



## A Study on Rainfall Rate, Temperature and Rain Attenuation of Ka-Band Satellite signal

Soyfa Xayaphone, Donekeo Lakanchanh, Xaysamone Dittaphong, Oupala phanthasena,  
Vimontha khievongphachanh, Soumek Inthala

Department of Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of Engineering,  
National University of Laos PDR

**\*Correspondence:** Soyfa  
Xayaphone, Department of  
Electronics and  
Telecommunication  
Engineering Faculty of  
Engineering, National  
University of Laos  
Tel +856 20 98 545 658  
E-mail: [soyfa@fe-nuol.edu.la](mailto:soyfa@fe-nuol.edu.la)

Submitted: June 12, 2024  
Revised: August 18, 2024  
Accepted: August 30, 2024

### Abstract

This research paper is studied rainfall, temperature and rain attenuation of Ka-Band satellite signal by using rainfall and temperature data in 2023. Department of Electronics and Telecommunications Engineering, Faculty of Engineering is where the station is housed. Therefore, this paper aims to investigate the relationship between rainfall values, temperature and rain attenuation in Vientiane Capital using advanced technologies to facilitate and monitor the data in real time. A rain gauge Tipping Bucket 0.1mm/Tip is used to detect the amount of rain, and a DHT22 sensor is used to monitor the temperature. The research procedure entails analyzing temperature and rainfall, designing and setting up measurement sites, setting up a central monitoring station and using the Internet of Things to collect temperature and rainfall data.

The analysis showed that the high precipitation amount of the actual rainfall and actual daily data contains two maximum values from August 15, 2023 at 85.3mm/hr with 26°C and September 7, 2023 at 110mm/hr with 25.1°C. ITU-R model is used to analyze the rain attenuation by applying the abovementioned rainfall values. As a result, the rain attenuation of Ka-Band Satellite Signal is 85.3mm/hr the rain attenuation is 11.63 dB and 110mm/hr the rain attenuation is 10.58 dB, respectively, which showed the interlinkage between rainfall amount and temperature while it is raining. The temperature change will not affect the rain attenuation as much as the increase of rainfall amount.

**Keywords:** Rainfall, Temperature, Ka-Band Satellite signal, Tipping Bucket.

### 1. ພາກສະເໜີ

ໃນປັດຈຸບັນນີ້ ການສື່ສານຜ່ານດາວທຽມມີບົດບາດສໍາຄັນຫຼາຍໃນຊີວິດປະຈຳວັນ ບໍ່ວ່າຈະເປັນການຕິດຕໍ່ແລກປ່ຽນຂ່າວສານ ແລະ ການສື່ສານເພີ່ມຫຼາຍຂຶ້ນ ແລະ ມີ

ການແຂ່ງຂັນໃນການບໍລິການຕ່າງໆ. ດັ່ງນັ້ນ, ຈຶ່ງມີຄວາມຈໍາເປັນມີລະບົບເຊື່ອມໂຍງທີ່ມີຄຸນນະພາບຕາມມາດຕາຖານເພື່ອຮອງຮັບໃນການໃຊ້ບໍລິການ, ລະບົບການຕິດຕໍ່ສື່ສານຜ່ານດາວທຽມກໍ່ເປັນສ່ວນໜຶ່ງໃນການໃຫ້ບໍລິການດ້ານ

ການສື່ສານ ທີ່ທົ່ວໂລກໃຫ້ການຍອມຮັບ ໂດຍສະເພາະໃນ ຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band (30/20 GHz) ທັງນີ້ເນື່ອງຈາກ ຜົນກະທົບຈາກການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານທີ່ເກີດຈາກຝົນຍັງ ມີຫຼາຍ ແຕ່ມີຫຼາຍປະເທດທີ່ນິຍົມໃຊ້ໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ມາໃຊ້ງານ ເພື່ອສາມາດຮອງຮັບປະລິມານການໃຊ້ ຊ່ອງສັນຍານໄດ້ຢ່າງພຽງພໍສໍາລັບປະເທດໃນພູມິພາກທີ່ ພັດທະນາແລ້ວ ເຊັ່ນ: ພູມິພາກຂອງປະເທດຢູໂລບ ແລະ ອາຊີໄດ້ມີການສຶກສາວິໄຈຜົນການລົດທອນຂອງສັນຍານ ໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ນີ້ຈົນສາມາດນໍາມາໃຊ້ງານໄດ້ ຢ່າງມີປະສິດທິພາບ ແຕ່ສໍາລັບປະເທດລາວແລ້ວ ຂໍ້ມູນການ ສຶກສາວິໄຈໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ຍັງບໍ່ທັນແຜ່ຫຼາຍ. ດັ່ງນັ້ນ, ການວິໄຈນີ້ຈຶ່ງໄດ້ນໍາເອົາບັນຫາມາວິເຄາະການຫຼຸດ ລົງຂອງສັນຍານເນື່ອງຈາກຝົນໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band. ການສື່ສານຜ່ານດາວທຽມນີ້ Kalavaanan, (2017) ຝົນ ເປັນສາເຫດຫຼັກທີ່ເຮັດໃຫ້ສັນຍານດາວທຽມມີການຫຼຸດລົງ ແລະ ຄວາມໜ້າເຊື່ອຖືຂອງການສື່ສານຜ່ານດາວທຽມບໍ່ ສາມາດຕິດຕໍ່ສື່ສານໄດ້ (Phommavong, 2019).

ດັ່ງນັ້ນ, ຈຶ່ງມີຄວາມຈໍາເປັນຕ້ອງທໍາການສຶກສາກ່ຽວກັບ ປະລິມານນໍ້າຝົນໃນເວລາການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມ ຊຶ່ງການວິເຄາະແມ່ນໄດ້ສຶກສາການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານເນື່ອງ ຈາກຝົນໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band (Zheng et al, 2018) ໂດຍນໍາເອົາໂມເດວຂອງ ITU-R ມາວິເຄາະໂດຍອີງໃສ່ຂໍ້ ມູນຝົນໃນປີ 2023 ທີ່ທໍາການວັດປະລິມານນໍ້າຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມ ຢູ່ພາກວິຊາວິສະວະກໍາເອເລັກໂຕຣນິກ ແລະ ໂທລະຄົມມະນາຄົມ. ການວັດປະລິມານນໍ້າຝົນດັ່ງກ່າວນີ້ ມີ ຄວາມສໍາຄັນ ແລະ ຈໍາເປັນຫຼາຍ ເພື່ອນໍາຂໍ້ມູນມາທໍາການ ຄົ້ນຄວ້າວິໄຈ ແລະ ຍັງໄດ້ຮູ້ລາຍລະອຽດຂອງປະລິມານນໍ້າ ຝົນໃນເຂດນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ ວ່າມີປະລິມານນໍ້າຝົນ ຫຼາຍປານໃດຕໍ່ປີ ເມື່ອຮູ້ຄ່າປະລິມານນໍ້າຝົນແລ້ວ ເຮົາກໍຈະຮູ້ ເຖິງຜົນກະທົບທີ່ເກີດຂຶ້ນຕໍ່ກັບການສື່ສານຜ່ານດາວທຽມ

ໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band. ສະນັ້ນ, ການສຶກສາຄັ້ງນີ້ກໍ ເພື່ອເປັນປະໂຫຍດໃນການອອກແບບລະບົບສື່ສານຜ່ານ ດາວທຽມໃຫ້ມີຄຸນນະພາບຫຼາຍຂຶ້ນໃນອານາຄົດ

**2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ**

**2.1 ວິທີການ**

ລະບົບຂັ້ນຕອນການຄົ້ນຄວ້າໂດຍລວມຂອງງານວິໄຈ ນີ້ ແມ່ນຈະໄດ້ທໍາການຕິດຕັ້ງອຸປະກອນຢູ່ທີ່ຄະນະວິສະວະກໍາ ສາດ ພາກວິຊາວິສະວະກໍາເອເລັກໂຕຣນິກ ແລະ ໂທລະ ຄົມມະນາຄົມ ເຊິ່ງມີຂັ້ນຕອນການຄົ້ນຄວ້າ ຄື: ສຶກສາການ ວັດແທກລະດັບນໍ້າຝົນ, ສຶກສາຜົນກະທົບຂອງສັນຍານດາວ ທຽມເນື່ອງຈາກຝົນດ້ວຍໂມເດລ ITU-R, ອອກແບບ ແລະ ຕິດຕັ້ງສະຖານີວັດແທກລະດັບນໍ້າຝົນ, ຕິດຕັ້ງສະຖານີສູນກາງ ເຝົ້າຕິດຕາມ ແລະ ບັນທຶກປະລິມານນໍ້າຝົນດ້ວຍ IoT ແລະ ວິເຄາະການຫຼຸດລົງສັນຍານດາວທຽມຈາກປະລິມານນໍ້າຝົນ ດັ່ງ(ຮູບທີ 1).

**2.2 ອຸປະກອນ**

ກ. ສະຖານີວັດແທກລະດັບນໍ້າຝົນ  
 ການສຶກສາຄົ້ນຄວ້າໃນຄັ້ງນີ້ ແມ່ນຈະສຶກສາລັກສະນະ ແລະ ຄວາມສໍາພັນຂອງປະລິມານນໍ້າຝົນ ແລະ ການຫຼຸດລົງ ຂອງສັນຍານດາວທຽມ ເນື່ອງຈາກຝົນໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ໂດຍນໍາໃຊ້ຂໍ້ມູນການກະຈາຍສະສົມອັດຕາປະລິມານ ນໍ້າຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມ (Fentahun et al, 2014) ຈາກການ ວັດທີ່ວັດໄດ້ຈາກລະບົບ ແລະ ທໍາການຕິດຕັ້ງເຄື່ອງວັດແທກຢູ່ ທີ່ ພາກວິຊາວິສະວະກໍາເອເລັກໂຕຣນິກ ແລະ ໂທລະຄົມ ມະ ນາຄົມ ບ້ານວັດນາກ, ເມືອງສີສັດຕະນາກ, ນະຄອນຫຼວງວຽງ ຈັນ ເຊິ່ງກົງກັບເສັ້ນແວງ 102°37'33"E ແລະ ເສັ້ນຂະ ໜານ ທີ 17°56'18"N (Phanthavong et al, 2023) ເຊິ່ງລະບົບ ມີຄວາມຖືກຕ້ອງ ແລະ ສະຖຽນອົງຕາມຫຼັກການ ແລະ ເກນ ການວັດແທກສະພາບອາກາດຂອງກົມອຸຕຸວິທະຍາ ດັ່ງ(ຮູບທີ 2 ແລະ 3).

ສໍາລັບສະຖານນິວັດແທກນໍ້າຝົນຈະປະກອບມີ ໂມໂຄ ຄອນໂທນເລີ ເປັນຕົວປະມວນຜົນກາງທີ່ຄ່ອຍອ່ານຄ່າສະພາບ ອາກາດຈາກເຊັ່ນເຊີວັດອຸນຫະພູມ, ຄວາມຊຸ່ມ, ຄວາມດັນ, ແສງແລະ ປະລິມານນໍ້າຝົນ ເພື່ອນໍາມາລວມເປັນຊຸດຂໍ້ມູນເພື່ອ ບັນທຶກລົງໃນ SD Card (Parmanee, 2024) ແລະ ສົ່ງຂໍ້ມູນ ໄປຍັງສູນກາງການຕິດຕາມຜ່ານ Cloud service ໂດຍນໍາໃຊ້ 4G module ເພື່ອເປັນອຸປະກອນສື່ສານ (Dittaphong et al, 2022). ສ່ວນສະຖານນິສູນກາງການຕິດຕັ້ງຈະປະກອບມີ ຄອມພິວເຕີທີ່ຕິດຕັ້ງໂປຼແກມ Node red ເພື່ອໃຊ້ສໍາລັບດຶງຂໍ້ ມູນທີ່ອ່ານເຂົ້າມາໄວ້ໃນ Hard drive ໃນຮູບແບບຂອງ Text file ດັ່ງ Block diagram ຂອງລະບົບ ດັ່ງສະແດງໃນຮູບທີ 4

**ຂ. ການວັດແທກລະດັບນໍ້າຝົນ**

ສໍາລັບເຊັ່ນເຊີທີ່ໃຊ້ໃນການຄົ້ນຄວ້າແມ່ນໄດ້ເລືອກ ໃຊ້ຢູ່ 2 ແບບຄື: Tipping bucket rain gauge ແລະ Optical rain gauge ດັ່ງມີລາຍລະອຽດລຸ່ມນີ້:

1) Tipping bucket rain gauge: ເປັນເຊັ່ນເຊີວັດ ປະລິມານນໍ້າຝົນ ດ້ວຍການນັບຈາກການກະເຕືອງຂອງ ຖວຍ ທີ່ຮອງຮັບປະລິມານນໍ້າຝົນ ໂດຍອຸປະກອນດັ່ງກ່າວ ຈະປະ ກອບມີກະບະຮອງຮັບນໍ້າຝົນ (Receiver), ກວຍຮັບນໍ້າຝົນ (Funnel), ຖວຍກະເຕືອງ (Tipping bucket) ແລະ ຕົວນັບ (Counter) ດັ່ງ(ຮູບທີ 5).

2) Optical rain gauge: ເປັນເຊັ່ນເຊີວັດແທກ ປະລິມານນໍ້າຝົນໃນຮູບແບບໃໝ່ ໂດຍນໍາໃຊ້ລໍາແສງອິນຟາ ເຣດພາຍໃນ Plastic lens ເປັນຕົວກວດວັດປະລິມານນໍ້າຝົນ

**3. ຜົນໄດ້ຮັບ**

ຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ຈາກການວິເຄາະຫາອັດຕາປະລິມານນໍ້າຝົນ, ອຸນຫະພູມ (Sapala et al, 2021), Dissanayake et al, (1990) ແລະ ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມ.

**3.1 ອັດຕາປະລິມານນໍ້າຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມ**

ຈາກຜົນການວິເຄາະອັດຕາການຕົກຂອງຝົນ ແລະ ອຸນ ຫະພູມ ຊຶ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນໃນຮູບທີ 6 ແລະ ຮູບທີ 7 ແມ່ນ ອັດຕາການຕົກຂອງຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມ ໃນເດືອນສິງຫາ ແລະ ເດືອນກັນຍາຕາມລໍາດັບ ເຫັນວ່າ ອັດຕາການຕົກຂອງ ຝົນໃນເວລາ 00:00ໂມງ ມີປະລິມານນໍ້າຝົນທີ່ວັດໄດ້ສູງສຸດ ແມ່ນ 85.3mm/hr ແລະ ອຸນຫະພູມຢູ່ທີ່ 26°C ເປັນ ປະລິມານນໍ້າຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມ ໃນວັນທີ 15 ເດືອນ ສິງຫາ ປີ 2023 ແລະ ອັດຕາການຕົກຂອງຝົນໃນເວລາ 03:00ໂມງ (ເຊົ້າ) ມີປະລິມານນໍ້າຝົນທີ່ວັດໄດ້ສູງສຸດ ແມ່ນ 110mm/hr ແລະ ອຸນຫະພູມຢູ່ທີ່ 25.1°C ເປັນປະລິມານນໍ້າຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມ ໃນວັນທີ 07 ເດືອນ ກັນຍາ ປີ 2023.

**3.2 ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມເນື່ອງຈາກຝົນໂດຍນໍາ ໃຊ້ໂມເດວ ITU-R**

ຈາກການວິເຄາະຂໍ້ມູນໂດຍການນໍາເອົາຂໍ້ມູນ ປະລິມານນໍ້າຝົນທີ່ວັດໄດ້ໂດຍນໍາໃຊ້ໂມເດວ ITU-R (ITU-R P.618-7, 2001) (ITU-R P.837-4, 2001) (ITU-R P.838-2, 2003) (ITU-R P.839-3, 2001) ມາວິເຄາະຫາ ອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມ ໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ໂດຍນໍາໃຊ້ຂໍ້ມູນປະລິມານນໍ້າຝົນ 2 ຄ່າ. ວິທີການ ທົ່ວໄປທີ່ໃຊ້ໃນການຄາດຄະເນການລົດທອນເນື່ອງຈາກຝົນ ແລະ ເມກໃນການຂະຫຍາຍພັນແບບ slant ແບບຈໍາລອງ ຂອງ ITU-R. (Kumar, 2004). ຂັ້ນຕອນສາມາດທີ່ຈະປະ ເມີນສະຖິຕິໃນໄລຍະຍາວຂອງເສັ້ນທາງ slant ລົດທອນຝົນ ໃນສະຖານທີ່ສະເພາະເຈາະຈົງສໍາລັບຄວາມຖີ່ໄດ້ເຖິງ 55 GHz ໂດຍມີ  $R_{0.01}$  ອັດຕາການຕົກຂອງຝົນແບບຈຸດທີ 0.01% ຂອງຄ່າສະເລ່ຍຕໍ່ປີ.

ຄຳນວນ Slant path length  $L_s$ :

$$L_s = \frac{(h_R - h_S)}{\sin \theta} \quad \text{km} \quad (1)$$

$L_s$       Slant path length

$h_s$  ຄວາມເໜືອລະດັບນ້ຳທະເລປານ  
ກາງຂອງສະຖານນິຮັບ (Km)

$h_R$  ຄວາມສູງຂອງຝົນ

$\theta$  ມຸມເງິຍຂອງຈານສາຍອາກາດ  
ການລົດທອນສະເພາະ  $\gamma_R$  ສຳລັບອັດຕາປະລິມານນ້ຳຝົນ

$$\gamma_R = k(R_{0.01})^\alpha \quad \text{dB / Km} \quad (2)$$

$\gamma_R$  ການລົດທອນສະເພາະ

$R_{0.01}$  ອັດຕາປະລິມານນ້ຳຝົນທີ່ຈຸດ

0.01%

$k, \alpha$  ຄ່າສຳປະສິດທາງດ້ານແນວນອນ  
ຫຼື ແນວຕັ້ງ

ການຄາດຄະເນຂອງການລົດທອນທີ່ 0.01% ຂອງປີ  
ໂດຍສະເລ່ຍໄດ້

$$A_{0.01} = \gamma_R L_E \quad \text{dB} \quad (3)$$

$A_{0.01}$  ການຄາດຄະເນຂອງການຫຼຸດລົງທີ່

0.01%

$L_E$  ຄວາມຍາວຂອງເສັ້ນທາງທີ່ມີ

ປະສິດທິພາບ

ປະເມີນການລົດທອນສຳລັບຄ່າເປີເຊັນອື່ນໆຂອງປີ

ສະເລ່ຍ

$$A_p = A_{0.01} \left( \frac{p}{0.01} \right)^{-\left(0.655+0.033\ln(p)-0.045\ln(A_{0.01})-\beta(1-p)\sin\theta\right)} \quad (4)$$

$p$  Percent time (%)

$A_p$  ປະເມີນການລົດທອນ

0.01 ຜົນກະທົບທີ່ເກີດຂຶ້ນຂອງການ

ຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມເນື່ອງຈາກຝົນໃນ 1 ປີ ຕ້ອງບໍ່  
ເກີນ 0.01% ຫຼື 99.99% ຕໍ່ປີ

ໃນການຫາຄ່າປະລິມານການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວ  
ທຽມເນື່ອງຈາກຝົນຕາມປົກກະຕິແລ້ວແມ່ນຈະນຳໃຊ້ຂໍ້ມູນ  
ຄ່າສະເລ່ຍເປັນປີ ແຕ່ເນື່ອງຈາກຂໍ້ມູນທີ່ວັດໄດ້ໃນປັດຈຸບັນ  
ຍັງບໍ່ທັນຄົບຈຳນວນ 1 ປີ. ດັ່ງນັ້ນ ຈຶ່ງໄດ້ນຳໃຊ້ຂໍ້ມູນຄ່າ

ເປີເຊັນສູງສຸດຂອງລາຍເດືອນມາວິເຄາະຫາການຫຼຸດລົງຂອງ  
ສັນຍານດາວທຽມເນື່ອງຈາກຝົນ ໂດຍນຳໃຊ້ໂມເດວ ITU-  
R ດັ່ງທີ່ສະແດງໃນຮູບທີ 6 ແລະ ຮູບທີ 7

3.3 ຜົນການວິເຄາະການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມ  
ເນື່ອງຈາກຝົນໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band

ການປຽບທຽບການລົດທອນສັນຍານດາວທຽມ  
ເນື່ອງຈາກຝົນລະຫວ່າງໂມເດວ ITU-R ແລະ ຜົນການ  
ວິເຄາະຈາກການນຳໃຊ້ໂມເດວ ITU-R ໂດຍນຳເອົາຂໍ້ມູນ  
ປະລິມານນ້ຳຝົນທີ່ວັດໄດ້ມາວິເຄາະຫາການຫຼຸດລົງຂອງ  
ສັນຍານດາວທຽມໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ຄ່າປະລິ  
ມານນ້ຳຝົນທີ່ນຳມາວິເຄາະຫາຄ່າຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວ  
ທຽມ ສະແດງໃຫ້ເຫັນດັ່ງຕາຕະລາງທີ 1.

ຄ່າຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ຈາກການວິເຄາະໂດຍນຳໃຊ້ໂມເດວ  
ITU-R ເພື່ອຄາດຄະເນການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມ  
ເນື່ອງຈາກຝົນ, ເນື່ອງຈາກວ່າໃນການວິເຄາະບໍ່ໄດ້ໃຊ້ຂໍ້ມູນການ  
ຮັບສັນຍານຈົງມາວິເຄາະ ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງນຳໃຊ້ໂມເດວ ITU-R ເຊິ່ງ  
ໂມເດວນີ້ເປັນທີ່ຍອມຮັບໃນທົ່ວໂລກ. ສະນັ້ນສາມາດໃຊ້ແທນ  
ການວິເຄາະຂໍ້ມູນຈົງໄດ້. ຈາກຮູບທີ 8, 9 ແລະ ຮູບທີ 10  
ສະແດງຄ່າເປີເຊັນເວລາ 0.01% ອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງ  
ສັນຍານດາວທຽມໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ທີ່  
ມີ ກູ້ຄອນຫຼວງວຽງຈັນ ໃນວັນທີ 15 ເດືອນສິງຫາ ປີ 2023  
ແລະ ໃນວັນທີ 07 ເດືອນກັນຍາ ປີ 2023 ແມ່ນ 11.63 dB  
ແລະ 10.58 dB ຕາມລຳດັບ. ຮູບແບບໂມເດວ ITU-R ຢູ່ໃນ  
ພື້ນທີ່ P ແລະ N ເປັນເຂດຮ້ອນຊຸ່ມ ເຊິ່ງໃນເຂດຮ້ອນຊຸ່ມນີ້  
ປະກອບດ້ວຍປະເທດໄທ, ລາວ, ມາເລເຊຍ ເຊິ່ງປະເທດລາວ  
ນອນຢູ່ໃນເຂດພື້ນທີ່ໂຊນ N ຊຶ່ງປະລິມານນ້ຳຝົນສູງສຸດ 95  
mm/hr ເກີດການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມທີ 11 dB  
ແລະ ພື້ນທີ່ໂຊນ P ຊຶ່ງປະລິມານນ້ຳຝົນສູງສຸດ 145 mm/hr  
ເກີດການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມທີແມ່ນ 13.01 dB.

#### 4. ວິພາກຜົນ

ບົດວິໄຈໃນຫົວຂໍ້ສຶກສາປະລິມານນໍ້າຝົນ, ອຸນຫະພູມ ແລະ ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມ ເນື່ອງຈາກຝົນໃນ ຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ເມື່ອທຽບໃສ່ກັບການສຶກສາຂອງ (Silatal, 2022) ໄດ້ສຶກສາອັດຕາການຕົກຂອງຝົນ ແລະ ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມ ໂດຍນໍາໃຊ້ຂໍ້ມູນປີ 2020, ເຄື່ອງມືທີ່ໃຊ້ໃນການວັດປະລິມານນໍ້າຝົນ Tipping Bucket 0.5mm, ການວິເຄາະຂໍ້ມູນແມ່ນນໍາໃຊ້ໂມເດວ ITU-R.

ໃນການວັດແທກປະລິມານນໍ້າຝົນ ແລະ ການຫຼຸດລົງ ຂອງສັນຍານດາວທຽມໃນຄັ້ງນີ້ເຫັນວ່າປະລິມານນໍ້າຝົນຫຼຸດລົງ 7.29% ແລະ ສັນຍານດາວທຽມມີຄ່າໃກ້ຄຽງກັນ ເມື່ອທຽບກັບ (Silatal, 2022) ແຕ່ຕໍ່າຫຼາຍກວ່າທຽບກັບ (Phommavong, 2019) ເຫັນວ່າສັນຍານດາວທຽມມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນຢູ່ທີ່ 12.55dB ດັ່ງຕາຕະລາງທີ 2.

ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວັດແທກ ແລະ ບັນທຶກຄ່າ ປະລິມານນໍ້າຝົນ, ອຸນຫະພູມ ແລະ ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານ ດາວທຽມໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ເຫັນວ່າອັດຕາການ ຕົກຂອງຝົນມີປະລິມານສູງ, ອຸນຫະພູມເພີ່ມຂຶ້ນ ໃນສ່ວນ ຂອງການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມມີຄ່າການຫຼຸດລົງຂອງ ສັນຍານທີ່ໃກ້ຄຽງກັນ ເມື່ອທຽບໃສ່ໂມເດວ ITU-R ໃນ ບໍລິເວນພື້ນທີ່ N ແລະ P (Lakanchanh et al, 2006). ຂໍ້ຕິ ຢ່າງໜຶ່ງສໍາລັບບົດຄົ້ນຄວ້ານີ້ ແມ່ນຂໍ້ມູນປະລິມານນໍ້າຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມນີ້ ອາດຈະເປັນຂໍ້ມູນອ້າງອິງ ແລະ ເປັນ ປະໂຫຍດໃຫ້ແກ່ກົມອຸຕຸນິຍົມ ແລະ ອຸທິກກະສາດໄດ້.

## 5. ສະຫຼຸບ

ງານວິໄຈນີ້ໄດ້ທໍາການສຶກສາປະລິມານນໍ້າຝົນ, ອຸນຫະພູມ ແລະ ຜົນກະທົບຂອງການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານ ດາວທຽມ Ka-Band ເນື່ອງຈາກຝົນທີ່ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ ໃນ ປີ2023 ໂດຍໄດ້ທໍາການຕິດຕັ້ງເຄື່ອງວັດແທກທີ່ພາກວິຊາ ວິສະວະກໍາເອເລັກໂຕຣນິກ ແລະ ໂທລະຄົມມະນາຄົມ, ຄະ

ນະວິສະວະກໍາສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດ, ນໍາໃຊ້ ເຄື່ອງວັດປະລິມານນໍ້າຝົນຊະນິດ 0.1 mm/tip. ງານວິໄຈນີ້ ໄດ້ນໍາໃຊ້ແບບຈໍາລອງ ITU-R ເພື່ອພະຍາກອນການຫຼຸດລົງ ຂອງສັນຍານດາວທຽມ Ka-Band ເນື່ອງຈາກຝົນ.

ຈາກການວິໄຈຄ່າສະເລ່ຍການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວ ທຽມໃນປີ 2023 ມີຄ່າຕ່າງກັນຄື ມີຄ່າສະເລ່ຍຕ່າງກັນຢູ່ 0.63 dB ເມື່ອທຽບກັບພື້ນທີ່ບໍລິເວນໂຊນ N ແລະ ມີຄ່າ ສະເລ່ຍຕ່າງກັນຢູ່ 1.68dB ເມື່ອທຽບກັບພື້ນທີ່ບໍລິເວນໂຊນ P ຈາກການວິໄຈເຮັດໃຫ້ເຮົາຮູ້ເຖິງອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງ ສັນຍານດາວທຽມເນື່ອງຈາກຝົນ ທີ່ໄດ້ຈາກການຄາດຄະເນ ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມ. ງານວິໄຈໃນຄັ້ງນີ້ກໍຈະ ມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍ ແລະ ເປັນປະໂຫຍດໃນການອອກແບບ ລະບົບການຕິດຕໍ່ສື່ສານດາວທຽມໃນອານາຄົດພາຍໃນພື້ນທີ່ ໃກ້ກັບເສັ້ນສູນສູດທີ່ມີປະລິມານຝົນຕົກຫຼາຍໃນແຕ່ລະປີ ກໍ ຄືປະເທດລາວ.

## 6. ຂໍ້ຂັດແຍ້ງ

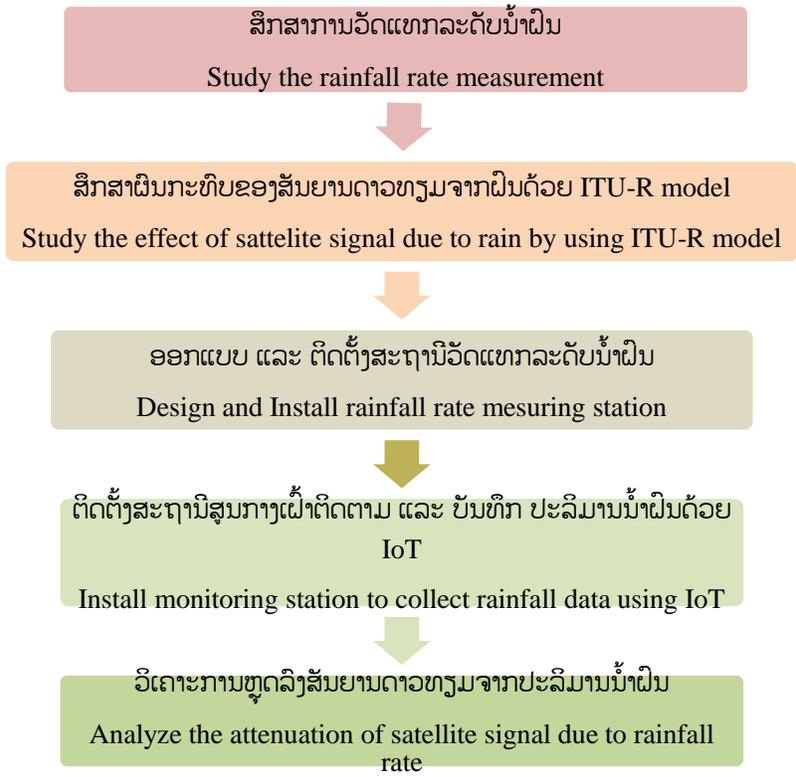
ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິຍານ ຕົນວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດ່ຽງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ້ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມ ຍິນດີທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

## 7. ເອກະສານອ້າງອິງ

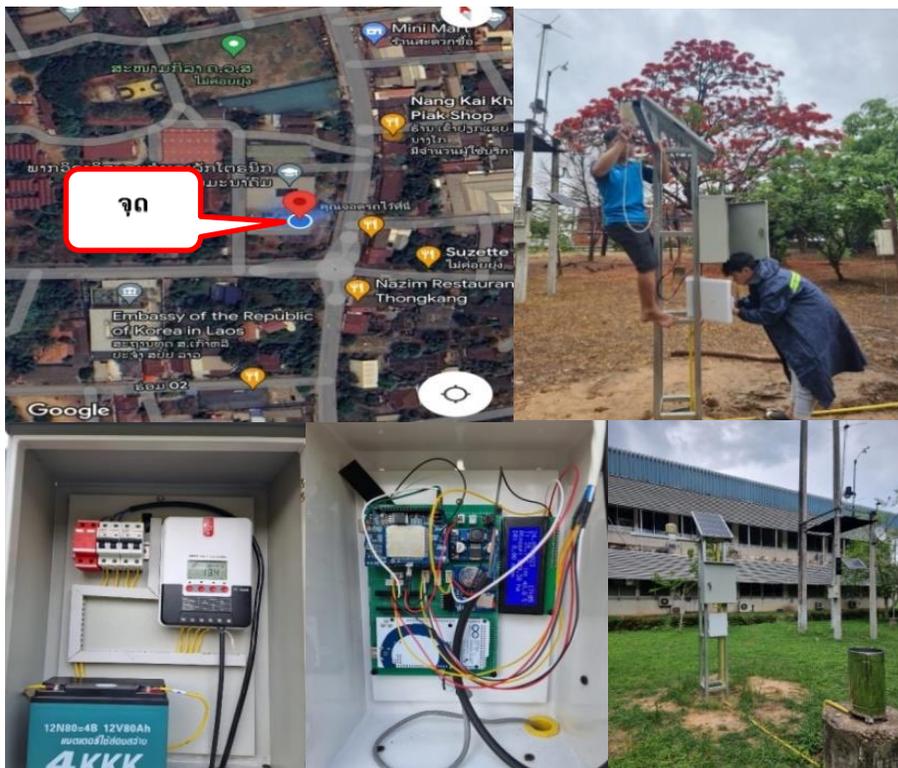
- Dissanayake, A. W., McCarthy, D. K., Allnut, J. E., Shepherd, R., & Arbesser-Rastburg, B. (1990). 11.6GHz rain attenuation Measurement at in Peru. *International Journal of Satellite Communications*, 8(3), 229-237. <https://doi.org/10.1002/sat.4600080315>.
- Dittaphong, X., khongsomboon, K. & Saengthippahany, T. (2022). *Microcontroller interfacing*. [Unpublished

- raw data]. Department of electronic and telecommunication Engineering.
- Fentahun, T. (2014). *Analysis of rainfall and temperature data to determine climate change in Dilla Zuria District, Southern Ethiopia*.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-rainfall-and-temperature-data-to-change->
- ITU-R . (2001). *Propagation data and prediction methods required for the design of Earth-space Telecommunication system*. ITU-R P.618-7.
- ITU-R . (2003). *Specific attenuation model for rain for use in prediction methods*. ITU-R P.838-2.
- Kalavaanan (2017). *Evaluation of Ka-band Rain Attenuation for satellite communication in Tropical Regions through a Measurement of Multiple Antenna Sizes*.
- Kumar, S., Deo, A., & Ramachandran, V. (2004). Rain-attenuation measurement at 11.6GHz in Fuji. *Electronic Letters*, 1429-1431.
- Lakanhanh, D., Datsong, A., & Moriya, Y. (2006). On the Rain attenuation of Ku-Band Satellite signal and Prediction Model at Bangkok, Thailand. *King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*.  
<https://www.researchgate.net/publication/238081489>.
- Parmanee, T. (2024). The station system measures the water level and amount of rain that can save the data and Online through Web Server. *Souphanouvong University Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 10( 3), 192–201
- Phanthavong B. & Chanthapanya S. (2023). *Study the design, installation tipping bucket rain gauge and thr rate of rain at Department of Electronic and Teleommunication Engineering*. Lao PDR: [Thesis]
- Phommavong V. (2019). *Study on Rainfall Rate and Rain Attenuation in Ka-Band Satellite Signal at Different Elevation Angle in Vientiane Lao PDR* [Thesis]
- Sapala, N., Cheng, Y., & Li, D. P. (2021). Analysis of Rainfall and Temperature Variations between 1956 and 2016 for Papua New Guinea. *Journsl of Geoscience and Environment Protection*, 09(06), 66-85.  
<https://doi.org/10.4236/gep.2021.96004>.
- Silalat V. (2022). *A Study on the Effect of DTV Satellite Signal due to Rain*. [Thesis]
- Zheng, Z & Fuan (2018) Influence of Rainfall on Band Characteristics of the Ka-Band. *ICMSE 2018. Volume: 164*. Advance in Engineering Research

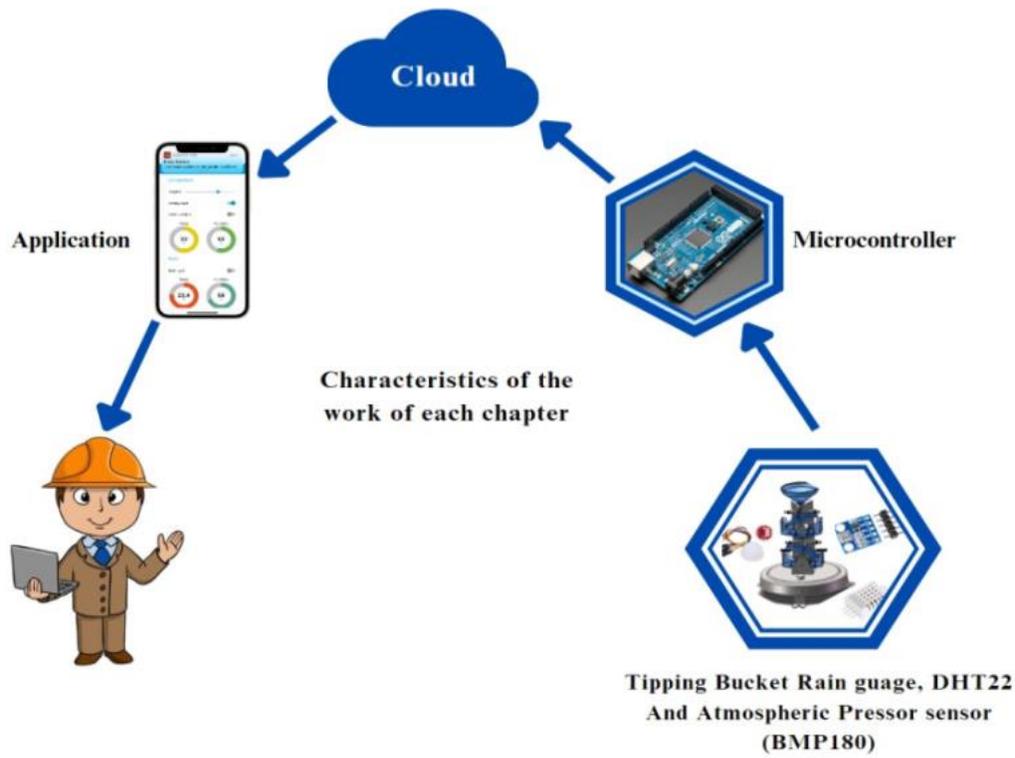
# ຮູບທີ 1 ແຜນພາບຂັ້ນຕອນການຄົ້ນຄວ້າໂດຍລວມ



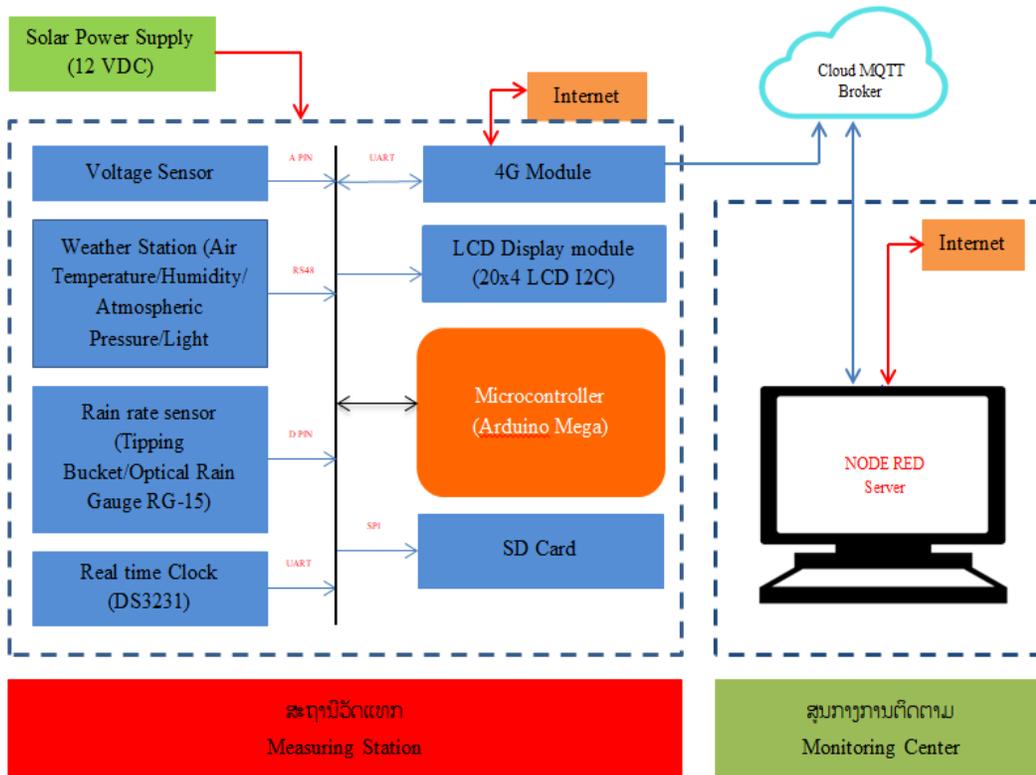
## ຮູບທີ 2 ສະຖານີວັດແທກລະດັບນ້ຳຝົນ



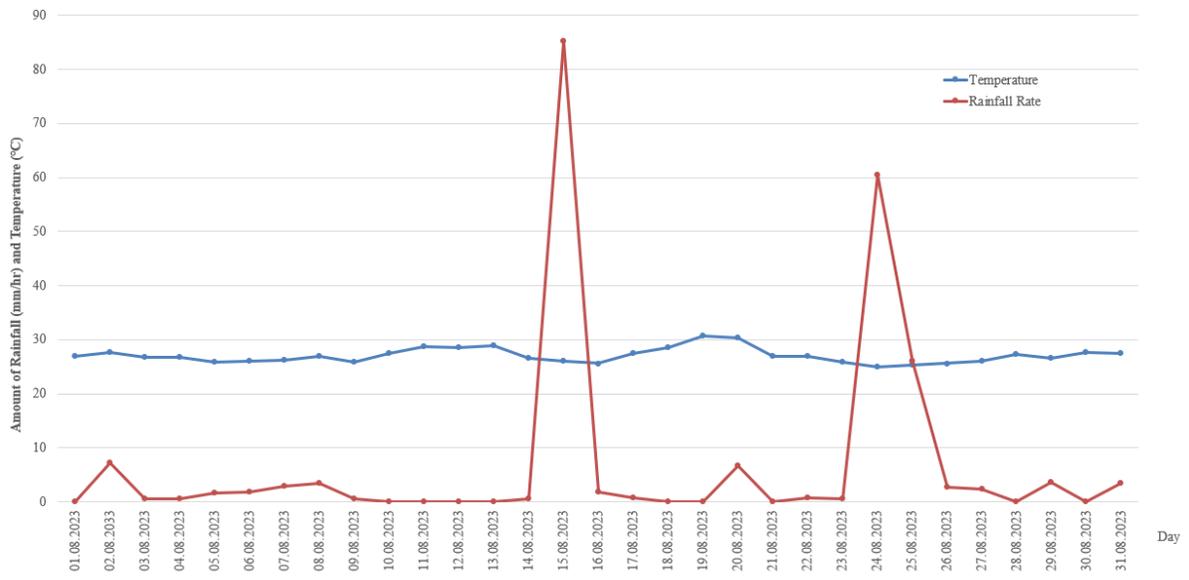
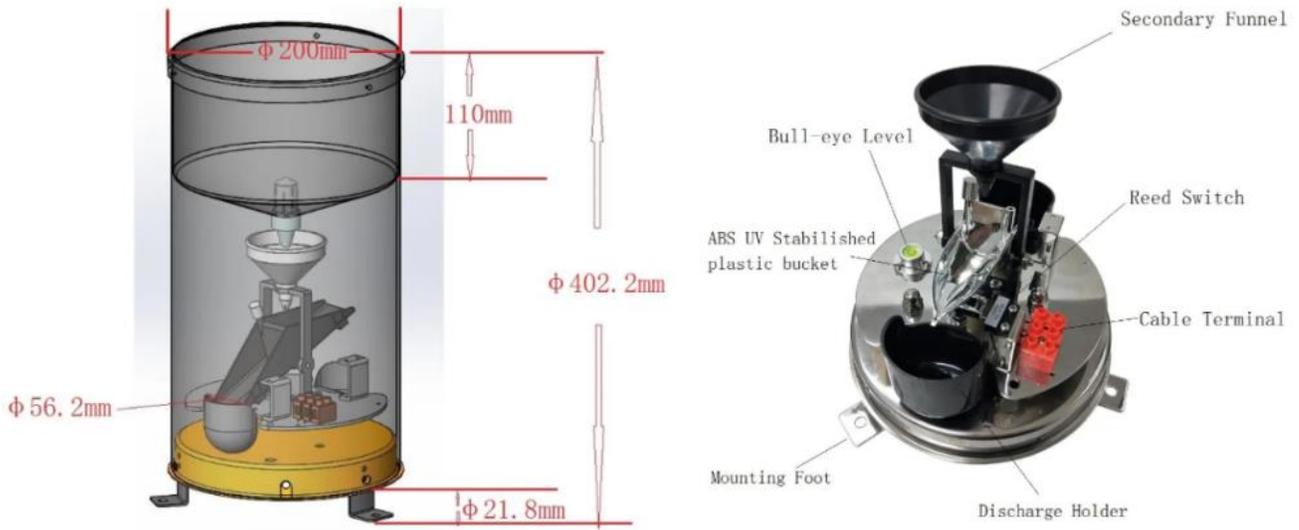
ຮູບທີ 3 ການຕິດຕາມຂອງລະບົບ



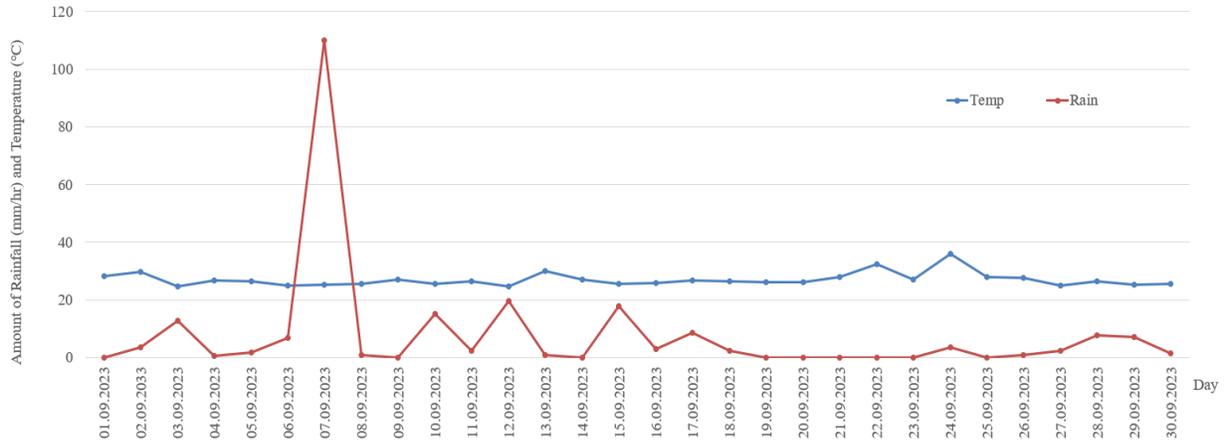
ຮູບທີ 4 ແຜນພາບຂັ້ນຕອນການເຮັດວຽກລວມຂອງລະບົບ



ຮູບທີ 5 Tipping bucket rain gauge



ຮູບທີ 6 ສະແດງປະລິມານນ້ຳຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມ ໃນເດືອນສິງຫາ ປີ 2023



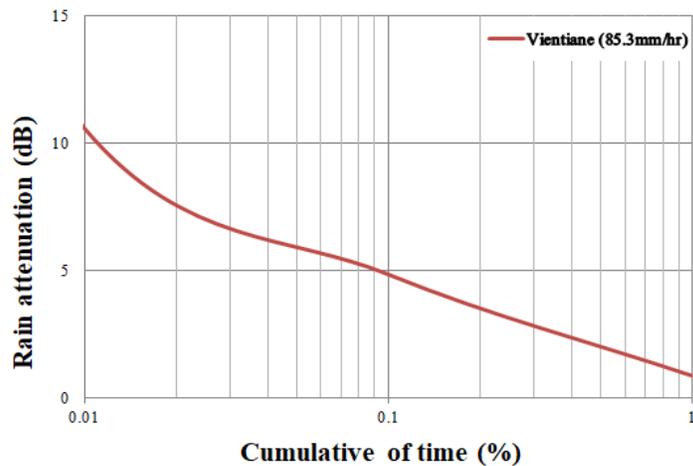
ຮູບທີ 7 ສະແດງປະລິມານນ້ຳຝົນ ແລະ ອຸນຫະພູມ ໃນເດືອນກັນຍາ ປີ 2023

ຕາຕະລາງທີ 1. ສະແດງຄ່າປະລິມານນ້ຳຝົນ

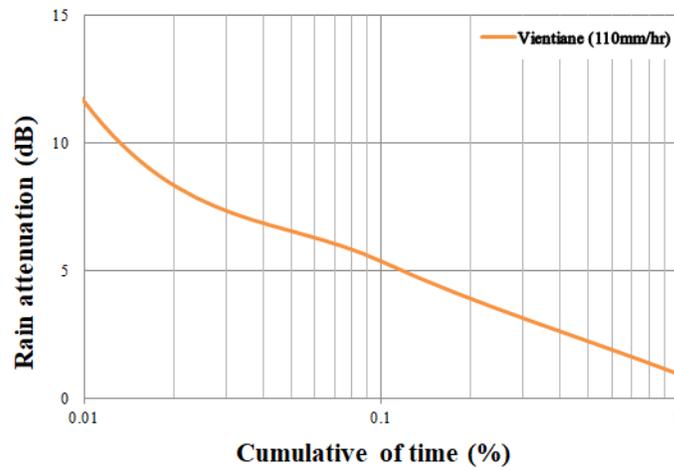
ລຳດັບ	ວັນທີ ເດືອນ ປີ	ປະລິມານນ້ຳຝົນ (mm/hr)
1	15/08/2023	85.3
2	07/09/2023	110

ຕາຕະລາງທີ 2. ສະແດງຄ່າເປີເຊັນ (%) ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽບເນື່ອງຈາກຝົນ ປີ 2020 ແລະ ປີ 2023

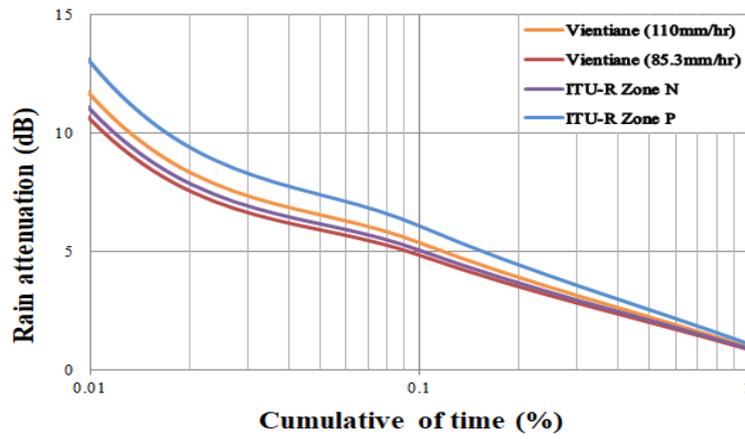
Percent time (%)	Vientiane 2017 (dB)	Vientiane 2020 (dB)	Vientiane 2023 (dB)
0.01	24.18	12	11.63
0.1	8.86	7	5.04
1	2.29	1	0.94



ຮູບທີ 8 ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມເນື່ອງຈາກຝົນໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band



ຮູບທີ 9 ການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມເນື່ອງຈາກຝົນໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band



ຮູບທີ 10 ການປຽບທຽບການຫຼຸດລົງຂອງສັນຍານດາວທຽມເນື່ອງຈາກຝົນໃນຍ່ານຄວາມຖີ່ Ka-Band ກັບ ໂມເດວ ITU-R