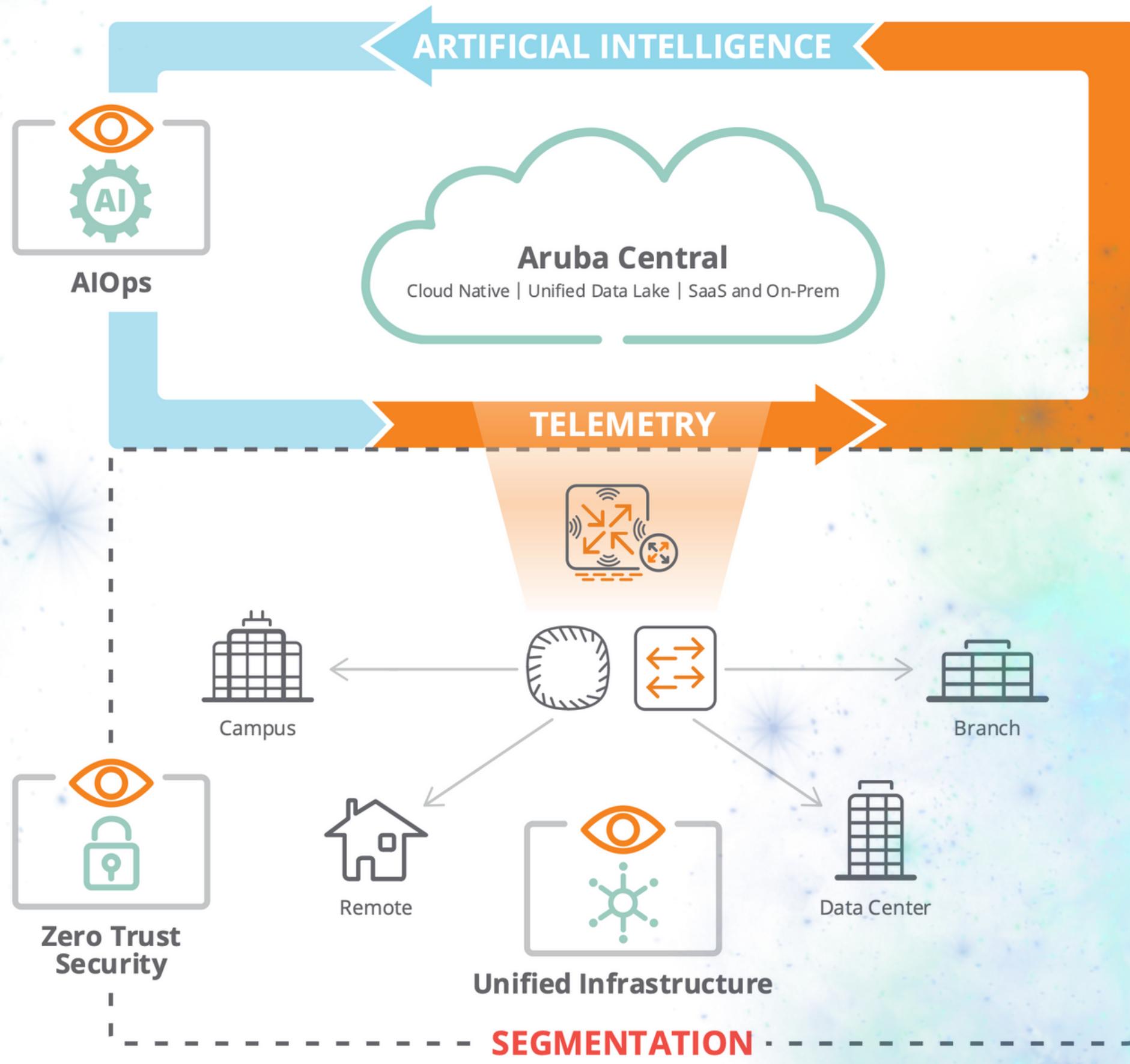


WIRELESS LAN DESIGN





RADIO FREQUENCY DESIGN

The primary design goal should be to determine the number and placement of APs required to support the projected number and density of clients while limiting co-channel interference and maximizing throughput.





RF SIGNAL COVERAGE

An important RF design consideration is the differing propagation patterns between higher and lower radio frequencies.

WLAN designs should target 5GHz signal coverage to ensure maximum network performance and capacity.

When properly implemented, a 5GHz network design can upgrade easily to 6GHz due to the similarity in propagation characteristics.

ACCESS POINT PLACEMENT

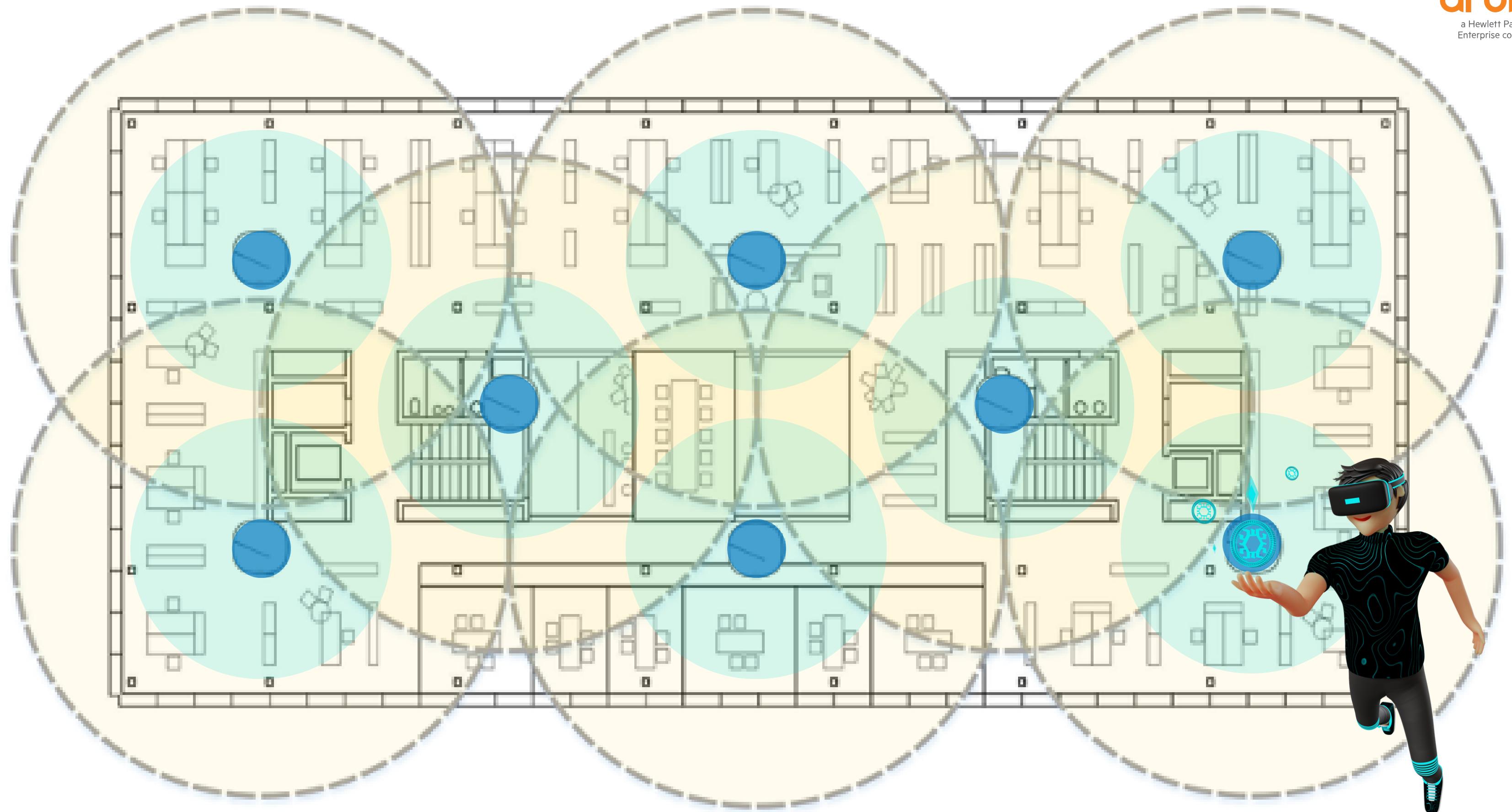
Space APs **10-15 meters** apart

Consider client performance, architecture, and interior design.

Design for the following capacity:

- > **30-40 clients per AP**
- > **2.5 Wi-Fi devices carried per user** (laptop, phone, tablet, smartwatch, etc.) with a 50% connection rate.
- > Add APs to areas with frequent or increased user **density**.
Conference rooms, atriums, or special event areas.
- > Identify peak-load periods when the WLANs have the highest usage or visibility.





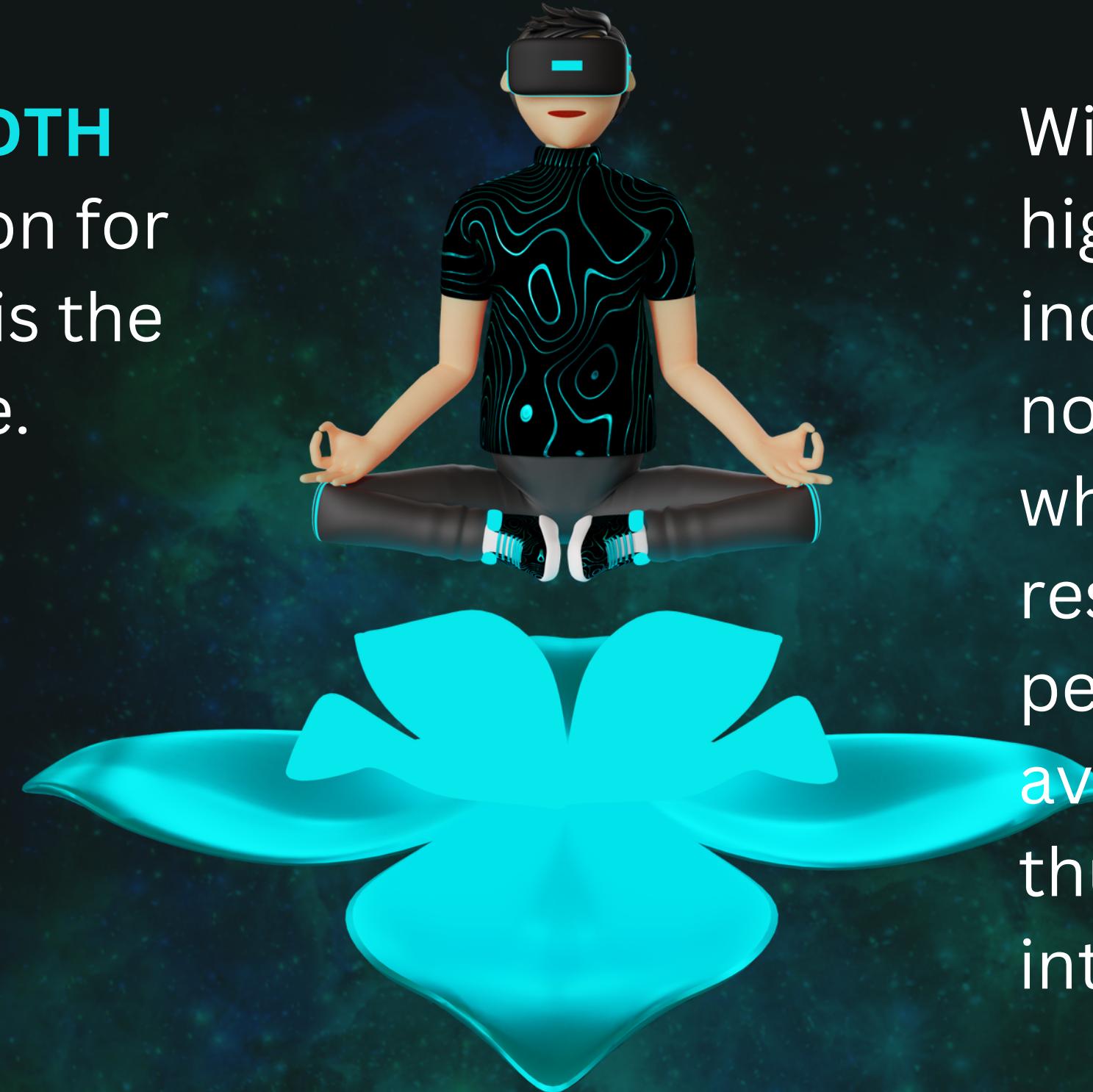
CHANNEL PLANNING

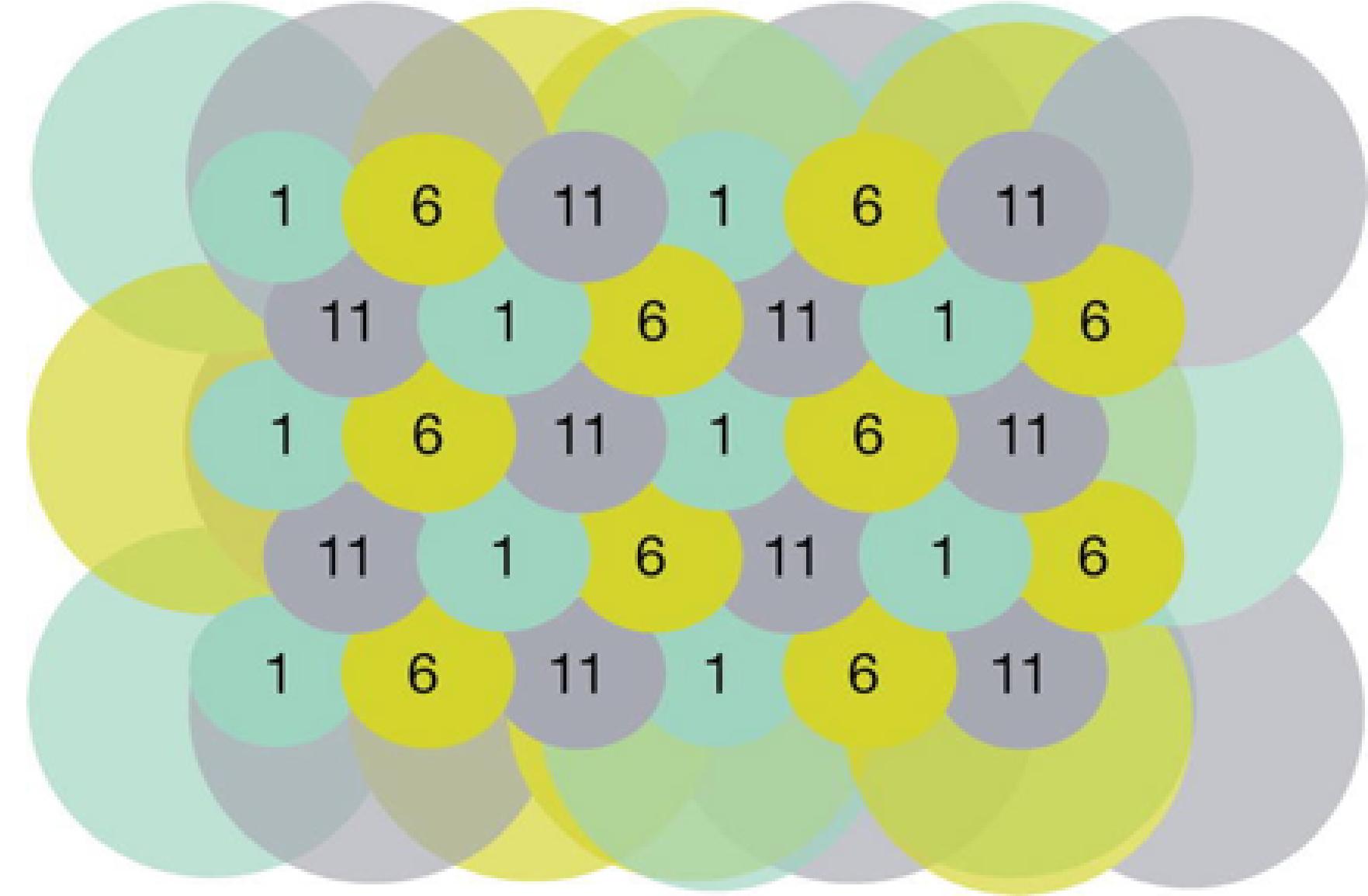
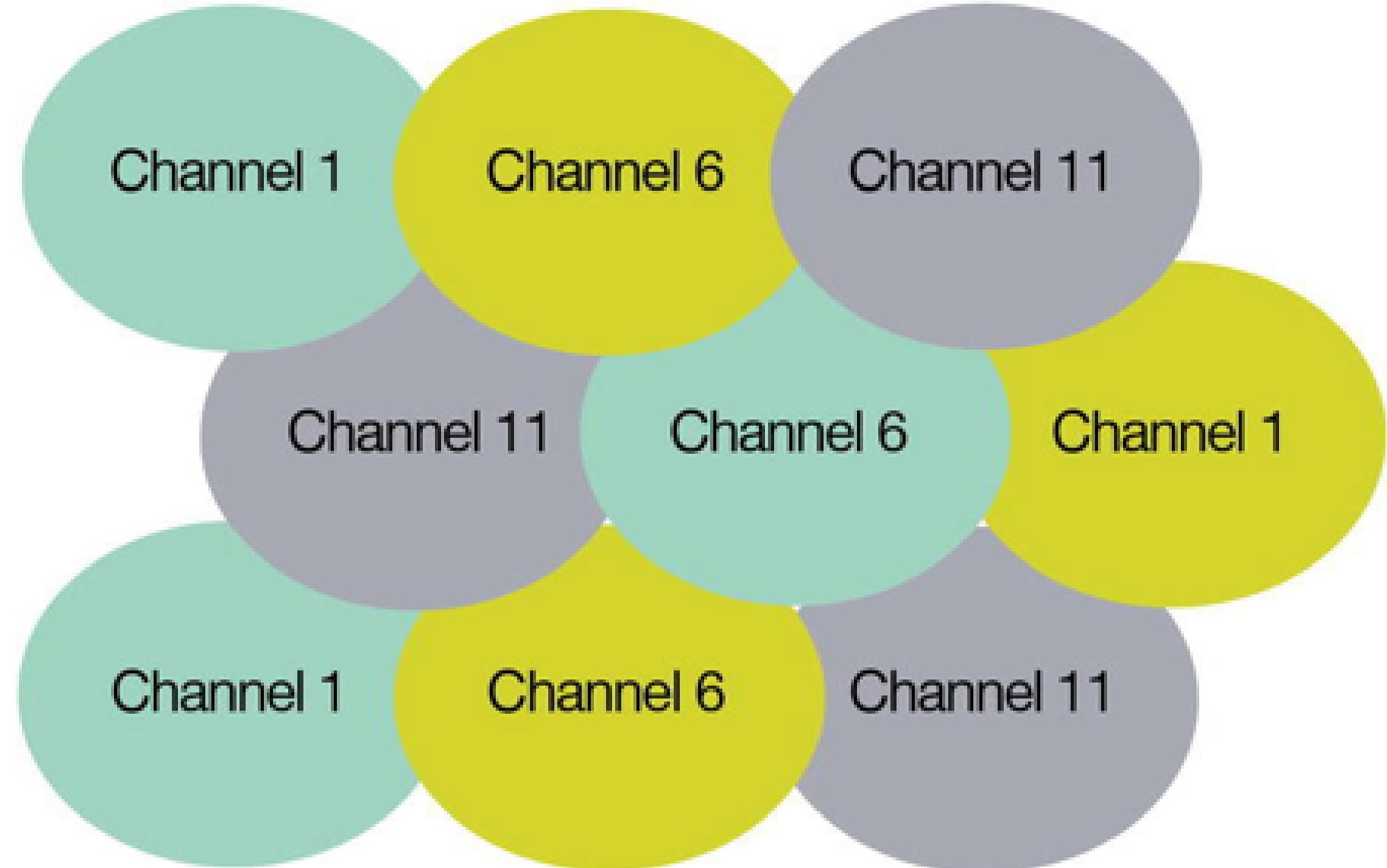
aruba
a Hewlett Packard
Enterprise company

5GHZ CHANNEL WIDTH

An important decision for 5 GHz deployments is the channel width to use.

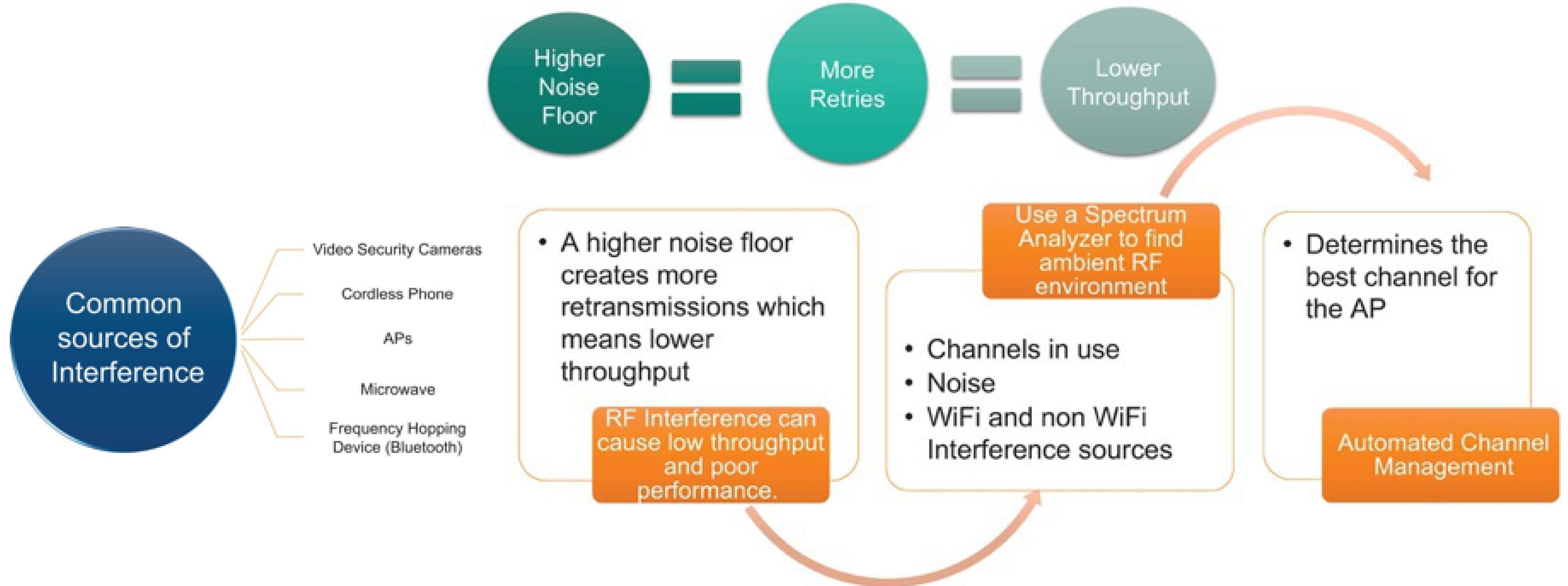
Wider channels mean higher throughput for individual clients but fewer non-overlapping channels, while narrower channels result in lower data rates per client but more available channels, and thus less risk of co-channel interference.





RF coverage versus capacity

aruba
a Hewlett Packard
Enterprise company



RF problems

2.4 GHz, minimum power threshold to 6 dBm and the maximum to 12 dBm.

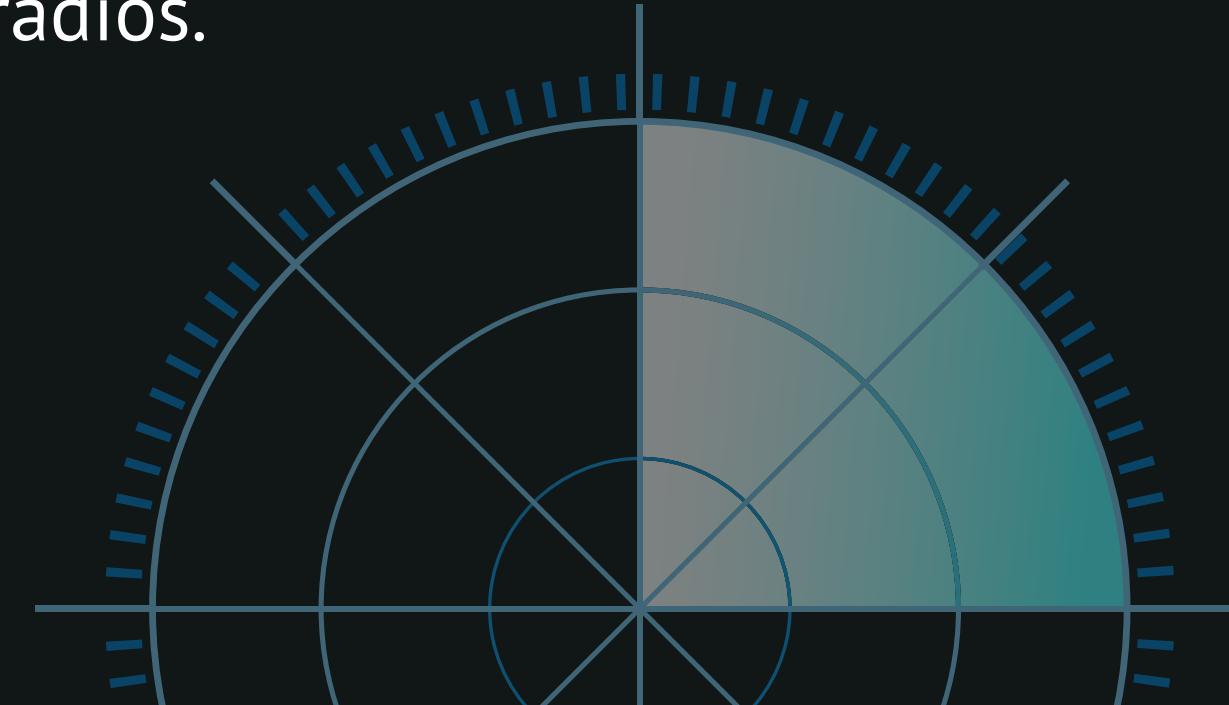
5 GHz, power threshold minimum to 18 dBm, maximum to 21 dBm.



POWER SETTINGS

Do not exceed a power level difference of 6 dBm between the minimum and maximum settings on all radio bands.

The transmit power for 5 GHz radios should be 6 dBm higher than for 2.4 GHz radios.



แนวทางการใช้ความถี่วิทยุย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz ในการให้บริการอินเทอร์เน็ต แบบ WiFi

1. ความถี่วิทยุที่อนุญาตให้ใช้งาน

1.1 ความถี่วิทยุย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz ที่อนุญาตให้ใช้งานสำหรับการให้บริการอินเทอร์เน็ต

ช่วงความถี่วิทยุ (GHz)	กำลังส่งสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้งาน E.I.R.P. (วัตต์)	เงื่อนไขการใช้งาน
2.400 – 2.500	0.1	ภายในอาคาร/ภายนอกอาคาร
5.150 – 5.350	0.2	ภายในอาคารเท่านั้น
5.470 – 5.725	1.0	ภายในอาคาร/ภายนอกอาคาร
5.725 – 5.850	1.0	ภายในอาคาร/ภายนอกอาคาร

1.2 วิธีการวัดกำลังส่ง

กำลังส่งสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้งานกำหนดเป็นกำลังส่งของอากาศสมมูลแบบไอโซทรอปิก (Equivalent Isotropically Radiated Power : E.I.R.P.) ค่านวนดังนี้

$$\text{E.I.R.P.} = \text{กำลังส่งของเครื่องส่ง} (\text{Transmitter Power}) \text{ ในหน่วยของ dBW} \\ \text{หรือ dBm} + \text{อัตราขยายสายอากาศ} (\text{Antenna Gain}) \text{ ในหน่วยของ dBi}$$

หมายเหตุ: โดยทั่วไป กรณีของเครื่องส่งที่มีการติดตั้งสายอากาศในตัว (integral antenna) หรือมีการติดตั้งสายอากาศเข้ากับตัวเครื่องส่งโดยตรง จะไม่นำค่าความสูญเสียกำลังของสัญญาณมาคำนวณด้วย

1.3 การอนุญาตให้ใช้งานในลักษณะ Point to Point หรือ Point to Multipoint

ผู้รับใบอนุญาตสามารถใช้งานความถี่วิทยุเฉพาะช่วง 5.725 – 5.850 GHz โดยมีกำลังส่ง (E.I.R.P.) ไม่เกิน 1 วัตต์เท่านั้น ในลักษณะของข่ายเชื่อมโยง Point to Point หรือ Point to Multipoint เชื่อมต่อจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเพื่อกระจายสัญญาณการให้บริการอินเทอร์เน็ต ไม่อนุญาตให้ใช้ความถี่วิทยุในช่วงอื่นในข้อ 1.1 ในลักษณะข่ายเชื่อมโยง

ทั้งนี้ การอนุญาตให้ใช้งานความถี่วิทยุข้างต้นไม่วรวมถึงการใช้งานเป็นข่ายเชื่อมโยง (link) หรือนำไปใช้งานทดแทนบริการเดิมโดยระบบ Microwave link ซึ่งเป็นการให้บริการเชื่อมโยงโครงข่ายในกิจการวิทยุคมนาคมประจำที่ (Fixed Service) โดยการใช้งานในลักษณะดังกล่าว ผู้ใช้งานหรือผู้รับใบอนุญาตจะต้องได้รับการจัดสรรคลื่นความถี่ตามแผนความถี่ที่ยุทธศาสตร์และวิธีการที่ กสทช. กำหนด

หมายเหตุ: ผู้รับใบอนุญาต หมายถึง ผู้รับใบอนุญาตการให้บริการอินเทอร์เน็ต หรือผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคม

1.4 ข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1.4.1 ความถี่วิทยุย่าน 2.4 GHz

1) ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง เครื่องวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุ-คมนาคมที่ได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาต

2) ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ว่าด้วยมาตรฐานทางเทคโนโลยีของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ เรื่อง เครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้เทคโนโลยี Broadband Wireless Access ในลักษณะ Radio Local Area Network (RLAN)

1.4.2 ความถี่วิทยุย่าน 5 GHz

- ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง การใช้ความถี่วิทยุสำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (Short Range Devices) ย่านความถี่วิทยุ 5 GHz
- ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ว่าด้วยมาตรฐานทางเทคโนโลยีของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ เรื่อง เครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้เทคโนโลยี Broadband Wireless Access ในลักษณะ Radio Local Area Network (RLAN)
- มติคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคม ครั้งที่ 10/2559 เมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2559

2. เงื่อนไขในการอนุญาต

2.1 การใช้งานความถี่วิทยุย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz สำหรับการให้บริการอินเทอร์เน็ต จะไม่ได้รับการคุ้มครองการบกวน และหากมีการบกวนข่ายการสื่อสารอื่นที่ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ จึงต้องแก้ไขการบกวนหรือยุติการใช้งานทันที

2.2 การใช้งานความถี่วิทยุโดยย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz โดยมีกำลังส่ง E.I.R.P. ตามที่กำหนด ได้รับยกเว้นใบอนุญาตวิทยุคมนาคมที่เกี่ยวข้อง

2.3 เครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ผู้รับใบอนุญาตนำมาใช้ในการให้บริการ จะต้องผ่านการดำเนินการตามแนวทางการตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์มาตรฐานเครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้เทคโนโลยี Broadband Wireless Access ในลักษณะ Radio Local Area Network (RLAN) (กสทช. มท. 1012-2551) ดังนี้

- การแสดงความสอดคล้องตามมาตรฐานตามหลักการรับรองตนเองของผู้ประกอบการ
- การแสดงความสอดคล้องตามมาตรฐานความปลอดภัยให้การส่งออกสารประเมินประกอบการรับรองตนเองของผู้ประกอบการ

3. การบังคับทางปกครองและบทกำหนดโทษ

3.1 ผู้รับใบอนุญาตจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายและเงื่อนไขในการอนุญาตที่เกี่ยวข้อง โดยหากพบว่า ผู้รับใบอนุญาตฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามกฎหมายและเงื่อนไขในการอนุญาตที่เกี่ยวข้อง กสทช. อาจพักใช้หรือเพิกถอนใบอนุญาตได้

3.2 กรณีที่ผู้รับใบอนุญาตมีการใช้งานความถี่วิทยุโดยใช้กำลังส่งเกินกว่าที่กำหนด จะเข้าข่ายเป็นการใช้คลื่นความถี่ในการประกอบกิจการโทรคมนาคมโดยไม่ได้รับอนุญาตตามมาตรา 67 แห่งพระราชบัญญัติการประกอบกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2544 โดยต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 5 ปี หรือปรับไม่เกิน 10 ล้านบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

4. การดำเนินการของผู้รับใบอนุญาตที่ประสงค์จะให้บริการอินเทอร์เน็ตแบบ WiFi ย่านความถี่วิทยุ 2.4 GHz และ 5 GHz

ผู้รับใบอนุญาตที่มีความประสงค์จะให้บริการอินเทอร์เน็ตแบบ WiFi ย่านความถี่วิทยุ 2.4 GHz และ 5 GHz ให้ดำเนินการดังหน้างานดังความประสงค์ขอให้บริการอินเทอร์เน็ตดังกล่าวให้แล้วเสร็จงาน กสทช. พร้อมจัดလงเอกสารข้อมูลรูปแบบการให้บริการและข้อมูลเพิ่มเติมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และให้แจ้งรายละเอียดตำแหน่งสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ให้บริการอินเทอร์เน็ตแบบ WiFi ที่ใช้เชื่อมโยง Point to Point หรือ Point to Multipoint สำหรับการให้บริการด้วย

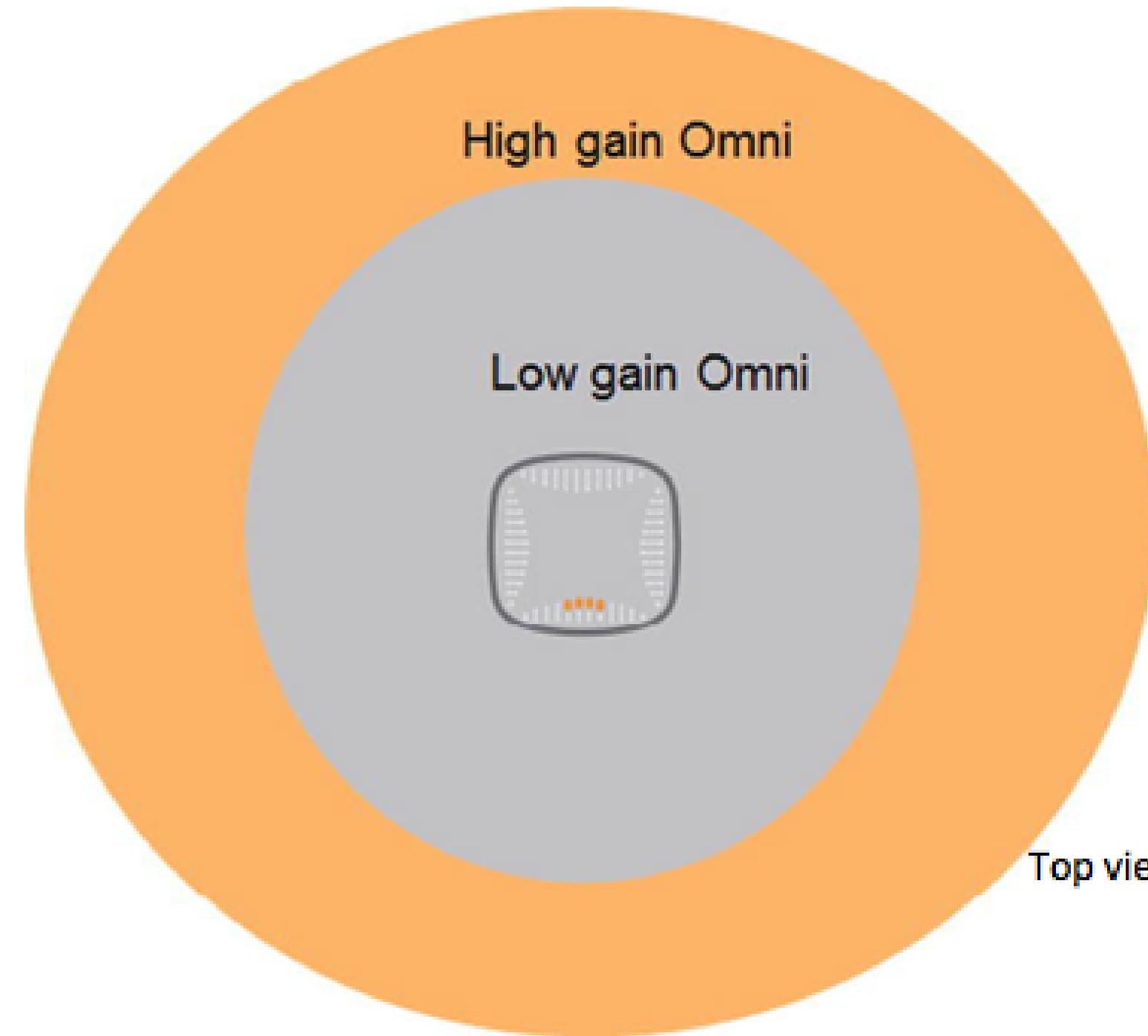


สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม
สำนักการอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคม 2 สำนักงาน กสทช.
โทร: 02 271 0151-60 ต่อ 710, 702 โทรศพท์เคลื่อนที่: 089 040 5063
email: tel_license2@nbtc.go.th

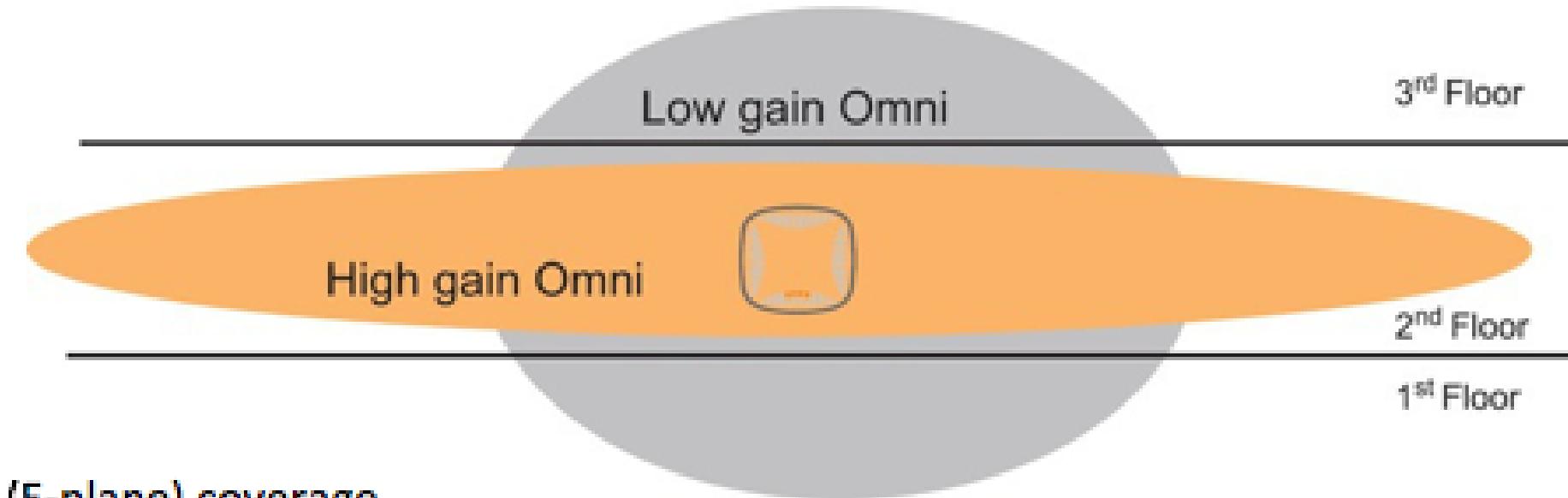


EQUIVALENT ISOTROPICALLY RADIATED POWER E.I.R.P.



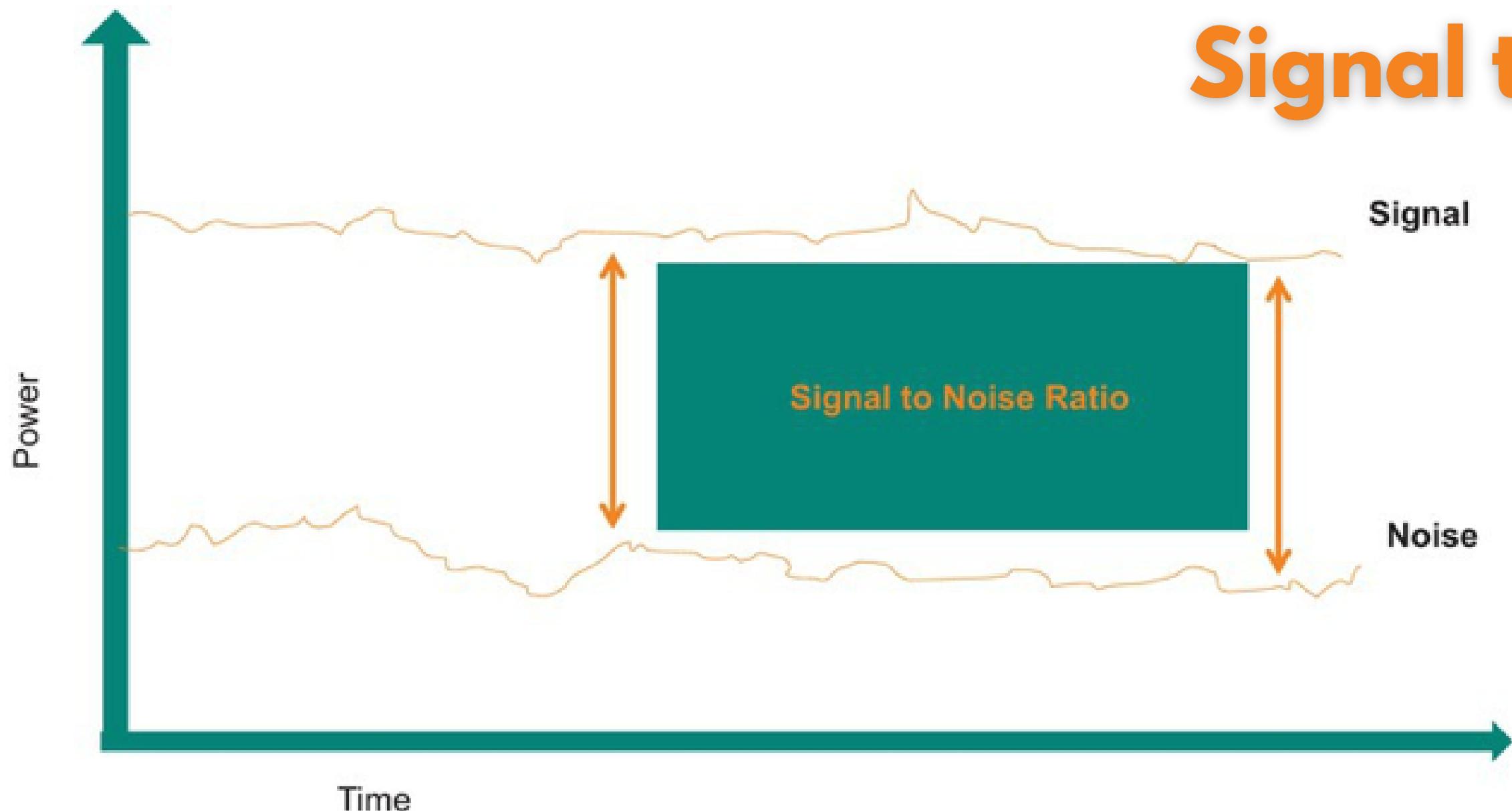


Top view—horizontal (H-plane) coverage



Side view—Vertical (E-plane) coverage

Signal to Noise ratio (SNR)

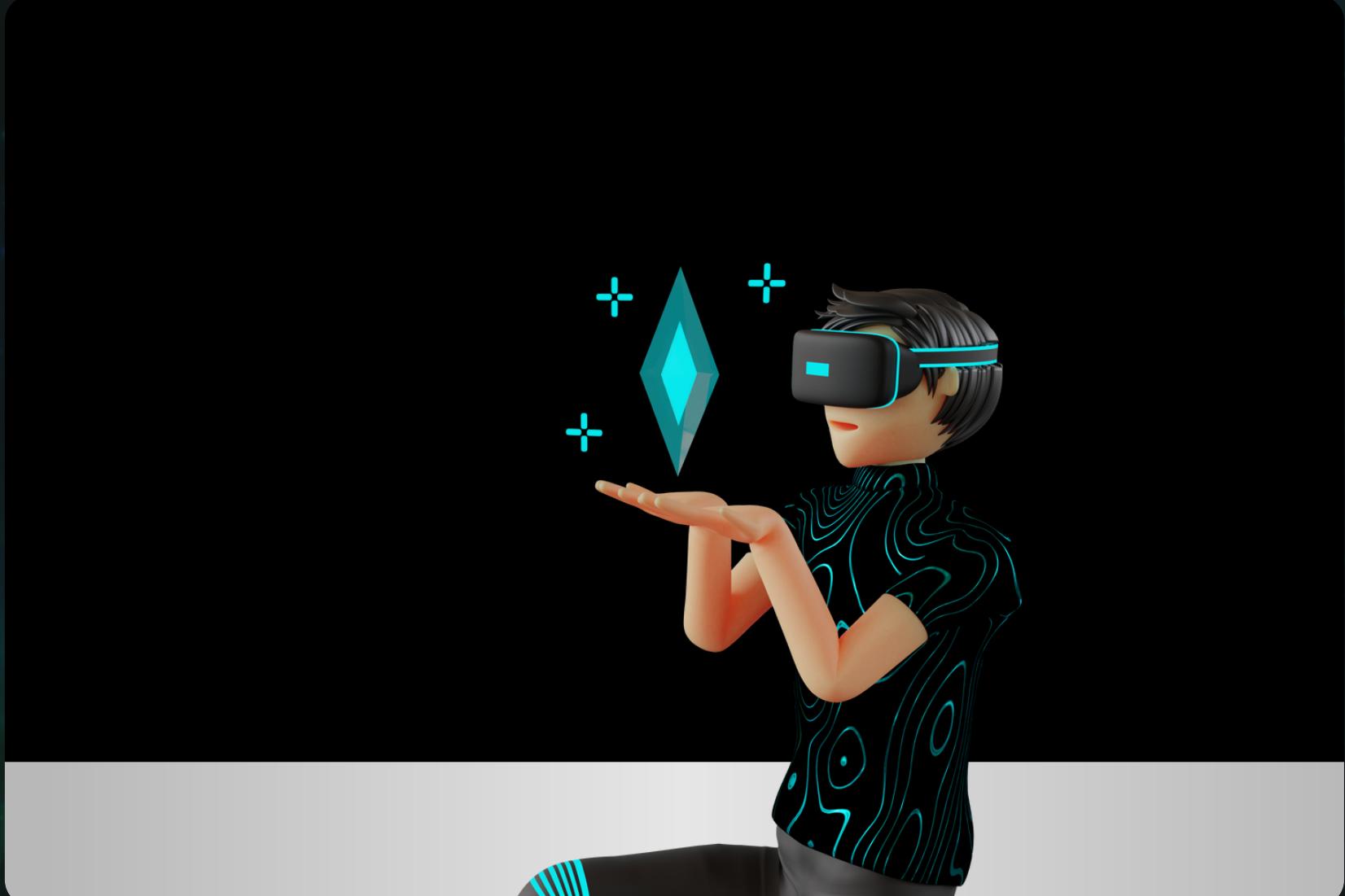


is a measurement of the power of the WLAN signal compared to the background noise of the RF environment.

SNR is a very important value and is used to evaluate the quality of the signal

RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR (RSSI)

To maximize performance in Wi-Fi 6 deployments, the minimum **Received Signal Strength Indicator (RSSI) should be -55 dBm** at cell edge to deliver an MCS11 data rate on a 40MHz-wide channel with soft roaming support.



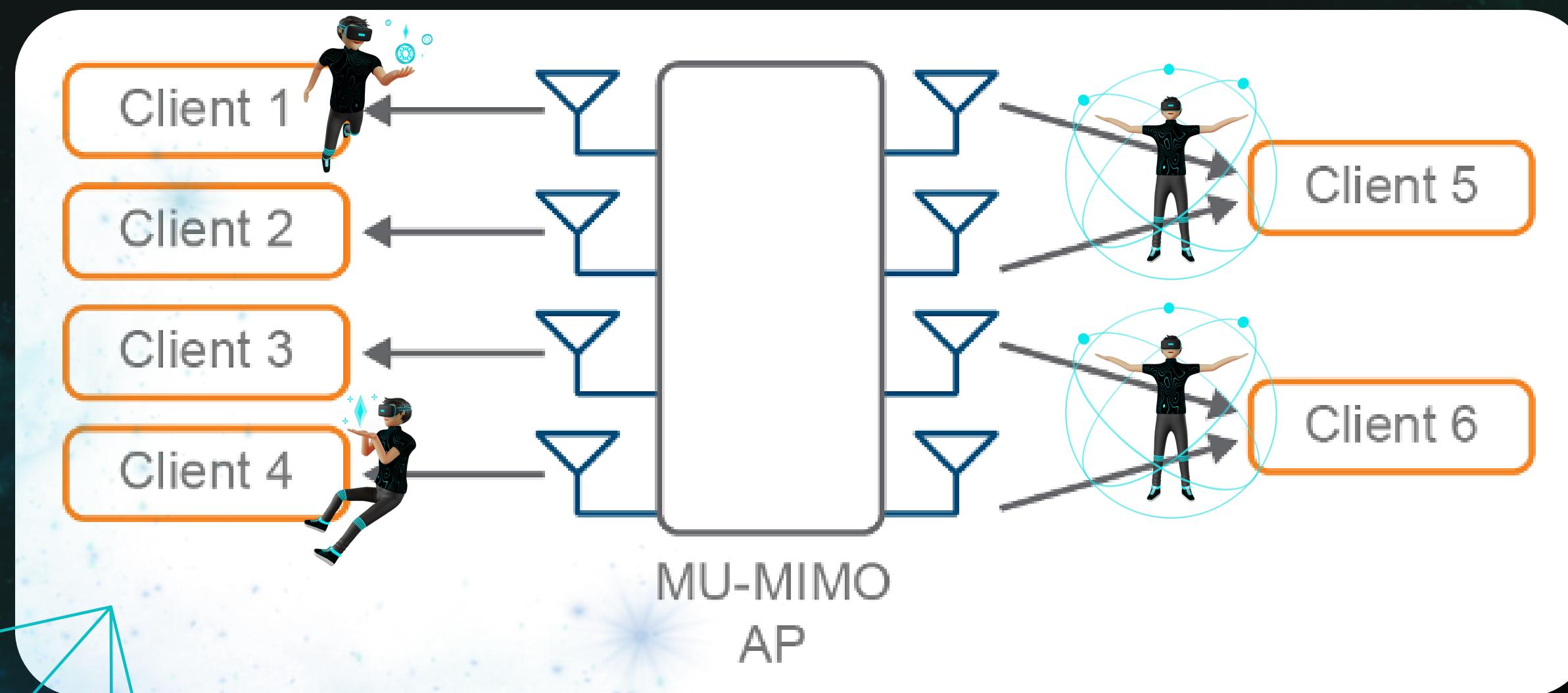
When deploying a Wi-Fi 6 network using dual-band APs, 2.4 GHz radios of some of the APs should be turned off to reduce co-channel interference.

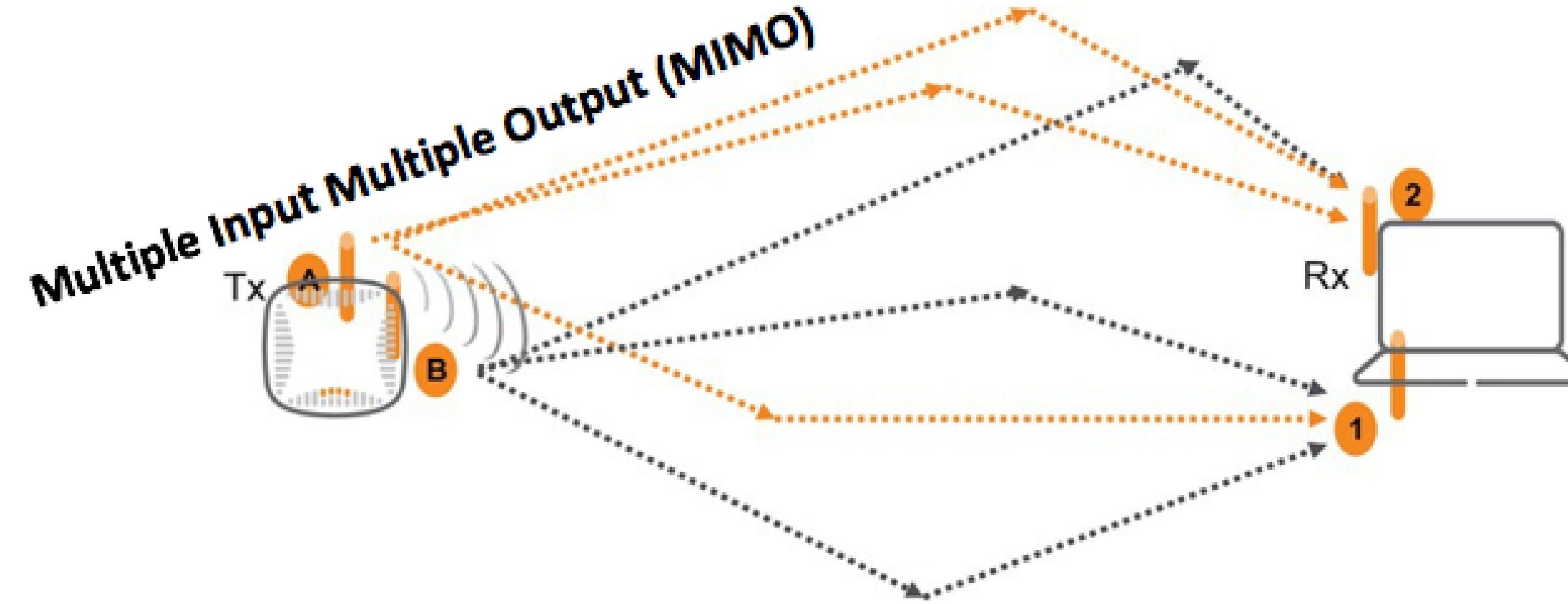
TRANSMIT BEAMFORMING

Wi-Fi 6 employs an explicit beamforming procedure using channel-sounding with a null data packet to compute the antenna weights and focus the RF energy for each user. Keep this feature enabled for optimal performance benefits.

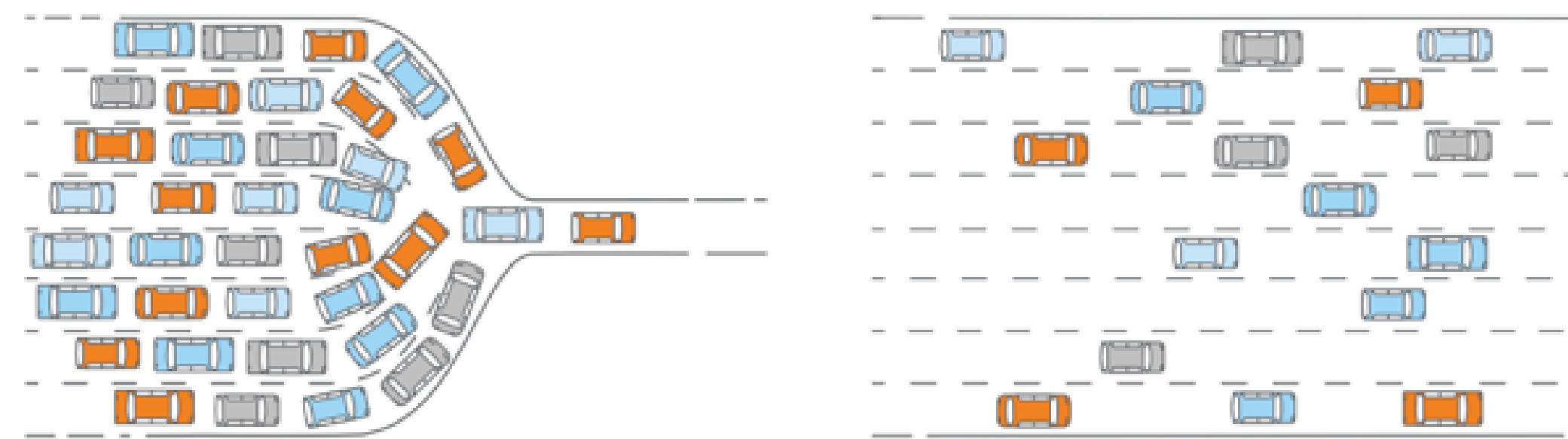


SINGLE AND DUAL STREAM CLIENTS





Multi-user Multiple Input/Multiple Output (MU MIMO) is another way to handle traffic from multiple devices that was originally introduced in 802.11ac. Within 802.11ax, this feature has been enhanced by allowing up to 8 devices to transmit simultaneously using a dedicated channel per device. This allows for large packets such as streaming HD video to be handled more efficiently, while shorter packets from IoT devices and voice traffic would be better handled using OFDMA.





aruba

a Hewlett Packard
Enterprise company

ARUBA WIRELESS LAN CONTROLLER

Configuration the wireless LAN Wi-Fi 6
and setup the basic configure and the
personnel security



ARUBA WIRELESS LAN CONTROLLER

Specification Access Point

IAP - Wireless LAN Controller

SSID - Service Set Identifier

Channel management (Frequency: GHz)

RSSI - Received Signal Strength Indicator

Encryption Security (WPA-3 Personnel)



ARUBA AP-505



Aruba 500 Series Wi-Fi 6 (802.11ax) Indoor Access Points
HPE Aruba Networking 500 series Wi-Fi 6 Access Points. Perfect for mid-sized offices, schools, or retail spaces. View Series

[HPE Aruba Networking](#)

POWER OVER ETHERNET

PoE is a standard defining how to carry both power and data over an Ethernet cable.

IEEE 802.3af-2003 or PoE (capable of providing up to 15.4W)

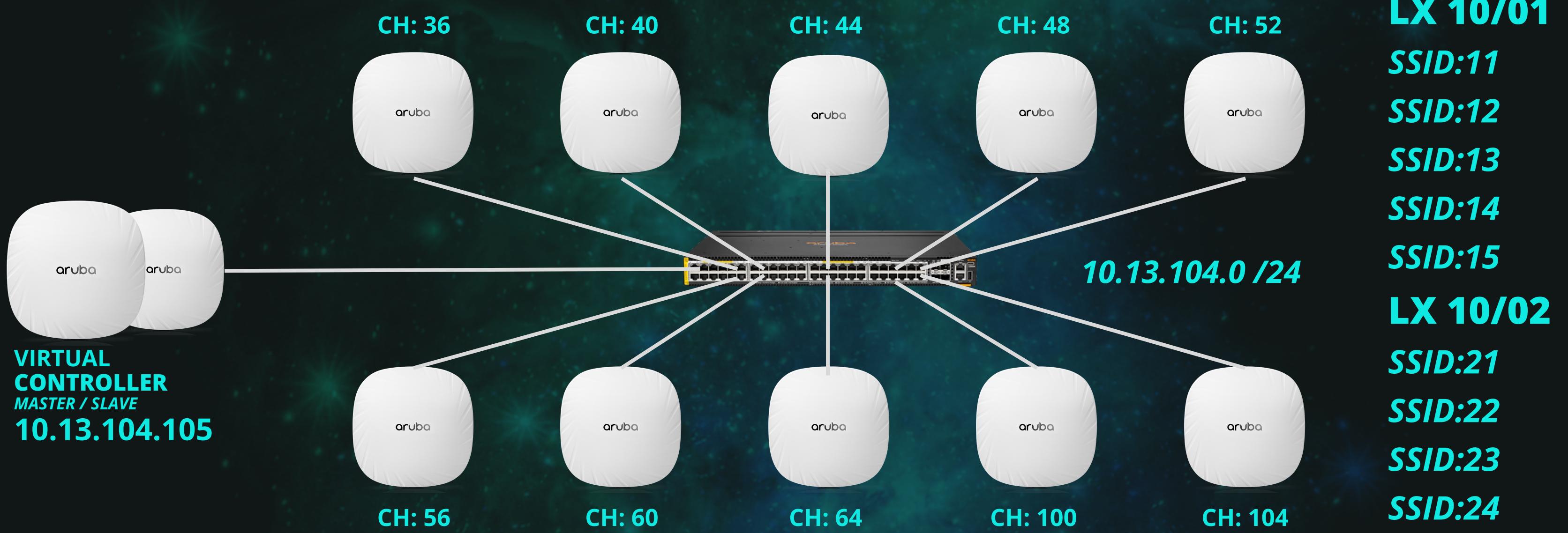
IEEE 802.3at-2009 or PoE+ (capable of providing up to 30W)

IEEE 802.3bt switches, Smart Rate switch ports provide up to 60W of PoE

1000Base-T Gigabit Ethernet Port	RJ-45 Female Pin-Out	Signal Name	Function
		1	Bi_DA+
		2	Bi_DA-
		3	Bi_DB+
		4	Bi_DC+
		5	Bi_DC-
		6	Bi_DB-
		7	Bi_DD+
		8	Bi_DD-



ARUBA WIRELESS LAN VIRTUAL CONTROLLER

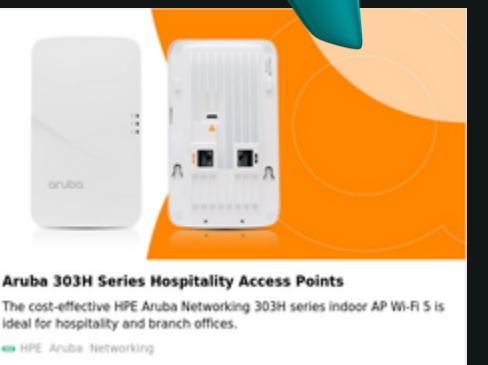
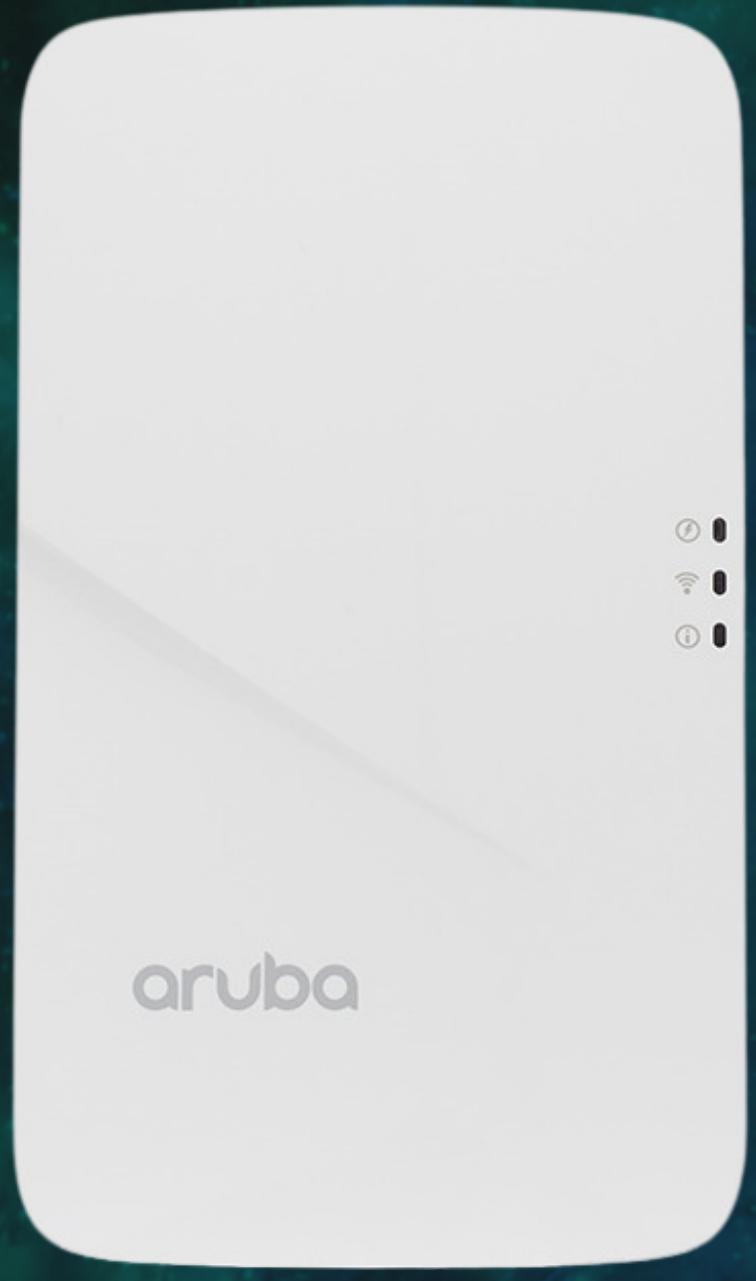


SMART RATE MULTI-GIGABIT ETHERNET

HPE Smart Rate technology supports the industry standard IEEE 802.3bz and solves traffic bottlenecks without ripping and replacing existing twisted-pair cabling. The existing cabling infrastructure can be leveraged to protect existing investments and simplify upgrades to higher speed solutions.



ARUBA AP-303H



Aruba 303H Series Hospitality Access Points

The cost-effective HPE Aruba Networking 303H series indoor AP Wi-Fi 5 is ideal for hospitality and branch offices.

HPE Aruba Networking

ARUBA WIRELESS LAN CONTROLLER

Instant

Not secure | https://10.13.104.34:4343/monitoring/overview

aruba VIRTUAL CONTROLLER SetMeUp-C0:B2:80

Dashboard Overview Networks 1 Active 1 Inactive 0

Overview Networks 1 Active 1 Inactive 0

Networks Access Points Clients Dashboard Clients Mesh Devices Configuration Maintenance Support

Welcome to Instant

Please specify the Country Code

TH - Thailand

If the desired country code is not present, please try [Upgrading your AP](#) to the latest version and try again.

If your AP is already running the latest version, please contact technical support for more information.

OK

RF Dashboard

Clients Signal Speed Access Points Utilization Noise Errors

All Clients b8:3a:5a:c0:b2:80

19:40 19:41 19:42 19:43 19:44

10 19:40 19:41 19:42 19:43 19:44

Out In

ARUBA WIRELESS LAN CONTROLLER

Instant

Not secure | <https://10.13.104.34:4343/monitoring/overview>

aruba | VIRTUAL CONTROLLER | SetMeUp-C0:B2:80

Dashboard

Overview

Networks Access Points Clients

1 1 0

Active Inactive Up Down Wireless Wired

1 0 Up 1 Down 0 0 0

Dashboard IDS AirGroup 0 Alerts

Clients

Throughput (bps)

0 10

0 10

19:39 19:40 19:41 19:42 19:43 19:44 19:45

Out In

RF Dashboard

Clients Signal Speed

All Clients

Access Points Utilization Noise Errors

b8:3a:5a:c0:b2:80

The screenshot displays the Aruba Instant Virtual Controller monitoring interface. The top navigation bar shows the URL as Not secure | https://10.13.104.34:4343/monitoring/overview. The main header includes the aruba logo, VIRTUAL CONTROLLER, and SetMeUp-C0:B2:80. On the left, a sidebar menu lists Dashboard, Overview, Networks, Access Points, Clients, Mesh Devices, Configuration, Maintenance, and Support. The Dashboard section is active, showing an overview of 1 Network, 1 Access Point, and 0 Clients. Below this, detailed counts of Active (1), Inactive (0), Up (1), Down (0), Wireless (0), and Wired (0) clients. A timeline graph shows throughput in bps from 19:39 to 19:45, with Outgoing traffic in blue and Incoming traffic in orange. The RF Dashboard at the bottom provides real-time data for clients, signal strength, and speed. The bottom navigation bar includes tabs for Access Points, Utilization, Noise, and Errors, with the Access Points tab currently selected.



ARUBA WIRELESS LAN CONTROLLER

The screenshot shows the Aruba Instant Virtual Controller interface. The left sidebar lists various configuration sections: Mesh Devices, Configuration (selected), Networks, Access Points, System, RF, Security, IDS, Routing, Tunneling, Services, DHCP Server, Maintenance, and Support. The main content area displays a table titled "Networks" with three entries:

Name	Type	Clients
SetMeUp (SetMeUp-C0:B2:80)	wireless	0
wired-SetMeUp	wired	0
default_wired_port_profile	wired	0

At the bottom right of the interface, there is a cartoon character of a person wearing a VR headset, sitting on a large green and black Aruba logo.

ARUBA WIRELESS LAN CONTROLLER

The screenshot shows the Aruba Instant Virtual Controller web interface. The left sidebar lists various configuration sections: Mesh Devices, Configuration (selected), Networks, Access Points, System, RF, Security, IDS, Routing, Tunneling, Services, DHCP Server, Maintenance, and Support. The main content area is titled "New Network" and is divided into four tabs: 1 Basic (selected), 2 VLAN, 3 Security, and 4 Access. The "Basic" tab contains fields for "Name" (empty), "Type" (Wireless selected), "Primary usage" (Employee selected), "Broadcast filtering" (set to ARP), and "Multicast transmission optimization" (disabled). Under "Transmit Rates" for 2.4 GHz, the "Min" value is set to 1 and the "Max" value is set to 54. A sidebar on the right shows a cartoon character riding a large Aruba logo.

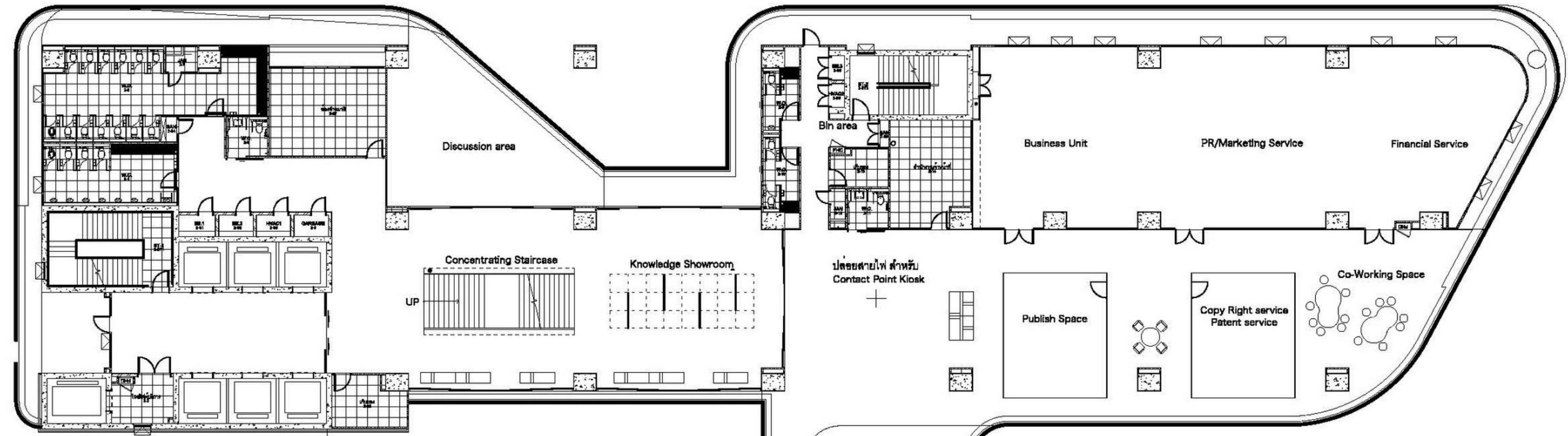
Wi-Fi alliance certifications

Wi-Fi Alliance Security	Authentication Mechanism	Encryption	Hashing
WPA-Personal	Preshared Key	RC4-TKIP	Michael-MIC
WPA-Enterprise	802.1x/EAP RADIUS Server	RC4-TKIP	Michael-MIC
WPA2-Personal	Preshared Key	AES-CCMP TKIP (optional)	AES-CCMP Michael (optional)
WPA2-Enterprise	802.1X/EAP RADIUS Server	AES-CCMP TKIP (optional)	AES-CCMP Michael (optional)

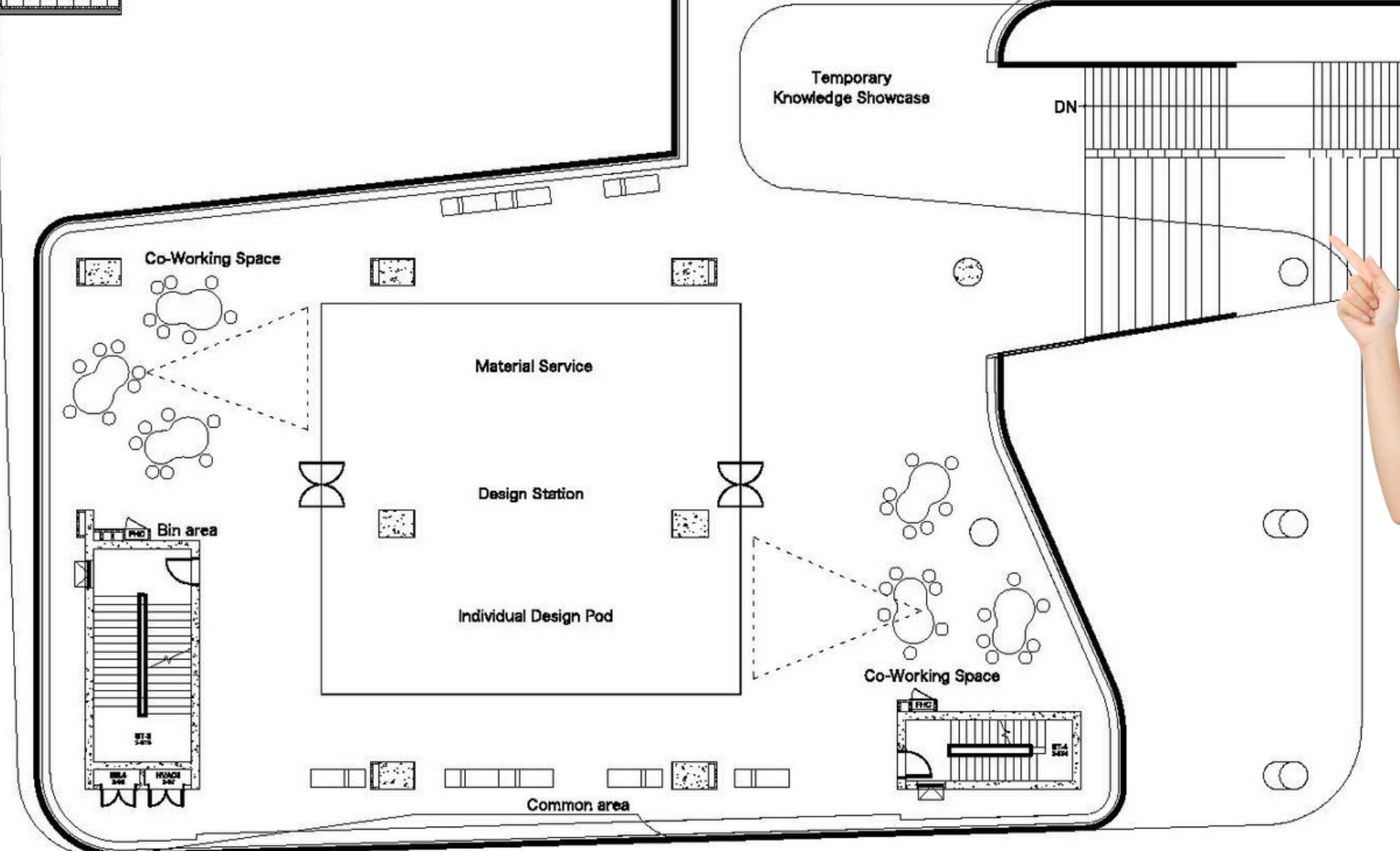
ASSIGMENT

Design the wireless LAN Wi-Fi 6/6E and
Wi-Fi 7 (optional) and simulation the design

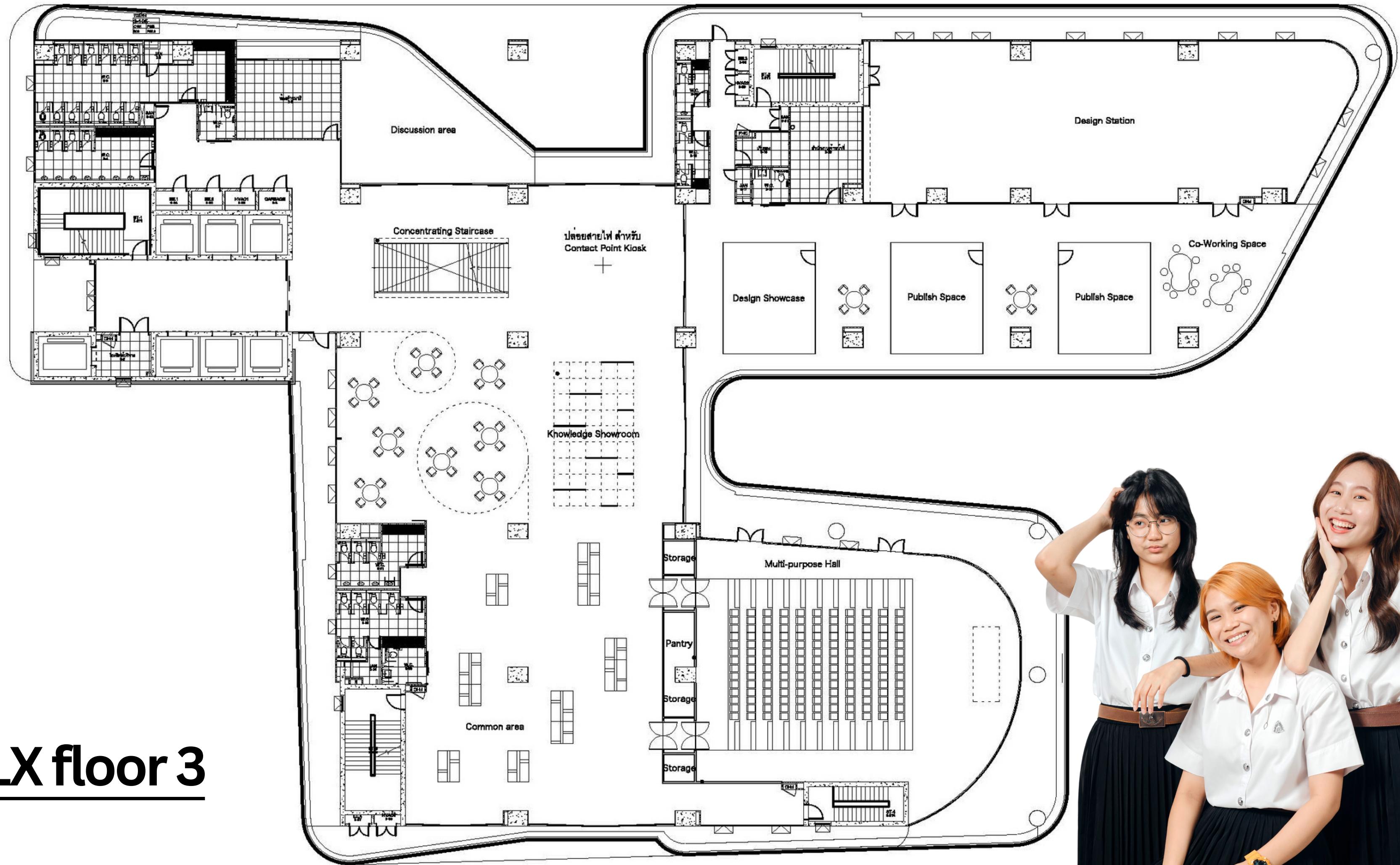


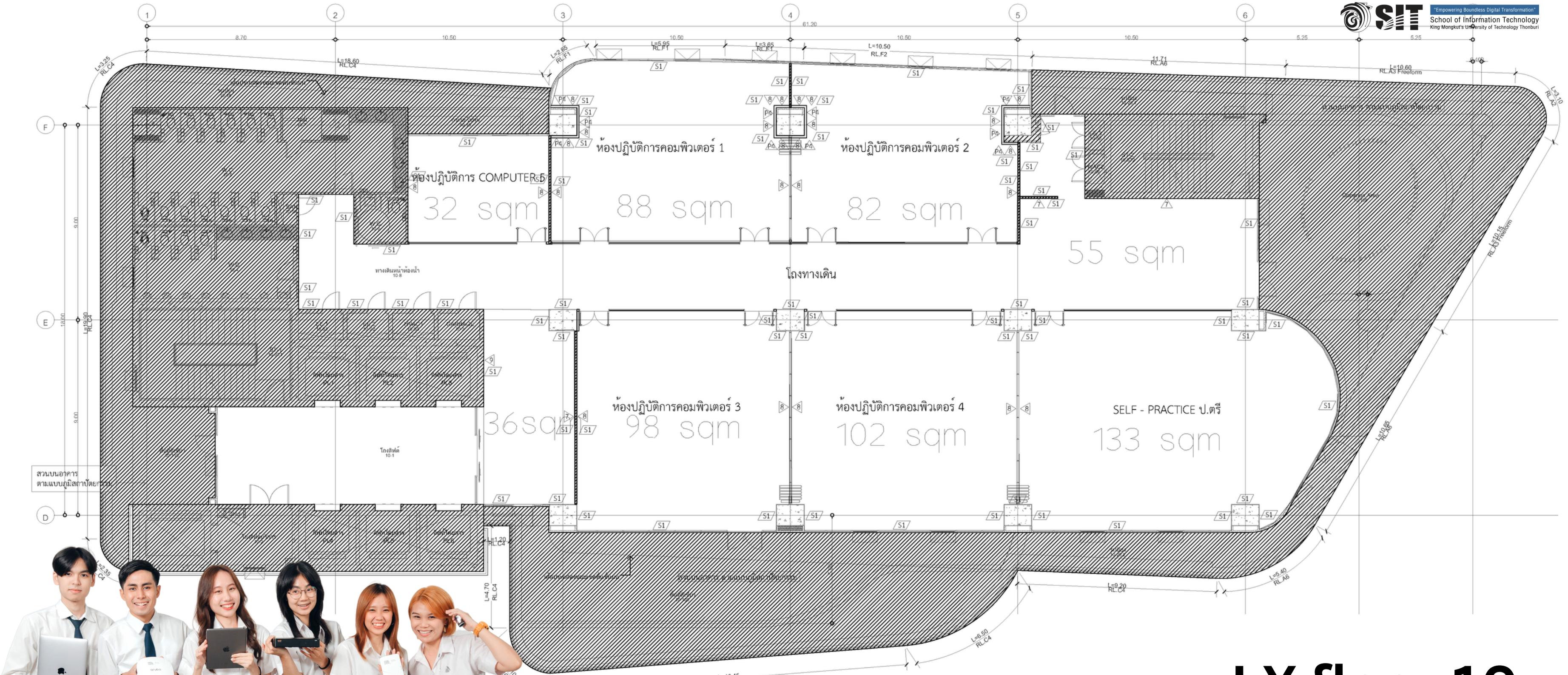


LX floor 2

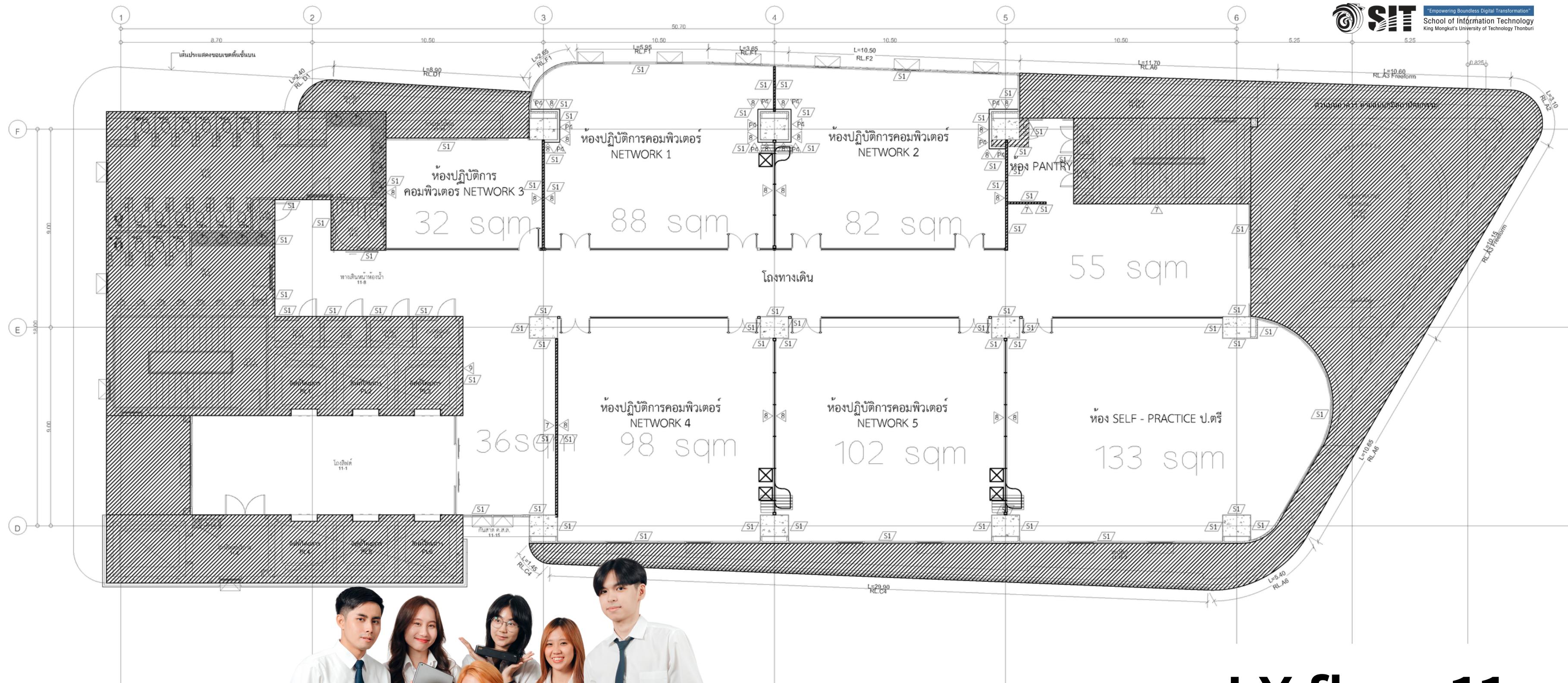


LX floor 3

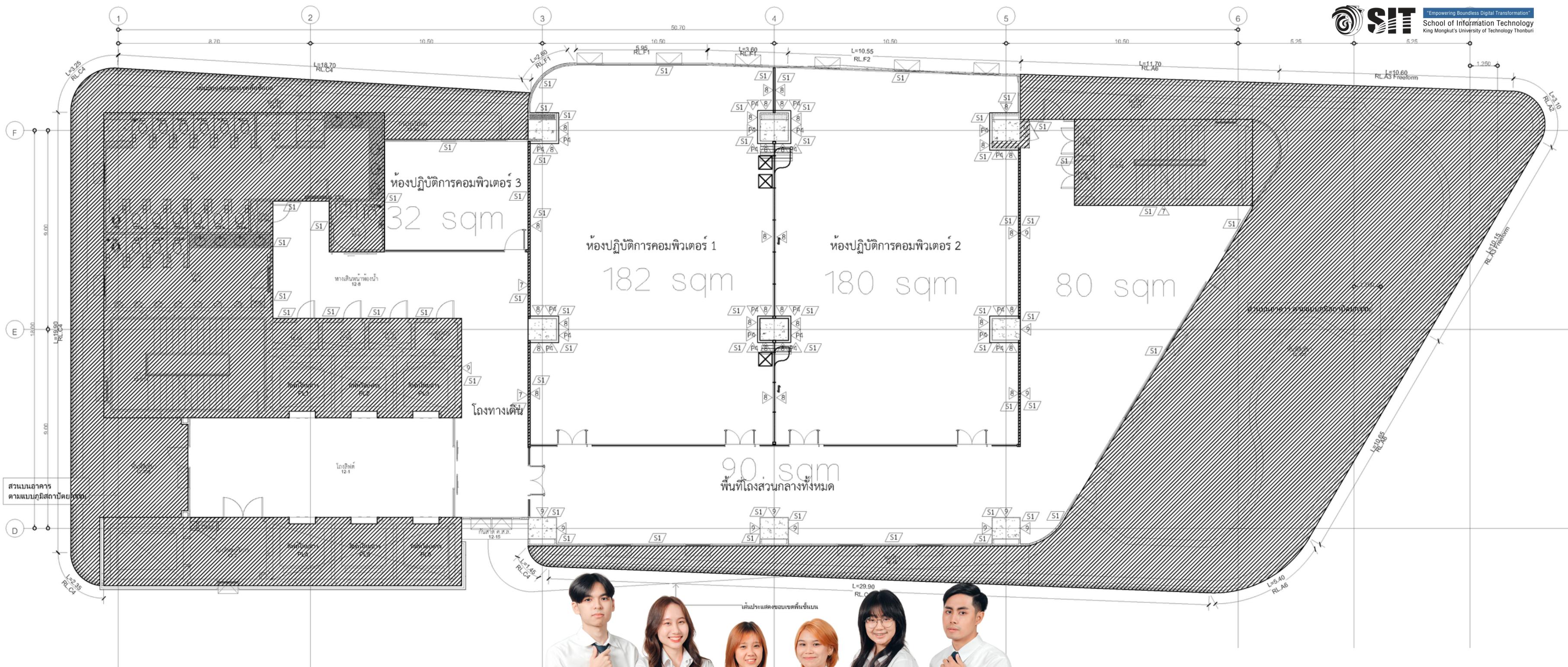




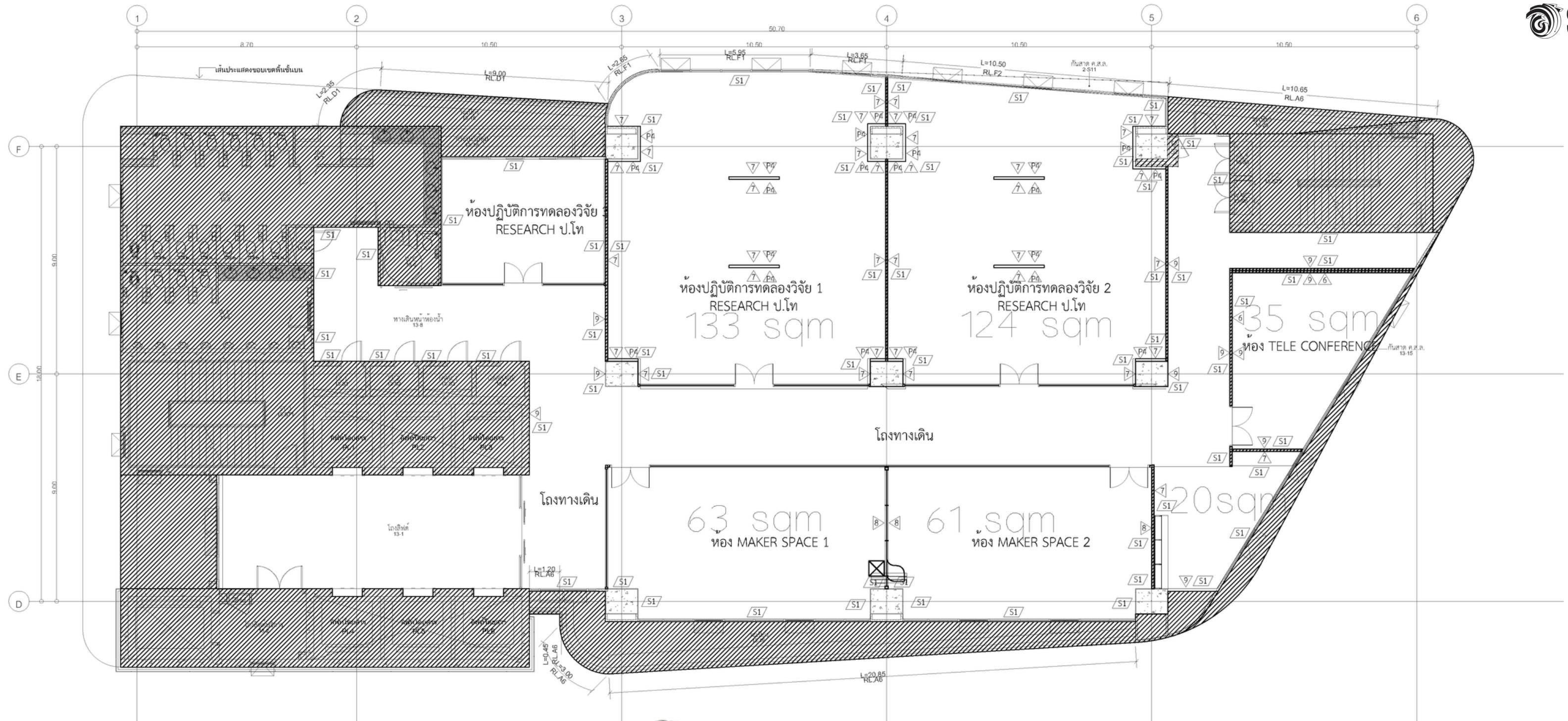
LX floor 10



LX floor 11



LX floor 12



LX floor 13