DVOUPLOŠNÍKY

ing. Antonín Alfery

Jedním z problémů při návrhu dvouplošníku je stanovení vzájemné polohy a nastavení křídel. Nejschůdnější a nejjistější cestou řešení této otázky je hledání inspirace u koncepčně podobného úspěšného modelu či skutečného letadla.

Pro získání obecnějšího názoru je výhodné použít teoretické řešení. Pokud už je daná problematika teoreticky vyřešena — nejlépe ve formě programu pro počítač — je poměrně snadné získat srovnatelné výsledky pro libovolné uspořádání křídel. Teoretické řešení je však zpravidla podmíněno zavedením zjednodušujících předpokladů, které platnost výsledků omezují. Následující úvahy a výsledky platí pro rovinné proudění nevazké a nestlačitelné tekutiny. Prostorové obtékání křídel je tedy zjednodušeno na obtékání dvojice profilů, resp. dvouplošníku nekonečného rozpětí. Pro odhad a případnou nápravu letových vlastností modelu by však měl tento zjednodušený přístup postačovat.

Vzhledem k reakcím, které u některých modelářů vzbuzuje samotné slovo teorie, je její dávka určená ke „strávení" omezena na minimum a spočívá jen v uvádění faktů.

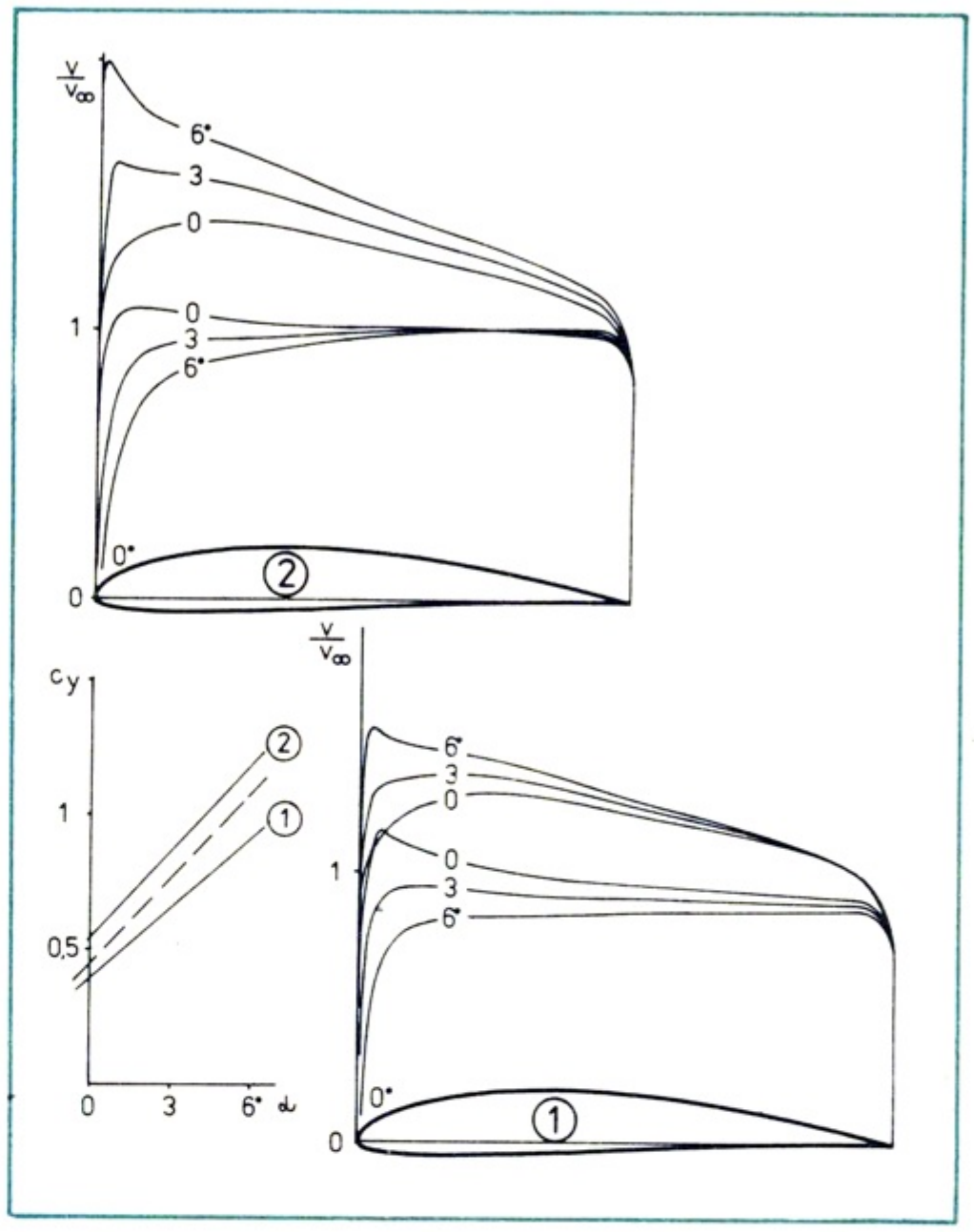
Nejdříve si přiblížíme obtékání samostatného profilu. Pro uvedené předpoklady lze proudění okolo profilu získat složením dvou základních druhů proudění — paralelního proudu a víru (obr. 1). Paralelní proud představuje pohyb profilu. Vír proudění nad profilem urychluje, pod profilem zpomaluje, a navíc způsobuje sešikmení proudu před i za profilem. Působení víru je nejintenzívnější v těsné blízkosti profilu, se zvětšující se vzdáleností klesá. Vír musí být tak velký, aby se odtokový bod přesunul do odtokové hrany profilu, a proudové pole tak odpovídalo skutečnosti. Velikost víru je přímo úměrná vztlaku. Při záporných hodnotách vztlaku má vír opačný smysl otáček.

U dvojice profilů je obtékání profilů ovlivněno nejen vlastním vírem, ale i vírem druhého profilu. Výsledný tvar proudového pole je tedy závislý na vzájemné poloze obou profilů. Pro několik případů rozdílného uspořádání dvojice profilů NACA 4412 bylo vypočítáno rozložení rychlosti na obou profilech. Vypočtené rozložení rychlosti a vztlaková čára samostatného profilu NACA 4412 jsou na obr. 2. Použitá metoda dává přijatelné výsledky pouze v lineární oblasti vztlakové čáry, kde se proudění neodtrhává. Proto byly zvoleny výpočtové hodnoty úhlu náběhu 0,3 a 6°.

Na obr. 3 je příklad typického uspořádání dvouplošníku. Vír kolem profilu 1 „zdvihá" a urychluje proud nabíhající na profil 2 a ten je potom obtékán pod větším úhlem náběhu, než na který je nastaven. Vír profilu 2 naopak proud v oblasti profilu 1 sráží dolů a zpomaluje ho — profil 1 je obtékán s menším úhlem náběhu. U takto uspořádané dvojice profilů bude mít profil 2 větší součinitel vztlaku než profil 1. Tato skutečnost je zřejmá při srovnání vztlakových čar obou profilů se vztlakovou čarou izolovaného profilu (čárkovaně). Také na rozložení rychlostí jsou patrné změny svědčící o rozdílných rychlostech obtékání obou profilů.

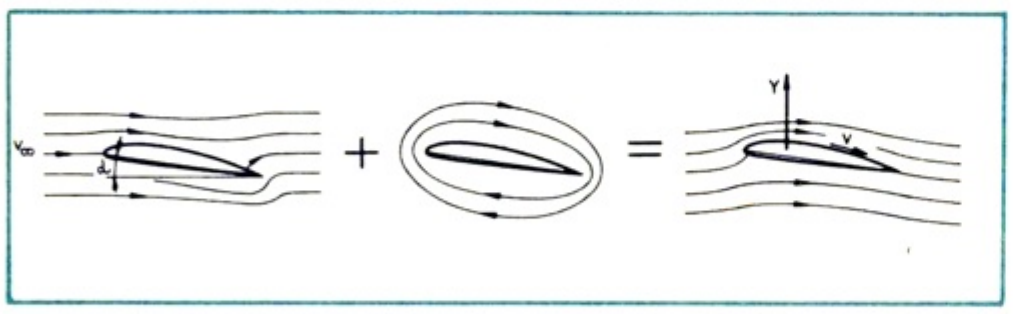
Zajímavá je otázka letových vlastností modelu s takto uspořádanými křídly. Za předpokladu, že obě křídla budou mít stejný tvar i geometrické zkroucení, bude za normálních letových režimů horní křídlo model stabilizovat — větší část celkové vztlakové síly působí nad těžištěm. Horší však budou pádové vlastnosti. Díky tomu, že horní křídlo pracuje na vyšším součiniteli vztlaku, dojde na něm k odtrhávání proudění dříve než na křídle spodním. Pokles vztlaku spojený s růstem odporu způsobí vznik destabilizujících momentů, jejichž působení je nepříjemné zvláště u volných modelů.

Na obr. 4 a obr. 5 je zřejmý vliv zvětšení úhlu nastavení spodního profilu. Vztlaková čára spodního profilu se posouvá nahoru, takže při nižších úhlech náběhu je více zatížen spodní profil a s rostoucím úhlem náběhu se zatížení obou profilů vyrovnává. Vlivem konečného rozpětí se charakter výsledků nezmění, rozdíly mezi zatížením obou křídel však budou poněkud menší. U takto koncipovaného modelu



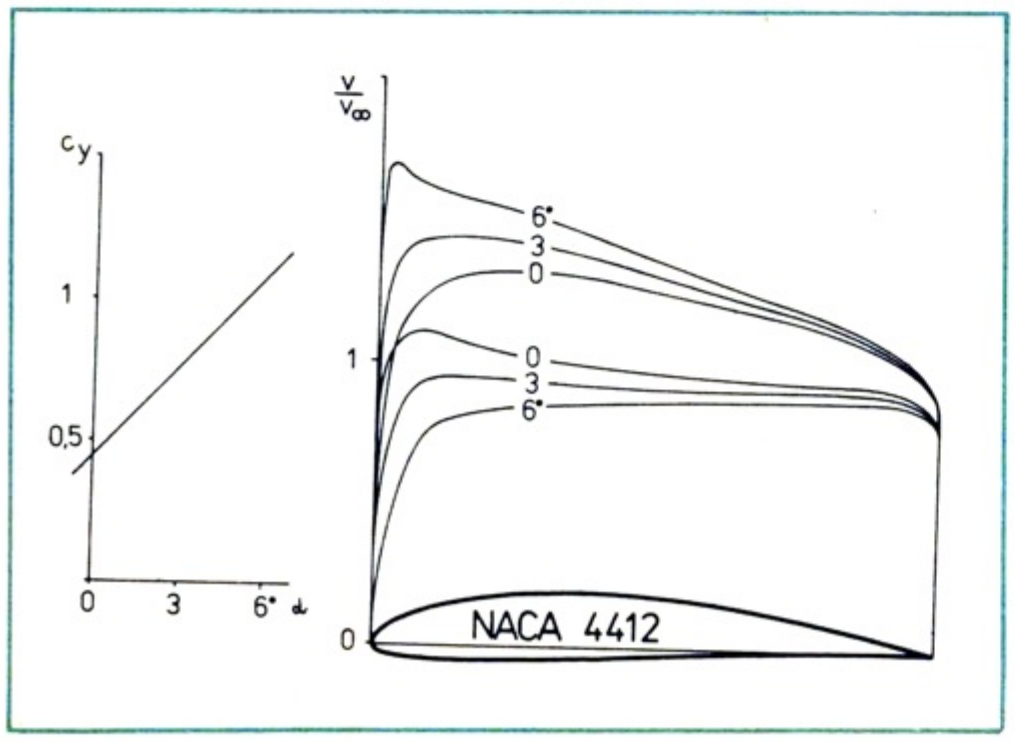
▲ Obr. 3

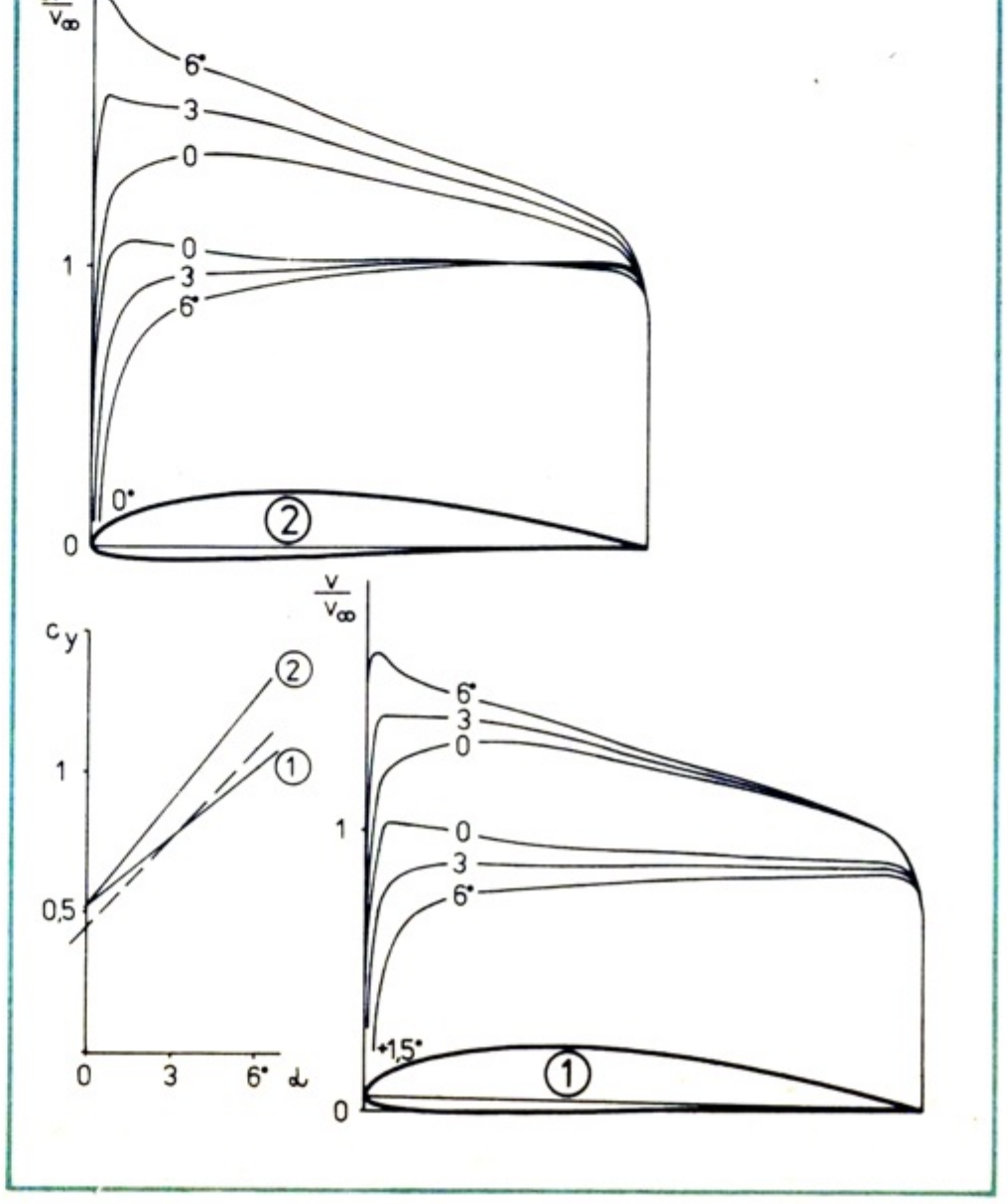
▼ Obr. 4



▲ Obr. 1

▼ Obr. 2



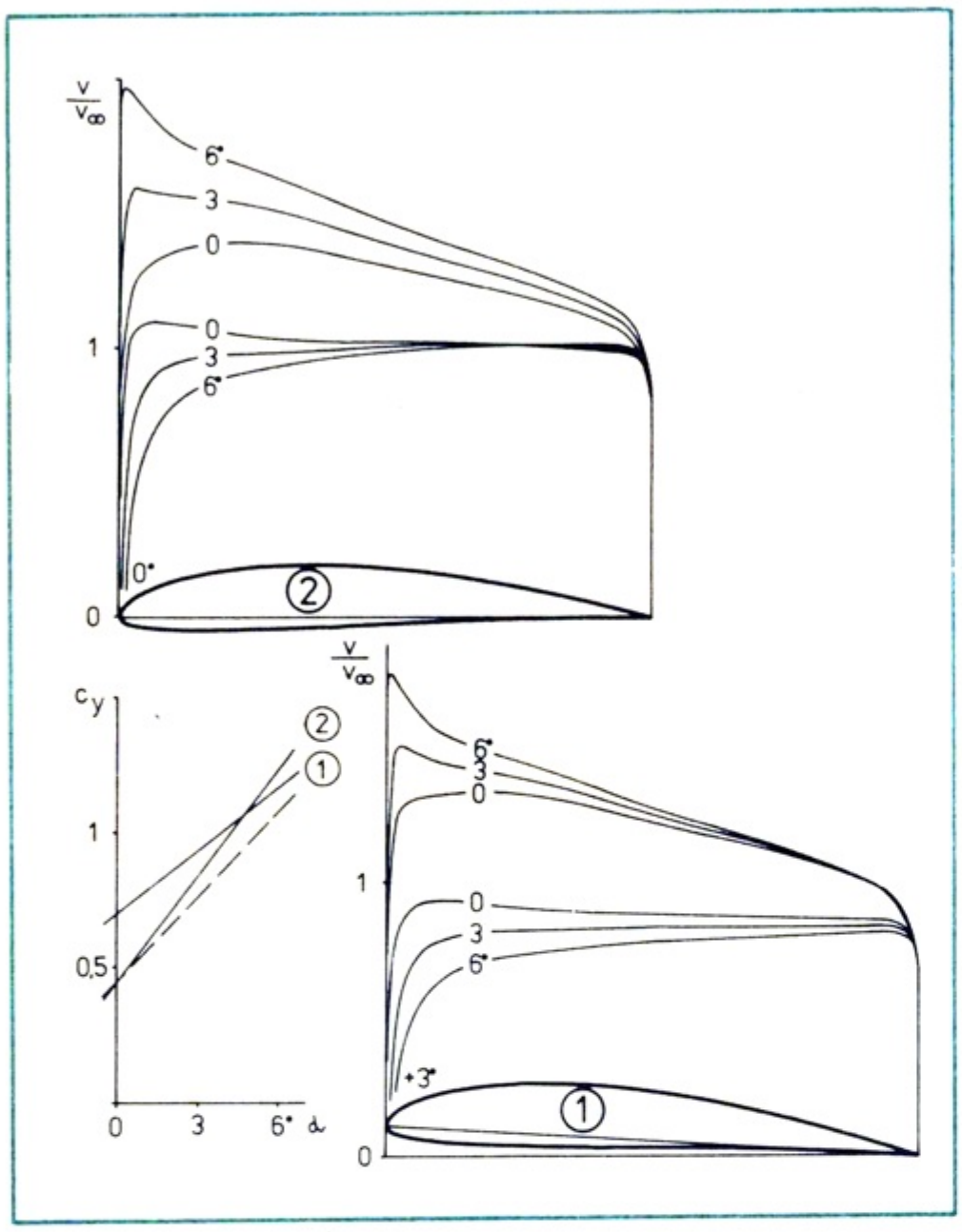


tedy volíme úhel nastavení spodního křídla o 2° až 3° větší než u křídla horního.

Na obr. 6 je příklad dvouplošníku bez stupnění. I zde jsou zřejmé změny na rozložení rychlosti odpovídající vzájemnému působení vírů okolo obou profilů. Vztlakové čáry obou profilů jsou oproti vztlakové čáře izolovaného profilu posunuty dolů, což svědčí o nižší „účinnosti" tohoto uspořádání proti prvnímu příkladu. U takto řešeného modelu můžeme nechat křídla se stejným úhlem nastavení, případně úhel nastavení spodního křídla asi o 0,5° zvětšit.

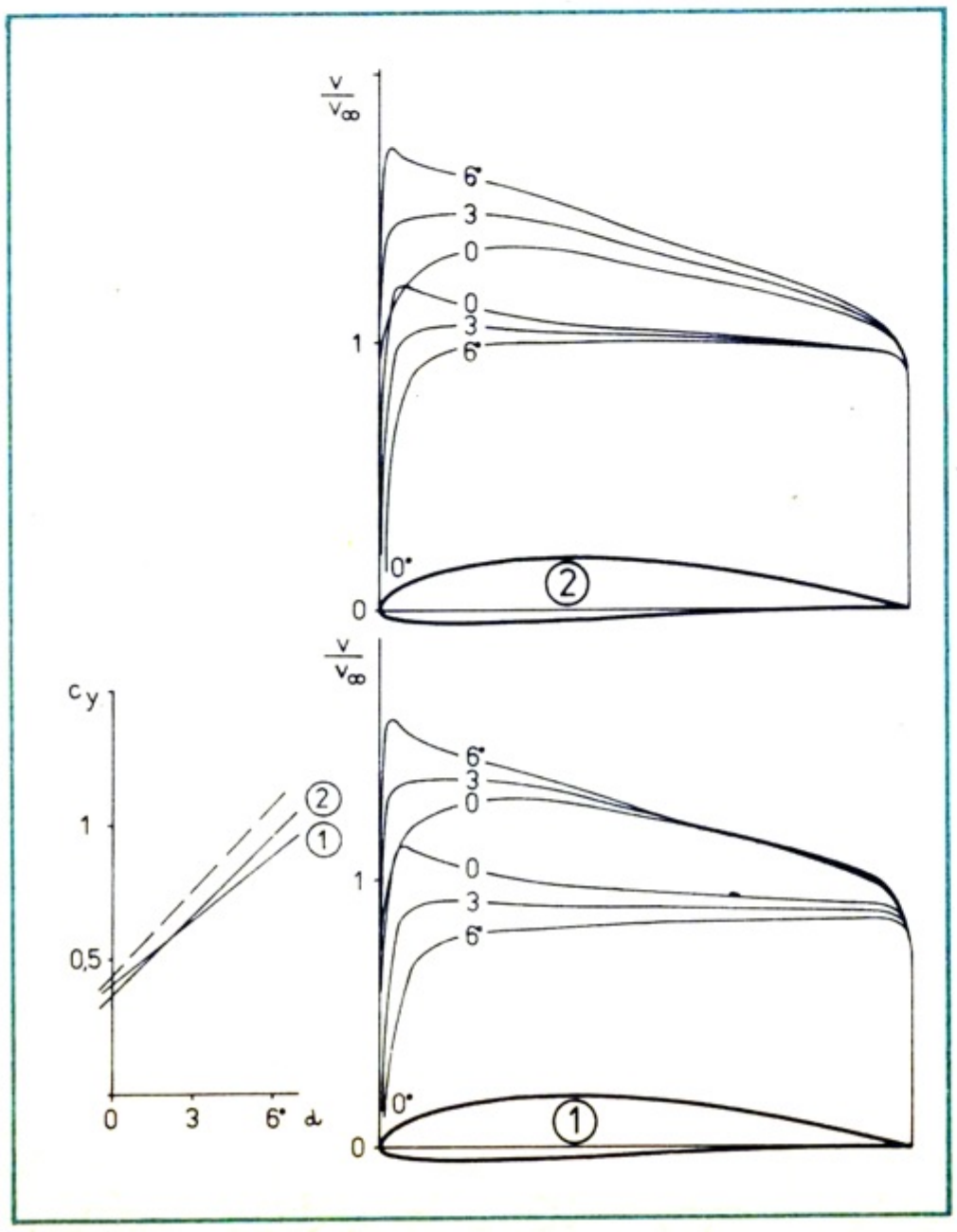
Na obr. 7 a 8 jsou příklady dvouplošníku se záporným stupněním. U stejně nastavených profilů je více zatížen profil spodní. Pro vyrovnání zatížení stačí nastavit horní profil o 1° více než spodní. Tato hodnota je podstatně menší než u kladně stupněného dvouplošníku. Oproti předcházejícím případům si vztlakové čáry obou profilů zachovávají stejný sklon, ale opět jsou posunuty dolů. Problematickou otázkou jsou pádové vlastnosti takto řešeného modelu. Úplav od spodního křídla může ovlivnit i křídlo horní a záleží na konkrétním případu, jak bude model reagovat.

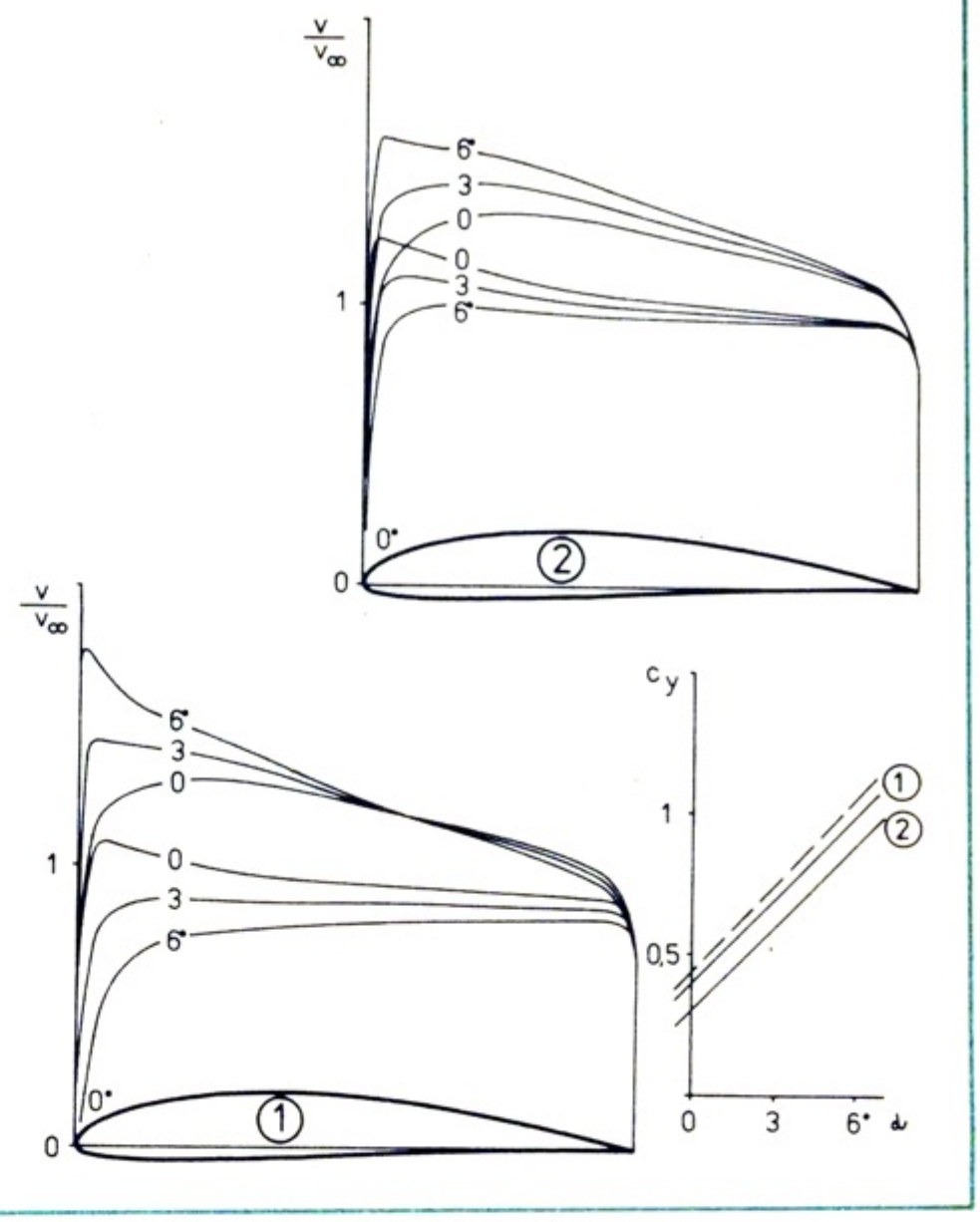
Uvedené poznatky nelze plně použít pro dvouplošníky, které mají značně rozdílná rozpětí či hloubky křídel. Při rozdílném rozpětí se výrazně projevuje vliv prostorového obtékání a vzájemné ovlivnění křídel s rozdílnou hloubkou je rovněž jiné než ve zde uvedených příkladech. Způsob ovlivnění však zůstane zachován. Určitá překvapení na nás mohou čekat v oblasti kritických *Re* čísel — hlavně u modelů kategorie M-ož.



▲ Obr. 5

▼ Obr. 6





▲ Obr. 7

▼ Obr. 8

