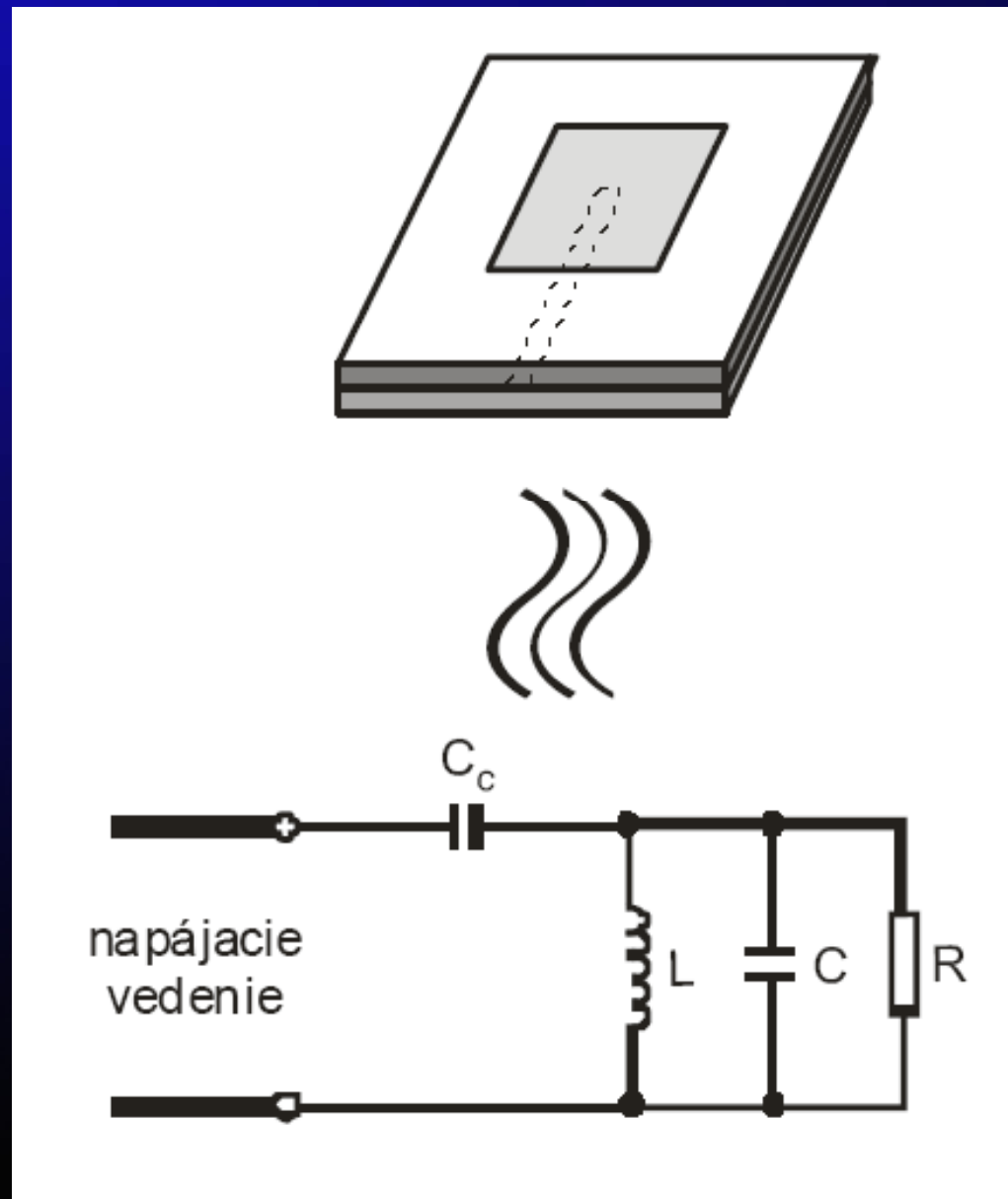
- Tento typ napájacej techniky je taktiež nazývaný ako **system elektromagnetickej väzby**
- Sú použité dva dielektrické substráty, tak že **napájací mikropásik je umiestnený medzi dvomi substrátmi a vyžarujúci plátok je na vrchu horného substrátu**
- Najväčšia **výhoda** tejto napájacej techniky je
 - že **eliminuje parazitné vyžarovanie** z napájania
 - a poskytuje **veľkú šírku pracovného pásma antény** (až 13%), ktoré je dané celkovým zväčšením hrúbky mikropásikovej plátkovej (patch) antény
- Táto technika zabezpečuje **výber medzi dvomi dielektrickými materiálmi**
 - jeden pre **plátok**
 - a jeden pre **napájací mikropásik** na optimalizovanie ich individuálnych charakteristík
 - voľba parametrov dielektrických materiálov sa robí na základe dĺžky napájacieho mikropásiku a pomeru šírky plátka ku vzdialenosti plátka od mikropásiku

- Hlavná **nevýhoda** tejto metódy napájania je
 - v jej **náročnej výrobe**, pretože dve dielektrické vrstvy je potrebné precízne uložiť
 - taktiež kvôli dvom vrstvám substrátu je **celková hrúbka antény väčšia**

Obr.11.24 Napájanie viazané tesnou blízkosťou mikropásikového vedenia



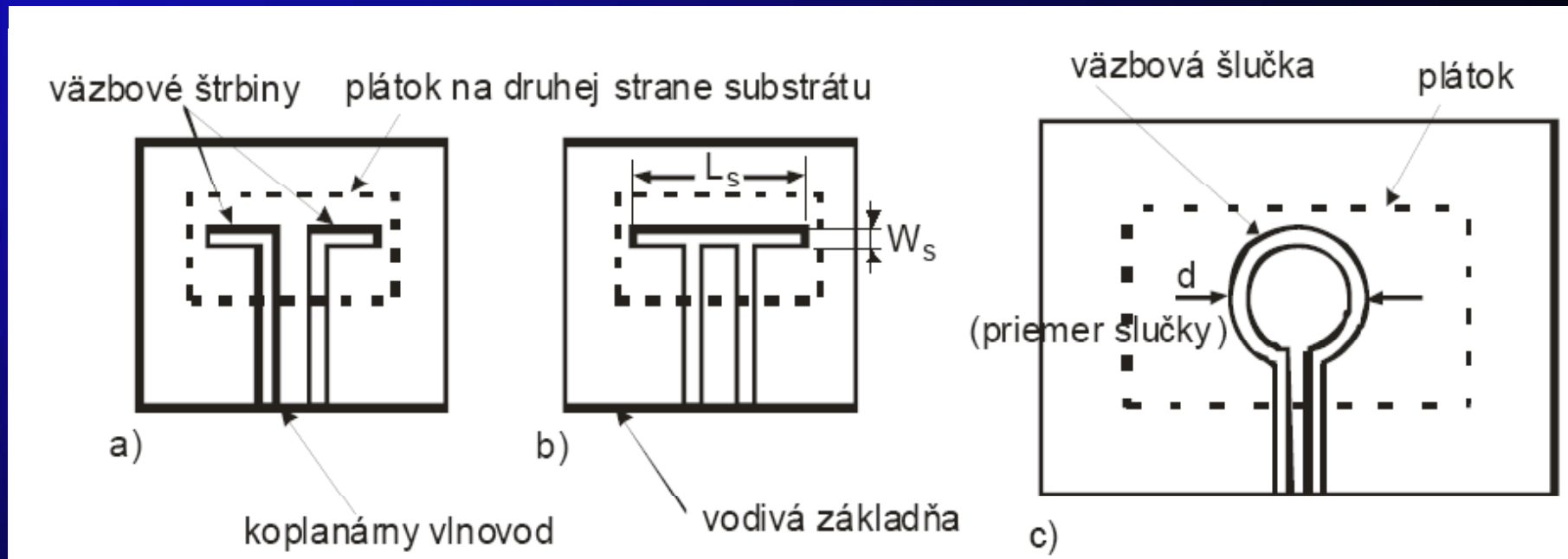
Obr.11.25 Aproximačný model napájania viazaného tesnou blízkosťou mikropásikového vedenia



NAPÁJANIE KOPLANÁRNYM VLNOVODOM (CPW); (Obr.11.26)

- S takýmto druhom napájania sa dosahuje
 - veľmi nízka úroveň parazitného vyžarovania
 - a anténa vyžaruje len do polpriestoru
- Štruktúra napájania je jednovrstvová pričom vyžarujúce plátky sú na druhej strane substrátu
- Väzba medzi vyžarujúcim plátkom a zdrojom signálu je sprostredkovaná magnetickým poľom
- Poznáme tri základné typy napájania mikropásikovej plátkovej (patch) antény koplanárnym vlnovodom
 - indukívna väzba vytvorená rozdelením väzbových výrezov na dve pri koplanárnom vlnovode
 - kapacitná väzba medzi plátkom a štrbinou (výrezom)
 - väzba cez prstencovú štrbinu, ktorá redukuje spätné vyžarovanie zo štrbiny

Obr.11.26 Napájanie koplanárnym vlnovodom



- a) Induktívna väzba
- b) Kapacitná väzba
- c) Väzba cez prstencovú štrbinu

Tab.11.2 Porovnanie jednotlivých napájacích techník mikropásikových antén

charakteristiky	napájanie č. 1	napájanie č. 2	napájanie č. 5	napájanie č. 3
parazitné vyžarovanie z napájania	väčšie	menšie	menšie	väčšie
rýdzosť polarizácie	slabá	dobrá	slabá	slabá
náročnosť výroby	potrebné vŕtanie a spájkovanie	ľahká	ľahká	ľahká
spoľahlivosť	slabá kvôli spájkovaniu	lepšia	lepšia	lepšia
stanovenie vstupnej impedancie	ľahké	ťažšie	ľahké	ľahké
šírka pásma	2-5%	9-12%	2-5%	2-5%

Tab.11.3 Porovnanie jednotlivých napájacích techník mikropásikových antén

charakteristiky	napájanie č. 4	napájanie č. 6	napájanie č. 7	napájanie č. 8
parazitné vyžarovanie z napájania	väčšie	väčšie	väčšie	menšie
rýdzosť polarizácie	slabá	slabá	výborná	dobrá
náročnosť výroby	ľahká	požadujú sa precízne nastavenia	požadujú sa precízne nastavenia	požadujú sa precízne nastavenia
spoľahlivosť	lepšia	dobrá	dobrá	dobrá
stanovenie vstupnej impedancie	ľahké	ľahké	ľahké	ľahké
šírka pásma	2-5%	13%	21%	3%

Témy na zapamätanie

- Úvod (história) mikropásikových antén
- Výhody a nevýhody mikropásikových antén
- Mechanizmus vyžarovania
- Konfigurácie mikropásikových antén
 - Mikropásiokové patch antény
 - Mikropásikový dipól
 - Mikropásiokové štrbinové antény
 - Mikropásiokové antény s postupujúcou vlnou
- Napájanie mikropásikových antén

Kontrolné otázky

- V akom frekvenčnom pásme pracujú mikropásikové plošné antény?
- Aká je schopnosť výkonovej spracovateľnosti mikropásikových antén?
- Aké sú výhody mikropásikových antén?
- Aké sú nevýhody mikropásikových antén?
- Aký je mechanizmus vyžarovania z dlhého mikropásikového vedenia? (aj obr.)
- Aký je mechanizmus vyžarovania z krátkeho mikropásikového vedenia? (aj obr.)
- Aké je základné rozdelenie (4) mikropásikových antén?
- Konfigurácie mikropásikových patch (plátkových) antén. (obr.)
- Aký je typický zisk mikropásikových patch (plátkových) antén?
- Aká je šírka hlavného laloka smerovej charakteristiky mikropásikových patch (plátkových) antén?
- Akú štruktúru (v porovnaní s patch (plátkovou) mikropásikovou anténou) má mikropásikový dipól? (aj obr.)

- Aká je šírka vyžarujúceho elementu „ W “ v porovnaní s vlnovou dĺžkou „ λ “ vyžarovaného signálu?
- Aké sú základné konfigurácie mikropásikového dipólu? (aj obr.)
- Akú štruktúru (v porovnaní s patch (plátkovou) mikropásikovou anténou) má mikropásiková štrbinová anténa? (aj obr.)
- Ako dosiahneme pri štrbinovej mikropásikovej anténe obojsmerné vyžarovanie (vyžarovanie do celého priestoru)?
- Ako dosiahneme pri štrbinovej mikropásikovej anténe jednosmerné vyžarovanie (vyžarovanie do polpriestoru)?
- Konfigurácie mikropásikových štrbinových antén. (obr.)
- Akú štruktúru má mikropásiková anténa s postupujúcou vlnou?
- Kde vznikajú diskontinuity na mikropásikovom vedení? (aj obr.)
- Konfigurácie mikropásikových antén s postupujúcou vlnou. (obr.)
- Výroba, ktorého typu mikropásikovej antény je veľmi jednoduchá?
- Ktoré sú nekontaktné (nek) typy napájania mikropásikových antén?
- Ktoré sú kontaktné (k) typy napájania mikropásikových antén?

Zoznam použitých skratiek a symbolov

■ Skratky:

- CPW- koplanárny vlnovod
- ELM, elm- elektromagnetický
- VF- vysokofrekvenčný

■ Značky:

- ϵ_r - permitivita
- h- hrúbka substrátu
- L- dĺžka plátka
- W- šírka plátka

Ďakujem za pozornosť