

SPIS TREŚCI

1. Wstęp 13

2. Co o tunelach aerodynamicznych wiedzieć trzeba i warto?15

2.1. Aerodynamika doświadczalna 15

2.2. Liczby podobieństwa 19

2.3. Tunele aerodynamiczne 24

2.4. Rodzaje i zakresy badań w tunelach aerodynamicznych 31

2.5. Perspektywy rozwoju tuneli aerodynamicznych..... 34

3. Tunele aerodynamiczne w Polsce przed rokiem 1939 37

3.1. Instytut Aerodynamiczny w Warszawie37

3.2. Laboratorium Aerodynamiczne Politechniki Lwowskiej 44

3.3. Podlaska Wytwórnia Samolotów PWS w Lublinie..... 45

4. Współczesne tunele aerodynamiczne w Polsce 46

4.1. Instytut Lotnictwa, Zakład Aerodynamiki 46

4.1.1. Tunel małych prędkości T3 o średnicy pomiarowej 5 m 46

4.1.2. Tunel aerodynamiczny małych prędkości T1
o średnicy pomiarowej 1,5 m 52

4.1.3. Tunel aerodynamiczny małej turbulencji 55

4.1.4. Tunel trisoniczny N3 56

4.1.5. Tunel naddźwiękowy N2..... 59

4.2. Politechnika Warszawska – Zakład Aerodynamiki..... 60

4.2.1. Tunel o zmiennej turbulencji..... 60

4.2.2. Tunel aerodynamiczny środowiskowy (przemysłowy)..... 63

4.2.3. Tunel aerodynamiczny lotniczy..... 64

4.2.4. Tunel transoniczny/supersoniczny 65

4.2.5. Tunel łopatkowy do badań palisad 67

4.2.6. Tunel małej turbulencji..... 68

4.2.7. Tunel aerodynamiczny o średnicy 0,5 m..... 70

4.2.8. Tunel aerodynamiczny do badań korkociągu..... 70

4.2.9. Tunel aerodynamiczny do badania warstwy przyściennej 71

4.2.10. Tunel naddźwiękowy..... 71

4.2.11. Tunel hipersoniczny 72

4.2.12. Tunel wodny 73

4.3.	Politechnika Rzeszowska.....	74
4.3.1.	Tunel aerodynamiczny małych prędkości	75
4.3.2.	Tunel aerodynamiczny do badań śmigieł lotniczych (z komorą Eiffela).....	77
4.3.3.	Tunel aerodynamiczny w układzie otwartym	78
4.3.4.	Tunel aerodynamiczny naddźwiękowy	79
4.3.5.	Inne tunele na Politechnice Rzeszowskiej.....	80
4.4.	Wojskowa Akademia Techniczna.....	81
4.4.1.	Tunel aerodynamiczny o średnicy $\varnothing$ 1,1 m.....	82
4.4.2.	Dwa tunele aerodynamiczne o średnicy $\varnothing$ 0,5 m.....	83
4.4.3.	Tunel aerodynamiczny naddźwiękowy	84
4.4.4.	Tunel wodny	86
4.5.	Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku....	87
4.5.1.	Tunel aerodynamiczny dwóch prędkości $V = 6$ m/s lub 100 m/s.....	88
4.5.2.	Tunel aerodynamiczny naddźwiękowy (IMP PAN).....	89
4.5.3.	Tunel o obiegu otwartym do badań palisad łopatkowych	90
4.5.4.	Tunel aerodynamiczny do badań zaburzeń okresowych	90
4.5.5.	Tunel wodny	90
4.5.6.	Tunel wiatrowy w Jabłonnej.....	91
4.5.7.	Tunel kawitacyjny	93
4.5.8.	Tunel do badań struktur przepływu w systemach wymenników ciepła oraz elektrofiltrów	93
4.5.9.	Tunel do badań wymenników ciepła w przepływie	94
4.6.	Politechnika Krakowska, Laboratorium Inżynierii Wiatrowej	95
4.7.	Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny	98
4.8.	Politechnika Lubelska, Katedra Termodynamiki Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych	98
4.9.	Akademia Górniczo-Hutnicza, Laboratorium Odnawialnych Źródeł Energii	99
4.10.	Politechnika Śląska w Gliwicach. Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych.....	100
4.10.1.	Tunel aerodynamiczny o zamkniętym obiegu powietrza i z zamkniętą komorą pomiarową.....	100
4.10.2.	Tunel aerodynamiczny otwarty z zamkniętą komorą pomiarową ..	100
4.10.3.	Tunel parowy.....	101
4.11.	Politechnika Częstochowska, Instytut Maszyn Ciepłych	102
4.11.1.	Tunel aerodynamiczny typu wiatrowego 1	102
4.11.2.	Tunel aerodynamiczny typu wiatrowego 2	102
4.11.3.	Tunel aerodynamiczny do badań palisad.....	103
4.11.4.	Tunel aerodynamiczny do badań palisad łopatek.....	104

4.12. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie	105
4.13. Politechnika Gdańska, Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa.....	106
4.13.1. Tunel wodny – kawitacyjny	106
4.13.2. Tunel aerodynamiczny o obiegu otwartym	107
4.14. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	107
4.14.1. Tunel aerodynamiczny o obiegu zamkniętym.....	107
4.14.2. Tunel aerodynamiczny przelotowy Eiffela.....	109
4.15. Politechnika Łódzka, Instytut Maszyn Przepływowych	110
4.15.1. Tunel aeroakustyczny do badań akustyczno-przepływowych..	110
4.15.2. Tunel aerodynamiczny do badań profili łopatkowych oraz do automatycznego wzorcowania sond do pomiaru przepływu stacjonarnego i niestacjonarnego o prędkości przepływu do $Ma = 0,8$	111
4.16. Politechnika Poznańska.....	112
4.17. Polska Akademia Nauk w Krakowie, Instytut Mechaniki Górotworu..	112
4.17.1. Laboratoryjny tunel aerodynamiczny z termooanemometrycznym systemem pomiarowym	112
4.17.2. Tunel aerodynamiczny – laboratorium wzorcujące wentylacyjne przyrządy pomiarowe	114
4.18. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Rolniczej ..	115
4.19. Centrum Techniki Okrętowej.....	116
4.19.1. Tunel aerodynamiczny do badań oddziaływania wiatru na obiekty pływające	116
4.19.2. Tunel wodny – kawitacyjny	116
4.20. LAB – El Elektronika Laboratoryjna Reguły KOŁO Warszawy.....	117
4.21. Pionowe tunele aerodynamiczne – symulatory swobodnego spadania	118
4.21.1. Flyspot Warsaw Indoor Skydiving	118
4.21.2. Freefly Center Leszno	120
4.21.3. Flyspot Katowice Indoor Skydiving.....	121
4.21.4. MaxFly Bydgoszcz.....	121
4.21.5. Aerotunel Mobilny „Aeroplanet”	123
4.21.6. Tunel Pionowy w Leźnicy Wielkiej	124
4.22. Podsumowanie	125
5. Tunele aerodynamiczne – publikacje polskich autorów	127
6. Międzynarodowe stowarzyszenia ośrodków badań aerodynamicznych.....	143
6.1. Supersonic Tunnel Association, International (STAI)	143
6.2. European Windtunnel Association (EWA).....	144

6.3.	European Windtunnel Association, Francja	145
6.4.	Climatic Automotive Windtunnel Association (CAWA).....	145
6.5.	International Bodyflight Association	146
7.	Ośrodki badań aerodynamicznych	147
7.1.	NASA.....	147
7.2.	Arnold Engineering Development Center (AEDC).....	152
7.3.	ONERA – Francja	156
7.4.	DNW niemiecko-holenderskie tunele aerodynamiczne.....	161
7.5.	National Wind Tunnel Facility (NWTf) – Wielka Brytania.....	164
7.6.	Centralny Instytut Hydroaerodynamiczny CAGI – Rosja	168
7.7.	AVIC Aerodynamics Research Institute – Chiny.....	171
7.8.	Indian Space Research Organisation (ISRO) – Indie.....	173
7.9.	National Research Council – Kanada	177
7.10.	Vuskumny a Skusebny Letecký Ústav VZLU – Czechy	178
8.	Największe tunele aerodynamiczne	181
8.1.	NASA Ames National Full Scale Aerodynamic Complex USA.....	181
8.2.	Tunel aerodynamiczny T101 CAGI – Rosja.....	184
8.3.	Tunel aerodynamiczny S1MA ONERA – Francja	185
8.4.	Tunel aerodynamiczny okołodźwiękowy, kriogeniczny (ETW) – Kolonia Niemcy	188
8.5.	GE Aviation Icing Wind Tunnel (GEAIWT) w Kanadzie	190
8.6.	Tunel aerodynamiczny lodowy IWT (Icing Wind Tunnel) CIRA we Włoszech	191
8.7.	Tunel aeroakustyczny Centrum Rozwoju Mercedes-Benz w Sindelfingen	193
8.8.	Tunel aerodynamiczny General Motors (GM) – Michigan, USA.....	194
8.9.	Tunel hipersoniczny JF-12 – Chiny	195
8.10.	Transoniczny tunel aerodynamiczny T128 CAGI – Rosja.....	196
8.11.	Podsumowanie.....	198
9.	Specjalne tunele aerodynamiczne	199
9.1.	Wysokociśnieniowy tunel aerodynamiczny HDG Getynga – Niemcy.....	199
9.2.	Tunel pionowy do badań korkociągu CAGI T105 w Rosji	200
9.3.	Numeryczny tunel aerodynamiczny (NWT) – Narodowe Laboratorium Lotnicze i Kosmiczne – Japonia	202
9.4.	Tunel aerodynamiczny V/STOL BVWT Boeing USA	203
9.5.	Tunel aeroakustyczny – Aero-Acoustic Aerospace and Ocean Virginia Tech – USA	205
9.6.	Tunel plazmowy CIRA SCIROCCO – Włochy.....	206
9.7.	Tunel agrorolniczy ATB Leibniz – Institut für Agrartechnik und Bioökonomie, Niemcy	207

9.8. Tunele do badań palisad profili – tunele kaskadowe	208
9.9. Tunel inżynierii wiatrowej w Wielkiej Brytanii.....	213
9.10. Tunele aerodynamiczne Instytutu Śniegu i Lawin w Szwajcarii	214
9.11. Tunel Aerodynamiczny kolejowy – Wiedeń, Austria	216
9.12. Tunel dużych wysokości AWT NASA Glenn Research Center – USA.....	218
9.13. Tunel aerodynamiczny niskiej turbulencji do badania lotu ptaków – Szwecja	219
9.14. Tunel do badania lotu owadów w Niemczech	221
9.15. Tunel do badania odporności na warunki klimatyczne wielkich pojazdów Scania, Södertälje, Szwecja.....	222
9.16. Tunel z instalacją przepływu wtórnego – Instytut Lotnictwa Warszawa, Polska	224
9.17. Tunel aerodynamiczny Ferrari F-1, Kalifornia, USA	224
9.18. Tunel aerodynamiczny do badania możliwości lotu substancji chemicznych wydzielanych przez organizmy żywe – Japonia.....	226
9.19. Tunel aerodynamiczny dla klientów sieci handlowej Debenhans, Wielka Brytania	227
9.20. Podsumowanie	228
10. Podsumowanie i wnioski	229
11. Bibliografia	233