

Tato skripta zamýšlejí pokrýt první část kursu aerodynamiky (nízké rychlosti) přednášenou na ČVUT v rozsahu jednoho semestru.

Výběr materiálu zaměřený na leteckou specializaci zahrnuje základy mechaniky tekutin zasahující do leteckých aplikací (základní zákony, potenciální proudění, mezní vrstva), fragmentární údaje o zemské atmosféře jako mediu pro lety letadel, a specifické části podávající úvod do aerodynamiky letounu (profily, křídla).

## O B S A H

1. ÚVOD	.. 7
1.1 Vnitřní struktura plynů	.. 7
1.2 Základní vlastnosti plynů	.. 9
1.21 Vazkost	.. 9
1.22 Stlačitelnost	.. 10
1.3 Základní úlohy proudění a jejich popis	.. 11
2. ATMOSFÉRA	.. 13
2.1 Fyzikální vlastnosti	.. 13
2.2 Mezinárodní srovnávací atmosféra	.. 16
3. KINEMATIKA TEKUTIN	.. 21
3.1 Metody popisující pohyb tekutiny	.. 21
3.11 Lagrangeova metoda	.. 21
3.12 Eulerova metoda	.. 22
3.2 Skalární pole	.. 24
3.3 Proudnice a dráha	.. 25
3.4 Proudové pole a jeho deformace	.. 27
3.5 Cirkulace	.. 30
4. ZÁKLADNÍ ZÁKONY IDEÁLNÍHO PROUDĚNÍ	.. 31
4.1 Zákon o zachování hmoty	.. 31
4.2 Newtonův pohybový zákon	.. 33
4.21 Eulerova rovnice	.. 34
4.22 Integrály Eulerovy rovnice	.. 35
4.23 Bernoulliho rovnice pro nestlačitelná proudová pole	.. 37
4.24 Aplikace Bernoulliho rovnice na měření rychlosti	.. 38
4.3 Věta o změně hybnosti	.. 40
5. POTENCIÁLNÍ PROUDĚNÍ	.. 43
5.1 Rychlostní potenciál	.. 44
5.2 Proudová funkce	.. 46
5.3 Stručné poznámky o komplexních číslech a funkcích	.. 48
5.4 Jednoduché příklady potenciálního proudění	.. 50
5.41 Rovinné proudění	.. 50
1. Mocninová funkce	.. 50
2. Zdroj (propad)	.. 52

3. Dipól	.. 52
4. Potenciální vír	.. 54
5.42 Třírozměrné proudění	.. 55
1. Prostorový zdroj (propad)	.. 55
2. Prostorový dipól	.. 55
5.5 Skládání proudění	.. 56
5.51 Obtékání kruhového válce	.. 56
5.52 Obtékání kruhového válce s cirkulací	.. 57
5.53 Obtékání koule	.. 59
5.6 Konformní zobrazení	.. 60
5.61 Vlastnosti konformních transformací	.. 60
5.62 Použití konformního zobrazení v aerodynamice	.. 62
5.63 Žukovského transformace aplikovaná na kružnici	.. 63
6. VÍŘIVÉ PROUDĚNÍ	.. 70
6.1 Základní představy vířivého proudění	.. 70
6.2 Základní věty vířivého proudění	.. 71
6.3 Vliv víru na rozložení rychlosti	.. 73
6.4 Rozložení rychlostí a tlaku ve víru	.. 74
7. ÚVOD DO APLIKOVANÉ AERODYNAMIKY	.. 76
7.1 Použití dimensionální analýzy v proudění	.. 76
7.2 Bezrozměrné parametry a jejich fyzikální význam	.. 79
7.3 Dimensionální analýza a podobnost	.. 80
7.4 Síly a momenty v aerodynamické souřadné soustavě	.. 82
8. MEZNÍ VRSTVA	.. 84
8.1 Úvodní poznámky o proudění vazkých tekutin	.. 84
8.2 Základní vztahy vazkého proudění	.. 88
8.21 Síly a napětí ve vazkém proudění	.. 88
8.22 Napětí a deformace proudového pole	.. 90
8.23 Stokes - Navierovy rovnice	.. 92
8.3 Rovnice mezní vrstvy	.. 93
8.31 Prandtlovy rovnice mezní vrstvy	.. 93
8.32 Kármánova hybnostní rovnice mezní vrstvy	.. 95
8.33 Okrajové podmínky mezní vrstvy	.. 98
8.4 Laminární mezní vrstva	.. 99
8.41 Laminární mezní vrstva na rovinné desce	.. 99
8.42 Laminární mezní vrstva s tlakovým gradientem	.. 101
8.5 Turbulentní mezní vrstva	.. 102
8.51 Poznámky k turbulenci	.. 102
8.52 Turbulentní mezní vrstva na desce	.. 105
8.53 Přejít do turbulence	.. 107
9. PROFIL	.. 110
9.1 Geometrické charakteristiky profilů	.. 110
9.2 Teorie profilů založená na komplexním potenciálu a konformní transformaci	.. 111
9.21 Aerodynamická síla a moment	.. 111
9.22 Přenos cirkulace při konformní transformaci	.. 114
9.23 Profily navržené transformací Žukovského	.. 115

1. Tvar profilu	.. 115
2. Proudové pole	.. 116
9.24 Další vývoj teorie profilů založené na konformní transformaci	.. 119
9.3 Metoda singularit	.. 120
9.31 Teorie tenkého profilu	.. 121
1. Proudové pole kolem profilu	.. 121
2. Rozložení cirkulace	.. 124
3. Vztlaková čára profilu	.. 125
4. Momentová čára profilu	.. 126
9.32 Symetrický profil o konečné tloušťce při nulovém úhlu náběhu	.. 129
9.4 Vliv mezní vrstvy na vlastnosti profilů	.. 132
9.41 Vztlak	.. 133
9.42 Odpor	.. 135
9.5 Profily v technických aplikacích	.. 138
9.51 Kombinace tloušťkové funkce a střední čáry a jim odpovídající rozložení rychlostí a tlaků	.. 138
9.52 Vývoj profilů	.. 140
9.53 Profilové řady NACA	.. 142
9.54 Prostředky pro zvýšení vztlaku	.. 145
1. Klapky	.. 145
2. Úprava mezní vrstvy	.. 147
10. KŘÍDLO	.. 149
10.1 Geometrické charakteristiky křídel	.. 149
10.11 Půdorys křídla	.. 149
10.12 Bokorys křídla	.. 151
10.13 Nárys křídla	.. 151
10.2 Proudové pole okolo křídla	.. 151
10.3 Teorie nosné čáry	.. 155
10.31 Prandtlůva rovnice křídla	.. 155
10.32 Glauertovo řešení	.. 157
1. Rozložení cirkulace	.. 157
2. Vztlak	.. 159
3. Indukovaný odpor	.. 160
10.33 Multhoppovo řešení	.. 161
1. Bezrozměrná forma Prandtlůvy rovnice	.. 162
2. Aproximační vztah pro rozložení cirkulace	.. 162
3. Řešení rozložení cirkulace	.. 163
10.34 Složky rozložení cirkulace	.. 164
1. Půdorysný tvar a zkroucení křídla	.. 165
2. Klapky a křidélka	.. 167
10.35 Schrenkova metoda	.. 168
10.36 Další vývoj teorie nosné čáry	.. 170
10.4 Maximální vztlak křídla	.. 170
10.41 Maximální součinitel vztlaku	.. 171
10.42 Prostředky pro zvýšení vztlaku	.. 172
10.5 Síly a momenty působící na křídlo	.. 173
10.51 Vztlak	.. 173
10.52 Odpor	.. 175

10.53 Klopivý moment	.. 176
10.6 Vzájemný vliv křídla a blízkých těles	.. 178
10.61 Interference křídla a trupu	.. 178
10.62 Vliv křídla na vodorovné ocasní plochy	.. 179
10.63 Vliv blízkosti země	.. 180