Co jeśli nie światłowód?

60GHz? a komu to potrzebne?

O mnie



- Nazywam się Grzegorz Fryc
- Od 2008 roku związany z sieciami bezprzewodowymi pracując w Regionalnym Operatorze Telekomunikacyjnym z regionu ROW,
- Prywatnie interesuję się bardzo szeroko pojętymi zagadnieniami sieci, elektroniki i smart home oraz tematami związanymi z samorządem.

Czym się zajmiemy?

1. Trochę teorii.
2. 60 GHz? A po co to komu?
3. Co MikroTik ma w swojej ofercie?
4. Przykłady działania
5. Co dalej?

Trochę teorii

- **Wymogi formalne:** Brak wymogu uzyskania pozwolenia radiowego na nadawanie.
- **Zakres:** Obecnie udostępniony jest szeroki zakres **od 57 GHz do 71 GHz** (historycznie było to 57–66 GHz, jednak pasmo rozszerzono m.in. na potrzeby standardu WiGig 802.11ay oraz systemów typu Terragraph).
- **Urządzenia ogólne / wewnątrzbudynkowe (np. routery WiGig):** Maksymalna moc wynosi **40 dBm EIRP**.
- **Instalacje zewnętrzne stałe (np. mosty radiowe, Point-to-Point, Point-to-Multipoint):** Maksymalna moc wynosi **55 dBm EIRP**

Porównanie parametrów technicznych

Cecha	802.11ad (WiGig 1.0)	802.11ay (WiGig 2.0)
Rok wprowadzenia	2012	2021
Maksymalna przepustowość	Ok. 7 Gbps	Od 44 Gbps do nawet 176 Gbps
Szerokość kanału	2.16 GHz (pojedynczy kanał)	Do 8.64 GHz (łączenie do 4 kanałów)
Modulacja (max)	64-QAM	256-QAM
MIMO (wielostrumieniowość)	Brak (tylko jeden strumień danych)	Obsługa MU-MIMO (do 4 strumieni przestrzennych)
Główny zasięg	Zazwyczaj do 10 metrów (w jednym pomieszczeniu)	Nawet 300–500 m (z antenami kierunkowymi na zewnątrz)
Główne zastosowanie	Bezprzewodowe stacje dokujące, gogle VR w jednym pokoju	FWA (stały dostęp bezprzewodowy), mosty radiowe (Point-to-Point), sieci szkieletowe (np. Terragraph)

Po co to komu?



Routery domowe?





ISP?

Ubiquiti AF60-LR



12 km

MikroTik LHG 60G (RBLHGG-60ad)

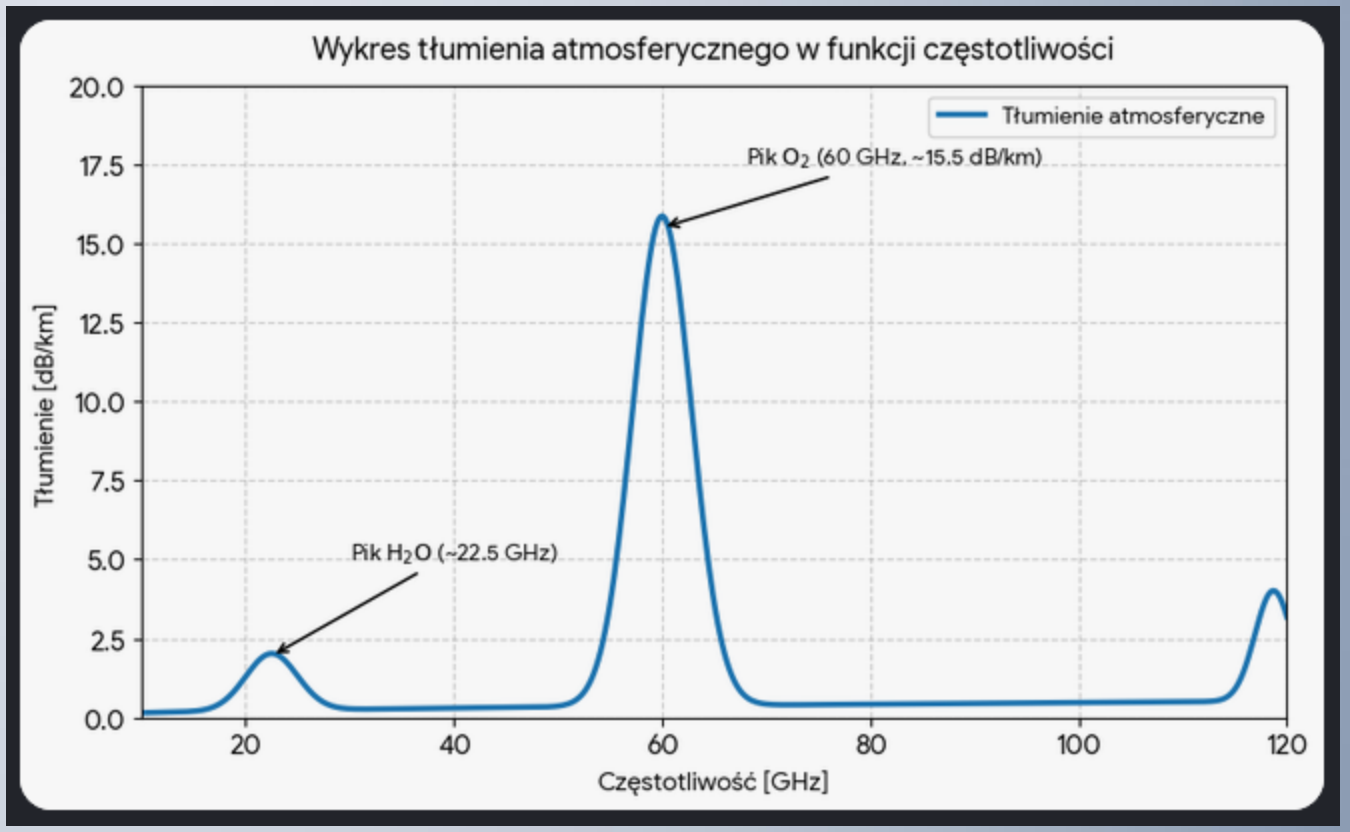


1,5 km

Folia i możemy działać



Częstotliwość 60 GHz pokrywa się z rezonansem cząsteczkowym tlenu (O_2), co powoduje gwałtowny wzrost tłumienia atmosferycznego fal radiowych (tzw. pik absorpcyjny tlenu). Poniższy wykres przedstawia zależność tłumienia jednostkowego (w decybelach na kilometr) od częstotliwości w zakresie fal milimetrowych

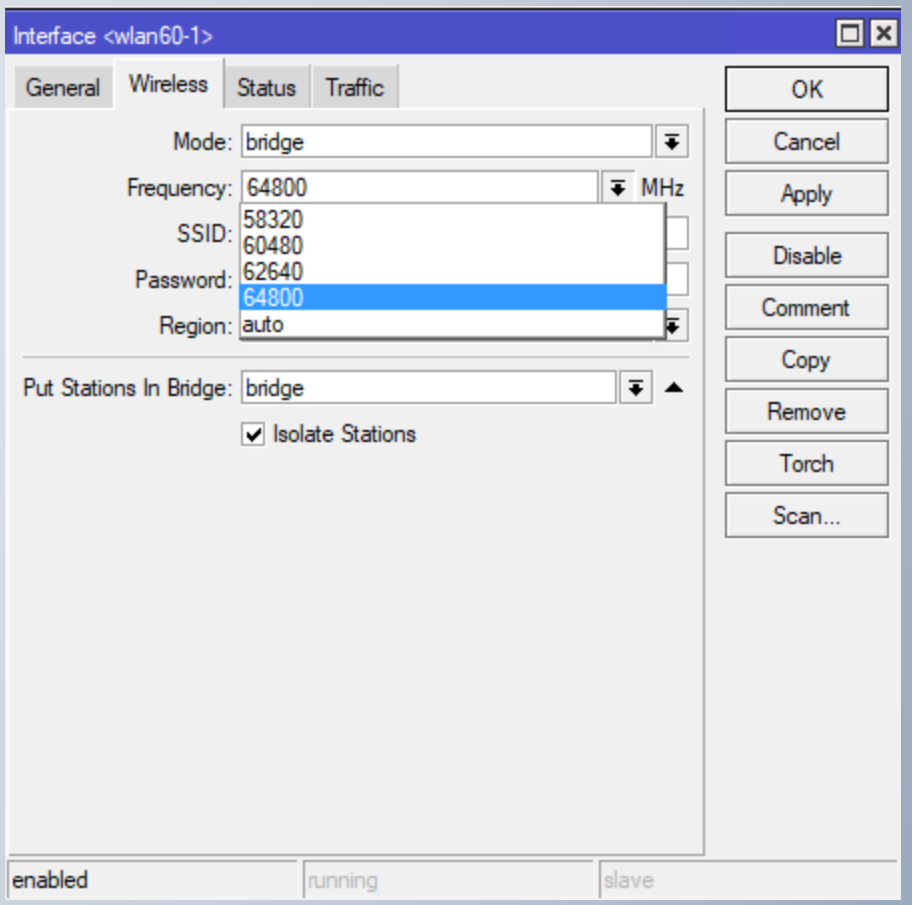


Więc dlaczego UBNT 12 km, a MikroTik 1,5 km?

802.11ay vs. 802.11ad

Częstotliwości





MikroTik



SXT Lite60



LHG Lite60
LHG 60G



WAP60G / AP
WAP60Gx3 AP



Cube Lite60
Cube 60G ac



nRAY



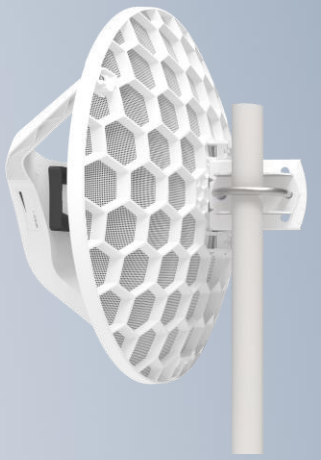
Cube 60Pro ac

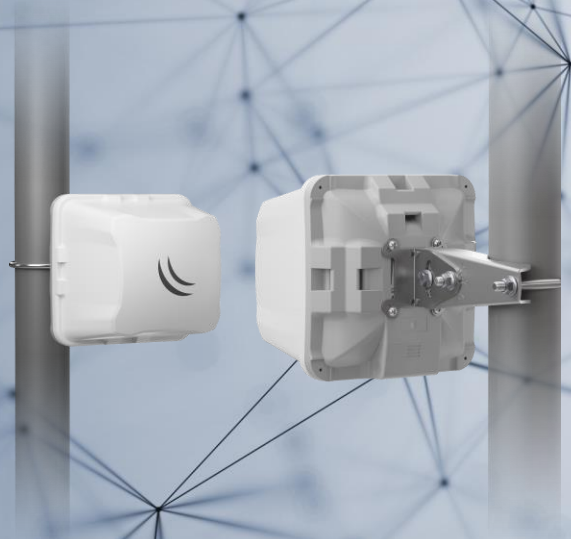


CubeSA 60Pro ac









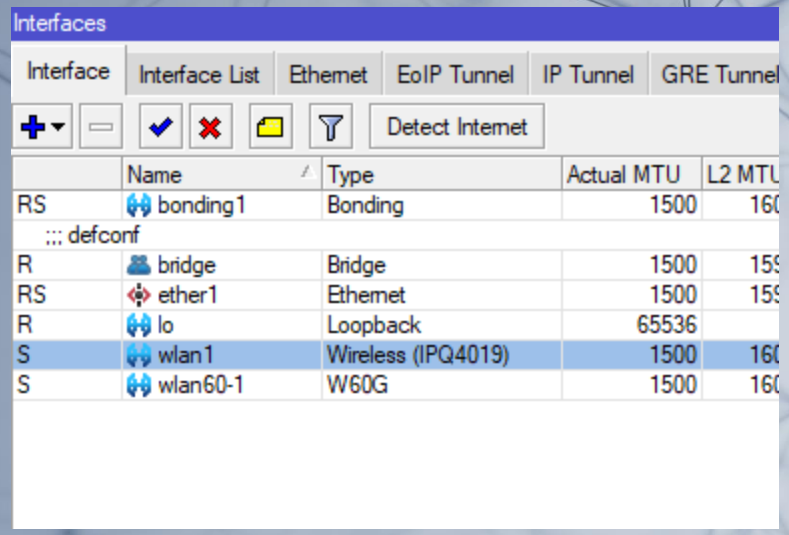

Wireless Wire

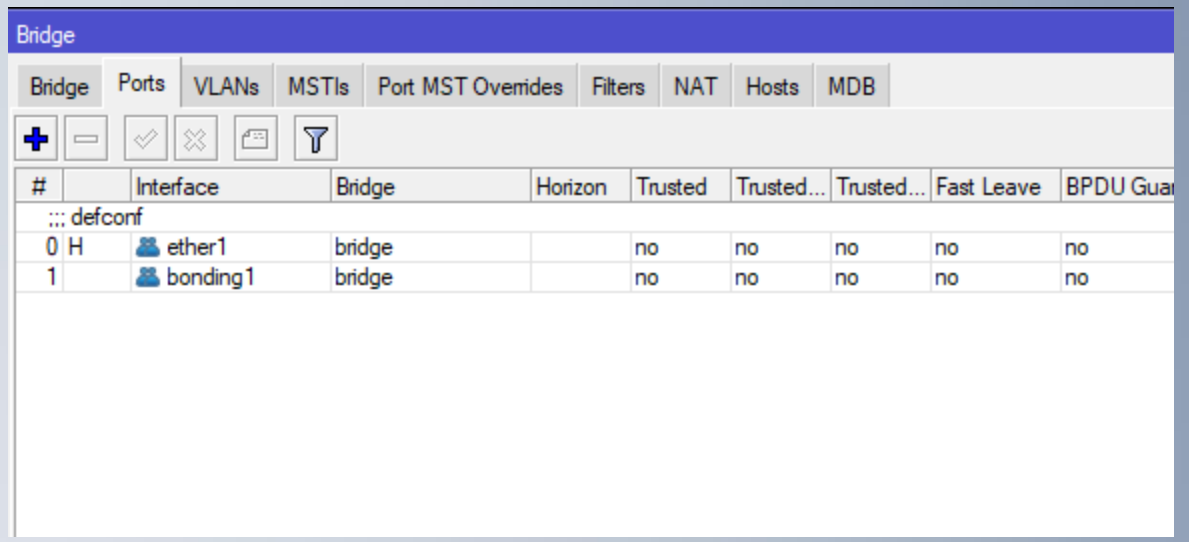
Przykłady z życia wzięte

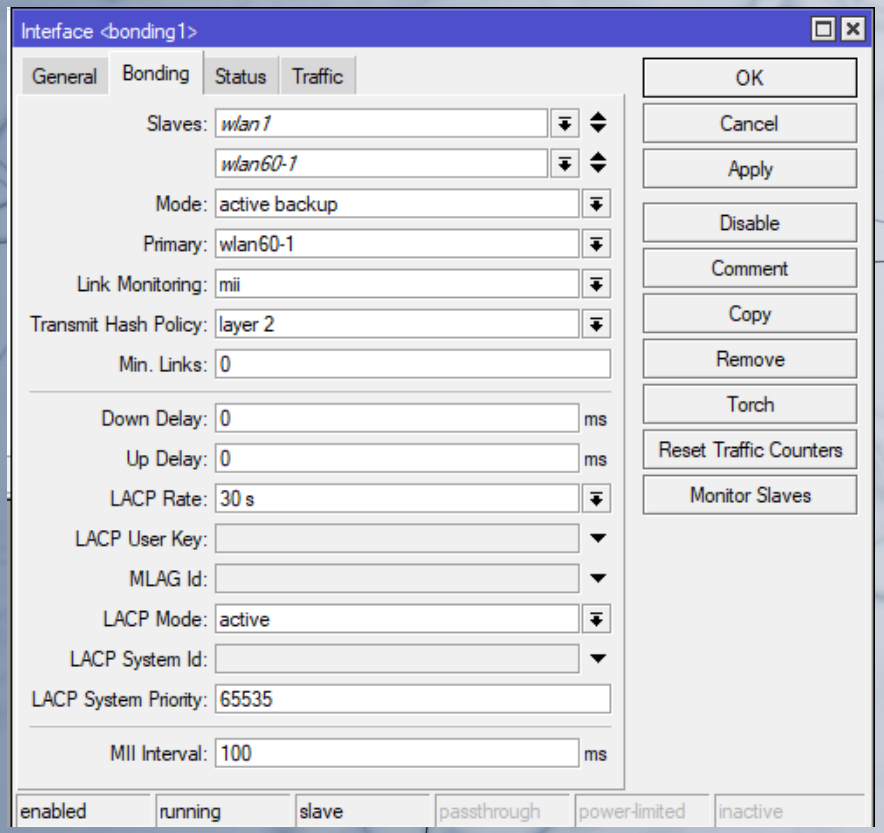
Konfiguracja:

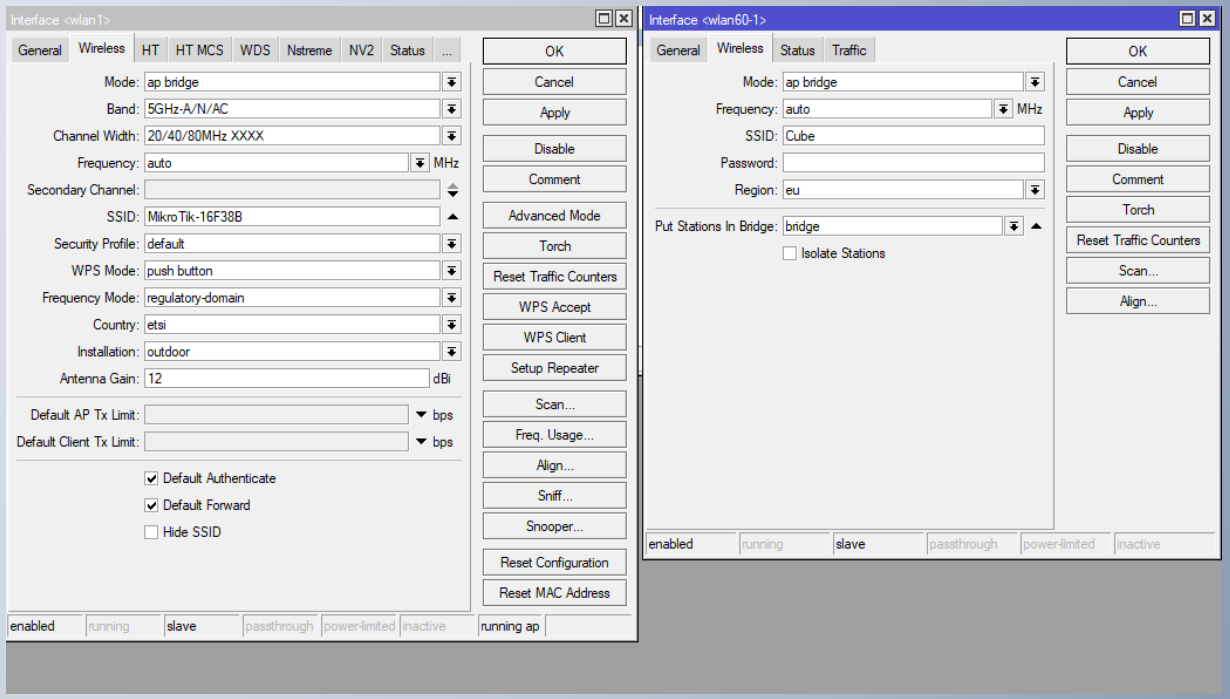
1. Włączamy i działa :) (Master/Slave, IP, bonding)
2. Koniec :)

Jeśli nieskonfigurowane, to sama konfiguracja polega na zrobieniu bridge, bondingu, dodaniu odpowiednich interfejsów do bridge, konfiguracji interfejsów radiowych (wlan i w60g), nadaniu IP i tyle.


Interfaces
Interface
Interface List
Ethernet
EoIP Tunnel
IP Tunnel
GRE Tunnel
Detect Internet
Name
Type
Actual MTU
L2 MTU
RS bonding1 Bonding 1500 160
;;; defconf
R bridge Bridge 1500 159
RS ether1 Ethernet 1500 159
R lo Loopback 65536
S wlan1 Wireless (IPQ4019) 1500 160
S wlan60-1 W60G 1500 160


Bridge
Bridge
Ports
VLANs
MSTIs
Port MST Overrides
Filters
NAT
Hosts
MDB
Interface Bridge Horizon Trusted Trusted... Trusted... Fast Leave BPDU Guar
;;; defconf
0 H ether1 bridge no no no no no
1 bonding1 bridge no no no no no


Interface <bonding1>
General
Bonding
Status
Traffic
Slaves: wlan1
wlan60-1
Mode: active backup
Primary: wlan60-1
Link Monitoring: mii
Transmit Hash Policy: layer 2
Min. Links: 0
Down Delay: 0 ms
Up Delay: 0 ms
LACP Rate: 30 s
LACP User Key:
MLAG Id:
LACP Mode: active
LACP System Id:
LACP System Priority: 65535
MII Interval: 100 ms
OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Copy
Remove
Torch
Reset Traffic Counters
Monitor Slaves
enabled
running
slave
passthrough
power-limited
inactive


Interface <wlan1>
General
Wireless
HT
HT MCS
WDS
Nstreme
NV2
Status
Mode: ap bridge
Band: 5GHz-A/N/AC
Channel Width: 20/40/80MHz XXXX
Frequency: auto MHz
Secondary Channel:
SSID: MikroTik-16F38B
Security Profile: default
WPS Mode: push button
Frequency Mode: regulatory-domain
Country: etsi
Installation: outdoor
Antenna Gain: 12 dBi
Default AP Tx Limit: bps
Default Client Tx Limit: bps
Default Authenticate
Default Forward
Hide SSID
OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Advanced Mode
Torch
Reset Traffic Counters
WPS Accept
WPS Client
Setup Repeater
Scan...
Freq. Usage...
Align...
Sniff...
Snooper...
Reset Configuration
Reset MAC Address
enabled
running
slave
passthrough
power-limited
inactive
running ap
Interface <wlan60-1>
General
Wireless
Status
Traffic
Mode: ap bridge
Frequency: auto MHz
SSID: Cube
Password:
Region: eu
Put Stations In Bridge: bridge
Isolate Stations
OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Torch
Reset Traffic Counters
Scan...
Align...
enabled
running
slave
passthrough
power-limited
inactive

- Plusy

1. Duże prędkości,
2. Szybki upgrade,
3. Brak papierologii,
4. Relatywnie tanie,
5. Nie trzeba się znać :)

- Minusy

1. Krótkie dystanse (MikroTik) (?),
2. Podatne na pogodę (śnieg, deszcz),
3. Ciężkie wizowanie (?),
4. Jakość sprzętu ...

Co dalej?

MIKROTIK

nRAY gen2

C22G+S-5HaxD60ad

nRAY gen2 delivers long-range 60 GHz Wireless Wire performance with 5 GHz backup, built-in GPS support, and 2.5G Ethernet. Designed for reliable multi-kilometer links of up to 10 km in real-world conditions where fiber isn't practical.

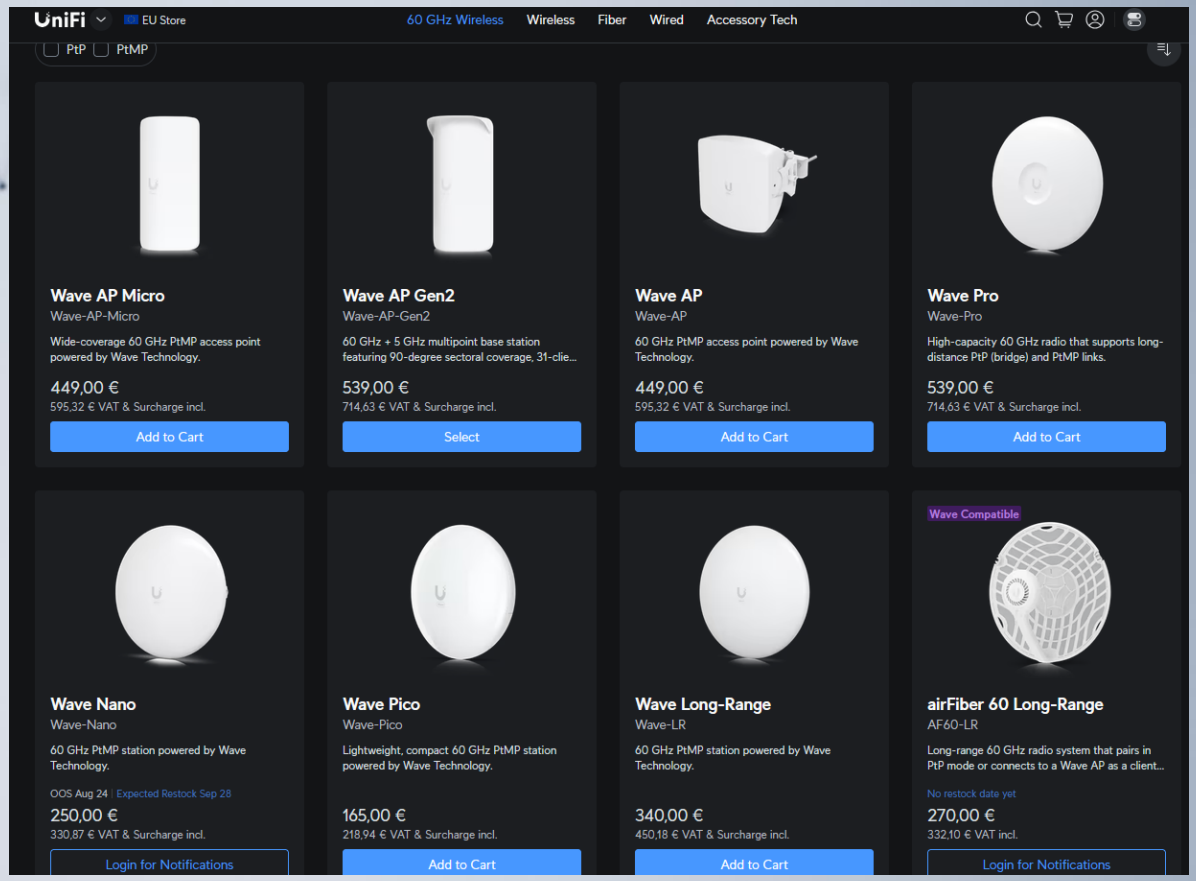


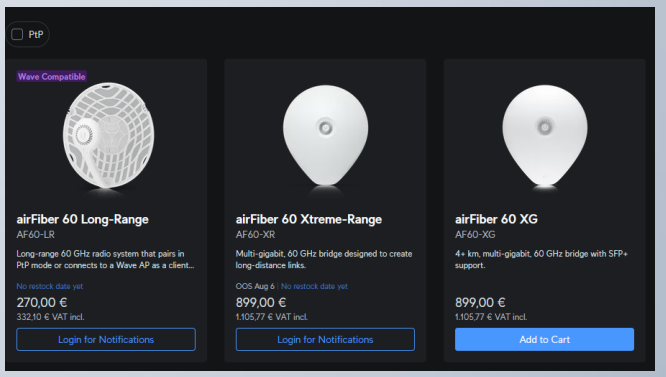
Download **PDF**

Specifications

Product code	C22G+S-5HaxD60ad
CPU	Quad-core IPQ-6010 auto (864-1800 MHz)
CPU architecture	ARM 64bit
RAM	1 GB DDR3
Storage	128 MB NAND
Number of 2.5G Ethernet ports	1
Number of 1G SFP ports	1 (2.5G supported)
Wireless	5 GHz 802.11a/n/ac/ax dual-chain
Wireless interface model	QCN-5052
GNSS standard	GPS, Galileo, Glonass, BeiDou
WiGig chipset	PRM2141X

Ubiquiti


UniFi
EU Store
60 GHz Wireless
Wireless
Fiber
Wired
Accessory Tech
PtP
PtMP
Wave AP Micro
Wave-AP-Micro
Wide-coverage 60 GHz PtMP access point powered by Wave Technology.
449,00 €
595,32 € VAT & Surcharge incl.
Add to Cart
Wave AP Gen2
Wave-AP-Gen2
60 GHz + 5 GHz multipoint base station featuring 90-degree sectoral coverage, 31-clie...
539,00 €
714,63 € VAT & Surcharge incl.
Select
Wave AP
Wave-AP
60 GHz PtMP access point powered by Wave Technology.
449,00 €
595,32 € VAT & Surcharge incl.
Add to Cart
Wave Pro
Wave-Pro
High-capacity 60 GHz radio that supports long-distance PtP (bridge) and PtMP links.
539,00 €
714,63 € VAT & Surcharge incl.
Add to Cart
Wave Nano
Wave-Nano
60 GHz PtMP station powered by Wave Technology.
OOS Aug 24 | Expected Restock Sep 28
250,00 €
330,87 € VAT & Surcharge incl.
Login for Notifications
Wave Pico
Wave-Pico
Lightweight, compact 60 GHz PtMP station powered by Wave Technology.
165,00 €
218,94 € VAT & Surcharge incl.
Add to Cart
Wave Long-Range
Wave-LR
60 GHz PtMP station powered by Wave Technology.
340,00 €
450,18 € VAT & Surcharge incl.
Add to Cart
Wave Compatible
airFiber 60 Long-Range
AF60-LR
Long-range 60 GHz radio system that pairs in PtP mode or connects to a Wave AP as a client...
No restock date yet
270,00 €
332,10 € VAT incl.
Login for Notifications


PtP
Wave Compatible
airFiber 60 Long-Range
AF60-LR
Long-range 60 GHz radio system that pairs in PtP mode or connects to a Wave AP as a client...
No restock date yet
270,00 €
332,10 € VAT incl.
Login for Notifications
airFiber 60 Xtreme-Range
AF60-XR
Multi-gigabit, 60 GHz bridge designed to create long-distance links.
OOS Aug 6 | No restock date yet
899,00 €
1.105,77 € VAT incl.
Login for Notifications
airFiber 60 XG
AF60-XG
4+ km, multi-gigabit, 60 GHz bridge with SFP+ support.
899,00 €
1.105,77 € VAT incl.
Add to Cart

Dziękuję za uwagę

Kontakt: gfryc@leon.pl