# ការតាមដានបរិមាណទឹក ដែលហូរតាមអាងទន្លេមេគង្គលើ នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌធម្មជាតិ (ដោយគ្មានការរំខាន)

# ការតាមដានបរិមាណទឹក ដែលហូរតាមអាងទន្លេមេគង្គលើ នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌធម្មជាតិ (ដោយគ្មានការរំខាន)

Alan Basist[1] និង Claude Williams[2]
*ថ្ងៃទី១០ ខែមេសា ឆ្នាំ២០២០*

*ចូរយោងឯកសារបោះពុម្ពផ្សាយនេះ ដូចតទៅ ៖*
*Basist, A. and Williams, C. (ឆ្នាំ២០២០); ការតាមដានបរិមាណទឹកដែលហូរតាមអាងទន្លេមេគង្គលើក្រោមលក្ខខណ្ឌធម្មជាតិ (គ្មានការរំខាន)*
*គម្រោងភាពជាដៃគូដើម្បីហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធប្រកបដោយនិរន្តរភាព, ទីក្រុងបាងកក*

***ទិន្នន័យផ្តល់ដោយ MRC ដោយផ្អែកតាមការស្នើសុំពីអ្នកនិពន្ធ***


1. *Eyes on Earth, Inc.*
2. *Global Environmental Satellite Applications, Inc.*


*របាយការណ៍នេះធ្វើឡើងក្រោមកិច្ចគាំទ្រមូលនិធិសប្បុរសធម៌ពីប្រជាជនអាមេរិក តាមរយៈក្រសួងការបរទេសសហរដ្ឋអាមេរិក ។ មាតិកានិងខ្លឹមសារនៃរបាយការណ៍នេះ គឺជាការទទួលខុសត្រូវរបស់អ្នកនិពន្ធ និងមិនឆ្លុះបញ្ចាំងមតិ ឬទស្សនៈរបស់អង្គការ Pact ឬ រដ្ឋាភិបាលសហរដ្ឋអាមេរិក និង MRC ឬ ប្រទេសជាសមាជិក ឡើយ។ MRC មិនបានពិនិត្យឡើងវិញទៅលើរបាយការណ៍នេះទេ ។*

SUSTAINABLE INFRASTRUCTURE PARTNERSHIP

**Sustainable Infrastructure Partnership (SIP)**
SIP គឺជាកម្មវិធីសម្របសម្រួលនិងកសាងសមត្ថភាពមួយ ដែលគ្រប់គ្រងដោយអង្គការ Pact ប្រចាំប្រទេសថៃ ដើម្បីដោះស្រាយភាពប្រឈមទាក់ទិននឹងធនធានទឹករួម នៅក្នុងតំបន់ទន្លេមេគង្គ ។ SIP គាំទ្រដល់ការបណ្តុះបណ្តាលនិងការកសាងសមត្ថភាពសម្រាប់ការគ្រប់គ្រងអន្តរកម្មនៅក្នុងប្រព័ន្ធទឹក ថាមពល និងស្បៀង និងជំរុញការចែករំលែកទិន្នន័យទឹក តាមរយៈគំនិតផ្តួចផ្តើមទិន្នន័យទឹកទន្លេមេគង្គ ។ SIP ធ្វើការនៅក្រោមឆត្រនៃគំនិតផ្តួចផ្តើមទន្លេមេគង្គក្រោម (Lower Mekong Initiative)។

**Lower Mekong Initiative (LMI)**

ចាប់ផ្តើមបង្កើតឡើងនៅឆ្នាំ២០០៩ LMI គឺជាភាពជាដៃពហុជាតិសាសន៍រវាងប្រទេសកម្ពុជា ឡាវ មីយ៉ាន់ម៉ា ថៃ វៀតណាម និងសហរដ្ឋអាមេរិក ។ LMI គឺជាវេទិកាមួយដើម្បីដោះស្រាយបញ្ហាអភិវឌ្ឍន៍ និងគោលនយោបាយស្មុគស្មាញនិងឆ្លងព្រំដែន នៅក្នុងមហាអនុតំបន់មេគង្គក្រោម ។ LMI ធ្វើការងារដោយសហការជាមួយក្រុមម្ចាស់ជំនួយ ដូចជា មិត្តទន្លេមេគង្គក្រោម (Friends of the Lower Mekong (FLM)) ក្នុងនោះរួមមាន ប្រទេសអូស្ត្រាលី ជប៉ុន សាធារណរដ្ឋកូរ៉េ ញូវហ្ស៊ីលែន សហភាពអឺរ៉ុប ធនាគារអភិវឌ្ឍន៍អាស៊ី (ADB) និងធនាគារពិភពលោក (WB) ។

*សម្រាប់ព័ត៌មានបន្ថែម សូមអញ្ជើញចូលមើលទំព័រហ្វេសប៊ុក SIP និងគេហទំព័រ LMI*

SIP Facebook page

www.lowermekong.org

## សេចក្ដីសង្ខេបខ្លឹមសាររួម

ការសិក្សានេះបានបង្កើតនូវគំរូសាមញ្ញនិងអាចជឿជាក់បានមួយ ដែលព្យាករលំហូរតាមធម្មជាតិរបស់ទន្លេមេគង្គលើ បន្ទាប់មក ប្រើប្រាស់ការព្យាករនេះដើម្បីកំណត់អំពីលក្ខណៈដែលទំនប់នានាដែលសាងសង់នៅក្នុងអាងទន្លេមេគង្គលើ ធ្វើឲ្យប្រែប្រួលដល់លំហូរតាមធម្មជាតិរបស់ទន្លេ ។ គ្រឹះនៃការសិក្សានេះ គឺផ្អែកលើទិន្នន័យផ្កាយរណប ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩២ ដល់ឆ្នាំ ២០១៩ និងទិន្នន័យវាស់កម្ពស់ទឹកប្រចាំថ្ងៃ ពីទន្លេឈៀងសែន នៅក្នុងប្រទេសថៃ ។ អង្គការ Eyes on Earth Inc. និងអង្គការ Global Environmental Satellite Observations Inc. បានបង្កើតកម្មវិធីកុំព្យូទ័រដែលមានកម្មសិទ្ធិបញ្ញាមួយដែលផ្អែកលើ algorithm ដែលបកប្រែការអង្កេតតាមរលក microwave ដែលវាស់វែងដោយឧបករណ៍ពិសេស Special Sensor Microwave Imager/Sounder (SSMI/S) ទៅជាសន្ទស្សន៍ភាពសើមនៃផ្ទៃលើរបស់ដី ។ ដោយប្រើប្រាស់គំរូនេះដើម្បីព្យាករលំហរតាមធម្មជាតិ យើងបានគណនាបរិមាណទឹកដែលនឹងហូរតាមធម្មជាតិ ធៀបនឹងរង្វាស់កម្ពស់ទឹកនៅឯស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹក នៅទន្លេឈៀងសែន ។ ភាពខុសគ្នាត្រូវបានសង្ខេបសម្រាប់រយៈពេលខុសៗគ្នានៃកំណត់ត្រា២៨ឆ្នាំ ដើម្បីកំណត់បរិមាណទឹកដែលត្រូវបានបង្ខាំងទុកនៅក្នុងអាងស្តុក ឬទាញយកចេញពីអាងទន្លេដែលនៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេឈៀងសែន ដោយមធ្យោបាយផ្សេងៗ ។

បច្ចុប្បន្ន កម្ពស់ទឹកទន្លេ ១២៦,៤៤ម៉ែត្រកំពុងបាត់បង់ហើយនៅឯស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹកនៅលើទន្លេឈៀងសែន ពោលគឺបាត់ចេញពីកំណត់ត្រារយៈពេល ២៨ឆ្នាំហើយ ។ ក្រុមហ៊ុន Huaneng Hydrolancang ដែលជាសហគ្រាសគ្រប់គ្រងដោយរដ្ឋចិន បានសាងសង់ទំនប់មួយខ្សែ នៅលើដងទន្លេមេគង្គ ក្នុងអំឡុងពេលកត់ត្រា ២៨ឆ្នាំនេះ ។ ជាទូទៅ មានការឆ្លើយតបល្អរវាងរង្វាស់នៅស្ថានីយ និងទិន្នន័យប៉ាន់ស្មានដែលបានពីផ្កាយរណប នៅក្នុងអំឡុងបណ្ដាឆ្នាំដំបូងៗ ដោយមានការខ្វះកម្ពស់ទឹកទន្លេខ្លះនៅក្នុងអំឡុងពេលនៃការបំពេញអាងស្តុករបស់ទំនប់ Manwan និងទំនប់ Dachaoshan ។ ទំនាក់ទំនងរវាងកម្ពស់ទឹកនៅស្ថានីយ និងលំហូរតាមធម្មជាតិ បានចាប់ផ្ដើមអាក្រក់ឡើងៗ នៅក្រោយឆ្នាំ២០១២ នៅពេលដែលទំនប់និងអាងធំៗមួយចំនួនត្រូវបានសាងសង់ ដែលបានរឹតត្បិតខ្លាំងទៅលើបរិមាណនិងពេលវេលានៃការបញ្ចេញទឹកនៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេ ។ រដ្ឋាភិបាលចិនបានសន្យាប្រើប្រាស់ទំនប់ទាំងនេះ ដើម្បីគ្រប់គ្រងលំហូរទៅកាន់ទន្លេផ្នែកខាងក្រោម ដើម្បីឲ្យល្បាយនៃរយៈពេលដែលទឹកហូរច្រើននិងតិចមានភាពស្មើគ្នា ។ ការធ្វើបែបនេះ ក៏បំពេញទៅតាមតម្រូវការរបស់ខ្លួនក្នុងការចែកចាយការផលិតថាមពលក្នុងអំឡុងវដ្តប្រចាំឆ្នាំ ដើម្បីគេអាចប្រើប្រាស់ម៉ាស៊ីនភ្លើងប្រកបដោយសមធម៌ពេញមួយឆ្នាំៗ ។ ផលវិបាកនៃការគ្រប់គ្រងលំហូរទឹក គឺថា ទឹកដែលជាធម្មតាហូរចាក់ចុះទៅក្រោមក្នុងអំឡុងពេលរដូវវស្សា បែរជាត្រូវគេបញ្ចេញនៅក្នុងអំឡុងពេលនៃរដូវប្រាំងទៅវិញ ។

បញ្ហានេះអាចមើលឃើញកាន់តែច្បាស់ថែមទៀត នៅក្នុងវដ្តប្រចាំឆ្នាំនៃភាពខុសគ្នានៃលទ្ធផល ដែលអវិជ្ជមាននៅរដូវវស្សា និងវិជ្ជមាននៅរដូវប្រាំង ។ នៅពេលដែលទំនប់ដ៏ធំជាងគេបំផុត គឺទំនប់ Nuozhadu និងអាងស្តុកទឹករបស់ទំនប់នេះ ត្រូវបានសាងសង់រួចជាស្ថាពរ កង្វះទឹកនៅក្នុងអំឡុងរដូវវស្សាបានកើតឡើង បន្ទាប់ពីម៉ាស៊ីនវារីអគ្គិសនីធំៗបំផុតបានចាប់ផ្ដើមដំណើរការ ។

ទំនប់ទាំងនេះពង្រីកសមត្ថភាពស្ថាប័នរបស់ខ្លួនយ៉ាងច្រើន ដើម្បីគ្រប់គ្រងលំហូរទឹកទន្លេ ដោយបង្កជាផលប៉ះពាល់ទៅលើទន្លេផ្នែកខាងក្រោម ដែលចាំបាច់ត្រូវដោះស្រាយតាមរយៈដំណោះស្រាយគ្រប់ជ្រុងជ្រោយ ។ ទំនប់ទាំង ៦ ដែលបានកសាងឡើងចាប់តាំងពីការដាក់ឲ្យដំណើរការនូវទំនប់ Nuozhadu កាលពីឆ្នាំ២០១២មក រឹតតែធ្វើឲ្យប្រែប្រួលដល់លំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ ខណៈដែលអាងស្តុកបានទាញយកទឹកទុក និងបញ្ចេញទឹកមកវិញ ។ ផលវិបាកធ្ងន់ធ្ងរបំផុតមួយបានកើតឡើងនៅក្នុងឆ្នាំ២០១៩ នៅពេលដែលទន្លេមេគង្គក្រោមមានកម្ពស់ទឹកទាបបំផុតដែលមិនធ្លាប់ជួបពីមុនមក ស្ទើរតែពេញមួយឆ្នាំ ។ ដោយប្រើប្រាស់សន្ទស្សន៍ភាពសើម (wetness index) ដើម្បីព្យាករលំហូរតាមធម្មជាតិរបស់ទន្លេ គេឃើញមានភស្តុតាងបង្ហាញច្បាស់ថា មានលំហូរទឹកតាមធម្មជាតិកម្រិតលើមធ្យម ដែលមានប្រភពចេញមកពីទន្លេមេគង្គលើ ។ លទ្ធផលទិន្នន័យបង្ហាញអំពីលំហូរលើសនៅក្នុងអំឡុងរដូវប្រាំង ដែលគេសន្និដ្ឋានថា ដើម្បីគាំទ្រដល់ការផលិតថាមពលអគ្គិសនី នៅដើមឆ្នាំ២០១៩ ខណៈដែលលំហូរក្នុងអំឡុងរដូវវស្សាត្រូវបានរឹតត្បិតយ៉ាងខ្លាំង នៅចំពេលដែលទន្លេមេគង្គផ្នែកខាងក្រោមបានទទួលទឹកភ្លៀងកម្រិតទាបបំផុតមិនធ្លាប់មានពីមុនមក ។ កង្វះទឹកធ្ងន់ធ្ងរនៅក្នុងអាងទន្លេមេគង្គក្រោមក្នុងអំឡុងរដូវវស្សានៃឆ្នាំ២០១៩ គឺបណ្ដាលមកពីការរឹតត្បិតទឹកដែលហូរចេញពីទន្លេមេគង្គលើ ក្នុងអំឡុងពេលនោះ ។ កិច្ចសហប្រតិបត្តិការរវាងចិននិងបណ្ដាប្រទេសទន្លេមេគង្គក្រោមដើម្បីជំរុញវដ្តលំហូរធម្មជាតិនៃទន្លេមេគង្គ អាចនឹងបានធ្វើឲ្យប្រសើរឡើងនូវស្ថានភាពលំហូរទឹកតិច ដែលទន្លេផ្នែកខាងក្រោមបានជួបប្រទះនៅចន្លោះពីខែឧសភា និងខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០១៩ ។ ប្រសិនបើសន្ទស្សន៍ភាពសើមត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជាមគ្គុទ្ទេសក៍ដើម្បីជំរុញលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ នោះសហគមន៍ទាំងអស់ដែលរស់នៅតាមអាងទន្លេមេគង្គអាចទទួលបានផលប្រយោជន៍ពីការរក្សាបូរណភាពនៃទន្លេមេគង្គ ។

***

## បញ្ជីមាតិកា


សេចក្តីសង្ខេបខ្លឹមសាររួម .......... 1

**I.** សេចក្តីផ្តើម .......... 7

**II.** វិធីសាស្ត្រ .......... 7

**III.** ការបង្កើតគំរូលំហូរទឹក .......... 11

**IV.** ការរកឃើញរបស់ការសិក្សា .......... 12

ឯកសារយោង .......... 18

## I. សេចក្តីផ្តើម

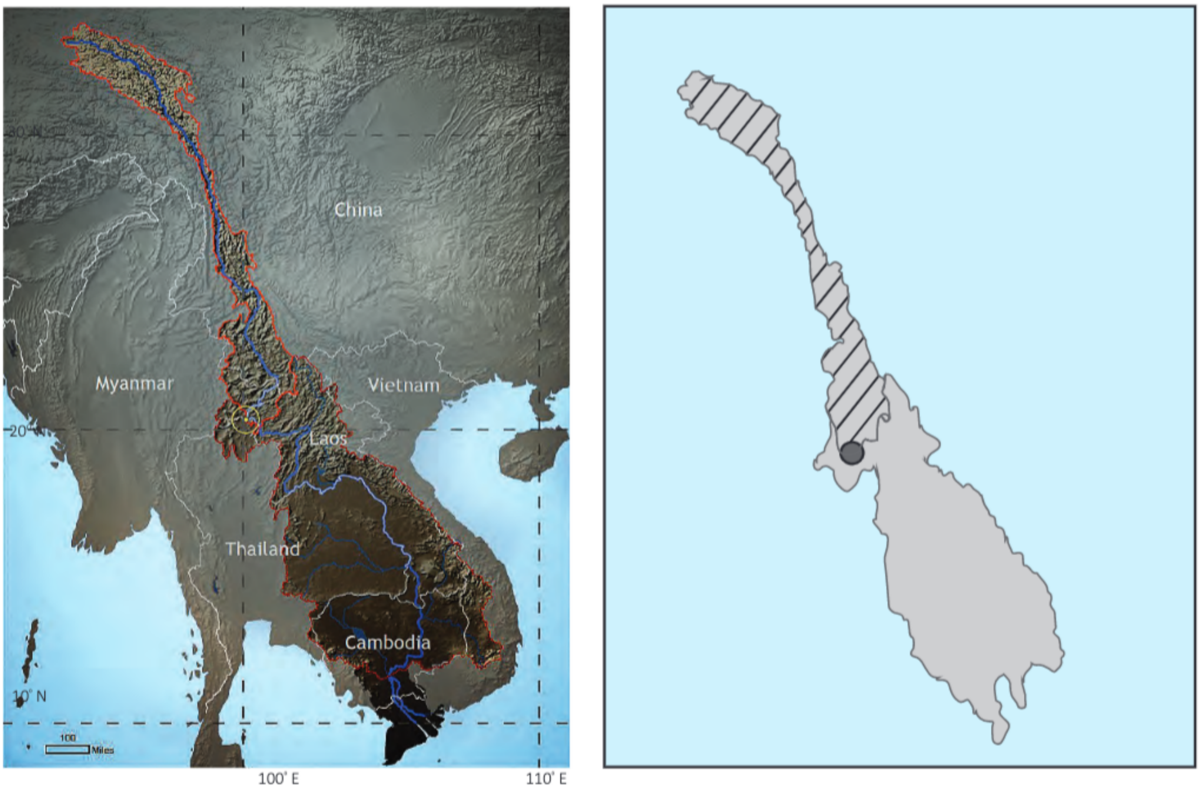
ការសិក្សានេះតាមដានកម្ពស់ទឹកនៅទន្លេមេគង្គលើ និងពិនិត្យទៅលើរបៀបដែលទំនប់នៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេធ្វើឲ្យប្រែប្រួលដល់លំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ ។ គោលដៅនៃការស្រាវជ្រាវនេះ គឺដើម្បីបង្កើតនូវគំរូមួយដ៏សាមញ្ញនិងអាចជឿជាក់បាន ដែលព្យាករអំពីលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេមេគង្គលើ បន្ទាប់មក ប្រើប្រាស់ព្យាករណ៍នេះដើម្បីកំណត់អំពីលក្ខណៈដែលទំនប់ទាំងឡាយដែលសាងសង់នៅតាមដងទន្លេមេគង្គលើ កំពុងធ្វើឲ្យប្រែប្រួលដល់លំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ ។ អត្ថបទជាច្រើនបានពិភាក្សាអំពីផលប៉ះពាល់នៃទំនប់ដែលចិនបានសាងសង់ និងអំពីលក្ខណៈដែលទំនប់ទាំងនេះកំពុងធ្វើឲ្យប្រែប្រួលដល់ប្រព័ន្ធអេកូឡូស៊ី និងធនធាននៅក្នុងអាងទន្លេមេគង្គក្រោម (Lu et al. ឆ្នាំ២០០៦, Baran និង Myschowoda ឆ្នាំ២០០៩, Plinston និង He Daming ឆ្នាំ២០០០)។ ការសិក្សានឹងធ្វើការវាស់បរិមាណនៃទឹកដែលហូរចេញពីខ្ពង់រាបទីបេ ចាក់មកកាន់ស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹកនៅទន្លេឈៀងសែន ប្រទេសថៃ ។

មានវិធីជាច្រើនសម្រាប់ការតាមដានលំហូរទឹកទន្លេ ។ វិធីជាច្រើនគឺផ្អែកលើការកំណត់ប៉ារ៉ាម៉ែត្រនៃកត្តារូបវ័ន្តដែលជះឥទ្ធិពលទៅលើបរិមាណទឹកដែលសន្សំបាននៅក្នុងអាង (Smakhtin ឆ្នាំ២០០១, Kollet និង Maxwell ឆ្នាំ ២០០៦, Kurtz et al. ឆ្នាំ២០១៦) ។ វិធីផ្សេងទៀត គឺទាញយកពីការអង្កេតតាមផ្កាយរណប ។ គំរូស្ថិតិត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីបកស្រាយសញ្ញាថតពីចម្ងាយ ទៅជាគំរូស្ថិតិនៃលំហូរទឹក (Blankenspoor et al. ឆ្នាំ២០១២, Meier et al. ឆ្នាំ២០១១, Scipal et al. ឆ្នាំ២០០៥) ។

មូលដ្ឋាននៃការសិក្សានេះគឺផ្អែកលើទិន្នន័យផ្កាយរណបពីឆ្នាំ១៩៩២ ដល់ឆ្នាំ២០១៩ និងទិន្នន័យវាស់កម្ពស់ទឹកប្រចាំថ្ងៃ នៅទន្លេឈៀងសែន ។ គំរូថយក្រោយនឹងកំណត់អំពីទំនាក់ទំនងរវាងកម្រងទិន្នន័យទាំងពីរនេះ ។ នៅពេលគេបង្កើតបានគំរូមួយដែលអាចជឿជាក់បានហើយ គេអាចប្រើវាដើម្បីព្យាករលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ ក្នុងរយៈពេលកំណត់ត្រា ២៨ឆ្នាំចុងក្រោយ ។ ភាពខុសគ្នារវាងលំហូរធម្មជាតិ និងលំហូរដែលបានវាស់ ដែលហូរចូលប្រទេសថៃ កំណត់អំពីរបៀបដែលទំនប់នានាកំពុងធ្វើឲ្យប្រែប្រួលដល់បរិមាណទឹកដែលហូរពីអាងទន្លេមេគង្គផ្នែកខាងលើ ចុះមកពីផ្នែកខាងក្រោម ។

## II. វិធីសាស្ត្រ

ទិន្នន័យកម្ពស់ទឹកទន្លេប្រចាំថ្ងៃដែលវាស់នៅលើទន្លេ ឈៀងសែន ត្រូវបានគណនាទៅជាតម្លៃមធ្យមភាគប្រចាំខែ ចាប់ពីខែមករា ឆ្នាំ១៩៩២ រហូតដល់ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០១៩ ។ ទិន្នន័យនេះត្រូវបានចងក្រងដោយគណៈកម្មការទន្លេមេគង្គ និងផ្តល់ដល់ Eyes on Earth Inc. ។ ព្រំប្រទល់ផ្នែកខាងលើទឹករបស់ទន្លេ ឈៀងសែន រួមបញ្ចូលទាំងប្រវែងទន្លេទាំងមូលនៅក្នុងទឹកដីរបស់ចិន ដែលចាប់ផ្តើមពីខ្ពង់រាបទីបេ ។ ទន្លេផ្នែកនេះ រួមបញ្ចូលទាំងតំបន់តូចមួយនៅក្នុងទឹកដីប្រទេសមីយ៉ាន់ម៉ា និងប្រទេសឡាវ (ដែលនៅទីនោះ ពុំមានដៃទន្លេធំៗបន្ថែមទៅលើលំហូរឡើយ) នៅមុនពេលតភ្ជាប់មកដល់ព្រំដែនថៃនៅឯទន្លេឈៀងសែន ជាកន្លែងដែលមានស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹក (រូបទី១) ។ ទិន្នន័យកម្ពស់ទឹកទន្លេក្នុងអំឡុងរយៈពេលនានានៃលំហូរតាមធម្មជាតិ ដើរតួជាក្រិតខ្នាតរបស់គំរូ។ តម្លៃទិន្នន័យនៃភាពសើម ត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីព្យាករអំពីលំហូរធម្មជាតិនៅក្នុងអាងទន្លេមេគង្គលើ ។




*រូបទី១ ៖ ផែនទីខាងឆ្វេងដៃ បង្ហាញពីផ្នែកនៃអាងទន្លេមេគង្គ ដែលរួមចំណែកដល់លំហូរទឹកដែលទទួលបាន នៅស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹកនៅទន្លេ ឈៀងសែន នៅចំណុចប្រសព្វគ្នារវាងព្រំដែនមីយ៉ាន់ម៉ា, ឡាវ និង ថៃ ។ គំនូសរង្វង់ គឺជាទីតាំងនៃស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹកទន្លេ ។ ផែនទីនៅខាងស្តាំដៃ បង្ហាញពីអាងទន្លេមេគង្គទាំងមូល នៅក្នុងតំបន់អាស៊ីអាគ្នេយ៍ ។*

ដើម្បីកំណត់ក្រិតខ្នាតនៃទំនាក់ទំនងរវាងការអង្កេតតាមផ្កាយរណប និងរង្វាស់នៅស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹក ទិន្នន័យផ្កាយរណបគឺផ្អែកតាមការអង្កេតរលកសញ្ញា microwave ដែលមានលក្ខណៈអកម្ម ។ ទិន្នន័យទាំងនេះវាស់វែងដោយឧបករណ៍ Special Sensor Microwave Imager/Sounder (SSMI/S) ។ ទិន្នន័យ SSMI/S ត្រូវបានអង្កេតមើលពីរដងក្នុងមួយថ្ងៃ ពីផ្កាយរណបនៅលើគន្លងប៉ូល ដែលបង្ហោះដោយកម្មវិធីផ្កាយរណបឧតុនិយមការពារជាតិ (DMSP) ។ ផ្កាយរណបទាំងនេះធ្វើដំណើរទៅមកពីប៉ូលខាងជើងទៅប៉ូលខាងត្បូង ១៤ដង ក្នុងមួយថ្ងៃ ឧ. ផ្កាយរណបទាំងនេះធ្វើដំណើរវិលជុំវិញពិភពលោកបាន ១៤ដងក្នុងមួយថ្ងៃ (Neale et al. ឆ្នាំ១៩៩០) ។ ផ្កាយរណបទាំងនេះ រៀបចំរចនាឡើងមានលក្ខណៈដំណាលគ្នាជាមួយនឹងព្រះអាទិត្យ ដោយឆ្លងកាត់ខ្សែអេក្វាទ័រ នៅប្រហែលម៉ោង ៦ព្រឹក និងម៉ោង ៦ល្ងាច នៅក្នុងដំណើរវិលជុំវិញភពផែនដីមួយលើកៗ ។ SSMI/S បញ្ជូនរលកសញ្ញា microwave ពីផ្ទៃផែនដីតាមប្រេកង់ចំនួន ៤ នៅក្នុងវិសាលគមពន្លឺ ហើយប្រេកង់ ៣ ក្នុងចំណោមប្រេកង់ទាំង ៤ នេះ ត្រូវបានវាស់នៅត្រង់ចំណុចប៉ូលទាំងពីរ (បញ្ឈរនិងផ្តេក) ។ ថាមពលដែលប្រព័ន្ធ sensors ទាំងនេះចាប់បាន មានលក្ខណៈអកម្ម ដែលមានន័យថា វាគ្រាន់តែភាយចេញតាមធម្មជាតិពីផ្ទៃខាងលើនៃផែនដី ។ ជាទូទៅ ពពកមានភាពថ្លានៅកម្រិតប្រេកង់ដែលអង្កេតដោយឧបករណ៍ SSMI/S ដែលផ្តល់លទ្ធភាពដល់ការវាស់វែងស្ថានភាពផ្ទៃខាងលើ (ភាពសើម, កម្រាបព្រិល និងសីតុណ្ហភាព) នៅក្រោមស្ទើរតែគ្រប់ស្ថានភាពមេឃ (Basist et al. ឆ្នាំ១៩៩៨) ។ Eyes on Earth Inc. និង Global Environmental Satellite Observations Inc. បានបង្កើតនូវកម្មវិធី software មួយដែលមានកម្មសិទ្ធិបញ្ញា ដែលផ្អែកលើ algorithm ដែលបកប្រែការអង្កេតរលកសញ្ញា microwave ទៅជាកម្រិតភាពសើមនៃផ្ទៃដីខាងលើ ។ រូបមន្តដែលបង្ហាញខាងក្រោមនេះ បង្ហាញពីរបៀបដែលទំនាក់ទំនងនេះត្រូវបានបង្កើតឡើង ។ សន្ទស្សន៍ភាពសើមនៃផ្ទៃខាងលើ មានចាប់ពីលេខ សូន្យ ដែលតំណាងឲ្យការគ្មានទឹកសោះដែលរកឃើញនៅក្បែរផ្ទៃលើនៃដី ដល់ភាគរយនៃផ្ទៃលើនៃដីដែលជាទឹក ។ ដូច្នេះ លំដាប់លេខ គឺពី 0,0 ដល់ ១00,0 ដែល ១០០ មានន័យថា ផ្ទៃលើនៃផែនដីគឺជាទឹក (Basist et al. ឆ្នាំ២០០១) ។ សន្ទស្សន៍នេះបង្កើតចេញពីទំនាក់ទំនងផ្តេករវាងរង្វាស់កាណាល់ (សមីការទី១) ដោយរង្វាស់កាណាល់ គឺជាតម្លៃទិន្នន័យដែលអង្កេតនៅកម្រិតប្រេកង់ជាក់លាក់មួយ និងនៅចំណុចប៉ូល (ឧ. SSMI/S សង្កេតឃើញ ៧កាណាល់) ។

**សមីការ ទី១**

## EQUATION 1

$$BWI = \Delta\varepsilon \cdot T_s = \beta_0[T_b(v_2) - T_b(v_1)] + \beta_1[T_b(v_3) - T_b(v_2)]$$

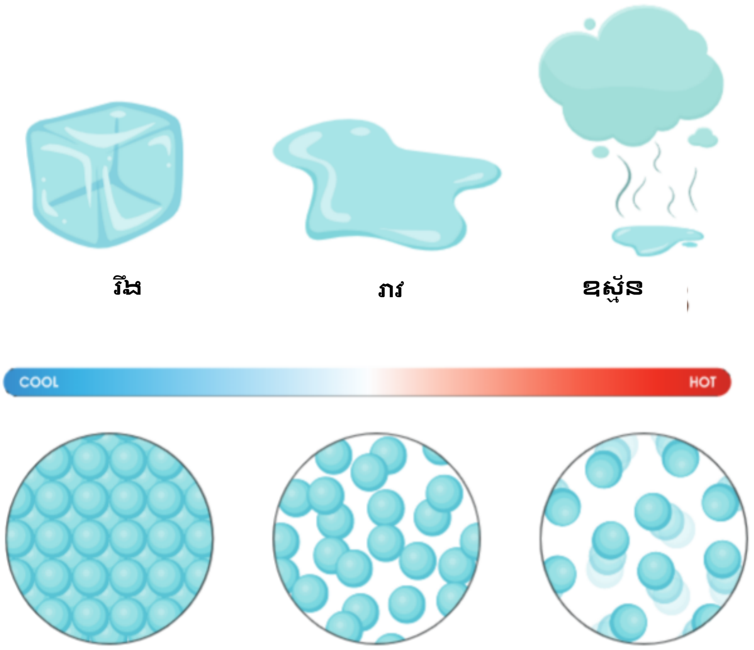
ការប្រែប្រួលនៃអត្រាបំភាយកម្ដៅ តាងដោយ Δε ត្រូវបានកំណត់ចេញពីរង្វាស់ SSMI/S ជាសាកល; Ts គឺជាសីតុណ្ហភាពផ្ទៃលើនៃដីសើម ឬស្ងួត; Tb គឺជាសីតុណ្ហភាពពន្លឺផ្កាយរណប នៅកម្រិតប្រេកង់ជាក់លាក់ (GHz), un (n = 1, 2, 3) គឺជាប្រេកង់មួយដែលសង្កេតដោយឧបករណ៍ SSMI/S ហើយ β0 និង β1 គឺជាមេគុណប៉ាន់ស្មាន ដែលភ្ជាប់ទំនាក់ទំនងនៃរង្វាស់កាណាល់នានា ទៅនឹងសីតុណ្ហភាពផ្ទៃលើដែលបានសង្កេត នៅពេលដែលផ្កាយរណបហោះពីលើ ។ ភាពសើមកាន់តែខ្លាំង ភាពខុសគ្នាក៏មានកាន់តែខ្ពស់រវាងសីតុណ្ហភាពផ្ទៃលើដែលបានសង្កេត និងរង្វាស់កាណាល់ដែលបានសង្កេត (Williams et al. ឆ្នាំ២០០០) ។

សរុបមកវិញ សន្ទស្សន៍ភាពសើមត្រូវបានវាស់កម្រិតទៅលើការកាត់បន្ថយសកម្មភាពភាយចេញកម្ដៅនៅលើវិសាលគម microwave ដោយសារឥទ្ធិពលនៃទឹកនៅលើផ្ទៃដីដែលបំភាយចេញមក ។ ដូច្នេះ ផលិតផលចុងក្រោយ គឺការកាត់បន្ថយសកម្មភាពបំភាយកម្ដៅនៅប្រេកង់ 19 GHz ដែលជាប់ទាក់ទងនឹងទឹកនៅក្នុងការសង្កេតរលកសញ្ញា microwave ។ ផលិតផលទាំងនេះ ត្រូវបានប្រើប្រាស់តាំងពីឆ្នាំ១៩៩៨ មកម្ល៉េះ ដោយទីភ្នាក់ងាររដ្ឋាភិបាលនានា នៅក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិក និងកាណាដា ធនាគារពិភពលោក និងអង្គការក្រៅរដ្ឋាភិបាលនានា ដែលគាំទ្រ"កសិកម្មដែលសម្របខ្លួនបានល្អទៅតាមអាកាសធាតុ" (Lipper et al. ឆ្នាំ២០១២) ព្រមទាំងប្រើប្រាស់ដោយវិស័យធានារ៉ាប់រង និងវិស័យពាណិជ្ជកម្មដទៃទៀត ផងដែរ ។

សន្ទស្សន៍ភាពសើម (wetness index) មានលក្ខណៈពិសេសដោយសារតែវាសង្កេតតែទៅលើទឹកដែលស្ថិតក្នុងសភាពរាវប៉ុណ្ណោះ (Williams et al. ឆ្នាំ២០០០) ។ ឬគេអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតបានថា ទឹកដែលស្ថិតក្នុងសភាវៈជាចំហាយគឺមានភាពថ្លា និងមិនចាត់ទុកថាសើមទេ ។ ការសង្កេតដោយ microwave គឺមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការដឹងអំពីវត្ថុមានទឹកជាវត្ថុរាវ ដែលនៅក្បែរផ្ទៃលើនៃដី (Basist et al. ឆ្នាំ១៩៩៨) ។ វាជាសញ្ញាមួយដ៏ខ្លាំងបំផុតនៅកម្រិតប្រេកង់ដែលចាប់សញ្ញាបានដោយឧបករណ៍ SSMI/S ។ នៅក្នុងវិសាលគម microwave ចំហាយទឹកមានភាពថ្លានៅពីលើដី និងមិនកត់ត្រាថាជាសើមឡើយ ។ ព្រិលដែលមានសភាពជាក្រាម និងទឹកកក មានសញ្ញា microwave ខុសប្លែកជាពិសេស (Hollinger et al. ឆ្នាំ១៩៨៧) ។ សញ្ញាទាំងនេះត្រូវបានប្រើប្រាស់នៅក្នុងផលិតផលគម្របព្រិល ដែលសង្កេតយ៉ាងត្រឹមត្រូវទៅលើទឹកដែលកកនៅលើផ្ទៃលើនៃផែនដី ។ ទិដ្ឋភាពសំខាន់មួយនៃទំនាក់ទំនងរវាងទឹកដែលកក និងទឹកក្នុងសភាវៈរាវ គឺថា នៅខណៈដែលដុំព្រិលចាប់ផ្ដើមរលាយ ទឹកក្នុងសភាវៈរាវនៅក្នុងព្រិល អាចកំណត់បរិមាណបានត្រឹមត្រូវ និងដាក់បញ្ចូលទៅក្នុងគំរូលនៃ លំហូរទឹក ។

ប្រការនេះមានសារសំខាន់ជាពិសេស នៅក្នុងអាងទន្លេមេគង្គលើ ដែលនៅទីនោះ ភ្លៀងក្នុងបរិមាណដ៏ច្រើនធ្លាក់ចុះក្នុងសភាវៈជាដុំក្រាម និងត្រូវបានប្រមូលផ្ដុំក្នុងសភាវៈកក ក្នុងរយៈពេលយូរខែ រហូតទាល់តែពំនូកព្រិលនិងផ្ទាំងទឹកកកធំៗចាប់ផ្ដើមរលាយនៅចុងខែនិទាឃរដូវ និងរដូវក្ដៅ ។ ផ្នែកនៃការយឺតយ៉ាវដែលជាប់ទាក់ទងនឹងការសង្កេតភាពសើមនៃផ្ទៃលើនៃផែនដី និងការឆ្លើយតបនៃរង្វាស់កម្ពស់ទឹកទន្លេ គឺមានទំនាក់ទំនងគ្នាជាមួយនឹងវដ្ដនៃការរលាយទឹកកក ។ នៅខណៈដែលព្រិលចាប់ផ្ដើមរលាយ ទឹកភាគច្រើនបំផុតនៅតែលាក់ខ្លួននៅក្នុងពំនូកព្រិលដដែល ដោយផ្លាស់ប្ដូរសញ្ញា microwave របស់វា ពីសភាវៈកកទៅជាសភាវៈសើម ។ ប៉ុន្តែ ភាគច្រើនបំផុតនៃទឹកនេះកកឡើងវិញនៅពេលយប់ និងត្រូវបានកត់ត្រាដោយការសង្កេតតាមផ្កាយរណបថាជាសភាវៈកក នៅពេលព្រឹកព្រលឹម ។ ដំណើរការនៃការរលាយនៅពេលថ្ងៃ ហើយបន្ទាប់មក កកឡើងវិញនៅពេលយប់ កើតឡើងជាបន្តរហូតដល់ពំនូកព្រិលពេញទៅដោយទឹកក្នុងសភាវៈរាវ ហើយសីតុណ្ហភាពនៅពេលយប់នៅខ្ពស់ជាងកម្រិតកក (Hardy et al. ឆ្នាំ១៩៩៩) ។ នៅដំណាក់កាលនេះ ពំនូកព្រិលត្រូវបានគេហៅថា 'ទុំជោរ' ហើយវានឹងចាប់ផ្ដើមបញ្ចេញទឹកជាសភាវៈរាវក្នុងបរិមាណដ៏ច្រើនចូលទៅក្នុងដី ខណៈដែលទឹកខ្លះទៀតហូរនៅលើផ្ទៃខាងលើ សំដៅទៅរកទន្លេ ឬអូរនៅក្នុងតំបន់ ។ គេបានធ្វើការកត់សម្គាល់នៅក្នុងការសិក្សាមួយចំនួន ថា ដំណើរការនេះអាចចំណាយពេលជាច្រើនសប្ដាហ៍ នៅមុនពេលដែលពំនូកព្រិល'ទុំជោរ'មែនទែន ដែលនៅពេលនោះ វាបញ្ចេញទឹកក្នុងបរិមាណច្រើនទៅក្នុងអាងទន្លេ ។ ជាងនេះទៅទៀត ទឹកដែលជ្រាបចូលទៅក្នុងដី ចំណាយពេលរឹតតែយូរថែមទៀត ទើបហូរចុះទៅដល់ទន្លេ ។ ការសិក្សាពីមុនៗ (Memirel et al. ឆ្នាំ២០១៣, Sattar និង Kim ឆ្នាំ២០១៩) បង្ហាញថា ការគម្លាតពេលវេលាដ៏ធំនៅមុនពេលដែលទឹកក្នុងសភាវៈរាវនៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេ ត្រូវបានសង្កេតឃើញនៅចម្ងាយជាច្រើនរយគីឡូម៉ែត្រនៅផ្នែកខាងក្រោមនៃទន្លេ នៅស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹក ។

# សភាវៈនៃរូបធាតុ




រយៈពេលនៃទិន្នន័យសម្រាប់ការសិក្សានេះ ចាប់ផ្តើមនៅឆ្នាំ១៩៩២ និងលាតសន្ធឹងរហូតដល់ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០១៩ ។ ដូចដែលបានកត់សម្គាល់នៅខាងដើម រដ្ឋាភិបាលចិនបានសាងសង់ទំនប់មួយខ្សែ នៅក្នុងអំឡុងនៃរយៈពេលនេះ ។

ទំនប់ដំបូងគេបង្អស់ គឺទំនប់ Manwan ។ ម៉ាស៊ីនភ្លើងដំបូងបង្អស់របស់ទំនប់នេះ ត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការនៅឆ្នាំ១៩៩៣ (Lu et al. ឆ្នាំ២០០៦) ។ អាងស្តុកទឹកដែលបង្កើតឡើងដោយទំនប់នេះ មានទំហំល្មម ដែលស្តុកទឹកបាន ៩២០លានម៉ែត្រគូប ។ ដូច្នេះ ទំនប់នេះមានសមត្ថភាពតិចតួចប៉ុណ្ណោះក្នុងការរឹតត្បិតនិងគ្រប់គ្រងលំហូរទឹក ។

ទំនប់ទីពីរដែលកំពុងដំណើរការនៅលើដងទន្លេមេគង្គធំ គឺទំនប់ Dachaoshan ។ ទំនប់នេះក៏មានសមត្ថភាពត្រឹមល្មមប៉ុណ្ណោះក្នុងការរឹតត្បិតលំហូរទឹក ដោយអាងទឹករបស់ទំនប់នេះអាចស្តុកទឹកបានច្រើនបំផុត ៩៤០លានម៉ែត្រគូប ។ ម៉ាស៊ីនភ្លើងរបស់ទំនប់នេះ ដាក់ឲ្យដំណើរការនៅឆ្នាំ២០០២ និងឆ្នាំ២០០៣ ។

ទំនប់ទីបីដែលដាក់ឲ្យដំណើរការ គឺទំនប់ Jinghong ។ ទំនប់នេះមានទំហំធំជាងទំនប់ទាំងពីរខាងលើនេះបន្តិច ។ វាមានសមត្ថភាពល្មមក្នុងការរក្សាទឹកទុក ដោយមានអាងស្តុកទឹកចំណុះ ២៤៩លានម៉ែត្រគូប ។ ម៉ាស៊ីនភ្លើងដំបូងរបស់ទំនប់នេះ ដាក់ឲ្យដំណើរការនៅឆ្នាំ២០០៨ ។

**តារាង ១ ៖ ទំនប់ អាងស្តុកទឹក និងផលិតកម្មអគ្គិសនី នៅតាមដងទន្លេមេគង្គលើ**

| Dams listed<br>*by date of construction* | Reservoir size<br>*in cubic meters* | Electrical production<br>*by date turbine commissioned* |
|---|---|---|
| Manwan | 920,000,000 | 1993 |
| Dachaoshan | 940,000,000 | 2002 |
| Jinghong | 249,000,000 | 2008 |
| Xiaowan | 15,130,000,000 | 2009 |
| Nuozhadu | 27,490,000,000 | 2012 |
| Gongguoqiao | 120,000,000 | 2012 |
| Miaowei | 660,000,000 | 2017 |
| Huangdeng | 1,613,000,000 | 2017 |
| Dahuaqiao | 293,000,000 | 2018 |
| Lidi | 75,000,000 | 2018 |
| Wunonglong | 284,000,000 | 2018 |

ទំនប់ទីបួននៅលើដងទន្លេមេគង្គធំ គឺទំនប់ Xiaowan ។ សមត្ថភាពរបស់ទំនប់ Xiaowan ក្នុងការរឹតត្បិតលំហូរទឹក គឺធំជាងទំនប់ទាំងបីខាងលើ ពីព្រោះអាងស្តុកទឹករបស់វាអាចរក្សាទុកទឹកបានដល់ទៅ ១៥.១៣០.០០០.០០០ម៉ែត្រគូប ។ លទ្ធភាពរបស់ទំនប់នេះក្នុងការរឹតត្បិតលំហូរទឹក គឺស្ទើរតែ ៧ដង ខ្លាំងជាងសមត្ថភាពរបស់ទំនប់ទាំងបីខាងលើបូករួមបញ្ចូលគ្នាទៅទៀត ។ ម៉ាស៊ីនភ្លើងទីមួយរបស់ទំនប់នេះ ត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការ នៅឆ្នាំ២០០៩ ។

ទំនប់ទីប្រាំដែលដាក់ឲ្យដំណើរការ គឺទំនប់ Nuozhadu ។ ទំនប់នេះបង្កើតនូវអាងស្តុកទឹកដែលមានទំហំធំជាងគេបំផុត នៅលើទន្លេមេគង្គ ។ ទំនប់នេះមានសមត្ថភាពស្តុកទឹកដល់ទៅ ២៧.៤៩០.០០០.០០០ម៉ែត្រគូប ។ អាងស្តុកទឹកមួយនេះមានទំហំធំជាងអាងស្តុកទឹកទាំងបួនខាងលើបូករួមបញ្ចូលគ្នាទៅទៀត ។ ម៉ាស៊ីនភ្លើងទីមួយរបស់ទំនប់នេះ ត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការ នៅឆ្នាំ ២០១២ ។

ទំនប់ **Gongguoqiao** បានបង្កើតអាងស្តុកទឹកទី៦ ដែលអាចបង្ខាំងទឹកទុកបាន ១២០.០០០.០០០ ម៉ែត្រគូប នៅចុងឆ្នាំ២០១២ ។ បន្ទាប់មកទៀត គឺទំនប់ Miaowei ដែលសាងសង់នៅខែមករា ឆ្នាំ ២០១៧ និងមានសមត្ថភាពរក្សាទុកទឹកបាន ៦៦០.០០០.០០០ម៉ែត្រគូប ។ ទំនប់ទី៨ គឺទំនប់ Huangdeng ដែលមានអាងស្តុកទឹកចំណុះ ១.៦១៣.៣០០.០០០ម៉ែត្រគូប និងត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការនៅខែវិច្ឆិកា ឆ្នាំ២០១៧ ហើយបន្ទាប់មកទៀត គឺទំនប់ទី៩ Dahuaqiao ដែលសាងសង់រួចរាល់នៅខែកុម្ភៈ ឆ្នាំ២០១៨ ដោយមានសមត្ថភាពស្តុកទឹកចំណុះ ២៩៣.០០០.០០០ម៉ែត្រគូប ។ ទី១០ គឺទំនប់ Lidi ដែលបញ្ចប់ការសាងសង់នៅខែមិថុនា ឆ្នាំ២០១៨ ដោយមានសមត្ថភាពស្តុកទឹកចំណុះ ៧៥.០០០.០០០ម៉ែត្រគូប ។ ហើយចុងក្រោយគេ គឺទំនប់ទី១១ សាងសង់រួចរាល់នៅខែធ្នូ ឆ្នាំ២០១៨ ឈ្មោះទំនប់ Wunonglong ដែលមានសមត្ថភាពស្តុកទឹក ២៨៤.០០០.០០០ម៉ែត្រគូប។

ដើម្បីអាចដំណើរការម៉ាស៊ីនភ្លើងមួយបាន ទំនប់ត្រូវតែបង្ខាំងទឹកទុកក្នុងបរិមាណយ៉ាងច្រើន នៅក្នុងអាងស្តុកទឹកដែលនៅពីខាងក្រោយទំនប់ ។ ដូច្នេះ កាលបរិច្ឆេទនៃការដាក់ឲ្យដំណើរការម៉ាស៊ីនភ្លើង គួសបញ្ជាក់ឲ្យឃើញថា មួយផ្នែកធំនៃអាងស្តុកទឹកដែលបង្កើតឡើងដោយទំនប់ ត្រូវបានបង្ហូរទឹកចូលពេញរួចជាស្រេចទៅហើយ ។ ជម្រាលចន្លោះពីកម្ពស់នៃអាងស្តុកទឹក និងជើងទំនប់ គឺជាប្រភពនៃការផលិតអគ្គិសនី ។

(រូបភាពនៅត្រង់នេះ)

## **III.** ការបង្កើតគំរូលំហូរទឹក

រយៈពេលនៃទិន្នន័យសម្រាប់ការសិក្សានេះ ចាប់ផ្តើមនៅឆ្នាំ១៩៩២ និងលាតសន្ធឹងរហូតដល់ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០១៩ ។ ដូចដែលបានកត់សម្គាល់នៅខាងដើម រដ្ឋាភិបាលចិនបានសាងសង់ទំនប់មួយខ្សែ នៅក្នុងអំឡុងនៃរយៈពេលនេះ ។ ដើម្បីបង្កើតនូវគំរូលំហូរទឹកមួយដែលមានស្ថិរភាព ត្រឹមត្រូវ និងច្បាស់លាស់បំផុត យើងចាំបាច់ត្រូវកំណត់នូវរយៈពេលប្រសើរបំផុតនៃកំណត់ត្រាសម្រាប់ការធ្វើក្រិត

ខ្នាត និងការធ្វើឲ្យមានសុពលភាពសម្រាប់គំរូនេះ ។ គេអាចនឹងគិតថា ឆ្នាំដំបូងៗបំផុតនឹងតំណាងត្រឹមត្រូវបំផុតនូវលំហូរទឹកតាមធម្មជាតិ ។ ប៉ុន្តែ បន្ទាប់ពីការស្រាវជ្រាវទៅលើការចាប់ផ្តើមនៃការសង្កេតតាមផ្កាយរណប គេបានកំណត់ថា ទិន្នន័យពីពីរឆ្នាំដំបូងបានរងឥទ្ធិពលពីការបំពេញទឹកក្នុងអាងស្តុកនៅផ្នែកខាងលើនៃទំនប់ Manwan ។ ដូច្នេះ ឆ្នាំដំបូងៗបង្អស់នៃការកំណត់ក្រិតខ្នាត/ការធ្វើសុពលភាពគំរូ ចាប់ផ្តើមនៅឆ្នាំ១៩៩៤ ។ គោលដៅរបស់យើង គឺដើម្បីប្រើប្រាស់ទិន្នន័យប្រហែល ៥ឆ្នាំសម្រាប់ការធ្វើក្រិតខ្នាត ដោយទុកឆ្នាំដទៃទៀតនៅមុនឆ្នាំ២០០១ សម្រាប់ការផ្តល់សុពលភាពនៃស្ថិរភាពរបស់គំរូ ។ ចុងផ្នែកខាងលើនៃរយៈពេលធ្វើក្រិតខ្នាត/ផ្តល់សុពលភាព គឺផ្អែកលើភ័ស្តុតាងដែលបង្ហាញថា លំហូរទន្លេក្នុងអំឡុងឆ្នាំ២០០២ ត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីចាក់បំពេញទៅក្នុងអាងស្តុកដែលនៅខាងក្រោយទំនប់ Dachaoshan ដែលទើបតែសាងសង់រួចថ្មីៗ ខណៈដែលទំនប់នេះចាប់ផ្តើមផលិតអគ្គិសនី នៅឆ្នាំ២០០៣ ។ ដូច្នេះវាបន្សល់ទុក ៨ឆ្នាំសម្រាប់ជារយៈពេលដើម្បីធ្វើការសិក្សាលើក្រិតខ្នាត/ការផ្តល់សុពលភាព ទៅលើទំនាក់ទំនងប្រសើរបំផុតរវាងទិន្នន័យវាស់នៅស្ថានីយ និងតម្លៃទិន្នន័យភាពសើម ដែលវាស់ជាមធ្យមនៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេ ។

## IV. ការរកឃើញរបស់ការសិក្សា

ដោយផ្អែកលើហេតុផលដែលបានផ្តល់ខាងលើ យើងបានប្រើប្រាស់រយៈពេលពីឆ្នាំ១៩៩៧ ដល់ឆ្នាំ២០០១ ជាតំណាងដែលប្រសើរបំផុតនៃលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ ។ ដូច្នេះ រយៈពេលជាក្រិតខ្នាតនេះត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីបង្កើតមូលដ្ឋានគ្រឹះសម្រាប់សមីការគណនាថយក្រោយ ដើម្បីកំណត់បរិមាណនៃទំនាក់ទំនងរវាងភាពសើម និងរង្វាស់កម្ពស់ទឹកនៅស្ថានីយ ។ លទ្ធផលនៃគំរូនេះត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុងតារាង ២ ។ គំរូសមីការថយក្រោយនេះ បានពន្យល់ ៨៩% នៃភាពប្រែប្រួលនូវកម្ពស់ទឹកទន្លេ នៅស្ថានីយវាស់ ។ វាមានមេគុណគិតត្រឡប់ថយក្រោយ ០,៩៤ និងកម្រិតកំហុសជាស្តង់ដារ ០,៦៧ ។ គំរូនេះសំខាន់ដោយមាន confidence interval .៩៩៩៩៩ កំណត់ដោយ F score ២៣១ ។

សេរីភាពមាន ៥៧ដឺក្រេ ជាមួយនឹងការសង្កេតចំនួន ៦០ ដែលតំណាងឲ្យតម្លៃទិន្នន័យប្រចាំខែចាប់ពីឆ្នាំ១៩៩៧ ដល់ឆ្នាំ២០០១ ។ សមីការគិតថយក្រោយនេះ ផ្អែកលើគម្លាតពេលបូកចូលគ្នាពីរខែ ដូចដែលបានបង្ហាញនៅក្នុងផ្នែកស្តីពីវិធីសាស្ត្រ ។ យើងបានធ្វើតេស្តសុពលភាពនៃការប្រើប្រាស់គម្លាតពេលពីរខែ ដោយដំណើរការគំរូដដែល ជាមួយនឹងគម្លាតពេលមួយខែ ។ លទ្ធភាពទាញសម្មតកម្មថយចុះប្រហែល ១០% និងកម្រិតកំហុសកើនឡើង ១០សង់ទីម៉ែត្រនៃកម្ពស់ទឹកទន្លេ ដោយប្រើប្រាស់គម្លាតពេល ១ខែ ។ ការរកឃើញនេះបញ្ជាក់ថា គំរូដែលមានគម្លាតពេលពីរខែ ផ្តល់នូវទំនាក់ទំនងប្រសើរជាងរវាងតម្លៃទិន្នន័យភាពសើម និងរង្វាស់នៅស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹក ។

**តារាង ២ ៖ លទ្ធផលនៃគំរូគិតថយក្រោយសម្រាប់ការតាមដានលំហូរធម្មជាតិ នៅតាមទន្លេមេគង្គលើ**

**Table 2: Results of the Regression Model Monitoring Natural Flow on the Upper Mekong River**

| | |
|---|---|
| The Skill of the Predictive Model (R2) | 89% |
| Months in Model / Degrees of Freedom | 60 / 57 |
| Significance of the Model / F-score | .99999 / 231 |
| Standard Error in Meters | 0.67 |
| Y-Intercept (Alpha) | 0.92 |
| Linear Slope Beta1 | 0.55 |
| Squared Slope Beta2 | 0.95 |

គំរូគិតថយក្រោយ (សមីការទី២) មាន intercept ០,៩២១, មាន linear coefficient ០,៥៥៤ និង quadratic coefficient ០,៩៥៤ ។ Intercept តំណាងឲ្យលំហូររបស់អាង នៅពេលដែលតម្លៃលេខនៃភាពសើមស្មើនឹងសូន្យ ។ ប៉ុន្តែ តម្លៃលេខសូន្យមិនបានកើតឡើងទេនៅក្នុងរយៈពេល២៨ឆ្នាំនៃកំណត់ត្រា ដូច្នេះ intercept គឺជាគោលគំនិតជាទ្រឹស្តីមួយ ។ ប្រសិនបើមានរយៈពេលរាំងស្ងួតខ្លាំង ហើយទន្លេពឹងផ្អែកតែទៅលើទឹកក្រោមដី នេះនឹងក្លាយជាលំហូរទឹកដែលព្យាករទុក ។ កន្សោមលីនេអ៊ែរ (linear term) បង្ហាញពីទំនាក់ទំនងផ្ទាល់រវាងតម្លៃមធ្យមភាគនៃភាពសើម និងកម្ពស់ទឹកទន្លេដែលវាស់នៅឯស្ថានីយ ។ កន្សោមការ៉េ (squared term) តំណាងឲ្យធាតុមិនមែនលីនេអ៊ែរនៃទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃភាពសើម និងតម្លៃរង្វាស់នៅស្ថានីយ (Singh ឆ្នាំ២០០៧) ។ កន្សោមមិនមែនលី

នេអ៊ែរ (non-linear term) ផ្អែកលើការពិតដែលថា នៅពេលដែលមានបរិមាណទឹកតិចនៅក្បែរផ្ទៃខាងលើនៃផែនដី មួយភាគធំគឺត្រូវបានឃាត់ទុកនៅក្នុងដី និងមិនហូរឆ្ពោះទៅរកទន្លេទេ ។ ប៉ុន្តែនៅពេលដែលតម្លៃលេខនៃភាពសើមកើនខ្ពស់ ភាគរយនៃទឹកហូរឆ្ពោះទៅរកទន្លេក៏កើនខ្ពស់ដែរ ។ នៅពេលដែលដីសើមជោកជាំ ទឹកទាំងអស់ហូរចាក់ចុះទៅទន្លេផ្នែកខាងក្រោម ឬកម្ពស់ទឹកក្រោមដីកើនឡើងខ្ពស់ ។ ដូច្នេះ ទំនាក់ទំនងរវាងសន្ទស្សន៍ភាពសើម និងកម្ពស់ទឹកទន្លេ គឺជាកន្សោមមិនមែនលីនេអ៊ែរ (non-linear) ។

**សមីការ ទី២**

**EQUATION 2**

*River Height = 0.921 + (0.554 * Wetness Index) + (0.954 * Wetness Index * Wetness Index)*

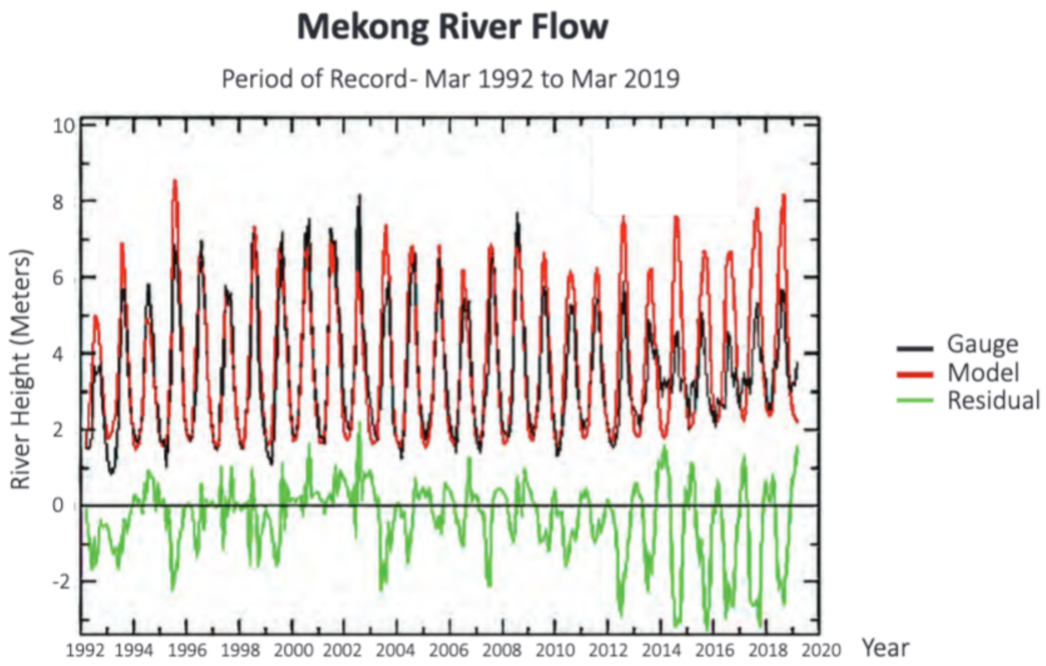
ដោយសារតែមានការឆ្លើយតបយឺតរវាងភាពសើមនៅលើផ្ទៃដីដែលសន្សំបាននៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេ និងកម្ពស់ទឹកទន្លេ នៅឯព្រំដែនថៃ ឡាវ និងមីយ៉ាន់ម៉ា តម្លៃលេខនៃភាពសើម គឺជាមធ្យមភាគដែលបានមកពីខែបច្ចុប្បន្ន បូកនឹងសន្ទស្សន៍ភាពសើមពីពីរខែមុន ។ នេះគេឲ្យឈ្មោះថា គំរូគម្លាតពេលបូកបញ្ចូលគ្នាបីខែ ដោយសារតែវាចំណាយពេលអូសបន្លាយយូរ ទើបទឹកដែលនៅក្នុងអាងផ្នែកខាងលើនៃទន្លេហូរចាក់មកដល់ទីតាំងស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹក ។

ដូចដែលបានលើកឡើងនៅខាងលើ យើងបានជៀសវាងនូវការប្រើប្រាស់ទិន្នន័យពីឆ្នាំ១៩៩២, ១៩៩៣, និងឆ្នាំ២០០២ ដើម្បីតំណាងឲ្យលំហូរធម្មជាតិនៃទឹកទន្លេ ពីព្រោះថា ទឹកនៅក្នុងបណ្ដាឆ្នាំទាំងបីនេះ ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ដើម្បីបំពេញអាងស្តុកដែលនៅខាងក្រោយទំនប់ដែលទើបនឹងសាងសង់រួច ។ ផ្ទុយទៅវិញ យើងប្រើប្រាស់ទិន្នន័យពីឆ្នាំ១៩៩៤ រហូតដល់ឆ្នាំ១៩៩៦ ជារយៈពេលសុពលភាព ដើម្បីធ្វើតេស្តសុិរភាពរបស់គំរូ ។ មធ្យមភាគនៃ residual ក្នុងអំឡុងពេលជាក្រិតខ្នាត គឺ ០,៤៣សង់ទីម៉ែត្រនៃកម្ពស់ទឹកទន្លេ ហើយក្នុងអំឡុងពេលសុពលភាព គឺ ០,៥២សង់ទីម៉ែត្រ ។ ភាពខុសគ្នានៅលើ residuals ៩សង់ទីម៉ែត្រនៃកម្ពស់ទឹកទន្លេ ក្នុងអំឡុងពេលសុពលភាព និងអំឡុងពេលជាក្រិតខ្នាត គឺមិនច្រើនទេ ។

ដើម្បីយល់បន្ថែមទៀតអំពីទំនាក់ទំនងរវាងលំហូរដែលបានព្យាករ និងលំហូរដែលបានវាស់ យើងត្រូវគូសខ្សែកោងចំនួន ២ នៅលើរយៈពេលនៃកំណត់ត្រា ។ ខ្សែកោងទាំងនេះអាចមើលនៅក្នុងរូបទី២ខាងក្រោមនេះ ។ ជាសង្ខេប ជាទូទៅ មានការឆ្លើយតបទៅវិញទៅមកល្អ ក្នុងអំឡុងពេលឆ្នាំដំបូងៗ ដោយមានការលើកលែងខ្លះៗ ដែលនឹងពិភាក្សានៅខាងក្រោម ។ គេអាចកត់សម្គាល់ឃើញការឆ្លើយឆ្លងគ្នាខ្លាំងនៅក្នុងវដ្តប្រចាំឆ្នាំ និងលំហូរនៅក្នុងអំឡុងពេលជាក្រិតខ្នាត និងអំឡុងពេលជាសុពលភាព ។ ក្នុងអំឡុងពេលរដូវប្រាំង ភ្លៀងធ្លាក់តិចតួច ហើយភាគច្រើនបំផុត ភ្លៀងធ្លាក់ចុះនិងស្ថិតនៅជាសភាវៈកក នៅចន្លោះពីខែវិច្ឆិកា ដល់ខែមេសា ចំណែកឯនៅក្នុងអំឡុងរដូវវស្សា ពីខែឧសភា ដល់ខែតុលាវិញ ព្រិលរលាយទៅជាទឹក ហើយភាគច្រើននៃភ្លៀងធ្លាក់ចុះមកក្នុងសភាពជាទឹក ។ ការឆ្លើយឆ្លងគ្នានៃវដ្តប្រចាំឆ្នាំរវាងរង្វាស់ដែលបានព្យាករ និងរង្វាស់ជាក់ស្តែងនៅស្ថានីយ នៅតែមានភាពខ្លាំង សូម្បីតែនៅក្រោយពេលដែលទំនប់ទីពីរ Dachaoshan ត្រូវបានសាងសង់រួចជាស្ថាពរ ហើយអាងស្តុកទឹកត្រូវបានបំពេញរួចហើយក្តី ។ ច្បាស់ជាងនេះ គេអាចពិនិត្យមើលលំហូរដែលបានព្យាករ និងលំហូរដែលបានវាស់ជាក់ស្តែង នៅក្នុងអំឡុងពេលឆ្នាំ១៩៩៤ និងឆ្នាំ២០០៨ ហើយឃើញថាជាទូទៅ មានការឆ្លើយឆ្លងល្អបំផុត ដោយរួមទាំងការលើកលែងមួយចំនួន ។ ទំនាក់ទំនងរវាងកម្ពស់ទឹកនៅឯស្ថានីយវាស់ និងលំហូរធម្មជាតិ បានចាប់ផ្តើមលែងល្អ នៅក្រោយឆ្នាំ២០១២ នៅពេលដែលទំនប់និងអាងស្តុកទឹកធំៗត្រូវបានកសាងឡើង ដែលបានរឹតត្បិតយ៉ាងខ្លាំងទៅលើបរិមាណនិងពេលវេលានៃទឹក ដែលបានបញ្ចេញនៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេ ។

**លំហូរទន្លេមេគង្គ**

រយៈពេលនៃកំណត់ត្រា - ខែមីនា ឆ្នាំ១៩៩២ ដល់ខែមីនា ឆ្នាំ ២០១៩

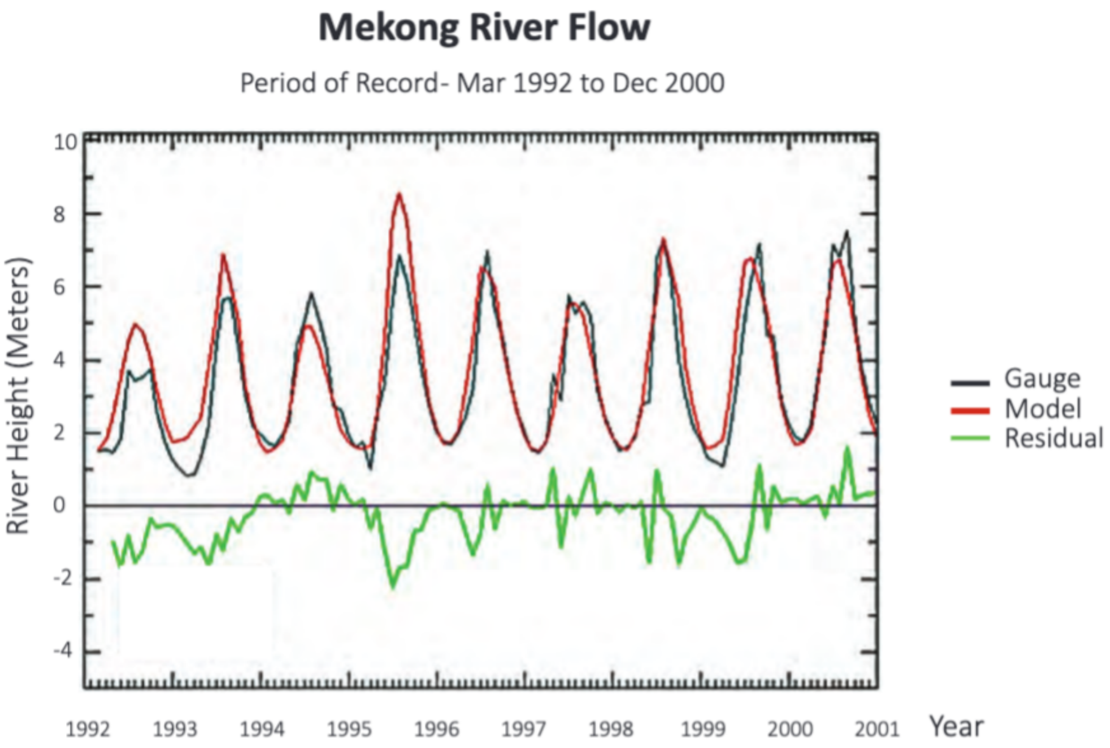



*រូបទី២ ៖ ស៊េរីពេលវេលានៃរង្វាស់ដែលបានព្យាកររបស់ស្ថានីយ និងគំរូ នៅឯទន្លេ ឈៀងសែន ពីខែមករា ឆ្នាំ១៩៩២ ដល់ខែមីនា ឆ្នាំ២០១៩ ។ ពណ៌បៃតង គឺជាភាពខុសគ្នា ។ ប្រសិនតម្លៃលេខអវិជ្ជមាន ទន្លេនៅឯស្ថានីយកំពុងបាត់ទឹក ប្រសិនបើវាវិជ្ជមាន មានន័យថា ទន្លេនៅកន្លែងស្ថានីយវាស់ មានទឹកលើស ។*

ការខ្វះទឹកនៅក្នុងទន្លេដូចដែលបានវាស់វែងដោយតម្លៃលេខនៃភាពសើម នៅក្នុងអំឡុងពេលឆ្នាំ ១៩៩២ និងឆ្នាំ១៩៩៣ បង្ហាញថា ទឹកទន្លេមេគង្គត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ដើម្បីយកទៅបំពេញអាងស្តុកទឹកដែលនៅខាងក្រោយទំនប់ Manwan ក្នុងអំឡុងរដូវវស្សា ឆ្នាំ១៩៩២ (រូបទី៣) ។ ចំណុចនេះបង្ហាញដោយតម្លៃអវិជ្ជមាននៃខ្សែពណ៌បៃតង (residual) ដែលមានន័យថា រង្វាស់នៅឯស្ថានីយគឺទាបជាងលំហូរដែលបានព្យាករ ។ ក្នុងអំឡុងពេលសិសររដូវ ទឹកដែលបានស្តុកទុកត្រូវបានគេបញ្ចេញ ដើម្បីគេអាចផលិតថាមពលអគ្គិសនីបានច្រើននៅក្នុងអំឡុងពេលរដូវប្រាំង ដែលរួមចំណែកដល់ការរក្សាលំនឹងស្មើគ្នានៃល្បាយផលិតកម្មថាមពលពេញមួយឆ្នាំ ដែលនេះជាគោលដៅមួយរបស់គម្រោង ។ ទឹកមួយភាគធំនៃលំហូរធម្មជាតិកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ១៩៩៥ ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ដើម្បីបំពេញអាងស្តុកទឹក Manwan ដែលបានកាត់បន្ថយបរិមាណទឹកដែលហូរចាក់ទៅដល់កន្លែងស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹក ។ នៅចុងឆ្នាំ១៩៩៥ អាងស្តុកទឹកនេះទំនងជាជិតពេញចំណុះ ដូច្នេះហើយទើបវាស្តុកទឹកបន្ថែមបានតិចតួច ឬរឹតត្បិតលំហូរធម្មជាតិតិចតួចប៉ុណ្ណោះ ។ ដូច្នេះ រយៈពេល ៥ឆ្នាំបន្ទាប់ បានបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងយ៉ាងល្អបំផុតរវាងលំហូរធម្មជាតិ និងលំហូរបញ្ចេញពីទំនប់ ទៅកាន់ទន្លេ ឈៀងសែន ។

**លំហូរទន្លេមេគង្គ**

រយៈពេលនៃកំណត់ត្រា – ខែមីនា ឆ្នាំ១៩៩២ ដល់ខែធ្នូ ឆ្នាំ២០០០



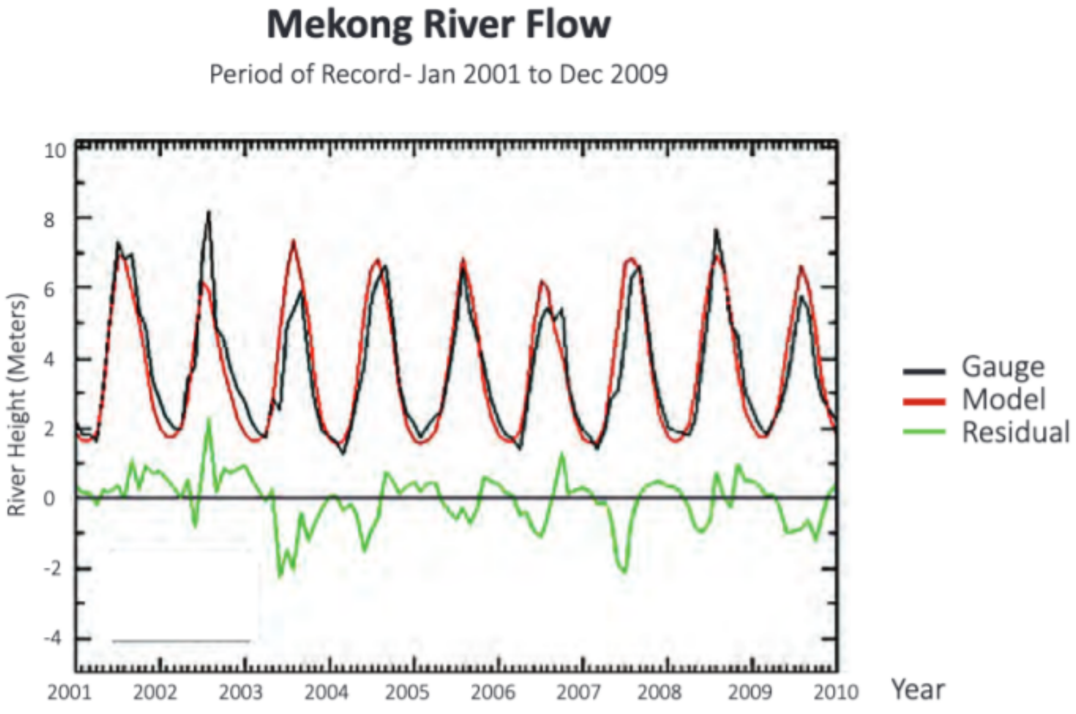

*រូបទី៣ ៖ នេះជាការពង្រីករូបទី២ សម្រាប់រយៈពេលពីឆ្នាំ១៩៩២ ដល់ឆ្នាំ២០០០។*

ភាពខុសគ្នាដ៏ធំមួយទៀតរវាងលំហូរដែលបានវាស់ជាក់ស្តែង និងលំហូរព្យាករ កើតឡើងនៅឆ្នាំ២០០២ (រូបទី៤) ។ ទិន្នន័យវាស់ដោយស្ថានីយបង្ហាញថា នៅឆ្នាំ២០០២ មានការបញ្ចេញទឹកដ៏ច្រើនពីទំនប់ Dachaoshan ។ ព្រឹត្តិការណ៍នេះទំនងជាកើតឡើងចំពេលនៃការសម្ពោធដាក់ឲ្យដំណើរការទួរប៊ីននៅលើទំនប់ដើម្បីផលិតអគ្គិសនី ។ ជាក់ស្តែង ការបញ្ចេញទឹកដ៏ច្រើននេះបានកើតឡើងនៅខែកក្កដា និងខែសីហា ឆ្នាំ២០០២ ។ ទិន្នន័យប្រចាំថ្ងៃបង្ហាញឲ្យដឹងកាន់តែច្រើនថែមទៀត ដែលគួសបញ្ជាក់ថា អ្វីមួយដែលគេពុំបានពន្យល់បានកើតឡើងនៅផ្នែកខាងលើនៃស្ថានីយ នៅក្នុងប្រទេសថៃ ក្នុងអំឡុងពេលនេះ។ ជាធម្មតា មានការឡើងនិងចុះសន្សឹមៗនូវលំហូរទឹកទន្លេ នៅក្នុងអំឡុងខែទាំងនេះ ។ ប៉ុន្តែករណីឆ្នាំ២០០២នេះវាមិនដូច្នេះទេ។ ជាធម្មតា លំហូរអតិបរមានៅក្នុងទន្លេ គឺកើតឡើងនៅខែសីហា កញ្ញា និងតុលា ដោយខែកញ្ញា គឺទឹកឡើងខ្ពស់ជាងគេ។ ប៉ុន្តែ នៅឆ្នាំ២០០២ លំហូរទឹកខ្ពស់បំផុត គឺនៅខែកក្កដា និងសីហា ។ ជាក់ស្តែង កម្ពស់ទឹកទន្លេ គឺ ៨,១៦ម៉ែត្រ នៅក្នុងខែសីហា ហើយធ្លាក់ចុះមកនៅត្រឹមតែ ៤,៨៨ម៉ែត្រ នៅខែកញ្ញា ពោលគឺស្រកចុះប្រហែល ៤០% នៅចំកណ្តាលរដូវវស្សាតែម្តង ។ អ្វីដែលរឹតតែមិនធម្មជាតិថែមទៀតនោះ គឺល្បឿននៃលំហូរទន្លេដែលបានកើនឡើង និងបន្ទាប់មកថយចុះវិញ ។ នៅថ្ងៃទី២១ ខែសីហា កម្ពស់ទឹក គឺ ១០,១៧ម៉ែត្រ ហើយ ៥ថ្ងៃក្រោយ នៅត្រឹមតែ ៦,៩៦ម៉ែត្រ ។ សន្ទស្សន៍ភាពសើមមិនបានបង្ហាញការគាំទ្រចំពោះព្រឹត្តិការណ៍នេះទេ នៅក្នុងឆ្នាំ២០០២ ។ ដូច្នេះយើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា មានការបញ្ចេញទឹកក្នុងបរិមាណច្រើនគួរសមមួយចំនួនចេញពីខាងក្រោយទំនប់ សម្រាប់រយៈពេលខ្លីមួយ ដែលនាំឲ្យប្រែប្រួលខ្លាំងដល់ស្ថានភាពលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ ។

សន្ទុះខុសពីធម្មជាតិនៃការបញ្ចេញទឹក ទំនងជាបានកើតឡើងបន្ទាប់ពីការដាក់ឲ្យប្រើប្រាស់ម៉ាស៊ីនភ្លើងនៅលើទំនប់ទាំងពីរ គឺ Manwan និង Dachaoshan ។ ការរកឃើញប្រហាក់ប្រហែលគ្នានេះ គឺបានកើតឡើងនៅក្បែរៗពេលដែលគេដាក់ឲ្យប្រើប្រាស់ម៉ាស៊ីនភ្លើង នៅលើទំនប់ Jinghong នៅឆ្នាំ២០០៩។ នៅពេលនោះ គេហាក់ឃើញមានសន្ទុះខុសពីធម្មជាតិនៃលំហូរទឹក ។ អាចថា រដ្ឋាភិបាលចិនផលិតអគ្គិសបានជិតគ្រប់ចំណុះអតិបរមា តាមរយៈទួរប៊ីនទាំងនេះ នៅពេលដែលទំនប់ត្រូវបានសម្ពោធដាក់ឲ្យដំណើរការ ដូច្នេះ ក៏បញ្ចេញទឹកដ៏ច្រើនក្នុងសន្ទុះខ្លាំងមួយទៅផ្នែកខាងក្រោមនៃទន្លេ សម្រាប់រយៈពេលខ្លីមួយ ។ ប៉ុន្តែ ពុំមានការបញ្ជាក់អំពីការពិតនេះនោះទេ ហើយការសិក្សាស្រាវជ្រាវបន្ថែម នឹងត្រូវការចាំបាច់ដើម្បីយល់ឲ្យកាន់តែច្បាស់ថែមទៀតអំពីលំហូរខុសពីធម្មជាតិទាំងនេះ នៅជុំវិញពេលដែលម៉ាស៊ីនភ្លើងទាំងនេះត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការ ។

## លំហូរទន្លេមេគង្គ

រយៈពេលនៃកំណត់ត្រា – ខែមករា ឆ្នាំ២០០១ ដល់ខែធ្នូ ឆ្នាំ២០០៩




*រូបទី៤ ៖ នេះគឺជាការពង្រីករូបទី២ សម្រាប់រយៈពេលពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០០៩*

លំហូរទឹកទន្លេឡើងខ្ពស់តាមធម្មជាតិនៅរដូវវស្សាឆ្នាំ២០០៣ ទំនងជាងត្រូវបានរឹតត្បិតដោយទំនប់ពីរដែលនៅផ្នែកខាងលើទឹក ដោយបំពេញអាងស្តុកទឹកដែលអស់ទឹកក្នុងអំឡុងពេលឆ្នាំមុនៗ នៅពេលដែលម៉ាស៊ីនភ្លើងត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការ ហើយទឹកដែលលើសត្រូវបានបញ្ចេញឲ្យហូរទៅកាន់ផ្នែកខាងក្រោមទឹក ក្នុងអំឡុងពេលផលិតអគ្គិសនី នៅឆ្នាំ២០០២ ។ ទិន្នន័យពីឆ្នាំ២០០៦ រហូតដល់ឆ្នាំ២០០៩ ក៏បង្ហាញអំពីទឹក"ដែលបាត់" នៅស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹកទន្លេ ឈៀងសែន ផងដែរ ដែលកើតឡើងដំណាលគ្នានឹងរយៈពេលដែលទឹកត្រូវបានរឹតត្បិតនៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេ ។ កម្ពស់ទឹកនៅក្នុងអាងស្តុកទឹក ទំនងជាត្រូវបានគេសម្រកចុះនៅក្នុងអំឡុងសិសររដូវ ដើម្បីគាំទ្រដល់ការផលិតអគ្គិសនីនៅក្នុងអំឡុងពេលនៃរដូវប្រាំង ។ រយៈពេលផ្សេងទៀតនៃទសវត្សរ៍បានបង្ហាញគំរូស្រដៀងគ្នា រវាងលំហូរទឹកដែលបានវាស់ និងលំហូរទឹកដែលបានព្យាករ ។

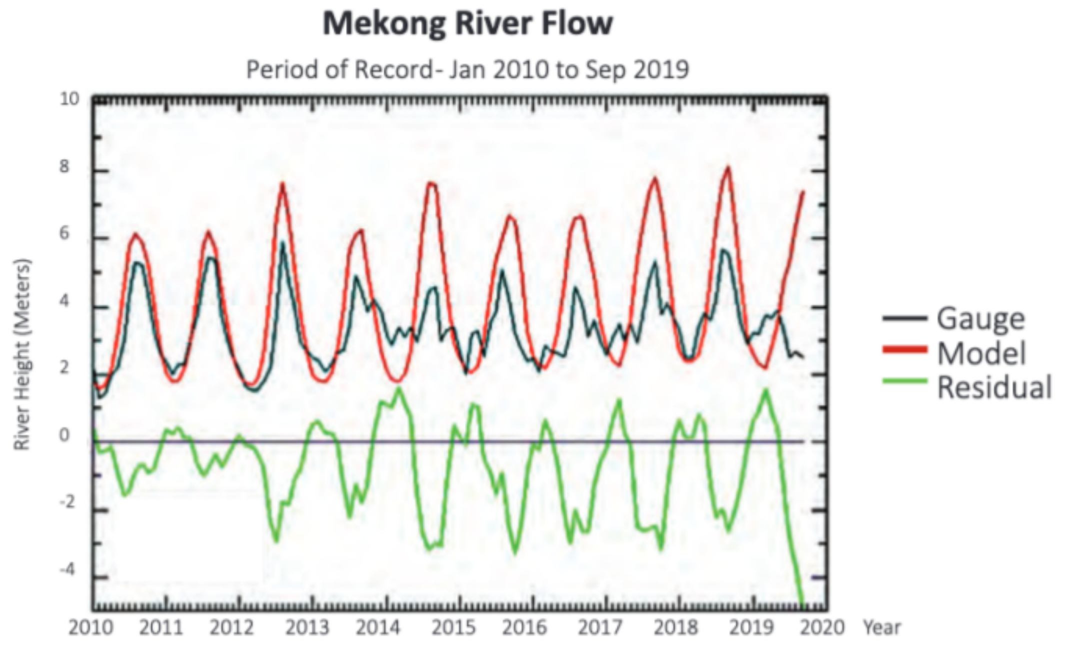
ភាពខុសគ្នាគួរឲ្យកត់សម្គាល់នៅក្នុងលំហូរទឹកទន្លេដែលបានវាស់ និងលំហូរដែលបានព្យាករ បានកើតឡើងនៅឆ្នាំ២០១០ នៅពេលដែលទំនប់ Xiaowan ដ៏ធំបានសាងសង់រួចរាល់ជាស្ថាពរ ហើយម៉ាស៊ីនភ្លើងនៃទំនប់នេះត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការ ។ រូបទី៥ គឺជាការពង្រីកត្រង់ផ្នែករយៈពេលពីឆ្នាំ២០១០ ដល់ឆ្នាំ២០១៩ ។ ដូចដែលបានកត់សម្គាល់នៅខាងលើ អាងស្តុកទឹកនេះអាចស្តុកទឹកបានដល់ទៅ ៧ដង ច្រើនជាងអាងទាំងបីខាងដើមបូកបញ្ចូលគ្នាទៅទៀត ដូច្នេះ លទ្ធភាពរបស់អាងមួយនេះក្នុងការគ្រប់គ្រងនិងរឹតត្បិតលំហូរទន្លេកើនឡើងមួយកម្រិតជំថែមទៀត ។ សមត្ថភាពក្នុងការរឹតត្បិតលំហូរទឹកទន្លេ ត្រូវបានបង្ហាញឲ្យឃើញច្បាស់នៅក្នុងទំនាក់ទំនងរវាងលំហូរទឹកទន្លេតាមធម្មជាតិដែលបានវាស់ និងលំហូរទឹកទន្លេដែលបានព្យាករ ដោយសារតែបរិមាណទឹកដ៏ច្រើន"បានបាត់" នៅឯស្ថានីយក្នុងអំឡុងពេលនៃរដូវក្តៅ នៅពេលដែលលំហូរទឹកទន្លេគួរតែកើនឡើងខ្ពស់ ដោយសារតែការរលាយព្រិល និងភ្លៀងធ្លាក់នៅតំបន់ខ្ពង់រាបទីបេ ។

ជាងនេះទៅទៀត បរិមាណខ្លះនៃទឹកដែលបាត់ ត្រូវបានបញ្ចេញវិញនៅក្នុងអំឡុងពេលរដូវប្រាំង ។ រដ្ឋាភិបាលចិនបានសន្យាប្រើប្រាស់ទំនប់នៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេ ដើម្បីគ្រប់គ្រងលំហូរទឹកទន្លេ ឲ្យមានភាពរាយប៉ាយស្មើគ្នារវាងរដូវកាលលំហូរខ្ពស់និងរដូវកាលលំហូរទាប ។ ការធ្វើបែបនេះ ក៏ត្រូវទៅតាមតម្រូវការរបស់រដ្ឋាភិបាលចិននៅក្នុងការធ្វើឲ្យមានភាពស្មើគ្នាទៅលើការផលិតអគ្គិសនីនៅក្នុងអំឡុងវដ្តប្រចាំឆ្នាំ ផងដែរ ដោយធានាបានថា ការប្រើប្រាស់ម៉ាស៊ីនភ្លើងអាចធ្វើទៅបានពេញមួយឆ្នាំ ។ ផលវិបាកនៃការគ្រប់គ្រងលំហូរទន្លេ គឺថា ទឹកដែលជាធម្មតាហូរចុះមកក្រោមក្នុងអំឡុងពេលរដូវវស្សា ត្រូវបានគេបញ្ចេញឲ្យហូរចុះមកក្រោមនៅក្នុងអំឡុងពេលរដូវប្រាំងទៅវិញ ។ ប្រការនេះត្រូវបាន

បង្ហាញឃើញច្បាស់នៅក្នុងវដ្តប្រចាំឆ្នាំនៃ residuals ដែលអវិជ្ជមាននៅក្នុងរដូវវស្សា និងវិជ្ជមាននៅរដូវប្រាំង ។

Residuals (ដែលជាលទ្ធផលនៃរង្វាស់នៅឯស្ថានីយ ដកនឹងលំហូរធម្មជាតិដែលបានព្យាករ) បានបង្ហាញឲ្យឃើញនូវវដ្តប្រចាំឆ្នាំមួយដែលច្បាស់លាស់ និងកើតឡើងវិញដដែលៗ នៅក្នុងរយៈពេលមួយទសវត្សរ៍ចុងក្រោយនេះ ។ ទាក់ទងនឹងស្ថានីយវាស់កម្ពស់ទឹក រង្វាស់តាមផ្កាយរណបបង្ហាញថា មានការបាត់ទឹកក្នុងអំឡុងពេលរដូវវស្សា ។ ឬអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតថា ទឹកដែលលើសត្រូវបានគេបញ្ចេញឲ្យហូរចុះមកក្រោម នៅក្នុងអំឡុងពេលរដូវប្រាំង ។ គេសន្មតថា ការធ្វើបែបនេះ គឺប្រហែលជាដើម្បីធ្វើឲ្យល្បាយនៃការផលិតអគ្គិសនីមានភាពស្មើគ្នាពេញមួយឆ្នាំ ។ ចំណុចនេះគឺពិតជាដូច្នេះមែន នៅក្រោយឆ្នាំ២០១២ នៅពេលដែលទំនប់ដ៏ធំជាងគេបំផុត គឺទំនប់ Nuozhadu និងអាងស្តុកទឹករបស់ទំនប់នេះ ត្រូវបានសាងសង់រួចរាល់ជាស្ថាពរ ។ កង្វះទឹកនៅក្នុងអំឡុងរដូវវស្សាមានសភាពលេចធ្លោបំផុត បន្ទាប់ពីម៉ាស៊ីនភ្លើងធំៗបំផុតបានចាប់ផ្តើមដំណើរការ ។ ទំនប់នានាពង្រីកសមត្ថភាពស្ថាប័នរបស់ខ្លួនយ៉ាងច្រើនដើម្បីគ្រប់គ្រងលំហូរទន្លេ ដែលបង្កផលប៉ះពាល់ដល់ផ្នែកខាងក្រោមទឹក ហើយផលប៉ះពាល់ទាំងនេះចាំបាច់ត្រូវតែដោះស្រាយតាមរយៈដំណោះស្រាយដែលមានលក្ខណៈគ្រប់ជ្រុងជ្រោយ (Wofe et al. ឆ្នាំ២០០៣) ។

ល**លំហូរទន្លេមេគង្គ**
រយៈពេលនៃកំណត់ត្រា – ខែមករា ឆ្នាំ២០១០ ដល់ខែកញ្ញា ឆ្នាំ២០១៩




*រូបទី៥ ៖ នេះជាការពង្រីកបន្ថែមនូវរូបទី២ ដោយគ្របដណ្តប់រយៈពេល ពីឆ្នាំ២០១០ ដល់ឆ្នាំ២០១៩។*

ទំនប់ទាំង៥ ដែលសាងសង់ចាប់តាំងពីឆ្នាំ២០១៧មក កំពុងបន្ថែមភាពស្មុគស្មាញថែមទៀតទៅលើការប្រែប្រួលលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ ខណៈដែលអាងស្តុកទឹកត្រូវបានបំពេញ ហើយទឹកត្រូវបានបញ្ចេញ ។ ផលវិបាកដ៏ធំបំផុតមួយបានកើតឡើងនៅឆ្នាំ ២០១៩ នៅពេលដែលទន្លេមេគង្គក្រោមមានកម្ពស់ទឹកទាបបំផុតមិនធ្លាប់មានពីមុនមក ។ ដោយប្រើប្រាស់សន្ទស្សន៍ភាពសើមដើម្បីព្យាករលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ គេឃើញច្បាស់ថា មានលំហូរធម្មជាតិលើសកម្ពស់មធ្យម ដែលចេញប្រភពមកពីទន្លេមេគង្គលើ ។ លទ្ធផល residuals បង្ហាញពីលំហូរទឹកលើសនៅក្នុងរដូវប្រាំង ដែលគេសន្និដ្ឋានថា ដើម្បីគាំទ្រដល់ការផលិតអគ្គិសនីនៅដើមឆ្នាំ២០១៩ ខណៈដែលលំហូរទឹកនៅក្នុងអំឡុងរដូវវស្សាវិញត្រូវបានរឹតត្បិតយ៉ាងខ្លាំង ។ កង្វះទឹកធ្ងន់ធ្ងរនៅក្នុងទន្លេមេគង្គក្រោម ក្នុងអំឡុងរដូវវស្សាឆ្នាំ២០១៩ មួយភាគធំ គឺដោយសាររងឥទ្ធិពលពីការរឹតត្បិតលំហូរទឹកពីទន្លេមេគង្គលើ ក្នុងអំឡុងពេលនោះ ។ កិច្ចសហប្រតិបត្តិការរវាងចិននិងបណ្តាប្រទេសទន្លេមេគង្គក្រោម ដើម្បីធ្វើគំរូនៃវដ្តលំហូរតាមធម្មជាតិរបស់ទន្លេមេគង្គ អាចធ្វើឲ្យស្ថានភាពលំហូរទាបដែលប្រទេសខាងក្រោមទឹកបានជួបប្រទះកាលពីរដូវក្តៅ នៃឆ្នាំ២០១៩ មានភាពប្រសើរឡើងបាន ។

ដោយប្រើប្រាស់គំរូនេះដើម្បីព្យាករលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ យើងអាចគណនាបរិមាណទឹកដែលនឹងហូរតាមធម្មជាតិ ធៀបនឹងរង្វាស់កម្ពស់ទឹក នៅឯស្ថានីយទន្លេ ឈៀងសែន ។ ភាពខុសគ្នានេះ អាចសង្ខេបសម្រាប់រយៈពេលនានានៅក្នុងកំណត់ត្រា ២៨ឆ្នាំ ដើម្បីកំណត់អំពីបរិមាណទឹកដែលត្រូវបានគេបង្ខាំងទុកនៅក្នុងអាងស្តុក ឬទាញយកចេញពីអាងទន្លេនៅផ្នែកខាងលើ នៃទន្លេឈៀងសែន តាមរយៈមធ្យោបាយផ្សេងៗ ។ បច្ចុប្បន្ន យើងគណនាឃើញថា បាត់កម្ពស់ទឹកទន្លេ ១២៦,៤៤ម៉ែត្រ នៅស្ថានីយទន្លេ ឈៀងសែន ក្នុងរយៈពេល ២៨ឆ្នាំនៃកំណត់ត្រា ។ នៅពេលដែលសមត្ថភាពបំលែងកម្ពស់ទឹកទៅជាបរិមាណលំហូរត្រូវបានបង្កើតឡើង យើងអាចគណនាបរិមាណទឹកដែលត្រូវបានបង្ខាំងទុក ឬបញ្ចេញនៅក្នុងអាងទន្លេផ្នែកខាងលើ ធៀបនឹងបរិមាណទឹកដែលហូរតាមធម្មជាតិ នៅក្នុងអាងទន្លេ ។

ឥឡូវនេះ ខណៈដែលយើងមានរង្វាស់ឯករាជ្យទៅលើលំហូរតាមធម្មជាតិ ព័ត៌មាននេះអាចយកទៅប្រើប្រាស់ដើម្បីធ្វើគំរូវដ្តលំហូរធម្មជាតិរបស់ទន្លេ តាមរយៈការបញ្ចេញទឹកនៅឯទំនប់ដែលនៅជិតបំផុតនឹងព្រំដែនចិន នៅពេលដែលជាធម្មតា លំហូរទឹកឡើងខ្ពស់បំផុត ។ ជាក់ស្តែង លំហូរទឹកឆ្លងកាត់ព្រំដែន អាចនឹងសម្រេចបានតាមរយៈការបញ្ចេញទឹកក្នុងអំឡុងពេលរដូវវស្សា – ឬដោយបង្ហូរចេញពីអាងស្តុកទឹក ។ អាងស្តុកអាចនឹងត្រូវបំពេញឡើងវិញ នៅក្នុងអំឡុងពេលរដូវប្រាំង ដោយបញ្ចេញទឹកដែលស្តុកទុកនៅផ្នែកខាងលើនៃទន្លេ ដោយបង្កើតបាននូវថាមពល ខណៈដែលទឹកហូរចុះមកក្រោមទៅកាន់អាងស្តុកទឹកដែលនៅជិតបំផុតទៅនឹងព្រំដែន ។ ប្រសិនបើសន្ទស្សន៍ភាពសើម ត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាមគ្គុទ្ទេសក៍សម្រាប់ការធ្វើគំរូលំហូរទន្លេ នោះសហគមន៍ទាំងអស់នៅតាមអាងទន្លេមេគង្គអាចទទួលបានផលប្រយោជន៍ពីបូរណភាពនៃទន្លេមេគង្គបានគ្រប់គ្នា (Dinar et al. ឆ្នាំ២០០៧) ។

## ឯកសារយោង


Baran E. and C. Myschowoda (2009)
Dams and Fisheries in the Mekong Basin. Aquatic Ecosystem Health & Management, 12(3):227—234, 2009.

Basist, A., Grody, N. C., Peterson, T. C., and Williams, C. N. (1998)
Using the Special Sensor Microwave / Imager to Monitor Land Surface Temperatures, Wetness, and Snow Cover, Journal of Applied Meteorology, 37(September): 888-911.

Basist, A., C. Williams Jr., N. Grody, T.F. Ross, S. Shen, A. T.C. Chang, R. Ferraro, and M.J. Menne (2001)
Using the Special Sensor Microwave imager to Monitor Surface Wetness, Journal of Hydrometeorology, 2: 297-308.

Blankespoor, B., A. Basist, A. Dinar and S. Dinar (2012)
Assessing Economic and Political Impacts of Hydrological Variability on Treaties: Case Studies of the Zambezi and Mekong Basins. Policy Research Working Paper No. 5996, World Bank, Washington, DC: 1-56.

Demirel, M.C. M. J. Booij, and A. Y. Hoekstra (2013)
Impacts of climate change on the seasonality of low flows in 134 catchments in the River Rhine basin using an ensemble of bias-corrected regional climate simulations. Hydrol. Earth Syst. Sci., 17, 4241—4257.

Dinar, A., S. Dinar, S. McCaffrey, and D. McKinney (2007)
Bridges over Water: Understanding Transboundary Water Conflicts, Negotiation and Cooperation. World Scientific Publishers. Singapore and New Jersey.

Hardy, J. P., Mary R. Albert, and Philip Marsh (1999)
Special Issue: Snow Hydrology. Hydrological Processes. Volume 13, Issue 12-13. 1719-2113

Hollinger, J. R., B. Lo, G. Poe, R. Savage, and J. Pierce (1987)
Special Sensor Microwave user's guide. Naval Research Lab Tech. Rep., Washington, DC, 119 pp.

Kollet, S. J. and Maxwell, R. M. (2006)
Integrated surface-groundwater flow modeling: A free-surface overland boundary condition in a parallel groundwater flow model. Advances in Water Resources. 29, 945—958.

Kurtz, W., He, G., Kollet, S., Maxwell, R., Vereecken, H., & Hendricks Franssen, H.-J. (2016)
TerrSysMP-PDAF (version 1.0): A modular high-performance data assimilation framework for an integrated land surface— subsurface model. Geoscientific Model Development, 9(4), 1341— 1360.

Lipper, L., et al., Climate-smart agriculture for food security. Nature Climate Change, 2014.4: p. 1068-1072, Lu X. X. Lu,
R. Y. Siew (2006)
Water discharge and sediment flux changes over the past decades in the Lower Mekong River: possible impacts of the China dams. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union, 2006, 10 (2), pp.181-195.

Meier, Philipp & Froemelt, Andreas & Kinzelbach, Wolfgang (2011)
Hydrological real-time modelling in the Zambezi river basin using satellite-based soil moisture and rainfall data. Earth Syst. Sci. Discuss. 15. 999-1008. 10.5194/hess-15-999-2011.

Neale, C.M., McFarland, M.J., and Chang, K.
Land-surface-type classification using microwave brightness temperatures from the Special Sensor Microwave/lmager. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 28, 829-838.

Plinston, D., He Daming (2000)
Water resources and hydropower in the Lancang River Basin. In: ADB and Landcare Research New Zealand 2000: Final Report for ADB TA No. 3139 PRC: Policies and strategies for sustainable development of the Lancang River Basin, pp. 235— 266.

Sattar, Muhammad Nouman and Tae-Woong Kim (2019)
Probabilistic characteristics of lag time between meteorological and hydrological droughts using a Bayesian model. Terrestrial, Atmospheric & Oceanic Sciences. Vol. 30 Issue 1, p. 709-720.

Scipal, K., Scheffler, C., & Wagner, W. (2005)
Soil moisture-runoff relation at the catchment scale as observed with coarse resolution microwave remote sensing. Hydrol. Earth syst. sci., 9, 173-183, 2005 https://doi.org/10.5194/hess-9-173-2005

Schultz. G. A. (1994)
Meso-scale modelling of runoff and water balances using remote sensing and other GIS data, Hydrological Sciences -Journal- des Sciences Hydrologiques, 39(2): 121-142.

Singh, S.K. (2007)
Use of Gamma Distribution/Nash Model Further Simplified for Runoff Modeling, Journal of Hydrologic Engineering, 12:
222.

Smakhtin V.U. (2001)
Low flow hydrology: a review. J Hydrology 240, 147-186.

Wolf, A., Kerstin S., and Marcia F., Macomber, M.F. (2003)
Conflict and Cooperation within International River Ba sins: The Importance of Institutional Capacity. Wate r Resources Update 125: 31-40.

Williams, C., Basist A., Peterson, T.C. and Grody N. (2000)

Calibration and verification of land surface temperature anomalies derived from the SSM/I. Bu ll. Amer. Meteor. Soc., 81,
2141-2156.