

国家无线电监测中心检测中心 (SRTC)

北京 ; 2016年1月8日

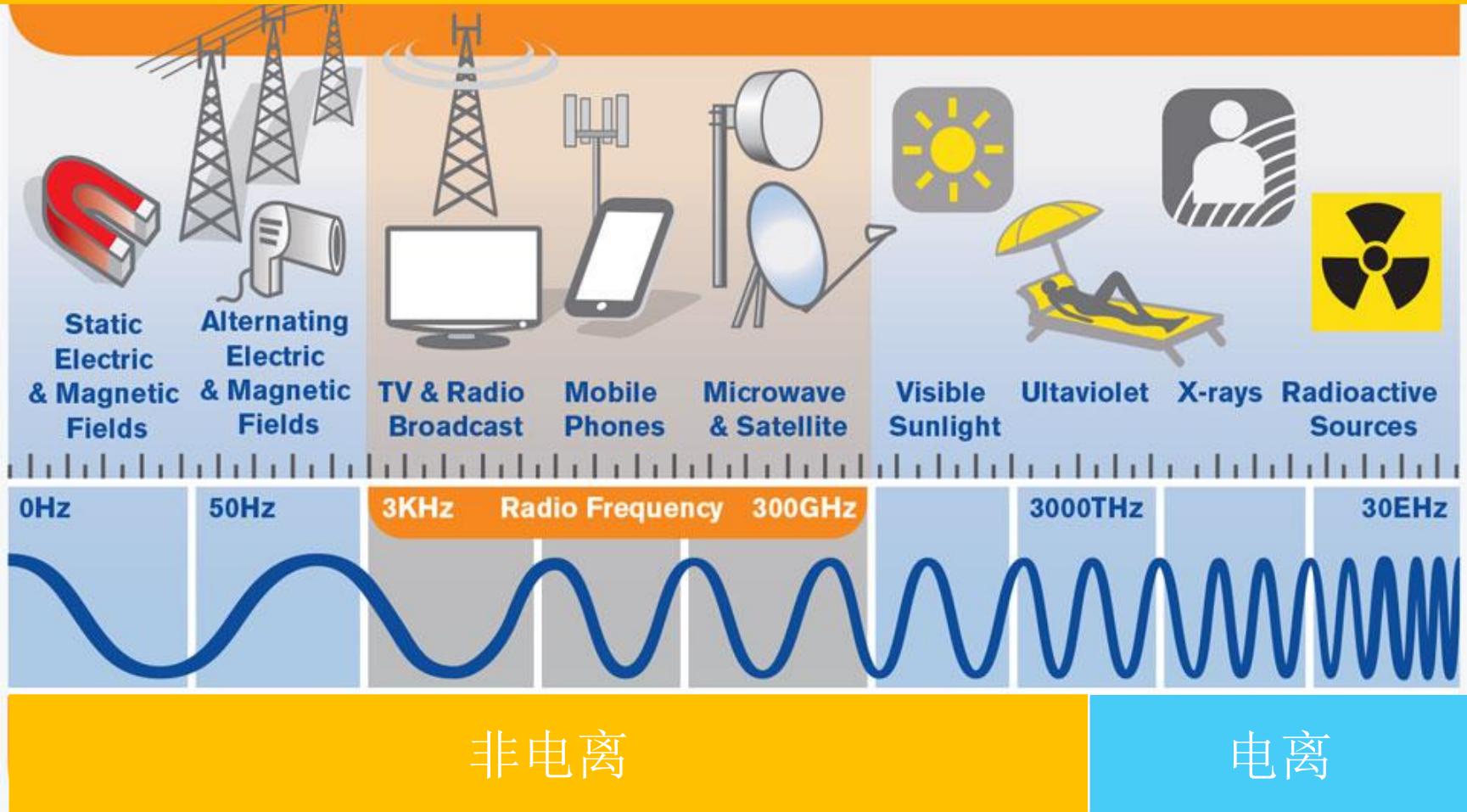
射频信号对人体危害

Dr. Haim Mazar; Vice Chair [ITU-R Study Group 5](#) (Terrestrial Services)

h.mazar@atdi.com & mazar@ties.itu.int

<http://mazar.atwebpages.com/> & <http://www.haim-mazar.com/>

电磁光谱



Source: ITU-T Report 2014 [*EMF Considerations in Smart Sustainable Cities*](#)

人眼部 (Moshe Netzer)

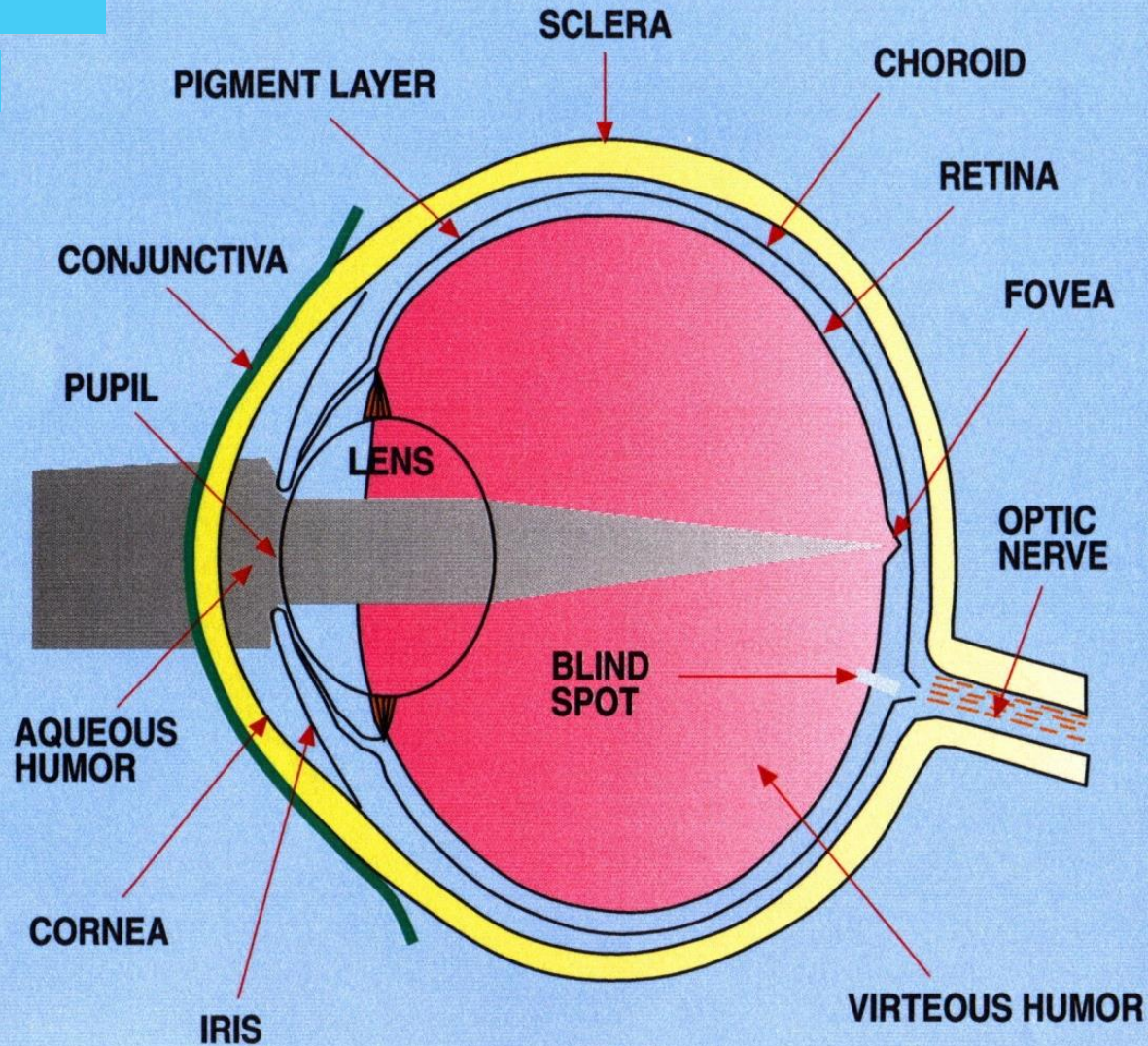
敏感性特征

血液循环不畅

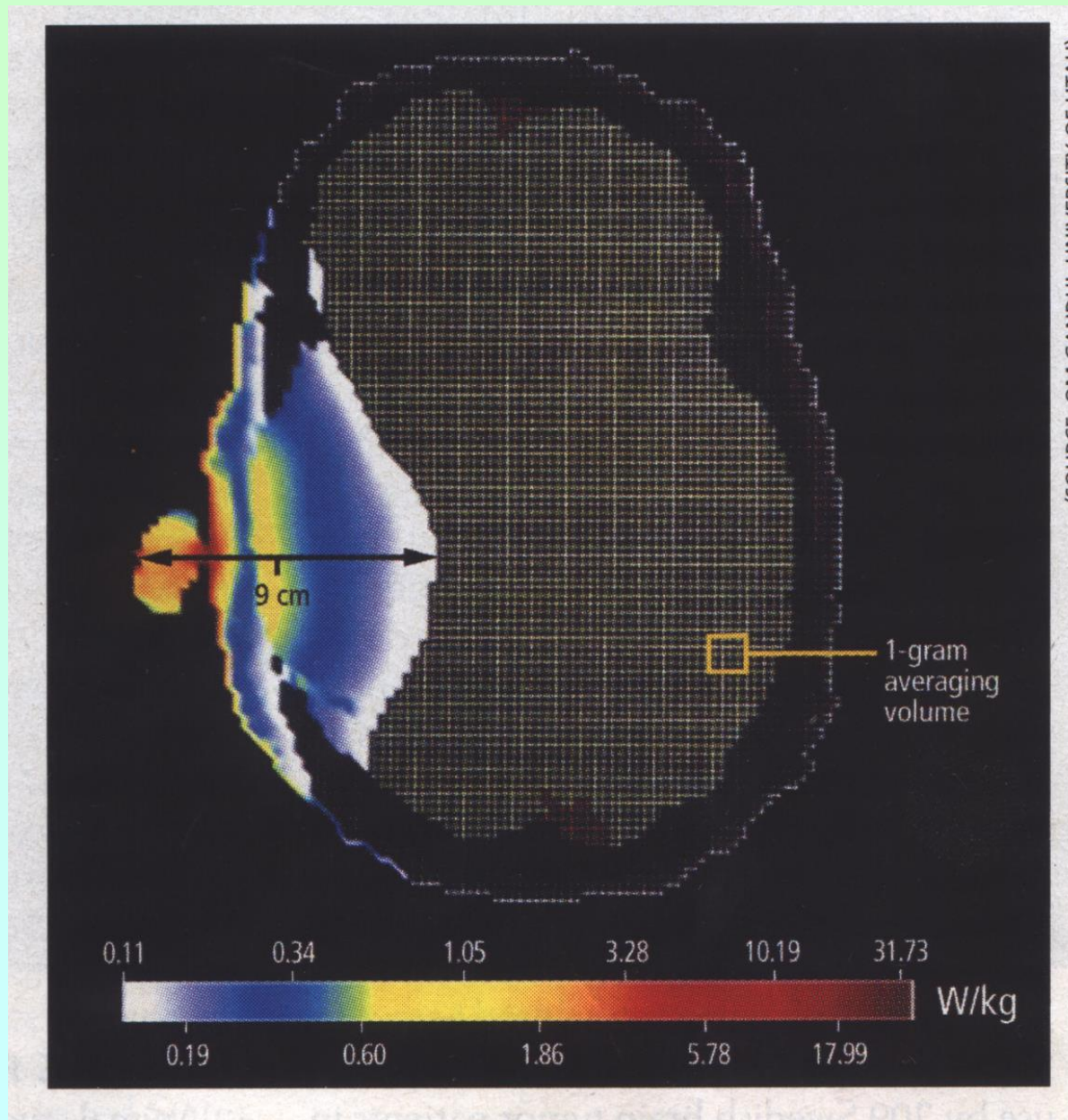
晶状体浑浊

角膜损伤

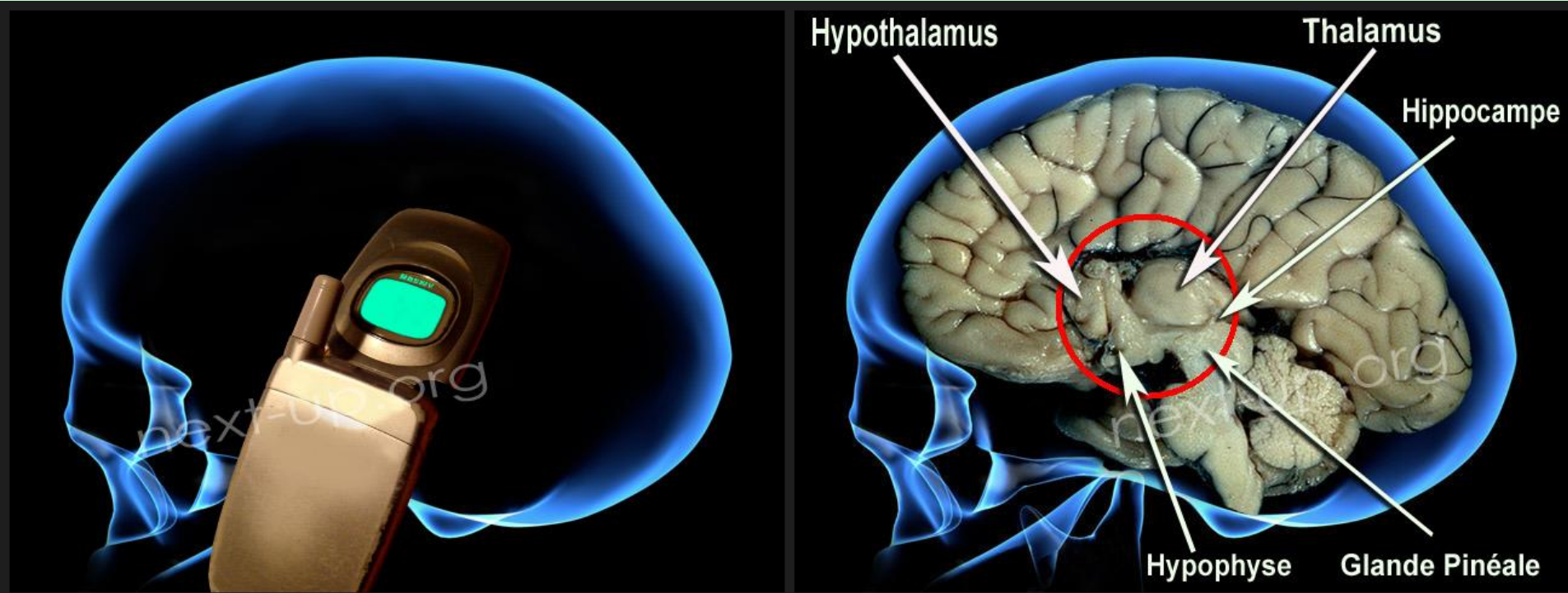
视网膜破裂



来自手机的典型SAR (Moshe Netzer)



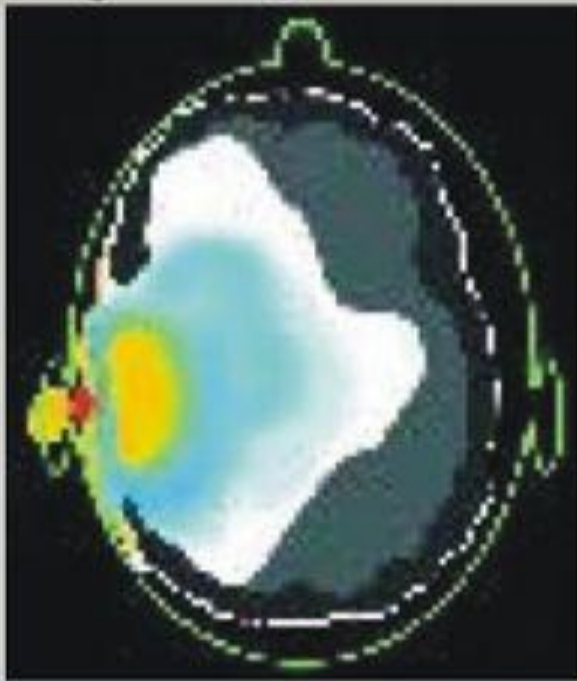
大脑暴露在手机辐射中 (Dr. Shalita)



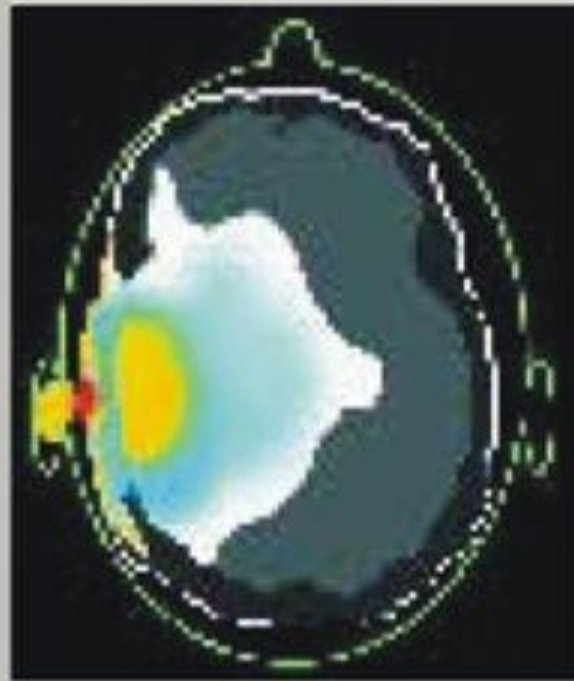
大脑中SAR感光过度

Gandhi O.P., Lazzi G., Furse C.M. (1996 vol.44, p1884-1897) :
Absorption des rayonnements électromagnétiques dans la tête et
le cou humain pour les téléphones mobiles de 835MHz /1900MHz

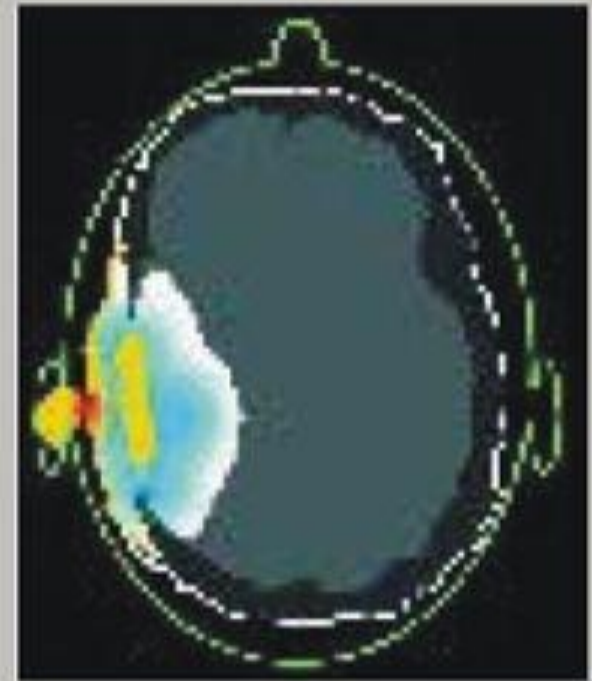
Degré de pénétration des Radiations du Portable dans le Cerveau



Enfant de 5 ans
Taux d'absorption: 4,49W/kg



Enfant de 10 ans
Taux d'absorption: 3,21W/kg



Adulte
Taux d'absorption: 2,93W/kg

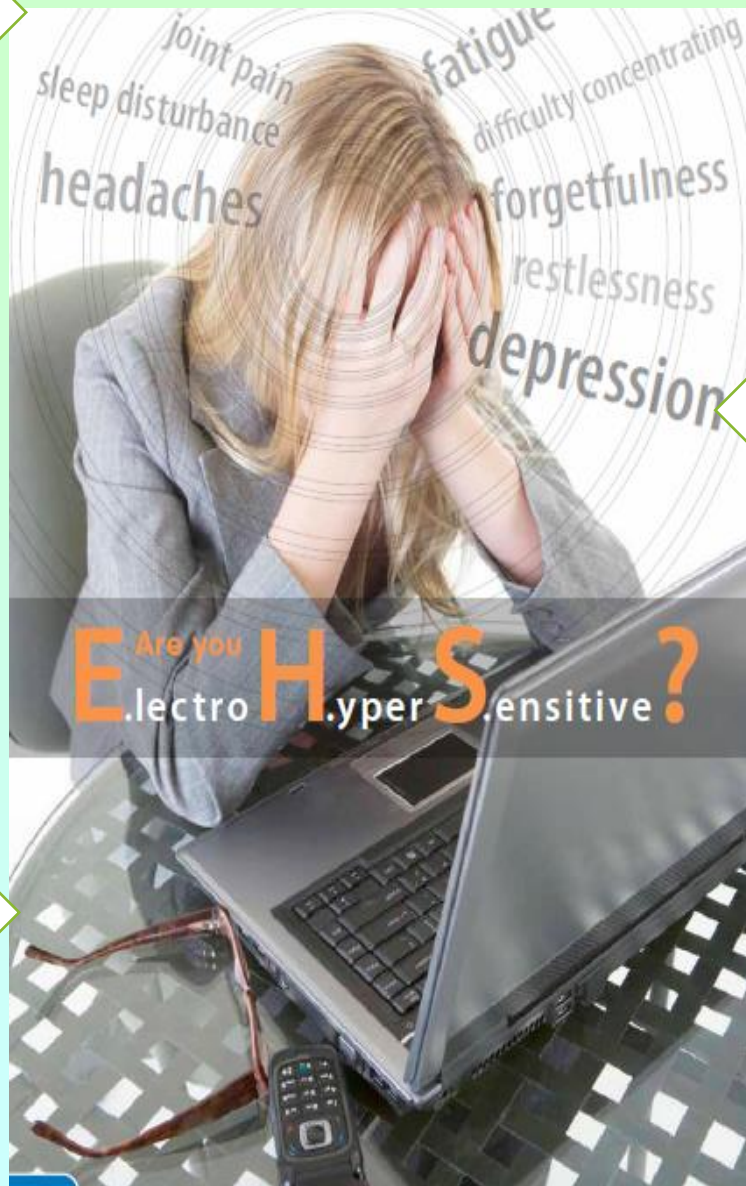
www.next-up.org

Pour un taux d'absorption de 2,93 W/kg de puissance absorbée par un adulte, cette même puissance produira un Taux d'absorption de 3,21 W/kg pour un enfant de 10 ans et un Taux d'absorption de 4,49 W/Kg pour un enfant de 5ans.

电磁过敏; 电恐惧症

主观恐惧, 幻觉风险(?!)

预防原则: 世界范围内的数十亿的
移动电话和数百万的基站



第一类问题: 在这一因素上施加监管限制是
无害的。

第二类问题: 接受没有价值的假设是错误的

没有证据表明疾病和射频辐射有因果关系

辐射的测量 (partly Dr. Zamir Shalita, BS.1698)

Magnetic Field



Electric Field



提出的问题

世界范围内的人类监测表明，相对ICNIRP参考等级而言，人类辐射暴露等级非常低；

- 2001 到 2004 (WHO 2007:30)英国主导了一项无线电调查，包括289所存在或接近基站 的学校。各处测得的最高等级是 3.5×10^{-3} (即功率密度为 12.2×10^{-6}), 90%学校的最高 值低于 2.9×10^{-4} (功率谱密度 8.4×10^{-8}) – 确实是非常低的值。
- 也可见 [IARC 2013:58](#), 图. 1.11 详细说明了一个累计分布商，对应于OFCOM在499个地 点的3321个点的测量值，这些地点的民众已经表达了对附近基站的担心，这些商值的 ICNIRP功率谱密度的中位数是 8.1×10^{-6} 按百分数排序从第五位的 3.0×10^{-8} 到 第九十五 位的 2.5×10^{-4} 。
- 2005-2006年在法国 (2009年在维尔等地；亦见 [IARC 2013:114](#))，已经随机在城市，郊 区，农村组随机抽取了200处，进行一天24小时，184次测量。大多数时间在 GSM900/1800频段，记录域强度低于检测等级(0.05 V/m)；在900 MHz时，(0.05 V/m)是 ICNIRP等级的3.63%。在FM波段有12.3%的测量表明域强度高于检测阈值；平均域强度 是0.17 V/m (维尔等地2009:552)，最大域强度始终低于1.5 V/m。ANFR 2007显示，在 2004-2007年，无论是什么频段，平均测量值均小于2%的域强度限制(比功率密度小 0.04%)；超过75%的测量值均小于2%的域强度的限制。

所以：我们为什么需要做这么多测量？

或许ICNIRP参考等级太高了？

测量能为无线电风险提供证据的最小发射能量（不是从手机）是多少？

Hillel (ex) 无线电天线: 由于过敏反应而被关闭



10 July 2015

10

Yehuda Halevi Tel Aviv; 以色列



11根天线 →

←
8.95 m 高度

天线
↓

基站天线模式：方位角和高度 (Dr. Zamir Shalita)

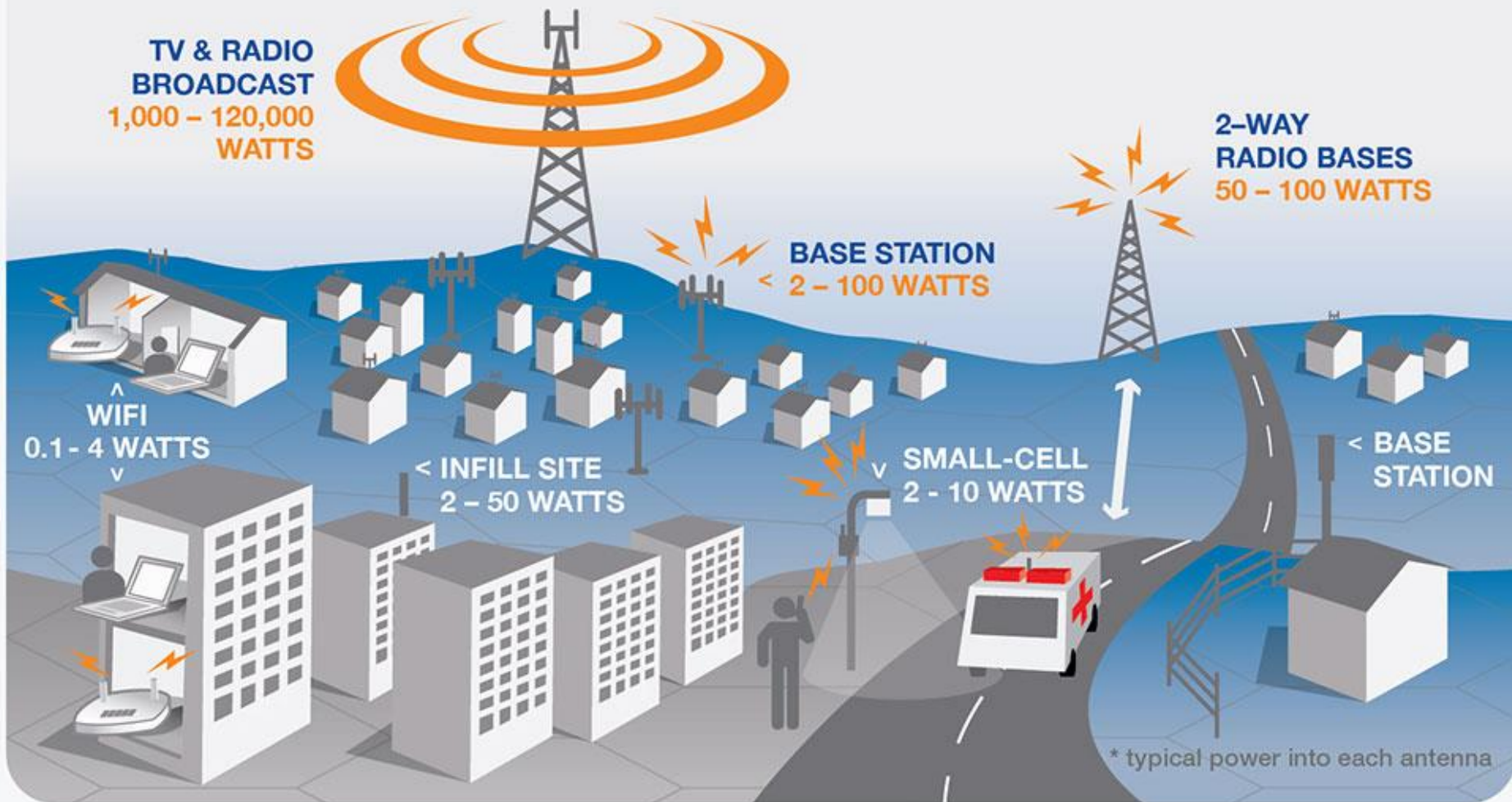


有关人体危害的ITU各项活动

- ITU 代表决议 176 ([启釜山, 2014](#)) 人类接触电磁场及其测量
- ITU-D 2014 问题报告 23/1 [关于人类接触电磁场的策略和政策](#)
- ITU-R 2011 手册 [频谱检测, 2011年版](#), 第五章-**具体的**监测系统和程序
- ITU-R 介绍 [BS.1698](#) 在地面广播传输系统运行的频段的评估域来评估非电离辐射场的人类接触
- ITU-T [Study Group \(SG\) 5](#) 介绍:
 - ❖ [K.52](#) 对人体暴露于电磁场的限制的指南
 - ❖ [K.61](#) 电磁场的测量和数值预测的指南, **符合人体接触的**电信设备的接触限制
 - ❖ [K.70](#) 在无线电通信站附近限制人体暴露于电磁场的缓解方法
 - ❖ [K.83](#) 监测电磁场等级
 - ❖ [K.91](#) 无线电频率电磁场对人体暴露评估和监测的指南
- ITU-T 技术报告 "[智能可持续发展城市的电磁场\(EMF\)思考](#)"
- [ITU](#)电磁场指南

作者被提名代表ITU-R研究组1、5和6, 射频对人体的危害除BS 1698外的研究。这位作者在这些成果的发表上贡献很大。

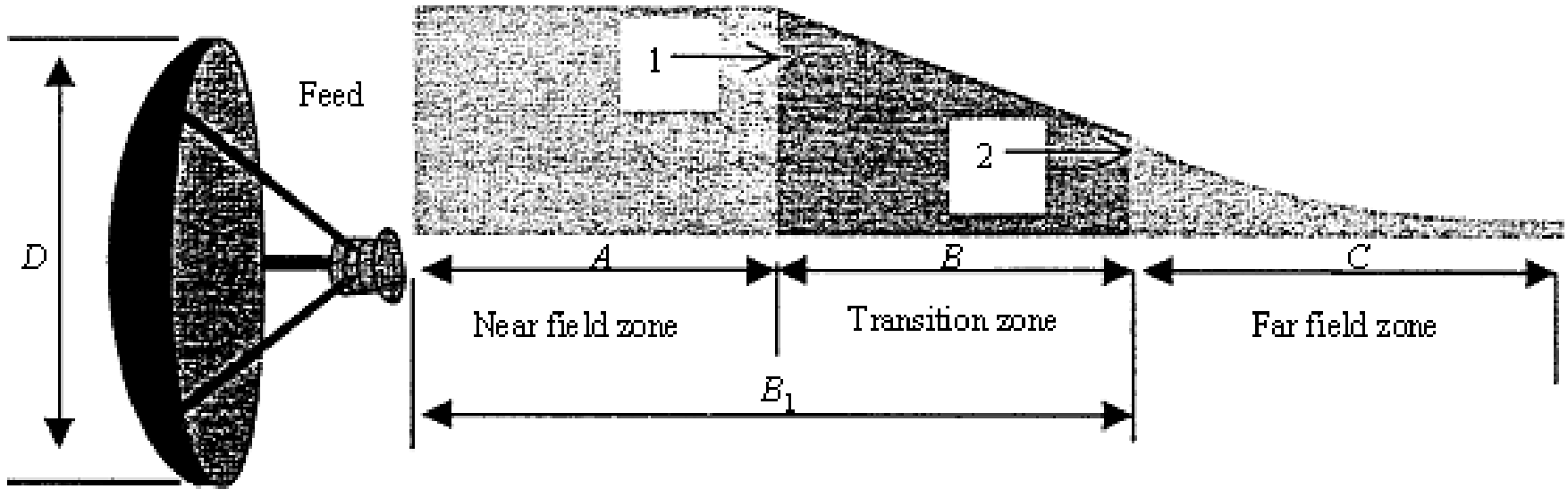
社区的无线电通信



Source: ITU-T Report 2014 [*EMF Considerations in Smart Sustainable Cities*](#)

抛物面天线的不同辐射区 BS1698

直径为D的圆柱体，沿天线悬臂



$$A = 0.25 D^2 / \lambda$$

$$B_1 = 0.6 D^2 / \lambda$$

$$B = B_1 - A$$

$$C > B_1$$

1698-01

$$s \text{ (W/m}^2\text{)} = \frac{16\eta p}{\pi r^2}$$

$$s \text{ (W/m}^2\text{)} = \frac{pg}{4\pi r^2}$$

η : 抛物面天线的效率(取0.55)

p : 发射机功率(W)

D : 抛物面天线的直径(m)

g : 相对于各向同性的抛物面天线增益

r : 与抛物面天线间的距离 (m).

如果 $X \geq 2D^2/\lambda$, 远源场区域

如果 $2D^2/\lambda > X > \lambda/2\pi$ 辐射近场区域

如果 $\lambda/2\pi > X$ 感应近场区域

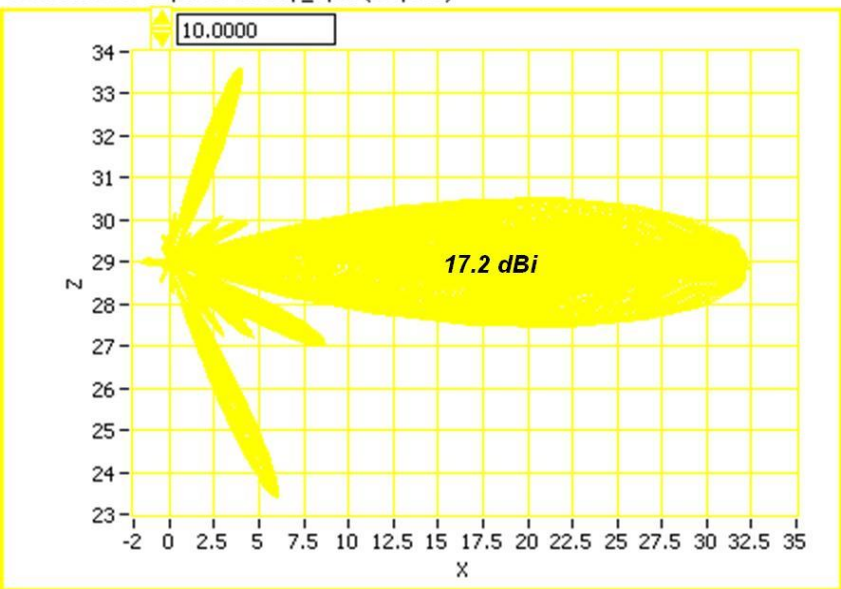
ICNIRP- 电磁场效应 (Paolo_Vecchia)

- 迄今为止电磁场产生的所有影响都是急性的
- **ELF**
- 电刺激可兴奋组织
- **RF**
- 体温升高 (全局或局部)

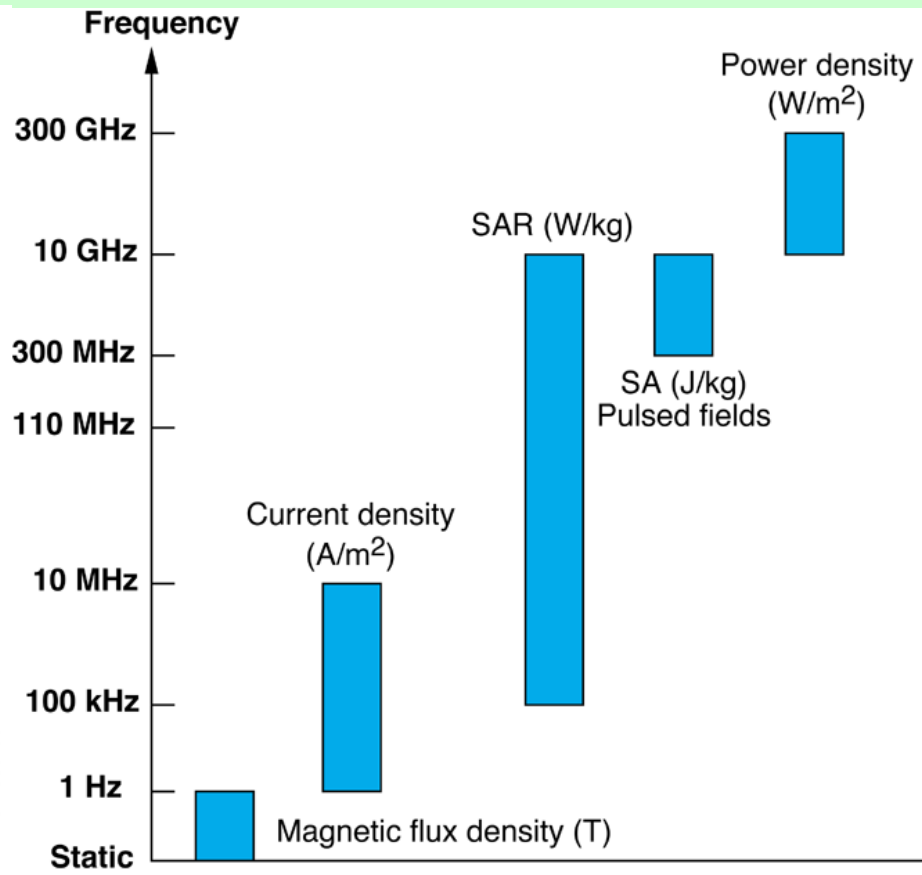
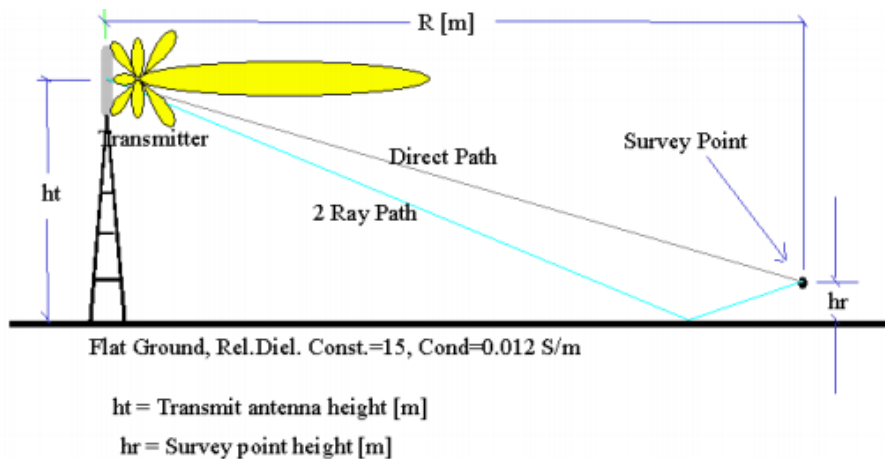
这种急性效应发生在给定的曝光阈值以上

生物有效量

X versus Z for a power density_input (uW/cm2)



אנטנה מסוג 739686, עבור תדר 850 מגה-הרץ, בשימוש במתקנים רגילים



SA: 吸收率

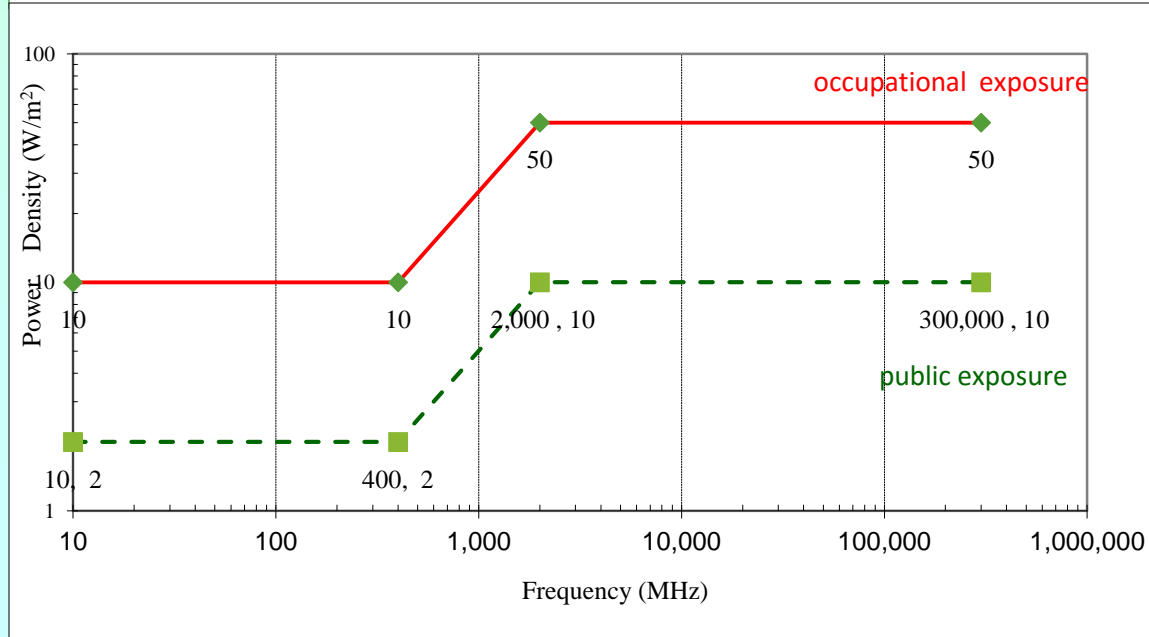
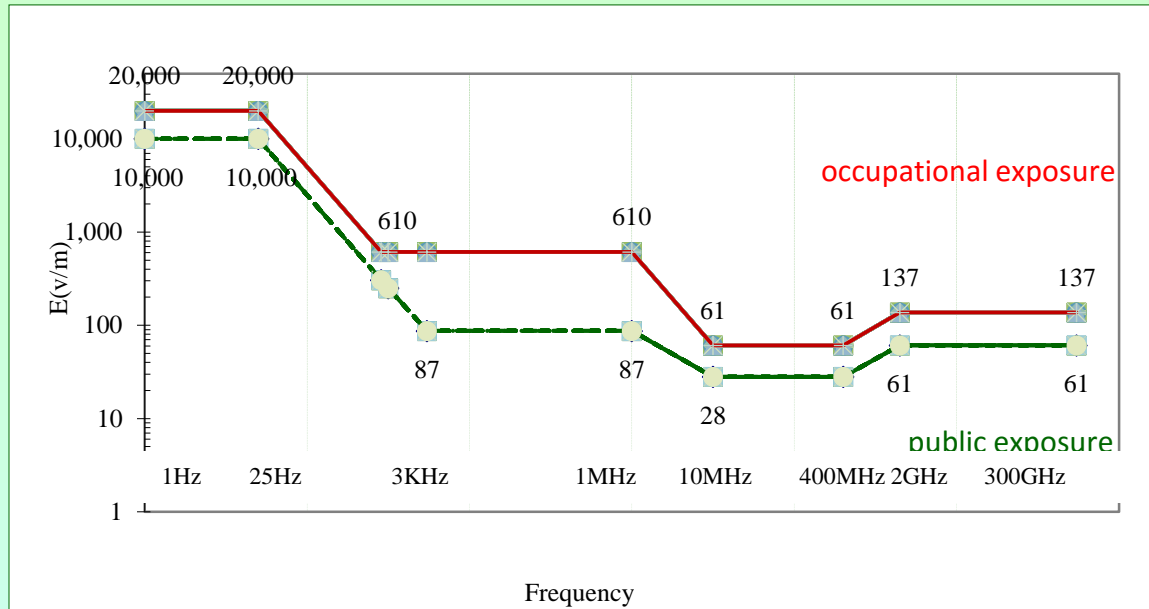
物理量和单位

物理量	符号	单位	符号
频率	f	Hertz	Hz
电场强度	e	Volt per metre	V/m
功率	p	Watts	W
功率密度或功率通量密度	S	Watt per square metre	W/m^2
		mWatt per square cm	mW/cm^2
比吸收率	SAR	Watt per kilogram	W/kg
		mWatt per gram	mW/g

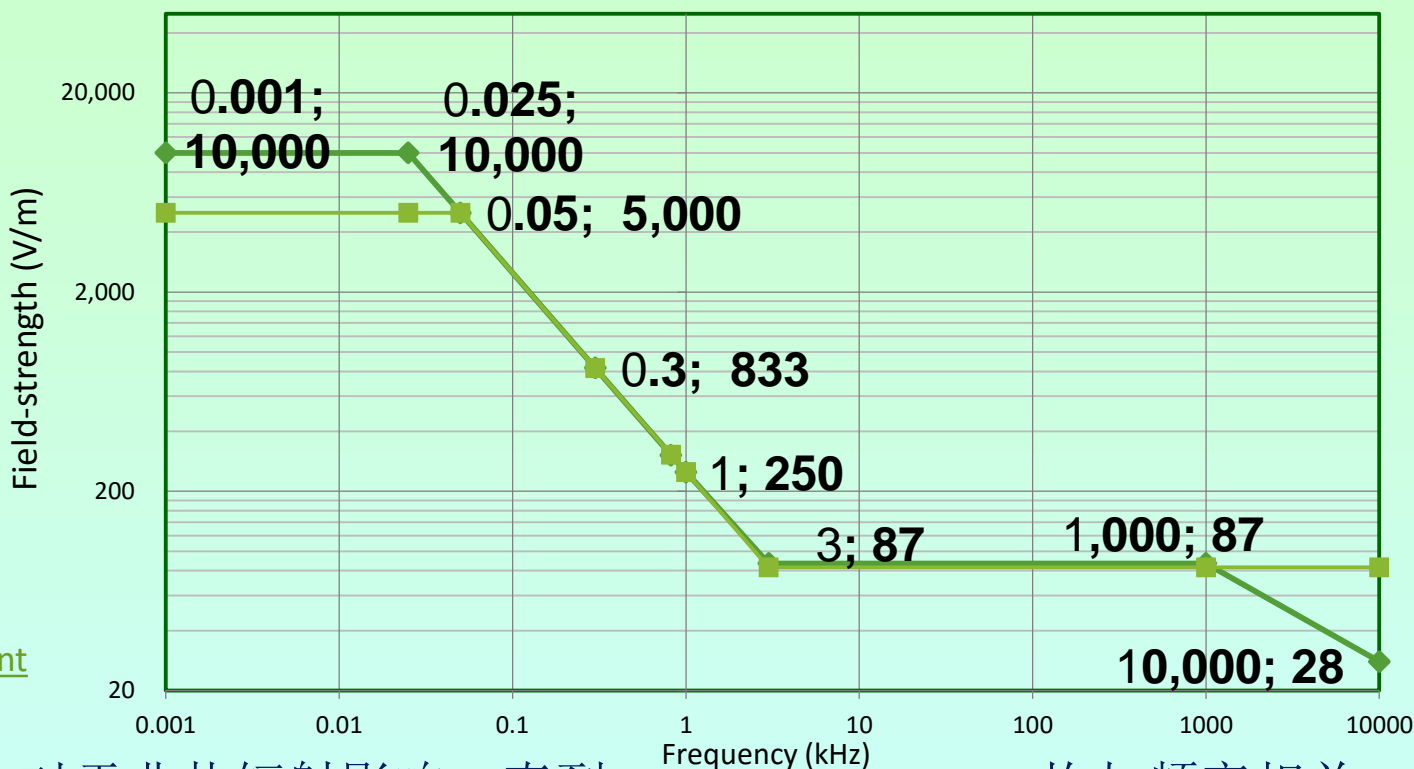
ICNIRP 1998 p.511 职业人员和普通民众暴露 参考等级 - 表7

频率范围	电场强度 (V/m)		等效平面波功率密度 $S_{eq}(W/m^2)$	
	普通民众	职业人员	普通民众	职业人员
1-25 Hz	10,000	20,000	-	-
0.025- 0.82 KHz	250/f(KHz)	500/f(KHz)		
0.82 -3 KHz	250/f(KHz)	610		
3-1000 KHz	87	610		
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$ (MHz)	$610/f$ (MHz)		
10-400 MHz	28	61	2	10
400-2000 MHz	$1.375f^{1/2}$ (MHz)	$3f^{1/2}$ (MHz)	f/200	f/40
2-300 GHz	61	137	10	50

ICNIRP 1998 p.511 职业人员和普通民众暴露参考等级-图



参考等级: ICNIRP 2010 与 ICNIRP 1998对比 范围到10 MHz



mazar@ties,itu.int

对于非热辐射影响, 直到10MHz ICNIRP 2010均与频率相关

◆ ICNIRP 1998; General Public Exposure (V/m) ■ ICNIRP 2010; General Public Exposure (V/m)

1. ICNIRP 在2009年重新修订它1998年的无线电指南并于2012年再次修订。
2. WHO 和 ICNIRP 在2016年合作出版了环境健康标准 (EHC) 专文。
3. 专文可能是修订ICNIRP (1998) 和 ICNIRP 2010 无线电接触的指南。
4. ICNIRP 在 <http://www.icnirp.org/en/activities/work-plan/details/work-plan-hf.html> 在1998年指南中写明的限制暴露于随时间变化的电场, 磁场和电磁场 (高达300GHz), 正在逐步修订和取代, 正如EMF的指南 (2009) 声明中的解释。低频和静态部分的修订完成。目前, ICNIRP正在修改限制暴露于高射频的范围 (100kHz - 300 GHz)。

便携式设备的比吸收率 (SAR) 限制

- SAR是由解剖学上正确的人类头部的模型（充满液体的介电壳），使用微型电场探头进行机械扫描测量的电场 \mathbf{e} 来决定的。
- SAR (W/kg) 是由电场和组织特性之间的关系决定的，也就是说：

$$\text{SAR} = \sigma |\mathbf{e}^2| / \rho$$

这里 σ 是液体电导率， ρ 是密度。

SAR 是指能量增量 (dW) 的时间导数吸收增量的质量 (dm)，其包含在单位体积 (dV) 的一个给定的质量密度。

(ITU-T 2012 [K.91:9](#)) in W/kg

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dw}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dw}{\rho_m dv} \right)$$

SAR 可以通过如下给出的公式用三种方法来确定:

E : 人体组织中的内部电场强度值 (V/m)

σ : 人体组织电导率 (S/m) (西门子每米或姆欧每米)

$$SAR = \frac{\sigma e^2}{\rho} = C_i \frac{dT}{dt} = \frac{J^2}{\sigma \rho}$$

ρ : 人体组织的质量密度 (kg/m³)

C_i : 人体组织的热容量 (J/kg °C)

dT/dt : 体温在人体组织中的时间导数 (°C/s)

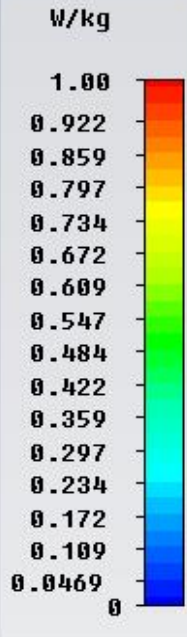
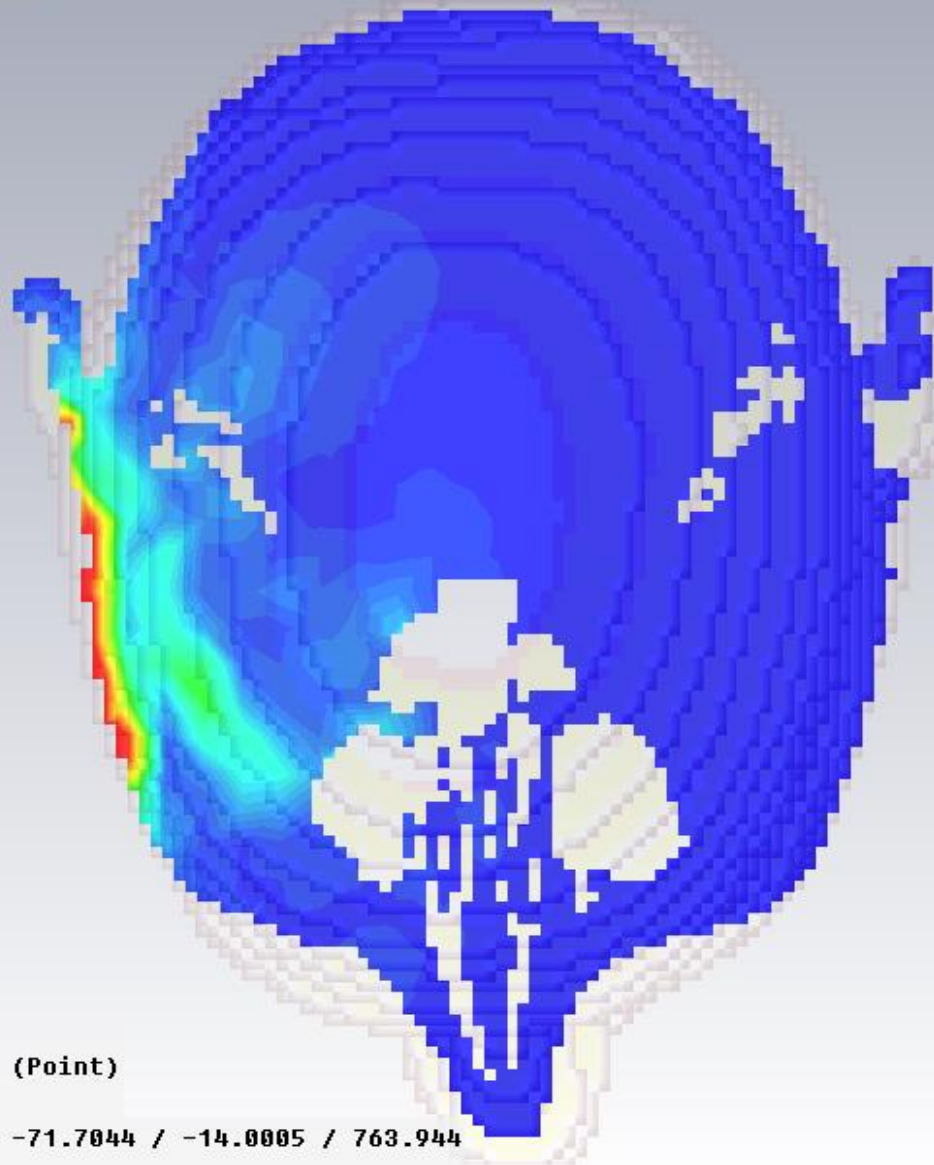
J : 人体组织中的感应电流密度值 (A/m²).

手持设备的最大功率: 比吸收率, SAR (W/kg)

ICNIRP	欧盟	美国和加拿大
从10 MHz 到 10 GHz; 局部 SAR (头部和躯干)		便携式设备; 一般人口/不受控制
2.0; 平均超过 10g 组织 (亦见 IEEE 2005 等级)		1.6; 平均超过 1g 组织

SAR 模型仿真 (Stefan Chulski & Stav Revich from HIT)

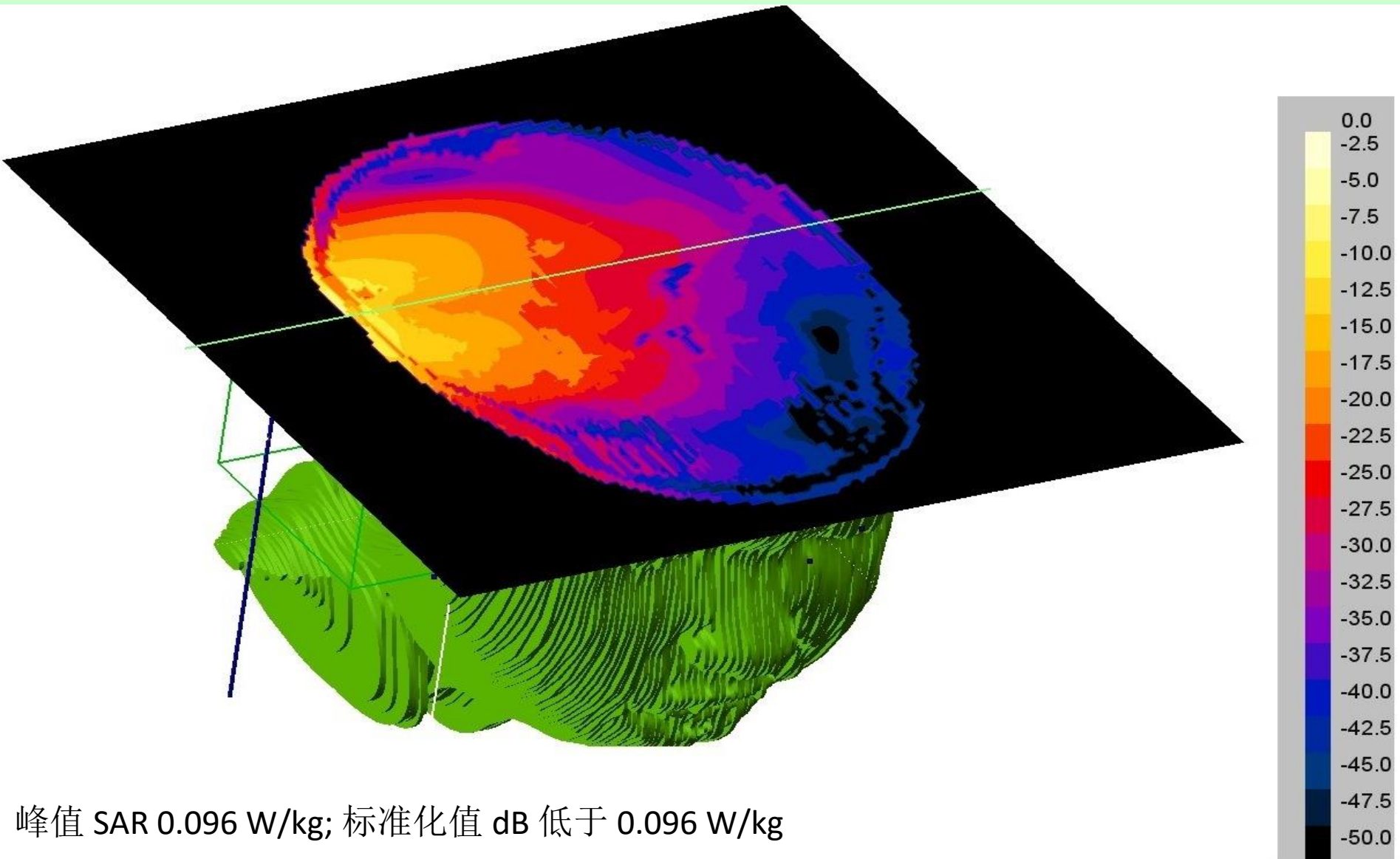
Clamp to range: (Min: 0/ Max: 1)



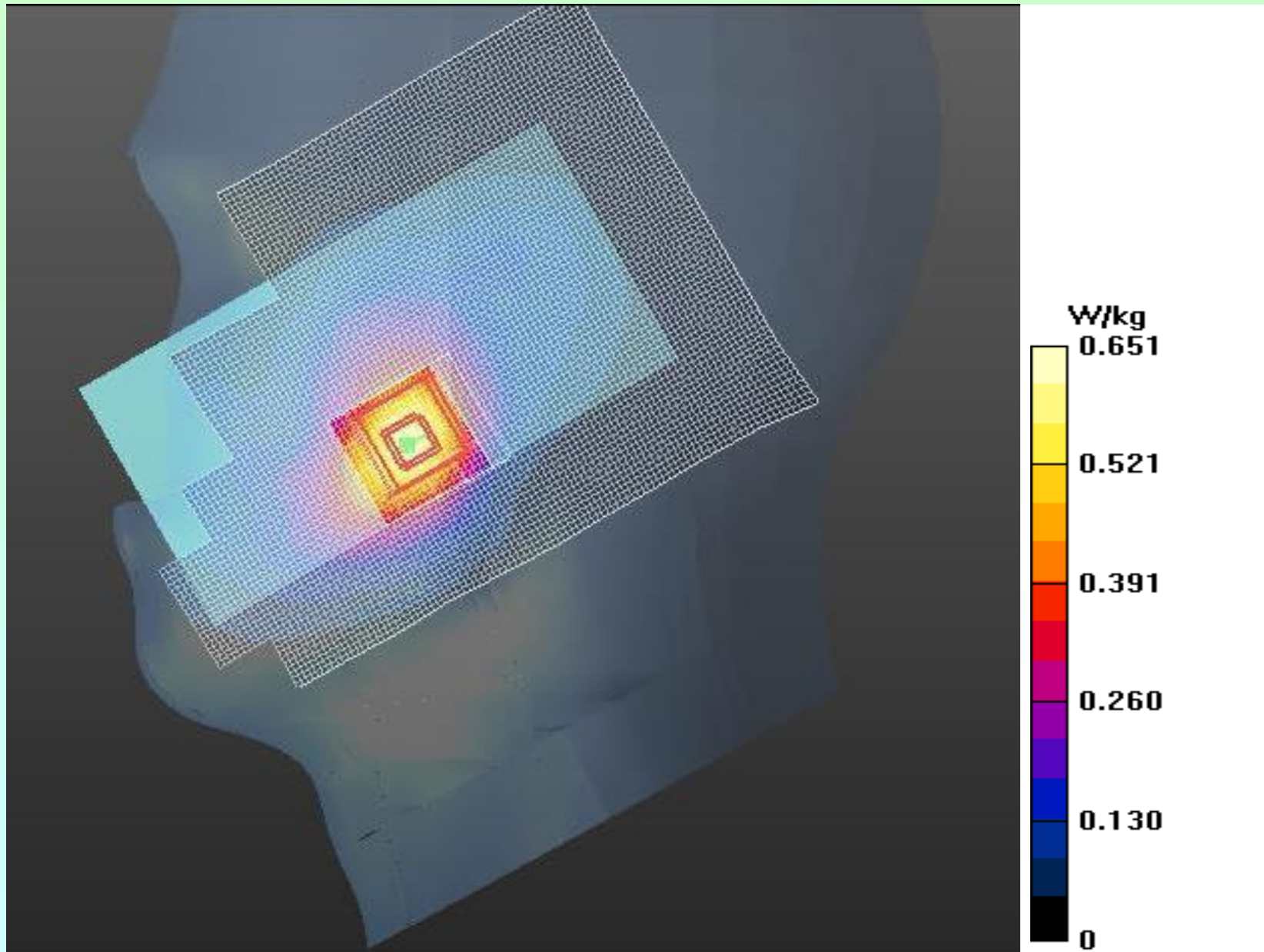
Type	SAR (rms)
Monitor	SAR (f=0.9) [1] (Point)
Plane at z	763.944
Maximum-2D	8.02639 W/kg at -71.7044 / -14.0005 / 763.944
Frequency	0.9



SAR的数值模拟; (三岁儿童)



SAR 商用手机的实际测量



FCC 2016 最大容许照射值的极限 (MPE)

射频暴露极限的重新评估和政策，以及关于人体暴露于射频域原则的变化

频率范围 (MHz)	电场强度 (V/m)	磁场强度 (A/m)	功率密度 (mW/cm ²)	平均时间 (minutes)
(A) 职业人员/受到控制的照射极限				
0.3 – 3.0	614	1.63	100 *	6
3.0 – 30	1,842/ <i>f</i>	4.89/ <i>f</i>	900/ <i>f</i> ² *	6
30 – 300	61.4	0.163	1.0	6
300 – 1,500	–	–	<i>f</i> /300	6
1,500 – 100,000	–	–	5	6
(B) 普通民众/不受控制的照射极限				
0.3 – 1.34	614	1.63	100 *	30
1.34 – 30	824/ <i>f</i>	2.19/ <i>f</i>	180/ <i>f</i> ² *	30
30 – 300	27.5	0.073	0.2	30
300 – 1,500	–	–	<i>f</i>/1,500	30
1,500 – 100,000	–	–	1.0	30

ICNIRP vs. N. 美国和日本参考级别

ICNIRP 1998, EC (1999/519) 和 IEEE 公众照射参考级别

频率范围	电场强度 (V/m)	等效平面波功率密度 S_{eq} (W/m ²)
10–400 MHz	28	2
400–2000 MHz	$1.375f^{1/2}$	<u>$f/200$</u>
2–300 GHz	61	10

美国和日本最大许可的一般/不受控制的照射度

射频 (MHz)	电场 (E) (V/m)	功率密度 (S) (mW/cm ²)
30–300	27.5	0.2
300–1500	--	<u>$f/1,500$</u>
1,500–100,000	--	1

^[1] FCC 在功率密度上使用 [ICNIRP 1998](#) 不同的单位: mW/cm² 而不是 W/m²; W/m² = 0.1 mW/cm²

ICNIRP 1998, FCC §1.1310 & 加拿大安全规程 SC6 (W/m²)

Frequency	<u>ICNIRP 1998</u>	<u>FCC §1.1310</u>	<u>SC6</u>
300 MHz	2	2	1.291
1,500 MHz	$f/200=1500/200=$ 7.5	10	$0.02619 \times f^{0.6834} =$ 3.88
3,000 MHz	10		$0.02619 \times f^{0.6834} =$ 6.23
6,000 MHz		10	

远源场自由空间传播损耗

$$s = \frac{p_t g_t}{4\pi d^2} = \frac{eirp}{4\pi d^2}; d = \sqrt{\frac{eirp}{4\pi s}}$$

$$\vec{s} = \vec{e} \times \vec{h} = \frac{eirp}{4\pi d^2} \quad \vec{h} = \frac{e}{z_0} \quad z_0 \equiv \mu_0 \times c_0 = \mu_0 \times \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 \times \mu_0}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \frac{1}{\epsilon_0 \times c_0} = 120\pi$$

$$\vec{s} = \vec{e} \times \vec{h} = \frac{eirp}{4\pi d^2} = \frac{\vec{e} \times \vec{e}}{120\pi} \quad |\vec{s}| = \frac{e^2}{z_0} = \frac{e^2}{120\pi} \quad e = \frac{\sqrt{30eirp}}{d}; d = \frac{\sqrt{30eirp}}{e}$$

这里:

- p_t : 发射机功率 (watts)
- g_t : 发射机天线增益 (numeric)
- $eirp$: 等效全向辐射功率 (watts)
- s : 功率密度(watts/m²) (limit)
- d : 距离 (m)
- e : 电场强度 (V/m) (limit)
- z_0 : 自由空间阻抗, 120π (Ohms)
- μ_0 : 真空磁导率 (or magnetic constant)
- ϵ_0 : 真空介电常数 (or electric constant)
- c_0 : 真空中光的速度

同地同频的多天线发射

在一个频率范围内极限与频率无关 (例如 10–400 MHz 和 2–300 GHz), 功率密度极限对所有在相同发射频率范围的发射机是相同的, 即 $s_{i1} = s_{i2} = \dots = s_i$ 。等效累积 eirp 是所有发射器功率数量和。这一等效 eirp 用来计算在 ICNIRP 1998 表 6 和表 7 的安全距离

$$eirp_{eq} = \sum eirp_i \quad d_{eq} = \sqrt{\frac{eirp_{eq}}{4\pi s_l}} = \sqrt{\frac{\sum eirp_i}{4\pi s_l}}$$

总场强照射率 w_t

$$w_t = \sum_i \left(\frac{e_i}{e_l} \right)^2 = \frac{\sum_i (e_i)^2}{(e_l)^2} \leq 1$$

这里

- $eirp_i$: 每台发射器 (watts)
- $eirp_{eq}$: 等效累积 eirp (watts)
- d_i : 每个发射器的安全距离 (m)
- d_{eq} : 等效累积安全距离 (m)
- s_i : 每个发射器的功率密度 (W/m^2) 序号 i
- s_{li} : 每个发射器的功率密度极限 (W/m^2) 序号 i
- e_i : 每个发射器的电场强度 (V/m) 序号 i
- e_{li} : 每个发射器的电场强度极限 (V/m) 序号 i

从同一地点的发射传播：多天线装置

- ICNIRP 1998 极限值与射频有关；等效累积安全距离 d_{eq}

$$d_{eq} = \sqrt{\sum_i d_i^2} \quad d_i = \sqrt{\frac{eirp_i}{4\pi s_i}}$$

- $eirp$ 用它的功率密度极限 s_{li} 的倒数来衡量

$$d_{eq} = \sqrt{\sum_i d_i^2} = \sqrt{\sum_i \frac{eirp_i}{4\pi s_{li}}} = \sqrt{\frac{eirp_1}{4\pi s_{l1}} + \frac{eirp_2}{4\pi s_{l2}} + \dots + \frac{eirp_n}{4\pi s_{ln}}}$$

- 检查阈值 s_i (或 e_i) 相关的各个频段的极限服从；基于累积权重 PD s_t 的总照射商（或累积照射率）

$$s_t = \sum_{i=1}^n \frac{s_i}{s_{li}} = \frac{s_1}{s_{l1}} + \frac{s_2}{s_{l2}} + \dots + \frac{s_n}{s_{ln}} \leq 1$$

- 总累积加权场强照射量 w_t

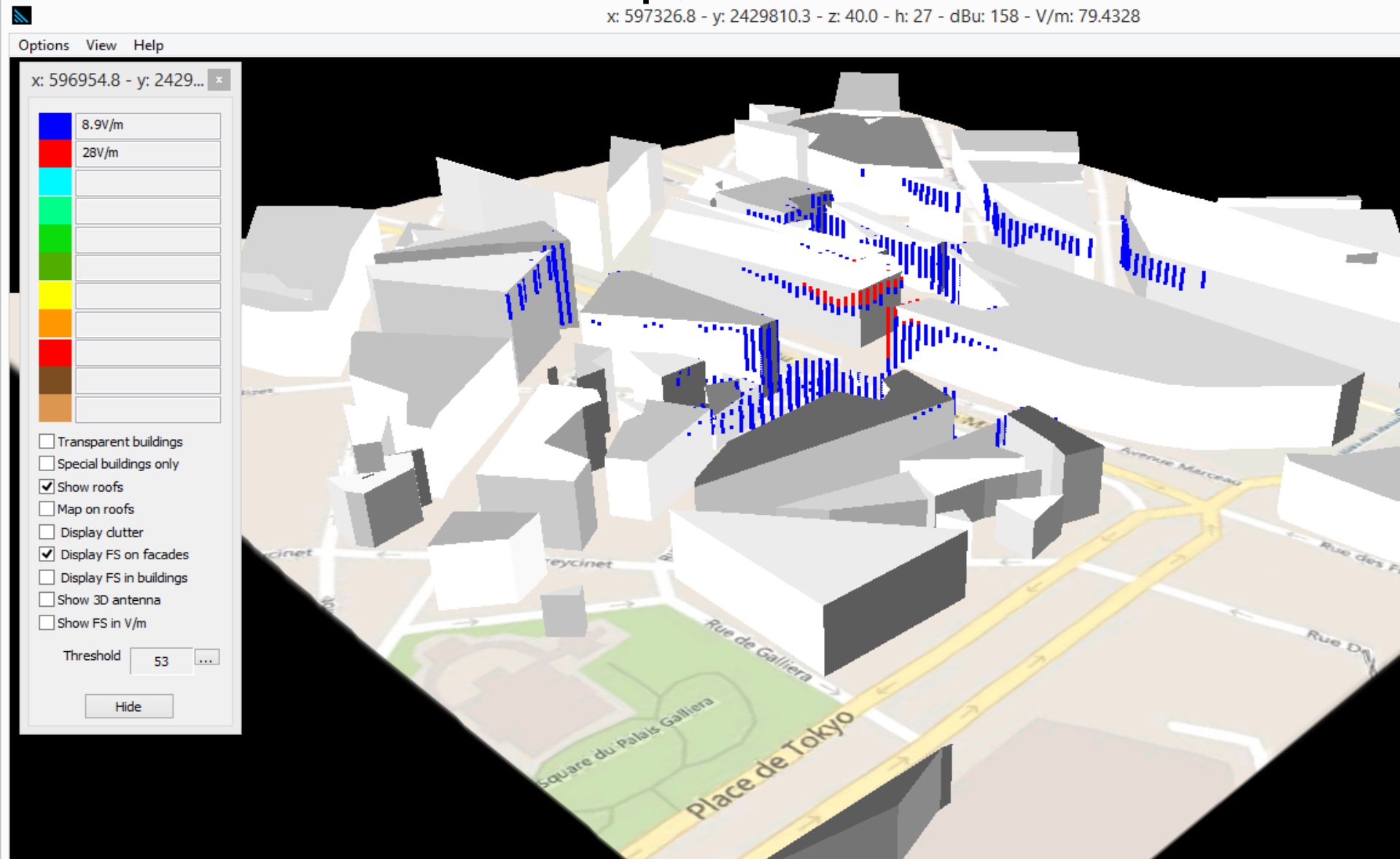
见下一页幻灯片的表格

[Coefficient Wt vs. distance for co-located site with FM](#)

$$w_t = \sum_i \left(\frac{e_i}{e_{li}} \right)^2 \leq 1$$

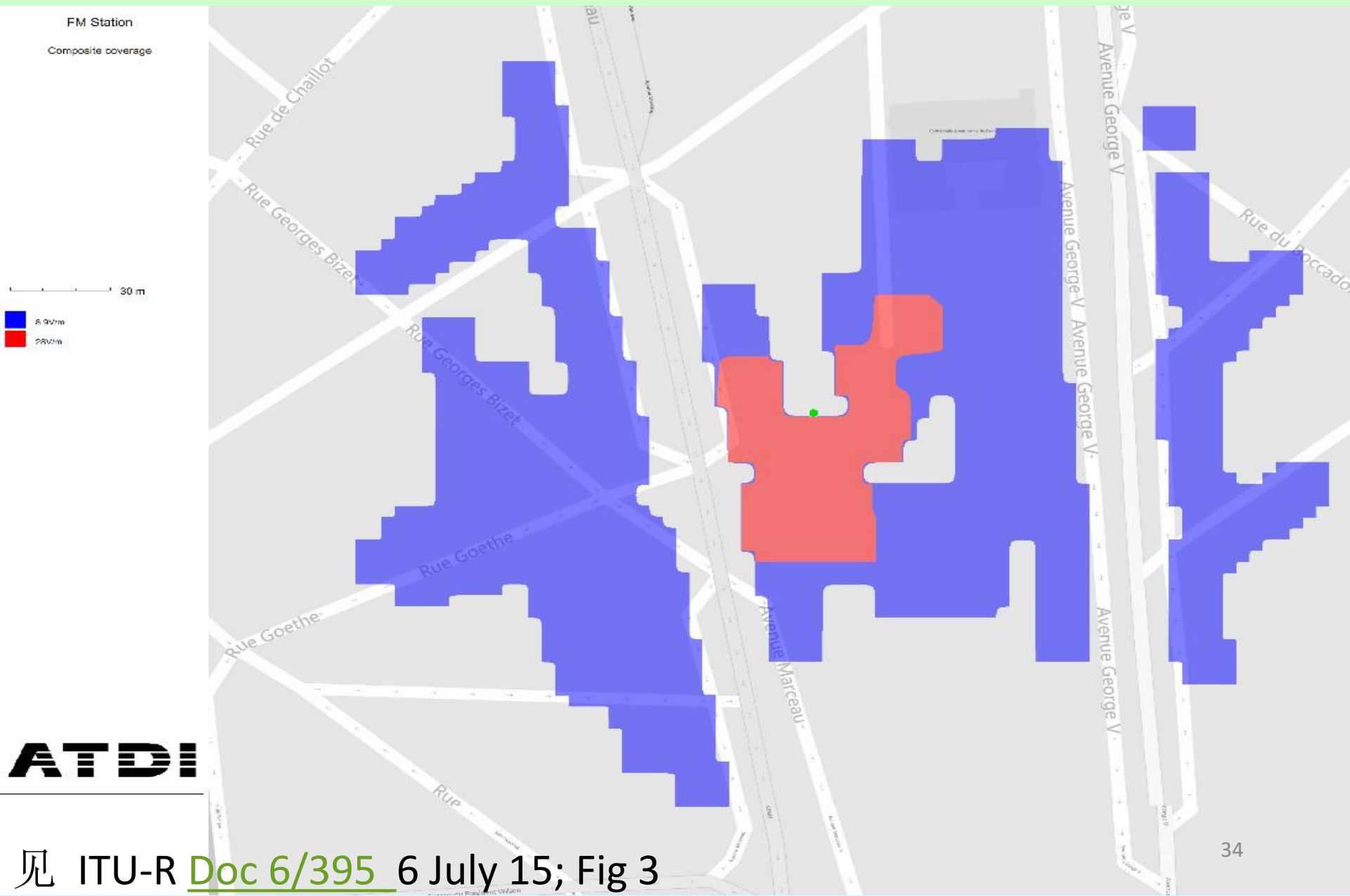
三维FM安全距离: 100MHz 发射机 60,000Watts eirp, 60m

x: 597326.8 - y: 2429810.3 - z: 40.0 - h: 27 - dBu: 158 - V/m: 79.4328



见ATDI: ITU-R [Doc 6/395](#) 6 July 15; Fig 2

2D FM 安全距离: 100MHz 发射机 60,000Watts eirp, 60m

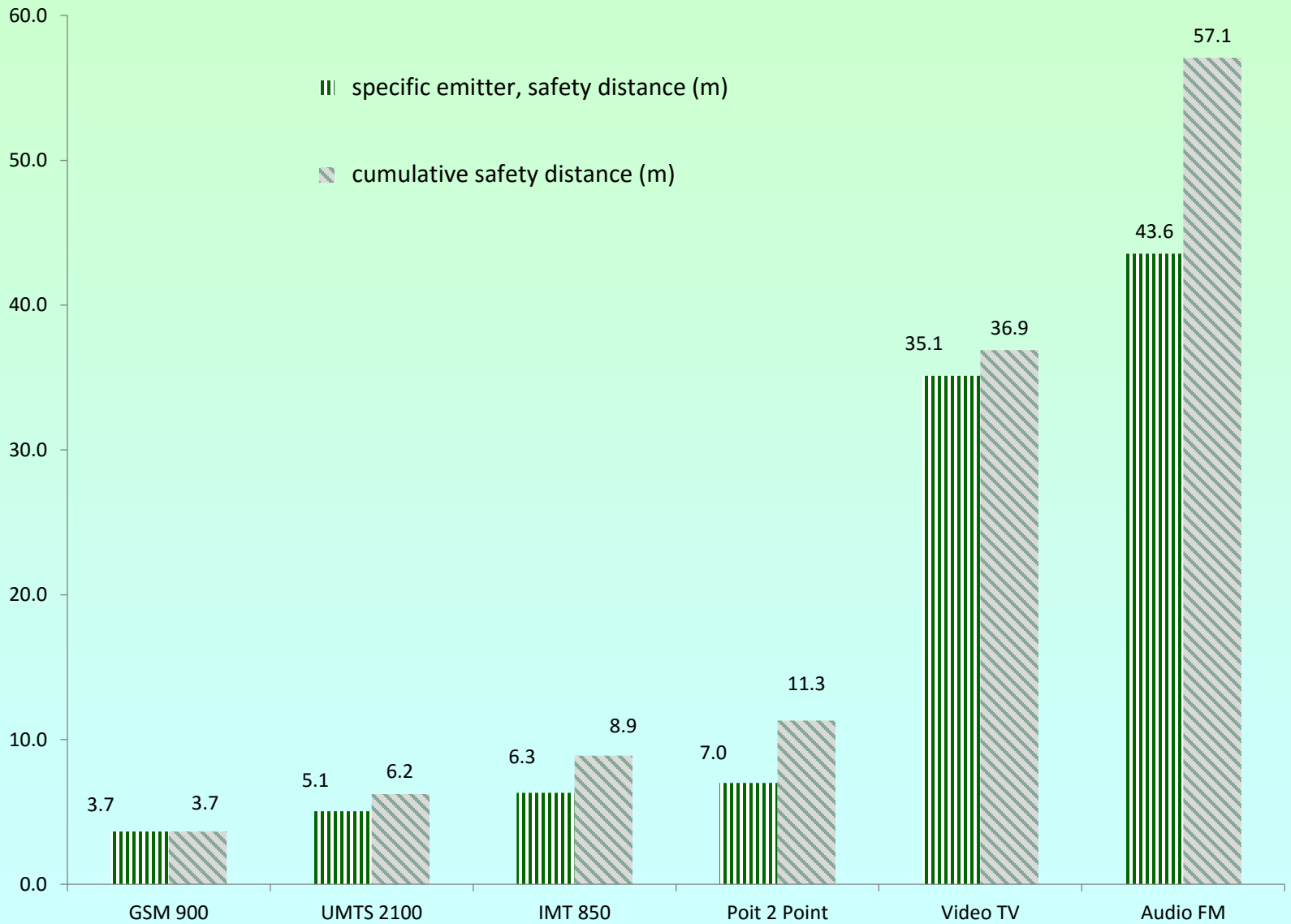


最坏情况的水平安全距离 & 累积照射：共定位站点

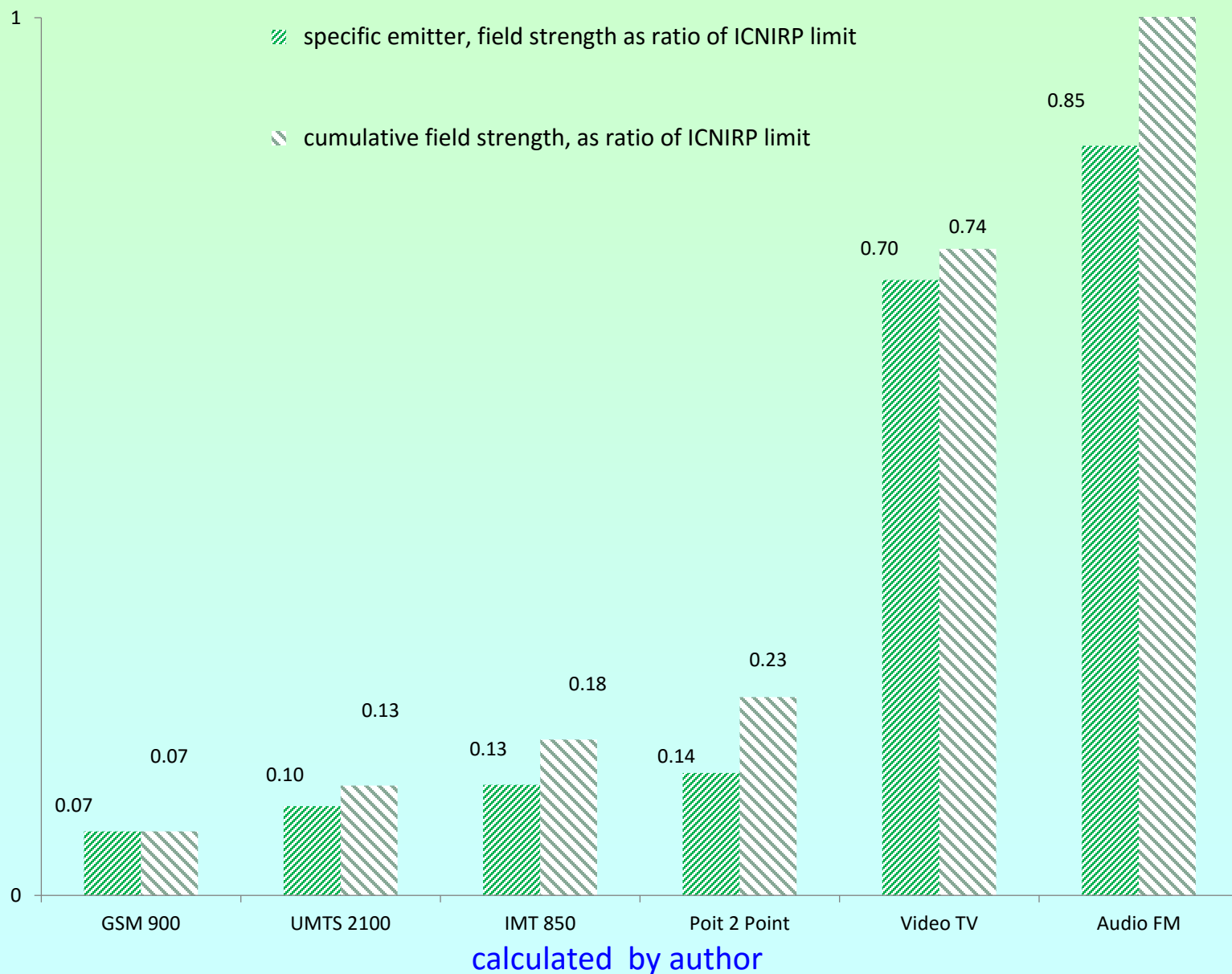
传输系统	GSM 900	UMTS 2100	IMT 850	点对点	视频 TV	音频 FM
频率 (MHz)	891	2100	800	514	514	100
ICNIRP 极限, 功率密度 (W/m ²)	4.75	10.00	4.00	2.57	2.57	2.00
天线增益 (dBi)	16	18	18	23	17	10
天线高度模型或真实模式	742 265	TBXLHA	80010302_0824	ITU-R F.1336	ITU-R F.699	ITU-R F.699
天线。高于地面的高度 (m)	32	45	15	25	60	60
电缆损耗 (dB)	0	1	1	1	1	1
功率 (Watt)	20	64	40	10	1,000	6,000
EIRP (Watt)	800	3,210	2,000	1,580	39,810	47,660
特定安全距离 (m)	3.7	5.1	6.3	7.0	35.1	43.6
累积安全距离 (m)	3.7	6.3	8.9	11.3	36.9	57.1
ICNIRP 极限, 场强 (V/m)	41.30	61.00	38.89	31.17	31.17	28.00
在 50m 处的特定场强, ICNIRP 比率	0.08	0.10	0.13	0.14	0.70	0.85
累积场强率	0.08	0.13	0.18	0.23	0.74	1.13

作者计算

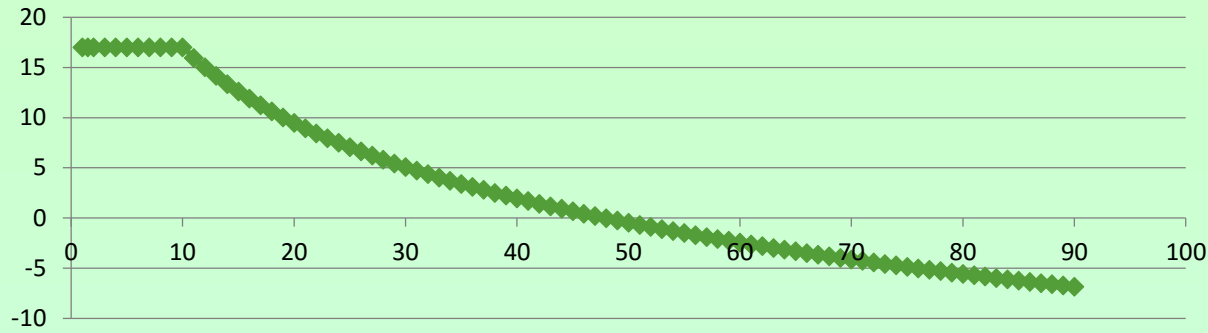
累积水平安全距离，共定位站点； y轴 (m)



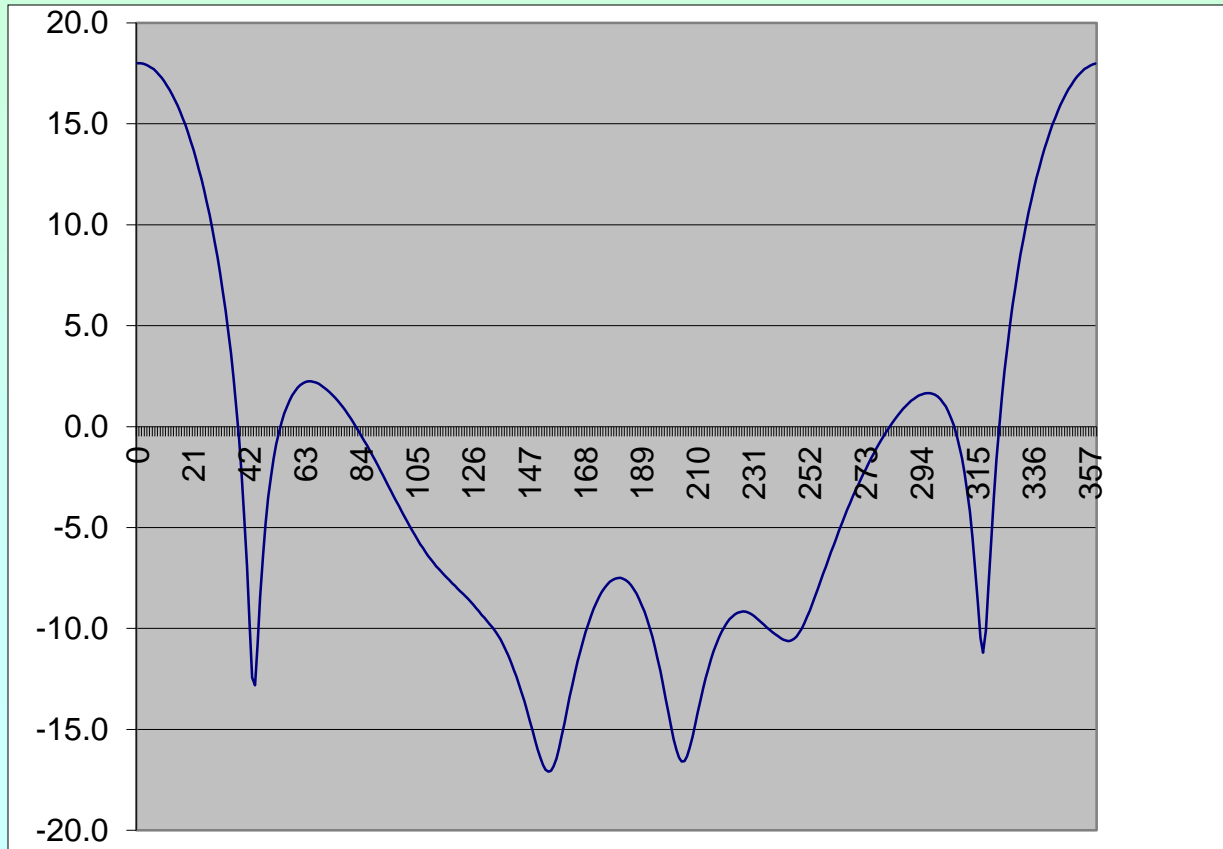
累积场强照射率，共定位站点；50m处的调查点



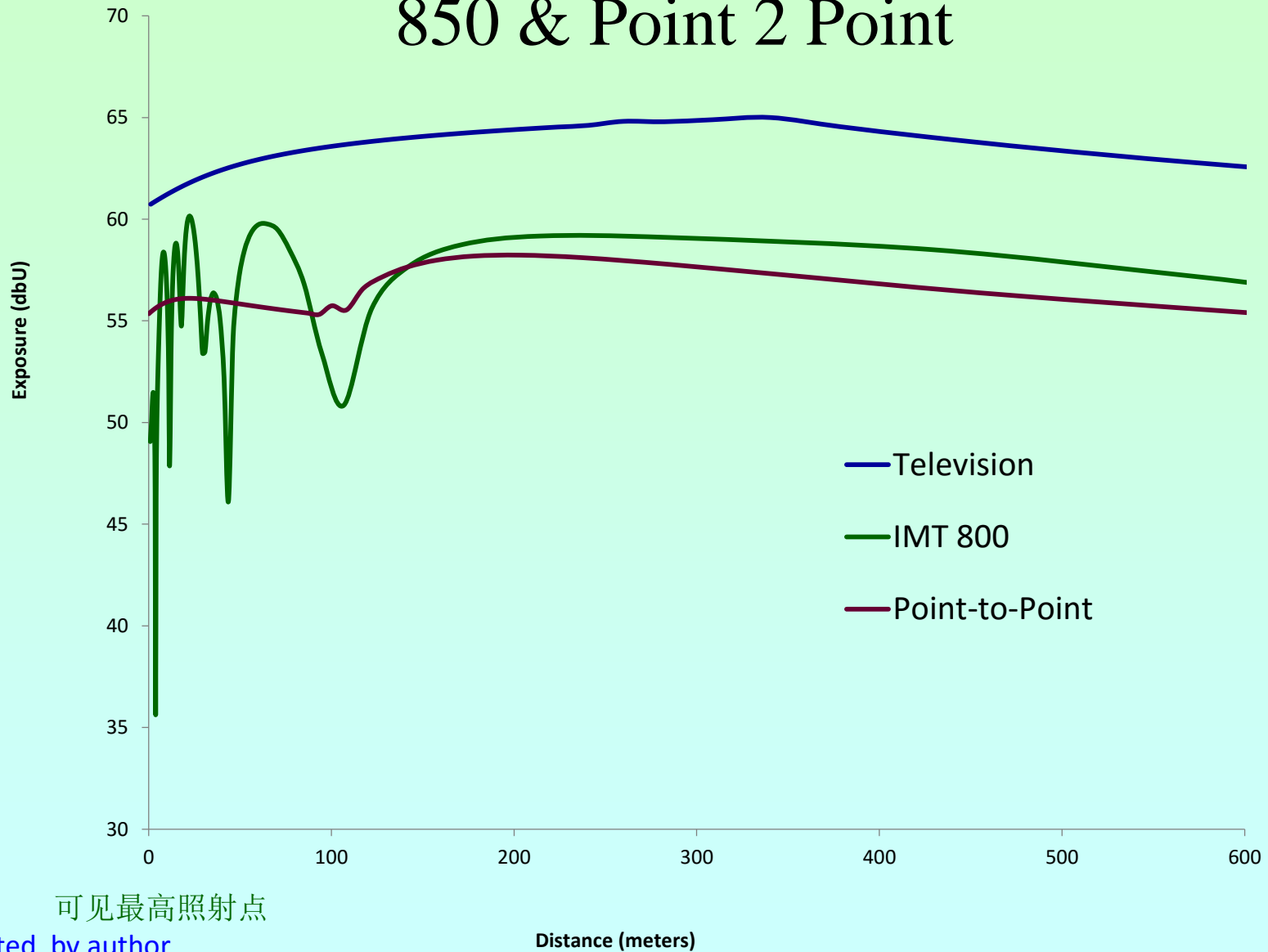
垂直模式电视天线 17 dBi, ITU-R Rec计算. [F.699](#)



垂直模式 80010302_0824_X_CO_M45_00T; [ANATEL](#)



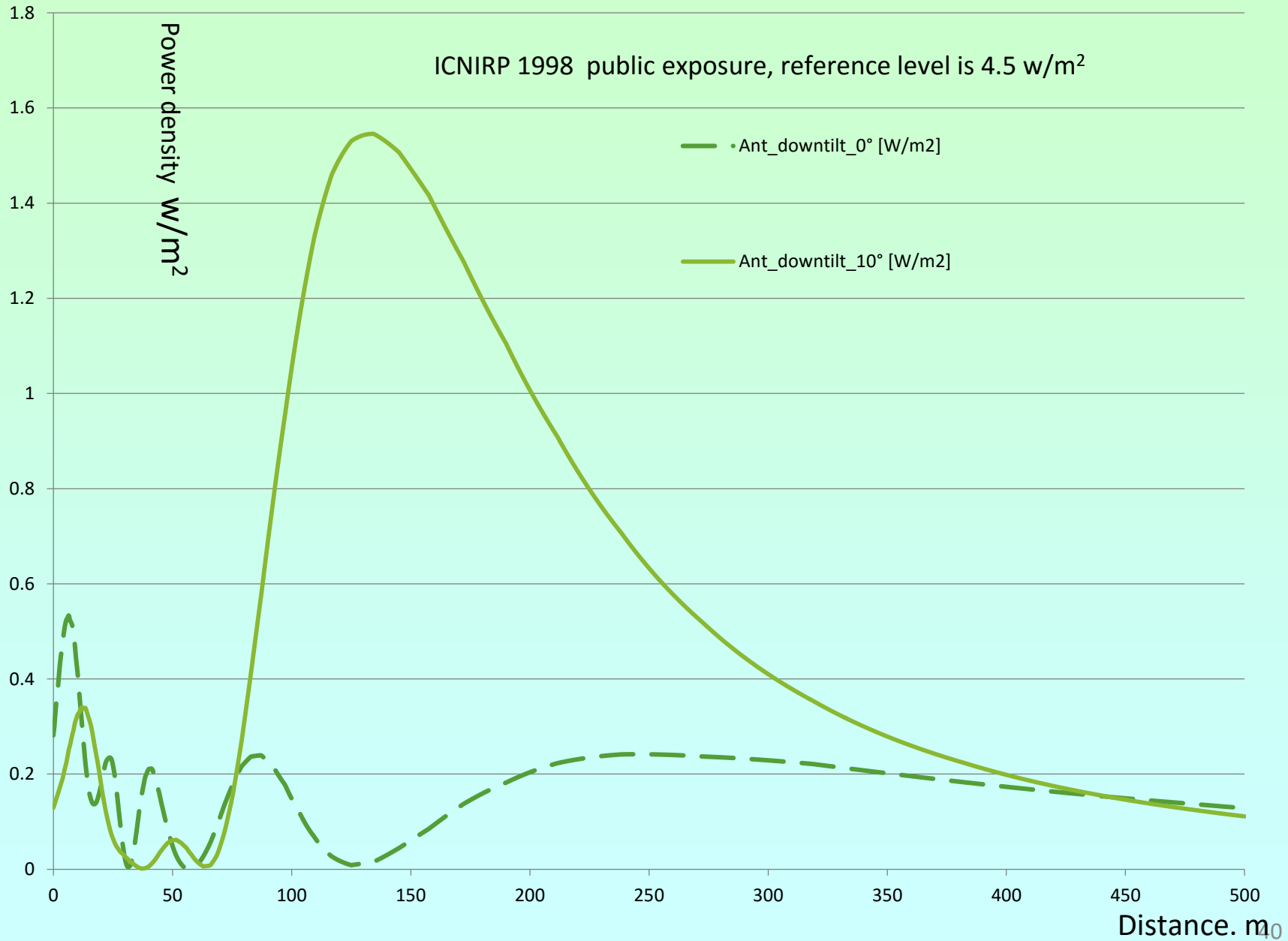
场强 (dB μ V/m) vs. 距离 (m), 共定位站点 TV, IMT 850 & Point 2 Point



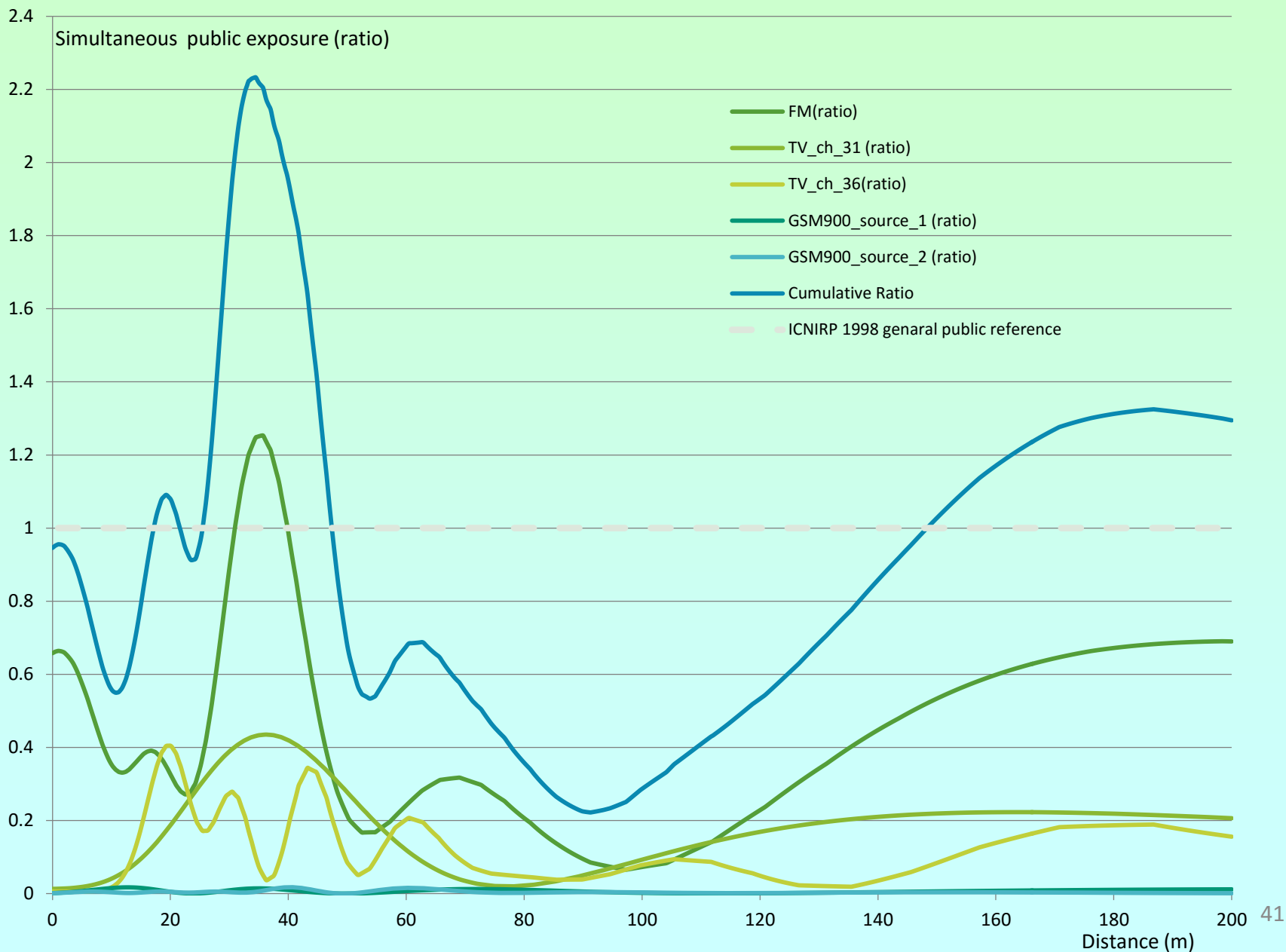
可见最高照射点

calculated by author

功率密度 vs. 水平距离，向下倾斜

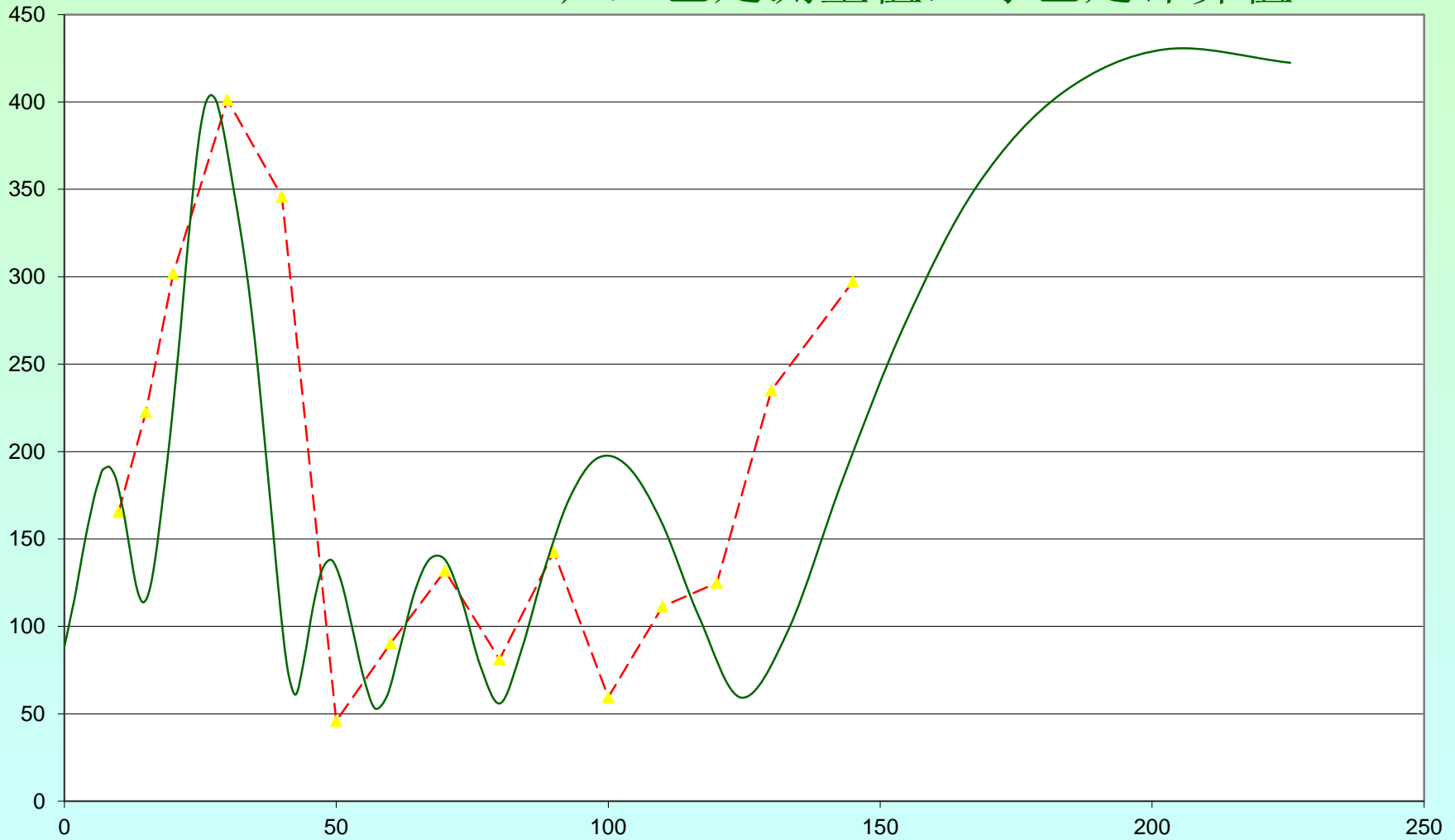


系数 W_t vs. 距离, 共同定位点, FM, TV & GSM 900



场强 (mV/m) vs. 距离 (m)

RF = 1875.8 MHz; 红色是测量值, 绿色是计算值



Measured and calculated by ANATEL 2012, Eng . Agostinho Linhares de Souza Filho

RF 危害限制 & 它们对网络计划的影响

过度的限制影响网络规划

- 协同点位和MIMO增加距离并且限制了建筑物附近的桅杆建设
- 国家（如瑞士降低了100）（萨尔茨堡则是9000）的功率密度水平并且限制了蜂窝BTS的规划和位置
- 较低的射频照射限制减少EIRP的实施（为了降低功率密度和基站附近的场强）或延长公共桅杆的距离
- 用额外的蜂窝天线或射频频谱处理低照射阈值

缓和技术降低辐射水平（1）

- 如果发射机和接收机是固定的，避免无线通信
 - 避免基于蜂窝基础设施的无线路由器
 - 使用卫星和有线电视
- 最大化共享，包括蜂窝运营商之间的主动的频率共享
- 最大限度地提高运营商的射频，以减少网点

缓和技術降低辐射水平 (2)

限制进入照射过度的地方。物理障碍，封锁程序和适当标志是必不可少的，工人可以使用防护服。(ITU-T 2004 [K.52](#) p.19)

如果可能的话，增加天线高度。调查的所有点的距离都增加了，而辐射水平降低。此外，由于仰角的增加和发射天线的旁瓣减少实现了额外的辐射减少。(ITU-T 2007 [K.70](#) p.22)

增加天线增益（主要是通过减少仰角波束宽度），从而减少可以辐射向人的方向。垂直波束宽度可以用来减少接近天线的辐射水平。此外，实现EIRP值相同可以通过一个低功率发射机供给高增益天线或高功率发射机供给低增益天线来实现。(ITU-T 2007 [K.70](#) p.22)

尽量减少照射以保持质量的服务，这也作为质量标准。降低发射功率从而线性降低所有观测点的功率密度。因为它减少了覆盖区域，只有在其他方法不能应用时才使用。(2007 [K.70](#) p.22)

通过额外的蜂窝天线或射频频谱得到低照射阈值

简单方程; 见2016年4月将要出版的 [Mazar Wiley](#) 的书。

对于一个给定的网络（技术，网站数量，射频频谱，服务质量），在更高有效功率（用于下行链路和上行链路信道）发射，在较高海拔高度（更少的信号衰减建设基站和使用较低的无线电频率来实现）。

在一个给定的网络中的每个通信链路的最大信道容量是来自Shannon Hartley的书中 (**Shannon 1948 p.43, 定理 17**)， 相关容量 (bit/s)， 射频带宽 (Hz) 和信号噪声（无量纲）比

$$c = b \times \log_2 (1 + s / n)$$

此外，在城市的状况下s/n很小。LTE RSRQ（参考信号接收质量）量化能力；UE测量这个参数作为参考信号。值高于-9dB可以保证最好的用户体验；-9和-12dB之间的范围内，可以视为中性略有下降的服务质量。因此，对于s/n相对1非常小，5.1旨在：

$$c = b \times \log_2 (1 + s / n) \approx b \times \frac{s / n}{\ln 2} \approx 1.44 \times b \times s / n$$

因此，为了保持 c 相同（s 减少），可以通过更多的频带（b）来补偿。

容量由功率 s 和噪声密度 n_0 来限制。

总结：蜂窝容量受限的功率和噪声，增加射频基站可以减少基站的数目和总的EMF。

作者相关文献

- [A Global Survey and Comparison of Different Regulatory Approaches to Non-Ionizing RADHAZ and Spurious Emissions](#), IEEE TelAviv, [COMCAS](#), November 2009. Hyperlink to the [slides presentation](#); 9 November 2009
- [A Comparison Between European and North American Wireless Regulations](#), presentation at the 'Technical Symposium at ITU Telecom World 2011' www.itu.int/worl2011 on [27 October 2011](#); hyperlink to the [slides presentation](#), 27 October 2011
- [Technical limits of Human Exposure to RF from Cellular Base Stations and Handsets](#), Jerusalem, 11 April 2013. Professional presentation of the Ministry of Communications to the experts of Ministry of Environmental Protection, human-exposure monitoring laboratories and cellular operators
- [Technical limits of Human Exposure to RF from Broadcasting Emitters, Cellular Base Stations and Handsets](#), at '[Holon institute of technology](#)', 30 January 2014
- [Smart Cities RF Human Exposure Ministries of Comms Energy.pdf](#); presentation at intra-ministerial commission, on 21 January 2015

Presentation is also based on Author's book: [Wiley](#) and Sons "[Radio Spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques](#)" ISBN-13: 978-1118511794; to be printed April 2016

U may visit my web sites <http://mazar.atwebpages.com/> and <http://www.haim-mazar.com/>

Dr. Haim Mazar (Madjar) mazar@ties.itu.int and h.mazar@atdi.com

Any Questions ?