

Spis treści

Wstęp	i
-------	---

CZĘŚĆ I. BIOMECHANIKA OGÓLNA

1. Metody doświadczalne biomechaniki

1.1. Ocena właściwości mechanicznych kości (Mazurkiewicz S.)	1
1.1.1 Budowa tkanki kostnej	1
1.1.2 Zagadnienia związane z metodyką badań kości	3
1.1.3 Zmiana własności w zależności od anatomicznego usytuowania i wieku biologicznego	5
1.1.4 Zastosowanie mechaniki pęknięcia do oceny własności mechanicznych kości	8
1.1.5 Ocena własności dynamicznych tkanki kostnej za pomocą metody DMTA	11
1.1.6 Zagadnienia wiercenia w kości	14
Bibliografia	16
1.2. Badanie właściwości mechanicznych struktur tkankowych (Będziński R., Gawin E.)	21
1.2.1 Właściwości mechaniczne materiałów tkankowych i ich charakterystyki	21
1.2.1.1 Badania wytrzymałościowe	22
1.2.1.2 Wyznaczanie właściwości mechanicznych tkanki kostnej	23
1.2.1.3 Wyznaczanie właściwości mechanicznych tkanek miękkich	27
1.2.2 Teoria przebudowy tkanki kostnej	30
1.2.3 Metody diagnostyki i badań tkanki kostnej	30
1.2.3.1 Wyznaczanie właściwości radiologicznych tkanki kostnej z wykorzystaniem tomografii komputerowej	31
1.2.4 Wyznaczanie ortotropowych właściwości mechanicznych tkanki kostnej. Badania własne	32

1.2.4.1	Wyznaczanie gęstości radiologicznej	32
1.2.4.2	Wyznaczanie ortotropowych właściwości mechanicznych elementów kostnych na podstawie badań na maszynach wytrzymałościowych	34
1.2.4.3	Wyznaczanie odkształceń próbek z wykorzystaniem metod optycznych Electronic Speckle Pattern Interferometry	35
1.2.4.4	Badania ultradźwiękowe w odniesieniu do badań struktur kostnych	37
1.2.4.5	Badania mikrostruktury tkanki kostnej: obserwacja struktur tkankowych z wykorzystaniem mikroskopu skaningowego oraz badania histologiczne	39
	Bibliografia	41

1.3. Metody doświadczalne w implantologii (Będziński R., Szotek S.) 43

1.3.1	Wprowadzenie	43
1.3.2	Metody elastooptyczne	47
1.3.3	Zastosowania interferometrii holograficznej	49
1.3.4	Zastosowanie metod fotografii oraz interferometrii plamkowej	52
1.3.5	Zastosowanie tensometrii oporowej	58
1.3.6	Zastosowanie metody mory	59
1.3.7	Badania preparatów kręgosłupa szyjnego	59
1.3.8	Prognozy rozwoju niektórych gałęzi medycyny	61
1.3.9	Podsumowanie	62
	Bibliografia	62
	Słownik	65

1.4. Elektromechaniczne procedury diagnostyki i terapii w rehabilitacji (Dyszkiewicz A., Wróbel Z.) 67

1.4.1	Wprowadzenie	67
1.4.2	Komputerowa plurimetria jako obiektywna procedura opisu ruchomości stawów	69
1.4.3	System oceny patologii chodu z zastosowaniem przestrzennej analizy akcelerometrycznej	73
1.4.4	Akcelerometryczna diagnostyka narządu równowagi oraz monitorowanie procesu leczenia	78
1.4.5	System przestrzennej analizy toru oddychania	81

1.4.6	Pomiar siły i wytrzymałości mięśniowej w ocenie efektów kinezyterapii	84
1.4.7	Interaktywna procedura testowania progu czucia impulsu elektrycznego w diagnostyce sensorycznego unerwienia kończyn	88
1.4.8	System pomiaru kąta zgięcia i wyprostu w stawie biodrowym	89
1.4.9	System automatycznej i płynnej regulacji obciążenia do wyciągów szyjnych	94
1.4.10	System elektromechanicznej redresji przykurczu stawów w osmotycznym i elektroosmotycznym gradiencie lekowym	99
1.4.11	Elektro-mechaniczna rehabilitacja pacjentów po urazach oraz udarach niedokrwienych mózgu i rdzenia kręgowego	103
	Bibliografia	109

2. Analiza i modelowanie układu mięśniowo - szkieletowego człowieka

2.1.	Biomechanika kręgosłupa (Będziński R., Pezowicz C., Szust A.)	113
2.1.1	Wprowadzenie	113
2.1.2	Elementy anatomii i fizjologii kręgosłupa	114
2.1.3	Wady postawy	120
2.1.4	Mechanizmy przeciążeniowe i zjawisko niestabilności	123
2.1.5	Modele obciążeniowe kręgosłupa	129
2.1.6	Systemy stabilizacji kręgosłupa	136
2.1.7	Wymagania i zadania stawiane implantom kręgosłupowym	141
2.1.8	Badania doświadczalne	143
2.1.9	Badania postawy ciała	150
2.1.10	Modele i symulacje numeryczne kręgosłupa człowieka	153
	Bibliografia	155
	Słownik	158

2.2.	Biomechanika stawu biodrowego i kolanowego (Będziński R., Ścigała K.)	159
2.2.1	Biomechanika stawu biodrowego	159
2.2.1.1	Modele obciążeń stawu biodrowego	159

2.2.1.2	Problemy protezowania stawu biodrowego . . .	163
2.2.1.3	Badania eksperymentalne stawu biodrowego . .	165
2.2.1.4	Modelowanie MES kości udowej z trzpieniem endoprotezy stawu biodrowego	170
2.2.2	Biomechanika stawu kolanowego	173
2.2.2.1	Modele obciążeń stawu kolanowego	173
2.2.2.2	Problemy protezowania stawu kolanowego . . .	177
2.2.2.3	Badania eksperymentalne stawu kolanowego . .	178
2.2.2.4	Modelowanie MES kości piszczelowej z komponentem protezy stawu kolanowego	182
	Bibliografia	188
	Słownik	190

2.3. Modelowanie numeryczne stanów naprężenia i odkształcenia oraz przemieszczeń w układzie kości miednicy człowieka (Dąbrowska-Tkaczyk A.M.) 193

2.3.1	Wprowadzenie	193
2.3.2	Budowa anatomiczna i charakter połączeń elementów kostnych kości miednicy	195
2.3.3	Własności mechaniczne tkanek i struktur kostnych . . .	196
2.3.4	Przegląd modeli numerycznych kości miednicy człowieka	198
2.3.5	Model numeryczny składający się z elementów powłokowych	202
2.3.5.1	Warunki brzegowe w przemieszczeniach	203
2.3.5.2	Warunki obciążenia modelu	205
2.3.6	Badanie stanu naprężenia i przemieszczeń w kości miednicy człowieka dla różnych założeń modelowych	207
2.3.6.1	Maksymalne naprężenia zredukowane dla modeli obciążeń ekstremalnych MF1, MF2	208
2.3.6.2	Wpływ hipotez wyężeniowych	210
2.3.6.3	Maksymalne naprężenia zredukowane dla modeli obciążeń fizjologicznych MF3-MF8	212
2.3.6.4	Rozkłady i obszary koncentracji naprężeń dla wybranych modeli obciążenia	214
2.3.7	Dyskusja wyników i wnioski	217
	Bibliografia	219

2.4. Wyznaczanie obciążeń układu mięśniowo-szkieletowego (Dietrich M., Kędzior K., Zagrajek T.) 223

2.4.1	Wstęp	223
-------	-----------------	-----

2.4.2	Metody badań	226
2.4.2.1	Badania doświadczalne	227
2.4.2.2	Badania modeli matematycznych	231
	Bibliografia	256
2.5.	Nieliniowa analiza deformacji układu kręgosłupa z uwzględnieniem stateczności (Dietrich M., Kędzior K., Zagrajek T.)	259
2.5.1	Wstęp	259
2.5.2	Nieliniowe równania równowagi układu składającego się z obszarów sztywnych i elastycznych obciążonych siłami zachowawczymi i niezachowawczymi	260
2.5.3	Deformacje układu kręgosłupa przy obciążeniu symetrycznym	269
2.5.4	Podsumowanie	274
	Bibliografia	276
3.	Modelowanie tkanek	
3.1.	Anizotropowe modele konstytutywne tkanek miękkich (Telega J.J., Jemioło S.)	277
3.1.1	Wstęp	277
3.1.2	Wybrane techniki doświadczalne badania tkanek miękkich	278
3.1.3	Związki konstytutywne dla ortotropowych, transwersalnie izotropowych i izotropowych tkanek miękkich	280
3.1.4	Przykład modelowania procesów aktywnych	285
3.1.5	Uwagi końcowe	289
	Bibliografia	290
3.2.	Przebudowa tkanki kostnej: ewolucja pojęć i modele (Telega J.J., Lekszycki T.)	291
3.2.1	Wprowadzenie	291
3.2.2	Adaptacyjna teoria sprężystości	293
3.2.3	Przebudowa powierzchniowa	295
3.2.4	Mikrouszkodzenia a przebudowa tkanki kostnej	295
3.2.5	Modele mechano-biologiczne	296
3.2.6	Modele oparte na optymalizacji	297
3.2.7	Uwagi końcowe	301
	Bibliografia	301

4. Modelowanie przepływu krwi w sąsiedztwie sztucznych zastawek serca (Wojnarowski J., Mirola K.)	305
4.1 Wprowadzenie	305
4.2 Zastawka aorty w układzie krążenia	307
4.3 Metody oceny charakterystyk przepływowych	311
4.4 Modelowanie opływu zastawek aorty	314
4.5 Model sieciowy w hemodynamice układu krążenia	323
4.6 Podsumowanie	325
Bibliografia	326

CZĘŚĆ II. BIOMECHANIKA MEDYCZNA

5. Lokomocja człowieka

5.1. Funkcje kompensacyjne w chodzie patologicznym (Seyfried A., Wit A., Dudziński R., Kwaśniewski R.)	329
5.1.1 Wprowadzenie	329
5.1.2 Metodologia badań	331
5.1.2.1 Analiza kinematograficzna	331
5.1.2.2 Pomiar rozkładu siły nacisku stopy na podłoże	332
5.1.2.3 Pomiar aktywności bioelektrycznej mięśni (EMG)	333
5.1.3 Wyniki badań	334
5.1.4 Podsumowanie	347
Bibliografia	347
5.2. Analiza chodu w praktyce klinicznej (Syczewska M., Lebedowski M., Kalinowska M.)	351
5.2.1 Wstęp	351
5.2.2 Ocena chodu w praktyce klinicznej	352
5.2.3 Kliniczna analiza chodu oparta na obserwacji	355
5.2.4 Ilościowe i obiektywne metody analizy chodu stosowane w klinice	357
5.2.5 Przykłady zastosowania ilościowej i obiektywnej analizy chodu w praktyce klinicznej	361
5.2.6 Zmiany stereotypu chodu z wiekiem	364
Bibliografia	366

5.3. Ocena chodu człowieka za pomocą sztucznych sieci neuronowych (Jaworek K., Derlatka M.)	371
5.3.1 Wprowadzenie	371
5.3.2 Metody sztucznej inteligencji w analizie i ocenie chodu .	372
5.3.3 Sztuczne sieci neuronowe	373
5.3.4 Wybrane zastosowania sieci neuronowych w biomechanice chodu człowieka	377
5.3.5 Przykładowe zastosowanie sieci neuronowych do oceny chodu człowieka	378
5.3.6 Podsumowanie	385
Bibliografia	386

6. Biotribologia

6.1. Biotribologia stawów człowieka (Gierzyńska-Dolna M.)	389
6.1.1 Pojęcie biotribologii jako dziedziny wiedzy	389
6.1.2 Mechaniczna i funkcjonalna charakterystyka stawów jako naturalnych biołożysk człowieka	390
6.1.2.1 Staw biodrowy	391
6.1.2.2 Staw kolanowy	393
6.1.2.3 Staw ramienny	394
6.1.3 Procesy tribologiczne, występujące w stawach człowieka	394
6.1.3.1 Rola płynów ustrojowych (cieczy synowialnej) w procesach tribologicznych występujących w stawach człowieka	397
6.1.3.2 Zmiany chorobowe i mechaniczne stawów i ich wpływ na procesy tribologiczne	397
6.1.4 Endoprotezoplastyka stawów	399
6.1.4.1 Cele i zadania endoprotezoplastyki	400
6.1.4.2 Modelowanie stawów człowieka przez endoprotezy	401
6.1.4.3 Procesy tribologiczne występujące w endoprotezoplastyce stawów	407
6.1.4.4 Produkty zużycia i ich rola w procesach utraty stabilności endoprotez	414
6.1.5 Metody wyznaczania oporów tarcia i zużycia endoprotez. Symulatory do badań endoprotez	418
6.1.6 Kierunki badań i rozwoju biotribologii	425
Bibliografia	426

6.2. Biotribologia stawu biodrowego (Dąbrowski J.)	431
6.2.1 Staw biodrowy jako system biotribologiczny	431
6.2.2 Procesy tribologiczne w naturalnym stawie biodrowym .	432
6.2.3 Sztuczny staw biodrowy	435
6.2.4 Rozwój biomateriałów na elementy trące endoprotez . .	436
Bibliografia	442
 7. Osteosynteza i osteointegracja w implantologii	
7.1. Biomechaniczne problemy w osteosyntezie (Będziński R., Filipiak J.)	445
7.1.1 Różnicowanie się tkanek w szczelinie złamania	448
7.1.2 Dynamizacja miejsca zespolenia odłamów kostnych . . .	450
7.1.3 Stabilizacja kości w osteosyntezie	453
7.1.4 Właściwości mechaniczne stabilizatorów	454
7.1.5 Zastosowanie stabilizatorów zewnętrznych w praktyce klinicznej	457
7.1.6 Wydłużanie kończyn za pomocą stabilizatora Ilizarowa .	458
7.1.6.1 Stabilizacja złamań z użyciem gwoździ śródszpikowych	463
7.1.7 Przyszłość systemów stabilizacji kości długich	465
Bibliografia	466
 7.2. Kliniczne i biomechaniczne aspekty przebiegu osteointegracji endoprotez stawu biodrowego (Dragan S.)	469
7.2.1 Patomechanizm zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego - możliwości odtworzenia prawidłowych warunków anatomicznych i biomechanicznych chorego biodra . . .	470
7.2.2 Wybrane aspekty biomechaniczne całkowitej endoprotezoplastyki stawu biodrowego	471
7.2.3 Techniki mocowania endoprotez stawu biodrowego w łożysku kostnym	477
7.2.4 Badania własne - założenia i cel badań	481
7.2.5 Badania własne - materiał i metoda	482
7.2.6 Badania własne - wyniki	483
7.2.7 Badania własne - dyskusja	487
7.2.8 Badania własne - wnioski	489
Bibliografia	490

7.3. Osteosynteza stabilizatorami płytkowymi (Marciniak J., Ramotowski W.)	493
Bibliografia	511
Słownik	514
7.4. Biomechaniczne podstawy osteosyntezy "Zespol" (Granowski R., Sygnatowicz J.)	519
7.4.1 Wstęp	519
7.4.2 Rodzaje zespolen kości metodą ZESPOL	520
7.4.2.1 Zespolenia bez osiowego docisku odłamów kostnych	521
7.4.2.2 Zespolenia dociskowe	525
7.4.3 Ruchomość odłamów kostnych w zespoleniach stabilizatorami ZESPOL	527
7.4.4 Obciążenia poosiowe	528
7.4.5 Obciążenia gnące w płaszczyźnie symetrii podłużnej stabilizatora	532
7.4.6 Obciążenia gnące w płaszczyźnie płytki	534
7.4.7 Obciążenia skrętne	537
7.4.8 Podsumowanie	540
Bibliografia	540
7.5. Badania nad wpływem czynników biologicznych i biomechanicznych na przebieg regeneracji kostnej w osteogenezie dystrykcyjnej goleni (Krawczyk A.)	543
Bibliografia	559
7.6. Zmiany w konstrukcji stabilizatora zewnętrznego Ilizarowa poprawiające jego funkcjonalność i stabilność odłamów kostnych (Morasiewicz L.)	563
7.6.1 Osteogeneza dystrykcyjna w wydłużaniu i korekcji osi kończyn	563
7.6.2 Stabilizator zewnętrzny Ilizarowa	564
7.6.3 Modyfikacje konstrukcji stabilizatora Ilizarowa	568
7.6.4 Własności biomechaniczne różnych konstrukcji stabilizatora Ilizarowa stosowanego do wydłużania w dalszej części uda	577
Bibliografia	578

8. Funkcjonalna elektrostymulacja w uszkodzeniach rdzenia kręgowego (Kiwerski J., Paśniczek R.)	581
8.1 Zastosowanie funkcjonalnej elektrostymulacji w paraplegii	583
8.2 Funkcjonalna stymulacja w leczeniu następstw uszkodzeń rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym	590
8.3 Stymulacja uszkodzonego rdzenia kręgowego	607
Bibliografia	608
9. Wytrzymałościowe aspekty biomechaniki żuchwy (Milewski G.)	613
9.1 Wstęp	613
9.2 Własności wytrzymałościowe tkanek kostnych żuchwy .	615
9.3 Numeryczna analiza wytrzymałościowa stosowania autogennych przeszczepów w rekonstrukcji żuchwy	618
9.4 Analiza wytrzymałościowa zespolenia minipłytkowego w osteosyntezie złamań trzonu żuchwy	622
Bibliografia	626

CZĘŚĆ III. BIOMECHANIKA SPORTU

10. Analiza biomechaniczna obciążeń w sporcie

10.1. Obciążenie układu ruchu w sporcie (Rutkowska-Kucharska A., Bober T., Serafin R.)	631
10.1.1 Wprowadzenie	631
10.1.2 Obciążenie układu ruchu w sporcie gimnastycznym . . .	637
10.1.3 Obciążenia układu ruchu w gimnastyce sportowej; przykład z badań własnych	639
10.1.4 Podsumowanie	643
Bibliografia	643
10.2. Biomechaniczna analiza obciążeń treningowych (Urbanik C.)	649
10.2.1 Obciążenie treningowe, metody pomiaru	649
10.2.2 Ogólna charakterystyka składowych obciążenia	652
10.2.3 Zastosowanie trenażerów w dozowaniu obciążeń treningowych	653
10.2.4 Ocena skuteczności treningu o różnych składowych obciążenia	654
Bibliografia	658

11. Ocena stanu wytrenowania sportowców na podstawie pomiarów biomechanicznych (Trzaskoma Z., Buśko K., Gajewski J.)	663
11.1 Wprowadzenie	663
11.2 Pomiary siły mięśniowej i mocy	664
11.2.1 Pomiary maksymalnych momentów sił mięśniowych w warunkach statycznych	664
11.2.2 Pomiar skoczności oraz mocy mięśni kończyn dolnych i tułowia	666
11.2.3 Pomiar obniżenia mocy mięśni kończyn dolnych i tułowia oraz wysokości wyniesienia środka masy ciała w serii wyskoków (test "20 wyskoków")	667
11.3 Wyznaczanie charakterystyk biomechanicznych siła-prędkość i moc-prędkość mięśni kończyn dolnych	668
11.4 Ilościowa ocena zmęczenia lokalnego na podstawie zmian drżenia fizjologicznego	671
11.4.1 Akcelerometryczna metoda pomiaru drżenia	672
11.5 Podsumowanie	675
Bibliografia	675
Słownik	678

12. Współzawodnictwo sportowe jako optymalny proces decyzyjny (Maroński R.)	681
12.1 Wprowadzenie	681
12.2 Rzuty	685
12.3 Narciarstwo	686
12.4 Kolarstwo	689
12.5 Biegi, pływanie	691
12.6 Podsumowanie	693
Bibliografia	693

CZĘŚĆ IV. BIOMECHANIKA PRACY, UKŁADY CZŁOWIEK - MASZYNA

13. Biomechanika w ergonomii (Roman-Liu D.)	699
13.1 Podstawowe zagadnienia biomechaniki pracy	699
13.1.1 Choroby i dolegliwości zwyrodnieniowo-przeciążeniowe układu mięśniowo-szkieletowego	699

13.1.2	Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego w zależności od czynników biomechanicznych definiujących warunki pracy	702
13.1.3	Metody oceny obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego w biomechanice pracy	709
13.1.4	Ręczny transport ładunków	714
13.1.5	Podsumowanie	716
	Bibliografia	717

14. Oddziaływanie dynamiczne w układzie człowiek - pojazd

14.1.	Badanie oddziaływań dynamicznych w systemie człowiek - techniczne środki transportu (Nader M.)	725
14.1.1	Wstęp	725
14.1.2	Zagadnienia budowy systemu człowiek - techniczne środki transportu	727
14.1.3	Analiza przepływu energii w systemie człowiek - techniczne środki transportu	733
14.1.4	Podsumowanie	740
	Bibliografia	741

14.2.	Wybrane zagadnienia biomechaniki zderzeń (Konarzewski K., Matyjewski M., Rzymkowski C.)	747
14.2.1	Wstęp	747
14.2.2	Źródła danych dotyczących wypadków, skale obrażeń . .	752
14.2.2.1	Statystyki	752
14.2.2.2	Bazy danych	753
14.2.2.3	Skale obrażeń	755
14.2.2.3.1	Skale anatomiczne	756
14.2.2.3.2	Skale zmniejszenia kalectwa i strat społecznych	758
14.2.2.4	Kryteria odporności biomechanicznej człowieka	759
14.2.2.4.1	Kryteria odporności biomechanicznej głowy na obciążenia udarowe	761
14.2.2.4.2	Odporność biomechaniczna szyi . . .	764
14.2.2.4.3	Kryteria odporności biomechanicznej klatki piersiowej.	765
14.2.2.4.4	Kryteria odporności biomechanicznej jamy brzusznej	768

14.2.2.4.5	Kryterium odporności biomechanicznej dla kończyn dolnych	769
14.2.2.5	Systemy zmniejszania zagrożenia	771
14.2.3	Metody badań eksperymentalnych	772
14.2.3.1	Manekiny	772
14.2.3.2	Testy stosowane w biomechanice zderzeń	774
14.2.4	Własne badania eksperymentalne	775
14.2.4.1	Zderzenie czołowe małego samochodu	775
14.2.4.1.1	Przebieg testów zderzeniowych	776
14.2.4.1.2	Wyniki	777
14.2.4.1.3	Dyskusja i wnioski	779
14.2.4.2	Badania dynamiczne kołnierza ubioru ochronnego	780
14.2.5	Metody komputerowe biomechaniki zderzeń	781
14.2.5.1	Przegląd metod komputerowych stosowanych w biomechanice zderzeń	782
14.2.5.2	Przykłady własne zastosowania metod komputerowych do rozwiązywania zadań z zakresu biomechaniki zderzeń	783
14.2.5.2.1	Ocena wpływu punktów mocowania pasów samochodowych na bezpieczeństwo kierowcy/pasażera	783
14.2.5.2.2	Ocena wpływu elementów tłumiących siedzenia w szybowcu na wielkość obciążeń przenoszonych na kręgosłup pilota w czasie "twardego lądowania" . .	784
14.2.5.2.3	Analiza wybranych mechanizmów powstawania urazów aparatu więzadłowego stawu kolanowego w narciarstwie zjazdowym	786
14.2.6	Porównanie wyników badań eksperymentalnych i symulacyjnych na przykładzie <i>crash testu</i> małego samochodu .	788
14.2.6.1	Porównanie wybranych parametrów	789
14.2.6.2	Wnioski	790
14.2.7	Podsumowanie, kierunki badań na najbliższe lata	792
	Bibliografia	793

15. Zarys biomechaniki sądowej (Erdmann W.S.) 799

15.1	Postępowanie procesowe	799
15.2	Biegły sądowy i jego opinia	800
15.3	Opinie sądowe z zakresu biomechaniki	802

15.4	Uwagi końcowe	806
	Bibliografia	807
16.	Biomechanika w astronautyce (Erdmann W.S.)	811
16.1	Historia podboju Kosmosu	811
16.2	Przygotowanie astronauty do lotu w Kosmos	814
16.3	Wystrzelenie astronauty w pojeździe kosmicznym	815
16.4	Przebywanie astronauty w pojeździe i/lub stacji kosmicznej a także poza nią	816
16.5	Pobyt astronautów na Księżycu	817
16.6	Diagnostyka ciała astronautów	817
16.7	Obsługa naziemna	818
16.8	Powrót astronautów na Ziemię	819
16.9	Uwagi końcowe	819
	Bibliografia	820
 CZĘŚĆ V. BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA, ORTOPEDYCZNA I REHABILITACYJNA		
17.	Manipulatory i roboty rehabilitacyjne oraz medyczne (Mianowski K.)	823
17.1	Wprowadzenie	823
17.2	Manipulatory i roboty rehabilitacyjne	824
17.3	Zrobotyzowane stanowiska do badań biomechanicznych i rehabilitacji	829
17.4	Manipulatory medyczne	831
	Bibliografia	843
18.	Parapodia i ortezy	
18.1.	Opis i wyniki badań ortezy do chodu naprzemiennego ze wspomaganiem wykrocznym (Mazurkiewicz S., Radło W.)	847
	Bibliografia	856
18.2.	Zagadnienie wspomagania lokomocyjnego w porażeniach kończyn (Pokora M.)	859
18.2.1	Wprowadzenie	859
18.2.2	Uwarunkowania neurofizjologiczne	860
18.2.3	Uwarunkowania terapeutyczne	862

18.2.4 Uwarunkowania biomechaniczne	863
18.2.5 Aktywizacja pionizacyjno-lokomocyjna w paraplegii . . .	864
18.2.6 Zagadnienie oceny	865
18.2.7 Rozwiązania aplikacyjne	867
18.2.8 Ortoza teleskopowa	872
18.2.9 Uwagi końcowe	876
Bibliografia	879

18.3. Pionizowanie osób chorych i niepełnosprawnych (Szymczak B.)	885
Bibliografia	896

19. Ortopedyczne stabilizatory zewnętrzne

19.1. Stabilizatory zewnętrzne (Mazurkiewicz S., Kulig M.)	899
19.1.1 Założenia konstrukcyjne i budowa	899
19.1.2 Budowa, założenia konstrukcyjne i statyka aparatu Ilizarowa	902
19.1.3 Aktualne tendencje zmian konstrukcyjnych aparatu Ilizarowa	906
19.1.4 Analiza podatności aparatu Ilizarowa	906
19.1.5 Bezprzewodowe systemy pomiarowe w zastosowaniu do wspomagania procesu leczenia i wydłużania kończyn metodą Ilizarowa	908
Bibliografia	915

19.2. Jednostronne stabilizatory zewnętrzne (Jasińska-Choromańska D., Choromański W.)	917
Bibliografia	928

20. Projektowanie i analiza inżynierska implantów ortopedycznych

20.1. Komputerowo wspomagane projektowanie i wytwarzanie indywidualnych endoprotez stawu biodrowego (Dietrich M., Domański J., Granowski R., Kędzior K., Kwiatkowski K., Skalski K.)	931
20.1.1 Wstęp	931
20.1.2 Techniki komputerowe w projektowaniu endoprotez stawów człowieka	933

20.1.2.1	Pozyskiwanie i konwersja obrazów medycznych .	934
20.1.2.2	Modelowanie kości i projektowanie endoprotez w systemach CAD	935
20.1.2.3	Analiza konstrukcji endoprotez w systemie CAE	936
20.1.2.4	Komputerowa ocena wyników klinicznych alloplastyki stawów	938
20.1.2.5	Wytwarzanie modeli fizycznych elementów kostnych stawów techniką szybkiego prototypowania	938
20.1.3	Zastosowanie systemów CAD/CAM w projektowaniu i wytwarzaniu endoprotez	939
20.1.3.1	Śródoperacyjna metoda wykonywania implantu kości udowej	939
20.1.3.2	Proces projektowania i wytwarzania endoprotez dopasowanych do kości udowej i miednicznej . .	940
20.1.3.2.1	Etapy procesu projektowo-wytwórczego endoprotez	940
20.1.3.2.2	Radiologiczny opis przypadków klinicznych ze wskazaniami do wykonania endoprotez typu "custom-design" . . .	941
20.1.3.2.3	Przetwarzanie obrazów z projekcji tomograficznych	942
20.1.3.2.4	Modelowanie kości udowej i miednicznej oraz projektowanie endoprotez .	944
20.1.3.2.5	Wytworzenie endoprotez	948
20.1.3.2.6	Pokrycie endoprotezy kości udowej warstwą materiału biokompatybilnego	950
20.1.3.2.7	Wstępna ocena radiologiczna rekonstruowanych stawów	951
20.1.4	Podsumowanie	952
	Bibliografia	952

20.2.	Projektowanie trzpieni endoprotez stawu biodrowego (Piszczałowski S., Werner A.)	957
20.2.1	Wprowadzenie	957
20.2.2	Budowa i przegląd konstrukcji trzpieni endoprotez stawu biodrowego	958
20.2.3	Metodyka projektowania trzpieni endoprotez stawu biodrowego	961
20.2.3.1	Modelowanie geometryczne elementów kostnych	962
20.2.3.2	Parametryzacja wymiarowa kości udowej	962

20.2.3.3 Projektowanie kształtu trzpienia endoprotezy stawu biodrowego	965
20.2.3.4 Ocena propozycji kształtu trzpienia poprzez analizę wytrzymałościową układu implant - kość . .	966
20.2.4 Podsumowanie	969
Bibliografia	970

20.3. Wytrzymałościowe aspekty projektowania i analizy inżynierskiej układów implant-kość (Krzysiński G.) 971

20.3.1 Mechaniczne własności układu szkieletowego i wymagania stawiane implantom ortopedycznym	971
20.3.1.1 Modele anizotropowe	973
20.3.1.2 Reologiczne własności tkanki kostnej	973
20.3.1.3 Funkcjonalna adaptacja kości i jej modele . . .	975
20.3.1.4 Wytrzymałość zmęczeniowa i pękanie kości . . .	976
20.3.2 Schematy przenoszenia obciążeń w układzie endoproteza-kość	977
20.3.3 Symulacja komputerowa MES w analizie wytrzymałościowej układów implant-kość	979
20.3.3.1 Analiza wytrzymałościowa MES endoprotezy głowy kości udowej	981
20.3.3.2 Analiza wytrzymałościowa MES endoprotezy głowy kości promieniowej	984
20.3.3.3 Modele komputerowe MES innych endoprotez .	986
20.3.4 Parametryczne modele implantów i optymalne projektowanie	988
20.3.5 Podsumowanie i wnioski	989
Bibliografia	991

20.4. Projektowanie endoprotezy stawu biodrowego z uwzględnieniem zjawiska funkcjonalnej adaptacji kości (Skalski K., Pawlikowski M.) 995

20.4.1 Wstęp	995
20.4.2 Funkcjonalna adaptacja kości	998
20.4.2.1 Teoretyczne modele procesu adaptacyjnego kości	1000
20.4.2.2 Projektowanie endoprotezy	1003
20.4.3 Matematyczne sformułowanie zagadnienia stanów naprężeń i odkształceń w układzie implant-kość z uwzględnieniem adaptacji funkcjonalnej	1005

20.4.3.1 Sformułowanie zagadnienia brzegowo-początkowego	1005
20.4.4 Symulacja numeryczna funkcjonalnej adaptacji kości . .	1008
20.4.5 Wyniki obliczeń numerycznych	1011
20.4.6 Uwagi końcowe	1020
Bibliografia	1021
 20.5. Alloplastyka stawu łokciowego (Kędzior K., Skalski K., Pomianowski S., Świąszkowski W.)	1027
20.5.1 Całkowita alloplastyka stawu łokciowego	1027
20.5.2 Endoprotezy głowy kości promieniowej	1030
20.5.3 Alloplastyka głowy kości promieniowej endoprotezą KPS	1033
20.5.4 Ocena alloplastyki	1035
Bibliografia	1041
 20.6. Badanie istniejących i nowych konstrukcji implantów krążka międzykręgowego (Dietrich M., Borkowski P., Wymysłowski P., Kędzior K., Krześciński G., Skalski K., Skoworodko J., Zagrajek T.)	1045
20.6.1 Wprowadzenie	1045
20.6.2 Ocena jakości protezy krążka międzykręgowego	1048
20.6.3 Modelowanie implantu w kręgosłupie człowieka	1049
20.6.3.1 Modelowanie geometryczne segmentu trzony - krążek	1049
20.6.3.2 Model dyskretny segmentu	1050
20.6.4 Analizy wytrzymałościowe protez stosowanych w praktyce klinicznej	1052
20.6.5 Nowe konstrukcje protez oraz wyniki analiz	1055
20.6.6 Procesy technologiczne wytwarzania prototypów	1057
20.6.6.1 Wytwarzanie modelu fizycznego implantu technologią szybkiego prototypowania	1057
20.6.6.2 Wytwarzanie prototypu implantu technologią CNC	1058
20.6.7 Badania wytrzymałościowe prototypu implantu	1060
20.6.8 Podsumowanie	1060
Bibliografia	1061