

Bài báo khoa học

# Nghiên cứu lựa chọn công nghệ truyền tin không dây năng lượng thấp (LORA/LPWAN) ứng dụng trong truyền dữ liệu trạm khí tượng tự động thuộc Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên

Vũ Văn Sáng<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia; sangvu2210@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: sangvu2210@gmail.com; Tel.: +84-796188866

Ban Biên tập nhận bài: 8/10/2023; Ngày phản biện xong: 6/11/2023; Ngày đăng bài: 25/12/2023

**Tóm tắt:** Hiện nay, công nghệ truyền tin không dây năng lượng thấp (LORA/LPWAN) đang trở nên phổ biến và ngày càng được ứng dụng nhiều trong các lĩnh vực như viễn thông, truyền tin, trao đổi thông tin số liệu, trong đó có số liệu khí tượng thủy văn. Mạng lưới trạm tự động thuộc Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây nguyên phần lớn được lắp đặt tại những khu vực vùng sâu, vùng xa và giáp danh gần biên giới, mạng thông tin viễn thông sóng yếu, điều kiện thông tin, truyền tin gặp nhiều khó khăn, nên gây ra nhiều thách thức cho công tác điều tra cơ bản, giám sát, cảnh báo và dự báo, phòng chống thiên tai. Chất lượng truyền nhận thông tin nhiều khi có gián đoạn dẫn đến việc xác định trạm hoạt động hay không hoạt động khó chính xác; gây khó khăn trong việc tìm nguyên nhân, đánh giá hoạt động của các trạm. Nghiên cứu tập trung vào việc ứng dụng những ưu điểm và sự phù hợp của công nghệ truyền tin không dây năng lượng thấp (LORA/LPWAN) nhằm nâng cao hiệu quả truyền phát số liệu của các trạm khí tượng thủy văn tự động phục vụ công tác điều tra cơ bản khí tượng thủy văn tại khu vực Tây Nguyên.

**Từ khóa:** Công nghệ truyền tin không dây năng lượng thấp LPWAN; Công nghệ truyền tin bằng công nghệ LORA.

## 1. Mở đầu

Trên thế giới, việc lựa chọn và ứng dụng công nghệ truyền tin không dây năng lượng thấp theo thời gian thực rất phát triển, một số nghiên cứu nổi bật như: Với nghiên cứu nhóm tác giả [1]: Hệ thống giám sát chất lượng không khí thời gian thực công suất thấp sử dụng LPWAN sử dụng công nghệ LoRa. Nhóm nghiên cứu một hệ thống giám sát chất lượng không khí thời gian thực công suất thấp dựa trên công nghệ truyền thông không dây LoRa. Hệ thống tích hợp truyền được số liệu về môi trường không khí (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, PM<sub>1</sub>, PM<sub>10</sub> và PM<sub>2.5</sub>). Tại Ý, nhóm nghiên cứu [2] đã nghiên cứu mô đun thử nghiệm truyền số liệu không dây giữa các trạm thời tiết tự động bằng công nghệ LoRaWAN. Với ưu điểm về chi phí thấp, điện năng thấp rất phù hợp ứng dụng trong các lĩnh vực phòng chống và giảm nhẹ thiên tai bằng cách sử dụng một mạng lưới nhiều trạm quan trắc thời tiết tự động. Trong những năm gần đây, các nhà khoa học trong nước cũng đã nghiên cứu về công nghệ truyền tin không dây. Đối với nghiên cứu của tác giả Trung tâm Công nghệ vi điện tử và tin học, Viện ứng dụng công nghệ: Xây dựng mạng cảm biến không dây sử dụng công nghệ truyền thông LORA cho bài toán giám sát và điều khiển trong nông nghiệp công nghệ cao: kết quả đạt được nhằm mục đích giám sát các thông số liên quan đến sinh trưởng, phát triển của cây

trồng như: Ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm, toàn bộ số liệu này được truyền về trung tâm xử lý, từ các thông số thu thập, có thể điều chỉnh lượng nước tưới, độ ẩm không khí hay cường độ ánh sáng phù hợp theo nhu cầu phát triển của cây trồng [3–5]. Nghiên cứu tiếp cận công nghệ sử dụng khinh khí cầu thả ở tầng bình lưu tích hợp công nghệ trạm thu phát thông tin để giám sát, dẫn đường, tìm kiếm cứu hộ và đo đạc thông số vật lý môi trường tầng khí quyển [6, 7], kết quả đạt được: Chế tạo thành công bóng Pilot có gắn thiết bị truyền tin; thử nghiệm trạm thu phát bằng công nghệ LPWAN cho khoảng cách > 250 km, dữ liệu gửi về theo thời gian thực, 10 lần/1s; đo gió từ mặt đất đến 25-30 km trong mọi điều kiện thời tiết. Với nghiên cứu Hệ thống giám sát thành phố thông minh Bến Tre do Công ty Cổ phần Phát triển Hạ tầng và Đầu tư Công nghệ Châu Long thực hiện: Hệ thống có mạng cảm biến IoT thu thập dữ liệu chất lượng môi trường khí tại các điểm quan trọng trong thành phố để phục vụ quản lý môi trường sinh thái đô thị; đo đạc độ mặn, mực nước ở sông Bến Tre để thiết lập các dự báo điều khiển phân luồng giao thông, ứng phó với thiên tai. Phủ sóng LPWAN hỗ trợ kết nối nền tảng đô thị IoT phục vụ cảm biến môi trường, điều khiển đèn chiếu sáng thông minh, cảm biến và điều hành xử lý ô nhiễm, rác thải và quản lý phương tiện di chuyển dùng chung trong tương lai.

Nghiên cứu về quá trình thiết lập thông số LoRa ứng với các khoảng cách khác nhau trong mô hình IoT sử dụng mạng không dây LoRa, qua đó đánh giá được khả năng hoạt động thực tế cho mạng LoRa cho ứng dụng IoT tầm xa, đặc biệt là thiết lập thông số để đạt được hiệu quả cao khi truyền tin không dây LoRa bị tác động bởi môi trường xung quanh bao gồm các tòa nhà cao tầng, cây cối [8].

Trong bối cảnh các loại hình thiên tai, đặc biệt là các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như lũ, mưa lớn, bão,... có xu hướng ra tăng tần suất lẫn cường độ, uy hiếp trực tiếp đến tính mạng và tài sản của nhân dân, việc cung cấp thông tin và lựa chọn phương án truyền tin cảnh báo theo thời gian thực là cần thiết. Do vậy, việc lựa chọn công nghệ LoRa là một giải pháp phù hợp truyền số liệu tự động để khắc phục những hạn chế tại khu vực Tây Nguyên góp phần tăng cường cung cấp thông tin phục vụ dự báo nhằm giảm thiểu thiệt hại tài sản do thiên tai gây ra.

## 2. Phương pháp nghiên cứu lựa chọn công nghệ và số liệu sử dụng

### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

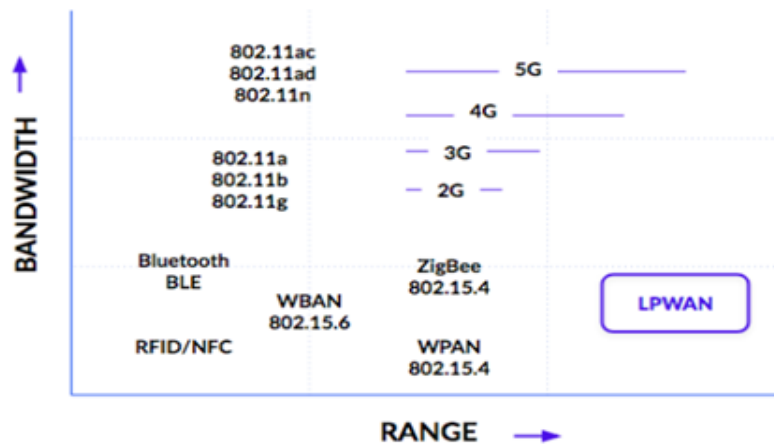
Đặc điểm địa hình ở khu vực Tây Nguyên, khí hậu khu vực Tây Nguyên cũng chia thành ba tiểu vùng khí hậu, gồm Bắc Tây Nguyên (tương ứng với các tỉnh Kon Tum và Gia Lai), Trung Tây Nguyên (tương ứng với các tỉnh Đắk Lắk và Đắk Nông), Nam Tây Nguyên (tương ứng với tỉnh Lâm Đồng). Trung Tây Nguyên có độ cao thấp hơn và nền nhiệt độ cao hơn hai tiểu vùng phía Bắc và Nam. Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn thường tập trung ở những vùng núi khó khăn, thượng nguồn các sông suối để phục vụ dự báo, cảnh báo tốt cũng như các trạm đo mưa rất cần lắp đặt trên các vùng có nguy cơ lũ quét, sạt lở đất, vì vậy các khu vực đặt trạm quan trắc khí tượng thủy văn thường không có hạ tầng viễn thông tốt dẫn đến chất lượng đường truyền gặp nhiều khó khăn, đặc biệt khi có hiện tượng thời tiết nguy hiểm đường truyền hay xảy ra mất tín hiệu. Với đặc thù địa hình phức tạp và một số khu vực có hạ tầng viễn thông rất hạn chế nói trên, việc truyền số liệu của nhiều trạm quan trắc trong khu vực Tây Nguyên lại càng gặp nhiều khó khăn hơn nữa.

### 2.2. Đặc điểm một số công nghệ LPWAN hiện nay

Mạng diện rộng năng lượng thấp LPWAN (*Low Power Wide Area Network*) là các công nghệ không dây, có nhiều công nghệ nhưng có bốn công nghệ chính, gồm: LoRa, Sigfox, NB-IoT và LTE-M.

Internet vạn vật (*Internet of Things- IoT*) gồm nhiều thiết bị kết nối với nhau để thu thập và trao đổi dữ liệu. Các giao thức mạng không dây hiện tại cho thiết bị IoT hiện có như

Bluetooth LE, Wi-Fi, 802.15.4-based Zigbee [9, 10]. Tuy nhiên, các giao thức mạng không dây này bị giới hạn ở việc cung cấp truyền thông khoảng cách rộng và hiệu quả năng lượng. Mạng diện rộng năng lượng thấp LPWAN được sử dụng nhiều hơn do khắc phục được những hạn chế giao thức mạng không dây khác [11].



Hình 1. So sánh LPWAN với các công nghệ khác.

Với công nghệ Sigfox: Cung cấp giải pháp kết nối không dây toàn cầu, nhằm triển khai giải pháp công nghệ LPWAN trong IoT. Cách tiếp cận của Sigfox tương tự như các nhà khai thác mạng di động, nhưng khác biệt là cung cấp các thiết bị tiêu thụ năng lượng thấp nên chi phí thấp. Sigfox sử dụng cấu trúc mạng hình sao và mỗi trạm gốc giao tiếp với đám mây thông qua các liên kết điểm - điểm. Kết nối giữa thiết bị với trạm của Sigfox là vô tuyến. Tuy nhiên, nó cũng có một số nhược điểm là khi gửi dữ liệu trở lại các cảm biến/thiết bị thường bị nhiễu tín hiệu [12].

Với công nghệ NB-IoT (*Narrow Band - IoT*) là một công nghệ IoT băng thông hẹp được chuẩn hóa bởi 3GPP. Được ứng dụng nhiều ở vùng phủ sóng trong nhà; giảm chi phí và tiêu thụ năng lượng thấp hơn, hỗ trợ các tính năng ứng dụng có độ trễ. Công nghệ NB-IoT chủ yếu được sử dụng vào các ứng dụng IoT thông lượng thấp. Kết nối của công nghệ này được đặc trưng bởi thông lượng thấp, truyền dữ liệu không thường xuyên. NB-IoT có thể hoạt động cùng với mạng GSM và LTE dưới dải tần số cần phải đăng ký cấp phép khi sử dụng [13].

Với công nghệ LTE-M (*Long Term Evolution for Machines*). LTE-M sử dụng dải tần số phải được đăng ký cấp phép sử dụng. Các thiết bị của LTE-M được kết nối không dây trực tiếp với mạng 4G-LTE hiện có. Do đó, không cần triển khai các trạm mới, tiết kiệm chi phí thuận tiện cho các nhà mạng. LTE-M tương thích với mạng LTE hiện có; có thể hỗ trợ thực hiện roaming thích hợp các ứng dụng di động. Đặc điểm công nghệ: LTE-M được thiết kế sao cho phù hợp với công nghệ LTE hiện có và có thể hoạt động ở bất kỳ băng tần nào của LTE [14].

Với Công nghệ LoRa: (*Long Range Radio - truyền không dây tầm xa*) là công nghệ lớp vật lý tức là chip được phát triển bởi Semtech. Công nghệ LoRa là một giao thức không dây mới được thiết kế để truyền thông tầm xa, năng lượng thấp. Giao thức phù hợp với các thiết bị thông minh hiện có và liên minh LoRa đang hoạt động đảm bảo khả năng tương tác giữa nhiều mạng trên toàn quốc. Dải tần LoRa sử dụng ít bị nhiễu điện từ, do đó tín hiệu có thể kéo dài một khoảng cách xa, thậm chí đi qua các tòa nhà, với rất ít năng lượng, phù hợp với các thiết bị IoT với dung lượng pin thấp. Do vậy, LoRa thành các thiết bị rẻ hơn rất khả quan. Mỗi trạm gốc (*gateway*) LoRa có thể xử lý hàng triệu node, cùng với thực tế là các tín hiệu có thể kéo dài khoảng cách, nên là cần ít cơ sở hạ tầng mạng hơn, do đó việc xây dựng mạng LoRa rẻ hơn. Các mạng LoRa có thể được đặt cùng với các thiết bị liên lạc khác, như các tháp điện thoại di động, tiết kiệm được chi phí đầu tư xây dựng; đồng thời với các tính năng khác của LoRa sử dụng thuật toán tốc độ dữ liệu thích ứng để giúp tối đa hóa tuổi thọ pin và

tiết kiệm tối đa năng lượng mạng của thiết bị; các giao thức của nó bao gồm nhiều lớp mã hóa, ở cấp độ mạng, ứng dụng và thiết bị, cho phép liên lạc an toàn; tính hai chiều của giao thức hỗ trợ các thông điệp quảng bá, cho phép chức năng cập nhật phần mềm. Do vậy, LoRa là một giải pháp lý tưởng cho IoT [15].

+ Nguyên lý hoạt động của LoRa: LoRa sử dụng kỹ thuật điều chế gọi là Chirp Spread Spectrum (CSS), nguyên lý này là dữ liệu sẽ được chia nhỏ bằng các xung cao tần để tạo ra tín hiệu có dải tần số cao hơn tần số của dữ liệu gốc; sau đó tín hiệu cao tần này tiếp tục được mã hoá theo các chuỗi trước khi truyền ra ăng ten để gửi dữ liệu; nguyên lý này giúp hạn chế độ phức tạp và có độ chính xác cần thiết của mạch thiết bị nhận để có thể giải mã và điều chế lại dữ liệu; hơn nữa LoRa không cần công suất phát lớn mà vẫn có thể truyền xa vì tín hiệu LoRa có thể được nhận ở khoảng cách xa ngay cả độ mạnh tín hiệu thấp hơn cả nhiều môi trường xung quanh; có phạm vi rất rộng tương tự như được cung cấp bởi mạng băng tần hẹp, độ bền cao và chống lại nhiễu và suy hao tín hiệu trong quá trình truyền tín thấp, toàn bộ khu vực hoặc thành phố đó được bảo chi bởi một trạm gốc (*gateway*).

### 2.3. Lựa chọn giải pháp công nghệ LoRa

#### a) Sự phù hợp của công nghệ LPWAN

Trước tiên về mặt dữ liệu, theo thực tế vận hành hiện nay ở các trạm thu thập dữ liệu đo đạc tự động ta có các thông số về băng thông yêu cầu truyền dẫn như sau:

+ Trạm khí tượng: Tần suất gửi 10 phút 1 lần.

+ Trạm thủy văn: tần suất gửi 10 phút 1 lần - mực nước, lượng mưa.

+ Đo mưa: tần suất gửi 10 phút 1 lần - lượng mưa.

Dựa trên khảo sát và tần suất gửi tin, có thể thấy rằng yêu cầu băng thông/tốc độ gửi dữ liệu của các trạm khoảng dưới 1 KB trên 1 phút.

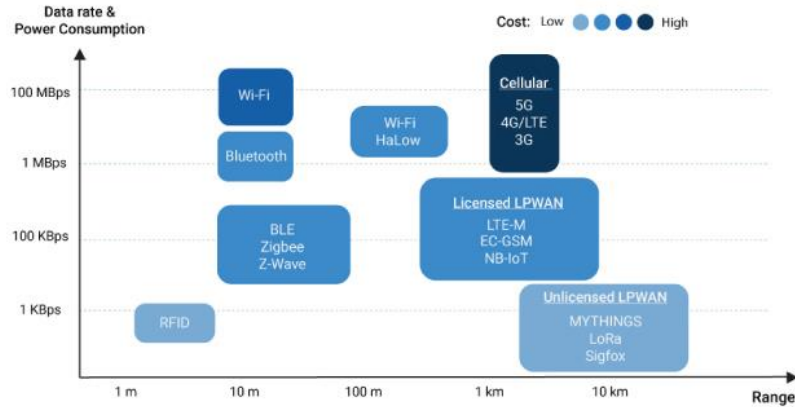
Như đã nêu tại phần trên, hiện nay có nhiều phương án công nghệ để kết nối thông tin cho các mạng không dây cảm biến. Hình 2 bên dưới đây là biểu so sánh băng thông/khoảng cách giữa cảm biến và điểm thu, giá thành của các công nghệ này:

+ Công nghệ LPWAN: rẻ về giá thành, xa về khoảng cách truyền dẫn và tốc độ/băng thông so sánh các công nghệ nối kết WSN dữ liệu có thể đạt đến gấp hơn 10 lần yêu cầu các trạm đo hiện nay, phù hợp để lựa chọn cho công nghệ truyền số liệu trạm tự động của ngành khí tượng thủy văn, đặc biệt là những nơi sóng di động yếu, hệ thống viễn thông hạn chế.

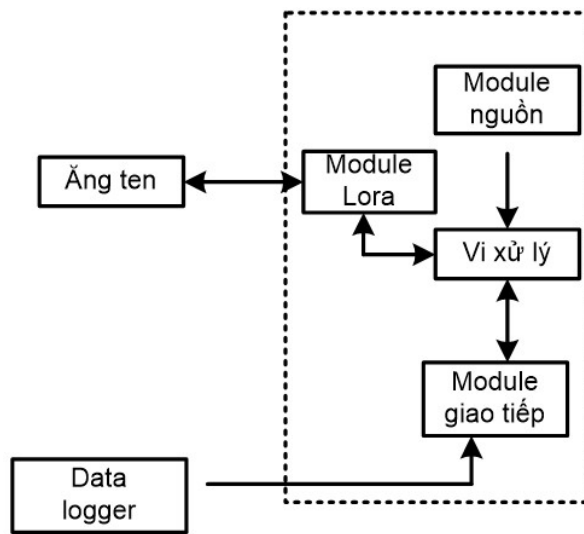
- Việc đầu tư mạng di động hoặc vệ tinh sẽ rất tốn kém và sử dụng quá nhiều năng lượng cho các thiết bị cảm biến tại hiện trường. Tương tự, mạng WiFi và Bluetooth cũng không phải lúc nào cũng là giải pháp tốt hoặc tiết kiệm chi phí, đặc biệt là hạn chế về khoảng cách truy.

- LPWANs (*Low Power Wide Area Networks* - mạng diện rộng năng lượng thấp) là một hiện tượng mới trong IoT, cung cấp giao tiếp tầm xa trên các loại pin nhỏ năng lượng thấp, rẻ tiền có tuổi thọ được duy trì trong nhiều năm, công nghệ này được xây dựng nhằm mục đích hỗ trợ các mạng IoT quy mô lớn trải dài, rộng khắp đặc biệt thích hợp với cảm biến nông/lâm/ngư nghiệp, môi trường và thời tiết [16].

Lựa chọn công nghệ hoạt động trên dải tần không cần xin cấp phép của Cục Tần số (không phải mất phí thuê tần số), tập trung dữ liệu của các trạm quan trắc vùng sâu vùng xa về một điểm chuyển tiếp khu vực lên mạng 3G/4G nối kết trung tâm. Với những ưu điểm của công nghệ LoRa được chỉ ra và thực tế đã có nhiều kinh nghiệm triển khai mạng LPWAN tại Việt Nam, trong đó đặc biệt nghiên cứu có liên quan về lĩnh vực thời tiết, khoảng cách truyền dẫn ở điều kiện nhìn thẳng không che khuất giữa hai ăng ten thu phát LPWAN có thể đạt đến vài chục km với lựa chọn thiết bị thu phát và ăng ten thích hợp. Do vậy, bằng sự so sánh các công nghệ hiện nay về sự phù hợp, có thể thấy LoRa là một giải pháp tiết kiệm chi phí, điện năng và tăng phạm vi phủ sóng ở các khu vực mà công nghệ di động thông thường chưa phổ biến, giải quyết được những bất cập đối với bài toán kết nối, truyền tin quan trắc khí tượng thủy văn.

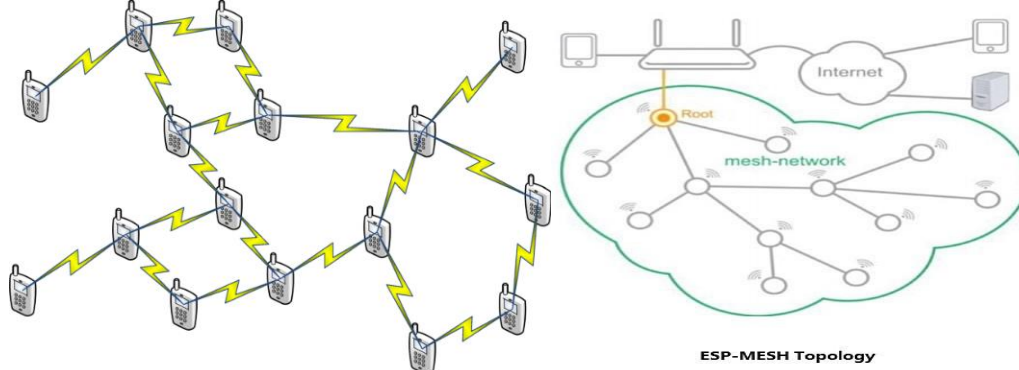


**Hình 2.** Biểu đồ so sánh các công nghệ nối kết WSN.



**Hình 3.** Sơ đồ cấu tạo Modem LPWAN.

b) Lựa chọn giải pháp mô hình truyền dữ liệu tính toán trạm thu phát truyền tin  
 Mô hình lựa chọn truyền dữ liệu sử dụng công nghệ LORA/LPWAN trong mạng lưới khí tượng thủy văn tại khu vực Tây Nguyên được sử dụng theo mô hình Mesh Network, bởi một số những ưu điểm cụ thể được thể hiện trên hình 4.



**Hình 4.** Hình minh họa mô hình truyền truyền tin Mesh Network.

Mạng mesh là một cấu trúc liên kết mạng cục bộ trong đó các nút như cầu nối, thiết bị chuyển mạch và các thiết bị cơ sở hạ tầng khác kết nối trực tiếp, động và không phân cấp với càng nhiều nút khác càng tốt và kết hợp với nhau để định tuyến dữ liệu đến nơi sử dụng

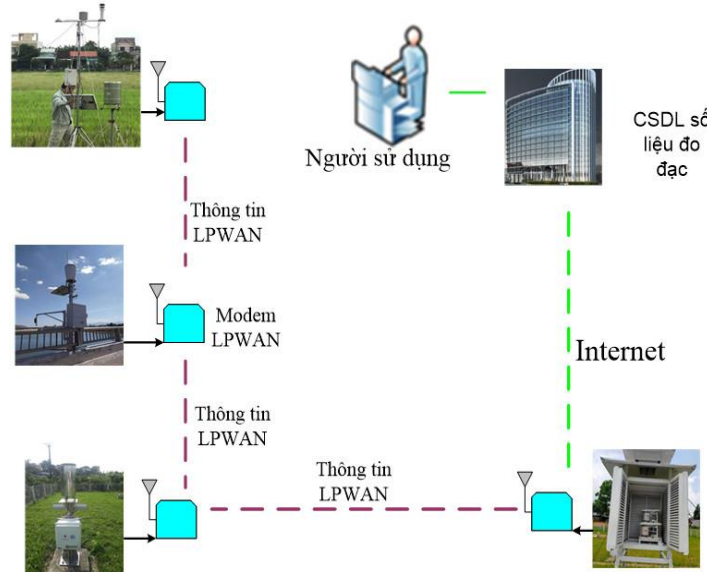
(khách hàng) một cách hiệu quả. Do không phụ thuộc vào nút mạng cụ thể nào, nên sử dụng mô hình mạng này cho phép tất cả các nút mạng có thể tham gia và quá trình truyền hoặc chuyển tiếp dữ liệu [17].

Mạng lưới truyền tin theo mô hình Mesh network có thể chuyển tiếp các dữ liệu, thông tin bằng cách sử dụng kỹ thuật flooding hoặc kỹ thuật routing. Đối với routing, dữ liệu được truyền dọc theo một đường dẫn bằng cách đi từ nút này sang nút khác cho đến khi nó đến điểm cuối. Để đảm bảo tất cả các đường dẫn đều khả dụng, mạng phải cho phép kết nối liên tục và có thể tự cấu hình lại xung quanh các nút, đường dẫn bị hỏng, trong đó sử dụng các thuật toán tự phục hồi như cầu nối đường dẫn ngắn nhất (*Shortest Path Bridging*). Tính năng tự phục hồi cho phép mạng dựa trên định tuyến hoạt động khi một nút bị hỏng hoặc khi kết nối không đáng tin cậy. Do đó, sử dụng mô hình truyền tin này thường đáng tin cậy, vì trong mô hình truyền tin thường có nhiều hơn một đường dẫn giữa nguồn và đích trong mạng [18].

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Phương án kết nối thiết bị trạm

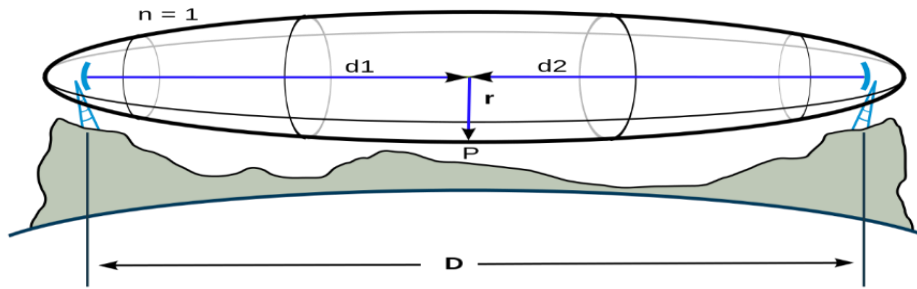
Các thiết bị trạm đo khí tượng, thủy văn được cài đặt đưa thông số dữ liệu qua cổng COM vào các mô-đem LPWAN để truyền dữ liệu lên các trạm truyền dẫn đường trục. Các trạm đo mưa bộ truyền phát dữ liệu có thể nối trực tiếp bộ đếm xung gàu nếu không có giao tiếp COM từ data logger. Từ các điểm đường trục sẽ có giao tiếp LTE (từ 2G đến 4G) để chuyển tải dữ liệu qua mạng dữ liệu di động gửi về một CSDL tại Tổng cục Khí tượng Thủy văn (hoặc hosting ở Hà Nội), có giao tiếp hiển thị trên bản đồ Internet - GIS.



Hình 5. Mô hình kết nối hệ thống.

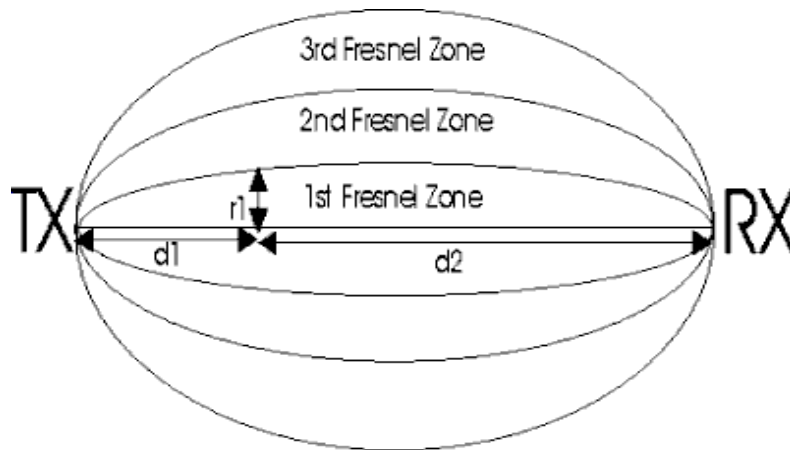
#### 3.2. Kết quả nghiên cứu tính toán trạm thu phát truyền tin

Để có cơ sở tính toán vị trí đặt trạm thu phát truyền tin trong sử dụng công nghệ LoRa chúng ta cần quan tâm đến một thông số kỹ thuật quan trọng là tính toán Fresnel Zone [19, 20]. Vùng Fresnel là một công cụ hiệu quả giúp có thể tính toán được lượng suy hao của tín hiệu do các hiện tượng phản xạ, tán xạ, nhiễu xạ, mà tín hiệu gặp phải trên đường truyền, đặc biệt là nơi có nhiều đồi núi, nhiều cây cối và nhà cao tầng. Thực chất đây là một trong số rất nhiều các khối elip (3 chiều) đồng tâm, với 2 đỉnh elip là đầu thu và đầu phát tín hiệu. Ngoài đường truyền thẳng trong điều kiện môi trường truyền tin lý tưởng (không bị che chắn bởi vật cản), thì tín hiệu truyền từ đầu phát tới đầu thu có thể phản xạ, tán xạ theo nhiều đường khác nhau, trong vùng Fresnel này. Đó là nguyên nhân gây ra sự lệch pha của tín hiệu tại đầu thu, tín hiệu bị nhiễu, truyền về chậm và dung lượng có thể không chính xác.



Hình 6. Không gian Fresnel Zone được hình thành giữa trạm phát và trạm thu.

Các vùng này thường được ký hiệu là: F1, F2, F3 ... Nhưng thực tế thì chỉ có 3 vùng Fresnel đầu tiên là có ảnh hưởng nhiều đến sự lan truyền sóng vô tuyến.



Hình 7. Hình thành các vùng Fresnel.

Tín hiệu trong vùng Fresnel có thể lệch pha với tín hiệu gốc từ 0 đến 90 độ. Ở vùng Fresnel 2 là từ 90 độ đến 270 độ. Vùng Fresnel 3 là từ 270 độ đến 450 độ.

Thực tế cho thấy, không nên quá 40% vùng Fresnel bị che khuất bởi các vật cản. Tuy nhiên để đảm bảo truyền số liệu tốt nhất có thể và hiệu suất tối ưu thì không nên quá 20% vùng Fresnel bị che khuất bởi các vật cản.

Để có thể tính toán được vùng Fresnel có thể dùng công thức:

$$F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (1)$$

Trong đó  $F_n$  là bán kính vùng Fresnel thứ  $n$ ;  $d_1$  và  $d_2$  là khoảng cách từ điểm P (điểm tính bán kính) tới đầu phát và đầu thu. Nếu P nằm chính giữa đầu phát và đầu thu thì bán kính đó đạt giá trị cực đại. Khi đó  $d_1 = d_2$ ;  $D = d_1 + d_2$  (tổng khoảng cách từ điểm P (điểm tính bán kính) tới đầu phát và đầu thu);  $\lambda = c/f$  (bước sóng);  $f$  là tần số,  $c$  là vận tốc truyền.

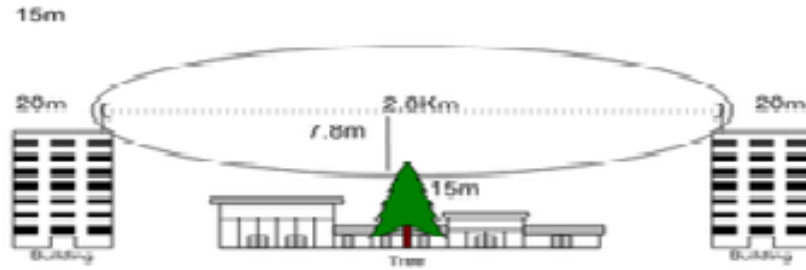
Ta sẽ có công thức đơn giản hơn:

$$r = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}} \quad (2)$$

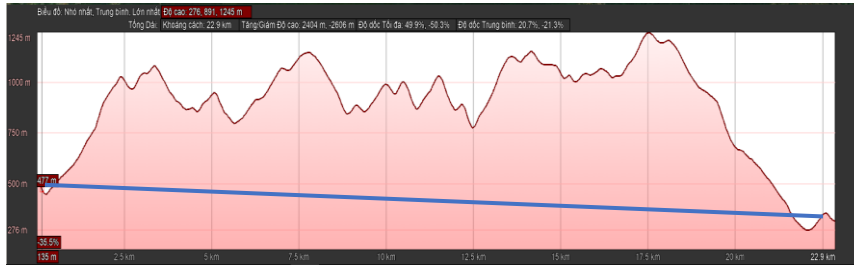
Nhờ việc tính được bán kính vùng Fresnel, có thể dễ dàng tính toán được chiều cao cần thiết của các cột ăng ten để có thể đảm bảo được truyền tín hiệu không bị cản trở quá nhiều (< 40%).

Khoảng không gian Fresnel Zone cần được rõ ràng, nếu có xuất hiện vật cản có thể ảnh hưởng đến tín hiệu truyền sóng, vật cản, đặc biệt là khu vực Tây Nguyên do địa hình cũng có nhiều đồi núi, nên vật cản chủ yếu là cây cối và núi tự nhiên.

Dựa vào phân tích trên, ta có thể tính toán được quá trình truyền sóng giữa các trạm thu phát và vị trí các trạm lặp trong mô hình truyền tin tại Đài KTTV khu vực Tây Nguyên.



**Hình 8.** Minh họa vật cản trong vùng Fresnel Zone.



**Hình 9.** Mô hình mô phỏng vật cản từ trạm Đăk Rìng - Đăk Lô tỉnh Kon Tum: 22.9 km.

#### 4. Kết luận

Ngày nay, việc triển khai nghiên cứu ứng dụng công nghệ IoT (internet vạn vật) vào các lĩnh vực khoa học công nghệ và đời sống xã hội không còn mới, mà là xu thế tất yếu của các nước trên thế giới. Công nghệ truyền tin không dây năng lượng thấp (LORA/LPWAN) với ưu thế phủ sóng rộng, băng thông thấp, sử dụng ít năng lượng, hỗ trợ đa kết nối và thiết bị hoạt động ở dải tần không cần đăng ký xin cấp phép tần số đang trở nên phổ biến và ứng dụng nhiều trong các lĩnh vực viễn thông, truyền tin, trao đổi thông tin số liệu. Việc nghiên cứu công nghệ Lora để xây dựng mạng truyền dẫn diện rộng công suất thấp (LPWAN) mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn cho khu vực Tây nguyên là vấn đề cần thiết và có tính khả thi cao dựa trên các phân tích về ưu điểm, sự phù hợp của công nghệ nghiên cứu ứng dụng, nhằm tiến tới phát triển nghiên cứu với mục tiêu cụ thể như xây dựng giải pháp công nghệ LORA cho mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn phục vụ tác nghiệp dự báo khí tượng thủy văn và đặc biệt nghiên cứu thử nghiệm thành công hệ thống công nghệ LORA xây dựng mạng diện rộng công suất thấp (LPWAN) mạng lưới quan trắc KTTV cho khu vực Tây nguyên là phương án dự phòng truyền tin mới có tính bảo mật cao, giảm thiểu khả năng mất dữ liệu quan trắc khí tượng thủy văn góp phần tăng cường dự báo giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: V.V.S.; Thu thập, xử lý số liệu: V.V.S.; Phân tích kết quả: V.V.S.; Viết bản thảo bài báo: V.V.S.; Chỉnh sửa bài báo: V.V.S.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường “Nghiên cứu công nghệ LORA để thiết kế xây dựng mạng diện rộng công suất thấp (LPWAN) mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn cho khu vực Tây nguyên” mã số: TNMT.2022.04.12, thuộc Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp Bộ “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ trong xây dựng, phát triển Chính phủ số và Chuyển đổi số ngành tài nguyên và môi trường giai đoạn 2021 - 2025”, mã chương trình TNMT.04/21-25. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn.

**Lời cam đoan:** Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây.

#### Tài liệu tham khảo

1. Liu, S.; Xia, C.; Zhao, Z. Hội nghị quốc tế IEEE lần thứ 13 năm 2016 về công nghệ vi mạch tích hợp và trạng thái rắn (ICSICT), 2016.



2. Pietrosevoli, E.; Rainone, M.; Zennaro, M. On extending the wireless communications range of weather stations using LoRaWAN. Proceedings of EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good, Valencia, Spain, September 2019, 25–27.
3. Đưa, N.V.; Long, N.H.; Kha, P.Đ.; Thương, T.T.; Cảnh, N.V.; Tấn, Đ.T. Xây dựng mạng cảm biến không dây sử dụng công nghệ truyền thông LORA cho bài toán giám sát và điều khiển trong nông nghiệp công nghệ cao. *Tap chí khoa học công nghệ* **2019**, 50, 27–31.
4. Thanh, N.Đ.; Ferrero, F.; Khải, L.C.V.; Thương, N.H.N.; Tuấn, P.V.; Huy, L.Q. Mạng công nghiệp LORAWAN cho Thành phố Đà Nẵng: Giải pháp cho ứng dụng IoT tầm xa năng lượng thấp. *Tap chí khoa học và công nghệ, Đại học Đà Nẵng* **2020**, 18(1), 7–10.
5. Anh, N.B.Q.; Diễm, T.P.; Quốc, C.A. Tìm hiểu về một nghiên cứu liên quan đến LoRa của hệ thống nông nghiệp thông minh Next Farm. Khoa Kỹ thuật & Công nghệ, Trường ĐH Quy Nhơn. 2019.
6. Báo cáo tổng kết đề tài VT-CN.04/17-20. Nghiên cứu tiếp cận công nghệ sử dụng kính khí cầu thả ở tầng bình lưu tích hợp công nghệ trạm thu phát thông tin để giám sát, dẫn đường tìm kiếm cứu hộ và đo đạc thông số vật lý môi trường tầng khí quyển. đề tài thuộc chương trình KHCN Vũ trụ giai đoạn 2016-2020, cơ quan chủ trì Trung tâm Tin học và Tính toán, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2020.
7. Báo cáo tổng kết đề tài VT-CN.02/18-20. Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mẫu tên lửa nghiên cứu (Sounding Rocket) đưa thiết bị khoa học để thử nghiệm thu thập dữ liệu khí quyển tầng cao” đề tài thuộc chương trình KHCN Vũ trụ giai đoạn 2016-2020. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Bộ Quốc phòng.
8. Líc, T.V.; Nam, L.H. Mạng không dây LoRa cho ứng dụng IoT tầm xa. *Tap chí khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng* **2018**, 11(132), 50–53.
9. Murdyantoro, E.; Nugraha, A.W.W.; Wardhana, A.W.; Fadli, A.; Zulfa, M.I. A review of LoRa technology and its potential use for rural development in Indonesia. *AIP Conf. Proc.* **2019**, 2094, 020011.
10. Augustin, A.; Yi, J.; Clausen, T.; Townsley, W.M. A study of LoRa: Long range & low power networks for the internet of things. *Sensors* **2016**, 16, 1–18.
11. Murdyantoro, E.; Rosyadi, I.; Septian, H. Studi performansi Jarak Jangkauan LoRa OLG01 sebagai infrastruktur Konektivitas Nirkabel IoT Dinamika Rekayasa **2019**, 15(1), 47–56.
12. Trục tuyến: <https://www.daviteq.com/blog/vi/cong-nghe-sigfox-bien-moi-vat-tro-nen-song-dong/>
13. Trục tuyến: <https://giaiphapviettel.vn/tin-tuc/238/narrowband-iot-nbiot-la-gi.html>
14. Trục tuyến: <http://iottuonglai.com/lte-m-la-gi.html>
15. Trục tuyến: <https://viettuans.vn/cong-nghe-lora-la-gi>
16. Trục tuyến: <https://www.dienmayxanh.com/kinh-nghiem-hay/tim-hieu-ve-mang-lorawan-va-co-che-hoat-dong-nhu-t-1412680>
17. Trục tuyến: <http://iottuonglai.com/mesh-network-la-gi.html>
18. Trục tuyến: <https://vientin.com/blog/mo-hinh-ket-noi-mang-luoi-mesh-27-200>
19. Trục tuyến: <https://www.everythingrf.com/rf-calculators/fresnel-zone-calculator>.
20. LoRa/LoRaWAN tutorial 7: Fresnel Zone: Trục tuyến: <https://www.youtube.com/watch?v=HWOivbJjw7s>.

## **Research and select low-energy wireless communication technology (LORA/LPWAN) applied in automatic meteorological station data transmission under the Regional Hydro-Meteorological Central Highlands Observatory**

**Vu Van Sang**<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> National Centre for Hydro-Meteorological Network (NCN); sangvu2210@gmail.com

**Abstract:** Currently, low-energy wireless communication technology (LORA/LPWAN) technology is becoming popular and is increasingly being applied in fields such as telecommunications, information transmission,...including hydrometeorology. The automatic station network of the Regional Hydro-Meteorological Central Highlands Station is mostly installed in remote areas and border, where the telecommunications network has weak signals and poor communication conditions. Therefore, it has caused many challenges for basic investigation, monitoring, warning, forecasting, and natural disaster prevention. The quality of information transmission and reception is often interrupted, it is difficult to accurately determine whether the station is active or inactive; causing difficulty in finding the cause and evaluating the operations of the stations. The study has focused on applying the advantages and suitability of low-power wireless communication technology (LORA/LPWAN) to improve the data transmission efficiency of automatic hydro-meteorological stations and effectively serve the basic investigation of hydrometeorology in the Central Highlands region.

**Keywords:** LPWAN Low-power wide-area network technology; Communication technology using LORA technology.