

Traadita ühendused

Traadita ühendused

- + Mugavus (mobiilsus)
- + Meedium ei vaja hooldust ja on tasuta (?)
- + Seadmete hind langeb
- Aeglasemad ühendused
- Võimalik mõju tervisele
- Kergemini häiritav, madalam töökindlus
- Turvalisusega seotud riskid
- Ühilduvusprobleemid

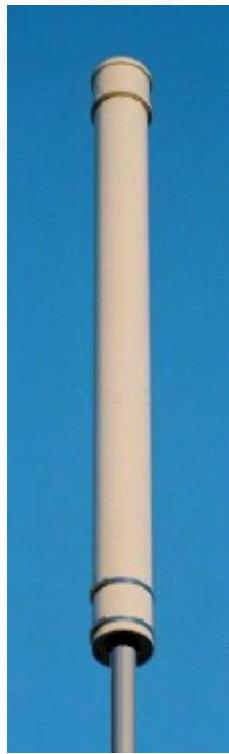
Traadita ühendused

- IEEE 802.11 – Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) Mõnikord nim ka traadita Ethernetiks (ei ole täpne)
 - levib väljas ~140m, siseruumis ~40m
- Bluetooth (IEEE 802.15) – levi kuni 10m, ribalaius 1Mb/s. Sagedusala 2,40-2,48GHz. Ver 2.0 kuni 3Mb/s
- WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) IEEE 802.16
 - Levib kuni 50km, ribalaius kuni 70Mb/s (kuni 1Gb/s) Sagedusalad 10-66GHz ja 2-11GHz

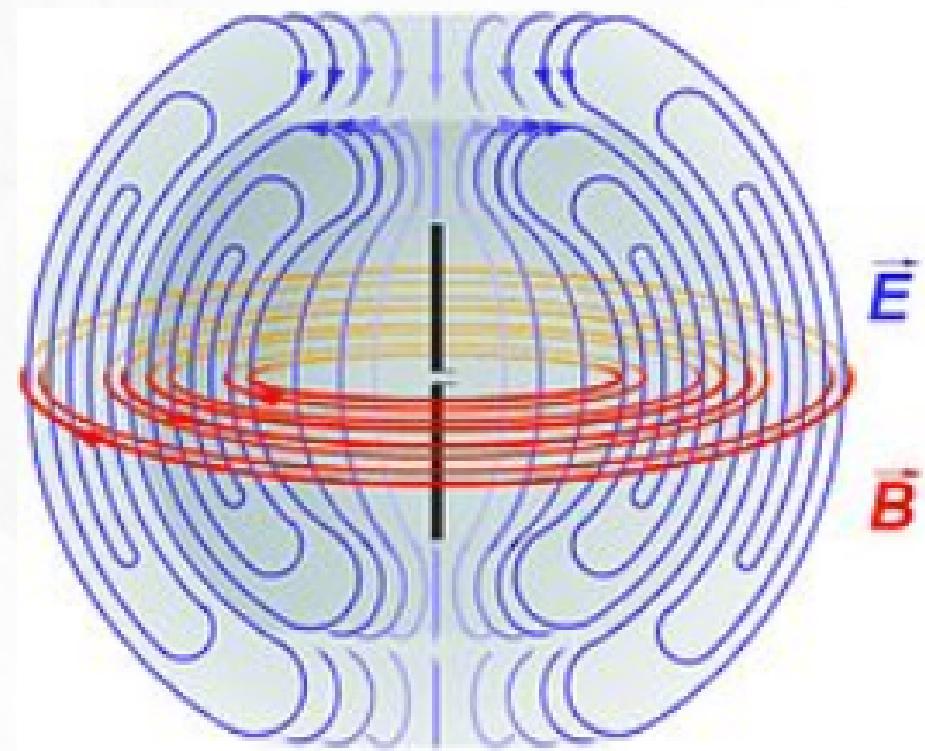
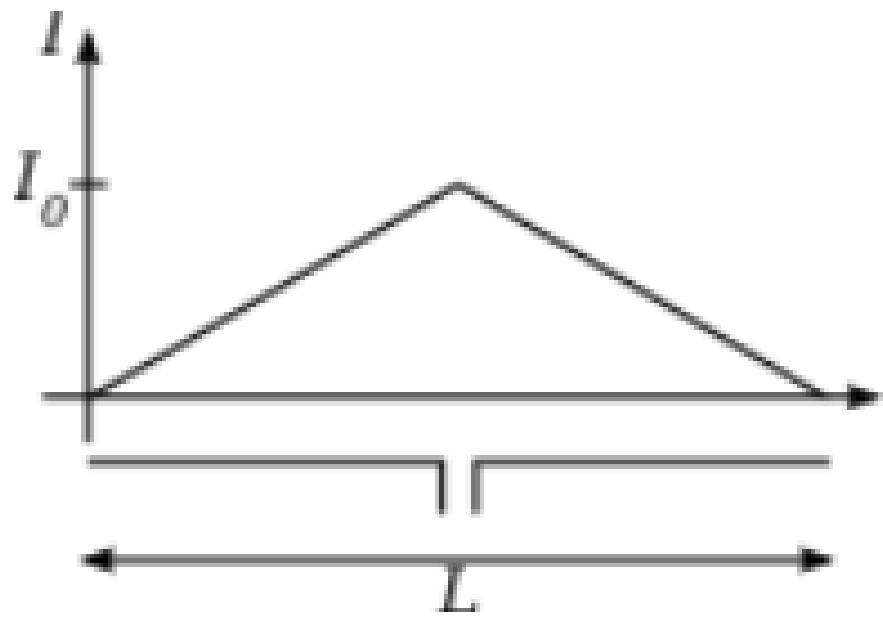
Traadita ühendused

- GSM (*Global System for Mobile communications*) – Andmesidena kasutatakse GPRS (*General Packet Radio Service*, kuni 107kb/s) ja EDGE (*Enhanced Data rate for GSM Evolution*, kuni 384kb/s)
- 3G (UMTS,HSPA+), 4G (LTE), 5G (NR)
- IrDA (*Infrared Data Association*) – levi ca 1meeter, ribalaius kuni 16Mb/s. Vajab otsenähtavust. Infrapunkiirgus

Traadita side – antennid



Dipoolantenn



Videod – kuidas töötab antenn

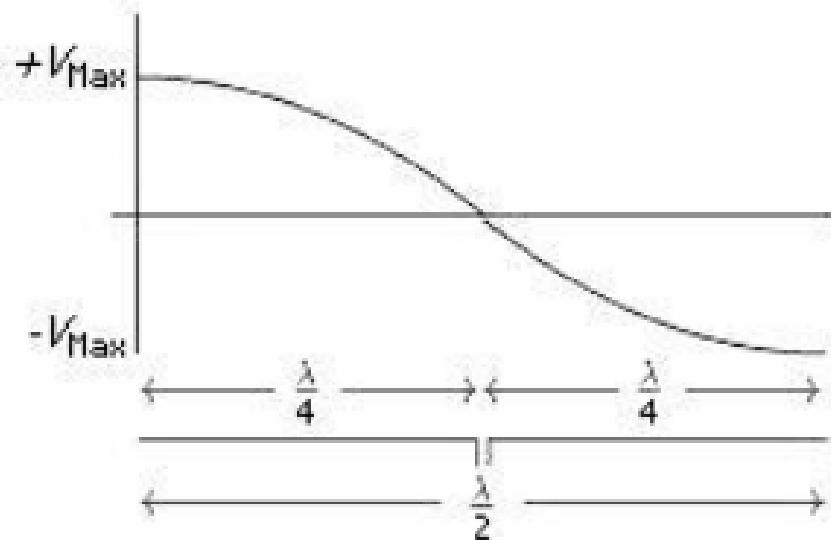
<https://www.youtube.com/watch?v=ZaXm6wau-jc>

https://www.youtube.com/watch?v=FWCN_ul5ygY

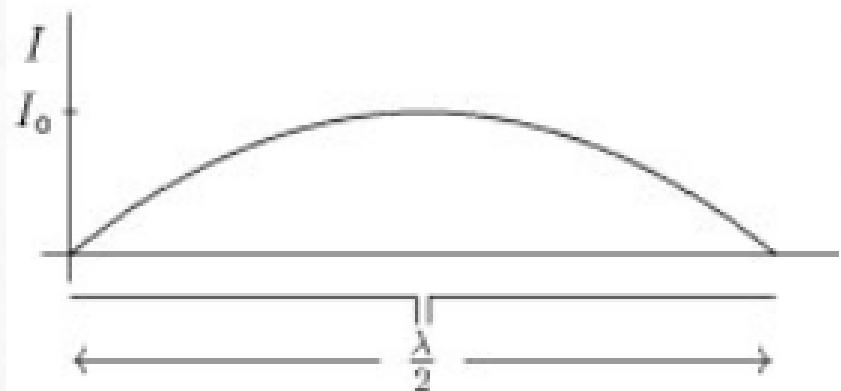
<https://www.youtube.com/watch?v=-F7KYLO4Bkg>

<https://www.youtube.com/watch?v=md7GjQQ2YA0>

Poollaine dipool

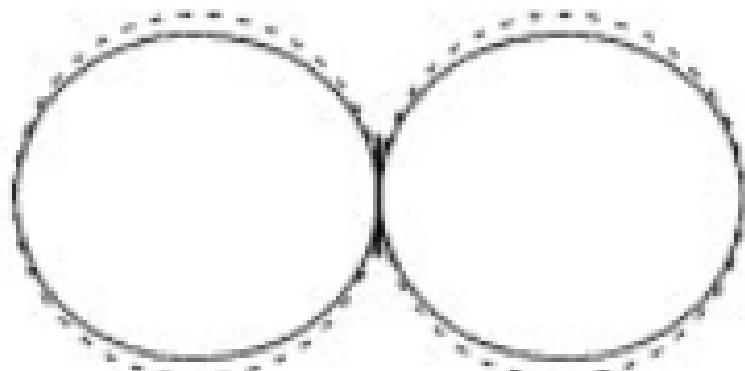


Pinge

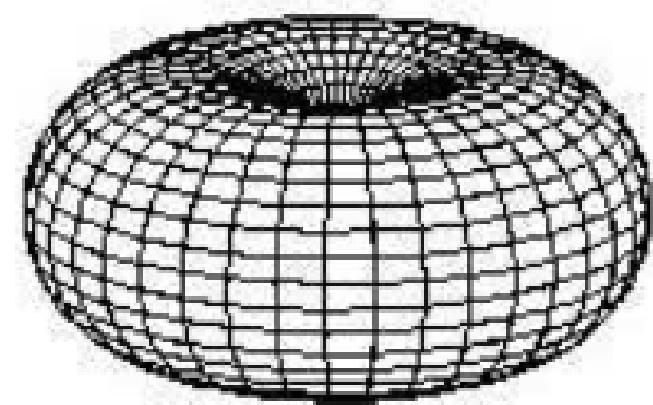


Vool

Poollainedipooli kiirgusdiagramm



Kahemõõtmeline



Kolmemõõtmeline

Poollainedipool

Antenni võimendus 1,64 korda

- ehk ca 2,15dBi
- dBi – isotroopse kiirguri suhtes

Veerandlaine monopoolantenn

- Nagu dipoolantenn, aga üks pool on puudu
 - Üks pool on asendatud nn “maapinnaga”, mis võib olla ka juurdemõeldav...
 - Antenni võimendus on $>3\text{dBi}$ (suurem kui dipoolil) kuna kiiratakse vaid ühele poole.
 - Samas kiiratav võimsus on väiksem kuna kiirgab vaid üks pool dipoolist

Antennid

- Antenne jagatakse kiirguse suuna järgi
 - *Omnidirectional* (kiirgavad ühes tasapinnas võrgselt igas suunas)
 - *Directional* ehk suundantennid
- Antenni tüübi järgi
 - Paneelantenn
 - Dipoolantenn
 - Paraboolantenn
 - Yagi (*Yagi-Uda array*)
 - ...

Antenni iseloomustavad parameetrid

- Sagedus (sagedusriba, mille juures antenn on kõige efektiivsem)
- Võimendus (dBi) – antenni suhteline võimendus võrreldes isotroopse kiirguriga
- Polarisatsioon – millise suunaga elektrivälja on antenn optimiseeritud vastu võtma ja saatma
- Kadu kaablis (dB) – signaalitugevuse langus kaablis
- Koguvõimendus (dB) – süsteemi summaarne võimendus arvestades antenni võimendust ja kadu kaablis

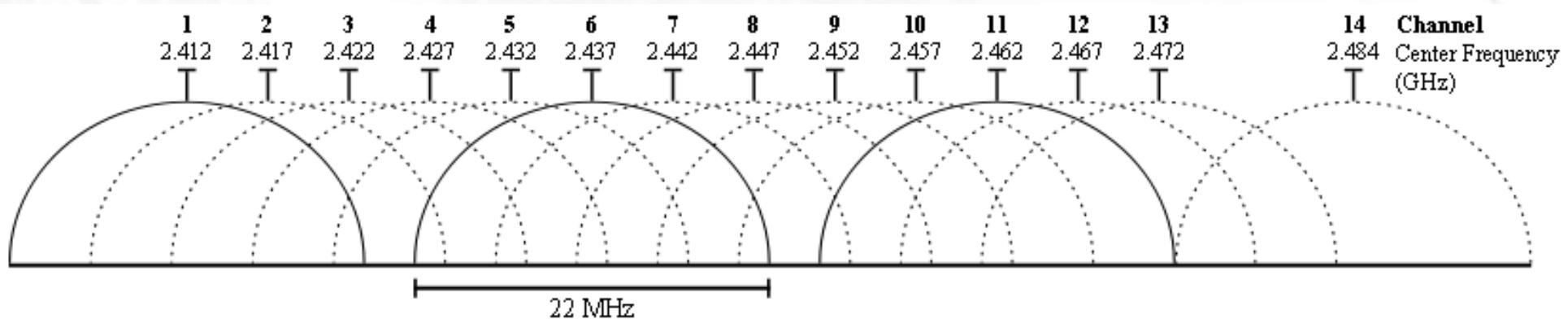
IEEE 802.11

ieee802.11 protokoll	aasta	Sagedus ala	Ribalaiused Mb/s	leviulatus väljas (siseruumes) (m)
legacy	1997	2,4GHz	1; 2	100 (20)
a (WiFi 2)	1999	5GHz	6; 9; 12; 18; 24; 36; 48; 54	120 (35)
b (WiFi 1)	1999	2,4GHz	5,5; 11	140 (40)
g (WiFi 3)	2003	2,4GHz	6; 9; 12; 18; 24; 36; 48; 54	140 (40)
n (WiFi 4)	2009	2,4GHz, 5GHz	6,5 ... 600	140 (40)
y	2008	3,6GHz	150	Eestis keelatud!
ac (WiFi 5)	2013	5GHz	87,6; 200; 433; 866,... 6200	(35)
ad	2012 (2016)	60GHz	... 4300 ... 7000 <i>(short-range peer-to-peer)</i>	(10,otsenähtavus)
ax (WiFi 6)	2021	2,4GHz 5GHz	Kuni ca 9600	140 (40) ?
be (WiFi 7)	(2024 ?)	2,4GHz, 5GHz, 6GHz	... 1376 ... 46120	?

2,4GHz kanalid

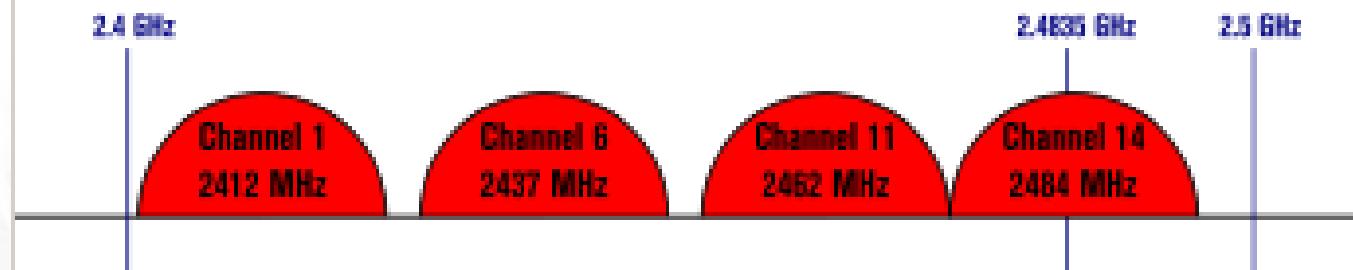
Kanali nr	Sageduse kese (MHz)	P-Ameerika ja Austraalia	ETSI	Prantsusmaa (nüüd ETSI)	Jaapan	lisrael (nüüd ETSI)
1	2412	jah	jah		jah	
2	2417	jah	jah		jah	
3	2422	jah	jah		jah	jah
4	2427	jah	jah		jah	jah
5	2432	jah	jah		jah	jah
6	2437	jah	jah		jah	jah
7	2442	jah	jah		jah	jah
8	2447	jah	jah		jah	jah
9	2452	jah	jah		jah	
10	2457	jah	jah	jah	jah	
11	2462	jah	jah	jah	jah	
12	2467		jah	jah	jah	
13	2472		jah	jah	jah	
14	2484				jah	

2,4GHz kanalid

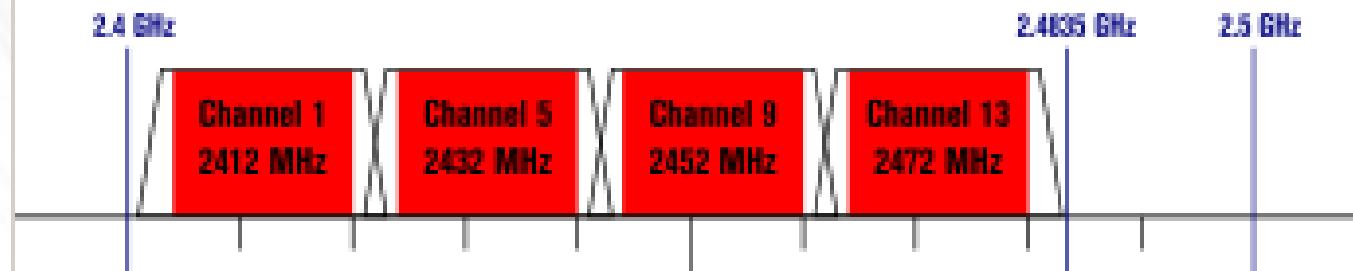


Non-Overlapping Channels for 2.4 GHz WLAN

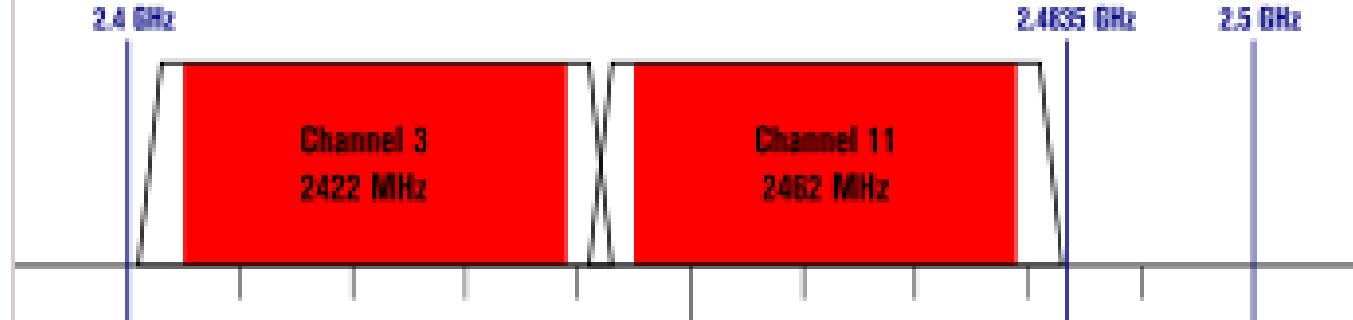
802.11b (DSSS) channel width 22 MHz



802.11g/n (OFDM) 20 MHz ch. width – 16.25 MHz used by sub-carriers



802.11n (OFDM) 40 MHz ch. width – 33.75 MHz used by sub-carriers



WLAN sagedusalad ja kanalid

- Maailmas on traadita kohtvõrgu tarvis kasutatavaid sagedusalasid rohkem
- Meil litsentsivaba 2,4GHz, 5GHz (ja võibolla ka 60GHz) sagedusala
- https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels
-

IEEE 802.11 edastusteknologia

LLC
alamkiht

MAC
alamkiht

PLCP
alamkiht

PMD
alamkiht

	802.11 infra- puna	802.11 FHSS	802.11 DSSS	802.11a OFDM	802.11b HR-DSSS	802.11g OFDM, ERP- OFDM	802.11n HT OFDM, BPSK, QPSK, QAM, MIMO	802.11ac VHT, QAM, MIMO
--	--------------------------	----------------	----------------	-----------------	--------------------	----------------------------------	---	----------------------------------

IEEE 802.11 edastusteknikat

- PMD – physical medium dependent
- PLCP – physical layer convergence procedure
- FHSS – frequency hopping spread spectrum
- DSSS – direct sequence spread spectrum
- OFDM – orthogonal frequency-division multiplexing
- HR-DSSS – high-rate DSSS
- QAM – quadrature amplitude modulation
- MIMO – multiple-input and multiple-output

IEEE 802.11

- Juhuvõrgu laad (*ad-hoc*)
 - IBSS (*Independent Basic Service Set*)
- Infrastruktuuri laad (*infrastructure*)
 - BSS (*Basic Service Set*)
 - ESS (*Extended Service Set*)
 - DS (*Distribution System*)

IEEE 802.11 infrastruktuuri laad

- Igal tugijaamal on nimi
BSSID – tugijaama (AP) “MAC aadress”
- Igal võrgul on nimi
SSID – administraatori seatud

IEEE 802.11

- Jagatud meedium
- Aja jaotamiseks kahe laadi operatsioone
 - DCF (*distributed coordination function*) – kohustuslik
 - PCF (*point coordination function*) – harva kasutatav, AP küsitleb kliente
- CSMA/CA – *carrier sense multiple access with collision avoidance*

IEEE 802.11

- Peidetud jaama probleem
- Nähtava jaama probleem

IEEE 802.11 CSMA/CA

- RTS – *request to send*
- CTS – *clear to send*
- Data
- ACK - *acknowledgement*

IEEE 802.11 kaader

- Kaadri juhtimine (16 bitti):
 - Versioon (=0 2 bitti)
 - Tüüp: 0 - haldus-, 1 – juht- või 2 – andmekaader (2 bitti)
 - Alamtüüp: RTS, CTS, ACK (4 bitti)
 - To DS lipp – 1 kui kaader AP-le (1 bitt)
 - From DS – 1 kui kaader tuleb AP-lt (1 bitt)
 - MF – 1 kui järgneb veel fragmente (1 bitt)
 - Retry – 1 kui kaadrit saadetakse uuesti (1 bitt)
 - Power management – 1 bitt
 - More Data – 1 kui saatjal on veel kaadreid (1 bitt)
 - WEP – krüpteeritud WEP-ga (1 bitt)
 - Order – 1 bitt

IEEE 802.11 kaader

- Kestus (2 baiti) kui kauaks kaader hõlmab kanali
- Aadress 1 – vastuvõtja MAC
- Aadress 2 – saatja MAC
- Aadress 3 – MAC aadress, mis sõltub ToDS ja FromDS lippudest
- Järjenumber – kui kaader on tükeldatud, siis järjekorranumber (2 baiti)
- Aadress 4 - MAC aadress, mis sõltub ToDS ja FromDS lippudest
- Andmed – kuni 2312 baiti
- Kontrollsumma (CRC-32) – 4 baiti

IEEE 802.11 turvalisus

- WEP – tänaseks ebaturvaline :(
- WPA – RC4 (*Rivest Cipher 4*) :(
 - iga paketi jaoks tuletatakse eraldi salajane võti
- WPA2 – AES (*Advanced Encryption standard*)
- WPA3