

OBSAH

PŘEDMLUVA	2
1. ÚVOD	6
1.1. Přehled probírané látky	7
1.2. Stručná historie vývoje mikrovlnné techniky	8
1.3. Využití mikrovlnné techniky	9
2. INTERAKCE ELEKTROMAGNETICKÉHO POLE S BIOLOGICKOU TKÁNÍ	13
2.1. Základy teorie elektromagnetického pole	13
2.2. Interakce EM pole s biologickou tkání z fyzikálního hlediska	16
3. BIOLOGICKÉ ÚČINKY MIKROVLNNÉ ENERGIE	25
3.1. Biologické účinky	25
3.2. Veličiny vhodné pro definování hygienické normy	26
3.3. Hygienické normy - doporučené limity	27
3.4. Sonda pro měření hygienických limitů	29
3.5. Biologické účinky EM pole	30
3.6. Přehled lékařských aplikací mikrovlnné techniky	31
3.7. Biologické principy mikrovlnné termoterapie	33
3.8. Historie a vývoj hypertermie	35
3.9. Využití hypertermie pro léčbu nádorových onemocnění	36
4. TECHNICKÉ VYBAVENÍ PRO LÉČBU MIKROVLNNOU TERMOTERAPIÍ	38
4.1. Uspořádání soupravy pro léčbu mikrovlnnou hypertermií	38
4.2. Komerčně dodávané soupravy	38
4.3. Termoterapeutické soupravy používané v ČR	41
4.4. Zhodnocení termoterapeutických souprav	41
4.5. Rovinná vlna - lokální termoterapie	42
4.6. Válcová vlna - intrakavitární nebo regionální termoterapie	43
4.7. Modelování profilu SAR a teplotního profilu při termoterapii	43
5. APLIKÁTORŮ PRO MIKROVLNNOU TERMOTERAPII	46
5.1. Klasifikace termoterapeutických mikrovlnných aplikátorů	46
5.2. Společné vlastnosti mikrovlnných vedení a vlnodů	47
5.3. Definice základních veličin	50
5.4. Efektivní hloubka hypertermického ohřevu	55
5.5. Příčné rozložení plošné výkonové hustoty v apertuře aplikátoru	61
6. TESTOVÁNÍ MIKROVLNNÝCH APLIKÁTORŮ	64
6.1. Model biologické tkáně	64
6.2. Měření teplotní distribuce pomocí termovize	65
6.3. Měření teplotních distribucí systémem čidel	66
6.4. Přímé měření elektrických polí ve fantomu biologické tkáně	68
6.5. Sonda pro měření intenzity elektrického pole	68
6.6. Pole LED	69
6.7. Měření teploty po vysokofrekvenčním výkonovém pulzu	70
6.8. Měření SAR ve vodním fantomu	71
6.9. LED sonda	72
7. VLNOVODNÉ APLIKÁTORŮ	74
7.1. Vlnovody	75
7.2. Vlnovody složitějších tvarů	81
7.3. Obecné vlastnosti vlnovodných aplikátorů	82
7.4. Aplikátory tvořené propustným vlnovodem	84

8. APLIKÁTORY S EVANESCENTNÍM VIDEM	88
8.1. Vlnovod buzený pod mezním kmitočtem	88
8.2. Princip aplikátoru s evanescentním videm	89
8.3. Fyzikální interpretace evanescentních aplikátorů	90
8.4. Zvětšení efektivní apertury evanescentního aplikátoru	91
8.5. Výsledky testování hypertermických aplikátorů	93
9. INTRAKAVITÁRNÍ APLIKÁTORY	98
9.1. Vedení s vlnou TEM	98
9.2. Rezonátor vytvořený z úseku vedení	102
9.3. Úsek vedení ve funkci aplikátoru	104
9.4. Efektivní hloubka ohřevu intrakavitárních aplikátorů	106
9.5. Koaxiální intrakavitární aplikátory	109
9.6. Planární intrakavitární aplikátory	110
9.7. Šroubovicové intrakavitární aplikátory	110
9.8. Intersticiální hypertermie	111
9.9. Výsledky měření	111
10. APLIKÁTORY PRO REGIONÁLNÍ LÉČBU	113
10.1. Přehled regionálních aplikátorů	113
10.2. Elektromagnetické pole v regionálním aplikátoru	118
10.3. Kapacitní aplikátor	120
10.4. Aplikátor pro biologické experimenty	121
11. MODELOVÉ VÝPOČTY A PLÁNOVÁNÍ LÉČBY	124
11.1. Výpočet 3D rozložení SAR a teploty	124
11.2. Analytický výpočet teplotního rozložení	125
11.3. Analytické řešení pro fantomy jednoduchých geometrických tvarů	128
11.4. Numerické metody	131
11.5. Metoda konečných diferencí v časové oblasti (FDTD) - SEMCAD	132
11.6. Metody integrálních rovnic	133
11.7. Momentová metoda	134
11.8. Metoda konečných prvků - FEMLAB	135
11.9. Výpočet rozložení energie absorbované v biologickém objektu	136
11.10. Ověření elektromagnetického modelu	139
12. TERMOMETRIE PRO TERMOTERAPII	140
12.1. Invazivní termometrie	140
12.2. Termočlánky	140
12.3. Termistory	143
12.4. Komplikace při měření teploty kovovými čidly	143
12.5. Optické senzory	144
12.6. Neinvazivní termometrie	144
12.7. Mikrovlnná radiometrie	146
13. DIAGNOSTICKÉ METODY	153
13.1. Přehled perspektivních mikrovlnných diagnostických metod	153
13.2. Magnetická rezonance	153
13.3. Terahertzové vlny	153
13.4. Měření komplexní permitivity	154
13.5. Mikrovlnná tomografie	155
13.6. Další mikrovlnné prvky v lékařských přístrojích	157

14. KLINICKÉ VÝSLEDKY	159
14.1. Klinické výsledky léčby nádorů hypertermií	159
14.2. Léčebný plán lokální radioterapie	159
14.3. Indikace k léčbě nádorů lokální radioterapií	160
14.4. Klinické výsledky léčby nádorů lokální radioterapií	160
14.5. Průběh léčby nádorového onemocnění radioterapií	161
14.6. Regionální hypertermie	163
14.7. Celotělová hypertermie	163
Literatura	164