សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

គោលការណ៍គ្រឹះថាមពលកកើតឡើងវិញ
FUNDAMENTALS OF RENEWABLE ENERGY

បណ្ឌិត ហ៊ិន លីហួរ

ឧបត្ថម្ភដោយ

២០២១

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

មហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម

គោលការណ៍គ្រឹះថាមពលកកើតឡើងវិញ

FUNDAMENTALS OF RENEWABLE ENERGY

បណ្ឌិត ហ៊ិន លីហួរ

២០២១

រក្សាសិទ្ធ

© ឆ្នាំ ២០២១

រក្សាសិទ្ធគ្រប់យ៉ាង

គ្មានផ្នែកណាមួយនៃសៀវភៅនេះ អាចត្រូវបានថតចម្លង និងផលិតឡើងវិញ ដោយគ្មានការអនុញ្ញាតជាលាយលក្ខណ៍អក្សរពីអ្នកនិពន្ធ និងសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម។

បោះពុម្ពលើកទី១ ដោយមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ (ស.គ.ន) នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា នៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។

ទំនាក់ទំនងព័ត៌មាន:

អ្នកនិពន្ធ៖ បណ្ឌិត ហ៊ិន លីហួរ

ទូរស័ព្ទ៖ (+៨៥៥) ៩៦ ៤២៥ ២៣៧៤

អ៊ីមែល៖ hlyhour@rua.edu.kh

©. 2021 by Hin Lyhour, All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted by any process without the prior written permission from the author and the Royal University of Agriculture.

First Edition

Printed by the Research Creativity and Innovation Fund (RCI Fund) of Ministry of Education, Youth and Sport, the Kingdom of Cambodia

Enquiries about the book:

Author: Hin Lyhour

Mobile phone: (+855) 96 425 2374

Email: hlyhour@rua.edu.kh

បុព្វកថា

ដំណើរអភិវឌ្ឍនៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជានៅក្នុងយុគសម័យទំនើបនេះ ជាមេរៀនដ៏ជោគជ័យបំផុតមួយ ដែលចាប់ឫសគល់ចេញពីការបញ្ចប់របបប្រល័យពូជសាសន៍ ការបញ្ចប់សង្គ្រាម ការផ្សះផ្សារជាតិ ការកសាងមូលដ្ឋានរឹងមាំនៃសន្តិភាពនិងស្ថេរភាព និងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច។ នៅក្រោយពេលដែលសន្តិភាពត្រូវបានកើតឡើងដោយបរិបូណ៌នៅឆ្នាំ១៩៩៨ កម្ពុជាទទួលកំណើនសេដ្ឋកិច្ចខ្ពស់ គឺប្រមាណ៨% ក្នុងមួយឆ្នាំ។ លើសពីនេះទៀត អត្រានៃភាពក្រីក្រត្រូវបានកាត់បន្ថយពីប្រមាណ៥៣% នៅឆ្នាំ២០០៤ មកនៅទាបជាង១០% នៅឆ្នាំ២០១៩។ ដំណើរនៃការអភិវឌ្ឍជាតិជាសកម្មភាពដែលបន្តទៅមុខជាប់ជានិច្ច ហើយគោលនយោបាយថ្មីៗដែលមានលក្ខណៈអន្តរវិស័យគ្រប់ដណ្តប់ក៏កំពុងលេចរូបរាងឡើង ដើម្បីតម្រង់ទិសកម្ពុជាឆ្ពោះទៅកាន់ប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលមធ្យមកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ២០៣០ និងឈានឡើងជាប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ នៅឆ្នាំ២០៥០។ ការប្រែប្រួលឆាប់រហ័សនៃនិម្មាបនកម្មពិភពលោកនិងតំបន់ រួមទាំងទំនាក់ទំនងភូមិសាស្ត្រនយោបាយ បានផ្តល់កាលានុវត្តភាពសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលចាត់ទុកជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា។ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបាន និងកំពុងបន្តពង្រឹងនិងអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំឆ្ពោះទៅរកការស្រាវជ្រាវនិងនវានុវត្តន៍ ដើម្បីពង្រឹងសមត្ថភាពនិងជំនាញរបស់ធនធានមនុស្សនៅកម្ពុជា ឱ្យស្របទៅនឹងបរិបទថ្មីនៃការអភិវឌ្ឍ ជាពិសេសការពង្រឹងសហគ្រិនភាពក្នុងការរៀបចំម៉ូដែលធុរកិច្ចថ្មីៗ។ ដើម្បីចាប់យកកាលានុវត្តភាពពីបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ និងសេដ្ឋកិច្ចឌីជីថលដែលកំពុងផុសផុលឡើង ប្រព័ន្ធអេកូឡូហ្ស៊ីដែលបង្កលក្ខណៈអំណោយផលដល់ការបង្កើតថ្មី នវានុវត្តន៍ ការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ត្រូវតែមានការកែលម្អ។

បណ្តាប្រទេសនៅទ្វីបអាស៊ីកំពុងនាំមុខក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ដោយមានភាគហ៊ុនប្រមាណ៤៤% នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក។ ប្រទេសចិនកំពុងបន្តកសាងហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនៃការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ក៏ដូចជាសមត្ថភាពមនុស្ស។ ផ្ទុយទៅវិញ ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូងនិងអាហ្វ្រិក កំពុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីការវិនិយោគនេះ ហើយជាលទ្ធផលប្រទេសទាំងនោះក៏ពុំមានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចគួរឱ្យកត់សម្គាល់ដែរ។ ទុនវិនិយោគសរុបលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍរបស់ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូនិងអាហ្វ្រិក មានប្រមាណ៥%នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក ក្នុងពេលដែលតំបន់ទាំង២នេះមានប្រជាជនប្រមាណ២០%នៃប្រជាជនពិភពលោក។ ប្រទេសចំនួន៦ដែលមានលំដាប់ខ្ពស់ជាងគេនៅក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ រួមមានសហរដ្ឋអាមេរិក ចិន ជប៉ុន អាល្លឺម៉ង់ ឥណ្ឌា និងកូរ៉េខាងត្បូង ដែលស្មើនឹងប្រមាណ៧០%នៃទុនវិនិយោគសរុបរបស់ពិភពលោក។

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយរបៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួតប្រជែងក្នុងយុគសម័យបដិវត្តឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះ

ចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជា ត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលមនុញ្ញផល និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ ២០០២នូវបម្លាស់ប្តូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ច ពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម និងធនធានអតិកម្ម (Labour and Resource Based Economy) ទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិ (Knowledge Based-Economy) ដែលក្នុងន័យនេះ ពុទ្ធិគឺជាគន្លឹះនៃការអភិវឌ្ឍ។ អាស្រ័យហេតុនេះនៅលើគន្លងដែលកម្ពុជាកំពុងធ្វើដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចឌីជីថល សង្គមកម្ពុជាត្រូវតែមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ជ្រើសរើស បន្សាំ បង្កើតមុខរបរ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិ ដើម្បីរក្សានិរន្តរភាពនៃកំណើន និងកែលម្អជីវភាពរស់នៅ។ សមត្ថភាពទាំងនេះ អាចកើតឡើងនៅពេលពលរដ្ឋកម្ពុជាមានឱកាសក្នុងការទទួលបានបទពិសោធន៍ពីការស្រាវជ្រាវ ការបណ្តុះគំនិតច្នៃប្រឌិត និងការស្វែងរកនវានុវត្តន៍។

កំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ គឺជាការត្រួសត្រាយមាគ៌ាសម្រាប់ដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ និងប្រជាពលរដ្ឋប្រកបដោយភាពរស់រវើក។ តាមរយៈមូលដ្ឋានអប់រំ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិនឹងប្រមូលផ្តុំ បង្កើត និងចែករំលែក ទៅកាន់សមាជិកក្នុងសង្គមនូវសម្បទាអប់រំ ពិសេសគឺពុទ្ធិសម្បទាក្នុងបុព្វហេតុនៃមនុស្សជាតិនិងឧត្តមប្រយោជន៍នៃប្រទេស។ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ គឺពុំគ្រាន់តែជាសង្គមដែលសម្បូរព័ត៌មានប៉ុណ្ណោះទេ តែជាសង្គមដែលប្រជាពលរដ្ឋអាចធ្វើបរិវត្តកម្មពីព័ត៌មានទៅជាមូលធនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។ ការរីកចម្រើនទៅមុខជាលំដាប់នៃបច្ចេកវិទ្យានិងតំណភ្ជាប់ បានពង្រីកព្រំដែននៃការចូលទៅកាន់ និងការទទួលបានព័ត៌មានជាសកល ហើយដែលក្នុងន័យនេះ ការអប់រំនឹងបន្តវិវត្តទៅមុខនិងមានការផ្លាស់ប្តូរ។ សង្គមមួយដែលមានអំណាន និងរបាប់ជាបុរេលក្ខខណ្ឌនៃជីវភាពប្រចាំថ្ងៃនៃប្រជាពលរដ្ឋ ពេលនោះបំណិននៃអំណាន និពន្ធ និងការគណនាលេខនព្វន្ត គឺជាចលករនៃការរៀនរបស់សិស្ស។ ជាតុដ៏ចម្បងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងការកសាងសង្គមដែលប្រកបដោយពុទ្ធិគឺសៀវភៅសិក្សា ហើយការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សាជាប្រចាំ គឺជានវានុវត្តន៍នៃវិស័យអប់រំដែលនាំទៅរកការសិក្សាពេញមួយជីវិត ការអភិវឌ្ឍសម្បទាអប់រំ និងការចែករំលែកចំណេះដឹង។ មូលដ្ឋានអប់រំ ជាពិសេសគឺគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាត្រូវមានតួនាទីដែលប្រកបដោយការឆ្លើយតប ចំពោះតម្រូវការខាងលើនេះ។ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំត្រូវបន្តសិក្សាជាប់ជានិច្ច តាមរយៈការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ហើយដែលសៀវភៅសិក្សាទាំងនេះនឹងក្លាយជាស្ពាននៃទំនាក់ទំនងរវាងនវានុវត្តន៍នៃបច្ចេកវិទ្យា និងការរៀននិងបង្រៀននៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិ ក៏ជាសង្គមដែលបណ្តុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិស្វកម្មអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិកនិងសារគមនាគមន៍ឌីជីថលនៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរេខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ទនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជាច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក។ លក្ខណៈសម្បត្តិ

នៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ មជ្ឈមណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណាធិបតេយ្យ និងជាពិសេសគឺការបណ្តុះវប្បធម៌អំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការរីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមានសន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅនៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ក្នុងមួយឆ្នាំ មានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរនិងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន៤៤០ពាន់ ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន៣០៥ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន១២០ពាន់ចំណងជើង។

ខណៈពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាកំពុងរីកចម្រើនជារៀងរាល់ថ្ងៃ មធ្យោបាយសម្រាប់អំណានក៏មានច្រើនជម្រើសសម្រាប់សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជន រួមមានការអានសៀវភៅ ការអានលើឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិក ការអានដោយប្រើទូរសព្ទវៃឆ្លាត និងការអានលើកុំព្យូទ័រ ដែលសុទ្ធសឹងជាមធ្យោបាយសំខាន់ៗដែលនាំអ្នកអានទាំងឡាយឱ្យសម្រេចគោលបំណងអានរបស់ខ្លួន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អំណានដោយប្រើមធ្យោបាយបច្ចេកវិទ្យាទំនើប ចំណាយពេលតិច ងាយស្រួលអាន និងជួយដល់បរិស្ថានមួយកម្រិតទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជនកម្ពុជាដែលស្រឡាញ់អំណានកំពុងតែប្រើប្រាស់មធ្យោបាយអំណានទាំងនេះ។ បើយើងក្រឡេកមើលទៅប្រទេសជឿនលឿន ទោះបីជាបច្ចេកវិទ្យារីកចម្រើនខ្លាំងយ៉ាងណា អំណានតាមរយៈសៀវភៅនៅតែមានសន្ទុះដដែល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាអានបែបទំនើបតាមរយៈឧបករណ៍ទំនើប អាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃធនធានអប់រំឌីជីថល និងមាតិកាឌីជីថលគ្រប់គ្រាន់ដែលបានផលិត និងបង្ហោះចែកចាយសម្រាប់អំណាន។

ក្នុងបរិបទកម្ពុជា ជាពិសេសក្នុងបរិការណ៍នៃការផ្ទុះរីករាលដាលនៃជំងឺកូវីដ-១៩ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានជំរុញឱ្យមានបរិវត្តកម្មឌីជីថលនៅក្នុងអេកូស៊ីស្តែមនៃការអប់រំ ជាពិសេសការអប់រំតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិកនិងការអប់រំពីចម្ងាយ ដើម្បីលើកកម្ពស់អំណាន តាមរយៈការផលិតមាតិកាឌីជីថលដែលមានភាពចំរុះ ការកសាងសមត្ថភាពផ្នែកតំណភ្ជាប់និងវេទិកាឌីជីថល ការពង្រីកវិសាលភាពនៃមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ និងការលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការផលិតធនធានអប់រំឌីជីថល គួបផ្សំជាមួយការចែកសន្លឹកកិច្ចការឱ្យសិស្សយកទៅរៀននៅផ្ទះ និងការចុះទៅជួបជាមួយសិស្សជាបណ្តុំនៅតាមសហគមន៍។ ក្នុងន័យលើកកម្ពស់អំណាន និងភាពសម្បូរបែបនៃធនធានសៀវភៅសិក្សា ឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាពនិងភាពសក្តិសិទ្ធិ និងផ្តល់ឱកាសអំណានកាន់តែច្រើនថែមទៀតដល់សិស្សានុសិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជន ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាលើកទឹកចិត្តនូវចំណុចមួយចំនួនដូចខាងក្រោម៖

១. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែមទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជាខេមរភាសា

២. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ
៣. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀនបង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
៤. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថលជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
៥. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលវេលាដើម្បីអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌និងអកប្បកិរិយាអំណានជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
៦. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែច្រើនថែមទៀត ជាពិសេសការលៃលកចំណាយនៅក្នុងគ្រួសារសម្រាប់ការទិញសម្ភារៈសិក្សា សៀវភៅអាន និងឧបករណ៍សម្រាប់អំណានដល់កូនៗ ដែលចាត់ទុកជាការវិនិយោគមួយដ៏សំខាន់ សម្រាប់ បង្កើនចំណេះដឹង និងអនាគតរបស់ពួកគេ។

ដោយមានការគាំទ្រពីក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ នៅឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា “មូលនិធិ ស.គ.ន.” និងហៅជាភាសាអង់គ្លេសថា The Research Creativity and Innovation Fund ដែលហៅកាត់ជាភាសាអង់គ្លេសថា “RCI Fund”។ គោលដៅចម្បងនៃមូលនិធិនេះ គឺរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្ត ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភាវូបនីយកម្ម។ មូលនិធិ ស.គ.ន. បានសម្រេចកំណត់ប្រធានបទ ជាអាទិភាពសម្រាប់ការគាំទ្រដោយមូលនិធិចំនួន៣ រួមមានឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.0 (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យសតវត្សទី២១ (21st Century Pedagogy Research)។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅ នៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិសម្រាប់ឆ្នាំ ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា (Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា គឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូនដល់និស្សិត

ដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀត ការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

១. ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិតនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា

២. លើកកម្ពស់ទំនើបភាវូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវនៅលើមុខវិជ្ជា កម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់

៣. បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់បានៈសាស្ត្រាចារ្យ និងអ្នកស្រាវជ្រាវ

៤. រួមចំណែកដល់ការកសាងភាពជាសហគមន៍វិជ្ជាជីវៈ ការចែករំលែកបទពិសោធន៍ និងវប្បធម៌នៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានវាយតម្លៃខ្ពស់ចំពោះការបោះជំហានប្រកបដោយមនសិការវិជ្ជាជីវៈនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងបុគ្គលិកអប់រំទាំងអស់ ក្នុងការរៀបចំ រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រឹងសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូននិស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សាជាផ្នែកមួយនៃការទទួលស្គាល់គុណភាពអប់រំនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងជាធនធានសិក្សាដែលជាមូលដ្ឋានមួយដ៏សំខាន់ ក្នុងការគាំទ្រដល់ការបង្រៀន និងរៀន ហើយត្រូវមានបរិមាណគ្រប់គ្រាន់ ឆ្លើយតបទៅនឹងកម្មវិធីអប់រំ និងតម្រូវការសិក្សាស្រាវជ្រាវ។ ជាគោលការណ៍ គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាទាំងអស់ ត្រូវមានសៀវភៅសិក្សាដែលប្រើជាគោលសម្រាប់មុខវិជ្ជានីមួយៗ។ ចំនួនសៀវភៅសិក្សាដែលគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការស្រាវជ្រាវ និងការសិក្សារបស់និស្សិត ត្រូវមានយ៉ាងតិចមួយចំណងជើងក្នុងមួយមុខវិជ្ជា ហើយត្រូវតម្កល់យ៉ាងតិច២ច្បាប់នៅក្នុងបណ្ណាល័យ ឬអាចរកបានតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា លើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតជូនដល់គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលបានស្នើសុំថវិកាមូលនិធិ ស.គ.ន រួច សូមចូលរួមបន្ថែមទៀតដើម្បីបង្កើនចំនួនចំណងជើងសៀវភៅ។ ចំណែកគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលពុំទាន់បានដាក់ពាក្យស្នើសុំថវិកាមូលនិធិ ដើម្បីរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា សូមរួសរាន់ចូលរួមដើម្បីជាគុណប្រយោជន៍ដល់តម្រូវការដ៏ទទូចនិងថ្លៃថ្លានៃនិស្សិតកម្ពុជាក្នុងការសិក្សា និងស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

សេចក្តីបញ្ជាក់
នៃមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សៀវភៅសិក្សានេះជាលទ្ធផលនៃការស្នើសុំអនុវត្តថវិកាមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ក្នុងគម្រោងរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សានេះ ត្រូវបានរៀបរៀង និពន្ធ ឬកែលម្អដោយមានការធានាអះអាងថាជាស្នាដៃរបស់អ្នកនិពន្ធផ្ទាល់ និងបានឆ្លងកាត់ត្រួតពិនិត្យ ផ្តល់យោបល់ និងវាយតម្លៃដោយក្រុមប្រឹក្សាអប់រំ ក្រុមប្រឹក្សាស្រាវជ្រាវ ឬក្រុមប្រឹក្សាដែលមានតម្លៃស្មើនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងតាមរយៈកិច្ចសន្យាដែលបានធ្វើឡើង និងដែលបានតម្កល់ទុកនៅមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។ រាល់ខ្លឹមសារ ការបកស្រាយ ឬរូបភាព ដែលមាននៅក្នុងសៀវភៅនេះ គឺជាជំហរនិងទស្សនៈផ្ទាល់របស់អ្នកនិពន្ធ ហើយពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាឡើយ។

ឧទ្ទិសកថា

កូនសូមឧទ្ទិសនូវអំណរអរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅផងដែរ ចំពោះវិញ្ញាណក្ខន្ធ លោកឪពុក **គង់ ហៀក** ដែលបានផ្ដល់កំណើតឱ្យរូបកូន និងសតិបញ្ញា ភ្លឺថ្លា ឈ្លាសវៃ ដែលបានបីបាច់ថែរក្សារូបកូនកន្លងមក ជាពិសេសជាងនេះទៅទៀត ព្រមទាំងជីដូនជីតា បុព្វបុរសខ្មែរ អ្នកស្នេហាជាតិ ដែលបានបាត់បង់ជីវិត ដើម្បីបុព្វហេតុជាតិមាតុភូមិ និងអស់លោកអ្នកប្រាជ្ញ បណ្ឌិត កវី បញ្ញវន្ត អ្នកនិពន្ធខ្មែរ ដែលបានបន្សល់ទុកនូវស្នាដៃ និងបទពិសោធន៍ល្អៗជាច្រើនឥតគណនាដល់កូនខ្មែរជំនាន់ក្រោយបានសម្រាប់សិក្សាស្រាវជ្រាវ។

ខ្ញុំសូមបួងសួងឱ្យវិញ្ញាណក្ខន្ធអស់លោកទាំងអស់បានទៅកើតនៅ ក្នុងសុគតិភពដែលជួបប្រទះតែនឹងសេចក្ដីសុខ សេចក្ដីចម្រើន និងមានចំណេះវិជ្ជាខ្ពង់ខ្ពស់គ្រប់ៗជាតិ។

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

សៀវភៅ "គោលនយោបាយសារពើពន្ធ និងរូបិយវត្ថុ" នេះអាចប្រសូត្រចេញបានក៏ដោយសារតែមានការចូលរួម និងការផ្តល់វិភាគទានយ៉ាងធំធេងពីបណ្តាអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ និងឥស្សរជនដែលមានបទពិសោធន៍នៅក្នុងផ្នែកស្រាវជ្រាវកសិកម្មជាច្រើនរូប។

ខ្ញុំសូមថ្លែងអំណរគុណជាអនេកប្បការដល់ការពិនិត្យ និងផ្តល់ជាមតិល្អៗក្នុងការរៀបចំសៀវភៅនេះដោយៈ

- ឯកឧត្តមសាស្ត្រាចារ្យបណ្ឌិត **ង៉ោ ប៊ុនថាន** សាកលវិទ្យាធិការនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម ក៏ដូចជាអង្គភាពសាមុី(សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម)
- ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា និងមូលនិធិស្រាវជ្រាវគំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍
- ឯកឧត្តម **សាន វឌ្ឍនា** អនុរដ្ឋលេខាធិការនៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
- មជ្ឈមណ្ឌលបច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានវិទ្យាជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ
- អ្នកផ្តល់យោបល់ ក៏ដូចជាអ្នកផ្តល់ឯកសារយោង
- គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ លោកមាន ចន្ទ មករា ដែលបានជួយពិនិត្យមើលលើការងារសសេរ។ ក្រុមគ្រួសារអ្នកនិពន្ធ ។ល។
- ក្រុមគ្រួសារអ្នកនិពន្ធ

ដែលបានជួយផ្ទៀងផ្ទាត់អក្ខរាវិរុទ្ធ និងឃ្លាប្រយោគ ការវាយអត្ថបទ ការរចនារូបភាព ដ្យាក្រាម និងក្រាហ្វិចមួយចំនួនតាមកម្មវិធីកុំព្យូទ័រសម្រាប់ជាឧទាហរណ៍នៅក្នុងការគណនា និងវិភាគទិន្នន័យនៅក្នុងវិធីសាស្ត្ររៀបចំការពិសោធន៍ផ្សេងៗ។

អារម្ភកថា

ការពឹងផ្អែកលើហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈជាប្រភពថាមពល មានផលប៉ះពាល់លើបរិស្ថាន និងជីវិតរស់នៅប្រចាំថ្ងៃរបស់មនុស្សជាតិ។ ផលប៉ះពាល់ទាំងនេះមានឥទ្ធិពលលើកសិកម្ម និងទឹក មច្ឆាជាតិ សុខភាព និងសេដ្ឋកិច្ច។ ការប្រើប្រាស់ជម្រើសថាមពលកកើតឡើងវិញជាផ្នែកមួយក្នុងការកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈ និងការបន្ថយផលប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថាន។ សៀវភៅនេះមានចំនួន ៥ ជំពូក ដោយផ្តោតលើខ្យល់បក់ ចលនាខ្យល់ និងការគណនាល្បឿនខ្យល់បានងាយ ការគណនាថាមពលខ្យល់ លក្ខណៈពន្លឺរបស់ព្រះអាទិត្យ និងប្រភេទកាំរស្មី។ បច្ចេកទេសសម្រាប់ទាញយកកម្តៅព្រះអាទិត្យសម្រាប់សង្ងួតផលិតផលក៏ត្រូវបានពន្យល់លម្អិតផងដែរនៅក្នុងជំពូកនេះ ដោយបន្ថែមការរៀបចំប្រព័ន្ធផ្ទាំងសូឡាសម្រាប់ផលិតអគ្គិសនីពីកាំរស្មីព្រះអាទិត្យ លក្ខណៈបច្ចេកទេសរបស់ប្រភេទទំនប់វារីអគ្គិសនី ការផលិតអគ្គិសនីដោយសិក្សាលើរំហូររបស់ទឹក និងកម្ពស់ទឹកធ្លាក់ រួមទាំងប្រភេទតួប៊ីនផ្សេងៗសម្រាប់ផលិតអគ្គិស

ជំពូកនេះបង្ហាញដល់អ្នកអានអំពីដំណើរការផលិតជីវឧស្ម័ន និងប្រភេទឧស្ម័នដែលមាននៅក្នុងជីវឧស្ម័នទាំងនេះ។ វាក៏បង្ហាញពីលក្ខខណ្ឌសមស្របសម្រាប់ផលិតជីវឧស្ម័ន និងការចម្រោះទឹក រួមទាំងឧស្ម័នពុំចាំបាច់ចេញ សម្រាប់បង្កើនប្រសិទ្ធភាពរបស់វា។ អ្នកអានក៏អាចស្វែងយល់ពីប្រភេទសមាសធាតុសរីរាង្គ ដូចជាលាមកសត្វ និងកាកសំណល់ពីទីលានចាក់សម្រាប់ ដែលមានលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ការផលិត។

ខ្ញុំបាទនឹងរង់ចាំទទួលនូវការរិះគន់កែលំអរក្នុងន័យស្ថាបនា ដើម្បីធ្វើឱ្យឯកសារនេះកាន់តែសុក្រិតថែមទៀត។ ខ្ញុំបាទសូមអភ័យទោសដល់លោក លោកស្រី ប្រជាពលរដ្ឋទាំងអស់ ព្រមទាំងមិត្តអ្នកអានទាំងអស់ផងដែរ ប្រសិនបើមានការខុសឆ្គងដោយ អចេតនាក្នុងការប្រើឃ្លា ប្រយោគ ឬកំហុសអក្ខរាវិរុទ្ធ ដែលមាននៅក្នុងសៀវភៅនេះ។

ខ្ញុំបាទសូមជូនពរ ដល់អស់លោក លោកស្រី អ្នកនាង ព្រមទាំងមិត្តអ្នកអានទាំងអស់ជួបតែនឹងសេចក្តីសុខ និងសុភមង្គលគ្រប់ពេលវេលា។

ថ្ងៃ..................ខែ..............ឆ្នាំឆ្លូវ ត្រីស័ក ព.ស ២៥៦៥

រាជធានីភ្នំពេញថ្ងៃទី......... ខែ............គ.ស ២០២១

អ្នកនិពន្ធ

បណ្ឌិត ហ៊ិន លីហួរ

អ្នកនិពន្ធ

គោត្តនាម និងនាម ៖ ហ៊ិន លីហួរ

អាសយដ្ឋាន ៖ ភូមិតាឡី សង្កាត់ដង្កោ ខណ្ឌដង្កោ រាជធានីភ្នំពេញ

ស្ថាប័នការងារ ៖ សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

ឯកទេស ឬមុខជំនាញ ៖ វិស្វកម្មកសិកម្ម

ប្រវត្តិការសិក្សា ៖
- ២០១៧-២០២១ ថ្នាក់បណ្ឌិត ជំនាញវិស្វកម្មកសិកម្ម សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- ២០១១-២០១២ ថ្នាក់បរិញ្ញាជាន់ខ្ពស់ ជំនាញសេដ្ឋកិច្ចជនបទ និងសង្គមវិទ្យា សាកលវិទ្យាល័យកសិកម្មហាណូយ
- ២០០៥-២០១០ ថ្នាក់បរិញ្ញា ជំនាញបច្ចេកវិទ្យា និងគ្រប់គ្រងកសិកម្ម សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

បទពិសោធន៍ការងារ ៖
- ២០១៧- បច្ចុប្បន្ន ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់ម៉ាស៊ីនកសិកម្ម នៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្មកសិកម្ម សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- ២០១៥-២០១៧ គ្រូបង្រៀន និងអ្នកស្រាវជ្រាវ នៃមហាវិទ្យាល័យវិស្វកម្ម កសិកម្ម សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម
- ២០១២-២០១៥ មន្ត្រីនៃការិយាល័យសហប្រតិបត្តិការ និងទំនាក់ទំនង អន្តរជាតិ សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទកសិកម្ម

មាតិកា

ទំព័រ

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ i

អារម្ភកថា ii

អ្នកនិពន្ធ iii

មាតិកា iv

ជំពូក ១ បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ និងថាមពលកកើតឡើងវិញ

មេរៀនទី ១ អ្វីជាបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ?

១. ការប្រើប្រាស់ថាមពល ១

១.១ និយមន័យនៃបម្រែបម្រួលអាកាធាតុ ៣

១.២ ឥទ្ធិពលផ្ទះកញ្ចក់ ៣

១.៣ ឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ ៤

២. ផលប៉ះពាល់នៃបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុនៅកម្ពុជា ៦

២.១ ផលប៉ះពាល់មកលើសុខភាព ៨

២.២ ផលប៉ះពាល់មកលើកសិកម្ម និងទឹក ៩

៣. វិធានការឆ្លើយតបនឹងបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ ១១

៤.ថាមពលកកើតឡើងវិញ ១២

៥. អត្ថប្រយោជន៍នៃថាមពលកកើតឡើងវិញ ១២

ជំពូក ២ ថាមពលខ្យល់

មេរៀនទី ១ លក្ខណៈរបស់ខ្យល់

១. សេចក្តីផ្តើម ១៤

១.១ ប្រវត្តិនៃការប្រើប្រាស់ថាមពលខ្យល់ ១៤

២. ប្រភពខ្យល់ ១៤

៣. ចលនាខ្យល់ ១៥

៤. ល្បឿនខ្យល់ ១៦

មេរៀនទី ២ ប្រភេទ និងការរចនាកង្ហារខ្យល់

១. ប្រភេទកង្ហារខ្យល់ ២០

១.១ កង្ហារខ្យល់វិលតាមអ័ក្សបញ្ឈរ ២០

១.២ តួប៊ីនដែលមានអ័ក្សដេក និងអ័ក្សបញ្ឈរ ២១

មេរៀនទី ៣ គោលការណ៍នៃអនុភាពខ្យល់

១ ផ្ទុកថាមពលស៊ីនេទិច ២៣

២. ដង់ស៊ីតេអនុភាពខ្យល់ ២៤

៣. ប្រសិទ្ធភាពអនុភាពខ្យល់ ២៥

ជំពូក ៣ ថាមពលព្រះអាទិត្យ

មេរៀនទី ១ លក្ខណៈនៃពន្លឺព្រះអាទិត្យ

១. សេចក្តីផ្តើម.. ២៧

២. ព្រះអាទិត្យ.. ២៨

៣. ចលនារបស់ផែនដី.. ២៩

៣.១ កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ.. ៣១

៤. ចលនារបស់ផែនដី ៣២

៥. ទីតាំងជៀបនៃព្រះអាទិត្យ ឬម៉ាសខ្យល់.. ៣៣

៦. អនុភាពព្រះអាទិត្យ ៣៤

មេរៀនទី ២ ការផ្ទេរ និងស្រូបកម្តៅ

១. ការផ្ទេរកម្តៅ ៣៦

៣.២ ការផ្ទេរកម្តៅដោយអង្គធាតុរាវ និងឧស្ម័ន (Convection).. ៣៨

៣.៣ ការផ្ទេរកម្តៅដោយកាំរស្មី (Radiation) ៤០

២. ឧបករណ៍ស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យ.. ៤១

មេរៀនទី ៣ អគ្គិសនីកម្មនៃពន្លឺព្រះអាទិត្យ

១ ផ្ទាំងកញ្ចក់សូឡា ៤៥

២ ប្រភេទនៃផ្ទាំងសូឡា ៤៥

៣ ភាពដូចគ្នារវាងប្រព័ន្ធផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យ និងការត្រង់ទឹកភ្លៀង......................................៤៨

៤ ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធសូឡា ៤៩

៥ .អ្វីទៅជាលទ្ធផលអគ្គិសនីដែលផលិតបាន..៥០

៦. ការភ្ជាប់ផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យដែលមានលក្ខណៈដូចគ្នា ៥២

៧ ការតំរៀបផ្ទាំងសូឡា... ៥៣

៨ អាគុយ ៥៥

៩ ឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យចរន្ត ៥៥

១០ អាំងវែទ័រ ៥៦

មេរៀនទី៤. វារីអគ្គិសនី

១ តើអ្វីទៅជាវារីអគ្គិសនី ? ៥៧

២ ប្រវត្តិថាមពលវារីអគ្គិសនី.. ៥៧

៣ ការគណនាបរមាណអានុភាពបានការ...៥៨

៤ តើទំនប់វារីអគ្គិសនីដំណើរយ៉ាងដូចម្ដេច ? ៦០

៥ ប្រភេទតួប៊ីនវារីអគ្គិសនី ៦២

៥.១ តួប៊ីនប្រតិកម្ម ៦២

៥.២ តួប៊ីនស្លាបចក្រ.. ៦២

៥.៣ តួប៊ីនជម្រុញ ៦៤

៦ ប្រភេទរោងចក្រវារីអគ្គិសនី..៦៥

៦.១ រោងចក្រវារីអគ្គិសនីដោយបង្ខាំងទប់ទឹក ៦៦
៦.២ រោងចក្រវារីអគ្គិសនីដោយបង្វែរ ៦៦
៦.៣ រោងចក្រវារីអគ្គិសនីបូមស្តុកទឹក ៦៧
៦.៤ ទំហំរោងចក្រវារីអគ្គិសនី ៦៧
៦.៥ ហេតុអ្វីត្រូវប្រើថាមពលវារីអគ្គិសនី...៦៨

ជំពូក ៦ ជីវឧស្ម័ន

មេរៀនទី ១ គោលការណ៍នៃការផលិតជីវឧស្ម័ន

១ ប្រវត្តនៃការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័ន ៧០
២. មេតាន ៧១

មេរៀនទី ២ លក្ខណៈរបស់សំណល់សរីរាង្គ

១. វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នក្នុងផ្នែកកសិកម្ម ៧៣
២. កាកសំណល់រុក្ខជាតិ (ដំណាំ) ៧៣
៣. ដំណាំថាមពល ៧៤
៤. លាមកសត្វ... ៧៥
៥. ប៉ារ៉ាម៉ែត្រសម្រាប់ចំណីឡ...៧៧
៧. សំណល់សរីរាង្គ.. ៧៩
៨. ដំណើរការនៃការលាយរបស់លាមកសត្វ ៨១
៨. លាមកសត្វ..៨១
៩. ប្រភេទវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន.. ៨២
១០. វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នក្នុងផ្នែកកសិកម្ម ៨៣
១១. គោលការណ៍នៃឡជីវឧស្ម័ន..៨៤
១២. សមាសធាតុប៉ះពាល់ដល់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន...៨៤
១៣. ចំណីឡជីវឧស្ម័នពីឧស្សាហកម្ម ៨៥

២.៨ លក្ខណៈនៃចំណីឡជីវឧស្ម័ន..៨៦

១៤. និរន្តភាព និងភាពអាចរកបាន ៨៦

១៥. ការរំលាយ ៨៧

១៦. ភាពមិនសុទ្ធនៃចំណីឡ និងផលប៉ះពាល់.. ៨៧

១៧. អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ...៨៩
១៧.១ ផលប៉ះពាល់របស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួមកលើមនុស្ស..៨៩
១៧.២ ផលប៉ះពាល់របស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួមកលើគ្រឿងម៉ាស៊ីន......................................៩០

មេរៀនទី ៣ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់

១ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន ៩២

២ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន...៩៥

៣ ការប្រើចង្ក្រានឧស្ម័នសំរាប់ការចំអិនអាហារ...៩៥

៤ ការប្រើប្រាស់អំពូលសំរាប់បំភ្លឺ ៩៦

៤ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ.. ៩៧

មេរៀនទី ៤ ឡគ្របតង់ប្រភេទសាមញ្ញ

១. លក្ខណៈបច្ចេកទេស និងដំណើរការ.. ១០០

២. លក្ខណៈរបស់ទឹកសម្អុយ ១០០

៣. ផ្នែកសំខាន់ៗ នៃឡគ្របតង់សាមញ្ញ ១០១

៤. ការសាងសង់ឡគ្របតង់...១០២

៥. ឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មី.. ១០៦
៥.១ សារតានៃឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មី ១០៦
៥.២ ការសាងសង់ឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មី ១០៨
៥.៣ ការជួសជុល ថែទាំ ១១០

ជំពូក ១ បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ និងថាមពលកកើតឡើងវិញ

មេរៀនទី ១ អ្វីជាបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ?

១. ការប្រើប្រាស់ថាមពល

បរិយាកាសនៅលើសាកលលោកកំពុងមានការប្រែប្រួល ហើយវាបង្កឲ្យមានគ្រោះថ្នាក់ធ្ងន់ធ្ងរដល់ប្រព័ន្ធអេកូឡូស៊ី សុខភាពមនុស្ស និងសេដ្ឋកិច្ច។ តាមការវាយតម្លៃថ្មីៗរបស់ទីភ្នាក់ងារបរិស្ថានអឺរ៉ុបស្តីពីបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ ផលប៉ះពាល់ និងភាពងាយរងគ្រោះនៅក្នុងទ្វីបអឺរ៉ុប ឆ្នាំ ២០១៦ បានបង្ហាញថាតំបន់ជាច្រើនកំពុងប្រឈមនឹងបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ ដូចជាកំណើននីវ៉ូទឹកសមុទ្រ ធាតុអាកាសប្រែប្រួលខ្លាំង ទឹកជំនន់ គ្រោះរាំងស្ងួត និងព្យុះ។

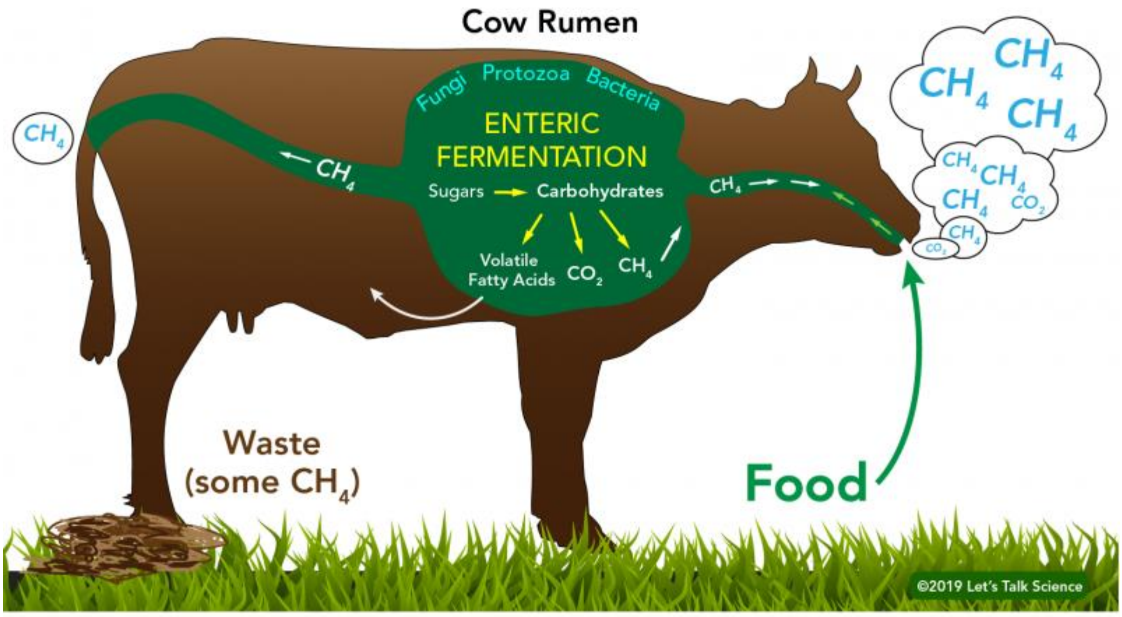
បម្រែបម្រួលទាំងនេះកំពុងកើតមានឡើង ពីព្រោះឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ត្រូវបានបំភាយទៅក្នុងបរិយាកាស ដោយសារសកម្មភាពរបស់មនុស្សទូទាំងពិភពលោក ដូចជាការដុតហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈសម្រាប់ផលិតអគ្គិសនី ការដុតកម្តៅប្រើប្រាស់ និងការដឹកជញ្ជូន។ ចំហេះក្នុងនសហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈក៏បានបញ្ចេញភ្នាក់ងារបំពុលខ្យល់ដែលបង្កគ្រោះថ្នាក់ដល់បរិស្ថាន និងសុខភាពមនុស្សផងដែរ។ នៅទូទាំងសាកលលោក ការប្រើប្រាស់ថាមពលគឺជាប្រភពបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ធំបំផុតដោយសារសកម្មភាពមនុស្ស ហើយប្រហែលជា ២/៣ នៃការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ទាំងអស់មានទំនាក់ទំនងដោយផ្ទាល់ទៅនឹងការដុតហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈក្នុងឆ្នាំ ២០១៥ (EEA, 2021)។

ក្រៅពីដុតហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈសម្រាប់ជាប្រភពថាមពល ការកាប់បំផ្លាញព្រៃឈើក៏បានរួមចំណែកយ៉ាងខ្លាំងដល់បម្រែបម្រួលបរិយាកាស។ ព្រៃឈើមានតួនាទីចំបងសម្រាប់ស្រូបឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) នៅពេលថ្ងៃសម្រាប់ធ្វើរស្មីសំយោគ ដោយមានការចូលរួមពីវត្តមានទឹក និងពន្លឺព្រះអាទិត្យ ក្នុងការផលិតជាថាមពលសម្រាប់ចិញ្ចឹមសរីរាង្គកាយ។ ទន្ទឹមគ្នានេះដែរ ការធ្វើរស្មីសំយោគក៏បានផលិតកាបូនីដ្រាតក្នុងទម្រង់ជាគ្លុយកូល ($C_6H_{12}O_6$) និងបំភាយឧស្ម័នអ៊ុកស៊ីសែនទៅក្នុងបរិយាកាស។ នៅពេលយប់ រុក្ខជាតិបញ្ចេញ CO_2 ប្រមាណជាពាក់កណ្តាលដែលបានស្រូបពីថ្ងៃទៅក្នុងបរិយាកាលវិញទៅតាមយន្តការមួយ ដែលគេហៅថាដំណកដង្ហើម។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន ប្រមាណជា ២៥% នៃឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ដែលបញ្ចេញដោយការដុតហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈត្រូវបានស្រូប និងស្តុកទុកក្នុងសរីរាង្គរបស់រុក្ខជាតិក្នុងទម្រង់ជាសមាសធាតុសរីរាង្គ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ នៅពេលអាកាសធាតុកាន់តែក្តៅ នោះរុក្ខជាតិចាប់ផ្តើមដកបង្ហើមកាន់តែខ្លាំងជាងមុន ដែលហេតុនាំឲ្យការបញ្ចេញ CO_2 កាន់តែច្រើនទៅក្នុងបរិយាកាស (ABC, 2017)។

ការងារកសិកម្មក៏បានរួមចំណែកដល់បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុផងដែរ ដូចជាការប្រើប្រាស់គ្រឿងចក្រ ការបំភាយឧស្ម័នមេតាន (CH_4) ដោយការដាំដុះស្រូវ និងការចិញ្ចឹមសត្វ។ ដូចនេះការអនុវត្តការងារដាំដុះ និងចិញ្ចឹមសត្វឲ្យបានត្រឹមត្រូវ ទើបអាចរួមចំណែកដល់ការកាត់បន្ថយកំណើនផែនដី។ តាមរបាយការណ៍របស់អង្គការស្បៀងអាហាររបស់អង្គការសហប្រជាជាតិ ស្តីពី ការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ពីកសិកម្ម ព្រៃឈើ និងការប្រើប្រាស់ដីធ្លី ចុះឆ្នាំ ២០១៦ បានរាយការណ៍ថាកសិកម្មបានរួចចំណែក ២៤% ដល់ការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ក្នុងឆ្នាំ ២០១៤ ដែលជាប់ចំណាត់ថ្នាក់លេខ ២ បន្ទាប់ពីការប្រើប្រាស់ថាមពល។ ក្នុងរយៈពេល ១០ ឆ្នាំ ដោយគិតចាប់ពីឆ្នាំ ២០០៥ ដល់ឆ្នាំ ២០១៤ ការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់បានកើនឡើង ៨% ហើយចំពោះការបំភាយឧស្ម័នទាំងអស់ ៤៤% នៅតំបន់អាស៊ី ១៧% នៅអាមេរិចខាងត្បូត ១៥% នៅអាព្រិច ១១% នៅអឺរ៉ុប ៩% នៅអាមេរិចខាងជើង និង ៤% នៅតំបន់អូសេអានី។

រូបភាពទី ១៖ ផ្សែងបញ្ចេញពីរោងចក្រផលិតថាមពលអគ្គិសនីនុយក្លេអ៊ែរ

ប្រភព៖ André Gonçalves (2019)



រូបភាពទី ២៖ ដំណើរទំពារអៀងរបស់សត្វ ដែលជម្រុញការផលិតមេតានក្នុងក្រពះ

ប្រភព៖ Mira Okshevsky & Let's Talk Science (2019)

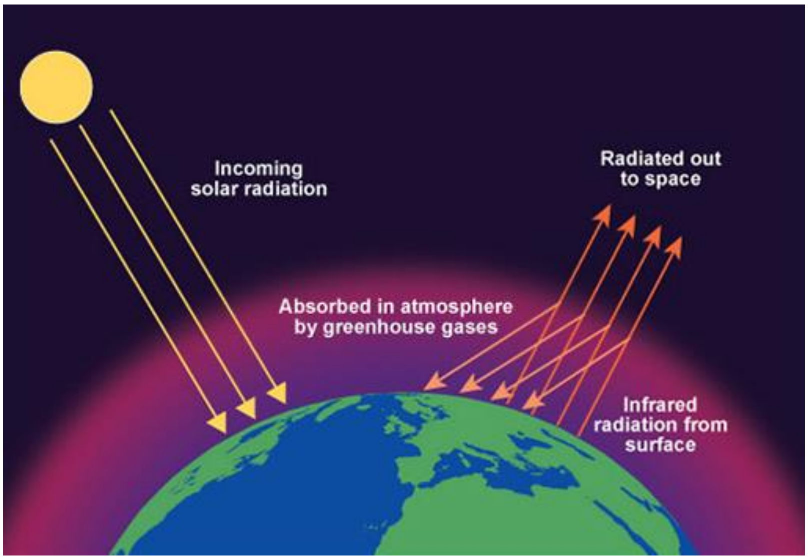
១.១ និយមន័យនៃបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ

បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុគឺជាការប្រែប្រួលរយៈពេលវែងនៃលំនាំធាតុអាកាសជាមធ្យម ដែលចាប់ផ្តើមមានឥទ្ធិពល និងកំណត់អាកាសធាតុក្នុងតំបន់ និងនៅលើសាកលលោកទាំងមូល។ បម្រែបម្រួលទាំងនេះមានឥទ្ធិពលច្រើនបែបច្រើនយ៉ាងលើធម្មជាតិ ហើយគេសង្កេតឃើញជាលើកដំបូងនៅដើមសតវត្សទី ២០ ដោយសកម្មភាពមនុស្ស និងជាពិសេសការដុតហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈ ដែលបង្កើនកម្រិតឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ក្នុងការស្រូបកម្តៅនៅក្នុងស្រទាប់បរិយាកាស។ កំណើនសីតុណ្ហភាពដែលបង្កើតឡើងដោយសកម្មភាពរបស់មនុស្ស ត្រូវបានគេហៅថាកំណើនកម្តៅផែនដី។ ដំណើរការធម្មជាតិក៏បានរួមចំណែកដល់បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុផងដែរ ដូចជាបាតុភូតអែលនីញ៉ូ El Niño បន្ទុះភ្នំភ្លើង បម្រែបម្រួលថាមពលព្រះអាទិត្យ បម្រែបម្រួលនៃគន្លងរបស់ផែនដី ប៉ុន្តែផងអវិជ្ជមាននេះនៅតិចជាងសកម្មភាពមនុស្សឆ្ងាយណាស់ (NASA, 2021)។

១.២ ឥទ្ធិពលផ្ទះកញ្ចក់

ឥទ្ធិពលផ្ទះកញ្ចក់គឺសំដៅលើដំណើរការធម្មជាតិដែលបង្កើនកម្តៅលើផ្ទៃផែនដី។ នៅពេលកាំរស្មីព្រះអាទិត្យបានមកដល់បរិយាកាសផែនដី កាំរស្មីមួយចំនួនបានផ្លាតទៅក្នុងលំហវិញ ហើយមួយផ្នែកទៀតត្រូវស្រូប និងបញ្ចេញវិញដោយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់នៅក្នុងស្រទាប់បរិយាកាស (National Geographic, 2021)។ ចំពោះកាំរស្មីព្រះអាទិត្យដែលចាំងមកផែនដី ១០០% ក្នុងនោះ ៣០%ត្រូវបានផ្លាតទៅលើវិញ ហើយ ៧០% ចូលមកដល់ផែនដី។ គេប្រដូចឥទ្ធិពលផ្ទះកញ្ចក់ ទៅជាផ្ទះកញ្ចក់

បិទជិត។ នៅពេលកាំរស្មីក្រហមអាំងប្រា (IR)ចាំងមកដល់ផ្ទៃផែនដី ហើយឆ្លងកាត់កញ្ចក់បិទជិត នោះវានាំយកកម្តៅទៅជាមួយ ហើយកម្តៅនោះពុំអាចត្រលប់ចេញផុតពីបរិយាកាសបានទេ។ តាមពិតវត្តមាន CO_2 និងចំហាយទឹកនៅក្នុងបរិយាកាសបានជួយរក្សាលំនឹងនៃកម្តៅផែនដី ប៉ុន្តែដោយសកម្មភាពរបស់មនុស្ស បានធ្វើឲ្យបរិមាណ CO_2 កើនឡើងខ្លាំង ដែលធ្វើឲ្យផែនដីកាន់តែក្តៅខ្លាំង។



រូបភាពទី ៣៖ ដំណើរស្រូបយកកម្តៅទុកក្នុងស្រទាប់បរិយាកាសដោយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់

ប្រភព៖ The Open University (២០២១)

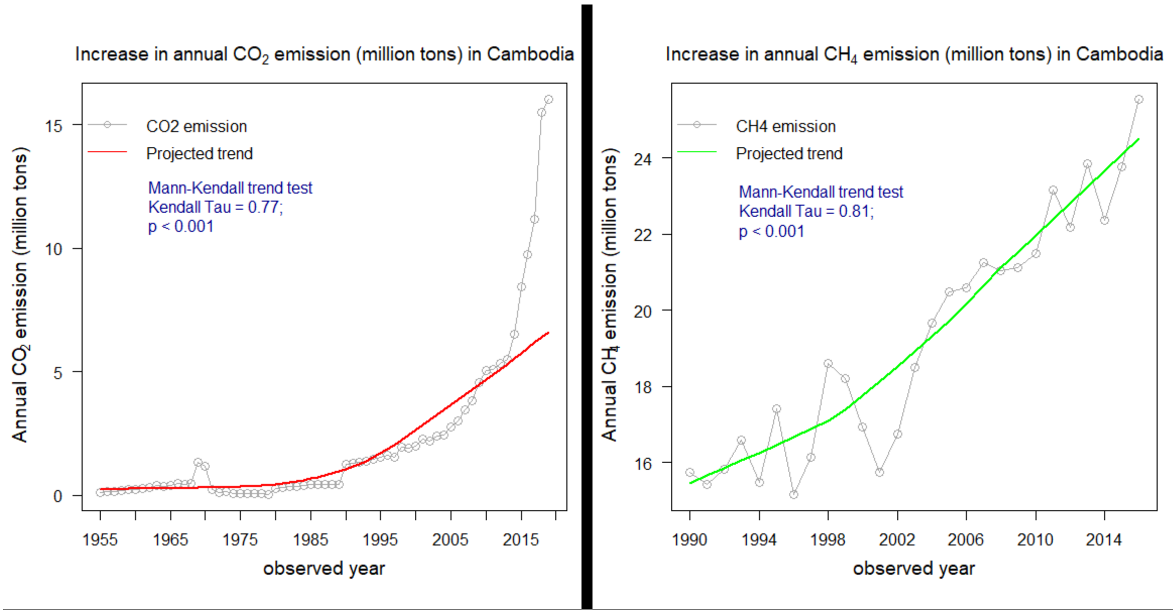
១.៣ ឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់

ឧស្ម័នទាំងឡាយណាដែលស្រូបកម្តៅទុកក្នុងបរិយាកាស ត្រូវបានគេឲ្យឈ្មោះថាជាឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់។ ផ្ទះកញ្ចក់សំខាន់ៗរួមមានឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) មេតាន (CH_4) ឧស្ម័នម៉ូណូអាស៊ូតអ៊ុកស៊ីត (N_2O) និងក្លរូផ្លុយអរូកាបូន (EPA, 2021)។ CO_2 ត្រូវបានបញ្ចេញទៅក្នុងបរិយាកាសដោយការដុតហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈ ដូចជាធ្យូងថ្ម ប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិ ការដុតសំណល់រឹង រុក្ខជាតិ និងសំណល់សរីរាង្គ។ CO_2 ត្រូវបានទាញចេញពីបរិយាកាសវិញមកប្រើប្រាស់វិញ ដោយសារវត្តមានរុក្ខជាតិស្រូប ដែលជាផ្នែកមួយនៃវដ្តកាបូនជីវសាស្ត្រ។ CH_4 ត្រូវបានបញ្ចេញដោយផលិតកម្ម និងការដឹកជញ្ជូនធ្យូងថ្ម ប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិ ហើយវាក៏ត្រូវបានបញ្ចេញផងដែរដោយការចិញ្ចឹមសត្វ ការធ្វើស្រែ ការពុកផុយសំណល់សរីរាង្គនៅតំបន់ដីសើម និងនៅទីចាក់សម្រាម។ N_2O ត្រូវបានបញ្ចេញដោយការងារកសិកម្ម ការប្រើប្រាស់ដី សកម្មភាពឧស្សាហកម្ម ការដុតហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈ និងការធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មទឹក។

ចំពោះការកើនកម្តៅផែនដី CH_4 មានឥទ្ធិពលខ្លាំងជាង CO_2 ២៨-៣៤ ដង ក្នុងរយៈពេល ១០០ ឆ្នាំ ហើយប្រសិនបើកគេវាស់វែងក្នុងរយៈពេល ២០ ឆ្នាំ សមាមាត្រនេះនឹងកើនដល់ ៨៤-៨៦ ដ

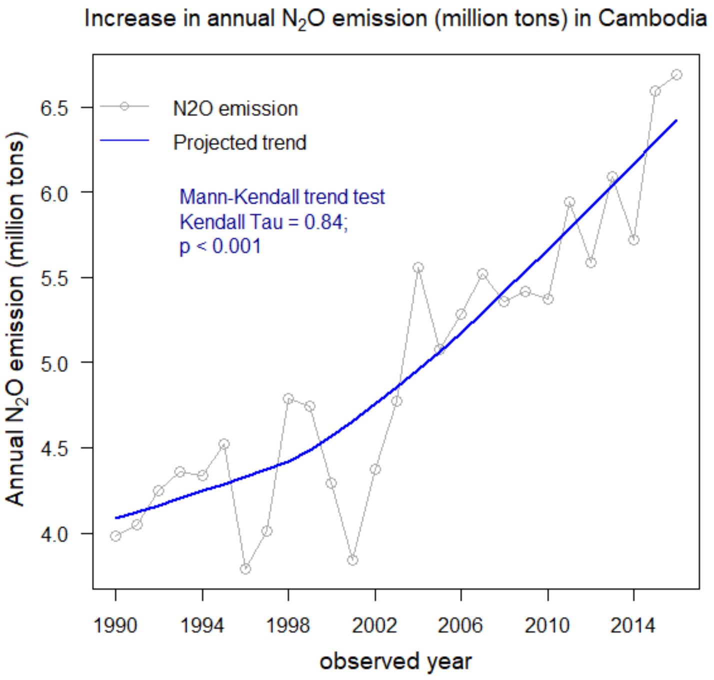
ង។ តាមការសិក្សាបានបង្ហាញថា CH_4 ប្រមាណជា ៦០% ត្រូវបានបង្កឡើងដោយសកម្មភាពមនុស្ស ហើយក្នុងនោះ ប្រមាណជា ១១០ លានតោនត្រូវបានបញ្ចេញដោយការជុត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈ នៅទូទាំងសកម្មលោក (UNECE, 2021)។ ចំណែក N_2O វិញ វាមានឥទ្ធិពលខ្លាំងជាង CO_2 ៣០០ ដង ហើយវាត្រូវបានបង្កើតឡើងតាមរូបភាពជាច្រើន ក្នុងនោះការងារកសិកម្មគឺជាប្រភពបញ្ចេញ N_2O ធំជាងគេបំផុត តាមរយៈការប្រើប្រាស់ជីគីមីដែលមានវត្តមានអាសូត។ ការគ្រប់គ្រង និងប្រើប្រាស់ជីពុំបានត្រឹមត្រូវ ឬពុំមានប្រសិទ្ធភាពបានបណ្តាលឲ្យជីនៅសល់ក្នុងដី ពីព្រោះថារុក្ខជាតិពុំបានប្រើប្រាស់ជីនោះអស់ទាំងស្រុងនោះទេ។ ក្នុងតំណាក់នោះ បាក់តេរីបានបម្លែងអាម៉ូញាក់ឲ្យទៅជា N_2O។ នៅក្នុងឆ្នាំ ១៧៥០ N_2O មានត្រឹមតែ ២៧០ ppb ប៉ុន្តែនៅក្នុងឆ្នាំ ២០១៨ វាបាន់កើនដល់ ៣៣១ ppb (CBC, 2020)។ នៅពាក់កណ្តាលសតវត្សន៍ទី ១៧ ដូចគ្នា CO_2 គឺជាមធ្យមត្រឹមតែ ២៨០ ppm ប៉ុន្តែវាបន្តកើនឡើងជាលំដាប់ ៤១០ ppm នៅឆ្នាំ ២០១៩ (Linsey, 2020)។ នៅឆ្នាំ ១៩៧០ CH_4 នៅត្រឹម ៣៩០ ppb ហើយនៅឆ្នាំ ២០១៩ វាកើនលើសពី ១,៧៧០ ppb

បើគិតចាប់ពីឆ្នាំ ១៧៥០ ដល់ឆ្នាំ ២០១៩ CO_2 កើន ១៤៨% CH_4 កើន ២៦០% និង N_2O កើន ១២៣% (Tiseo, 2021)។



រូបភាពទី ៤៖ ការកើនឡើងឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត និងមេតាននៅកម្ពុជាចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៥៥-២០១៩

ប្រភព៖ https://ourworldindata.org/co2-emissions



រូបភាពទី ៥៖ ការកើនឡើងឧស្ម័នអាសូតម៉ូណូអុកស៊ីត ពីឆ្នាំ ១៩៩០ រហូតដល់ឆ្នាំ ២០១៩

ប្រភព៖ https://ourworldindata.org/co2-emissions

២. ផលប៉ះពាល់នៃបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុនៅកម្ពុជា

ផលប៉ះពាល់ពីការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ បានជះឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើបណ្តាប្រទេសនានានៅទូទាំងសកលលោក ជាពិសេសប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍។ ជាក់ស្តែង ប្រទេសកម្ពុជា គឺស្ថិតនៅក្នុងចំណោមប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍ដែលងាយទទួលរងគ្រោះដោយសារការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ និងបានទទួលរងឥទ្ធិពលស្ទើរគ្រប់វិស័យ ដែលក្នុងនោះវិស័យរងគ្រោះខ្លាំងជាងគេគឺ វិស័យកសិកម្ម ធនធានទឹក សុខាភិបាល ទេសចរណ៍ និងហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធ ។ នៅរយៈពេលប៉ុន្មានឆ្នាំចុងក្រោយនេះ ប្រទេសកម្ពុជាបានជួបប្រទះនូវបញ្ហាជាច្រើនដូចជា ការលិចលង់ផ្ទះសំបែង ការខូចខាតផ្លូវនិងហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនានា ការខូចខាតដំណាំ ការបាត់បង់ទីជម្រក និងទ្រព្យសម្បត្តិជាដើម ដោយសារការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ ។

ចាប់តាំងពីឆ្នាំ២០០៩ មក ប្រទេសកម្ពុជាបានកំពុងប្រឈមនឹងគ្រោះមហន្តរាយជារៀងរាល់ឆ្នាំ ហើយក្នុងនោះគ្រោះទឹកជំនន់ និងគ្រោះរាំងស្ងួតបានកើតឡើងឥតឈប់ឈរ។ ឧទាហរណ៍ នៅក្នុងឆ្នាំ ២០១១ ខេត្តចំនួន ១៨ បានទទួលរងគ្រោះទឹកជំនន់យ៉ាងធ្ងន់ធ្ងរ។ ក្នុងនោះប្រជាជនប្រមាណ ៣៥ ម៉ឺនគ្រួសារ បានទទួលរងនូវផលប៉ះពាល់ផ្ទាល់ពីគ្រោះមហន្តរាយនេះ ស្រែចំការប្រមាណជា ៤០.០០០

ហិកតា ត្រូវបានបំផ្លាញ ហើយប្រជាជនប្រមាណ ៥ ម៉ឺនគ្រួសារ ត្រូវបានគេជម្លៀសចេញពីលំនៅដ្ឋានជាបណ្តោះអាសន្ន។ ចំណែកឯនៅក្នុងឆ្នាំ ២០១២ គ្រោះរាំងស្ងួតបានគំរាមកំហែងដល់ខេត្តចំនួន ១១ និងមានឥទ្ធិពលលើដីស្រែប្រហែលជា ១៤.០០០ហិកតា ដោយបំផ្លាញដំណាំស្រូវសរុបប្រមាណជា ៣,០០០ហិកតា។

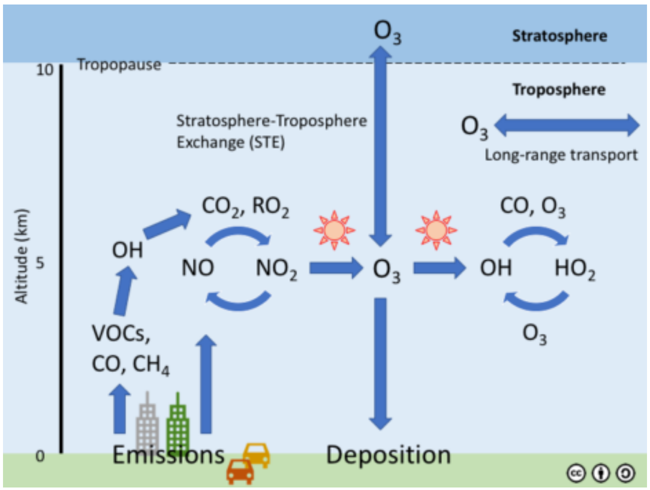
ចំពោះឆ្នាំ២០១៣ វិញ ទឹកជំនន់បានគំរាមកំហែងដល់ខេត្តចំនួន ២០ ទូទាំងប្រទេស ផ្តល់ផលប៉ះពាល់ដល់ប្រជាពលរដ្ឋប្រហែលជា ៤ សែនគ្រួសារ ដែលក្នុងនោះ មនុស្សចំនួន ១៦៨នាក់ បានស្លាប់ និងប្រជាជនចំនួន ៣ម៉ឺនគ្រួសារ ត្រូវបានជម្លៀសទៅរកទីទួលសុវត្ថិភាព។ ក្នុងឆ្នាំ២០១៤ គ្រោះរាំងស្ងួតបានបង្កការខូចខាតដល់ស្រូវវស្សាប្រមាណជា ៨៩.០០០ ហិកតា។ កត្តាទាំងនេះពិតជាបានបង្ហាញយ៉ាងច្បាស់អំពីការប្រែប្រួលអាកាសធាតុដែលកំពុងគម្រាមកំហែងដល់ប្រទេសកម្ពុជា ហើយប្រសិនបើពុំមានយន្តការសមស្របសម្រាប់ឆ្លើយតបនឹងបញ្ហានេះឱ្យទាន់ពេលវេលានោះទេ ប្រជាពលរដ្ឋក្រីក្រ ជាពិសេសស្ត្រី និងកុមារគឺជាអ្នកងាយរងគ្រោះខ្លាំងបំផុត (រូបទី៣ និងរូបទី៤)។

រូបទី ៦៖ គ្រោះរាំងស្ងួត និងការកើនឡើងនូវកត្តាចង្រៃបំផ្លាញដល់ដំណាំ

រូបទី ៥៖ គ្រោះទឹកជំនន់នៅកម្ពុជា

២.១ ផលប៉ះពាល់មកលើសុខភាព

ការដុតនេះបានបញ្ចេញភាគល្អិតតូចៗទំហំតូចជា ២.៥ មីក្រុង ($PM_{2.5}$) និងតូចជាង ១០ មីក្រុង (PM_{10}) សំព័ន្ធសរីរាង្គហើរ (VOCs) និង អាស៊ូតអុកស៊ីត NO_x ពីឧស្សាហកម្ម និងចំហេះប្រេងឥន្ទនៈ។ ភាគល្អិតតូចៗនេះបានបង្កបញ្ហាសុខភាពផ្លូវដង្ហើម ហើយអាស៊ូតអុកស៊ីតបានក្លាយជាកាតាលីករក្នុងការបង្កើនសមាជាតុអូហ្សូននៅលើផ្ទៃផែនដី។ ស្រទាប់អូហ្សូននៅក្នុងបរិយាកាសជួយកាត់បន្ថយបរិមាណកាំរស្មីស្វាយអ៊ុលត្រាកុំឲ្យមកដល់ផ្ទៃផែនដី ប៉ុន្តែអូហ្សូននៅលើផ្ទៃផែនដីវិញបង្កផលប៉ះពាល់យ៉ាងធ្ងន់ធ្ងរដល់បញ្ហាផ្លូវដង្ហើម ជាពិសេសកុមារ។ មូលហេតុដែលបរិមាណអូហ្សូនកាន់តែច្រើននៅលើផ្ទៃផែនដី ដោយសារវត្តមានអូហ្សូនតិចតួចធ្លាក់ពីស្រទាប់ខាងលើ ហើយពេលត្រូវពន្លឺព្រះអាទិត្យអាតូមអុកស៊ីសែនមួយត្រូវផ្តាច់ចេញ ហើយអាតូមនេះ



រូបទី ៦៖ ប្រតិកម្មគីមីដែលនាំឲ្យផលិតអូហ្សូននៅលើផ្ទៃដី

២.២ ផលប៉ះពាល់មកលើកសិកម្ម និងទឹក

បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុបានបង្កផលប៉ះពាល់ជាច្រើនដល់លទ្ធភាពទទួលបានទឹកសាប និងកសិកម្ម។ ជាឧទាហរណ៍ នាពេលបច្ចុប្បន្ន លទ្ធភាពទទួលបានទឹកសាបមានការថយចុះ 20% មានការជ្រាតចូលនៃទឹកប្រៃទៅក្នុងទឹកក្រោមដី និងដីកសិកម្ម បញ្ហាទឹកជំនន់ និងគ្រោះរាំងស្ងួត ហើយម្យ៉ាងវិញទៀតការកើនកម្ដៅផែនដីបានធ្វើលោយកទឹក និងនីវ៉ូទឹកសមុទ្រកើនឡើង។ តាមការសិក្សាមួយរបស់ United Nations University (២០១៥) បានរកឃើញថាដីកសិកម្មដែលរងការកើនជាតិអំបិលស្មើទៅនឹង ២០% នៃផ្ទៃដីស្រោចស្រពទូទាំងពិភពលោក ហើយទំហំប៉ះពាល់នេះគឺស្មើទឹកទំហំផ្ទៃដីប្រទេសបារាំងទាំងមូល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បឹងពូប៉ូ (LAKE POOPÓ) នៅប្រទេសបូលីវីត្រូវបានរីកទាំងស្រុង ដែលធ្វើឲ្យបាត់បង់មច្ឆាជាតិ និងសត្វបក្សីទឹក និងធ្វើឲ្យអ្នកនេសាទត្រូវផ្លាស់ប្តូរទីលំនៅ។

រូបភាពទី ៧៖ ដីស្រែនៅជិតតំបន់ឆ្នេរត្រូវបានទឹកប្រៃជ្រាតចូល និងដីឡើងស

ប្រភព៖ 21th Century Tech (2017)

រូបភាពទី ៧៖ បឹងពូប៉ូ នៅប្រទេសបូលីវី ដែលមានទំហំ ៣០០០ km^2 ត្រូវបានរីងទាំងស្រុង

ប្រភព៖ The Conversation (2016)

២.២.១ ផលប៉ះពាល់មកលើដំណាំ

ការកើនកម្ដៅផែនដី និងបម្រែបម្រួលរបាយទឹកភ្លៀងបានបង្កផលប៉ះពាល់ជាអវិជ្ជមានចំពោះដំណាំចំបងៗ ដូចជាស្រូវ ស្រូវសាលី ពោត បន្លែ និងផ្លែឈើ

- ប្រព័ន្ធឫស៖ អតុល្យភាពរបស់អ៊ីយ៉ុង បណ្ដាលឲ្យមានស្ត្រេសផ្នែករូបសាស្ត្រ
- សីតុណ្ហភាពផ្ទៃស្លឹកកើនឡើង នាំឲ្យរន្ធស្តូម៉ាតារបស់ស្លឹកធាប់បិទ
- ការចេញគួរថយចុះ(បម្រែបម្រួលរស្មីសំយោគ និងក្លរូផ្លាស់)
- ទិន្នផលធ្លាក់ចុះ

បើតាមការចេញស្នាដៃស្រាវជ្រាវមួយដែលមានចំណងជើងថា "Crops Already Ravaged by Climate Change Face a New Threat: Hungrier Bugs" បាននិយាយថាកម្ដៅជួយបង្កើនសកម្មភាពមេតាបូលីសរបស់សត្វល្អិត ដោយធ្វើឲ្យវាកាត់តែធាប់ឃ្លាន និងស៊ីកាន់តែច្រើន ដែលបណ្ដាលឲ្យមានការបំផ្លេចបំផ្លាញដំណាំក្នុងទ្រង់ទ្រាយធំ ក្នុងរយៈខ្លី។ ម្យ៉ាងវិញទៀត កម្ដៅក៏ធ្វើឲ្យចំនួនល្អិតកើនឡើងរហ័ស ដោយវាធាប់បន្តពូជលឿនជាងធម្មតា ហើយកត្តានេះបានធ្វើឲ្យទិន្នផលដំណាំទូទៅមានការធ្លាក់ចុះប្រមាណ ១០-១៦% ដោយសារសេត្វល្អិត និងផ្សិត។

រូបភាពទី ៧៖ ដង្កូវបំផ្លាញស្រូវកាន់តែខ្លាំង នៅពេលអាកាសធាតុកាន់តែក្ដៅ

២.២.២ ផលប៉ះពាល់មកលើមច្ឆា

កំណើនឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត បាបបង្កើនកម្រិតជាតិអាស៊ីតនៅក្នុងទឹក ពីព្រោះថាបរិមាណរលាយកាន់តែច្រើនរបស់ CO_2 ទៅក្នុងទឹកសមុទ្រ ដែលគេហៅថា (blue carbon)។ កត្តានេះបានបង្កផលអាក្រក់ដល់ សិប្បីសត្វ ដូចជាខ្យង និងក្តាមជាដើម ពីព្រោះថាអាស៊ីតបានធ្វើឲ្យសំបករបស់វាកាន់តែស្រួល និងទន់ និងពិបាកលូតលាស់។ ម្យ៉ាងវិញទៀតចរន្តទឹកកាន់តែក្តៅ នាំឲ្យពពួកមច្ឆាជាតិបម្លាស់ទីចេញពីតំបន់ជម្រករបស់វា។

វត្តមានសារាយសមុទ្រ និងស្មៅសមុទ្របានធ្វើឲ្យបរិមាណ O_2 ក្នុងទឹកកើនឡើង និងបន្ថយកម្រិត CO_2 នៅក្នុងទឹក ប៉ុន្តែការបង្កើនការចាប់នេសាទ និងការបំផ្លាញសារាយ និងស្មៅសមុទ្រ នាំឲ្យបរិមាណត្រីថយចុះ និងពុំមានយន្តការធម្មជាតិសម្រាប់ទាញយក CO_2 នៅក្នុងទឹកបានទេ។

នៅពេលទឹកសភាពក្តៅ មេតាបូលីសរបស់ត្រីក៏កាន់តែលឿន នោះវាត្រូវការអុកស៊ីសែនកាន់តែច្រើនផងដែរ។ ប៉ុន្តែការលូតលាស់ផ្នែកស្រកីគឺពុំដូចទៅនឹងរាងកាយរបស់ត្រីទាំងមូលនោះទេ ដែលជាហេតុនាំឲ្យត្រីកាន់តែតូចទៅៗ។

៣. វិធានការឆ្លើយតបនឹងបម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ

ការឆ្លើយតមទៅនឹងការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ ត្រូវបានចែកចេញយន្តការចំនួនពីរគឺ **ការកាត់បន្ថយ** និង **ការបន្សុំា**។ **ការកាត់បន្ថយ** គឺជាការធ្វើឱ្យកំហាប់នៃឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ក្នុងបរិយាកាសភពផែនដីថយចុះ។ គេអាចធ្វើការកាត់បន្ថយតាមរយៈ ១) កាត់បន្ថយការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ទៅក្នុងបរិយាកាស គឺតាមរយៈការប្រើប្រាស់ថាមស្អាតដូចជាថាមពលកកើតឡើងវិញដែលមិនបំភាយ ឬការបំភាយឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់តិច និង ២) ការបង្កើនអាងស្រូបយកឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ពីបរិយាកាសមកវិញ ដូចជាតាមរយៈការអភិរក្សព្រៃឈើ ការដាំដើមឈើឡើងវិញ និងការភិរក្សតំបន់ដីសើមជាដើម។ ចំណែកឯ **ការបន្សុំា** សំដៅទៅលើសកម្មភាពនានាដែលសម្របខ្លួនទៅនឹងឥទ្ធិពលនៃការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ (ទឹកជំនន់ គ្រោះរាំងស្ងួត កំណើននីវ៉ូទឹកសមុទ្រ ការឡើងកម្តៅ ការកើតនូវជំងឺ ឬសត្វល្អិតបំផ្លាញដល់ដំណាំ) ដែលកំពុង និងបន្តកើតមាននាពេលអនាគត ដើម្បីសម្រាល ឬជៀសផុតពីការខូចខាតធ្ងន់ធ្ងរ។

ដោយមើលឃើញថា ការប្រែប្រួលអាកាសធាតុកាន់តែមានសភាពធ្ងន់ធ្ងរទៅៗ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាក៏បានរិះរកនូវគ្រប់វិធីសាស្ត្រនៅក្នុងការបន្សុំា និងកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ ពីការប្រែប្រួលអាកាសធាតុទាំងនោះ សម្រាប់ជួយដល់ការបង្កបង្កើនផលរបស់កសិករ។ វិធីសាស្ត្របន្សុំា និងកាត់បន្ថយមានច្រើនប្រភេទ ប៉ុន្តែការផ្ទេរចំណេះដឹងដល់កសិករគឺជាកត្តាសំខាន់បំផុត។ ខាងក្រោមនេះគឺជា

ឧទាហរណ៍មួយចំនួននៅក្នុងការបន្សុំា និងការកាត់បន្ថយការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ ពិសេសក្នុងវិស័យកសិកម្ម៖

- ការផ្លាស់ប្តូររដូវកាលដាំដុះ
- ការផ្លាស់ប្តូរពូជដំណាំ ដោយជ្រើសរើសពូជដែលធន់ទៅនឹងអាកាសធាតុ
- ការជីកស្រះដើម្បីស្តុកទឹកទុកប្រើប្រាស់នារដូវប្រាំង ឬពេលគ្រោះរាំងស្ងួត
- ការអនុវត្តបច្ចេកទេសកសិកម្មចម្រុះ និងកសិ-រុក្ខកម្ម
- ការប្រើប្រាស់បច្ចេកទេសស្រោចស្រពទំនើបសន្សំសំចៃទឹកដូចជាប្រព័ន្ធដំណក់ទឹកជាដើម
- ការតាមដានទៅលើការព្យាករណ៍អាកាសធាតុជាប្រចាំ ដើម្បីធ្វើការឆ្លើយតបឱ្យទាន់ពេលវេលា
- ការថែរក្សាព្រៃឈើ និងដាំដើមឈើឡើងវិញ និង
- ការប្រើប្រាស់ថាមពលកកើតឡើងវិញនៅក្នុងវិស័យកសិកម្មជាដើម ។ល។

៤.ថាមពលកកើតឡើងវិញ

ថាមពលកកើតឡើងវិញ គឺសំដៅលើថាមពលដែលកើតចេញពីប្រភពដែលអាចកើតឡើងវិញបានដោយធម្មជាតិដូចជា ពន្លឺព្រះអាទិត្យ ខ្យល់ ចរន្តទឹកហូរ រលកសមុទ្រ កម្តៅផែនដី និងជីវម៉ាស់ជាដើម។ ថាមពលកើតឡើងវិញជាថាមពលស្អាត ពោលគឺពុំបំភាយរឺបំភាយឧស្ម័នតិចបំផុត ដែលមិនមានផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានដល់បរិស្ថាននោះទេនៅពេលយើងប្រើប្រាស់វា។ ការប្រើប្រាស់ថាមពលកកើតឡើងវិញ ផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍យ៉ាងច្រើនដល់អ្នកប្រើប្រាស់ដូចជា ជួយសន្សំសំចៃថវិកាតាមរយៈការកាត់បន្ថយ ឬបញ្ឈប់ការប្រើប្រាស់ប្រេងឥន្ធនៈ ងាយស្រួលក្នុងការប្រើប្រាស់ អាចប្រើប្រាស់បានគ្រប់ទីកន្លែង មិនប៉ះពាល់ដល់សុខភាព និងមិនបញ្ចេញផ្សែងពុលទៅក្នុងបរិយាកាស ដែលអាចកាត់បន្ថយនិងបន្សុំាទៅនឹងការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ។ ថាមពលនេះអាចប្រើប្រាស់បានស្ទើគ្រប់វិស័យ រួមមានវិស័យសំណង់ គមនាគមន៍ ឧស្សាហកម្ម សិប្បកម្ម និងជាពិសេសសម្រាប់វិស័យកសិកម្ម ដូចជាការប្រើប្រាស់ថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យសម្រាប់សម្ងួតផលិតផលកសិកម្ម ការបូមទឹកស្រោចស្រពដំណាំ និងសម្រាប់បំភ្លឺជាដើម។

៥. អត្ថប្រយោជន៍នៃថាមពលកកើតឡើងវិញ

ថាមពលកកើតឡើងវិញគេអាចទាញចេញពីធម្មជាតិបានដូចជាពីកម្លាំងខ្យល់ ពន្លឺព្រះអាទិត្យ កម្លាំងទឹក ជីវម៉ាស និងជំនោរទឹកសមុទ្រជាដើម។

គេអាចបំលែងថាមពលខ្យល់ទៅជាថាមពលអគ្គិសនី តាមរយៈកម្លាំងខ្យល់បក់បង្វិលតួប៊ីន ដោយសារស្លាបកង្ហារ ។គេប្រើប្រាស់ថាមពលខ្យល់សម្រាប់បូមទឹក ស្រោចស្រពដំណាំ និងផ្គត់ផ្គង់អគ្គិសនីប្រើប្រាស់ក្នុងគេហដ្ឋាន។ ខេត្តមានសក្តានុពលសម្រាប់ថាមពលខ្យល់ ដូចជាតំបន់ឆ្នេរ ខេត្តកំពត ខេត្តកែប ខេត្តព្រះសីហនុ ខេត្តកោះកុង និងតំបន់ភាគខាងត្បូងទន្លេសាប ប៉ុន្តែ ការប្រើប្រាស់ថាមពលខ្យល់នៅមានកម្រិត។

គេអាចប្រើប្រាស់ពន្លឺព្រះអាទិត្យសម្រាប់ការងារជាច្រើន។ តាមន័យបច្ចេកទេសពាក្យថាសូឡា មានន័យថា ព្រះអាទិត្យ ដូនចេះថាមពលសូឡជាថាមពលព្រះអាទិត្យ។ គេអាចប្រើសូឡាសម្រាប់៖

- សម្រាប់សម្ងួតផលិតផល
- សម្រាប់បូមទឹកស្រោចស្រពដំណាំ
- សម្រាប់ភ្ញាស់ស៊ុត
- សម្រាប់ដំណើរការម៉ាស៊ីន

- ជីវឧស្ម័នសំបូរទៅដោយមេតាន ដែលអាចប្រភពថាមពេលចំហេះមួយ។ ប៉ុន្តែប្រសិនបើឲ្យវាភាយទៅបរិយាកាស វានឹងបង្កហានិភ័យខ្ពស់។
- ប្រភពផលិតមេតានសំខាន់ៗមានដូចជា ទីចាក់សម្រាម កសិដ្ឋានចិញ្ចឹមសត្វ ទីសត្វឃាដ និងប្រភពទឹកសម្អុយជាដើម។
- ជីវម៉ាស គឺជាសំដៅលើសំណល់កសិកម្ម ដូចជា សំបកដូង អង្កាម ចំបើង ដើមពោត កម្ទេចកម្ទីមែកឈើ និងលាមកសត្វ។
- គេអាចកែច្នៃជីវម៉ាសធ្វើជាធ្យូងអនាម័យ សម្រាប់ដុតបង្កើតជាថាមពលអគ្គិសនី ដុតចម្អិនម្ហូបអាហារ (ធ្យូងបរិស្ថាន) និងប្រើប្រាស់សម្រាប់ជាជីធម្មជាតិសម្រាប់ដំណាំ។
- ថាមពលវារីអគ្គិសនី សំដៅលើថាមពលដែលកើតចេញពីចរន្តទឹកហូរនិងទឹកធ្លាក់ជាដើម។
- កម្លាំងទឹកលំហូរនៃទឹកទន្លេ ព្រែក ស្ទឹង អាចបង្វិលតួប៊ីន សម្រាប់បង្កើតអគ្គិសនី។

ជំពូក ២ ថាមពលខ្យល់
មេរៀនទី ១ លក្ខណៈរបស់ខ្យល់

១. សេចក្តីផ្តើម

១.១ ប្រវត្តិនៃការប្រើប្រាស់ថាមពលខ្យល់

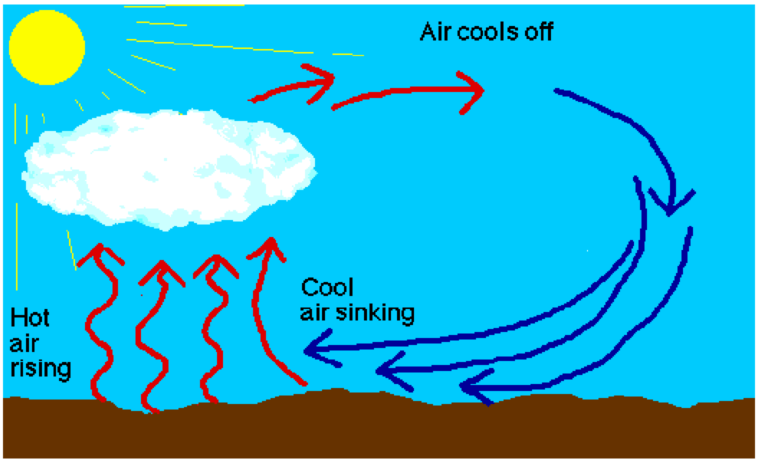
ថាមពលខ្យល់ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់យ៉ាងហោច ៣០០០ ឆ្នាំ មកហើយ សម្រាប់កិនស្រូវ គ្រាប់ធញ្ញជាតិ និងសម្រាប់បូមទឹក ហើយខ្យល់គឺជាប្រភពថាមពលដ៏សំខាន់សម្រាប់ការធ្វើនាវាចរណ៍តាមសំពៅ។ ចាប់ពីសតវត្សទី ១៣ មក កង្ហារខ្យល់ប្រភេទអ័ក្សផ្ដេកជាផ្នែកមួយដ៏សំខាន់សម្រាប់សេដ្ឋកិច្ចជនបទ ហើយគេឈប់ប្រើប្រាស់នៅពេលមានវត្តមានហ្វូស៊ីលឥន្ធនៈ។ នៅចុងសតវត្សទី ១៩ ការប្រើប្រាស់កង្ហារខ្យល់សម្រាប់ផលិតអគ្គិសនីត្រូវបានបង្កើតឡើង ដែលអាចផលិតបានភ្លើងចរន្តជាប់ ១២ kW។ នៅសតវត្សទី ២០ ចំណាប់អារម្មណ៍ប្រើប្រាស់កម្លាំងខ្យល់សម្រាប់ផលិតអគ្គិសនីត្រូវបានធ្លាក់ចុះ ហើយត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់សាកថ្ម ចំពោះលំនៅដ្ឋានជនបទ។

រូបភាពទី ១៖ រោងម៉ាស៊ីនកិនស្រូវដើរដោយកម្លាំងខ្យល់ណាស្ទីហ្វានអាយុកាល ១០០០ ឆ្នាំ (ឆ្វេង) និង នៅអឺរ៉ុបចន្លោះសតវត្សន៍ ១៦-១៧ (ស្តាំ)

២. ប្រភពខ្យល់

ថាមពលដែលមាននៅក្នុងខ្យល់ប្រែប្រួលទៅតាមល្បឿនរបស់ខ្យល់ ហើយការស្វែងយល់លក្ខខណ្ឌរបស់ខ្យល់គឺមានសារៈសំខាន់ណាស់សម្រាប់ការទាញយកថាមពលមកប្រើប្រាស់។ ជាធម្មតា ថាមពលខ្យល់មានការប្រែប្រួលអាស្រ័យទៅតាមទីតាំងភូមិសាស្ត្រ និងពេលវេលា។ វត្តមានទួល ភ្នំ និងព្រៃឈើ មានឥទ្ធិពលលើចលនាខ្យល់។ ខ្យល់មានល្បឿននៅលើកំពូលភ្នំ ហើយល្បឿនខ្យល់ត្រូវបានកាត់បន្ថយនៅពេលមានឧបសគ្គដូចជាដើមឈើ និងអគារ។ ចលនារបស់ខ្យល់កើតមានឡើង

ដោយកត្តាចំនួនបី៖ ចលនារង្វិលរបស់ភពផែនដី ផ្ទៃផែនដីមានរាងពុំស្មើសាច់ និងកម្ដៅនៅក្នុងបរិយាកាសពុំស្មើគ្នា ដោយសារថាមពលព្រះអាទិត្យ។ នៅពេលផែនដីធ្វើចលនាជុំវិញខ្លួនឯងបាន បង្កើតបានជាចលនារង្វិលជុំ ដែលជាហើយនាំឲ្យវត្ថុមានខ្យល់ធ្វើចលនាតាម។ ម្យ៉ាងវិញទៀត ទីតាំងភូមិសាស្ត្រនៅលើផែនដីពុំរាបស្មើ មានខ្ពស់មានទាប ជាហេតុនាំឲ្យមានចលនាឡើងចុះ ហើយចលនាឡើងចុះនេះទទួលរងឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងពីកម្ដៅដែលបញ្ចេញដោយព្រះអាទិត្យ។ ចំពោះទីតាំងដែលទទួលបានពន្លឺព្រះអាទិត្យ ខ្យល់មានសភាពក្ដៅជាទីតាំងដែលពុំទទួលបានពន្លឺ ហើយខ្យល់ក្ដៅរីកមាឌ ដែលជាហេតុនោះឲ្យដង់ស៊ីតេរបស់វាតូចជាងមុន ស្រាល ហើយអណ្ដែតឡើងលើ។ ពេលនោះខ្យល់ត្រជាក់ធ្លាក់ចុះ និងចូលមកជំនួសទីតាំងខ្យល់ក្ដៅ ។ ខ្យល់ប្រែប្រួលទៅតាមភូមិសាស្ត្រ ថ្ងៃ រដូវ និងកម្ពស់ពីផ្ទៃផែនដី អាកាសធាតុ និងទម្រង់របស់ដី។ ការស្វែងយល់ពីលក្ខខណ្ឌរបស់ខ្យល់គឺអាចជួយដល់ការផលិតតួបីនកង្ហារខ្យល់ ការអភិវឌ្ឍបច្ចេកទេសវាស់វែងខ្យល់ និងការជ្រើសរើសទីតាំងសម្រាប់ដំឡើងកង្ហារខ្យល់ ។



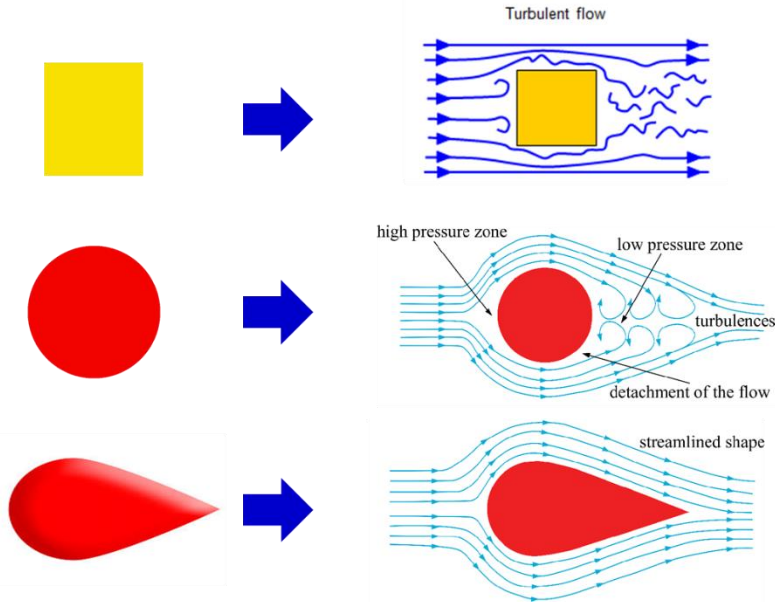
រូបភាពទី ១១៖ វដ្តរបស់ខ្យល់ក្ដៅ និងត្រជាក់

ប្រភព៖ https://www.pinterest.com/pin/345369865155712123/

៣. ចលនាខ្យល់

ចលនាខ្យល់បក់ត្រូវបានបែងចែកជាពីរ គឺចលនាត្រង់ស្មើ (Laminar) និងចលនាគួចត្របាញ់ (Turbulence)។ ចលនាគួចត្របាញ់គឺសំដៅលើការឡើងចុះល្បឿនខ្យល់ជាធម្មតាតិចជាង ១០ នាទី។ ចលនាគួចត្របាញ់ត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយមូលហេតុចំនួន ២ គឺភាពកកិត ជាមួយស្រទាប់ផែនដី និងឥទ្ធិពលកម្ដៅដែលបង្កឲ្យខ្យល់ក្ដៅ ហើយហើរឡើងលើ។ ឥទ្ធិពលទាំងពីរនេះមានទំនាក់ទំនង

វាងគ្នាទៅវិញទៅមក។ ចលនាគួចត្របាញ់គឺជាដំណើរការស្មុគស្មាញ ហើយពុំអាចបង្ហាញដោយរូបមន្តបានទេ។



រូបភាពទី ១២៖ ចលនាត្រង់ស្មើ និងចលនាគួចត្របាច់របស់ខ្យល់

ប្រភព៖ https://diffzi.com/laminar-flow-vs-turbulent-flow/

៤. ល្បឿនខ្យល់

ល្បឿនខ្យល់គឺជាលក្ខខណ្ឌសំខាន់មួយសម្រាប់ការផលិតអគ្គិសនីចេញពីខ្យល់។ ល្បឿនរបស់ខ្យល់ប្រែប្រួលទៅតាមពេលវេលា និងទីកន្លែង ហើយវាជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រចៃដន្យ ដូចនេះ ទិន្នន័យល្បឿនខ្យល់ត្រូវបានគេគណនាដោយប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រស្ថិតិ។ បម្រែបម្រួលរបស់ល្បឿនខ្យល់ត្រូវបានគេពិពណ៌នាដោយប្រើប្រាស់ខ្សែកោងស៊ីនូស។ ជាឧទាហរណ៍តម្លៃរបស់ល្បឿនខ្យល់ដែលត្រូវបានប្រមូលចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៧០ ដល់ឆ្នាំ ១៩៨៤ នៅក្នុងប្រទេសអារាប់រួម មានរាងជារលក។ គេសង្កេតឃើញថាខ្យល់មានល្បឿនលឿននៅពេលថ្ងៃ ហើយល្បឿនអតិបរមាកើតមានឡើងនៅម៉ោង ៣ រសៀល ដែលនេះអាចបង្ហាញថាល្បឿនខ្យល់ពេលថ្ងៃគឺសមាមាត្រជាមួយនឹងកម្លាំងរបស់ពន្លឺព្រះអាទិត្យ ។ ប៉ុន្តែទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ គេពុំឃើញមានទំនាក់ទំនងច្បាស់លាស់រវាងខ្យល់បក់ និងសីតុណ្ហភាពនៅក្នុងតំបន់ដាវ៉ាន់។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ទិន្នន័យល្បឿនខ្យល់ដែលបានកត់ត្រានៅក្នុងតំបន់ឆ្នេរ ៦៦ កន្លែង ក្នុងប្រទេសអង់គ្លេស ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៧០ ដល់ ២០០៣ បានបង្ហាញថាល្បឿនខ្យល់ជាមធ្យមសមាមាត្រផ្ទុយនឹងសីតុណ្ហភាពជាមធ្យមប្រចាំខែ ហើយនេះមានន័យថាខ្យល់កាន់តែខ្លាំងនៅក្នុងរដូវរងា ហើយកាន់តែតិចនៅក្នុងរដូវក្តៅ។

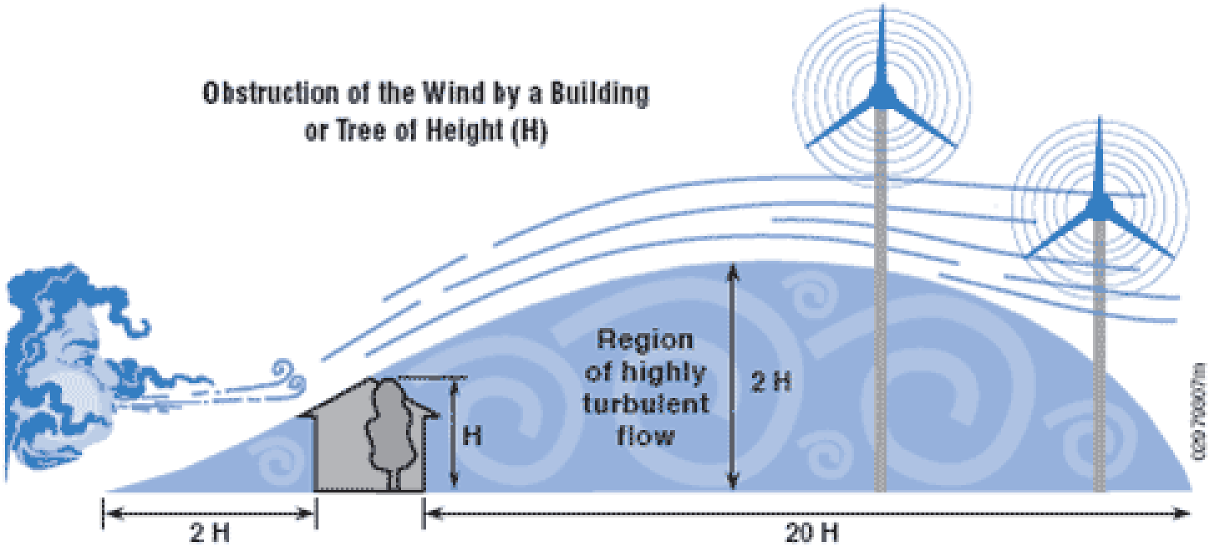
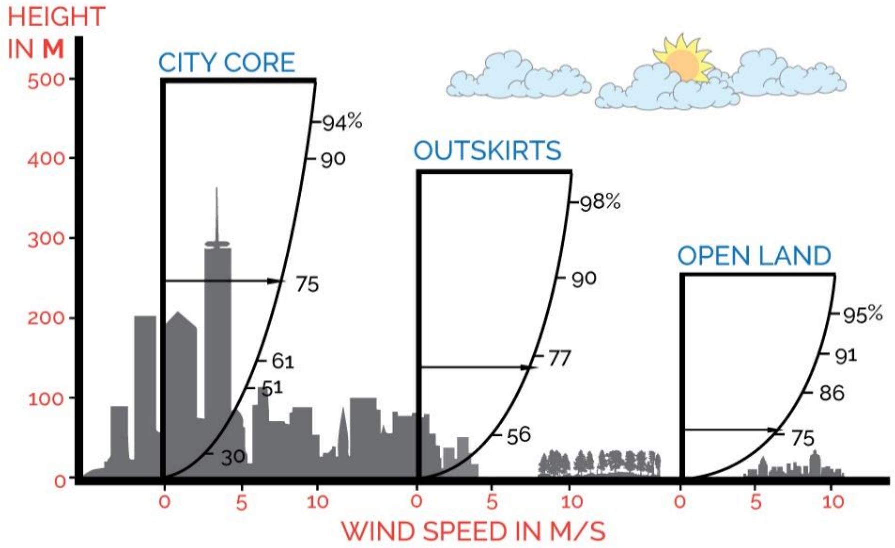


Image courtesy of the U.S. Department of Energy

រូបភាពទី ៖ ចលនាខ្យល់បក់

ទិសដៅរបស់ខ្យល់ក៏ជាលក្ខខណ្ឌវិនិច្ឆ័យមួយសំខាន់ផងដែរសម្រាប់ការសិក្សា លើការផលិតអគ្គិសនីពីខ្យល់។ ទិន្នន័យទិសដៅរបស់ខ្យល់ក្នុងរយៈពេលវែងគឺមានសារៈសំខាន់ណាស់សម្រាប់ការជ្រើសរើសទីតាំងនិងសណ្ឋានរបស់តួប៊ីនអគ្គិសី។ ដ្យាក្រាមទិសដៅខ្យល់គឺជាវិធីសាស្ត្រដ៏មានអត្ថប្រយោជន៍សម្រាប់វិភាគទិន្នន័យដែលពាក់ព័ន្ធនឹងទិសដៅរបស់ខ្យល់នៅទីតាំងជាក់លាក់ ក្នុងរយៈពេលសមស្រប (ដូចជាឆ្នាំ រដូវ ខែ និងសប្តាហ៍)។ ដ្យាក្រាមផ្កាបង្ហាញពីប្រេកង់ទិសដៅខ្យល់នៅក្នុងទិសដៅគ្រឹះចំនួន ៨ ដល់ ១៦។ វាមានខ្សែធ្នូតសរុបចំនួន ១៦ ហើយពីធ្នូត ១ទៅ ធ្នូត១ ទៀតមានគម្លាត ២២.៥º ហើយប្រវែងរបស់បន្ទាត់គឺសមាមាត្រជាមួយនឹងប្រេកង់របស់ទិសដៅខ្យល់។



រូបភាពទី ១៤៖ ល្បឿនរបស់ខ្យល់ដោយធៀបទៅនឹងកម្ពស់ពីដី

រូបមន្តគណនាល្បឿនខ្យល់

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{ln\left(\frac{h_2}{Z_0}\right)}{ln\left(\frac{h_1}{Z_0}\right)}$$

ដោយ

- V_2 ជាល្បឿនខ្យល់នៅកម្ពស់ h_2 គិតជា m/s
- V_1 ជាល្បឿនខ្យល់នៅកម្ពស់ h_1 គិតជា m/s
- Z_0 ជាមេគុណភាពគ្រើមនៃទីតាំង
- តាមគោលការណ៍នៅកពស់ ១០ m ខ្យល់មានល្បឿនជាមធ្យម ៥ m/s

តារាងទី ១៖ ភាពខុសគ្នានៃមេគុណភាពគ្រើមអាស្រ័យទៅតាមទីតាំងភូមិសាស្ត្រ

មេគុណភាពគ្រើម z_0	ប្រភេទភូមិសាស្ត្រ
0.0002 m	ទឹក ទន្លេ និងសមុទ្រ
0.0024 m	ផ្ទៃដីរៀបស្មើ (បេតុង វាលស្មៅ)
0.03 m	ដីកសិកម្មដែលពុំមានរបង ឬដើមឈើបាំង
0.055 m	ដីកសិកម្ម (ដើមឈើបាំងក្នុងរង្វង់ 1 km)
0.1 m	ដីកសិកម្ម (ដើមឈើបាំងក្នុងរង្វង់ 500 m)
0.2 m	ដីកសិកម្ម (ដើមឈើបាំងក្នុងរង្វង់ 250 m)
0.4 m	ទីប្រជុំជន និង ដីកសិកម្មមានព្រៃដុះ
0.6 m	ទីប្រជុំជនធំៗ
1.6 m	ទីក្រុងធំៗ ដែលមានអគារខ្ពស់

ឧទាហរណ៍ទី ១៖ ចូរគណនាល្បឿនខ្យល់នៅកម្ពស់ 20 m នៅតំបន់កសិកម្មដែលមានដើមឈើបាំងក្នុងរង្វង់ 1 m ដោយគេដឹងថានៅកម្ពស់ 10 m ខ្យល់មានល្បឿន 5 m/s។

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{ln\left(\frac{h_2}{Z_0}\right)}{ln\left(\frac{h_1}{Z_0}\right)}$$

គេមាន

- h_2 = ២០ m និង h_1 = ១០ m
- V_1 = ៥m/s
- Z_0 = 0.0៥៥ m
- តាមគោលការណ៍នៅកពស់ ១០ m ខ្យល់មានល្បឿនជាមធ្យម ៥ m/s

➡ $$\frac{V_2}{5} = \frac{ln\left(\frac{២០}{0.0៥៥}\right)}{ln\left(\frac{១០}{0.0៥៥}\right)}$$

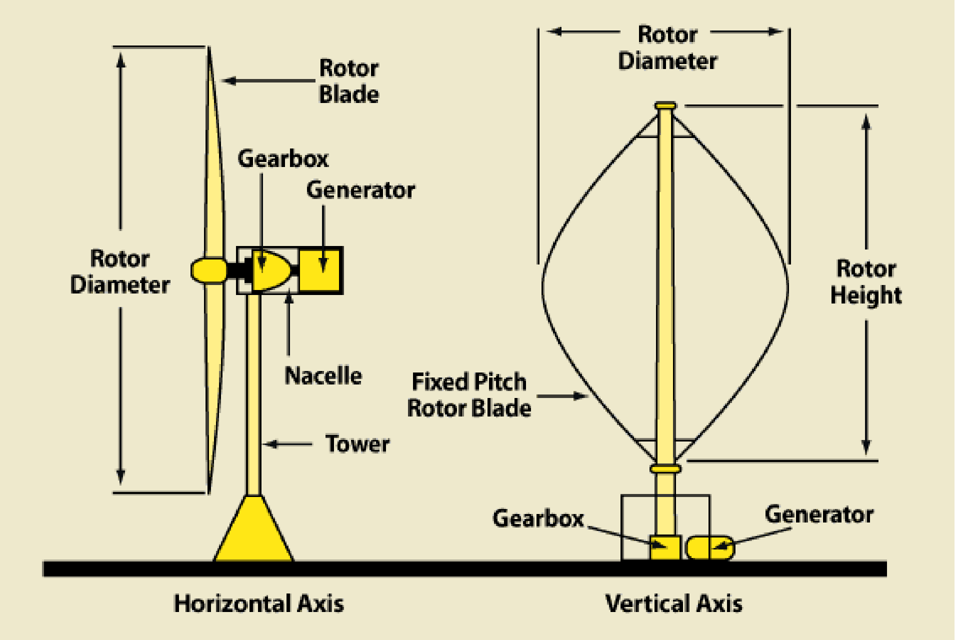
➡ $$= \frac{៥.៩}{៥.២} \times ៥$$

$$V_2 = ៥.៧\ m/s$$

មេរៀនទី ២ ប្រភេទ និងការរចនាកង្ហារខ្យល់

១. ប្រភេទកង្ហារខ្យល់

កង្ហារខ្យល់ត្រូវគេបែងចែកជាពីរ ដោយអាស្រ័យទៅលើម៉ាស៊ីនភ្លើងរបស់តួប៊ីន ដំណើររបស់រំហូរខ្យល់ធៀបទៅនឹងរ៉ូទ័ររបស់តួប៊ីន សមត្ថភាពរបស់តួប៊ីន បែបបទបង្វិលតួប៊ីន និងទីតាំងដំឡើងរបស់តួប៊ីន។ ប្រភេទទាំងពីរនោះគឺ ប្រភេទតួប៊ីនបង្វិលជុំវិញអ័ក្សដេក និងប្រភេទតួប៊ីនបង្វិលជុំវិញអ័ក្សឈរ ហើយជាធម្មតា គេនិយមប្រភេទកង្ហារខ្យល់វិលជុំវិញអក្សរដេក ។



រូបភាពទី ១៦៖ កង្ហារខ្យល់វិលតាមអ័ក្សដេក (ឆ្វេង) និងកង្ហារខ្យល់វិលតាមអ័ក្សបញ្ឈរ (ស្តាំ)

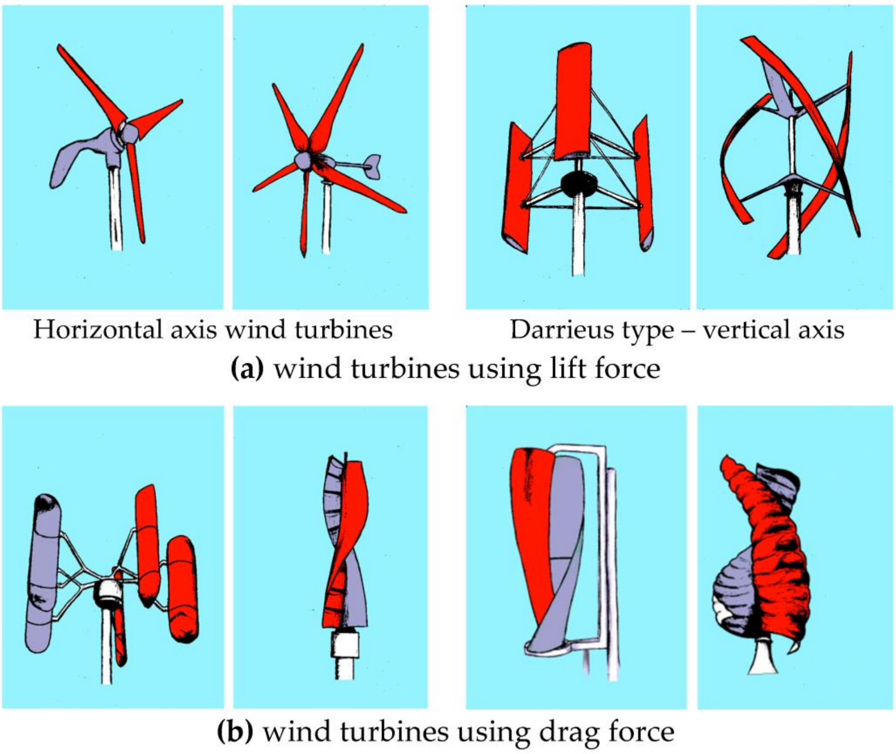
ប្រភព៖ American Wind Energy Association (2021)

១.១ កង្ហារខ្យល់វិលតាមអ័ក្សបញ្ឈរ

កង្ហារខ្យល់វិលតាមអ័ក្សបញ្ឈរត្រូវបានបែងចែកជាពីរ គឺ សាវ៉ូនៀស (savonius) និង ដារៀស (Darrieus)។ កង្ហារប្រភេទសាវ៉ូនៀសដំណើរការដូចគ្នាទៅនឹងរហាត់ទឹកដោយប្រើប្រាស់កម្លាំងទាញដើម្បីឲ្យកង្ហារដំណើរការ ចំណែកឯកង្ហារប្រភេទដារៀសមានស្លាបចក្រស្រដៀងគ្នាទៅនឹងកង្ហារខ្យល់វិលតាមអ័ក្សដេក។ ស្លាបកង្ហារវិលជុំវិញអ័ក្សបញ្ឈរពុំសូវមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ទេ ដោយសារតែស្លាបចក្រមួយខាងវិលល្អ និមួយខាងទៀតវិលពុំល្អ ហើយវាធំ និងពិបាកក្នុងការដំឡើង និងថែរទាំ។

១.២ តួប៊ីនដែលមានអ័ក្សដេក និងអ័ក្សបញ្ឈរ

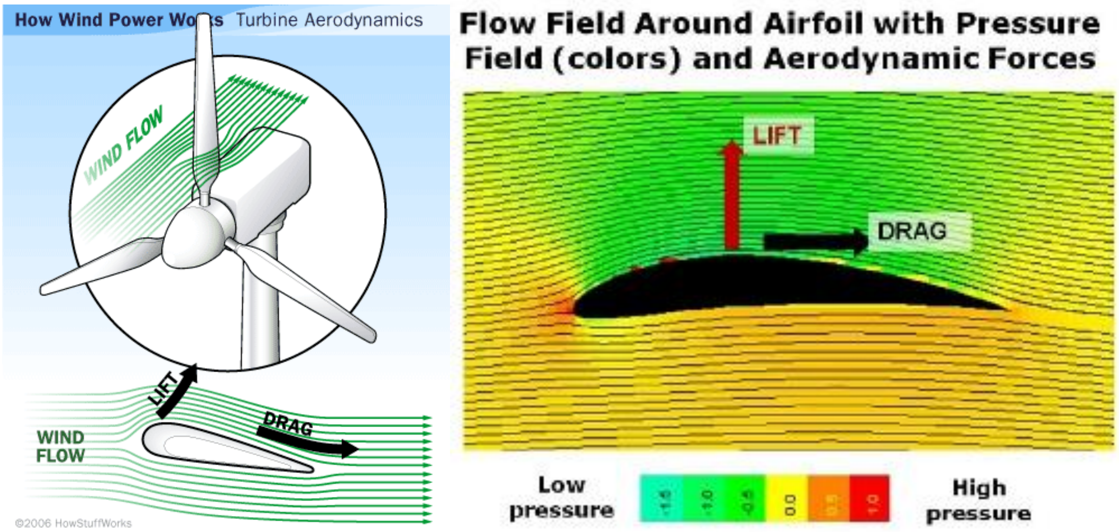
ដោយផ្អែកលើអ័ក្សបង្វិលរបស់ស្លាបកង្ហារ តួប៊ីនខ្យល់សម័យទំនើបត្រូវបានបែកចែកជាពីរប្រភេទ គឺតួប៊ីនអ័ក្សដេក និងតួប៊ីនអ័ក្សបញ្ឈរ។ ចំពោះកង្ហារខ្យល់ខ្នាតឧស្សាហកម្មភាពច្រើនគឺជាប្រភេទអ័ក្សដេក ពីព្រោះអ័ក្សបង្វិលមានទិសដៅស្របនឹងរំហូរខ្យល់។ អត្ថប្រយោជន៍របស់កង្ហារប្រភេទនេះដូចជាប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ ដង់ស៊ីតេអនុភាពខ្ពស់ ខ្យល់បក់ទាប និងតម្លៃផលិតក្នុងមួយឯកតាថាមពលទៀត។ ចំពោះតួប៊ីនអ័ក្សបញ្ឈរ អ័ក្សរបស់វាកែងទៅនឹងផ្ទៃដី។ អត្ថប្រយោជន៍របស់តួប៊ីនអ័ក្សបញ្ឈរគឺថាតួប៊ីនអាចទទួលខ្យល់ពីគ្រប់ទិស និងពុំត្រូវការកន្ទុយត្រី។ ម្យ៉ាងវិញទៀត ម៉ាស៊ីនភ្លើង ប្រអប់បញ្ជា និងផ្នែកតួប៊ីនសំខាន់ៗផ្សេងទៀតអាចត្រូវគេតម្លើងនៅលើដីផ្ទាល់ ដែលជាហេតុនាំឲ្យការដំឡើងមានភាពសាមញ្ញ និងកាត់បន្ថយតម្លៃរបស់តួប៊ីន។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយកង្ហារខ្យល់អ័ក្សបញ្ឈរត្រូវការកម្លាំងជួយជំឡុងដើម្បីឲ្យមានអាចវិលបាន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត កង្ហារខ្យល់ប្រភេទនេះគឺពុំអាចសង់នៅរយៈកម្ពស់ខ្ពស់បានទេ ហើយវាពុំសូវពេញនិយមសម្រាប់ប្រើប្រាស់នាពេលបច្ចុប្បន្ននេះទេ ដោយសារតែប្រសិទ្ធភាពអគ្គិសនីរបស់វាទាប។



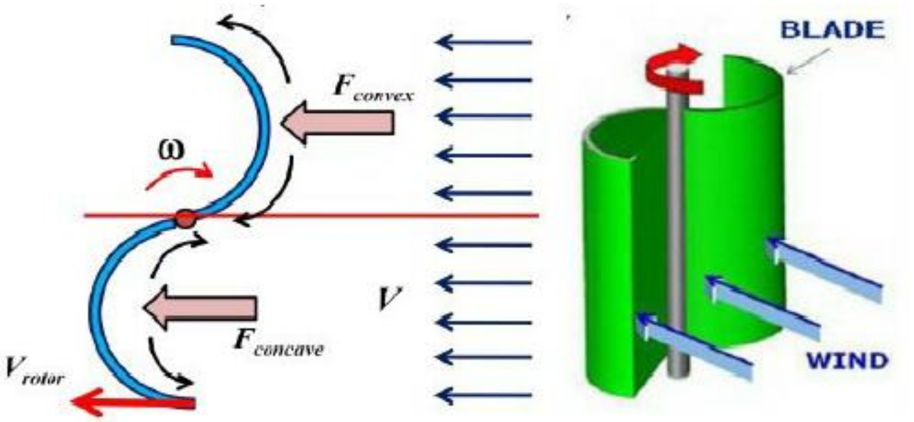
រូបភាពទី ១៧ ៖ ភាពខុសគ្នារវាងកម្លាំងលើក និងកម្លាំងទាញ

ប្រភព៖ (Doerffer et al., 2019)

២. ការរចនាស្លាបកង្ហារ



បម្រែបម្រួលសម្ពាធបង្កឡើងដោយចលនាខ្យល់នៅលើស្លាបកង្ហាររាងជា Airfoil នាំឲ្យមានកម្លាំងលើកឡើងលើ។



ចំពោះកង្ហារប្រភេទអ័ក្សបញ្ឈរវិញ ការវិលគឺប្រើប្រាស់កម្លាំងខ្យល់រុញស្លាបកង្ហារឲ្យវិលតែម្តង ដែលនាំឲ្យកម្លាំងខ្យល់បក់ ក្លាយជាកម្លាំងមេកានិចបង្វិល។

មេរៀនទី ៣ គោលការណ៍នៃអនុភាពខ្យល់

១ ផ្លុកថាមពលស៊ីនេទិច

ដើម្បីគណនាអនុភាពខ្យល់ គេត្រូវដឹងថាតើមានថាមពលប៉ុន្មានក្នុងខ្យល់។ ដំបូងយើងត្រូវបែងចែកឲ្យដាច់ពីគ្នារវាងអនុភាព និងថាមពល។ អនុភាពគឺជាការថាមពលដែលបញ្ចេញក្នុងមួយខ្នាតពេល។ ដូចនេះយើងអាចគណនារកបរិមាណថាមពលដែលកង្ហារខ្យល់អាចផលិតបានក្នុងមួយខ្នាតពេល ហើយគេអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតបានថាអនុភាពខ្យល់គឺជាអត្រាថាមពលរបស់ខ្យល់ដែលហូរឆ្លងកាត់ចន្លោះកញ្ចក់មួយ។

ថាមពលខ្យល់អាស្រ័យលើកត្តាចំនួនបី៖

- បរិមាណខ្យល់
- ល្បឿនខ្យល់
- ម៉ាសរបស់ខ្យល់ (Kalmikov, 2018)។

អនុភាពខ្យល់គឺជាផ្លុកនៃថាមពលខ្យល់ដែលឆ្លងកាត់ផ្ទៃចំហរមួយ។ ផ្លុកគឺជាគោលការណ៍សំខាន់ដែលគេប្រើប្រាស់នៅក្នុងមេកានិចអង្គធាតុរាវ ដោយវាស់វែងអត្រាហូរនៃបរិមាណអង្គធាតុរាវឆ្លងកាត់ផ្ទៃចន្លោះអ្វីមួយជាក់លាក់។

ថាមពលខ្យល់មានន័យថាបរិមាណថាមពលនៃរំហូរខ្យល់ ដោយសារចលនា។ ថាមពលប្រភេទនេះត្រូវបានគេហៅថាជាថាមពលស៊ីនេទិច ហើយវាជាអនុគមន៍នៃម៉ាស និងល្បឿន។

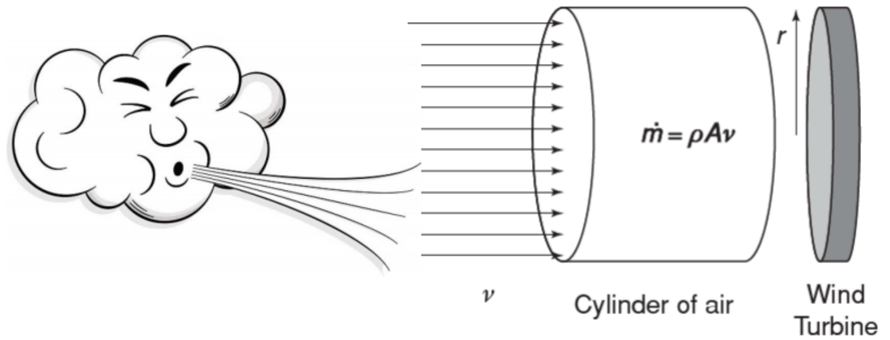
$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$

អនុភាពខ្យល់គឺជាអត្រានៃរំហូរថាមពលស៊ីនេទិច។ គេអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតថាអនុភាពគឺជាដេរីវេថាមពលស៊ីនេទិចធៀបនឹងពេល។

$$P = \frac{dE_c}{dt}$$

$$P = \frac{d(\frac{1}{2} m V^2)}{dt}$$

ហើយអ្វីដែលប្រែប្រួលគឺម៉ាសរបស់ខ្យល់ ដូចនេះ៖



6

គេបាន៖

$$= \frac{1}{2} v^2 \frac{dm}{dt}$$

$$m = \rho V$$

$$\rightarrow \frac{dm}{dt} = \frac{d(pV)}{dt} = \frac{\rho dV}{dt}$$

តែ $V = Ad$

$$\rightarrow \frac{dV}{dt} = Av$$

$$P_{wind} = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

រូបមន្តខាងលើនេះគឺជារូបមន្តគ្រឹះក្នុងការគណនាអនុភាពរបស់ខ្យល់។ វាអាស្រ័យលើល្បឿនខ្យល់បក់ស្វ័យគុណបី ហើយនេះមានន័យថាប្រសិនបើល្បឿនកើនឡើងពីរដង នោះអនុភាពរបស់ខ្យល់កើនឡើងរហូតដល់ ៨ ដង។ ចំណែកទំនាក់ទំនងរវាងអនុភាពខ្យល់ និងដង់ស៊ីតេរបស់ខ្យល់ជាទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរដូចនេះមប្រែបម្រួលដង់ស៊ីតេរបស់ខ្យល់ពុំសូវ មានឥទ្ធិពលលើអនុភាពរបស់ខ្យល់នោះឡើយ។ ម្យ៉ាងវិញទៀតអនុភាពរបស់ខ្យល់អាស្រ័យលើការ៉េនៃផ្ទៃដែលខ្យល់ត្រូវឆ្លងកាត់ស្លាបកង្ហារ។ ដូចនេះវាអាចបង្ហាញថាស្លាបកង្ហារកាន់តែវែង នៅគេអាចទទួលបានអនុភាពកាត់តែច្រើន។

២. ដង់ស៊ីតេអនុភាពខ្យល់

ដើម្បីងាយស្រួលក្នុងការគណនាអនុភាពខ្យល់គេត្រូវកំណត់អនុភាពខ្យល់ក្នុងមួយខ្នាតផ្ទៃ ឬគេអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតថាជាវិហូរអនុភាពជាក់លាក់។ ដូចនេះ ផ្លុកថាមពលខ្យល់គឺជាដង់ស៊ីតេអនុភាពខ្យល់ ដែលគេអាចគណនាតាមរូបមន្តខាងក្រោម៖

$$\frac{p}{A} = \frac{1}{2}\rho v^3$$

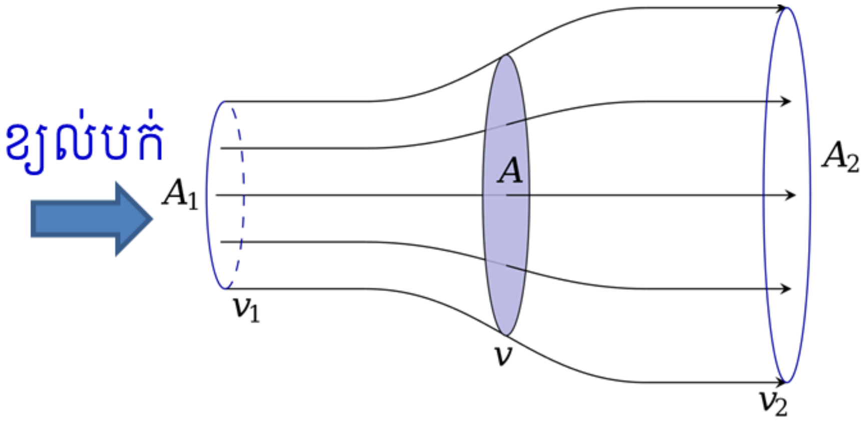
ដង់ស៊ីតេថាមពលខ្យល់ជាមធ្យមមានសារៈសំខាន់ចំពោះល្បឿនខ្យល់ជាមធ្យម សម្រាប់ប្រៀបធៀបទីតាំងដែលអាចដំឡើងកង្ហារខ្យល់ទទួលបានអនុភាពខ្យល់។

តារាងទី ១៖ បំណែងចែកដង់ស៊ីតេអនុភាពខ្យល់ទៅតាមទីតាំងល្បឿនខ្យល់

ចំណាត់ថ្នាក់អនុភាពខ្យល់	សក្តានុពលនៃប្រភពទីតាំង	ដង់ស៊ីតេអនុភាពខ្យល់ (W/m²)	ល្បឿនខ្យល់ (m/s)
១	ខ្សោយ	០ - ២០០	០.០ - ៥.៩
២	តិចតួច	២០០ - ៣០០	៥.៩ - ៦.៧
៣	មធ្យម	៣០០ - ៤០០	៦.៧ - ៧.៤
៤	ល្អ	៤០០ - ៥០០	៧.៤ - ៧.៩
៥	ល្អប្រសើ	៥០០ - ៦០០	៧.៩ - ៨.៤
៦	ល្អណាស់	៦០០ - ៨០០	៨.៤ - ៩.៣
៧	ល្អឥតខ្ចោះ	> ៨០០	> ៩.៣

៣. ប្រសិទ្ធភាពអនុភាពខ្យល់

គេដឹងថាអនុភាពខ្យល់គឺអាស្រ័យល្បឿន និងផ្ទៃកង្ហារខ្យល់ហូរឆ្លងកាត់ ប៉ុន្តែគេពុំអាចទាញយកអនុភាពទាំងនោះមកធ្វើជាប្រយោជន៍បាននោះទេ។ ប្រសិទ្ធភាពក្នុងការទាញយកអនុភាពខ្យល់មកប្រើប្រាស់ត្រូវគេតាងដោយមេគុណ C_p ដែលជាស្មើទៅនឹងអនុភាពដែលអាចបានដោយកង្ហារខ្យល់ចែកនឹងអនុភាពដែលខ្យល់បង្កើតឡើងសរុប នៅពេលឆ្លងកាត់ស្លាបកង្ហារនោះ។



- ខ្យល់អនុភាពខ្យល់បក់ដែលចេញពីទីតាំង A_1 ឆ្លងកាត់កង្ហារខ្យល់ A ចេញមកទីតាំង A_2
- ល្បឿនខ្យល់ទីតាំង បក់ប៉ះស្លាបកង្ហារបានបន្ថយល្បឿនរបស់ខ្លួន ហើយខ្យល់ដែលចេញពីក្រោយស្លាបកង្ហារកាន់តែខ្សោយ។

  គេបាន $V_1 > V > V_2$
- តាមលក្ខខណ្ឌខាងលើនាំឲ្យអនុភាពសរុបត្រូវបានបែងចែកជាពីរគឺអនុភាពដែលធ្វើឲ្យស្លាបកង្ហារវិល និងអនុភាពដែលខាតបង់ដោយសល់ ហើយបក់មកផ្នែកខាងក្រោយនៃស្លាបកង្ហារ។

  ដូចនេះ $P_T = P_e + P_L$

ជាលទ្ធផល គេទទួលបានមេគុណប្រសិទ្ធភាពនៃអនុភាពខ្យល់គឺះ

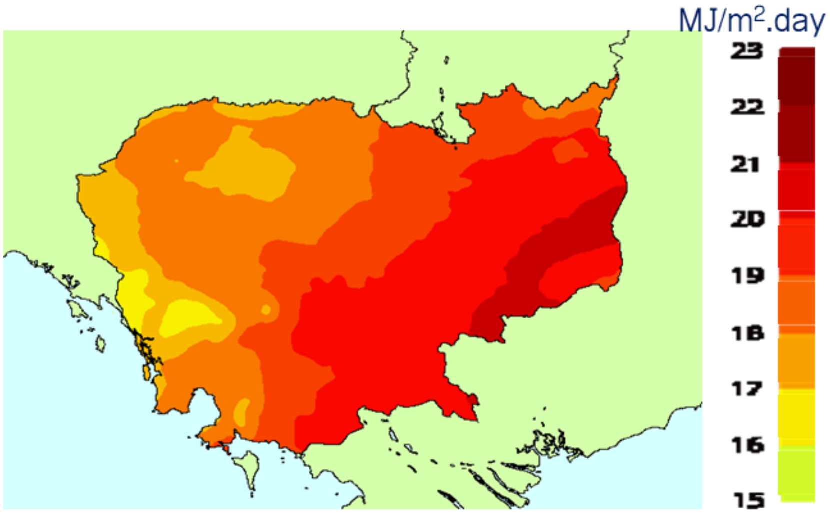
$$C_p = \frac{P_e}{P_T}$$

ប្រសិទ្ធភាពអនុភាពខ្យល់អតិបរមាដែលអាចទាញយកមកប្រើប្រាស់បាន គឺគេឲ្យឈ្មោះថា *Betz limit*។ តាមទ្រឹស្តីមេគុណអនុភាពខ្យល់អតិបរិមាណគឺស្មើនឹង 59% នៃអនុភាពខ្យល់សរុប។ ប៉ុន្តែជាក់ស្តែងគឺគេអាចទាញយកថាមពលមកប្រើប្រាស់ជាក់ស្តែងចន្លោះពី 40-45% ប៉ុណ្ណោះ។

ជំពូក ៣ ថាមពលព្រះអាទិត្យ
មេរៀនទី ១ លក្ខណៈនៃពន្លឺព្រះអាទិត្យ

១. សេចក្តីផ្តើម

ពន្លឺព្រះអាទិត្យគឺជាប្រភពថាមពលដ៏ចំបង សម្រាប់ជីវិតមនុស្ស សត្វ និងរុក្ខជាតិនៅលើផែនដី។ ពុំមានវត្តមានព្រះអាទិត្យគឺពុំមានវត្តមានជីវិតនោះទេ ពីព្រោះពន្លឺព្រះអាទិត្យបានរក្សាតុល្យភាពកម្តៅនៅលើផែនដី មានលក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុសមស្របសម្រាប់ការរស់នៅ និងវិវត្ត រុក្ខជាតិអាចធ្វើរស្មីសំយោគផលិតអាហារផ្ទាល់ខ្លួន និងក្លាយជាប្រភពអាហាររបស់មនុស្សសត្វ។ ពន្លឺដែលចាំងមកលើផែនដីក្នុងលក្ខខណ្ឌជារលកពន្លឺក្នុងថាមពលបរិមាណយ៉ាងច្រើន ដោយនៅក្នុងប្រភេទកម្ពុជាអាទទួលបានថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យដល់ ១៨.៣ MJ/m^2.day និងអាចទទួលបានពន្លឺគ្រប់គ្រាន់ពេញមួយឆ្នាំ។ ជាមធ្យមពន្លឺពេញមានរក្សាពេលពី ៥ – ៦ ម៉ោងក្នុងមួយថ្ងៃ។



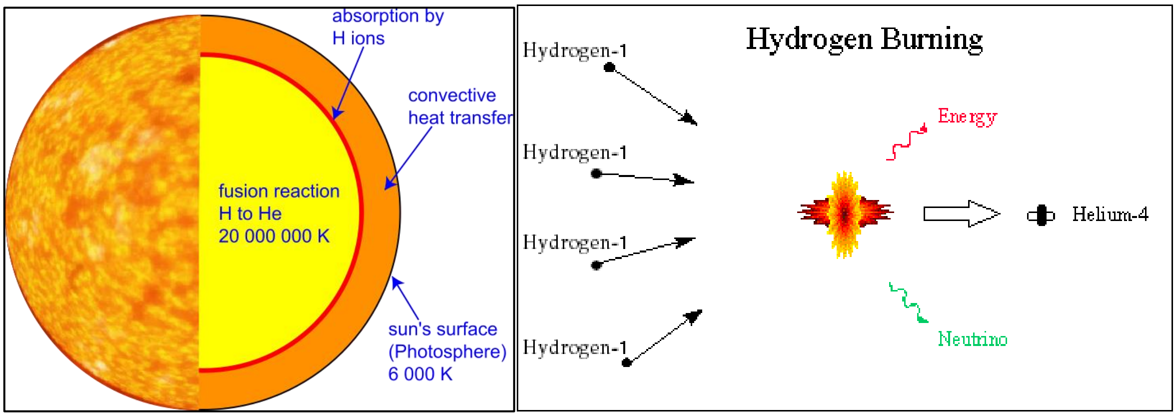
រូបភាពទី៣.១ ៖ ផែនទីពន្លឺព្រះអាទិត្យចាំងលើប្រទេសកម្ពុជា (ឆ្វេង) និងពន្លឺពេញប្រចាំថ្ងៃនៃខែនីមួយៗ (ស្តាំ)

បរិមាណថាមពលដែលព្រះអាទិត្យចាំងមកលើផែនដីក្នុងមួយម៉ោង គឺមានចំនួនច្រើនជាងថាមពលអគ្គិសនីដែលមនុស្ស ទាំងអស់នៅលើសាកលលោកប្រើប្រាស់ពេញមួយឆ្នាំ។ មានបច្ចេកទេសជាច្រើនត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់បម្លែងពន្លឺព្រះអាទិត្យ ឲ្យទៅជាថាមពលដែលអាចប្រើប្រាស់បានសម្រាប់អគារ។ បច្ចេកវិទ្យាសូឡាដែលគេនិយមប្រើប្រាស់បំផុតសម្រាប់លំនៅដ្ឋាន និងជំនួញគឺហ្វូតូវ៉ុលតាអ៊ីក (photovoltaics) សម្រាប់ផលិតអគ្គិសនី និងការរចនាសូឡាមិនផ្ទាល់សម្រាប់កម្តៅកន្លែងណាមួយ និងសម្រាប់កម្តៅទឹកប្រើប្រាស់ (National Renewable Energy Laboratory, 2021)។

២. ព្រះអាទិត្យ

ព្រះអាទិត្យគឺជាចំណុចកណ្តាលនៃប្រព័ន្ធព្រះអាទិត្យទាំងមូល ហើយវាជាប្រភេទផ្កាយលឿងតូចដែលបង្កើតឡើងពីបណ្តុះឧស្ម័នឆេះ។ វាមានម៉ាសសរុបស្មើទៅនឹង 99.8% នៃប្រព័ន្ធទាំងមូល។ ផែនដីវិលជុំវិញព្រះអាទិត្យក្នុងចម្ងាយ 152 x 10^6 kg។ ទំនាក់ទំនង និងអន្តរអំពីរវាងព្រះអាទិត្យ និងភពផែនដីបានបង្កើតជារដូវ ចរន្តទឹក អាកាសធាតុ និងពន្លឺ (NASA, 2021)។

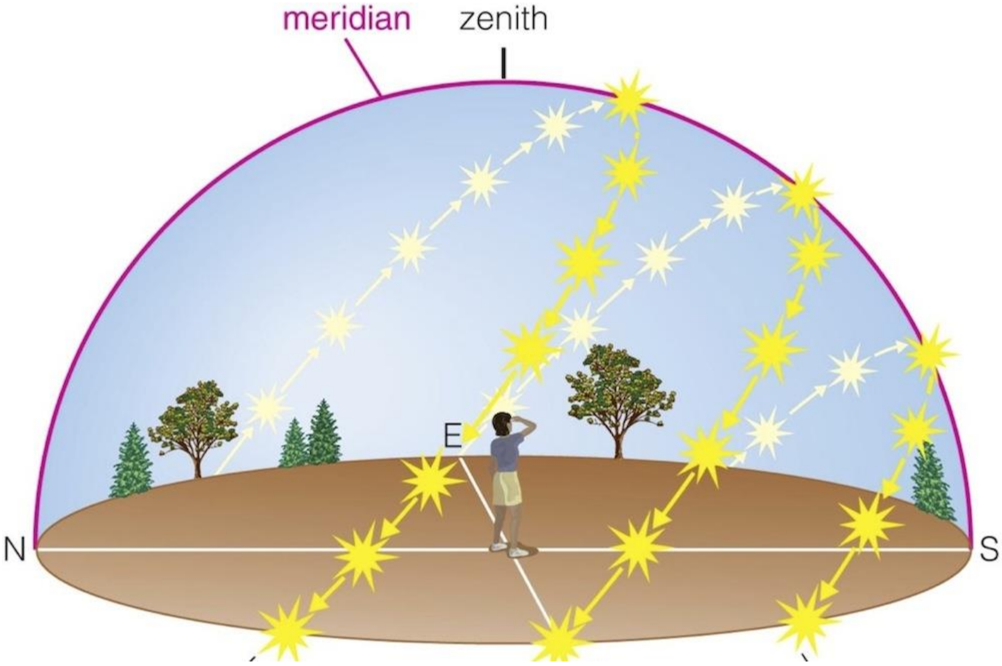
សីតុណ្ហភាពលើផ្ទៃព្រះអាទិត្យមានកម្តៅរហូតដល់ 5,600°C ហើយសីតុណ្ហភាពនៅក្នុងស្នូលផែនដីវិញកើនរហូតដល់ 15x10^6°C។ ព្រះអាទិត្យគឺជាបណ្តុះឧស្ម័នឆេះ ដែលផ្សំឡើងដោយអាតូមឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន 91% និង អាតូមអេល្យូមប្រហែលជា 8.9%។ បើគិតជាម៉ាសរបស់ព្រះអាទិត្យទាំងមូល 70.% ជាអ៊ីដ្រូសែន និង 28% ជាអេល្យូម។ គេក៏សង្កេតឃើញមានវត្ថុមានកាបូន អាសូត និងអុកស៊ីសែនមានប្រមាណ ណេអុង ដែក ស៊ីលីកូន ម៉ាញ៉េស្យូម និងស្ពាន់ធ័រ ក្នុងបរិមាណតិចតួច។ មូលហេតុដែលព្រះអាទិត្យមានកម្តៅដ៏សម្បើមដូចនេះគឺដោយសារការឆេះអាតូមអ៊ីដ្រូសែន និងបម្លែងអាតូមនេះទៅជាអេល្យូម។ អាតូមអ៊ីដ្រូសែនអាចឆេះបានគឺដោយសារទំនាញរបស់ព្រះអាទិត្យធំពេករហូត ដល់អាតូមឧស្ម័នក៏ទាញឲ្យបុកគ្នាបានដែរ ក្នុងយន្តការមួយគេឲ្យឈ្មោះថា "ប្រតិកម្មនុយក្លេអ៊ែរ" (Cool Cosmos, 2021)។



រូបភាពទី ៣.២ ៖ សីតុណ្ហភាពលើផ្ទៃព្រះអាទិត្យ

៣. ចលនារបស់ផែនដី

ព្រះអាទិត្យធ្វើដំណើរពីកើតទៅលិចតាមបណ្តោយខ្សែស្របអេក្វាទ័រ ហើយទីតាំងព្រះអាទិត្យគឺអាស្រ័យនឹងអឌ្ឍគោលនីមួយៗ។ នៅអឌ្ឍគោលខាងជើង ព្រះអាទិត្យធ្វើដំណើរពីកើតទៅលិច ឈាងខាងត្បូង ហើយនៅអឌ្ឍគោលខាងត្បូង ឈាងខាងជើង។



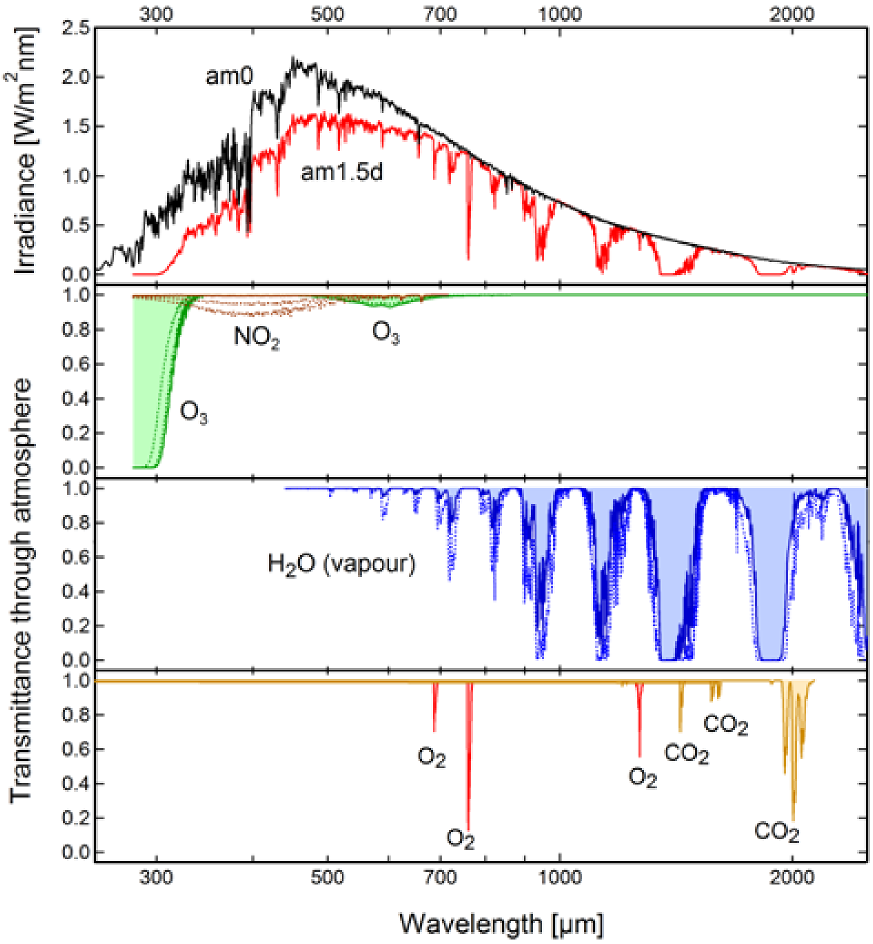
នៅពេលកាំរស្មីព្រះអាទិត្យដែលចាំងមកលើផែនដី វាត្រូវបានកាត់បន្ថយដោយកត្តាចំនួន ៤៖

- ឥទ្ធិពលបរិយាកាស (ការស្រូប ឬចំណាំងផ្លាតកាំរស្មីទៅលើវិញ)
- កត្តាចំហាយទឹក ពពក និងការបំពុល
- រយៈកំពស់នៃតំបន់ផ្សេងៗគ្នា
- ពេលវេលា និងរដូវកាល។

ក្នុងនោះកាំរស្មីរបស់ព្រះអាទិត្យ 100% ត្រូវបានកាត់បន្ថយ 30% ដោយចំណាំងផ្លាតពពក និងផ្ទៃផែនដីហើយសល់តែ 70% ដែលចូលមកដល់ផែនដី។ ជាធម្មតាកាំរស្មីរបស់ព្រះអាទិត្យ មានចំនួន 3 គឺ៖កាំរស្មីស្វាយអុលត្រា (UV) កាំរស្មីពន្លឺ (VL) និងកាំរស្មីក្រហមអាំង (IR)។ កាំរស្មីស្វាយអុលត្រាមានជំហានខ្លីជាងគេ ប៉ុន្តែថាមពលខ្លាំងជាងគេ។ ចំពោះកាំរស្មីក្រហមអាំងប្រាគឺមានជំហានរលកវែងជាងគេ ប៉ុន្តែមានថាមពលតិចជាងគេក្នុងចំណោមកាំរស្មីទាំងបីប្រភេទ។ ស្វាយអុលត្រា UV ($\lambda < 0.4$ μm) កាំរស្មីពន្លឺ ($0.4 < \lambda < 0.7$ μm) កាំរស្មីក្រហមអាំប្រា IR ($\lambda > 0.7$ μm)។ ក្នុងចំណោមកាំរស្មីទាំងបីកាំរស្មីស្វាយអុលតាមានត្រឹមតែ 3% កាំរស្មីពន្លឺ 43% និងកាំរស្មីក្រហមអាំងប្រាមានរហូតដល់ 52%។

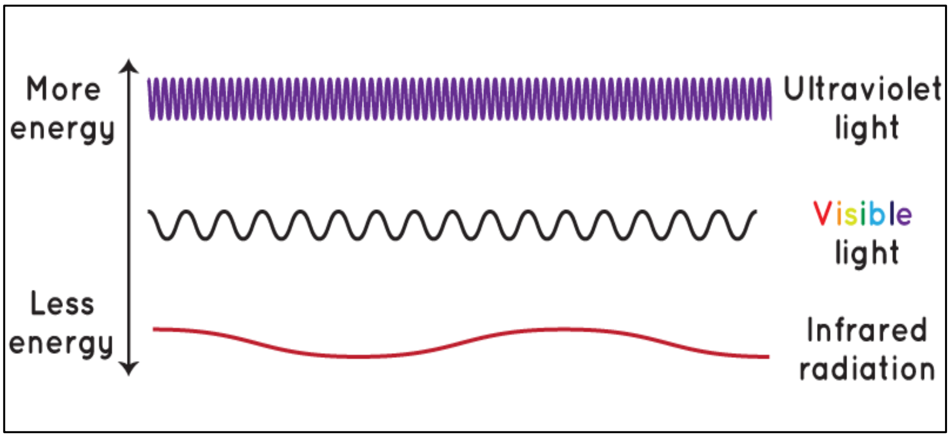
នៅពេលកាំរស្មីព្រះអាទិត្យចាំងឆ្លងកាត់ស្រទាប់បរិហាកាសនោះ O_3 បានចាប់យក UV ដែលជាហេតុនាំឲ្យវាមានបរិមាណតិចតួចចាំងមកដល់ផែនដី។ ចំពោះចំហាយទឹក និង CO_2 គឺវាស្រូបកាំរស្មីក្រហមអាំងប្រា ហើយចំហាយទឹកវាក៏ស្រូបកាំរស្មីពន្លឺតិចតួចដែរ។ ខាងក្រោមជាសង្ខេបនៃឧស្ម័ន កាំរស្មីដែលវាស្រូបទៅតាមជំហានរលករបស់ពន្លឺ។

- O_3 ស្រូប UV ($\lambda\, 230 - 290$ nm)
- H_2O ស្រូប IR ($\lambda\, 700 - 8000$ nm)
- CO_2 ស្រូប IR ($\lambda\, 1500 - 8000$ nm)
- H_2O ស្រូប visible light តិចតួច ($\lambda \approx 380–780$ nm)

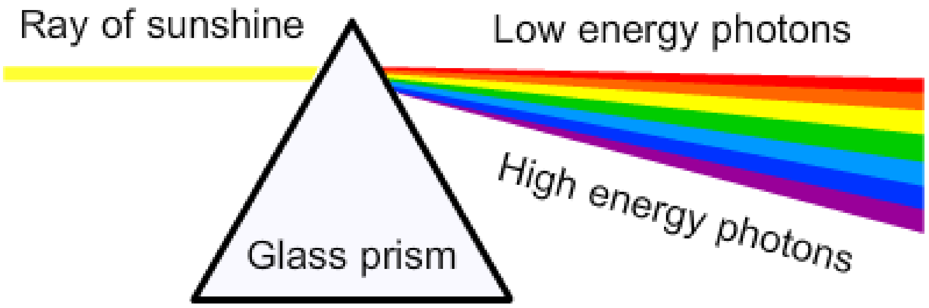


៣.១ កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ

ថាមពលព្រះអាទិត្យជាបណ្តុំជំហានរលក ហើយគេពុំអាចមើលវាឃើញដោយភ្នែកទទេរបានទេ និងភ្នែករបស់មនុស្សមើលឃើញតែពណ៌ស និងលឿង។ គេអាចមើលឃើញពណ៌នៃកាំរស្មីពន្លឺបាននៅពេលកាំរស្មីព្រះអាទិត្យធ្វើចលនាឆ្លងកាត់ដុំព្រឹស ឬតំណក់ទឹក។



រូបភាពទី ៣.៣៖ ប្រភេទនៃរលកកាំរស្មីពន្លឺ ព្រះអាទិត្យដែលចាំងមកលើផែនដី



រូបភាពទី ៣.៤៖ កាំរស្មីពន្លឺដែលអាចមើលឃើញមាន ៧ ពណ៌

តាមពិតពន្លឺព្រះអាទិត្យមានទម្រង់ជាកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច និងកាំរស្មីរបស់វាមានលក្ខណៈជាដំហានរលកដែលត្រូវបានរកឃើញដោយលោក Thomas Young François Arago និងលោក Augustin Jean Fresnel នៅដើមសតវត្សទី 19។ កាំរស្មីនេះត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយប្រតិកម្មបរិមាណូនៃបណ្តុំអ៊ីដ្រូសែនដែលមានប្រមាណ 91% នៃម៉ាសព្រះអាទិត្យទាំងមូល។ ប្រតិកម្មបរិមាណូនេះ ត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយសារទំនាញដ៏ធំសំបើមនៃព្រះអាទិត្យដែលទាញសូមបីតែម៉ូលេគុលឧស្ម័នក៏ទាញឲ្យទង្គិចគ្នាយ៉ាងខ្លាំង។ នៅពេលនោះអាតូមអ៊ីដ្រូសែន (H_2) ចំនួន 4 បានប៉ះទង្គិចគ្នាបង្កើតបានអាតូមអេល្យូម (He) ហើយប្រតិកម្មនេះហៅថាចង្វាក់ប្រូតុង-ប្រូតុង។

៤. ចលនារបស់ផែនដី

កាំរស្មីបញ្ចេញដោយព្រះអាទិត្យត្រូវបានជះទៅក្នុងលំហ គ្រប់ទីកន្លែង ប៉ុន្តែចំណាយកាន់តែឆ្ងាយធ្វើកាំរស្មីពន្លឺកាត់តែធ្លាក់ចុះ។ ដង់ស៊ីតេថាមពលកាត់តែតូច នៅពេលចម្ងាយរបស់ភពដ៏ទៃកាត់តែឆ្ងាយពីព្រះអាទិត្យ

$$H_0 = \frac{R_{sun}^2}{D^2} H_{sun}$$

- H_0 ដង់ស៊ីតេអនុភាពនៅចម្ងាយ D ពីព្រះអាទិត្យ (W/m^២)
- D ចម្ងាយពីព្រះអាទិត្យទៅភពមួយផ្សេងៗទៀត (m)
- R_{sun} កាំរបស់ព្រះអាទិត្យ (៦៩៥ × ១០^៦ m)
- H_{sun} ដង់ស៊ីតេអនុភាពព្រះអាទិត្យ (៦៤ × ១០^៦ W/m^២)

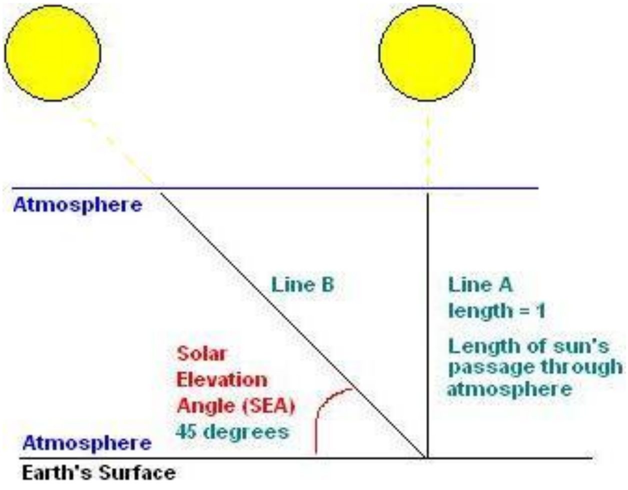
តារាងទី ៣.២៖ កាំរស្មីពន្លឺព្រះអាទិត្យទៅតាមដែលចាំដល់ភពនីមួយៗ

ភព	ចង្ងាយ ($x ១០^{៩}$ m)	កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ(W/m^2)
ពុធ (Mercury)	៥៧	៩១១៦.៤
សុក្រ (Venus)	១០៨	២៦១១
ផែនដី (Earth)	១៥០	១៣៦៦
អង្គារ (Mars)	២២៧	៥៨៨.៦
ព្រហស្បតិ៍ (Jupiter)	៧៧៨	៥០.៥
សៅរ៍ (Saturn)	១៤២៦	១៥
អ៊ុយរ៉ានុស (Uranus)	២៨៦៨	៣.៧
នេពទូន (Neptune)	៤៤៩៧	១.៥

គេសង្កេតឃើញថាភពពុធទទួលបានកាំរស្មីព្រះអាទិត្យច្រើនជាងគេបង្អស់ដោយសារតែវាមានចម្ងាយកៀកនឹងព្រះអាទិត្យជាងគេ។ បន្ទាប់មកភពសុក្រ និងភពផែនដីរបស់យើង ដែលជាភពទីបី។ ហើយភពដែលទទួលបានកាំរស្មីព្រះអាទិត្យតិចជាងគេបំផុតគឺភពអ៊ុយរ៉ានុស និងភពនេពទូន ដែលជាហេតុនាំឲ្យភពទាំងពីរនេះត្រូវគ្របដណ្តប់ដោយទឹកកក។

៥. ទីតាំងធៀបនៃព្រះអាទិត្យ ឬម៉ាសខ្យល់

Air mass (AM) ជាការវាស់វែងបរិមាណបរិយាកាសដែលកាំរស្មីព្រះអាទិត្យត្រូវឆ្លងកាត់។ ជាទូទៅបើ AM = 1 នោះព្រះអាទិត្យស្ថិតនៅចំពីលើកាលតែម្តង។



$$AM = \frac{1}{cos\theta}$$

មុំជៀបនឹងផ្ទៃរាប	Air Mass
90°	១
60°	១.១៥
45°	១.៤១
30°	២
20°	២.៩២
15°	៣.៨៦

៦. អនុភាពព្រះអាទិត្យ

រូបមន្តអនុភាពព្រះអាទិត្យត្រូវបានរកឃើញដោយលោក Einstein ដែលបានឈ្នះពានរង្វាន់ណូបែលផ្នែករូបវិទ្យា នៅ 1918 និង 1921 ដោយបង្ហាញពន្លឺគឺជាបណ្តុំនៃថាមពល។

$$E = mc^2$$

- E ថាមពលបានពីការប្រតិកម្មនុយក្លេអ៊ែររបស់អាតូម J
- m ម៉ាសអាតូមបាត់បង់ដោយប្រតិកម្ម kg
- c ល្បឿនផ្ទាំពន្លឺ $3 \times 10^8\ {}^{m}/_{s}$

ព្រះអាទិត្យ

- ម៉ាស $1.99 \times 10^{30}\ kg$
- សំទុះ $274\ {}^{m}/_{s}$
- កាំ $6.96 \times 10^5\ km$
- សីតុណ្ហភាព 5,500 ^{0}C

ផែនដី

- ម៉ាស $6 \times 10^{24}\ kg$
- សំទុះ $9.81\ {}^{m}/_{s}$
- អង្កត់ផ្ចិត *6.35 × 10³ km*
- សីតុណ្ហភាព ≈30 °C
- ម៉ាសព្រះអាទិត្យធំជាងផែនដី 333×10^{3} ដង
- សំទុះព្រះអាទិត្យធំជាងផែនដី 27 ដង
- កាំព្រះអាទិត្យធំជាងផែនដី 109 ដង

គេអាចគណនាកាំរស្មីពន្លឺតាមរយៈមុំនៃទីតាំងព្រះអាទិត្យធៀបនឹងផ្ទៃផែនដីដោយរូបមន្តខាងក្រោម។ ចូរគណនា សូឡាកុងស្តង់ ដែលមកកាន់ផែនដី។ គេមាន អនុភាពសូឡាទាំងមូល $1.2 \times 10^{5}\ TW$។

មុំធៀបនឹងផ្ទៃរាប	W/m^2	**% នៃការថយចុះថាមពល**
90°	1040	0.0%
60°	1010	2.9%
45°	950	8.7%
30°	840	19.2%
20°	710	31.7%
15°	620	40.3%
10°	470	54.8%
5°	270	74.0%
1°	56	94.6%

មេរៀនទី ២ ការផ្ទេរ និងស្រូបកម្ដៅ

១. ការផ្ទេរកម្ដៅ

តាមលក្ខណៈរូបវិទ្យាអង្គធាតុដែលក្ដៅបញ្ចេញកម្ដៅ និងអង្គធាតុដែលត្រជាក់ស្រូបកម្ដៅ។ អង្គធាតុដែលក្ដៅផ្ទេរកម្ដៅមាន 3 ប្រភេទ៖

- ការផ្ទេរកម្ដៅដោយអង្គធាតុរឹង (Conduction)
- ការផ្ទេរកម្ដៅដោយអង្គធាតុរាវ និងឧស្ម័ន (Convection)
- ការផ្ទេរកម្ដៅដោយកាំរស្មី (radiation)។

តារាងទី១ ៖ មេគុណស្រូបកម្ដៅអាស្រ័យទៅតាមពណ៌របស់អង្គធាតុ

ពណ៌ផ្ទៃ	មេគុណស្រូប
ផ្ទៃសរលោង	0.25 - 0.40
ប្រផេះ	0.40 - 0.50
ខៀវ ក្រហម ត្នោត	0.50 - 0.70
ត្នោត ទៅបៃតង	0.70 - 0.80
បៃតង ទៅខ្មៅ	0.80 - 0.90

ការស្រូបកម្ដៅនៃអង្គធាតុគឺអាស្រ័យទៅនឹងភាពរលោង ហើយនឹងពណ៌របស់វា។ ប្រសិនបើអង្គធាតុនោះមានពណ៌សរលោង នោះមេគុណស្រូវកម្ដៅរបស់វាតូច គឺចន្លោះពី 0.25-0.4។ ប្រសិនបើអង្គធាតុនោះមានពណ៌ប្រផេះ នោះមេគុណស្រូមកម្ដៅរបស់វាមានចន្លោះពី 0.40 - 0.50។ ចំពោះពណ៌ខៀវ ក្រហម ត្នោត មេគុណស្រូបកម្ដៅរបស់វាគឺចន្លោះ 0.50 - 0.70 និងចំពោះពណ៌បៃតង ទៅខ្មៅ និងមេគុណស្រូប កម្ដៅរបស់វាខ្ពស់គឺចន្លោះពី 0.80 - 0.90។

ចំពោះអង្គធាតុខុសគ្នាការស្រូបកម្ដៅក៏មានលក្ខណៈខុសគ្នាដែរ។ ដោយអាលុយមីញ៉ូមសុទ្ធ វាមានអត្រាស្រូវកម្ដៅទាបជាងគេគឺចន្លោះ 0.09-0.10 ប៉ន្តែដុំកាបូនវាស្រូបកម្ដៅបានល្អជាងគេគឺមានប្រមាណ 0.94 ។ ចំពោះដំបូលក្បឿង និងឥដ្ឋគឺអត្រាស្រូបកម្ដៅប្រហែល 0.6។

រូបភាពទី២ ៖ មេគុណស្រូបកម្តៅទៅតាមប្រភេទអង្គធាតុ

ពណ៌ផ្ទៃ	**មេគុណស្រូប**
អាលុយមីញ៉ូមសុទ្ធ	0.09-0.10
អាលុយមីញ៉ូមលាយ	0.12-0.16
ដុំកាបូន	0.94
ក្រូម	0.415
ទង់ដែងភ្លឺ	0.35
មាស	0.20-0.23
ដែក	0.44
ឥដ្ឋក្រហម	0.55
បេតុង	0.60
ដំបូលក្បឿង	0.64

២.១ ការផ្ទេរកម្តៅដោយអន្តធាតុរឹង (Conduction)

នៅពេលដុតនៅជ្រុងម្ខាង កម្តៅផ្ទេរពីអាតូមដែលនៅជិតគ្នា។ ឧទាហរណ៍ នៅពេលយើងដើរនៅចិញ្ចើមផ្លូវដោយជើងទទេរ កណ្តាលថ្ងៃត្រង់ នោះកម្តៅត្រូវបានផ្ទេរមកកាន់បាតជើង

- ការផ្ទេរកម្តៅរបស់លោហៈធាតុ គឺចម្លងកម្តៅបានល្អ ប៉ុន្តែអលោហៈធាតុចម្លងកម្តៅពុំល្អទេ។
- លោហៈធាតុមានអេឡិចត្រុងសេរីចម្រើន ហើយវាបម្លាស់ទីពេលត្រូវកម្តៅ ដោយនាំយកកម្តៅទៅជាមួយផង។

$$P = \frac{dQ}{dt} = \frac{kA\Delta T}{L}$$

អនុភាពកម្តៅផ្ទេរ *(W)*

k មេគុណផ្ទេរកម្តៅ *(W/m.K)*

A ផ្ទៃរបស់អង្គធាតុកម្តៅ *(m2)*

L ប្រវែងរបស់អង្គធាតុ *(m)*

ΔT បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព *(K)*

អង្គធាតុ	*k* (W/m•K)
លោហៈធាតុ	
ដែកថែប	14
សំណ	35
អាលុយមីញ៉ូម	235
ទង់ដែក	397
ដែក	80
ប្រាក់	428
ឧស្ម័ន	
ខ្យល់ស្ងួត	0.026
អេល្យូម	0.15
អ៊ីដ្រូសែន	0.18
សម្ភារៈសំណង់	
Polyurethane form	0.024
Rock wool	0.043
កញ្ចក់អុបទិក	0.048
White pine	0.11
កញ្ចក់ទ្វារ	1.0

៣.២ ការផ្ទេរកម្ដៅដោយអង្គធាតុរាវ និងឧស្ម័ន (Convection)

- នៅពេលដុតភ្លើងនៅបាតកំសៀវ នោះទឹកនៅត្រង់បានកំសៀវចាប់ផ្ដើមរីកមាឌ។
- នៅពេលរីកមាឌ ដង់ស៊ីតេទឹកតូចជាងមុន ហើយវាអណ្ដែតឡើងលើ។
- តំបន់ខាងលើត្រជាក់ជាង ហើយវាមានដង់ស៊ីតេទឹកធំជាង វាក៏ធ្លាក់ចុះមកក្រោម។
- ភាពខុសគ្នានៃសីតុណ្ហភាពនេះ បានបណ្ដាលឲ្យមានការផ្ទេរកម្ដៅ។

$$P = \frac{dQ}{dt} = hA\Delta T$$

- *P* អនុភាពកម្តៅផ្ទេរដោយឧស្ម័ន *(W)*
- *h* មេគុណផ្ទេរកម្តៅ *(W.m^{-2}.K^{-1})*
- *A* ផ្ទៃរបស់អង្គធាតុកម្តៅ *(m2)*
- ΔT បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព *(K)*

ពណ៌ផ្ទៃ	មេគុណផ្ទេរកម្តៅ
ខ្យល់	6 - 30
ទឹក	20 -100
ខ្យល់ (បង្ខំ ឬដោយកម្តៅ)	30 - 300
ប្រេង (បង្ខំ)	60 - 1800
ទឹក (បង្ខំ)	60 - 18000
ទឹកពុះ	3000 - 60000

៣.៣ ការផ្ទេរកម្តៅដោយកាំរស្មី (Radiation)

ការផ្ទេរកម្តៅដោយកាំរស្មី (radiation) គឺជាថាមពលដែលដឹកនាំដោយការសាយភាយអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិចដែលឆ្លងកាត់លំហ ឬរបស់ថ្លា។

$$P = e\sigma A(T^4)$$

P អនុភាពកម្តៅផ្ទេរដោយកាំរស្មី *(W)*

e មេគុណផ្ទេរកាំរស្មី *(< 1)*

$\sigma = 5.67 x10^{-8} W/(m^2 .K^2)$

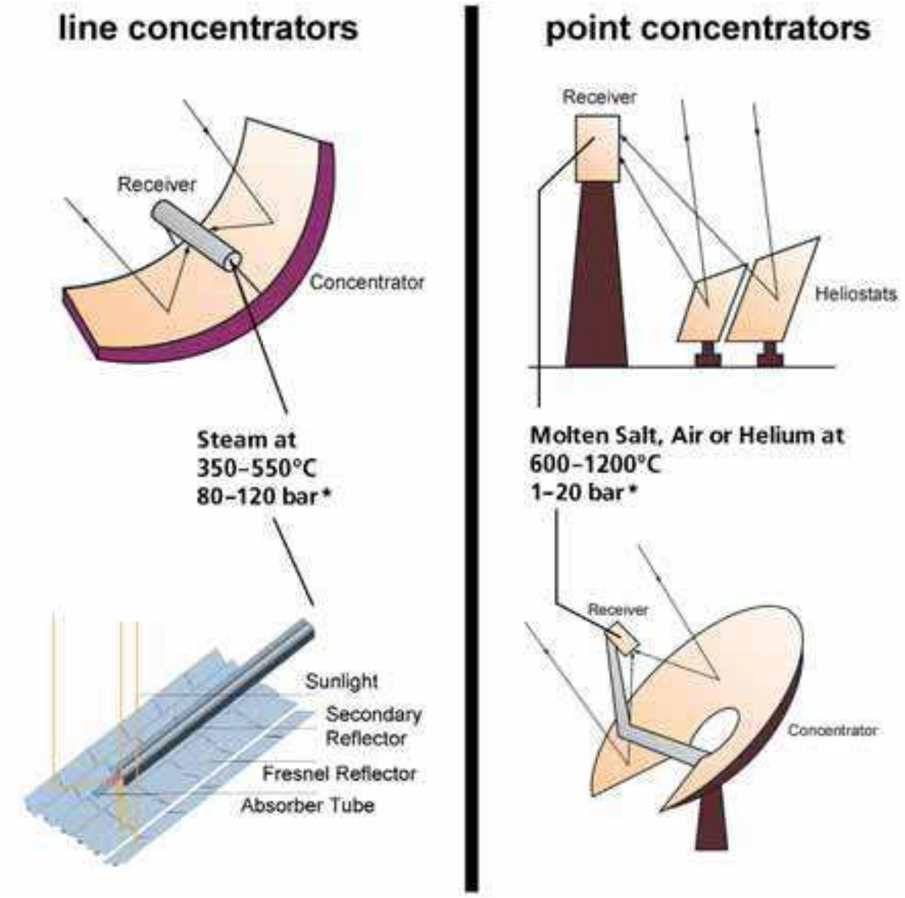
A ផ្ទៃរបស់អង្គធាតុកម្តៅ *(m^2)*

T សីតុណ្ហភាពរបស់អង្គធាតុ *(^0K)*

អង្គធាតុ	មេគុណបញ្ចេញកាំរស្មី
ប្រាក់រលោង	0.02
ទង់ដែងរលោង	0.03
មាសរលោង	0.03
សន្លឹកអាលុយមីញ៉ូម	0.07
ឈើ	0.85
ថ្មល់កៅស៊ូ	0.9
ថ្នាំលាបពណ៌ស	0.9
រុក្ខជាតិ	0.94
ក្រដាសពណ៌ស	0.94
ទឹក	0.95
ថ្នាំលាបពណ៌ខ្មៅ	0.98

២. ឧបករណ៍ស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យ

ឧបករណ៍ស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យត្រូវបានគេនិយមប្រើប្រាស់សម្រាប់កម្តៅទឹក ឬបង្កើតចំហាយទឹកសម្រាប់បង្វិលតួប៊ីន។ គោលការណ៍នៃការបង្កើតឧបករណ៍ស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យគឺត្រូវមានផ្នែកពីរយ៉ាងសំខាន់៖ ផ្នែកញ្ចាំងថ្លារាងកោងជាប៉ារ៉ាបូលសម្រាប់ចាំផ្លាតពន្លឺ និងកុំនុំសម្រាប់ប្រមូលផ្តុំពន្លឺ។ អាស្រ័យតាមទំហំនៃឧបករណ៍ស្រូបពន្លឺ កម្តៅត្រង់ផ្នែកកំនុំអាចមានចន្លោះពី 350-500°C ហើយឧបករណ៍ខ្នាតធំអាចមានកម្តៅរហូតដល់ 1200°C ដែលអាចធ្វើឲ្យទឹកប្រែក្លាយទៅជាចំហាយទឹកក្នុងរយៈពេលដ៏ខ្លី។ ចំហាយទឹកនេះត្រូវបានចេញទៅតាមទុយោនាំទៅកាន់តួប៊ីន ហើយក៏បង្វិលតួប៊ីនឲ្យវិលដែលអាចបង្កើតបានជាចរន្តអគ្គិសនី។



Concentration ratio: អត្រាផ្តុំកម្ដៅគឺជាផលធៀបរវាងផ្ទៃនៃប៉ារ៉ាបូល និងផ្ទៃនៃគំនុំ

$$C_A = \frac{A_a}{A_r}$$

- A_a ផ្ទៃរបស់ប៉ារ៉ាបូល (m^2)
- A_r ផ្ទៃរបស់ផ្នែកទទួលត្រង់គំនុំ (m^2)

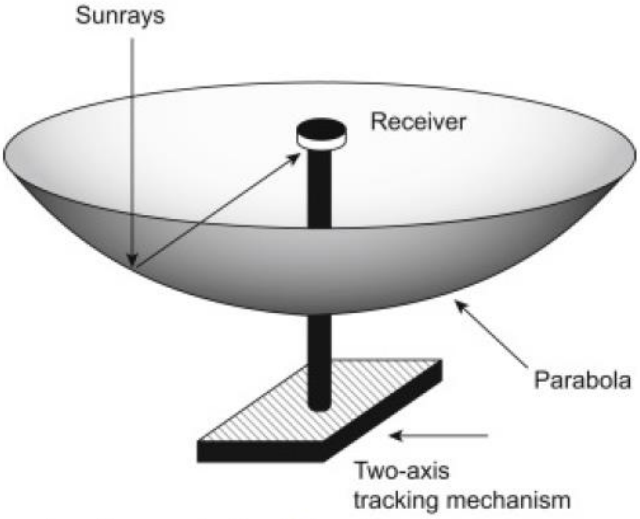


Figure 3.12. Schematic of a parabolic dish collector.

Concentration ratio: អត្រាផ្តុំកម្ដៅ

$$C_0 = \frac{I_{D,r}}{I_{D,a}}$$

$$C_0 = \frac{I_{D,r}}{I_{D,a}}$$

- $I_{D,a}$ ដង់ស៊ីតេអនុភាព នៅលើជុំទទួល (W/m^2)
- $I_{D,}$r ដង់ស៊ីតេអនុភាព នៅលើផ្ទៃប៉ារ៉ាបូល(W/m^2)
- ក្នុងលក្ខណៈល្អបំផុត

$$C_A = C_0$$

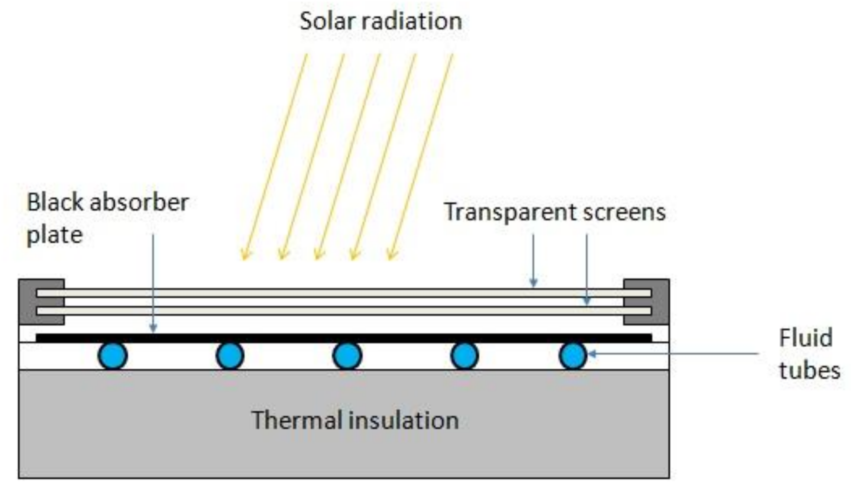
4.1 Flat-plate solar collector

Flat-plate solar collector: ឧបករណ៍ផ្តុំកម្ដៅដោយផ្ទៃរាបស្មើ

ក្នុងករណីធម្មតា វាអាចស្រូបកម្ដៅបានពី 30 – 80 ^{0}C ហើយអាចកើនពី 100 ^{0}C

- ○ កាំរស្មីព្រះអាទិត្យឆ្លងកាត់កញ្ចក់សថ្លាផ្នែកខាងលើ
- ○ កាំរស្មីស្រូបដោយផ្ទៃខ្មៅ នាំឲ្យមានកម្ដៅ

- កម្ដៅផ្ទេរទៅឲ្យទឹក
- ទ្រនាប់ការពារកម្ដៅទប់មិនឲ្យបាត់បង់កម្ដៅ។
- ស្រទាប់សខាងលើកាត់បន្ថយការបាត់បង់កម្ដៅដោយការផ្ទេរ ផ្លាតត្រលប់ទៅបរិយាកាសវិញ។



4.2 Parabolic solar collector

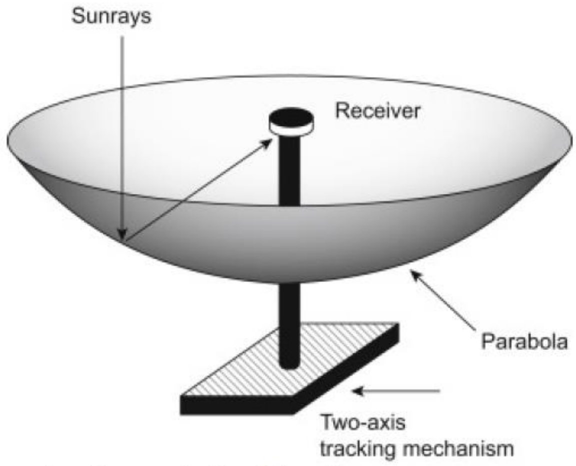
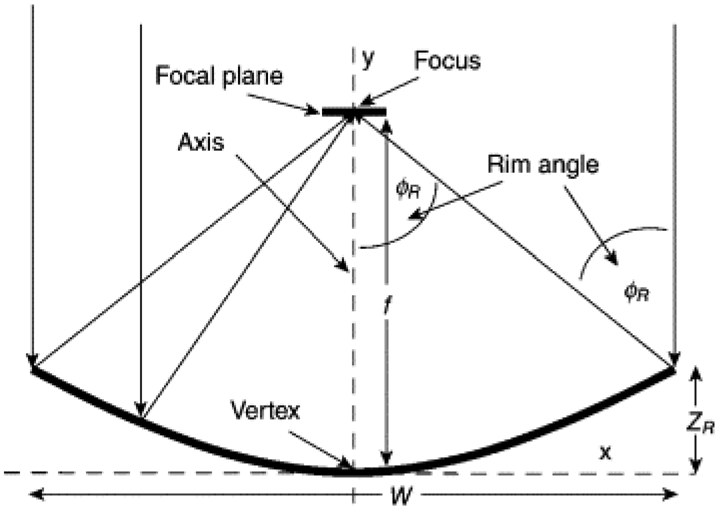


Figure 3.12. Schematic of a parabolic dish collector.

- Parabolic dish collector: ប៉ារ៉ាបូលផ្តុំកម្ដៅ ត្រូវការគំនុំសម្រាប់ដាំទឹក
- សីតុណ្ហភាព ~375°C - 2000°C



$$4p.y = x^2$$

Solar dryer (ទូរសម្ងួតសូឡា) វាទាញយកកម្ដៅថ្ងៃសម្រាប់សម្ងួតផលិតផល។

មេរៀនទី ៣ អគ្គិសនីកម្មនៃពន្លឺព្រះអាទិត្យ

១ ផ្ទាំងកញ្ចក់សូឡា

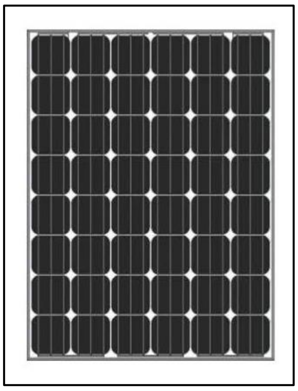
ប្រព័ន្ធផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យបម្លែងពន្លឺព្រះអាទិត្យទៅជាអគ្គិសនី។ ការបម្លែងនេះប្រព្រឹត្តិទៅដោយការប្រើប្រាស់បន្ទះសូឡាពន្លឺព្រះអាទិត្យដើម្បីឱ្យងាយស្រួលយើង នឹងហៅប្រព័ន្ធផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យថា ត្រឹមតែប្រព័ន្ធសូឡា។

ពន្លឺព្រះអាទិត្យមកប៉ះបន្ទះពន្លឺព្រះអាទិត្យត្រូវបានបម្លែងទៅជាថាមពលអគ្គិសនីដូច្នេះ ពន្លឺព្រះអាទិត្យមកប៉ះផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យកាន់តែច្រើននោះថាមពលព្រះអាទិត្យកាន់តែច្រើន ត្រូវបម្លែង។ ពន្លឺព្រះអាទិត្យខុសគ្នាគឺអាស្រ័យលើពេលវេលានៃថ្ងៃ និងឆ្នាំហើយក៏ដូចជាលក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុផងដែរ។ នៅពេលមានភ្លៀងច្រើន ពន្លឺព្រះអាទិត្យតិចតួចជះមកដល់បន្ទះស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យ ហេតុដូចនេះហើយថាមពលអគ្គិសនីតិចតួចបានផលិត។ នៅពេលថ្ងៃមានភ្លៀងអគ្គិសនីតិចតួចត្រូវបានបង្កើតឡើង។ នៅពេលយប់ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យមិនអាចផលិតថាមពលអគ្គិសនី នៅពេលយប់ ដូចនេះគេត្រូវរក្សាថាមពលអគ្គិសនីដែលបានបង្កើតឡើងនៅពេលថ្ងៃទុកក្នុងអាគុយ។ គេប្រើប្រាស់ថាមពលអគ្គិសនីពីអាគុយគ្រប់ពេល ដូចជាប្រើសម្រាប់ បភ្លឺ បើវិទ្យុ ទូរទស្សន៍(ខាំផន ណាន់ថាវង់, ២០០៨)។

២ ប្រភេទនៃផ្ទាំងសូឡា

ផ្ទាំងសូឡាមាន ៤ប្រភេទ ដែលមាននៅលើទីផ្សារបច្ចុប្បន្ននេះ។ គឺមាន ម៉ូណូគ្រីស្តាល់ឡាញ ប៉ូលីគ្រីស្តាល់ឡាញ PERC និង ស៊ីនហ្វីម។

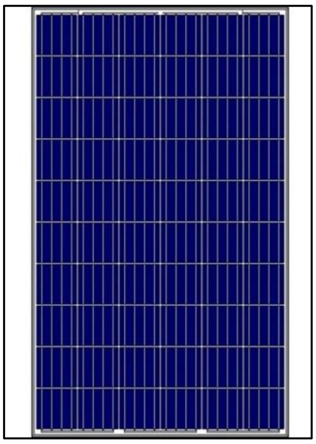
ក. ផ្ទាំងម៉ូណូគ្រីស្តាល់ឡាញ



ជាផ្ទាំងដែលផលិតចេញពីគ្រីស្តាល់ស៊ីលីចូមសុទ្ធតែមួយមុខដែលបានកាត់ជាចំណិតតូចៗស្តើង។ វាធ្វើពីគ្រីស្តាល់ស៊ីលីចូមសុទ្ធ ហើយអាចបញ្ជាក់ឬមើលឃើញដោយផ្ទាំងមានពណ៌ខ្មៅងងឹត។ ការប្រើស៊ីលីចូមសុទ្ធក៏ធ្វើអោយផ្ទាំងសូឡាប្រភេទនេះមានប្រសិទ្ធភាព និងប្រើប្រាស់បានយូរក្នុងចំណោម៣ប្រភេទទៀត។
ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ វាក៏ថ្លៃជាងដែរ ស៊ីលីចូមជាច្រើនត្រូវបានខ្ជះខ្ជាយដើម្បីផលិតជាលិការផ្ទាំងម៉ូណូបានមួយៗ ហើយពេលខ្លះតម្លៃថ្លៃជាង ៥០%។

ខ. ផ្ទាំងប៉ូលីគ្រីស្តាល់ឡាញ

ផ្ទាំងនេះកើតចេញពីគ្រីស្តាល់ស៊ីលីចូមប្រភេទខុសគ្នាៗជំនួសការប្រើតែមួយមុខ។ បំណែកស៊ីលីចូមគឺបានរំលាយ និងចាក់ចូលទៅក្នុងពុម្ពរាងការ៉េមួយ។ នេះធ្វើឱ្យកោសិកាប៉ូលីគ្រីស្តាល់ឡាញ កាន់តែមានតម្លៃសមរម្យ ដោយសារវាស្ទើរតែគ្មានការខ្ជះខ្ជាយ ហើយផ្តល់ឱ្យផ្ទាំងទាំងនោះនូវរូបរាងការ៉េដែលមានលក្ខណៈពិសេស។

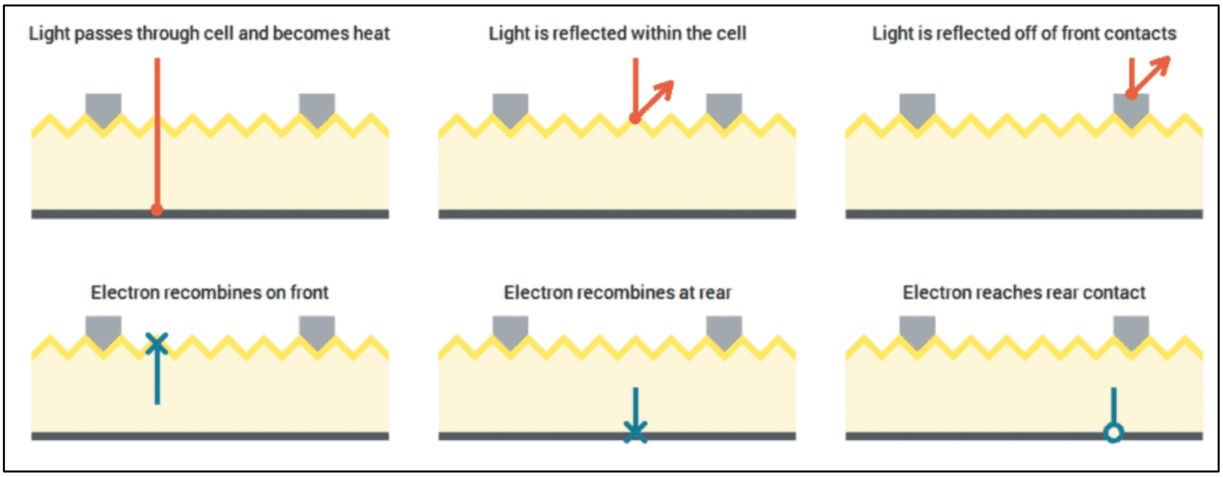


ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ នេះក៏ធ្វើឱ្យជាលិកាទាំងនេះមានប្រសិទ្ធភាពតិចផងដែរ ទាក់ទងនឹងការបំប្លែងថាមពល ចាប់តាំងពីកម្រិតភាពបរិសុទ្ធរបស់ និងសំណង់ស៊ីលីចូមរបស់ពួកវាទាបជាងបន្ទះ ម៉ូណូគ្រីស្តាល់ឡាញ។ វាក៏មានភាពធន់នឹងកម្តៅបានទាបដែលមានន័យថា វាក៏មានប្រសិទ្ធភាពទាបចំពោះការប្រើនៅតំបន់មានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ដែរ។

គ. ផ្ទាំងPERC

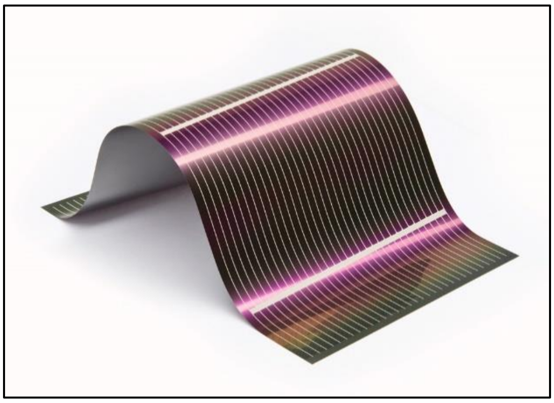
ផ្ទាំងនេះគឺជាការបង្កើនគុណភាពពីជាលិការបស់ផ្ទាំងម៉ូណូគ្រីស្តាល់ឡាញប្រភេទមុន។ វាទាក់ទងទៅនឹងបច្ចេកវិទ្យាថ្មីដែលគេបានបូកបន្ថែមស្រទាប់អសកម្មមួយទៀតក្នុងផ្ទៃខាងក្រោយនៃជាលិកាសូឡាដើម្បីបង្កើនប្រសិទ្ធភាពចំពោះដំរើសមួយចំនួនៈ

- ✓ វាជះពន្លឺត្រឡប់ទៅក្នុងជាលិកាវិញ ដើម្បីបង្កើនបរិមាណកាំរស្មីព្រះអាទិត្យដែលបានស្រូបមក។
- ✓ វាកាត់បន្ថយទំនោរធម្មជាតិនៃអេឡិចត្រុងដើម្បីលាយបញ្ចូលគ្នាម្តងទៀត និងទប់លំហូរអេឡិចត្រុងក្នុងប្រព័ន្ធ។
- ✓ វាអនុញ្ញាតឱ្យជំហានរលកពន្លឺល្អជាងមុន ដើម្បីក្លាយមានការជះត្រឡប់មកវិញ។ រលកពន្លឺច្រើនជាង១១៨០ណាណូម៉ែត្រមិនអាចស្រូវបានដោយចំណែកស៊ីលីចូមស្តើងៗ និង ឆ្លងកាត់ធម្មតា ដូចនេះពួកវាបញ្ចប់នៅការកម្តៅបន្ទះសន្លឹកលោហៈជាលិកា និងកាត់បន្ថយប្រសិទ្ធភាពរបស់វា។ ស្រទាប់អសកម្មជះជំហានរលកខ្ពស់ៗទៅវិញ និងបញ្ឈប់ពួកវាពីការកម្តៅសន្លឹកខ្នងក្រោយ។



ផ្ទាំងសូឡា PERC អនុញ្ញាតឱ្យមានការប្រមូលថាមពលព្រះអាទិត្យល្អជាងគេក្នុងរូបរាងតូចជាងគេ ដែលធ្វើឱ្យពួកវាត្រូវការកន្លែងតម្លើងតូចជាង។ ផ្ទាំងប្រភេទនេះគឺវាថ្លៃបន្តិចចំពោះការផលិតដោយយោងតាមបូកបន្ថែមវត្ថុធាតុដែលត្រូវការ ប៉ុន្តែពួកវាអាចផលិតជាមួយការបំពាក់ដូចគ្នា និងអាចបញ្ចប់ដោយមានចំហាយជាមធ្យមទាបជាងក្នុងមួយវ៉ាត់បើគិតតាមប្រសិទ្ធរបស់វា។

ឃ. ផ្ទាំងស៊ីនហ្វីម



ផ្ទាំងស៊ីនហ្វីមគឺមានលក្ខណៈស្រទាប់ស្តើងខ្លាំង ដែលស្តើងល្មមរហូតទៅដលបត់បែនបាន។ ផ្ទាំងនិមួយៗមិនត្រូវការគ្រោងទ្រខាងក្រោមទេ ដែលធ្វើឱ្យវាមានទម្ងន់ស្រាល និងងាយស្រួលតម្លើង។ ដែលវាមិនដូចផ្ទាំងសូឡាគ្រីស្តាល់ដទៃទៀតដែលមានទម្រង់ស្តង់ដាតំរៀបក្នុងចំនួន ៦០ជាលិកា ៧២ជាលិកា និង៩៦ជាលិកា ហើយផ្ទាំងស៊ីនហ្វីនអាចមានទំហំខុសគ្នា ដើម្បីឱ្យត្រូវតាមតម្រូវការ។ ទោះបីជាយ៉ាងណា ពួកវាគឺមានប្រសិទ្ធភាពតិចជាងផ្ទាំងសូឡាប្រភេទស៊ីលីចូម។

ការប្រែប្រួលផ្ទាំងសូឡាស៊ីនហ្វីន

មិនដូចទៅនឹងផ្ទាំងគ្រីស្តាល់ដទៃទៀតទេដែលប្រើស៊ីលីចូម ហើយផ្ទាំងសូឡាស៊ីនហ្វីមគឺផលិតចេញពីវត្ថុធាតុខុសគ្នាៗ។ ដែលមានដូចជា៖

កាត់ម្យមតេឡូរីត (CdTe)

អាម៉ូផូសស៊ីលីចូម (a-Si)

ទង់ដែងអាំងដ្យូម កាល្យូម សេលេនីត (CIGS)

ប្រភេទប្រសិទ្ធភាពរបស់ផ្ទាំងសូឡា

ក្នុងចំណោមប្រភេទផ្ទាំងសូឡាទាំងអស់ ផ្ទាំងសូឡាប្រភេទគ្រីស្តាល់មានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ជាងគេ

ផ្ទាំងសូឡាប្រភេទម៉ូណូគ្រីស្តាល់ឡាញ មានកម្រិតប្រសិទ្ធភាពច្រើនជាង ២០%

ផ្ទាំងPERC បូកបន្ថែមប្រសិទ្ធភាព៥%ទៅនឹងស្រទាប់អសកម្មរបស់ផ្ទាំងថ្មីដែលបានមកពីការបន្ថែមស្រទាប់អសកម្មចូលទៅផ្ទាំងប្រភេទគ្រីស្តាល់។

ផ្ទាំងប៉ូលីគ្រីស្តាល់ឡាញមានប្រសិទ្ធពី ១៥% ទៅ១៧%

ហើយផ្ទុយមកវិញ ផ្ទាំងស៊ីនហ្វីមជាធម្មតាតិចជាផ្ទាំងប្រភេទស៊ីលីចូមគ្រីស្តាល់ពី២ ទៅ៣%។ ហើយជាមធ្យម

ផ្ទាំងមានជាតុទង់ដែងអាំងដ្យូម កាល្យូម សេលេនីតកម្រិតប្រសិទ្ធភាព ពី១៣ទៅ១៥%

ផ្ទាំងមានជាតុកាត់ម្យូមតេឡូរីត មានប្រសិទ្ធភាព ៩ ទៅ ១១%

និងផ្ទាំងមានជាតុអាម៉ូផូសស៊ីលីចូម មានប្រសិទ្ធភាពត្រឹមតែពី ៦ ទៅ៨%។

៣ ភាពដូចគ្នារវាងប្រព័ន្ធផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យ និងការត្រង់ទឹកភ្លៀង

ចរន្តអគ្គិសនីមានចលនាក្នុងខ្សែភ្លើងដូចទឹកហូរក្នុងទុយោដែល។ ដើម្បីងាយយល់ពីប្រព័ន្ធអគ្គិសនីយើងអាចប្រៀបធៀបជាមួយប្រព័ន្ធទឹក នៅពេលទឹកហូរយើងអាចមើលឃើញ និងងាយយល់។

បរិមាណទឹកដែលទទួលបានអាស្រ័យនឹងអាកាលជាតុ។ ថ្ងៃខ្លះមានភ្លៀងច្រើន និងថ្ងៃខ្លះគ្មានភ្លៀងសោះ ដូច្នេះគេត្រង់ទឹកទុកថ្ងៃដែលមានទឹកច្រើនហើយថ្ងៃផ្សេងទៀតមិនបានត្រង់ទឹកទុកទេ។ ដូចគ្នានេះ និងថាមពលអគ្គិសនីដែលផលិតដោយប្រព័ន្ធផ្ទាំកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យប្រែប្រួលទៅតាមអាកាសជាតុ។ ថ្ងៃដែលព្រះអាទិត្យបញ្ចេញពន្លឺខ្លាំង ប្រព័ន្ធសូឡាផលិតថាមពលអគ្គិសនីបានច្រើន នៅពេលដែលមានពពកប្រព័ន្ធសូឡាផលិតថាមពលអគ្គិសនីបានតិច។ ពេលខ្លះវាមានពន្លឺព្រះអាទិត្យជាច្រើន ពេលខ្លះទៀតវាមានពពកជាច្រើនថ្ងៃដែរ។ ដូចនេះទិន្នផលនៃប្រព័ន្ធទាំងពីរ ប្រព័ន្ធសូឡា និងការត្រង់ទឹកភ្លៀងអាស្រ័យលើអាកាសជាតុ(ខាំផន ណាន់ថាវង់, ២០០៨)។

តារាងទី៥.១ ៖ ផ្នែកសំខាន់ៗនៃប្រព័ន្ធសូឡា និងភ្លៀង (UNESCO manual)

ប្រភេទ	ទឹកភ្លៀង	ប្រព័ន្ធសូឡា
ប្រភព	ភ្លៀង	ពន្លឺព្រះអាទិត្យ
ការប្រមូល	ដំបូល	ផ្ទាំងកញ្ចក់សូឡា
ការបញ្ជារ	វ៉ាន់	ឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យ
ការផ្ទុក	ធុង	អាគុយ
ការបញ្ជូន	ទុយោ	ខ្សែចម្លង
ប្រើប្រាស់	ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់	ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់

ប្រភព៖ ខាំផន ណាន់ថាវង់ (២០០៨)

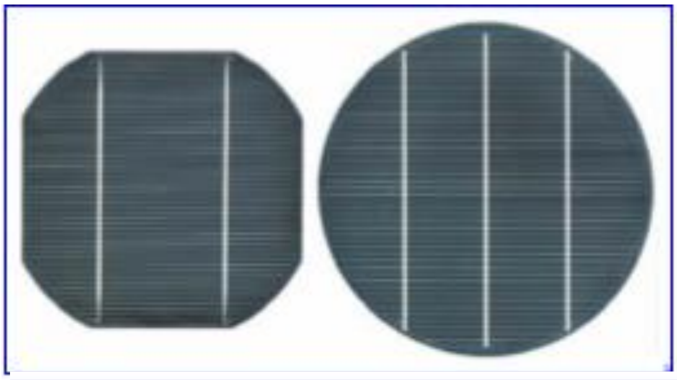
៤ ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធសូឡា

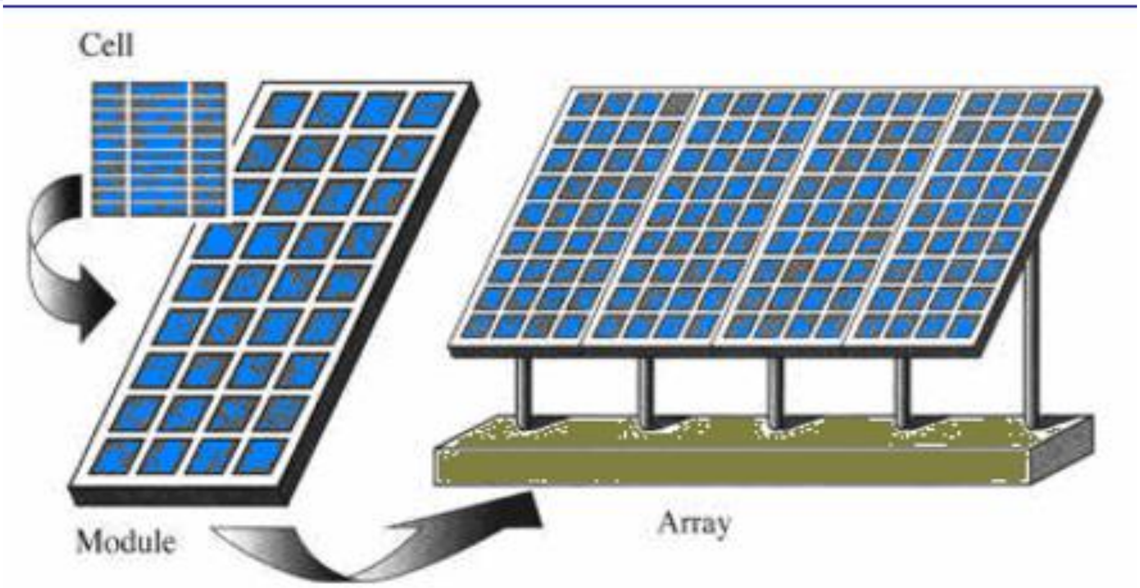
ប្រព័ន្ធសូឡាត្រូវបានគេប្រើប្រាស់លើឧបករណ៍ដែលមានថាមពលតូចរហូតឧបករណ៍ទំហំ ២ ឬ ៣ មេហ្គាវ៉ាត់ឡើងទៅ។ គេប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធសូឡា សម្រាប់បំភ្លឺ អាគារពាណិជ្ជកម្ម បំភ្លឺសាធារណៈ ផ្ទះជនបទ និងតាមភូមិការកំស្ថានតាមជនបទ បំភ្លឺតាមមណ្ឌលសុខភាព និងរក្សាវ៉ាក់សាំង។ ប្រព័ន្ធសូឡាអាចប្រើប្រាស់នៅតាមតំបន់ខ្ពង់រាប និងតំបន់ដាច់ស្រយាលមានតម្លៃថោកជាងការតភ្ជាប់បណ្តាញអគ្គិសនីប្រើប្រាស់មានតម្លៃខ្ពស់។

ក្នុងប្រព័ន្ធអគ្គិសនីព្រះអាទិត្យផ្នែកដែលបម្លែងពន្លឺព្រះអាទិត្យទៅជាអគ្គិសនី គេហៅថា ផ្ទាំងកញ្ចក់អគ្គិសនីព្រះអាទិត្យ។ វាមានតម្លៃថ្លៃហើយមានការពិបាកក្នុងការផលិត ប៉ុន្តែវាមានភាពងាយស្រួលក្នុងការប្រើប្រាស់។ អ្វីដែលអ្នកចាំបាច់ គឺត្រូវដាក់វានៅកន្លែងដែលមានពន្លឺព្រះអាទិត្យ។

ផ្ទាំកញ្ចក់អគ្គិសនីព្រះអាទិត្យ ភាគច្រើនប្រើប្រាស់នៅជនបទ គឺត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយចំនួន Crystalline cells ដាច់ដោយឡែកពីគ្នា។ វាមានត្រវែង ការ៉េ ឬរូបរាងផ្សេងទៀត។

កោសិកានីមួយនីៗផលិតថាមពលប្រហែល ០.៥ វ៉ុល ជាមួយនឹងចរន្តអគ្គិសនី ដែលអាស្រ័យក្រលាផ្ទៃរបស់វា ហើយត្រូវបានតភ្ជាប់ជាស៊េរី ឬជាខ្នែងទៅតាមតម្រូវការ។





រូបភាពទី៥.១៖ បន្ទះសូឡា និងការតំរៀបផ្ទាំងកញ្ចក់ (RETscreen.net)

កោសិកានីមួយៗអាចផលិតថាមពលប្រហែល ០.៥ វ៉ុល កោសិកាច្រើនត្រូវបានតភ្ជាប់ជាសេរី ដើម្បីផលិត(ខាំផន ណាន់ថាវង់, ២០០៨)។

៥ .អ្វីទៅជាលទ្ធផលអគ្គិសនីដែលផលិតបាន

ក. ប្រសិទ្ធិភាពនៃផ្ទៃរបស់ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យទៅលើការផលិតថាមពលអគ្គិសនី

គេថាដំបូលធំ ទទួលបានទឹកកាន់តែច្រើន ដូចគ្នានេះដែរផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យកាន់តែធំ ការផលិត អគ្គិសនី កាន់តែច្រើន។ ប្រសិនបើ យើងដាក់ផ្ទៃផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យស្មើនឹង៣ដង នោះយើង និងទទួលបានអានុភាពគិតជាវ៉ាត់ ៣ដងដែរ។

– ប្រសិទ្ធិភាពរបស់ពន្លឺព្រះអាទិត្យលើការផលិតថាមពលអគ្គិសនី

ភ្លៀងកាន់តែខ្លាំង យើងទទួលបានទឹកកាន់តែច្រើនពីដំបូល ផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យធ្វើការដូចគ្នាទៅនឹងព្រះអាទិត្យដែរ។ ពន្លឺព្រះអាទិត្យជះលើផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យកាន់តែច្រើន ថាមពលអគ្គិសនីដែលផលិតបានកាន់តែច្រើន។ ប្រសិនបើ ផ្ទាំងសូឡាពន្លឺព្រះអាទិត្យត្រូវបានប៉ាំង ឬមានម្លប់ នោះថាមពលដែលទទួលបានក៏ធ្លាក់ចុះដែរ។

– ប្រសិទ្ធិភាពរបស់ពន្លឺព្រះអាទិត្យលើការផលិតថាមពលអគ្គិសនី

ដើម្បីទទួលបានថាមពលអគ្គិសនីអតិបរិមាពីផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យ គឺយើងត្រូវដាក់វាឱ្យចំព្រះអាទិត្យ។ ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យកាន់តែក្តៅ អនុភាពដែលទទួលបានក៏កាន់តែតិច។

ខ. ការទទួលចរន្តអគ្គិសនីយ៉ាងច្រើនពីផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យ

ដោយសារតែ ផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យមានតម្លៃថ្លៃ ដូច្នេះទបអ្នកប្រើប្រាស់ចង់ទទួលបានថាមពលអគ្គិសនីឱ្យបានច្រើនពីវា។

– ត្រូវចង់ចាំថា ពន្លឺព្រះអាទិត្យត្រូវតែដាក់ចំភពន្លឺព្រះអាទិត្យផ្ទាំងពន្លឺព្រះអាទិត្យ

ពន្លឺព្រះអាទិត្យដែលភ្លឺខ្លាំង គឺនៅពេលដែលមេឃមិនស្រទំុ។ វាចាំបាច់ណាស់ដែលផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យត្រូវដាក់នៅកន្លែងដែលមានពន្លឺព្រះអាទិត្យ ដែលយើងអាចទទួលបានពន្លឺព្រះអាទិត្យយ៉ាងហោចណាស់ នៅចន្លោះពីរម៉ោង ៩ ទៅម៉ោង១៥ រសៀល។

នៅតំបន់ត្រូពិត ព្រះអាទិត្យច្រើននៅទិសខាងជើងនៅរង្វង់ខែមិថុនា ហើយក៏រះច្រើននៅទិសខាងត្បូងនៅរង្វង់ខែធ្នូ។ ដូច្នេះអ្នកប្រើប្រាស់ត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ទៅលើដើមឈើ និងផ្ទះ ឬអាគារធំៗ

ទាំងពីរទិស គឺទិសខាងជើង និងខាងត្បូងនៃផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យ ហើយត្រូវច្បាស់ក្នុងខ្លួនថាវានឹងមិនបណ្តាលឱ្យ មានម្លប់ទេក្នុងរយៈពេលនៃការដំណើរការ។

– ត្រូវប្រាកដថាផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យត្រូវបានបែរចំនឹងព្រះអាទិត្យ

ថាមពលអគ្គិសនីជាច្រើននឹងត្រូវផលិតពីផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យ នៅពេលដែលវាត្រូវបានដាក់ ឱ្យចំនឹងព្រះអាទិត្យ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ព្រះអាទិត្យនឹងផ្លាស់ប្តូរទីតាំង ពីជើង ទៅត្បូងជារៀងរាល់ឆ្នាំ ហើយវាក៏ផ្លាស់ប្តូរទីតាំងពីកើត ទៅលិចនៅពេលថ្ងៃ។

ប៉ុន្តែយើងក៏ដឹងហើយថាព្រះអាទិត្យមានពន្លឺខ្លាំងនៅពេលថ្ងៃត្រង់។ ទីតាំងនៃព្រះអាទិត្យនៅពេលថ្ងៃត្រង់ វាអាស្រ័យទៅលើពេលវេលា និងចម្ងាយពីតំបន់អេក្វាទ័រ។ ជម្រេលមុំពី៥-១០ គឺចាំបាច់ត្រូវមានដើម្បីឱ្យទឹកភ្លៀងហូរចេញអស់ និងងាយស្រួលសម្អាតធូលីដីនៅលើផ្ទាំងកញ្ចក់សូឡា។

សម្គាល់ នៅតំបន់ត្រូពិច នៅពេលមានរយៈទទឹងតិចជាង ១៥^0 អ្នកមិនចាំបាច់បង្វែរផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យឱ្យចំ អេក្វាទ័រ ទៀងទាត់ពេកនោះទេ។ នៅរយៈទទឹង ខ្ពស់ជាង១៥ ផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យ ចាំបាច់ត្រូវដាក់បែរមុខឱ្យចំ អេក្វាទ័រ ដើម្បីទទួលបានអានុភាពធំបំផុត។

– ផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យ គួរតែត្រូវដាក់នៅកន្លែងត្រជាក់តាមដែលអាចធ្វើទៅបាន ដោយសារតែ ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យត្រូវតែដាក់នៅក្រោមពន្លឺព្រះអាទិត្យ ដូច្នេះហើយទើបវាពិបាកក្នុងការទប់ស្កាត់វាមិនឱ្យត្រូវកម្តៅ។ គេអាចដំឡើងវាខ្ពស់នៅពីដំបូលផ្ទះ ដើម្បីងាយស្រួលខ្យល់បក់ ខ្យល់អាចបក់ទាំងពីលើ និងពីក្រោមវាបាន។ វាមានន័យថា យើងមិនត្រូវដាក់ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យផ្ទាល់ទៅនឹងដំបូលផ្ទះទេ យ៉ាងហោចណាស់ត្រូវឃ្លាត ១០សង់ទី ម៉ែត្រដែរពីដំបូលផ្ទះ ដើម្បីឱ្យខ្យល់អាចផ្លាស់ទីជុំវិញផ្ទាំងព្រះទិអាត្យ ហើយធ្វើឱ្យផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យជៀសផុតពីកម្តៅក៏ក្តៅបាន(ខាំផន ណាន់ថាវ៉ង់, ២០០៨)។

សម្គាល់ ដើម្បីទទួលបានថាមពលច្រើនផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យ យើងចាំបាច់ត្រូវគោរពគោលការណ៍បី យ៉ាងគឺៈ

ទី១ មិនត្រូវឱ្យមានម្លប់ នៅលើផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យ ពីម៉ោង ០៩:០០ ទៅ ១៥:០០

ទី២ មុំជម្រាលរបស់ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យស្មើគ្នានឹងរយៈទទឹងនៃទីកន្លែង បើទោះជាវាមិនគួរមានទំរេតិចជាង ៥ដឺក្រេ ពីអក្សដេកក៏ដោយ។ ផ្ទាំងស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យគួរបែរមុខទៅរកទិសខាងត្បូងនៃទីកន្លែងដែលជាទិសខាងជើងនៃអេក្វាទ័រ។

ទី៣ ត្រូវដាក់ផ្ទាំងស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យឱ្យឃ្លាតពីផ្ទៃខាងក្រោម យ៉ាងតិច១០សងទីម៉ែត្រដើម្បីឱ្យ ខ្យល់ងាយនឹងបក់ពីក្រោម ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យ ដើម្បីឱ្យវាត្រជាក់។

៦. ការតភ្ជាប់ផ្ទាំងកញ្ចក់ពន្លឺព្រះអាទិត្យដែលមានលក្ខណៈដូចគ្នា

មនុស្សជាច្រើនចង់បានថាមពលជាងអ្វីដែលត្រូវបានផ្តល់ដោយ ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យតែមួយ។ ដើម្បីបង្កើតថាមពលឱ្យគ្រប់គ្រាន់ ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យប្រហែលត្រូវបានតភ្ជាប់គ្នា។ យើងមាន២របៀប ដើម្បីតភ្ជាប់កញ្ចក់ព្រះអាទិត្យ ការតជាស៊េរី និង ការតជាខ្នែង(ខាំផន ណាន់ថាវង់, ២០០៨)។

ក. ការតជាស៊េរី

នៅពេលដែលត្រូវការ តង់ស្យុងជាងអ្វីដែលអាចត្រូវផ្តល់ដោយ ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យតែមួយត្រូវបាន អ្នកប្រើប្រាស់ត្រូវការ ការតផ្ទាំងព្រះអាទិត្យជាស៊េរីត្រូវបានភ្ជាប់។

ពេលដែលចរន្តផ្តល់ដោយផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យជាស៊េរី គឺដូចអ្វីដែលផ្តល់ដោយផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យតែមួយដែរ ព្រោះចរន្តដូចគ្នារត់ឆ្លងកាត់ផ្ទាំងស្រូបពន្លឺព្រះអាទិត្យ ដោយសារតែវាត្រូវតភ្ជាប់តាមខ្សែដ៏វែងមួយ។ ដោយសារតែ អានុភាព គិតជា វ៉ាត់ ស្មើនឹង ផលគុណរវាង តង់ស្យុង និងចរន្តដូច្នេះ អានុភាពកើនតាម ការបន្ថែមផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យ។

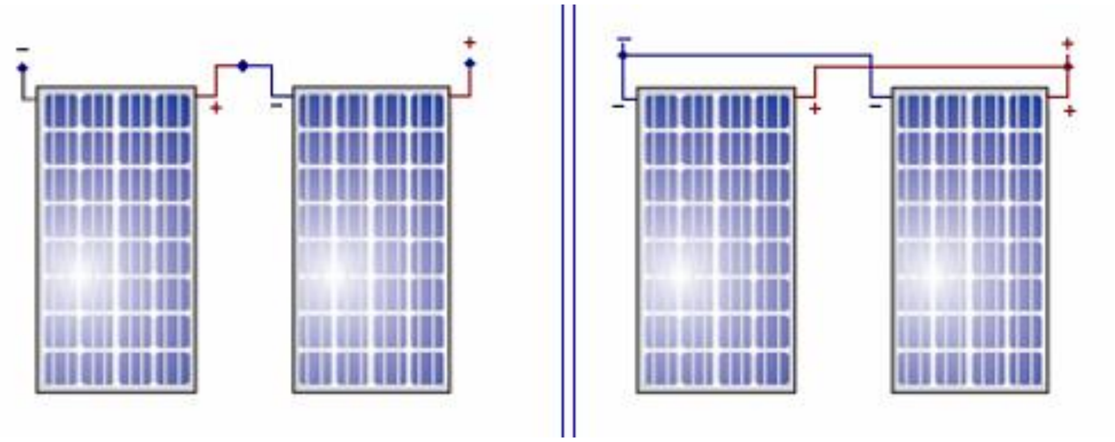
ប្រសិនបើផ្ទាំងសូឡាដែលមានតង់ស្យង់ និងចរន្តសុខគ្នាត្រូវតភ្ជាប់គ្នាជាស៊េរី នោះតង់ស្យុងរបស់វាស្មើ និងផលបូកតង់ស្យុងនៃផ្ទាំងនីមួយៗតភ្ជាប់ជាស៊េរី។ ចូលមើលផ្ទាំងសូឡាតូចៗពីរទំហំខុសគ្នា តគ្នាជាស៊េរី។ ដូច្នេះបើផ្ទាំងតូចមួយបង្កើតតង់ស្យុង ៧៨មីលីវ៉ុល និងផ្ទាំងមួយទៀតមានតង់ស្យុង ១៧៨មីលីវ៉ុល ក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌតែមួយហើយតភ្ជាប់ជាស៊េរីនោះតង់ស្យុងទទួលបានគឺ ២៥៥មីលីវ៉ុល ដែលសឹងតែស្មើ និង២៥៣មីលីវ៉ុល។ នេះមានន័យថាតង់ស្យុងរបស់វាបូកគ្នា។ ក៏ប៉ុន្តែ ចរន្តដែលមានពេលអានុភាពអតិបរមាស្មើ និងចរន្តដែលតូចរវាងផ្ទាំងទាំងពីរ។ ក្នុងរូបភាពបង្ហាញថា ផ្ទាំងមួយអាចបង្កើតចរន្តបាន ១៩២មីក្រូអំពែ ឯផ្ទាំងមួយទៀតបាន ៤៣៦មីក្រូអំពែ ក្រោមស្ថានភាពដូចគ្នា និងផ្តល់ចរន្តសរុប ៣៦៧មីក្រូអំពែ ដែលធំជាងមធ្យម រវាងចរន្តទាំងពីរបន្តិច (៣១៥មីក្រូអំពែ) (ខាំផន ណាន់ថាវង់, ២០០៨)។

ចំណាំ៖ ដើម្បីទទួលបានអានុភាពអតិបរមា ភាគច្រើននៃផ្ទាំងខុសគ្នាតជាស៊េរីត្រូវមានកម្រិតគុណភាពប្រហែលគ្នា នោះដំណើរការតជាស៊េរីកានតែល្អ។

ខ. ការតជាខ្នែង

នៅពេលគេត្រូវចរន្តច្រើនផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យត្រូវបានតជាខ្នែង។ ការតផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យជាខ្នែងតង់ស្យុងនៅតែដូច ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យតែមួយដែរ ប៉ុន្តែចរន្តត្រូវបានកើនឡើង តាមដែរផ្ទាំងព្រះទិត្យត្រូវបានភ្ជាប់។

សម្គាល់ ទាំងការតជាសេរី និង ការតជាខ្នែងអានុភាពកើនឡើងតាមដែរចំនួនផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រហអាំទិត្យកើនដែរ។ ផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យពីរជាខ្នែងផលិតបានអានុភាពដូចជាតជាសេរីដែរ គឺថាតម្លៃតង់ស្យុង និងចរន្តមានតម្លៃផ្សេងៗគ្នា។



រូបភាពទី២.៦ ការតជាសេរី និងតជាខ្នែង

៧ ការតំរៀបផ្ទាំងសូឡា

- ការរៀបផ្ទាំងសូឡាទទួលពន្លឺព្រះអាទិត្យគ្រប់គ្រាន់ គឺជាកត្តាសំខាន់សម្រាប់ទទួលបានថាមពលអតិបរិមា
- ផ្ទាំងសូឡាទទួលទាំងពន្លឺដោយផ្ទាល់ និងពន្លឺដែលផ្លាត
- ផ្ទាំងសូឡាបង្កើតឡើងដោយ crystallized silicon។
- ពណ៌ខៀវ Silicon លាយ (ប្រសិទ្ធភាព ≈ 15 %)
- ពណ៌ខ្មៅ silicon សុទ្ធ (ប្រសិទ្ធភាព ≈ 20 %)
- ពណ៌ខៀវ Silicon លាយ ថ្លៃផលិតថោកជាង ពណ៌ខ្មៅ silicon សុទ្ធ
- ប្រើប្រាស់សមាសធាតុផ្សេងទៀត
- ជាសមាសធាតុគីមី ដែលគេឲ្យឈ្មោះថា metalloid។
- Metalloid អាចដើរតួនាទីជាលោហៈធាតុផង និងអលោហៈធាតុផង

- 25 - 28% នៃសំបកផែនដីជា silicon
- វាសំបូរនៅតំបន់ឆ្នេ (លក្ខណៈជាដុំខ្សាច់)
- ប៉ុន្តែវាតែងតែស្ថិតក្នុងទម្រង់ SiO_2

ផ្ទាំងសូឡាចែកចេញជា 3 ផ្នែកៈ

- ផ្នែកខាងលើប៉ូលបូក (+)
- ផ្នែកកណ្តាលតំបន់ឆ្អែត
- ផ្នែកខាងក្រោមប៉ូលដក (-)
- ពន្លឺភ្លោចសមាសធាតុគីមីធ្វើឲ្យអេឡិចត្រុងមានចលនា
- ហើយសមាសធាតុគីមីម្ខាងទៀតខ្វះអេឡិចត្រុង ក៏ទទួលយកអេឡិចត្រុង

សារធាតុគីមីដែលគេនិយមប្រើប្រាស់សម្រាប់ផលិតផ្ទាំងសូឡាគឺៈ

- Si លាយនឹង B បង្កើតប៉ូលបូក (+)
- Si លាយនឹង P បង្កើតប៉ូលដក (-)

លក្ខណៈគីមីៈ

- Si (អាតូម 14 និងវ៉ាឡង់ 4)
- B (អាតូម 5 និងវ៉ាឡង់ 3)
- P (អាតូម 15 និងវ៉ាឡង់ 5)

IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
							2 He 4.003
		5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.183
		13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.064	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.909	36 Kr 83.80
47 Ag 107.870	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.30
79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.980	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)

ក្នុងប្រព័ន្ធនៃផ្ទាំងសូឡារួមមានៈ

- ផ្ទាំងសូឡាមួយ ឬច្រើន
- ឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យចរន្ត
- អាគុយសម្រាប់សាកភ្លើង

- ឧបករណ៍ទទួល
- អាំងវែទ័រសម្រាប់បម្លែងទៅ AC
- ឧបករណ៍ទទួល AC
- $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$
- សីតុណ្ហភាពខ្យល់ *25°C*
- កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ *1000 W/m2 (clear sky)*
- ម៉ាសខ្យល់ (AM) of 1.5 G
- ដាក់ឲ្យត្រូវកាំរស្មីព្រះអាទិត្យ

៨ អាគុយ

- អាគុយត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ស្តុកថាមពលប្រើប្រាស់នៅពេលយប់
- អាគុយក៏ចាំបាច់សម្រាប់ការប្រើប្រាស់នៅពេលថ្ងៃផងដែរ នៅពេលដែលពន្លឺថ្ងៃពុំគ្រប់គ្រាន់

អាគុយសូឡាខុសពីអាគុយឡាន ពីព្រោះអាគុយឡានត្រូវបានផលិតឡើងសម្រាប់ទាញយកថាមពលយ៉ាងច្រើនក្នុងរយៈពេលខ្លីដូចជាការបញ្ឆេះម៉ាស៊ីនជាដើម។ អាគុយឡាយធាប់ផ្ទេរ ហើយធាប់សាកចំណែកអាគុយសូឡាសាក និងផ្ទេរបន្តិចម្តងៗ។

$$time\ of\ usage\ (H) = \frac{\text{battery size (AH)}}{Current\ of\ applied\ load\ (A)}$$

Deep cycle batteries lose a lot of life if you *discharge them below 30 to 40%*, so the amount of usable energy in the battery is more like:

៩ ឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យចរន្ត

- ឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យចរន្តគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ត្រួតពិនិត្យចរន្តរវាង:
- ផ្ទាំងសូឡា
- អាគុយ
- និងឧបករណ៍ទទួល
- គោលបំណងសំខាន់គឺការពារកុំឲ្យអាគុយខូច ដោយសារសាកលើសពេក ឬប្រើអស់ពេក។
- នៅពេលថ្ងៃ អាគុយសាកភ្លើង ដោយទទួលនូវចរន្តអគ្គិសនីពីផ្ទាំងសូឡាតាមរយៈឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យចរន្ត។ ហើយឧបករណ៍ទទួលក៏ទទួលចរន្តពីផ្ទាំងសូឡាផងដែរ។

- នៅពេលយប់ អាគុយពុំបញ្ចេញចរន្តទៅឲ្យផ្ទាំងសូឡាវិញទេ ពីព្រោះឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យចរន្តមានឌីយ៉ូតសម្រាប់ទប់មិនឲ្យចរន្តធ្វើចលនាបញ្ច្រាស់មកវិញ។ ប៉ុន្តែចរន្តអាចចេញពីអាគុយចូលទៅឧបករណ៍ទទួលបាន។

១០ អាំងវែទ័រ

- អាំងវែទ័រប្រើប្រាស់សម្រាប់បម្លែងចរន្តជាប់ទៅជាចរន្តឆ្លាស់ (50-60 Hz)
- ប្រសិទ្ធភាពអាំងវែទ័រប្រហែល 90%
- អនុភាពធ្លាក់ចុះដោយសារការឡើងកម្តៅ ខ្សែចម្លងវែងពេក និងការស៊ីភ្លើងរបស់អាំងវែទ័រដើម្បីបន្តដំណើរការ។
- $\eta_{inv} = \frac{P_{ac}}{P_{dc}}$

មេរៀនទី៤. វារីអគ្គិសនី

១ តើអ្វីទៅជាវារីអគ្គិសនី?

ថាមពលវារីអគ្គិសនី មកពីពាក្យក្រិច ហៅថា ថាមពលទឹក ដូចយើងបានដឹងថាជា ថាមពលវារីអគ្គិសនីហើយកើតឡើងដោយការហូរទម្លាក់ ឬការហូររបស់ទឹក ដើម្បីបង្កើតជាអគ្គិសនី ឬ ម៉ាស៊ីនថាមពលអគ្គិសនី។ វាបានកើតចេញពីការបម្លែងថាមពលស៊ីនេទិច ឬ ថាមពលទំនាញដីនៃប្រភេពទឹកដើម្បីផលិតថាមពល។ ថាមពលវារីអគ្គិសនីគឺជាវិធីសាស្ត្រមួយ ផលិតកម្មថាមពលប្រកបដោយនិរន្តរភាព។ តាំងពីបុរាណមក ថាមពលវារីអគ្គិសនីបានមកពីឧបករណ៍កិនម្សៅដោយប្រើហោត់ទឹក បានប្រើប្រាស់ជាប្រភពថាមពលកកើតឡើងវិញ សម្រាប់ការស្រោចស្រព និងការប្រើឧបករណ៍មេកានិច ដូចជាឧបករណ៍កិនម្សៅដោយប្រើកម្លាំងខ្យល់ និងឧបករណ៍កិនផ្សេងៗទៀត។

ថាមពលទឹកបច្ចុប្បន្ន គឺបានប្រើប្រាស់ជាគោលការណ៍សម្រាប់ការបង្កើតថាមពលវារីអគ្គិសនី និងក៏បានអនុវត្តដូចជា ពាក់កណ្តាលនៃប្រព័ន្ធស្តុកទុកថាមពល ដូចជាការស្តុកវារីអគ្គិសនី។ ថាមពលវារីអគ្គិសនីគឺជាថាមពលឆ្លាស់នៃឥន្ទនៈផូស៊ីល វាមិនផលិតដោយផ្ទាល់នូវកាបូនឌីអ៊ុកស៊ីត ឬភ្នាក់ងារបំពុលបរិយាកាស និងវាផ្តល់អោយនូវប្រភពធនធានដែលមានស្រាប់នៃថាមពល។ ទោះយ៉ាងណាក៏ដោយ វាមានផលប្រឆាំងនឹងសេដ្ឋកិច្ច សង្គម និងបរិស្ថាន ហើយតម្រូវឱ្យមានប្រភពថាមពលទឹកគ្រប់គ្រាន់ ដូចជា ទន្លេ ឬបឹង។

២ ប្រវត្តិថាមពលវារីអគ្គិសនី

ក្នុងសតវត្សទី១៩ វិស្វករជនជាតិបារាំង លោក **ប៊ីនណត ហ្វូរន៉េយរុន** បានអភិវឌ្ឍតួប៊ីនថាមពលវារីអគ្គិសនីដំបូង។ ឧបករណ៍នេះគឺបានប្រើក្នុងរោងចក្រពាណិជ្ជកម្មនៃតំបន់ នីយ៉ាហ្គារ៉ា ក្នុងឆ្នាំ១៨៩៥ និងវានៅតែដំណើរការធម្មតា។ នៅមុនសតវត្សទី២០ វិស្វករជនជាតិអង់គ្លេស វីល្លាម អាំមស្ត្រង់ បានសាងសង់ និងដំណើរការស្ថានីយថាមពលអគ្គិសនីឯកជនដំបូងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងផ្ទះរបស់គាត់ក្នុងតំបន់ ក្រាសាយ ក្នុងរដ្ឋ ណរហ្សាំប៊ីឡែន ប្រទេសអង់គ្លេស។

ការលូតលាស់នូវតម្រូវការសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្មបានឆ្ពោះទៅរកការអភិវឌ្ឍន៍ផងដែរ។ នៅពេលចាប់ផ្តើមបដិវត្តឧស្សាហកម្មក្នុងប្រទេសអង់គ្លេស ទឹកគឺជាប្រភពថាមពលដ៏ចម្បងសម្រាប់ការបង្កើតថ្មី។ ទោះជាយ៉ាងណាថាមពលវារីអគ្គិសនីបានផ្តល់អោយជម្រើសក្នុងការបង្កើតថាមពលចំហាយ

ក្នុងម៉ាស៊ីនកិនស្រូវ និងរោងចក្រធំៗ វានៅតែបានប្រើប្រាស់នៅពេលសតវត្សទី១៨ និងទី១៩ សម្រាប់ការដំណើរផ្សេងៗជាច្រើន។

ការជឿនលឿនបច្ចេកវិទ្យាបានផ្លាស់ប្តូរ រហាត់ទឹកនៅទីវាល ទៅជាតួប៊ីនបិតជិត ឬម៉ូទ័រទឹក។ ក្នុងឆ្នាំ១៨៤៨ វិស្វករជនជាតិអាមេរិច **ជេមប៊ី ហ្វ្រាំងស៊ីស** វិស្វករនិយកនៃក្រុមហ៊ុន ឡូវែលឡុក និងក្រុមហ៊ុនប្រឡាយបានធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនៃការបង្កើតប្លង់ទាំងនេះ ទៅបង្កើតតួប៊ីនជាមួយប្រសិទ្ធភាព ៩០%។ គាត់បានប្រើប្រាស់គោលការណ៍វិទ្យាសាស្ត្រ និងវិធីសាស្ត្រធ្វើតេស្តចំពោះបញ្ហាប្លង់សំខាន់របស់តួប៊ីន។ វិធីសាស្ត្រគណនាគណិតវិទ្យា និងធរណីវិទ្យារបស់គាត់ បានអោយនូវប្លង់ដ៏មានទំនុកចិត្តនៃប្រសិទ្ធភាពតួប៊ីនចំពោះការប្រៀបធៀបលក្ខខណ្ឌលំហូរជាក់លាក់នៅតំបន់មួយ។ តួប៊ីនប្រតិកម្មហ្វ្រាំងស៊ីសគឺនៅតែប្រើរហូតមកដល់បច្ចុប្បន្ន។ ក្នុងឆ្នាំ១៨៧០ ការទាញយកពីការប្រើក្នុងឧស្សាហកម្មជីករ៉ែរបស់រដ្ឋកាលីហ្វញ៉ា លោក ឡេស្ទ័រ អាលែន ភេលតុន បានអភិវឌ្ឍតួប៊ីនកង់ភេលតុនមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ ដែលបានប្រើប្រាស់ថាមពលវារីអគ្គិសនីពីអូរកម្ពស់ខ្ពស់។

៣ ការគណនាបរិមាណអានុភាពបានការ

អានុភាពបានការរបស់ទឹកអាចវាយតម្លៃបានដោយប្រើថាមពលដែលមានស្រាប់របស់វា។ អនុភាពគឺជាមុខងារមួយនៃកម្ពស់ទឹក និងកម្រិតលំហូរនៃទឹក។ កម្ពស់គឺជាថាមពលក្នុងមួយខ្នាតទម្ងន់ ឬខ្នាតម៉ាស់ នៃទឹក។ កម្ពស់ស្តាទិចគឺសមាមាត្រទៅកម្រិតខុសគ្នានៃប្រវែងកម្ពស់ដែលទឹកធ្លាក់។ កម្ពស់ឌីណាមិចគឺជាទំនាក់ទំនងទៅនឹងល្បឿននៃទឹកហូរ។ ឯកតានិមួយៗអាចធ្វើបាននៃបរិមាណការងារស្មើទៅនឹងទម្ងន់របស់វា។

អានុភាពដែលមានពីការហូរទម្លាក់របស់ទឹកអាចគណនាពីកម្រិតលំហូរ និងដង់ស៊ីតេរបស់ទឹក កម្ពស់ហូរទម្លាក់ និងកម្លាំងទំនាញដី។

$$P = \frac{\eta \times \rho \times g \times Q \times H}{100}$$

- P អនុភាពបានការ [kW]
- η មេគុណប្រសិទភាព [90%]
- ρ ដង់ស៊ីតេអង្គធាតុរាវ [1000 kg/m^3]

- g សំទុំទំនាញផែនដី [9.81 m/s2]
- Q ធារទឹក [m3/s]
- H កំពស់សរុប [m]

ឧទាហរណ៍៖ អានុភាពនៃច្រកចេញនៃតួប៊ីនមួយគឺមានប្រសិទ្ធភាព៩០% ជាមួយធារទឹក៨០ម៉ែត្រគូបក្នុងមួយវិនាទី និងកម្ពស់១៤៥ម៉ែត្រ។

ចម្លើយ៖

$$P = \frac{90 \times 1000 \times 9.81 \times 80 \times 145}{10^2}$$

អានុភាពគឺ 10.2MW

អ្នកប្រតិបត្តិការនៅក្នុងស្ថានីយវារីអគ្គិសនី ប្រៀបធៀបថាមពលអគ្គិសនីសរុបដែលបានផលិតជាមួយថាមពលប៉ូលតង់ស្យែលនៃទឹកឆ្លងកាត់តាមតួប៊ីនដើម្បីគណនាប្រសិទ្ធភាព។ នីតិវិធី និងគោលការណ៍សម្រាប់គណនាទៅលើប្រសិទ្ធភាពអគ្គិសនី គឺបានផ្តល់ឱ្យក្នុងលេខកូដការសាកល្បង ដូចជាសមាគមន៍ASME PTC 18 និង IEC 60041។ ការតេស្តនៅទីវាលនៃតួប៊ីនគឺបានប្រើដើម្បីឱ្យមានដំណើរការកិច្ចការធានាប្រសិទ្ធភាពរបស់រោងចក្រផលិត។ ការគណនាប្រសិទ្ធភាពលម្អិតព័ត៌មានតួប៊ីនអានុភាពទឹកសម្រាប់កម្ពស់បាត់បង់ដោយសារ កម្រិកកកិតក្នុងប្រឡាយ ឬទ្វារទឹក ការកើនឡើងកម្រិតទឹកផ្នែកក្រោមតាមរយៈកម្រិតលំហូរ ទីតាំងនៃស្ថានីយ និងឥទ្ធិពលទំនាញដីផ្សេងៗគ្នា សីតុណ្ហភាពខ្យល់ និងសំពាធខ្យល់ ដង់ស៊ីតេនៃទឹកនៅសីតុណ្ហភាពខាងក្រៅ និងរយៈកម្ពស់ទំនាក់ទំនងនៃអាំងទឹកចូលតួប៊ីន។ សម្រាប់ការគណនាជាក់លាក់ កម្រិតលំអៀងតាមការវិលជុំវិញ និងចំនួនតួលេខថេរសំខាន់ត្រូវតែគិតពិចារណា។

ប្រព័ន្ធថាមពលវារីអគ្គិសនីខ្លះ ដូចជា រហាត់ទឹក អាចទាញយកថាមពលពីលំហូរនៃមាឌទឹកដោយគ្មានការផ្លាស់ប្តូរចាំបាច់នៃកម្ពស់របស់វា។ ចំពោះហេតុផលនេះ អនុភាពបានការពីលំហូរគឺជាថាមពលស៊ីនេទិចនៃការហូររបស់ទឹក។ រហាត់ទឹកទម្លាក់ អាចចាប់យកថាមពល២ប្រភេទ។ លំហូរក្នុងអូរអាចខុសគ្នាអាស្រ័យលើហេតុផលមួយទៅហេតុផលមួយផ្សេងទៀត។ ការអភិវឌ្ឍទីតាំងអានុភាពទឹកត្រូវការ ការវិភាគទិន្នន័យលំហូរ ពេលខ្លះ អស់ពេលមួយទសវត្សដើម្បីវាយតម្លៃការផ្គត់ផ្គង់ថាមពលដែលប្រើប្រាស់បានប្រចាំឆ្នាំ។ ទំនប់ និងអាងទឹកផ្តល់នូវប្រភពថាមពលដែលអាចយកជាការបានដោយការផ្លាស់ប្តូរជៀវទៀងទាត់នៃលំហូរទឹក។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ អាងទឹកមានឥទ្ធិពលបរិស្ថាន

សំខាន់ដូចជាការប្រែប្រួលលំហូរទឹកក្នុងអូរឬទន្លេដែលកើតឡើងដោយធម្មជាតិ។ ការបង្កើតប្លង់ទំនប់ទឹកត្រូវតែគណនាលើឥទ្ធិពលមិនល្អ ជំនន់អតិបរមាដែលអាចរំពឹកទុកនៅទីតាំងសិក្សា ចំពោះប្រឡាយដោះទឹកគឺជាញឹកញាប់រាប់បញ្ចូលជាផ្លូវបង្វិលលំហូរជំនន់ជុំវិញទំនប់ទឹកផងដែរ។ កុំព្យូទ័រធ្វើម៉ូដែលអាងទឹក និងកម្រិតទឹកភ្លៀង និងទិន្នន័យទឹកភ្លៀងគឺបានប្រើដើម្បីព្យាករណ៍ពីជំនន់អតិបរមា។

៤ តើទំនប់វារីអគ្គិសនីដំណើរយ៉ាងដូចម្តេច?

ជំហានទី១ ការរៀបចំមើលថាមពលប៉ូតង់ស្យែល

ទន្លេដ៏ធំមួយបញ្ចេញថាមពលប៉ូតង់ស្យែលក្នុងទម្រង់នៃថាមពលស៊ីនេទិច។ ទំនាញដីបង្កឱ្យទឹកហូរតាមរយៈផ្លូវទឹកជាក់លាក់មួយ។ ទំនប់ទឹកទប់ការបញ្ចេញថាមពលស៊ីនេទិច និងស្តុកទុកយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាពនូវថាមពលប៉ូតង់ស្យែលក្នុងអាងទឹកដូចជាបឹងមួយ។ ទំនប់វារីអគ្គិសនីអាចដំណើរការដោយទុកបំរុងទឹកទន្លេ និងថាមពលប៉ូតង់ស្យែល។ កម្ពស់ទឹកបង្កើតឡើងដោយសារជម្រៅនៃទឹក និងល្បឿនទឹកដែលហូរកាត់ទ្វារទឹក បង្កឱ្យតួប៊ីនក្នុងរោចចក្រវារីអគ្គិសនីវិលបង្កើតថាមពលអគ្គិសនី។

ជំហានទី២ ការបង្វិលតួប៊ីនវារីអគ្គិសនី

រាងកង្ហារមេកានិច និងទំហំខុសគ្នាដែលត្រូវនិយាយជាទូទៅ កង្ហារធំ វាពិបាកជាងគេក្នុងការបង្វិលវា។ កង្ហារធំក៏ត្រូវតង់ស្យុងខ្ពស់ជាងគេ និងម៉ូទ័រធំជាងគេដើម្បីបង្វិលពួកវាផងដែរ។ តួប៊ីនធំ ដូចជា តួប៊ីន ហ្វ្រាំងស៊ីស ក៏ត្រូវការតង់ស្យុងធំដែរ។ ហើយទំនប់វារីអគ្គិសនីជទៃជាច្រើនក៏ត្រូវការថាមពលបន្ថែមដើម្បីបង្កើនល្បឿនចលនាវិលរបស់វា។

តួប៊ីន ហ្វ្រាំងស៊ីស ដំណើរការអាស្រ័យលើកម្ពស់ទឹកដើម្បីបង្វិល។ សំពាធអ៊ីដ្រូស្តាទិចបានបង្កើតដោយការធ្វើឱ្យមានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលរបស់ទំនប់ទឹកដែលបង្កើនដូចការកើនឡើងនូវល្បឿនលំហូររបស់ទឹក។ ដោយជារួមមក ទំនប់ទឹកខ្ពស់ជាងគេផលិតបានកម្ពស់ទឹកខ្ពស់ជាងគេដែរ និងអាចបង្វិលតួប៊ីនធំជាងគេបានផងដែរ។ ចំពោះការបង្វិលតួប៊ីន កម្ពស់ទឹកបម្លែងទៅជាថាមពលស៊ីនេទិច។ ការផ្លាស់ប្តូរនេះដកចេញនូវល្បឿនទឹក និងសំពាធអ៊ីដ្រូស្តាទិច ហើយអាចអោយវាហូរចេញយ៉ាងយឺតពីបាតទំនប់ទឹក។

ជំហានទី៣ ឌីណាម៉ូតួប៊ីនវារីអគ្គិសនី

ចលនាវិលជុំរបស់តួប៊ីនបង្កើតបានជាថាមពលអគ្គិសនី។ តួប៊ីនត្រូវចាប់ភ្ជាប់ជាមួយឌីណាម៉ូអគ្គិសនីដោយផ្ទាល់ ឬតាមរយៈប្រអប់លេខ ឬប្រព័ន្ធបញ្ជូនកម្លាំងដែលបង្វិលអ័ក្ស និងតួឌីណាម៉ូ។

ឧបករណ៍ផ្តាច់ចរន្ត និងធុងឌីណាម៉ូត្រូវបានតម្លើងចាប់ភ្ជាប់ដើម្បីឱ្យមានចរន្តលំហូរអគ្គិសនី ដែលបានបង្កើតដោយការបង្វិលអ័ក្សឌីណាម៉ូទៅនឹងស្តាតទ័ររបស់វា។

ឌីណាម៉ូ ជាឧបករណ៍មួយនៅកន្លែងធ្វើការក្នុងទំនប់វារីអគ្គិសនី បង្កើតបរិមាណសៀគ្វីអវជ្ជមាន និងរ៉េស៊ីស្តង់ចំពោះការបង្វិលកង្ហារមេកានិចដែលអាចពុះពារដោយកម្លាំងម៉ូម៉ង់ធំ ដូចលទ្ធផលមួយនៃការបង្វិលតួប៊ីន។ ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធបញ្ជូនកម្លាំងដូចប្រព័ន្ធកង់ឡាន ចលនាបង្វិលរបស់តួប៊ីនបម្លែងទៅជាម៉ូម៉ង់ និងកម្រិតល្បឿនខុសគ្នា។

ជំហានទី៤ ការចាប់ភ្ជាប់ និងការបញ្ជូនថាមពលវារីអគ្គិសនី

អគ្គិសនីដែលបានផលិតរួចហើយ ត្រូវបានតម្លើងតង់ស្យុងសម្រប់ការដឹកនាំភ្លើងទៅតាមបង្គោលខ្សែកាបទៅតំបន់ផ្ទះប្រជាពលរដ្ឋ ដែលក្រុមហ៊ុនថាមពលក្នុងតំបន់បញ្ជូនវាតាមរយៈខ្សែកាប។ ត្រង់ស្វ័ត្រូវតម្លើងតង់ស្យុងនៅក្នុងទំនប់វារីអគ្គិសនីដោយបង្កើនកម្រិតតង់ស្យុងដែលអាចប្រើប្រាស់ទៅបានពីឌីណាម៉ូដែលមានតង់ស្យុងទាប។ តង់ស្យុងខ្ពស់ដែលចំនេញ នៅក្នុងរោងចក្រវារីអគ្គិសនីគឺខ្ពស់សម្រាប់ការដឹកជញ្ជូនថាមពលឆ្ងាយ ហើយចំពោះចរន្តអគ្គសនីទាប ត្រូវបញ្ជូនឱ្យប្រើប្រាស់តាមផ្ទះដែលនៅជិតៗទីតាំងទំនប់វារីអគ្គិសនី។

៥ ប្រភេទតួប៊ីនវារីអគ្គិសនី

មានតួប៊ីន២ប្រភេទសំខាន់ៗនសតួប៊ីនថាមពលវារីអគ្គិសនី គឺ តួប៊ីនប្រតិកម្ម និងតួប៊ីនជម្រុញ ប្រភេទតួប៊ីនថាមពលវារីអគ្គិសនីដែលជ្រើសរើសសម្រាប់គម្រោងណាមួយអាស្រ័យលើកម្ពស់នៃកម្រិតទឹក សំដៅលើកកម្ពស់ និងលំហូរ ឬមាឌទឹកនៅតំបន់មួយ។ កត្តាក្នុងការសម្រេចចិត្តដទៃទៀត ត្រូវគិតដល់តួប៊ីនត្រូវដាក់ជម្រៅប៉ុន្មានជាមួយ ប្រសិទ្ធភាពតួប៊ីន និងចំណាយលើការតម្លើងវា។ តួប៊ីនដែលមានលក្ខណៈដូចខាងលើនេះជាតួប៊ីនដែលពេញនិយមប្រើប្រាស់ក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិចសព្វថ្ងៃនេះ។

៥.១ តួប៊ីនប្រតិកម្ម

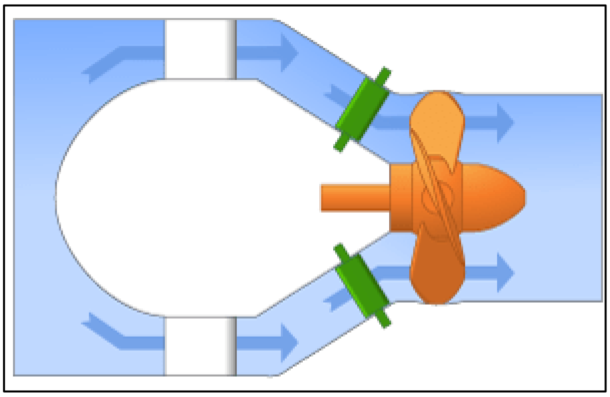
តួប៊ីនប្រតិកម្មជាតួប៊ីនមួយបង្កើតថាមពលពីកម្លាំងបញ្ចូលគ្នានៃសំពាធ និងចលនាទឹក។ ស្លាបចក្រគឺបានដាក់ផ្ទាល់នៅក្នុងអូរ ឬទន្លេ ដើម្បីអោយទឹកហូរពីលើផ្លិតច្រើនជាងការបុកប៉ះផ្លិតនីមួយៗ។ តួប៊ីនប្រតិកម្មគឺជាធម្មតាប្រើសម្រាប់ទីតាំងជាមួយកម្ពស់ទឹកទាប និងមានលំហូរខ្លាំង ហើយជាប្រភេទទូទៅភាគច្រើនបានប្រើប្រាស់នៅអាមេរិច។

តួប៊ីនប្រតិកម្មមានចំនួន ២ប្រភេទសំខាន់ៗ គឺតួប៊ីនប្រើស្លាបចក្រ និងតួប៊ីនហ្វ្រាំងស៊ីស។ តួប៊ីនស៊ីនេទិចក៏ចាត់ចូលក្នុងប្រភេទតួប៊ីនប្រតិកម្មផងដែរ។

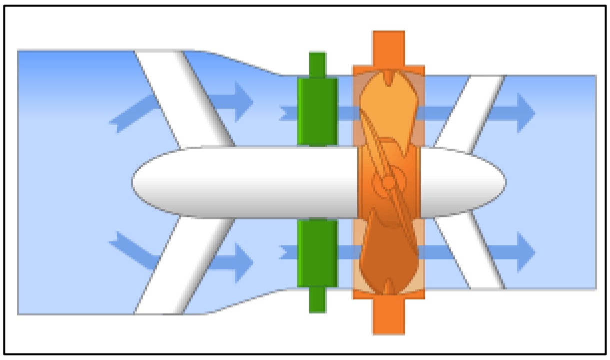
៥.២ តួប៊ីនស្លាបចក្រ

តួប៊ីនប្រើស្លាបចក្រជាធម្មតាមានតួរិលមានចំនួនផ្លិតពី ៣ ទៅ ៦។ ទឹកបុកប៉ះគ្រប់ផ្លិតទាំងអស់មានវិលថេរ។ រូបភាពការវិលរបស់ផ្លិតរបស់ទូកក្នុងទុយោមួយ តាមរយៈទុយោសំពាធគឺថេរ ប្រសិនបើមិនថេរ តួរិលក៏មិនមានតុល្យភាពដែរ។ ប្រឡោះផ្លិតអាចចាប់ជាប់ និងអាចកែសម្រួលបាន។ សមាសភាពសំខាន់ម្ខាងនៃតួរិលគឺមាន ប្រអប់រំកិលមួយ ប្រឡោះទ្វារមួយ និងបំពង់ទាញមួយ។ វាមានប្រភេទខុសគ្នា២ ទៅ៣នៃតួប៊ីនប្រើស្លាប់ចក្រ។

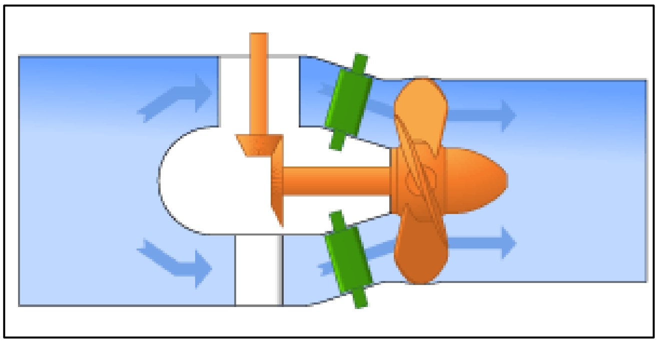
តួប៊ីនរាងអំពូល៖ តួប៊ីន និងឌីណាម៉ូគឺបានដាក់ភ្ជាប់គ្នាផ្ទាល់ក្នុងទឹកអូរ ឬទន្លេ



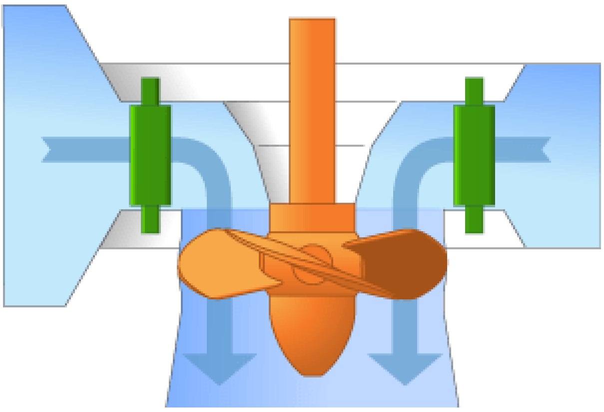
តួប៊ីនស្ត្រាហ្លូ៖ ឌីណាម៉ូ គឺបានភ្ជាប់ដោយផ្ទាល់ទៅបរិវេណនៃតួប៊ីន



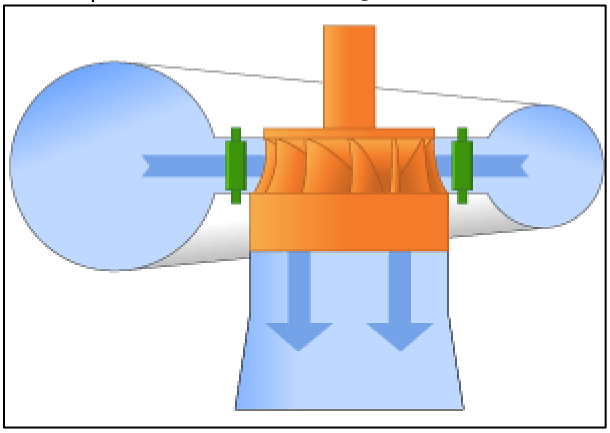
តួប៊ីនបំពង់៖ ទ្វារទឹកកាច់មុន ឬក្រោយតួរិល ធ្វើអោយមានការភ្ជាប់ជាបន្ទាត់ត្រង់ទៅនឹងឌីណាម៉ូ



តួប៊ីនកាផ្លេន៖ ផ្លិត និងប្រកចូលគឺអាចកែសម្រួលបាន ហើយសម្រាប់ការប្រតិការទំហំធំ។ តួប៊ីននេះ អភិវឌ្ឍដោយអ្នកបង្កើតជនជាតិអូស្ត្រាលី ឈ្មោះ វិគទ័រកាផ្លេន ក្នុងឆ្នាំ ១៩១៩។



តួប៊ីនហ្វ្រាំងស៊ីស៖ គឺជាតួប៊ីនថាមពលវ៉ារីអេគ្គិសនីទំនើបដំបូងបង្អស់ និងបានបង្កើតឡើងដោយវិស្វករជនជាតិអង់គ្លេសកាត់អាមេរិច ឈ្មោះ ជេម ហ្វ្រាំងស៊ីសក្នុងឆ្នាំ១៨៤៩។ តួប៊ីនហ្វ្រាំងស៊ីសមានតួរ៉ូលមួយជាមួយផ្លិតនៅមួយកន្លែង ជាធម្មតាមានផ្លិត ៩ ឬច្រើនជាងនេះ។ ទឹកគឺបានបញ្ចូលពីលើតួរ៉ូល និងផ្នែកជុំវិញវាដែលបន្ទាប់មកធ្លាក់តាមក្រោមបង្កអោយវិលផ្លិត។ ម្យ៉ាងទៀត តួរ៉ូល និងផ្នែកសំខាន់ដទៃទៀត មានទាំងប្រអប់រំកិល ច្រកចេញ និងបំពង់ទាញ។ តួប៊ីនហ្វ្រាំងស៊ីសគឺបានប្រើជាទូទៅសម្រាប់ស្ថានភាពកម្ពស់ទឹកមធ្យមពី

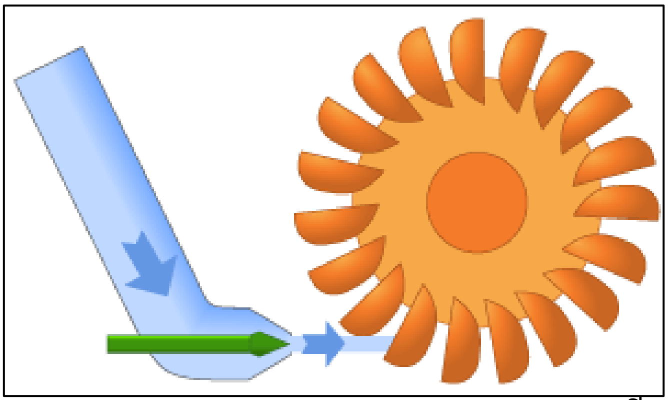


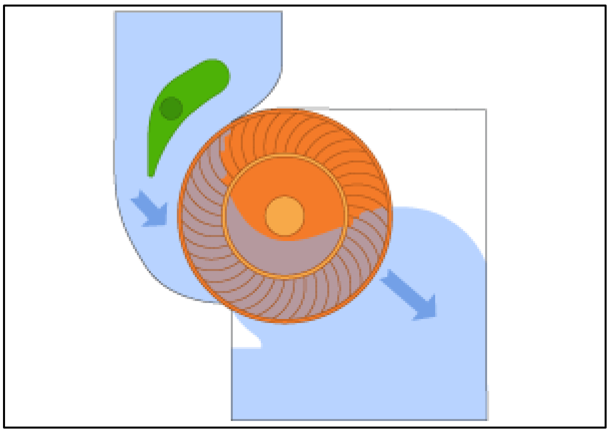
១៣០ ទៅដល់២០០០ហ្វីត ឬពី៤០ម៉ែត្រ ទៅដល់៦០០ម៉ែត្រ។ ហើយគេក៏បានប្រើសម្រាប់កម្ពស់ទឹកទាបផងដែរ។ តួប៊ីនហ្វ្រាំងស៊ីសដំណើរការល្អផងដែរក្នុងទម្រង់ផ្ដេក និងបញ្ឈរ។

តួប៊ីនស៊ីនេទិច៖ តួប៊ីនថាមពលស៊ីនេទិច ក៏បានហៅថា តួប៊ីនលំហូរសេរីផងដែរ វាបង្កើតអគ្គិសនីពីវត្ថុមានថាមពលស៊ីនេទិចក្នុងការហូររបស់ទឹក ដែលប្រសើរជាងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលពីកម្ពស់ទឹកទៅទៀត។ ប្រព័ន្ធនេះអាចដំណើរការក្នុងទន្លេ ប្រឡាយ ចរន្តទឹកជោរ និងចរន្តទឹកសមុទ្រ។ ពីព្រោះប្រព័ន្ធតួប៊ីនស៊ីនេទិចប្រើប្រាស់ផ្លូវទឹកធម្មជាតិ តួប៊ីននេះមិនត្រូវការប្រឡាយវៀងទឹក ឬទុយោទេ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយវាអាចមានការអនុវត្តក្នុងលូបង្ហូរទឹកផងដែរ។ ប្រព័ន្ធស៊ីនេទិចមិនត្រូវការការងារមនុស្សច្រើនទេ ពីព្រោះវាអាចប្រើសំណង់ដែលមានស្រាប់ ដូចជា ស្ពាន ប្រឡាយ។

៥.៣ តួប៊ីនជម្រុញ

តួប៊ីនជម្រុញជាធម្មតាប្រើល្បឿនទឹកហូរដើម្បីបង្វិលតួរ៉ូល និងមានធារទឹកនៅសំពាធបរិយាកាសធម្មតា។ អូរមួយអាចបង្វិលផ្លិតនៅលើតួរ៉ូល។ ដោយមិនមានក្បាលបឺតនៅផ្នែកក្រោមនៃតួប៊ីនទេ ទឹកហូរចេញពីផ្នែកក្រោមនៃគ្រោងតួប៊ីនក្រោមបង្វិលតួរ៉ូល។ តួប៊ីនជម្រុញគឺជាធម្មតាសមស្របសម្រាប់កម្ពស់ទឹកខ្ពស់ និងមានលំហូរតិច។ មានតួប៊ីនសំខាន់២នៃតួប៊ីនជម្រុញគឺ តួប៊ីនផេលតុន និងតួប៊ីនហូរកាត់។





តួប៊ីនផេលតុន៖ គឺបានបង្កើតឡើងដោយជនជាតិអាមេរិច ឈ្មោះ ឡេស្ទ័រ អាលែន ផេលតុន ក្នុងឆ្នាំ១៨៧០ រហាត់ទឹកផេលតុនមានក្បាលបាញ់ទឹកមួយ ឬច្រើន ទៅក្នុងលំហរមួយ និងការប៉ះពីលើផ្លិតទឹកនៃតួរិល។ តួប៊ីនផេលតុន ជាទូទៅប្រើសម្រាប់កម្ពស់ទឹកខ្ពស់ និងលំហូរទាប។ បំពង់ទាញគឺមិនតម្រូវសម្រាប់តួប៊ីនជម្រុញទេ ពីព្រោះតួរិលត្រូវតែនៅពីលើកម្រិតទឹកផ្នែកក្រោម ដើម្បីអនុញ្ញាតឱ្យដំណើរការនៅសំពាធបរិយាកាសធម្មតា។

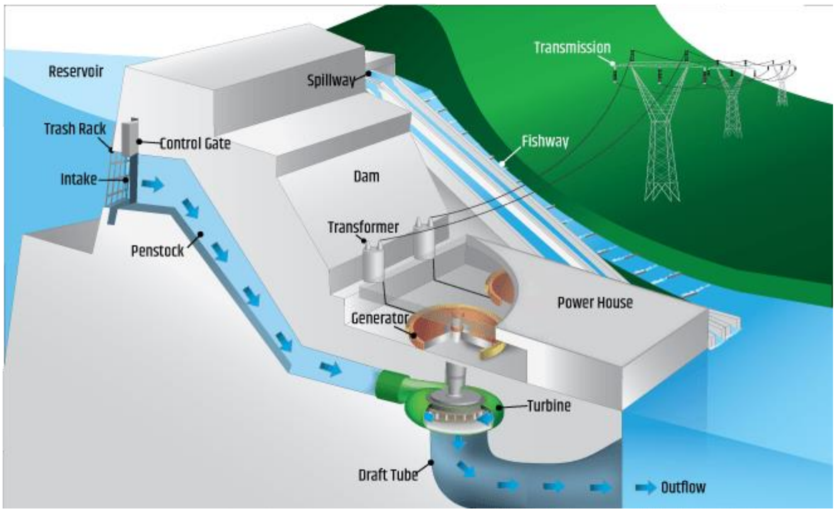
តួប៊ីនលំហូរកាត់៖ គឺបានបង្កើតឡើងដោយលោក អង់តូនី មីឆែល ដែលជាវិស្វករជនជាតិអូស្ទ្រីស ក្នុងឆ្នាំ១៩០០។ ក្រោមមក លោក ដូណាត់ បេនគី វិស្វករជនជាតិ ហុងគ្រី បានបង្កើនសមត្ថភាព និងបានបង្កើនបន្ថែមទៀតដោយវិស្វករជនជាតិអាឡឺម៉ង់ ហ្វ្រីត អូសប៊ីហ្គឺ។ តួប៊ីនលំហូរកាត់គឺមានរាងជាស្ករ និងប្រើក្បាលបាញ់ទឹករាងជាពងក្រពើ ឬចតុកោណកែងបុកផ្ទាល់ផ្ទុយពីកង្ហារកោងនៅលើតួរិលរាងជាស៊ីឡាំង។ វាតម្លើងក្បាលបាញ់ខ្យល់ដូចទ្រុងកំប្រុក។ តួប៊ីនលំហូរកាត់អាចឱ្យទឹកហូរតាមផ្លិតភ្លោះ។ ការឆ្លងកាត់ដំបូង ទឹកហូរពីផ្នែកខាងក្រៅនៃផ្លិតទៅខាងក្នុង បន្ទាប់មកឆ្លងទៅពីផ្នែកខាងក្នុងចេញក្រៅវិញ។ កង្ហារនាំផ្លូវនៅច្រកចូលទៅតួប៊ីនផ្ទាល់ហូរទៅក្នុងបន្ទប់ចុងនៃតួរិល។ តួប៊ីនលំហូរកាត់គឺត្រូវបានអភិវឌ្ឍដើម្បីសម្របសម្រួលទៅនឹងលំហូរទឹកខ្លាំង និងកម្ពស់ទឹកទាបជាងតួប៊ីន**ផេលតុន** ដែលអាចធ្វើបាន។

៦ ប្រភេទរោងចក្រវារីអគ្គិសនី

បច្ចេកវិទ្យាថាមពលវារីអគ្គិសនីមាន ៣ប្រភេទគឺ ការបង្ខាំងទប់ទឹក ការបង្វៀងទឹក និងការស្តុកទឹកបូម។ រោងចក្រវារីអគ្គិសនីប្រើប្រាស់ទំនប់ និងមួយចំនួនទៀតមិនប្រើ។ ទោះជាយ៉ាងណា មិនមែនគ្រប់ទំនប់វារីអគ្គិសនីសាងសង់ឡើងសម្រាប់តែវារីអគ្គិសនីនោះទេ គេក៏បានបង្ហាញពីសារៈប្រយោជន៍សម្រាប់ការបូមរាប់តោននៃថាមពលកកើតឡើងវិញ ទៅភ្លើងខ្សែកាបផងដែរ។ នៅក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិចមានជាង៩០០០ទំនប់វារីអគ្គិសនី ដែលមិនតិចជាង២៣០០ ផលិតថាមពលនៅឆ្នាំ២០២០។ ទំនប់ដទៃទៀតគឺបានប្រើប្រាស់ ការបង្កើតថ្មី ស្តុកទុក ស្រះកសិដ្ឋាន ការគ្រប់គ្រងទឹកជំនន់ ការផ្គត់ផ្គង់ទឹកស្អាត និងការស្រោចស្រព។

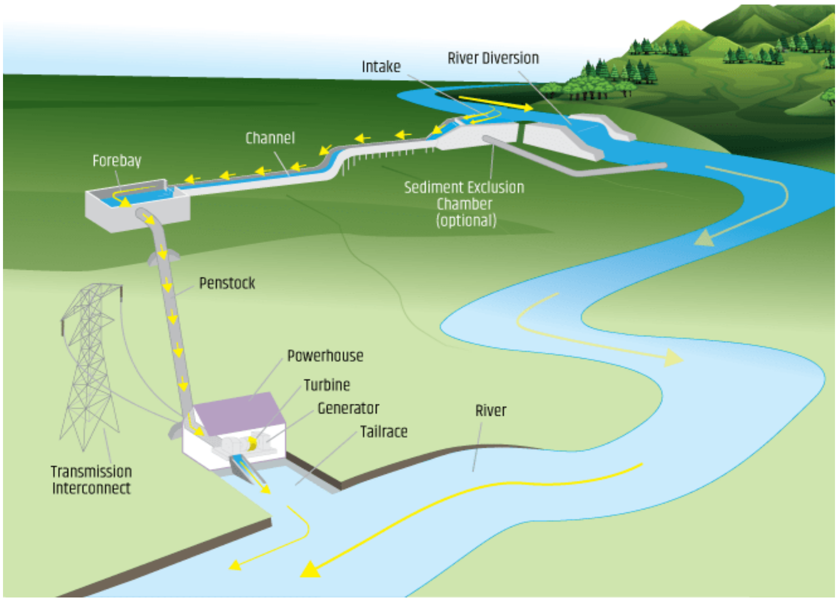
៦.១ រោងចក្រវារីអគ្គិសនីដោយបង្ខាំងទប់ទឹក

ប្រភេទទូទៅភាគច្រើននៃរោងចក្រវារីអគ្គិសនី គឺជាបច្ចេកវិទ្យាបង្ខាំងទប់ទឹក ឬការធ្វើទំនប់ទឹកទាំងមូលនៃទន្លេឬអូរ។ ជាទូទៅជាប្រព័ន្ធដ៏ធំមួយប្រើទំនប់មួយដើម្បីស្តុកទឹកទន្លេក្នុងអាងមួយ។ ទឹកបង្ហូរពីអាងហូរតាមតួប៊ីនមួយ ការបង្វិលតួប៊ីនវាបានដំណើរការឌីណាម៉ូដើម្បីផលិតអគ្គិសនី។ ទឹកអាចបង្ហូរដើម្បីអោយត្រូវនឹងការផ្លាស់ប្តូរតម្រូវការថាមពល ឬតម្រូវការដទៃទៀត ដូចជា គ្រប់គ្រងទឹកជំនន់ ការបង្កើតថាមពលថ្មី ការចម្លងពូជត្រី និងតម្រូវការគុណភាពទឹក និងបរិស្ថាន។



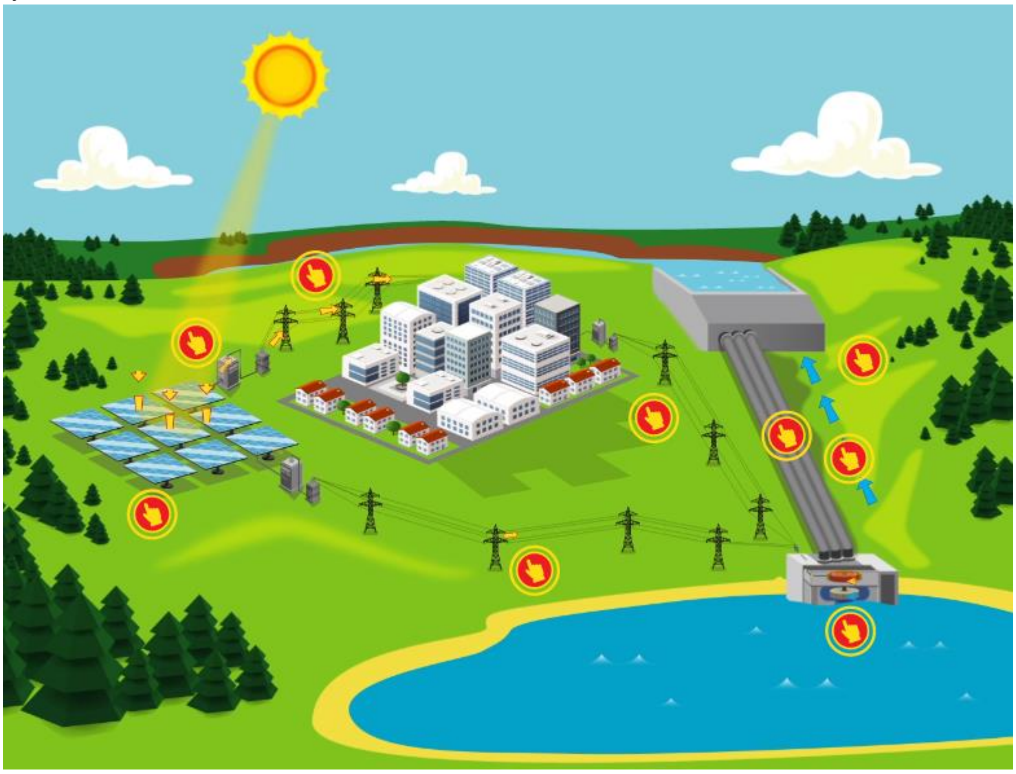
៦.២ រោងចក្រវារីអគ្គិសនីដោយបង្វែរ

ការបង្វែរ ពេលខ្លះហៅថា បច្ចេកវិទ្យានាំទឹកទន្លេ ប្រឡាយជាចំណែកមួយនៃទន្លេតាមរយៈប្រឡាយមួយ និងមានទ្វារបង្ហូរមួយដើម្បីធ្វើមានប្រយោជន៍ដល់ធនធានធម្មជាតិនៅក្បែរទន្លេនៃកម្ពស់ទន្លេដើម្បីផលិតថាមពល។ ទ្វារបង្ហូរទឹកគឺជាបំពង់បង្ហូរទឹកបិទជិតមួយដែលប្រឡាយហូរទឹកទៅតួប៊ីនជាមួយលំហូរទឹកដែលកំណត់នៅទ្វារទឹក វ៉ាន់បើកទឹក និងតួប៊ីន។ ប្រឡាយវៀងអាចមិនតម្រូវប្រើទំនប់ទឹកទេ។



៦.៣ រោងចក្រវារីអគ្គិសនីបូមស្តុកទឹក

ប្រភេទដទៃទៀតនៃថាមពលវារីអគ្គិសនី ហៅថា ថាមពលវារីអគ្គិសនីដោយការស្តុកទឹកដោយបូម ឬ PSH ដំណើរដូចអាគុយដ៏ធំមួយ។ បច្ចេកវិទ្យានេះគឺអាចស្តុកថាមពលអគ្គិសនីដែលបានផលិតដោយប្រភពថាពលដទៃដូចជា សូឡា ខ្យល់ ណុយក្លេអ៊ែរសម្រាប់ប្រើប្រាស់នៅពេលក្រោយ។ បច្ចេកវិទ្យាទាំងនេះស្តុកទុកថាមពលដោយបូមទឹកពីអាងនៅកម្ពស់ទាបទៅអាងនៅកម្ពស់ខ្ពស់។ នៅពេលដែលមានតម្រូវការថាមពលអគ្គិសនីទាប បច្ចេកវិទ្យាPSH ស្តុកថាមពលដោយបូមទឹកពីអាងទាប ទៅអាងខ្ពស់។ នៅកំឡុងពេលតម្រូវការថាមពលច្រើន ទឹកក៏ត្រូវបង្ហូរត្រឡប់ចូលអាងទាប និងបង្វិលតួប៊ីនបង្កើតជាអគ្គិសនី។



៦.៤ ទំហំរោងចក្រវារីអគ្គិសនី

កម្រិតទំហំបច្ចេកវិទ្យាថាមពលវារីអគ្គិសនី គឺជារោងចក្រធំមួយដែលអាចផ្គត់ផ្គង់អតិថិជនជាច្រើនជាមួយថាមពលអគ្គិសនី ចំពោះរោងចក្រតូច ដែលអាចដំណើរការដោយឯកជនសម្រាប់តែតម្រូវការរបស់ពួកគេផ្ទាល់ ឬលក់ថាមពលសម្រាប់ប្រើប្រាស់។

ក. ទំហំខ្នាតធំ

តម្រូវការថាមពលរោងចក្រធំត្រូវតែមានសមត្ថភាពផលិតបានច្រើនជាង ៣០មេហ្គាវ៉ាត់។

ខ. ទំហំតូច

តម្រូវការថាមពលរោងចក្រតូចត្រូវតែមានសមត្ថភាពផលិតបានចាប់ពី ១០០គីឡូវ៉ាត់ ដល់ ១០ម៉េហ្គាវ៉ាត់។

ទំហំតូចបំផុត គឺមានសមត្ថភាពផលិតក្រោមពី១០០គីឡូវ៉ាត់ ទើបគេហៅថា រោងចក្រវារីអគ្គិសនីខ្នាតមីក្រូ។ ខ្នាតតូចបំផុត ឬមីក្រូអាចផលិតអគ្គិសនីគ្រប់សម្រាប់តែផ្ទះ ភូមិតូចៗ។

៦.៥ ហេតុអ្វីត្រូវប្រើថាមពលវារីអគ្គិសនី

ថាមពលវារីអគ្គិសនី ដូចយើងបានដឹង ថាមពលវារីអគ្គិសនីផ្តល់ជូននូវគុណសម្បត្តិមួយចំនួនដល់សហគមន៍ដែលពួកគេប្រើប្រាស់។ ថាមពលវារីអគ្គិសនី និងថាមពលបានមកពីបច្ចេកវិទ្យាស្តុកទឹកបូម បានបន្តដើរតួនាទីសំខាន់ក្នុងការប្រយុទ្ធប្រឆាំងការប្រែប្រួលអាកាសធាតុដោយផ្តល់ឱ្យនូវថាមពលដ៏ចាំបាច់ ស្តុកទុក និងសេវាកម្មដែលអាចបត់បែនបាន។ ខាងក្រោមនេះជាសារៈប្រយោជន៍ដែលថាមពលវារីអគ្គិសនីផ្តល់ឱ្យ។

គុណសម្បត្តិនៃថាមពលវារីអគ្គិសនី

- ✓ ថាមពលវារីអគ្គិសនីជាថាមពលកកើតឡើងវិញ។ បានកើតឡើងដោយវដ្តទឹកដែលហួតទឹកទៅបរិយាកាសហើយបង្កើតជាភ្លៀងហូរចូលទន្លេ ឬអូរវិញ ឬធ្វើឱ្យវាកកើតឡើងវិញ។
- ✓ វារីអគ្គិសនីមិនប្រើឥន្ទនៈ ដែលឱ្យវាជាប្រភពថាមពលស្អាត។ មិនបំពុលខ្យល់ដូចរោងចក្រថាមពលផ្សេងដែលដុតឥន្ទនៈផូស៊ីល ដូចជាធ្យូង និងឧស្ម័នធម្មជាតិ។
- ✓ ថាមពលវារីអគ្គិសនីដែលបង្កើតដោយការទប់ទឹកក្នុងអាងអាចប្រើអាងជាកន្លែងហែលទឹក នេសាទ និងជិះទូកកំសាន្ត។ ការតម្លើងវារីអគ្គិសនីភាគច្រើនតម្រូវឱ្យអនុញ្ញាតឱ្យមានការដើរកំសាន្តជាសារធារណៈនៅអាងទឹកដើម្បីអនុញ្ញាឱ្យមើលគុណសម្បត្តិនៃឱកាសនេះ។
- ✓ ថាមពលវារីអគ្គិសនីអាចប្រែប្រួលបាន ដែលបច្ចេកវិទ្យាវារីអគ្គិសនីអាចទៅពីថាមពលសូន្យ ទៅដល់ថាមពលខ្លាំង។ ពីព្រោះរោងចក្រវារីអគ្គិសនីអាចបញ្ជូនថាមពលចូលបង្គោលខ្សែកាបបានលឿនភ្លាម។
- ✓ វារីអគ្គិសនីផ្តល់ឱ្យលើសពីអគ្គិសនីតែអាចគ្រប់គ្រងទឹកជំនន់ ផ្គត់ផ្គងការស្រោចស្រព និងជាទឹកស្អាតសម្រាប់ប្រើប្រាស់ផងដែរ។

- ✓ វារីអគ្គិសនីគឺសមរម្យសម្រាប់គ្រប់គ្រួសារ វាផ្តល់នៅតម្លៃទាប និងយូរអង្វែងរាប់ឆ្នាំបើប្រៀបធៀបនឹងធនធានដទៃ។ ចំណាយលើការសាងសង់អាចបន្ធូរបន្ថយបានដោយការប្រើប្រាស់សំណង់ដែលមានស្រាប់ដូចជា ស្ពាន ផ្លូវរូងក្រោមដី និងទំនប់ទឹក។
- ✓ វារីអគ្គិសនីអាចលាយជាមួយថាមពលផ្សេងដូចជា ប្រភពថាមពលស្អាតដទៃទៀត។ បច្ចេកវិទ្យាដូចជា ការស្តុកទឹកបូម ស្តុកថាមពលទៅប្រើប្រាស់ជាមួយថាមពលសូឡា ខ្យល់ មានតម្រូវខ្ពស់ជាង។

ជំពូក ៦ ជីវឧស្ម័ន

មេរៀនទី ១ គោលការណ៍នៃការផលិតជីវឧស្ម័ន

១ ប្រវត្តិនៃការប្រើប្រាស់ឡជីវឧស្ម័ន

តារាងទី២.១៖ការបំបែករបស់សារធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់និងមានការវត្តមានមីក្រូសរីរាង្គ

ដំណាក់កាល	ដំណើរការ	សារជាតុវត្ថុធាតុដើម
១	បំបែកដោយទឹក	ប្រូតេអ៊ីន ការបូអ៊ីដ្រាត ខ្លាញ់
២	ការបង្កើតជាតិអាស៊ីត	អាមីណូអាស៊ីត ស្ករ និង អាស៊ីតខ្លាញ់
៣	ការបង្កើតអាស៊ីតអាសេទិច	អាមីណូអាស៊ីត ស្ករ អាស៊ីតខ្លាញ់ អាស៊ីតសរីរាង្គ និងអាកុល
៤	ការបង្កើតមេតាន	អាស៊ីតអាសេទិច អ៊ីដ្រូសែនកាបោនឌីអុកស៊ីត

ប្រភព: (Phouthanouthong Xaysombath, 2008)

- ដំណាក់ការទីមួយ៖ ការបំបែកជាតុដោយទឹក (ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស) ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនេះ គឺបំបែក ម៉ាក្រូម៉ូលេគុលអោយទៅជាស្ករ អាមីដុងអាស៊ីត និងអាស៊ីតខ្លាញ់ដោយមានការចូលរួមពីពពួកបាក់តេរីក្រោម លក្ខខ័ណ្ឌដែលត្រូវការខ្យល់។
- ដំណាក់កាលទីពីរ៖ ការបម្លែងទៅជាអាស៊ីត (ប្រតិកម្ម Acidogenesis) ប្រតិកម្ម Acidogenesis គឺជាប្រតិកម្ម ដែរបំបែកសារធាតុសរីរាង្គ ឬកាកសំណល់ទៅជា កាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) និងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីត(H_2S)។
- ដំណាក់កាលទីបី៖ ការបម្លែងទៅជាអាស៊ីតជូរ (ប្រតិកម្ម Acetongenesis) ដែលអំឡុងពេលនោះបាក់តេរី Acetongenic បំលែងផលិតផលដែលមាននៅក្នុងដំណាក់កាលទីពីរ ទៅជាកាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) អ៊ីដ្រូសែន (H_2) និងពពួកអាសេតានដែលភាគច្រើន គឺពពួកអាស៊ីតអាសេទិច អាស៊ីតប្រូពីរិច អាស៊ីតប៊ុយទីលិច និងអេតាណុល។
- ដំណាក់កាលទីបួន៖ ការបម្លែងទៅជាមេតាន (ប្រតិកម្ម methanogenesis) ប្រតិកម្មនៃការបម្លែងទៅជាមេតាន ត្រូវបានកើតឡើង ដោយពពួកបាក់តេរីដែរមិនត្រូវការខ្យល់។ ដំណាក់កាល

នេះគឺពពួកអាស៊ីត ត្រូវបានបម្លែងទៅជាមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត ដែលមានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$

$CH_3CH_2OH + CO2 \rightarrow CH_4 + 2CH_3COOH$

$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$

ដំណើរការ Digestion មាន បួនដំណាក់កាលសំខាន់សំខាន់ៗគឺ៖

- ដំណាក់ការទីមួយ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស

ប្រតិកម្មអ៊ីតាលីនេះ គឺបំបែក ម៉ាក្រូម៉ូលេគុលអោយទៅជាស្ករ អាមីដុងអាស៊ីត និងអាស៊ីតខ្លាញ់ ដោយមានការចូលរួមពីពពួកបាក់តេរីក្រោម លក្ខខ័ណ្ឌដែលត្រូវការខ្យល់។

- ដំណាក់កាលទីពីរ ប្រតិកម្ម Acidogenesis

គឺជាប្រតិកម្ម ដែរបំបែកសារជាតុសរីរាង្គ ឬកាកសំណល់ទៅជា កាបូនឌីអុកស៊ីត(CO_2) និងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីត(H_2S)។

- ដំណាក់កាលទីបី ប្រតិកម្ម Acetongenesis

ដែលអំឡុងពេលនោះបាក់តេរី Acetongenic បំលែងផលិតផលដែលមាននៅក្នុងដំណាក់កាលទីពីរ ទៅជាកាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) អ៊ីដ្រូសែន (H_2) និងពពួកអាសេតានដែលភាគច្រើន គឺពពួកអាស៊ីតអាសេទិច អាស៊ីតប្រូពីរិច អាស៊ីតប៊ុយទីលិច និងអេតាណុល។

- ដំណាក់កាលទីបួន ប្រតិកម្ម methanogenesis

ប្រតិកម្ម មេតាន ត្រូវបានកើតឡើង ដោយពពួកបាក់តេរីដែរមិនត្រូវការខ្យល់។ ដំណាក់កាលនេះគឺពពួកអាស៊ីត ត្រូវបានបម្លែងទៅជាមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត។

$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$

$CH_3CH_2OH + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2CH_3COOH$

$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$

២. មេតាន

មេតាន គឺជាឧស្ម័នដែលផ្សំឡើងដោយម៉ូលេគុលអាតូម កាបូនមួយម៉ូលេគុល និងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនចំនួន បួន។ មេតាន គឺជាសមាសភាពឧស្ម័នធម្មជាតិសំខាន់ដែលត្រូវបានគេយកទៅប្រើប្រាស់តាមគេហដ្ឋាន សម្រាប់ការចិញ្ចឹមម្ហូបនិងការដុតកំដៅ។ មេតាន គឺជាសមាសធាតុដែលគ្មានក្លិន គ្មានពណ៌ ប៉ុន្តែវាផ្តល់នូវទិន្នផល ប្រហែល ១០០០ BTU (British Thermal Units) ដែលស្មើរនឹង ២៥២

គីឡូការី ហើយនៅពេល មេតាន ឆេះថាមពលកម្ដៅស្មើនឹង ០,០២៨ m3 (AgSTAR program, 2003)។

បច្ចុប្បន្ននេះ ពពួកបាក់តេរី ដែលមិនត្រូវការខ្យល់ មិនគ្រប់គ្រាន់តែផលិតនូវឧស្ម័នធម្មជាតិទេ វាក៏ជាភ្នាក់ងារដែលផលិតនៅជីវឧស្ម័នដែរ។ បាក់តេរីដែលមិនត្រូវការខ្យល់ គឺជាពពួកបាក់តេរីដែលមានទម្រង់ចាស់ជាងគេបំផុតនៃជីវិតនៅលើផែនដី។ ពពួកបាក់តេរីទាំងនេះ បានក៏កើតឡើងមុនពេលការធ្វើរស្មីសំយោគរបស់រុក្ខជាតិបៃតង ដែលបញ្ចេញនូវអុកស៊ីសែននិងច្រើនទៅក្នុងបរិយាកាសទៅទៀត។ ពួកបាក់តេរីដែលមិនត្រូវការខ្យល់ បំបែក(digest) នូវសារធាតុសរីរាង្គ (ដោយគ្មានវត្តមានមានរបស់អុកស៊ីសែន) ដោយទៅជា Biogas (AgSTAR program, 2003)។

ជីវឧស្ម័ន (Biogas) ដែលកើតឡើងដោយដំណើរការ Digestion រួមមាននូវ CH_4 (50%-80%) CO_2 (20%-50%) និងកម្រិតនៃឧស្ម័នដទៃទៀតដូចជា H_2 , CO , NH_3 ,O2 , និង H_2S ។ទំនាក់ទំនងភាគរយនៃឧស្ម័នទាំងនេះនៅក្នុង Biogas អាស្រ័យទៅលើវត្ថុធាតុដើមនៃកាកសំណល់ សីតុណ្ហភាពនិងការគ្រប់គ្រងដំណើរការ។

មេរៀនទី ២ លក្ខណៈរបស់សំណល់សរីរាង្គ

១. វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នក្នុងផ្នែកកសិកម្ម

វត្ថុធាតុដើមបានប្រើប្រាស់សម្រាប់ជីវឧស្ម័នគឺជាប្រភពចម្បង ទាញចេញពីផ្នែកមួយនៃកសិកម្មដែលបានកំណត់ថាជាសក្តានុពលធំបំផុតសម្រាប់ជាវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន។ វត្ថុធាតុដើមបានមកពីផ្នែកកសិកម្មនេះគឺជាកាកសំណល់រឹង (Residues) ព្រមទាំងផលិតផលផ្សេងៗគ្នាយ៉ាងសំខាន់អ្វីដែលសំខាន់បំផុតនោះគឺលាមកសត្វហើយនឹងកាកសំណល់រាវ (Slurries) ដែលបានប្រមូលពីកសិដ្ឋាន (គោ ក្របី ជ្រូក បសុបក្សី ជាដើម)។ លាមក(manure) និងសំណល់រាវ (slurry) កាកសំណល់ដំណាំ ជាផលិផល និងកាកសំណល់ (ឧទាហរណ៍ៈ ចំបើង ស្លឹក ផ្លែឈើ ដើមដំណាំទាំងមូល) គឺត្រូវបានប្រើប្រាស់ផងដែរ។ ជាងពាក់កណ្តាលទសវត្សន៍ចុងក្រោយ ប្រភេទថ្មីនៃវត្ថុធាតុដើមត្រូវបានសាកល្បង ហើយឥឡូវនេះត្រូវបានប្រើប្រាស់ក្នុងការចម្រាញ់យកជីវឧស្ម័ន ជាឧទាហរណ៍ ដំណាំថាមពល (ពោត ស្មៅ ធៃថាវ ផ្កាឈូរ័ត្ន ជាដើម) ដែលជារុក្ខជាតិ (Planted) មានលក្ខណៈពិសេសក្នុងផលិកម្មជីវឧស្ម័ន (Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2018) ។

២. កាកសំណល់រុក្ខជាតិ (ដំណាំ)

ប្រភេទនៃកាកសំណល់រុក្ខជាតិ រួមមាន បន្លែ និងកាកសំណល់ដំណាំផ្សេងៗទៀត រុក្ខជាតិដែលមានគុណភាពទាប និងផ្លែឈើជាដើម។ ស្ទើរគ្រប់កាកសំណល់បន្លែដែលមិនទាន់បំបែកអាចត្រូវបានយកមកធ្វើជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ធ្វើជាចំណីឡជីវឧស្ម័ន។ ជាទូទៅ សំណល់រុក្ខជាតិត្រូវបានគេរំលាយជាមួយលាមកសត្វ និងវត្ថុធាតុដើមផ្សេងៗដទៃទៀត។ ភាគច្រើនគេត្រូវធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មជាមុនសិន មុននឹងដាក់ចូលធ្វើជាចំណីឡ។ ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មជាមុនមានចាប់ពី ការកាត់បន្ថយនៃទំហំភាគល្អិតមេកានិកធម្មតា រហូតដល់ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដែលមានភាពស្មុគស្មាញក្នុងការបំបែកម៉ូលេគុលសែលុយឡូស lingo ដើម្បីបង្កលក្ខណៈងាយស្រួលទៅដល់ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនត្រូវការខ្យល់ក្នុងការបំបែកកាកសំណល់ដែលស្ថិតនៅក្នុងរចនាសម្ព័ន្ធទាំងនេះ (Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2018) ។

តារាង ១ ៖ ការប៉ាន់ស្មានពីអត្រាដំណាំ សំណល់ និងទិន្នផលសេដ្ឋកិច្ចនៃដំណាំសំខាន់ៗក្នុងប្រទេសចិន

ដំណាំ	អត្រាដំណាំនិងសំណល់	លំដាប់	ផលិតកម្មជាមធ្យម (គ.ក្រ/ហ.ត)	ផលិតកម្មសំណល់(គ.ក្រ/ហ.ត)	លំដាប់ (គ.ក្រ/ហ.ត)
ស្រូវធូន់	០.៦៨	០.០៨	៥៧៧៤.៨០	៣៩២៦.៨៦	៤៦១.៩៨
ស្រូវស្រាល	១.០០	០.១៨	៧៧៧៩.០០	៧៧៧៩.០០	១៤០០.២២
ស្រូវសាលី	១.៣០	០.២៤	៤៦៨៦.៩០	៦០៩២.៩៧	១១២៤.៨៦
ពោត (Corn)	១.១០	០.២៥	៥៨៦៩.៧០	៦៤៥៦.៦៧	១៤៦៧.៤៣
ពោត(Maize)	០.២១	០.០៦	៥៨៦៩.៧០	១២៣២.៦៤	៣៥២.១៨
ពោតសំឡី	១.៦០	០.២៨	៤១០០.៩០	៦៥៦១.៤៤	១១៤៨.២៥
សណ្តែកបាយ	១.៦០	០.៣៧	១៨១៩.៦០	២៩១១.៣៦	៦៧៣.២៥
Cole	២.៧០	០.៥៧	១៨៨៤.៨០	៥០៨៨.៩៦	១០៧៤.៣៤
ផ្កាឈូករ័ត្ន	២.៨០	១.០៨	២៦១៤.១០	៧៣១៩.៤៨	២៨២៣.២៣
កប្បាស	៥.០០	២.៤៦	១៤៥៨.១០	៧២៩០.៥០	៣៥៨៦.៩៣
ថ្នាំជក់	១.៦០	-	២១៣៣.៧០	៣៤១៣.៩២	-
អំពៅ	០.២៤	-	៦៨៦០០.៣០	១៦៤៦៤.០៧	-
មើម Beet	០.០៤	-	៤៩៧៩២.៨០	១៩៩១.៧១	-
ដើម Beet	០.១០	០.១៦	៤៩៧៩២.៨០	៤៩៧៩.២៨	៧៩៦.៨៥

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture (2018)

៣. ដំណាំថាមពល

ដំណាំជាច្រើនប្រភេទ ទាំងរុក្ខជាតិទាំងមូល និងផ្នែកខ្លះនៃដំណាំត្រូវបានគេធ្វើតេស្ត និងបង្ហាញថាមានលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ជីវឧស្ម័ន។ ទាំងនេះរួមបញ្ចូលទាំងពោត ស្មៅ និងធញ្ញជាតិ

ជាច្រើនប្រភេទ beet ដំឡូងបារាំង និងផ្កាឈូករ័ត្ន។ ទិន្នផលម៉ាសស្ងួតនៃដំណាំថាមពលមួយចំនួនត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុងតារាង ២.៣។

តារាង ២៖ ម៉ាសស្ងួតនៃប្រភេទដំណាំផ្សេងៗគ្នា

ណាំថាមពល	ម៉ាស់ស្ងួត (tTS/ha)
ស្រូវសាលីខ្មៅ	៨-១៤
ពោត	១១-១២,៥
ស្មៅ (pasture)	៧-១០
Beet	១៧-២២
ពោតសំលីផ្អែម	១៤,១-២៣,១

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture (2018)

៤. លាមកសត្វ

លាមកសត្វពាហនៈ គឺជាវត្ថុធាតុដើមដែលមានសក្តានុពលខ្ពស់ ដោយសារវាមាននូវបរិមាណដ៏ច្រើនទៅតាមទំហំរបស់កសិដ្ឋាន ហើយវាត្រូវតែទទួលនូវការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មទៅតាមតំរូវការបែបបរិស្ថាន។ កាកសំណល់ពីការចិញ្ចឹមសត្វដែលមានអត្រា (C:N) ប្រហែល ២៥:១ និងសម្បូរទៅដោយសារធាតុចិញ្ចឹមសំខាន់ៗជាច្រើនប្រភេទសម្រាប់ទ្រទ្រង់ទៅដល់ការលូតលាស់របស់ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនត្រូវការខ្យល់ ដែលសមស្របសំរាប់ យកទៅប្រើប្រាស់ក្នុងការបង្កើតថាមពលនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ វាមានសមត្ថភាពខ្ពស់ក្នុងការរក្សានូវស្ថេរភាពនៃដំណើរការបំបែកដោយមិនត្រូវការខ្យល់នៅក្នុងករណីដែលកម្រិត pH ធ្លាក់ចុះខ្លាំងនៅក្នុងធុងឡ មានចំនួនដ៏ច្រើននៃពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយធម្មជាតិដែលមិនត្រូវការខ្យល់ ងាយស្រួលក្នុងការរក និងមានតម្លៃថោក។

លាមករឹង និង Slurry ក៏មាននូវដែនកំណត់មួយចំនួនផងដែរ ប្រសិនបើគេយកវត្ថុធាតុដើមទាំងនេះមកធ្វើជាចំណីឡក្នុងលក្ខខណ្ឌនៃការបំបែកដែលមិនត្រូវការខ្យល់។ ដូចដែលបានលើកឡើងកាលពីខាងដើម លាមកសត្វដែលខាប់ៗមានម៉ាសស្ងួតទាប (១%-៣% ចំពោះសត្វជ្រូក និង ៦%-៩% ចំពោះសត្វគោ ក្របី) ដែលវាបានផ្តល់ទិន្នផលមេតានទាបក្នុងមួយឯកតានៃវត្ថុធាតុដើមរំលាយ។ កាកសំណល់ និងលាមកសត្វទាំងពីរប្រភេទនេះមានផ្ទុកបរិមាណនៃភាគល្អិតជាសរសៃផ្សេងៗគ្នា។ ប្រូតេអ៊ីនជាច្រើនត្រូវបានគេស្គាល់ថា មានភាពសាំញ៉ាំសម្រាប់ដំណើរការបំបែក ហើយជាធម្មតាត្រូវឆ្លងកាត់ម៉ាស៊ីនកម្ដៅរបស់ឡ។ បច្ចេកវិទ្យាជឿនលឿនមួយចំនួនដែលមានមូលដ្ឋានលើការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយគីមី កម្ដៅ ឬអ៊ុលត្រាសោនត្រូវបានយកមកសាកល្បង

ដើម្បីបំបែកជាតុសាំញ៉ាំរបស់លាមកសត្វ និងបង្កលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ដំណើរការបំបែកដោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយ ដើម្បីឱ្យទទួលបានទិន្នផលមេតានខ្ពស់ ក៏ដូចជាប្រសិទ្ធភាពសេដ្ឋកិច្ចនៃដំណើរការរំលាយលាមកសត្វផងដែរ។

លាមកសត្វជាញឹកញាប់ត្រូវបានគេរំលាយជាមួយនឹងសារជាតុផ្សេងទៀតដូចជា កាកសំណល់សរីរាង្គដែលងាយរំលាយទទួលបានពីកសិ-ឧស្សាហកម្ម កាកសំណល់តាមផ្ទះ ដំណាំផ្លល់ថាមពល ឬភក់ដែលខាប់ៗរបស់ទឹកសំអុយជាដើម។ បរិមាណជាតិទឹកដ៏ច្រើនដែលផ្ទុកនៅក្នុងកាកសំណល់ បានដើរតួជាសារជាតុរំលាយដែលអាចធានាឱ្យមានការរំញោចសមស្របមួយនៅក្នុងការបំបែក និងស្មើរសាច់ល្អនៃល្បាយចំណីឡ។ បើប្រៀបធៀបជាមួយនឹងការបំបែកទោល (Monodigestion) នៃចំណីឡតែមួយប្រភេទ ការរំលាយលាមកសត្វដោយមានលាយជាមួយនឹងកាកសំណល់សរីរាង្គ គេអាចទទួលបាននូវស្ថេរភាពខ្ពស់នៃដំណើរការបំបែកដោយមិនប្រើខ្យល់។

ការបំបែកដោយមិនប្រើខ្យល់នៃលាមកសត្វ និង slurry ត្រូវបានគេយកទៅអនុវត្តន៍យ៉ាងទូលំទូលាយ និងកើនឡើងកាន់តែខ្លាំងឡើងនៅទ្វីបអឺរ៉ុប អាស៊ី និងអាមេរិកខាងជើង ដែលភាគច្រើនមិនត្រឹមតែសម្រាប់គោលបំណងទទួលបាននូវថាមពលកកើតឡើងវិញប៉ុណ្ណោះទេ តែថែមទាំងជាមធ្យោបាយមួយក្នុងការការពារបរិស្ថាន និងការកែច្នៃនៃសម្ភារបានយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាពក្នុងប្រព័ន្ធកសិកម្មផងដែរ។ មានសក្តានុពលដ៏ធំមួយក្នុងការបង្កើនការប្រើលាមកសត្វ និង slurry មកធ្វើជាចំណីឡ ហើយដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកថា វាគ្រាន់តែជាផ្នែកតូចមួយនៃផលិតកម្មនេះនៅលើពិភពលោកប៉ុណ្ណោះដែលត្រូវបានគេយកទៅ អនុវត្តនៅក្នុងការតម្លើងឡជីវឧស្ម័ន (Biogas institute of Minstryof Agriulture, 2018)។

លាមកសត្វ និងសំណល់រាវមកពីប្រភេទផ្សេងៗគ្នានៃសត្វពាហនៈអាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន (ជ្រូក គោ ក្របី បសុបក្សី សេះ mink និងជាច្រើនផ្សេងៗទៀត)។ បរិមាណលាមកដែលបញ្ចេញពីសត្វពាហនៈខុសៗគ្នាគឺត្រូវបានបង្ហាញនៅតារាងខាងក្រោម៖

តារាង ៣៖ ការបញ្ចេញលាមករបស់សត្វពាហនៈខុសៗគ្នា

សត្វពាហនៈ	ចំនួនការបញ្ចេញលាមក (គីឡូក្រាម/ក្បាល/ថ្ងៃ)
ជ្រូក	២,០
គោទឹកដោះ	២៥
គោយកសាច់	១៥
មាន់	០,១
ពពែ	១,១
សេះឈ្មោល (horse)	១៦
សេះញី (mule)	១៤
ទន្សាយ	០,៣៧
ទា	០,១១

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture (2018)

៥. ប៉ារ៉ាម៉ែត្រសម្រាប់ចំណីឧ្ស

ក. សំណល់រឹង

សារធាតុរឹងសរុប) TS) គឺជាផលបូកនៃសំណល់រឹងដែលអណ្តែត និងសំណល់រឹងដែលរលាយ។ វាត្រូវបានកំណត់ថាជាកាកសំណល់ស្ងួត លុះត្រាតែក្នុងមួយឯកតាមាឌនៃ សំណាករាវត្រូវបានកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាព ១០៣-១០៥ អង្សាសេ រហូតទាល់តែសំណើមទាំងអស់ត្រូវបានហួតអស់។

សំណល់រឹងដែលអណ្តែត គឺជាកាកសំណល់ស្ងួត ហើយដែលទទួលបានបន្ទាប់ពីការកម្តៅ ឬការច្រោះនៃកាកសំណល់រាវ។

អង្គធាតុរឹងរលាយ) TDS) គឺជាសំណល់ស្ងួតដែលឆ្លងកាត់តម្រងហើយបន្ទាប់មកត្រូវបានគេស្រក និងសម្ងួតនៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់មួយ) ១០៣ ដល់ ១០៥) ។ អ្វីដែលត្រូវបានគេវាស់ថាជា DS រួមមាន Colloid និងអង្គធាតុរឹងដែលរលាយ។

សូលុយស្យុងឆ្អែត) VS) គឺជាសំណាកសរុបនៃសារធាតុសរីរាង្គនៅក្នុងសំណល់រឹងដែលអណ្តែត និងសំណល់រឹងដែលរលាយ។ វាត្រូវបានកំណត់ថាជាម៉ាសដែលបាត់បង់បន្ទាប់ពី TS ត្រូវបានកម្តៅ

នៅសីតុណ្ហភាព ៦០០ អង្សាសេ ក្នុងរយៈពេល ២ ម៉ោង) Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2018) ។

តារាង ២.៦ ៖ អត្រាទឹក TS និង VS នៃចំណីឡជីវឧស្ម័នមួយចំនួន

វត្ថុធាតុដើម	អត្រាទឹក(%)	DM/TS (%)	VS/ODM (%)
ចំបើង	១៧	៨៣	៨៤
ដើមពោតស្ងួត	២០	៨០	៨៩
ស្មៅ	៧៦	២៤	៨១៣.
Maize Silage	៦៧	៣៣	៩៥
ចំណីសត្វ	៧០	៣០	៨១
ដើមសណ្តែកសៀង	១០៣.	៨៩៧.	៨៥៥.
ដើមសណ្តែកដី	១១៦.	៨៨៤.	
Sugar Beet	៧៧	២៣	៩០
Night Soil	៨០	២០	៨៨៤.
លាមកជ្រូក	៨១៥.	១៨៥.	៨៣៩.
លាមកគោ	៨៣៣.	១៦៧.	៧៤
លាមកសេះ	៧៨	២២	៨៣៨.
លាមកពពែ	៦៥៥.	៣៤៥.	
លាមកមាន់	៧០	៣០	៨២២.

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture)2018)

ការកែច្នៃផលិតផលកសិកម្មផ្តល់នូវសំណល់សរីរាង្គផ្សេងគ្នា។ ពួកវាភាគច្រើនត្រូវ បានប្រើប្រាស់សំរាប់ការបង្កើតថាមពលនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ តារាងខាងក្រោមនេះបង្ហាញនូវ ការកកើតឧស្ម័នមេតាន និងឧស្ម័នផ្សេងទៀតដែលមានសារៈសំខាន់ដែលបានពីកាកសំណល់លាមកសត្វ ៖

តារាងទី២.៥ ៖ ចំនួនមេតាន និងឧស្ម័នដទៃទៀត ដែលបានផលិតចេញពីលាមកនៅកន្លែង ចិញ្ចឹមសត្វ មនុស្ស និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ

កាកសំណល់សរីរាង្គ	ចំនួនឧស្ម័នបានផលិត (1/Kg-VS)	មេតាន(%)	CO_2 (%)	H_2S (ppm)
លាមកជ្រូក	៤០០-៥០០	៦៥	៣៥	១,៥០០-៤,០០០
លាមកគោ	៣៣០	៦០	៤០	១,៥០០-៤,០០០
កាកសំណល់មនុស្ស	៥០០-៦០០	៧០	៣០	៥,០០០-១០,០០០
កាកសំណល់អាហារ	៧០០	៥៧	៤៧	៣០០

៧. សំណល់សរីរាង្គ

ធនធានសំណល់បានចែកដាច់ពីគ្នាទៅតាមតំបន់ ជាពិសេសសំណល់សរីរាង្គគឺជារូបធាតុកែច្នៃដែលគ្រប់គ្រងសំរាប់ធ្វើឡជីវឧស្ម័ន។ រូបធាតុកែច្នៃទាំងអស់ត្រូវធ្វើការញែកចេញអោយដាច់ពីកាកសំណល់ និងធាតុមិនសុទ្ធដូចជា អំបែងកែវ ថង់ប្លាស្ទិក។ រូបធាតុកែច្នៃផ្សេងទៀតដូចជាសំណល់មកពីចង្រ្កានអាហារដ្ឋាន សំណល់ពី សត្តឃាត និងខ្លាញ់មកពីការញែកយកចេញនូវជាតិខ្លាញ់ (ភោជនីយដ្ឋាន) ទិន្នផលឧស្ម័ន និងសាមាសធាតុផ្សេងទៀត ត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុង តារាងខាងក្រោម៖

តារាងទី២.៦ ៖ សំណល់ទីក្រុង សារធាតុកែច្នៃ ទិន្នផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ [FNR 2004]

វត្ថុធាតុកែច្នៃ	Dm (%)	Odm (%dm)	ទិន្នន័យផលជីវឧស្ម័ន		CH4 ចំណុះ (Vol.-%)
			$[M^3/wm]$	$[M^3/odm]$	
សំណល់សរីរាង្គ	40-75	50-70	80-120	150-600	58-65
សំណល់អាហារ	9-37	80-98	50-480	200-500	45-61
សំណល់ទីផ្សារ	15-20	80-90	45-110	400-600	60-65

ការញែកយកខ្លាញ់ចេញ	2-70	75-93	11-450	Appr.ox 700	60-72
ចំនុះពោះជ្រូក	12-15	55-86	20-60	250-450	60-70
ចំនុះពោះ	11-19	80-90	20-60	200-400	58-62
Flotate sludge	5-24	80-95	35-280	900-1200	60-72
សំណល់បៃតង	appr.ox 12	83-92	150-200	550-680	55-65

តារាងទី២.៥ ៖ ចំនួនមេតាននិងឧស្ម័នដទៃទៀត ដែលបានផលិតចេញពីលាមកនៅកន្លែង ចិញ្ចឹមសត្វ មនុស្ស និងកាកសំណល់ផ្ទះបាយ

កាកសំណល់សរីរាង្គ	ចំនួនឧស្ម័នបានផលិត (1/Kg-VS)	មេតាន(%)	CO_2 (%)	H_2S (ppm)
លាមកជ្រូក	៤០០-៥០០	៦៥	៣៥	១,៥០០-៤,០០០
លាមកគោ	៣៣០	៦០	៤០	១,៥០០-៤,០០០
កាកសំណល់មនុស្ស	៥០០-៦០០	៧០	៣០	៥,០០០១០,០០០
កាកសំណល់អាហារ	៧០០	៥៧	៤៧	៣០០

ប្រភព៖ Tadano, 2003

តារាងទី២.៦៖ ការផលិតឧស្ម័ន និងសមាភាពផ្សេងៗគ្នា

ប្រភព	អង្គធាតុរឹង (TS,%)	សារធាតុហើរ (VS%) នៃTS	ទិន្នផលឧស្ម័ន m^3/ kg VS	មេតាន (Vol %)	រយៈពេលស្តុក(ថ្ងៃ)
ជ្រូក	៣-៨	៧០-៨០	០.២៥-០.៥០	៧០-៨០	២០-៤០
គោ ក្របី	៥-១២	៧៥-៨៥	០.២០-០.៣០	៥៥-៧៥	២០-៣០
មាន់	២០-៣០	៧០-៨០	០.៣៥-០.៦០	៦០-៨០	>៣០
កាកសំណល់សួនច្បារ	៦០-៧០	៩០	០.២០-០.៥០	-	៨-៣០
កាកសំណល់ផ្លែឈើ	១៥-២០	៧៥	០.២៥-០.៥០	-	៣-២០
កាកសំណល់អាហារ	១០	៨០	០.៥០-០.៦០	៧០-៨០	១០-២០

ប្រភព៖ (Steffen et al., 2000)

៨. ដំណើរការនៃការលាយរបស់លាមកសត្វ

ដំណើរការរលាយក្រោមលក្ខខ័ណ្ឌដែលគ្មានខ្យល់ គឺជាដំណើរការមួយ ដែលសាំញ៉ាំ។ វាកើតឡើងក្រោមដំណាក់កាលចម្បង បីប្រភេទក្រោមលទ្ធផលនៃសកម្មភាពរបស់មីក្រូសេរីរាង្គផ្សេងៗគ្នា។ មុនដំបូង ពពួកមេក្រូសរីរាង្គបំលែងវត្ថុធាតុដើមនៃសារធាតុសេរីរាង្គទៅជាទម្រង់មួយ ដែលមីក្រូសារីនក្រុមទី ២ ប្រើប្រាស់ទម្រង់នោះដើម្បីបង្កើតអាស៊ីតសេរីរាង្គ។ ក្នុងការផលិតមេតាន CH_4 បានបាក់តេរីដែលមិនត្រូវការខ្យល់ ប្រើប្រាស់អាស៊ីតទាំងនេះ ដើម្បីបំពេញនូវដំណើរការនៃការការធ្វើឱ្យរលាយលាមកសត្វ (AgSTAR program, 2003)។

មានកត្តាផ្សេងៗគ្នាជាច្រើនដែលមានឥទ្ធិពលលើអត្រានៃដំណើរការរលាយ និងការផលិត Biogas ។ កត្តាសំខាន់បំផុត គឺសីតុណ្ហភាព។ ក្រុមបាក់តេរីដែលមិនត្រូវការខ្យល់ អាចនឹងធននឹងសីតុណ្ហភាពក្រោមចំណុចកំណកសូន្យ អង្សាសេទៅដល់សីតុណ្ហភាពប្រហែល ៥៧.២ អង្សាសេ ប៉ុន្តែបាក់តេរីនេះ និងលូតលាស់បានល្អនៅ សីតុណ្ហភាពប្រហែល ៣៦.៧ អង្សាសេនិង ៥៤.៤ អង្សាសេ (Thermophilic)។ សកម្មភាពបាក់តេរី និងផលិតផល ជីវឧស្ម័ន អាចធ្លាក់ចុះ បន្តិចបន្តួចរវាង សីតុណ្ហភាពប្រហែល ៣៩.៤ ទៅ ៥១.៧អង្សារសេ ហើយធ្លាក់ចុះកាន់តែខ្លាំងនៅសីតុណ្ហភាព ៣៥ ទៅ ០ អង្សាសេ (AgSTAR program, 2003)។

នៅក្នុងលំដាប់សីតុណ្ហភាពនៃ Thermophilic (៥៤.៤ អង្សាសេ) ដំណើរការរលួយនិងផលិតផលជីវឧស្ម័ននិងការឡើងយ៉ាងឆាប់រហ័សជាងនៅក្នុងសីតុណ្ហភាពកម្រិត Mesophilic(៣៦.៧ អង្សាសេ)។ ទោះបីជាយ៉ាងណា ដំណើរការនេះ ងាយទទួលរងការបំផ្លាញ ឬការរំខាន យ៉ាងឆាប់រហ័សដូចជាការផ្លាស់ប្តូរនៅក្នុងសារធាតុអាហាររបស់ កាកសំណល់លាមក ឬសីតុណ្ហភាព។

ដូចនេះ ដើម្បីកំណត់ឲ្យមានភាពសមស្រប សំរាន់ដំណើរការនៃការរលាយដំណើរការ គួរតែរក្សានៅសីតុណ្ហភាពថេរ ព្រោះពេលសីតុណ្ហភាពកើនឡើងលឿន វានឹងបង្អាក់សកម្មភាព បាក់តេរី។

៨. លាមកសត្វ

លាមកសត្វពាហន គឺជាវត្ថុធាតុដើមដែលមាននូវសារធាតុខនិជ ឬកាកសំណល់ពីការចិញ្ចឹមសត្វ។ឧទាហរណ៍ លាមក ឬទឹកនោមសាច់ជ្រូក គោ ក្របី និងសត្វមាន់ វត្ថុទាំងនេះមានសក្តានុពលខ្ពស់ដោយសារវាមាននូវបរិមាណដ៏ច្រើនទៅតាមទំហំរបស់កសិដ្ឋានតាមប្រទេសឧស្សាហកម្ម ហើយពួកវាត្រូវតែទទួលនូវការធ្វើប្រតិកម្មទៅតាមតម្រូវការបែបបរិស្ថាន។ លាមករាវរបស់សត្វជ្រូក និងគោមានផ្ទុក

នូវសារធាតុស្ងួតទាប និងសមស្របសម្រាប់ការបំលែងជាមួយ នឹងវត្ថុធាតុដទៃទៀត ដែលមានបរិមាណសារធាតុស្ងួតខ្ពស់។

លាមករឹងភាគច្រើនត្រូវបានគេលាយជាមួយនឹងលាមករាវ ឧទាហរណ៍ លាមករាវដោយសារតែមានបរិមាណជាតុស្ងួតច្រើន ដែលអាចឲ្យគេអាចបូមបាន។ វត្ថុធាតុតាមរឹងត្រូវបានគេធ្វើឲ្យមានលក្ខណៈឯកសណ្ឋានមួយមុនពេលធ្វើប្រតិកម្មដោយគ្មានខ្យល់។

ទិន្នផលជីវៈឧស្ម័ននិងសារធាតុចិញ្ចឹមរបស់លាមកសត្វផ្សេងៗ ខុសគ្នាទៅតាមប្រភេទសត្វ និងបែបផែននៃការចិញ្ចឹម ។ លាមកថ្មីសំដៅចំពោះលាមកសត្វរាវហើយលាមកថ្មីរឹងសំដៅចំពោះលាមកសត្វជុំ/រឹង។ បរិមាណសារធាតុចិញ្ចឹមស្ថិតនៅដដែលក្នុងកំឡុងដំណើរការបំបែកដោយគ្មានខ្យល់ត្រូវបានគេប្រើយកមកគណនានៅផ្ទៃទម្រូវការសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជី។

តារាងទី២.៧៖ លាមកសត្វ ទន្និផលជីវឧស្ម័ន និងបរិមាណជីជាតិ

វត្ថុធាតុដើម	Dm(%)	Odm	ទិន្នន័យផលជីវឧស្ម័ន		CH4 Con-tent
		(%dm)	[M3/wm]	[M3/odm]	(Vol.-%)
លាមកគោ	8-11	75-82	20-30	200-500	60
លាមកជ្រូក	Approx.7	75-86	20-35	300-700	60-70
លាមកគោ	Approx.25	68-76	40-50	210-300	60
លាមកជ្រូក	20-25	75-80	55-65	270-450	60
លាមកមាន់	Approx.32	63-80	70-90	250-450	60

៩. ប្រភេទវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន

ក្នុងទ្រឹស្តីបានចែងថារាល់វត្ថុធាតុដែលអាចរលួយជាមួយនិងចំនួន Linin ដែលសមស្រប) សមាសធាតុមិនមែនជាឈើ (គឺជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ដំណើរការជីវឧស្ម័ន។ វត្ថុធាតុដើម) សមាសធាតុផ្សំ(ដែលងាយស្រួលដើម្បីការផលិតជីវឧស្ម័នអាចប្រមូលផ្តុំទៅក្នុងប្រភព ដោយយោងទៅតាមប្រភេទនៃលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យផ្សេងៗគ្នា។ ដោយយោងទៅតាម Taxonomic rank នៃវត្ថុធាតុដើម វាអាចជាប្រភេទបន្លែ និងរុក្ខជាតិ។ យោងទៅតាមប្រភពនៃការបង្កើតវា វត្ថុធាតុដើមទាំងនោះអាចជាផ្នែកមួយនៃកសិកម្ម(លាមកសត្វហើយនឹងកាកសំណល់រាវ) ចំបើងជាផលិតផលបន្លែ និងកាកសំណល់បន្លែ ដំណាំថាមពល។ ផ្នែកផ្សេងទៀត បានពីឧស្សាហកម្មមាន) សំណល់សរីរាង្គ ដោយផលិតផល និងកាកសំណល់មកពីកសិឧស្សាហកម្មរោងចក្រផលិតអាហារចំណី និងរោងចក្រផលិតស្រាបៀ កាកសំណល់ទឹកស្អុយដែលផ្ទុកដោយសារធាតុសរីរាង្គ និងភក់បានពីដំណើរការផលិកម្មរបស់រោងចក្រ ,organic by-product ព្រមទាំងជីវម៉ាស) Biorefoneries)ជាដើម មួយផ្នែកទៀតគឺ កាកសំណល់មានប្រភពពី ទីក្រុង) ប្រភពបែងចែកកាកសំណល់តាមផ្ទះសំបែង ទឹកភក់សម្អុយ កាកសំណល់រឹងនៃទីក្រុង ហើយនិងកាកសំណល់អាហារ តាមរយៈផ្នែកទាំងនេះ កាកសំណល់ (ហើយនិងផលិផលនៃប្រភេទខុសៗគ្នានៃវដ្តតម្លៃជីវម៉ាស)biomass value chains) គឺជាវត្ថុធាតុ) material) ដែលសមស្របបំផុតនាពេលបច្ចុប្បន្នសម្រាប់ប្រើប្រាស់ជាវត្ថុធាតុដើមក្នុងការរំលាយដោយលក្ខខណ្ឌបិទជិត (AD Feedstocks)) Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2018)។

១០. វត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័នក្នុងផ្នែកកសិកម្ម

វត្ថុធាតុដើមបានប្រើប្រាស់សម្រាប់ជីវឧស្ម័នគឺជាប្រភពចម្បង ទាញចេញពីផ្នែកមួយនៃកសិកម្មដែលបានកំណត់ថាជាសក្តានុពលធំបំផុតសម្រាប់ជាវត្ថុធាតុដើមជីវឧស្ម័ន។ វត្ថុធាតុដើមបានមកពីផ្នែកកសិកម្មនេះគឺជាកាកសំណល់រឹង) Residues) ព្រមទាំងផលិតផលផ្សេងៗគ្នាយ៉ាងសំខាន់អ្វីដែលសំខាន់បំផុតនោះគឺលាមកសត្វហើយនឹងកាកសំណល់រាវ) Slurries) ដែលបានប្រមូលពីកសិដ្ឋាន)គោ ក្របី ជ្រូក បសុបក្សី ជាដើម។(លាមក)manure) និងសំណល់រាវ (slurry) កាកសំណល់ដំណាំ ជាផលិផល និងកាកសំណល់)ឧទាហរណ៍ៈ ចំបើង ស្លឹក ផ្លែឈើ ដើមដំណាំទាំងមូល (គឺត្រូវបានប្រើប្រាស់ផងដែរ។ ជាងពាក់កណ្តាលទស្សវត្សន៍ចុងក្រោយ ប្រភេទថ្មីនៃវត្ថុធាតុដើមត្រូវបានសាកល្បង ហើយឥឡូវនេះត្រូវបានប្រើប្រាស់ក្នុងការចម្រាញ់យកជីវឧស្ម័ន ជាឧទាហរណ៍ ដំណាំថាមពល) ពោត ស្មៅ ឆៃថាវ ផ្កាឈូវ័ត្ន ជាដើម (ដែលជារុក្ខជាតិ) Planted)មានលក្ខណៈពិសេសក្នុងផលិកម្មជីវឧស្ម័ន)Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2018) ។

១១. គោលការណ៍នៃឧបជីវឧស្ម័ន

ការបង្កើនមេតាន (Methane) កើនឡើងទៅក្រោមល័ក្ខខណ្ឌគ្មានខ្យល់ដំណើរនេះហៅAnarerobie Digestion។ បរិមាណហ្គាសមេតានផលិតបានពឹងផ្អែកលើកំរិតរលាយសារធាតុសរីរាង្គមានក្នុងកាកសំណល់ និងសីតុណ្ហភាពនៃអាងស្តុកសំរាប់ផលិតហ្គាស។ បរិមាណហ្គាសផលិតបានច្រើនដោយសារកំរិតសារធាតុរលាយ និងសីតុណ្ហភាព។ ក្រោយពីផលិតហ្គាសហើយមានកាកសំណល់បានហូរចេញពីថង់ BIO-DIGESER នេះមានអាមូញ៉ូម ក្នុងកាកសំណល់នីត្រូសែនស៊ីលផាត ប៉ូសាស្យូម កាល់ស្យូម ម៉ាញេស្យូម និងសារធាតុផ្សេងទៀតមាននៅក្នុងនោះ។ បរិមាណឧស្ម័នដែលនៅក្នុងនោះបរិមាណឧស្ម័នដែលនេះមានបរិមាណមេតានច្រើនជាង ៥០%។ ហ្គាសចេញពីលាមកសត្វមានមេតានប្រមាណ ៦០% (Breton et al.,2004)។

១២. សមាសធាតុប៉ះពាល់ដល់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន

digestion ឥតអុកស៊ីសែននៃសារធាតុសរីរាង្គគឺជាដំណើរការស្មុគស្មាញដែលពាក់ព័ន្ធនឹងជំហាននៃការចុះខ្សោយផ្សេងៗគ្នា។ មីក្រូសរីរាង្គដែលចូលរួមក្នុងដំណើរការនេះអាចមានលក្ខណៈជាក់លាក់សម្រាប់ជំហានចុះខ្សោយនីមួយៗ ហើយដូច្នេះអាចមានតម្រូវការបរិស្ថានផ្សេងៗគ្នា។ លក្ខខណ្ឌមូលដ្ឋានជាក់លាក់ដូចជាអវត្តមាននៃខ្យល់ បរិយាកាស)anaerobic) សីតុណ្ហាភាព ឯកសណ្ឋានភាព ការផ្គត់ផ្គង់សារធាតុចិញ្ចឹមល្អបំផុត និងកំរិត pH ដែលប្រសើរបំផុតប្រកដោយឯកសណ្ឋានភាព ដើម្បីអាចឱ្យបាក់តេរីបំលែង substrate ប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព)Gomez ២០១៣។ ក្រៅពីនេះ (កាកសំណល់សម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័នមានភាពខុសប្លែកគ្នាយ៉ាងច្រើនទាក់ទង នឹងសមាសធាតុផ្សំ digestibility methane potential សារធាតុចិញ្ចឹម និងលក្ខណៈផ្សេងទៀត។ ដើម្បីស្វែងយល់ពីការជាប់ទាក់ទងគ្នារវាងកាកសំណល់ដែលបានផ្តល់ និងសក្តានុពលទិន្នផលជីវឧស្ម័នរបស់វា វិធីសាស្រ្តនៃការផលិតជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានកំណត់ជាជំហ៊ានៗ។ ដំណើរការសីតុណ្ហាភាព ដំណើរការ pH និងលក្ខណៈរូបសាស្រ្តគីមីសាស្រ្ត រួមទាំងសំណើម និងវត្ថុធាតុដើមសរីរាង្គផ្សេងៗ ដែលអាចមានលក្ខណៈចាំបាច់។ ដំណើរការ AD ភាគច្រើនដំណើរការយ៉ាងល្អប្រសើរបំផុតនៅ neutral pH និង C:N ratio នៃ substrate mixture ចន្លោះពី ២០១ និង ៣០: ១។ ដោយសារមី :សរីរាង្គឥតខ្យល់ នៅខាងក្នុងឡជីវឧស្ម័នត្រូវការផ្គត់ផ្គង់ជាមួយ 'សមាសធាតុផ្សំ' ចាំបាច់មួយចំនួនសំរាប់ប្រតិកម្មមេតាបូលីស ដែលវាជាការអនុវត្តធម្មតាក្នុងការប្រើប្រាស់កាកសំណល់ច្រើនជាងមួយ)co-digestionក្នុងគោលបំណង (

ដើម្បីទទួលបាន balanced substrate composition និងប្រសិទ្ធិភាពរួមនៃស្ថេរភាពនៃដំណើរការប្រសើរឡើង និងទិន្នផលមេតានខ្ពស់ជាងមុន)Biosantech et al. ២០១៣(។

១៣. ចំណីឧស្ម័នពីឧស្សាហកម្ម

បរិមាណដ៏ច្រើននៃកាកសំណល់ និងកំទេចកំទីនានាដែលត្រូវបានផលិតដោយសកម្មភាពឧស្សាហកម្មបានផលិតឱ្យមាននូវវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់វិស័យកសិកម្ម។ ឧស្សាហកម្មទាំងនេះរួមមាន ម្ហូបអាហារ និងភេសជ្ជៈ ចំណីសត្វ ការកែច្នៃត្រី ទឹកដោះគោ ម្សៅ ស្ករស ឱសថ ជីវគីមី និងគ្រឿងសំអាង ក្រដាស និងសត្វឃាតជាដើម។ បរិមាណនៃចំណីឡដែលអាចផលិតបានសម្រាប់ផលិតកម្ម ជីវឧស្ម័នត្រូវបានបង្ហាញក្នុងតារាង២៤។ កាកសំណល់ពីឧស្សាហកម្មទាំងនេះមានសក្តានុពលក្នុងការផ. លិតមេតាន អត្រាម៉ាសស្ងួត រចនាសម្ព័ន្ធ និងសមាសភាពខុសៗគ្នាដោយអាស្រ័យទៅតាមប្រភពដើម របស់វា។ប៉ុន្តែជាធម្មតា ភាគច្រើនអ្វីដែលមានដូចគ្នានៃកាកសំណល់ទាំងនោះគឺថា ងាយស្រួលក្នុងការរំលាយ សម្បូរលីពីត ឬស្ករ។

កាកសំណល់ឧស្សាហកម្មជាច្រើនត្រូវបានគេយកទៅ ធ្វើជាចំណីឡដោយសារតែសក្តានុពលដ៏ខ្ពស់របស់ពួកវា។ កាកសំណល់សារធាតុសរីរាង្គឧស្សាហកម្មអាចត្រូវបានធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយការរំលាយដោយពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលមិនប្រើខ្យល់សម្រាប់យកទៅធ្វើជាចំណី ឡបន្ថែមនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នដែលមានទំហំរាងតូចៗ មានការប្រើប្រាស់ចំណីឡចម្រុះគ្នាទ្រង់ទ្រាយធំ ឬនៅកន្លែងផលិតកម្មឧស្សាហកម្មជាដើម។ នៅក្នុងករណីនៃការយកកាកសំណល់សរីរាង្គឧស្សាហកម្មរាវមកធ្វើជាចំណីឡគោលបំណង គឺដើម្បីកាត់បន្ថយការផ្ទុកសារធាតុសរីរាង្គរបស់សំណល់ទាំងនោះនឹងធ្វើឱ្យមានភាពសមស្របសម្រាប់ការប្រើប្រាស់នៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នសម្រាប់ដំណើរការ ផលិតថាមពល។

កាកសំណល់សារធាតុសរីរាង្គឧស្សាហកម្មដ៏ច្រើនត្រូវបានរំលាយជាមួយលាមកសត្វ ហើយបន្ទាប់មកទៀត កាកឡដែលទទួលបានត្រូវបានគេយកទៅធ្វើជាជី។ ការរំលាយចម្រុះគ្នានៃលាមកសត្វជាមួយនឹងកាកសំណល់ឧស្សហកម្មបានជួយបង្កើនការផលិតមេតាន ពីព្រោះថាកាកសំណល់សរីរាង្គភាគច្រើនមានបរិមាណ មេតានខ្ពស់ជាងលាមកសត្វឆ្ងាយណាស់ ដែលជាញឹកញាប់ស្ថិតនៅចន្លោះពី ៣០-៥០០ម៣ នៃចំណីឡក្នុងមួយម៉ែត្រគូប។ ដូច្នេះ ការរំលាយកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មចម្រុះជាមួយលាមកសត្វមានឥទ្ធិពលជាវិជ្ជមានទៅដល់និរន្តភាព សេដ្ឋកិច្ចនៃឡជីវឧស្ម័ន តាមរយៈទិន្នផលមេតានខ្ពស់បង្កើនស្ថេរភាពដំណើរការ និងបន្ថែមប្រាក់ចំណូលពីអ្វីដែលគេហៅថា" តម្លៃឈ្នួលច្រកទ្វារ "ដែលបង់ដោយឧស្សាហកម្មទៅកាន់ឡជីវឧស្ម័នសម្រាប់ការធ្វើប្រព្រឹត្តកម្មដោយមិនចាំបាច់ត្រូវការខ្យល់របស់ឡ) Biogas Institute of Ministry of Agriculture, 2018) ។

តារាង ២.៤ ៖ បរិមាណចំណីឡដែលបញ្ចេញដោយឧស្សាហកម្មមួយចំនួន

ចំណីឡបានពីឧស្សាហកម្ម	បរិមាណបញ្ចេញ (តោន(	ចំណីឡបានពីឧស្សាហកម្ម	បរិមាណបញ្ចេញ (តោន(
Alcohol vinasse	១៣-១៦	អាស៊ីតស៊ីទ្រិច	១០-១៥
ស្រាបៀ	១០-២០	កែច្នៃ curry	៦០-១២០
កែច្នៃម្សៅ	៣០-៦០	កែច្នៃសណ្ដែកបាយ	៥,៥-៧
ផលិតកម្ម MSG	១៥-២០	ផលិតអង់ទីប្យូទិច	២០-៥០
កែច្នៃទឹកដោះគោ	០៥,-១៥		

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture)2018)

១៤. និរន្តភាព និងភាពអាចរកបាន

វត្ថុធាតុដើមដែលគេយកមកធ្វើជាចំណីឡក្នុងការ ផលិតជីវឧស្ម័នត្រូវបានគេជ្រើសរើសយកមកប្រើប្រាស់ដោយផ្អែកលើនិរន្តភាព និងភាពអាចរកបានរបស់ធនធានទាំងនោះ។ និរន្តភាពក្នុងករណីនេះត្រូវបានកំណត់ដោយលក្ខណៈ និងប៉ារ៉ាម៉ែត្រមួយចំនួន ដូចជា អត្រានៃសារធាតុសរីរាង្គដែលងាយរំលាយ សក្ដានុពលមេតាន ទំហំភាគល្អិត អត្រាម៉ាស់ស្ងួត pH អត្រាកាបូនៈអាសូត អត្រានៃម៉ាក្រូ និងមីក្រូធាតុ ។ល។ ភាពអាចរកបានមានន័យថា វត្ថុធាតុដើមសម្រាប់យកមកធ្វើជាចំណីឡងាយស្រួលក្នុងការរកបាន ហើយអាចផ្គត់ផ្គង់បានគ្រប់គ្រាន់។ ធនធានជីវម៉ាសដែលសមស្របសម្រាប់យកមកផលិតជាជីវឧស្ម័ន មានលក្ខណៈខុសគ្នាខ្លាំងអំពីសមាសភាព ការរំលាយ សក្ដានុពលមេតាន អត្រាសម៉ាស់ស្ងួត អត្រាសារធាតុចិញ្ចឹម និងលក្ខណៈផ្សេងទៀត។ សារៈសំខាន់នៃលក្ខណៈទាំងនេះគឺថា វាអាចត្រូវបានគេប្រើដើម្បីបង្កើនប្រសិទ្ធភាពដំណើរការ AD និងផលិតមេតាន។ ដំណើរការ AD ភាគច្រើនដំណើរការល្អបំផុតនៅ pH ណឺត) ប្រហែល ៧ (និងសមាមាត្រ C:N ចម្រុះនៃចំណីឡ ២០ ១:និង ៣០១:។ ពពួកមីក្រូសារពាង្គកាយដែលនៅក្នុងធុងឡត្រូវការផ្គត់ផ្គង់នូវ" គ្រឿងផ្សំ "ជាមូលដ្ឋានមួយចំនួនដែលចាំបាច់សម្រាប់ដំណើរការមេតាប៉ូលីសរបស់ពួកវា ហើយជាធម្មតាវត្ថុធាតុដើមដែលយកមកធ្វើជាចំណីឡត្រូវដាក់ចម្រុះគ្នា យ៉ាងហោចណាស់ឱ្យបានពីរប្រភេទឡើងទៅ ដើម្បីទទួលបានតុល្យភាពសមាសភាពចំណីឡ និងប្រសិទ្ធិភាពនៃការធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងនៃនិរន្តភាពដំណើរការ និងទិន្នផលមេតានខ្ពស់ ។

១៥. ការរំលាយ

ការរំលាយគឺ ជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រចំណីឡ AD ដ៏សំខាន់មួយដែលមានឥទ្ធិពលដោយផ្ទាល់លើការផលិតមេតាន និងដោយសម្ដៅទៅលើសមត្ថភាពបំបែកនៃចំណីឡតាមរយៈ AD ។ ការរំលាយសារធាតុដាក់លាក់មួយអាស្រ័យទៅលើអត្រានៃសមាសធាតុដែលអាចរំលាយបានយ៉ាងងាយ ដូចជា ស្ករធម្មតា។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ចំណីឡក៏អាចមានផ្ទុកនូវសមាសធាតុដែលពិបាករំលាយផងដែរ ដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាសារធាតុសាំញ៉ាំ ដូចជា lingocelluloses ជាដើម។ អ្នកស្រាវជ្រាវមួយចំនួនបានកត់សម្គាល់ថា អត្រានៃការបំបែកចំណីមានភាពខុសគ្នាខ្លាំងដោយអាស្រ័យទៅលើសមាសធាតុនៃចំណីឡដែលយកមកប្រើ។ សមាសធាតុចំណីឡក៏កំណត់ផងដែរពីថេរវេលាដែលត្រូវការចាំបាច់ ដើម្បីបំបែកសារធាតុចិញ្ចឹមជាក់លាក់មួយ និងពេលវេលានៃការរក្សាចំណីឡទាំងនោះនៅក្នុងធុងឡ។ កាបូអ៊ីដ្រាតដែលមានម៉ូលេគុលស្រាលៗ អាស៊ីតខ្លាញ់ឆ្អែត និងអាល់កុលត្រូវបានរំលាយក្នុងរយៈពេលជាច្រើនម៉ោង។ HemiCellulose និងលីពីតត្រូវការពេលបំបែកជាច្រើនថ្ងៃ និង Cellulose ត្រូវការពេលជាច្រើនសប្ដាហ៍ដើម្បីបំបែកនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌដែលមិនត្រូវការខ្យល់។ ចំណីឡមានផ្ទុកខ្លាញ់ និងប្រេងដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាទិន្នផលមេតានខ្ពស់បំផុតរបស់ពួកវា ត្រូវការពេលវេលាស្តុកទុកក្នុងធុងឡយូរជាង និងត្រូវការទំហំធុងឡធំជាង បើប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រភេទនៃចំណីឡផ្សេងទៀតដែលសម្បូរទៅដោយកាបូអ៊ីដ្រាត និងប្រូតេអ៊ីន។ នៅក្នុងការអនុវត្តជាក់ស្តែងបើគិតពីហេតុផលសេដ្ឋកិច្ច ធុងឡត្រូវបានគេដាក់ឱ្យដំណើរការដោយត្រូវការពេលស្តុកទុកខ្លី និងទទួលបានទិន្នផលមេតានខ្ពស់បំផុតតាមដែលអាចធ្វើទៅបាន)Biogas Institute of Ministry of Agriculture , 2018) ។

១៦. ភាពមិនសុទ្ធនៃចំណីឡ និងផលប៉ះពាល់

ចំណីឡដែលយកមកប្រើ មានផ្ទុកនូវពពួកសារធាតុដែលមិនចង់បានជាច្រើនប្រភេទ។ នៅពេលដែលសារធាតុទាំងនោះត្រូវបានគេដាក់ចូលទៅក្នុងធុងឡ នោះវត្តមានរបស់ពួកវានឹងធ្វើឱ្យប៉ះពាល់ទៅដល់ដំណើរការរបស់ឡជាមិនខាន។ បញ្ហាទូទៅ គឺការកាត់បន្ថយនូវភាពសកម្មក្នុងការបំបែករបស់ធុងឡ ការមិនដំណើរការ ដោយសារការកើតមាននូវពពុះ និងស្រទាប់ដែលអណ្តែត ឬថែមទាំងធ្វើឱ្យខូចខាតដល់ម៉ាស៊ីនថែមទៀងផង ដូចជា ផ្នែកស្នប់បូមដែលបណ្តាលមកពីជាតុមិនស្អាតនៃលោហៈ ឬសមាសធាតុរំខានផ្សេងទៀត។ សម្ភាររំខានទូទៅបំផុត គឺខ្សាច់ ដែលជាញឹកញាប់ត្រូវបានគោងភ្ជាប់ទៅជាមួយលាមកសត្វ។ សារធាតុអសរីរាង្គ ដូចជា កែវ ដែក និងសមាសធាតុ ប៉ូលីមិច ដូចជា ប្លាស្ទិក អំបិល សមាសធាតុខ្លាញ់ដែលមាននៅក្នុងកាកសំណល់ឧស្សាហកម្មមួយចំនួនត្រូវបានគេចាត់ទុកថា

ជាសមាសធាតុរំខាន) តារាង ២.៥)។ នៅពេលដែលមានវត្ថុមានសារធាតុទាំងនេះ នោះឥទ្ធិពលនៃការរំខានទៅដល់ដំណើរការឡនឹងពិបាកក្នុងការគ្រប់គ្រង។ ចំពោះហេតុផលនេះហើយ គ្រប់ប្រភេទវត្ថុធាតុដើមនៃចំណីឡត្រូវបានជ្រើសរើសដោយប្រុងប្រយ័ត្ន ហើយចំពោះវត្ថុធាតុដើមណាដែលមានផ្ទុកនូវសមាសធាតុដែលរំខានត្រូវតែជៀសវាង ឬត្រូវធ្វើការបែងចែកជាមុនសិនមុននឹងដាក់ចូលទៅក្នុងធុងឡ) Biogas Institute - of Ministry of Agriculture , 2018) ។

តារាង ២.៥ ៖ សមាសធាតុចំណីឡសំខាន់ៗ និងឥទ្ធិពលរបស់វាទៅលើដំណើរការ AD (ភាពអាចរំលាយបាន ឥទ្ធិពលរំខាន និងបង្អាក់ដំណើរការ)

សមាសធាតុ	ភាពមិនរំលាយបាន	ប្រភពចំណីឡ	ឥទ្ធិពលរំខាន	ការបង្អាក់ដំណើរការ
			ការបង្កើតពពុះ	
ខ្លាញ់	ល្អណាស់	សត្វឃាត	ការបង្កើតជាស្រទាប់ៗ	
		សំណល់រុក្ខជាតិងាប់	រលាយក្នុងទឹកខ្សោយ	កម្រិត VFA ខ្ពស់ និង pH ទាប
		ការកែច្នៃទឹកដោះគោ		ការធ្លាកចុះនៃ pH
ប្រូតេអ៊ីន	ល្អណាស់	ឧស្សាហកម្មវេជ្ជសាស្ត្រ	ការបង្កើតជាពពុះ	កំហាប់អាម៉ូញាក់ខ្ពស់
កាបូនអ៊ីដ្រាត	ល្អណាស់	កសិឧស្សាហកម្ម-		ធ្វើឱ្យធ្លាក់ចុះនៃ pH
ស្ករ	ល្អណាស់	សំណល់ដំណាំ		
ម្សៅ	ល្អណាស់	លាមកសត្វ		
សែលុយឡូស	មិនល្អ		បង្កើតជាស្រទាប់លីនីន	
អាស៊ីត VFA	ល្អណាស់	រោងម៉ាស៊ីនចម្រាញ់ប្រេងរុក្ខជាតិ	រលាយក្នុងទឹកខ្សោយ	កម្រិត VFA ខ្ពស់

សារធាតុសរីរាង្គ		លាមកសត្វ		
ភ្នាក់ងារបំពុល	ខ្សោយ	លាមកសត្វ	ការបង្កើតជាពពុះ	
ថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិត		ដំណាំ និងកាកសំណល់ដំណាំ		ឥទ្ធិពលអង់ទីប្យូទិក
អង់ទីប្យូទិក				
ម្សៅសាប៊ូ		កាកសំណល់សរីរាង្គ		

ប្រភព៖ Biogas Institute of Ministry of Agriculture)2018)

១៧. អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ

អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ គឺជាឧស្ម័នដែលមានអក្សរតំណាងជាតុគីមី H_2S វាគ្មានពណ៌ និងងាយឆេះ និងមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងហើយវាមានក្លិនដូចទៅនិង ស៊ុតរលួយ។ ឧស្ម័ននេះ ត្រូវបានផលិតដោយការបំបែករបស់បាក់តេរីនៃ សមាសជាតុសរីរាង្គនិងកាកសំណល់ដែលបានពីមនុស្សនិងសត្វ។កម្រិតឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ គឺពិតជាមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងណាស់ ដែលវាមានផលប៉ះពាល់ដល់សុខភាពមនុស្សសត្វ បរិយាកាសក៏ដូចជាមានការប៉ះពាល់ដល់ការប្រើប្រាស់គ្រឿងម៉ាស៊ីនផងដែរ (Cong Xiao et al., 2017) ។ ផលប៉ះពាល់សុខភាពរបស់អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ អាស្រ័យលើកម្រិត និងរយៈពេលនៃប៉ះពាល់របស់វា។

១៧.១ ផលប៉ះពាល់របស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួមកលើមនុស្ស

ពូជមាន់ក្នុងស្រុក គឺជាពូជដែលមានលក្ខណៈធន់នឹងអាកាសធាតុ រហ័សហួនហើយអាចដើររកចំណីចិញ្ចឹមជីវិតដោយខ្លួនឯងបានចំណាយថវិកាតិចក្នុងការចិញ្ចឹម និងថែទាំ ពិសេះគឺប្រជាជនចូលចិត្តបរិភោគសាច់ និងស៊ុតមាន់ក្នុងស្រុក ព្រោះមានរសជាតិឆ្ងាញ់ជាងមាន់ពូជនាំចូលដែលចិញ្ចឹមជាលក្ខណៈឧស្សាហកម្ម។ ប៉ុន្តែចំណុចខ្សោយរបស់ពូជមាន់ក្នុងស្រុក គឺជាពូជដែលមានទិន្នផលទាបការចិញ្ចឹមមានរយៈពេលយូរដោយសារការបង្កាត់ពូជមិនមានលក្ខណៈវិទ្យាសាស្ត្រ (ជា ណេង, ១៩៩៨)។ ស្របជាមួយនឹងកំណើនប្រជាជនយ៉ាងឆាប់រហ័សនៅលើពិភពលោក ការចិញ្ចឹមបក្សីកាន់តែមានសន្ទុះរីកចម្រើនខ្លាំងក្លា ដើម្បីបំពេញតំរូវការផ្នែកស្បៀងអាហារសម្រាប់មនុស្សតាមតួលេខដែលដកស្រង់ចេញពី FAO (2010) បានឱ្យដឹងថា កំណើននៃការចិញ្ចឹមមាន់នៅក្នុងប្រទេស កម្ពុជាមានការរីក

ចម្រើនគួរឱ្យកត់សម្គាល់ ប៉ុន្តែបើធៀបជាមួយនឹងប្រទេសជិតខាងដូចជា ថៃ វៀតណាម កំណើននេះនៅតែមានភាពយឺតយ៉ាវដដែល ប្រជាជននៅតែមានការចិញ្ចឹមប្រលែងឱ្យស៊ីតាមវាល ឬតាមលក្ខណៈជាទ្រង់ទ្រាយតូចសម្រាប់ផ្គត់ផ្គង់សាច់ និងស៊ុតនៅក្នុងគ្រួសារ ឬសម្រាប់លក់ដូរបន្តិចបន្តួច។

១៧.២ ផលប៉ះពាល់របស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួមកលើគ្រឿងម៉ាស៊ីន

អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួដែលមានក្នុងជីវឧស្ម័នមានកម្រិតចាប់ពី ៥0ppm ដល់ ១0000ppm ទៅតាមប្រភេទនៃសមាសធាតុដែលដាក់សម្រាប់ផលិតជាជីវឧស្ម័ន។ វត្តមានរបស់អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួដែលបំលែងខ្លួនទៅជាអាស៊ីតស៊ុលផួរិច គឺធ្វើអោយមានការសិកដល់ម៉ាស៊ីន និងផ្នែកផ្សេងៗទៀត ជាពិសេសវាផ្តល់បញ្ហាដល់ម៉ាស៊ីនដែលទុកចោល ឬមិនសូវបានប្រើប្រាស់។ អ្នកដែលបានប្រើប្រាស់ អ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួចង់អោយមានការអនុវត្តជីវឧស្ម័នសម្រាប់ផលិតជាថាមពលអគ្គីសនីវិញ ព្រោះអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួមានផលប៉ះពាល់យ៉ាងធ្ងន់ធ្ងរទៅលើឧបករណ៍ប្រភេទដែកស្និត និងដែកថែប (Rashed M, 2015)។

មេរៀនទី ៣ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន និងការប្រើប្រាស់

អ្នកប្រាជ្ញ (Roman Pliny) បានពិពណ៌នានៅប្រហែលឆ្នាំ ៥០ មុនគ.ស. មានឧស្ម័ននៅពីក្រោមផ្ទៃដីនៃវាលភក់ភាយទៅលើខ្យល់ដែលងាយឆេះ។ នៅសតវត្សរ៍ទី ១៧ Baptita Van Helmont បានសរសេរថាឧស្ម័នដែលងាយឆេះ ដែលបានមកពីវត្ថុជាតុដើមសរីរាង្គ។ នៅឆ្នាំ ១៧៧៦ Alessandro Volta បានប្រមូល ភក់ពីបឹង Como ដើម្បីពិនិត្យក្រោយពេលពិនិត្យឧស្ម័នកើតមានអាស្រ័យលើដំណើរការនៃការបំបែកជាតុនៃល្បាយ។

រូបវិទូអង់គ្លេសហ្វារ៉ាដេយ(Faraday)ក៏បានធ្វើការពិសោធន៏ខ្លះជាមួយម៉ាសឧស្ម័ន និងបានកំណត់អត្តសញ្ញាណអ៊ីដ្រូកាបូនដែលជាផ្នែករបស់វា។ ឆ្នាំ ១៨០០ ដាលតុន, ហេនរី និងដាវី (Dalton, henry and Davy) បានរកឃើញរូបមន្តគីមីជាលើកចុងក្រោយរបស់មេតានគឺ (CH_4)ទទួលស្គាល់ដំបូងដោយ (Avogadro) ក្នុងឆ្នាំ ១៨២១។ នៅពាក់កណ្ដាលនៃសតវត្សទី ១៩ ការស្រាវជ្រាវត្រូវបានចាប់ផ្តើមនៅប្រទេសបារាំងដើម្បីស្វែងយល់ឱ្យកាន់តែច្បាស់ពីដំណើរការនៃការបំបែកជាតុក្នុងលក្ខខណបិទជិត (Process of anaerobic fermentation) ។

នៅឆ្នាំ ១៨៧៦ លោក (Herter) រកឃើញមេតាន និង កាបូនឌីអុកស៊ីត ក្នុងទឹកស្អុយមានក្លិនស្អុយ ។ នៅឆ្នាំ ១៨៨៤ លោក Louis Pasteur និងសិស្សរបស់គាត់ធ្វើការផលិតជីវឧស្ម័នពីលាមកសត្វសេះនៅបារីសទទួលបាន១០០លីត ឡទំហំ១ម៉ែកគូបនៅក្នុងសីតុណ្ហភាព៣៥អង្សាសេ។ គេចាប់ផ្តើមចាប់អារម្មណ៍ថាមពលកកើតឡើងវិញតាំងពីពេលនោះមក (Steinhauser, 2011)។

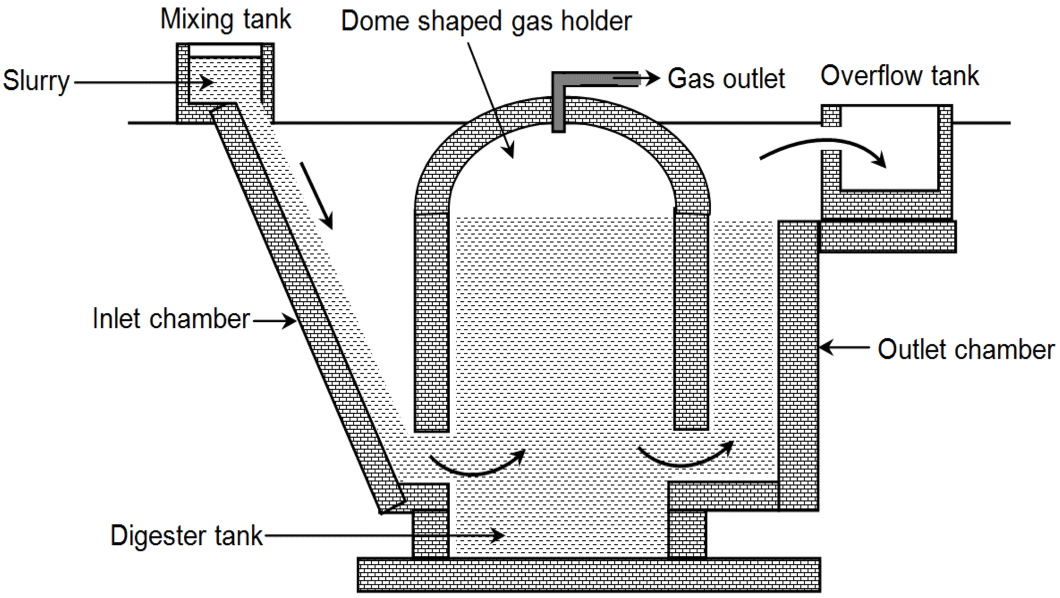
នៅឆ្នាំ១៩៣៧-១៩៧០ ប្រទេសឥណ្ឌាបានស្រាវជ្រាវនិងចាប់អារម្មណ៍យ៉ាងខ្លាំងទៅលើលូទឹកស្អុយនៅទីក្រុង(បុំមបាយ) ដើម្បីទាញយកជីវឧស្ម័ន និង ឆ្នាំ១៩៨២ប្រទេសចិនបានសង់ឡជីឧស្ម័នរាប់លាននៅក្នុងប្រទេសរបស់ខ្លួន (មន្ទីកសិកម្មស្ទឹងត្រែង, ២០០៨)។

កម្មវិធីឡជីវឧស្ម័នថ្នាក់ជាតិហៅកាត់ (NBP) បានផ្សព្វផ្សាយពីឡជីវឧស្ម័ននៅប្រទេសកម្ពុជាខែ ឧសភា ២០០៥ ទទួលស្គាល់ដោយក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ នៅខែកក្កដា ២០០៥ ចាប់ផ្តើមអនុវត្តគម្រោងនៅ ១៣ មិនា ២០០៦គម្រោងឡជីវឧស្ម័ន(NBP)គឺធ្វើទំហំធំបំផុត២០ម៉ែត្រគូប (Mr Rudolf Brodbeck, 2011)។

១ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័ន

ក. ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ (fixed-dome digester)

ប្រភេទឡនេះត្រូវបានរីកដុះដាលនៅប្រទេសចិនយ៉ាងច្រើន ជាប្រភេទឡនៅក្នុងដីដែលមានទំហំសមល្មមស្រួលថែរទាំតម្លៃសមរម្យដែលមានទំហំចាប់ពី៤ម៉ែត្រគូបដល់១០ម៉ែត្រគូប (Ajieh Mike Uche1, 2019)។ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ (Fixed-dome digester) ដែលមានឈ្មោះដើម Biodigester នេះគឺបានសាងសងដោយកម្មវិធីឡជីវឧស្ម័នថ្នាក់ជាតិ(NBP)នៅប្រទេសកម្ពុជាផងដែរ ទំហំចាប់ពី(៤-១៥) ម៉ែត្រគូប (NBP, 2011)។



រូបភាពទី១៖ **ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ** (Fixed dome digester)

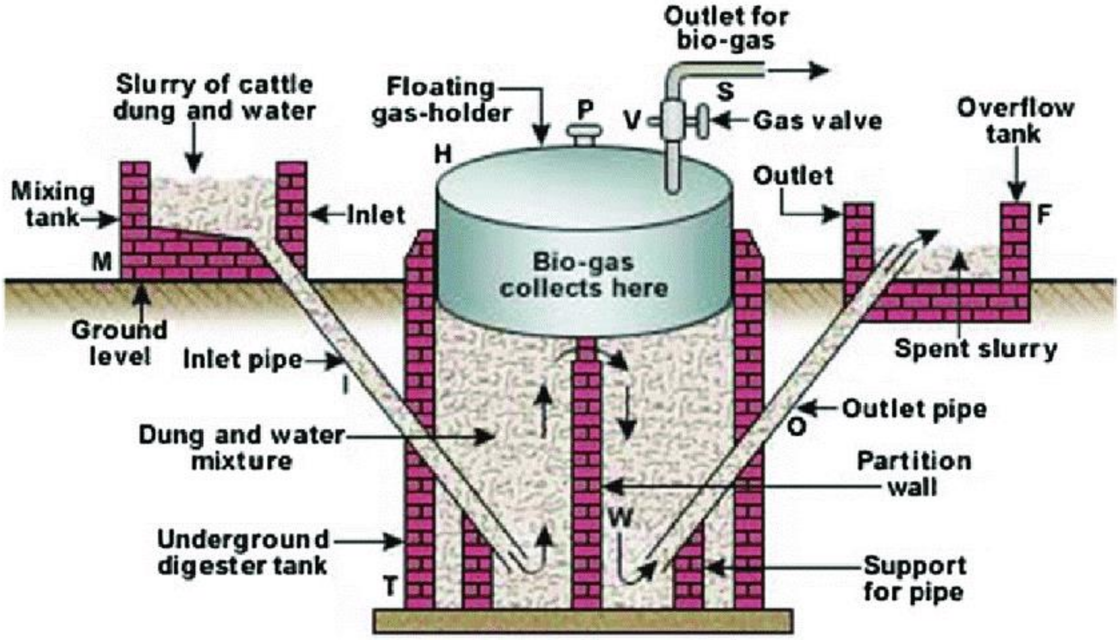
តារាង២៖ គុណសម្បត្តិនិងគុណវិបត្តិនៃ (Fixed dome digester)

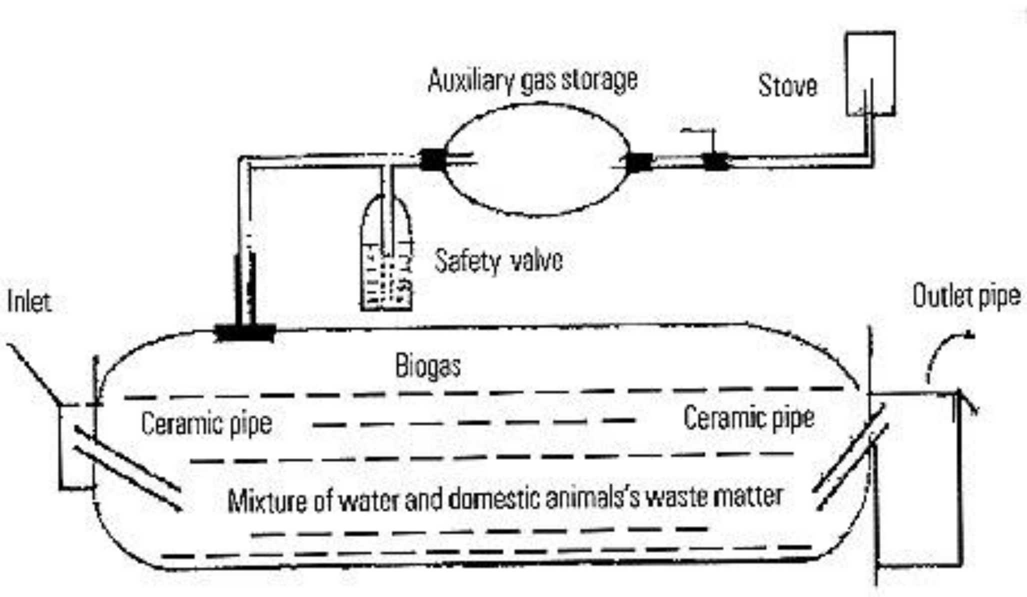
គុណសម្បត្តិ	គុណវិបត្តិ
ចំណាយទាប	ត្រូវការសំអាតដោយបច្ចេកទេសខ្ពស់និងទៀងទាត់
អាយុកាលវែង	ងាយនិងភាយជីវឧស្ម័នទៅក្រៅ
មិនងាយរង់ការបំផ្លាញដោយធម្មជាតិ	ត្រូវការផែនការជាក់លាក់ក្នុងការគ្រប់គ្រង
ការរចនារាងធំក្រោមបម្រួមលើ	ដំណើរការបំបែកជាតុពិបាកយល់
ការសាងសង់បង្កើនការងារបន្ថែម	ចំណាយពេលដឹកសាងសង់យូ

ប្រភព (Varapnickaite, Ernesta, 2015)។

ខ. ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ (Floating Drum Plants)

នៅឆ្នាំ ១៩៥៦ ដោយលោក Jashu Bhai J Patel ប្រទេសឥណ្ឌា បានរចនាប្រភេទឡជីវឧស្ម័នបណ្តែតទឹកមុនគេជាប្រភេទឡដែលសង់ក្រោមដីផងដែរ ផ្នែកស្តុកជីវឧស្ម័នមានចលនាចុះឡើងពេលដែលជីវឧស្ម័នចាប់ផ្តើមកកើត។ ទំហំសម្រាប់ កសិករខ្នាតតូចចាប់ពី ៥ទៅ១៥ម^{៣} ខ្នាតធំសម្រាប់កសិដ្ឋានទំហំចាប់ពីរ ២០ ទៅ ១០០ម^{៣}។ គុណវិបត្តិប្រភេទឡនេះគឺមានតម្លៃលើសម្ភារៈច្រើន ហើយមានអយុកាលត្រឹម១៥ឆ្នាំគឺត្រូវប្តូរសម្ភារដែលខូចខាត ចេញ។

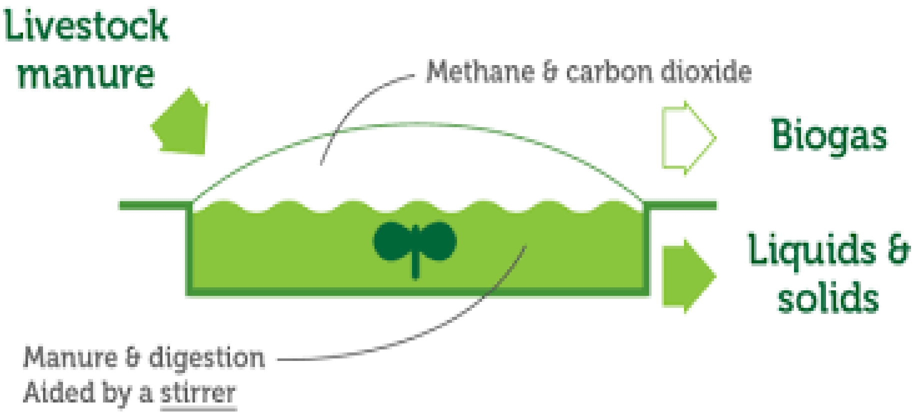




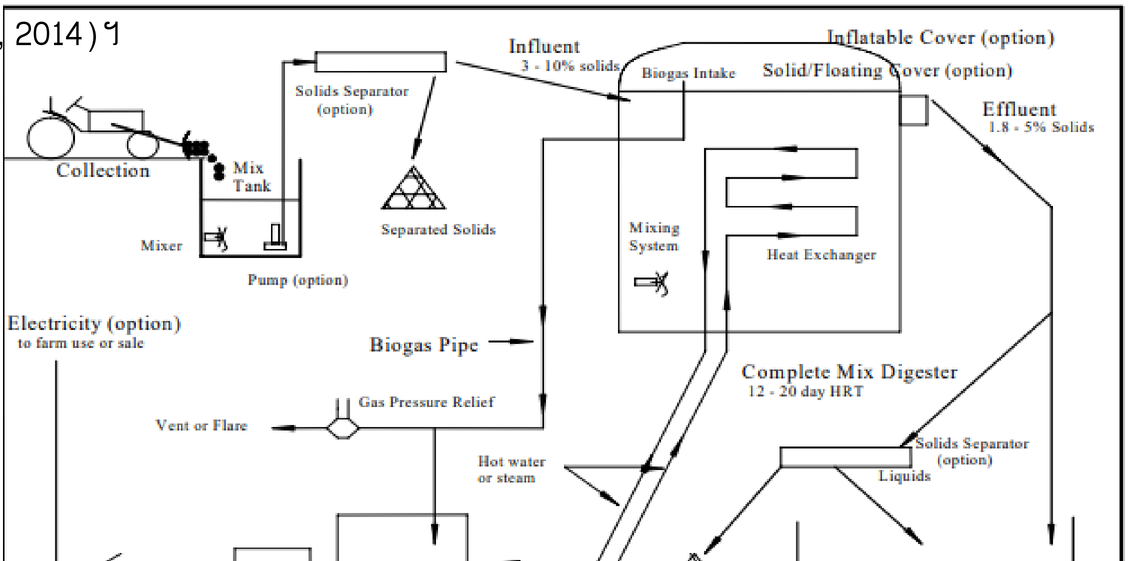
រូភាពទី៤៖ ឡជីវឧស្ម័នប្លាស្ទិក (Biogas Production in Africa Springer Link)

ឃ. ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ (Complete Mix Digester)

ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ (Complete Mix Digester) ជាប្រភេទឡដែលមានការគ្រប់គ្រងសីតុណ្ហភាពបានល្អនិងបរិមាណជាកលាកមួយ ហើយមានមេកានិចតភ្ជាប់ចូលទៅក្នុងឡដើម្បីគូល្បាយក្នុងឡអោយមានចរន្តលំហូរនៃល្បាយដើម្បីអោយការបំបែកជាតុសរីរាង្គកាន់តែឆាប់រហ័ស ក្នុងល្បាយលាមកគោនោះដែរគឺ អង្គធាតុមិនបំបែកជាតុប្រមាណ៥%ទៅ១០% តួនាទីជាកតាលីករបំបែកជាតុឆាប់រហ័ស ។ ការផលិតមេតាន៦០% កាបូនឌីអុកស៊ីត៤០% លក្ខណៈពិសេសនោះគឺគុណភាពជីវឧស្ម័នថេរមិនប្រែប្រួលខ្លាំង រយៈពេលនៃការផលិតគឺចាប់ពី១០ទៅ២៥ថ្ងៃ (Lide chen and Howard Neibling, 2014)។



ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ (Complete Mix Digester) ជាប្រភេទឡដែលមានការគ្រប់គ្រងសីតុណ្ហភាពបានល្អនិងបរិមាណជាកលាកមួយ ហើយមានមេកានិចតភ្ជាប់ចូលទៅក្នុងឡដើម្បីគូល្បាយក្នុងឡអោយមានចរន្តលំហូរនៃល្បាយដើម្បីអោយការបំបែកជាតុសរីរាង្គកាន់តែឆាប់រហ័ស ក្នុងល្បាយលាមកគោនោះដែរគឺ អង្គធាតុមិនបំបែកជាតុប្រមាណ៥%ទៅ១០% តួនាទីជាកាតាលីករបំបែកជាតុឆាប់រហ័ស។ ការផលិតមេតាន៦០% កាបូនឌីអុកស៊ីត៤០% លក្ខណៈពិសេសនោះគឺគុណភាពជីវឧស្ម័នថេរមិនប្រែប្រួលខ្លាំង រយៈពេលនៃការផលិតគឺចាប់ពី១០ទៅ២៥ថ្ងៃ (Lide chen and Howard Neibling, 2014)។



រូបភាពទី២៖ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ (Floating Drum Plants)

២ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន

ជីវឧស្ម័នជាប្រភពថាមពលដ៏សំខាន់ដែលអាចប្រើប្រាស់បានដូចជាចំអិនអាហារ អំពូលភ្លើង និង ម៉ាស៊ីនភ្លើង ហើយកាត់បន្ថយការប្រើប្រាស់ភ្លើងអគ្គិសនី ការប្រើប្រាស់អុស ការប្រើប្រាស់ហ្គាសធម្មជាតិ ប្រើប្រាស់សាំង ម៉ាស៊ូតនិងការកាត់បន្ថយការចំណាយលុយបានមួយផ្នែកផងដែរ (Alison Hamlin, 2012)។ បើតាមសៀវភៅកម្រងព័ត៌មានស្តីពី«កម្មវិធីឡជីវឧស្ម័នជាតិនៅកម្ពុជា» បានវាយតម្លៃផលចំណេញពីការតម្លើងឡជីវឧស្ម័ននេះថា ក្នុងប្រជាជនមួយគ្រួសារអាចសន្សំបាន ១១,៥ដុល្លាក្នុងមួយខែពីការទិញអុស ធ្យូង ប្រេងកាត ឬអាគុយ និង៥ដុល្លាផ្សេងទៀតពីការទិញជីគីមី។ កម្មវិធីបង្កើតឡជីវឧស្ម័ននេះ ក៏រួមចំណែកកាត់បន្ថយការកាប់បំផ្លាញព្រៃឈើធ្វើអុសដុតជាមធ្យមស្មើរនឹង ១៥០គីឡូក្រាមក្នុងមួយខែព្រមទាំងកាត់បន្ថយការបំពុលបរិស្ថានហើយជួយឲ្យផ្ទះមាន អនាម័យល្អ និងបង្កើនប្រពលវប្បកម្មដោយការប្រើកាកសំណល់ឡ ជាពិសេសជួយសម្រួលបន្ទុកការងារស្ត្រី និងកុមារក្នុងការស្វែងរកអូស សម្រាប់ចំអិនអាហារជាមធ្យមប្រមាណ២ម៉ោងក្នុងមួយថ្ងៃ (ហម ស្រីនិច្ច, ២០១៥)។

៣ ការប្រើចង្ក្រានឧស្ម័នសំរាប់ការចំអិនអាហារ

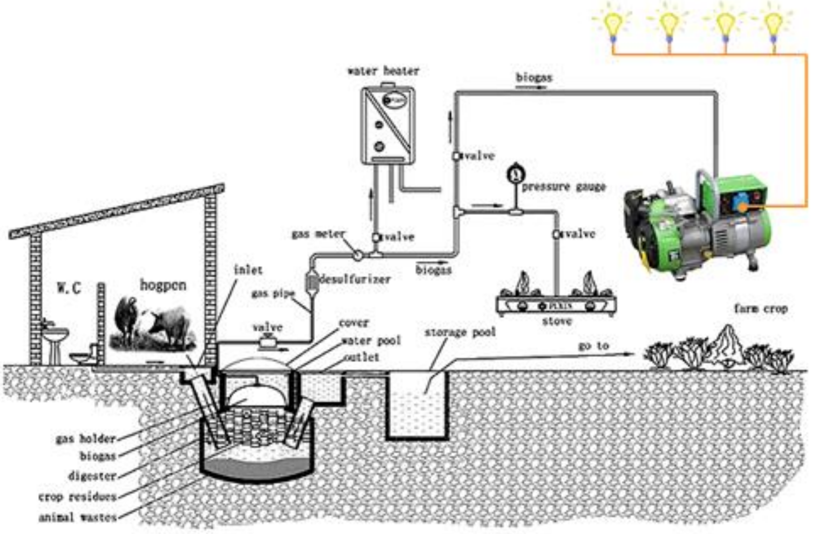
ជីវឧស្ម័នគឺជាឧស្ម័នដែលមានចំហេះល្អអាចចម្អិនអាហារបានយ៉ាងល្អនិងងាយស្រួល ក្នុងការប្រើប្រាស់។ ការប្រើប្រាស់ក្នុងការចម្អិនអាហារគឺជាមានសារៈសំខាន់នៅក្នុងប្រទេសដែលមានសេដ្ឋកិច្ចកំពុងរីកចម្រើន និងប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍មួយចំនួន។ អាចជួយសម្រួលដល់គ្រួសារ និងសង្គមជា

ច្រើនដូចជា អត្ថប្រយោជន៍បរិស្ថាន សុខភាព និងសេដ្ឋកិច្ច។ ចង្ក្រានជីវឧស្ម័នដែលធម្មតាមួយប្រើសំរាប់ការបញ្ចេះអស់ពី ៣៥០ ទៅ ៤០០លីត្រ ឧស្ម័នក្នុង១ម៉ោង រឺអាចថាក្នុង ១០គីឡូក្រាមនៃ លាមកគោក្របីគ្រាប់គ្រាន់សំរាប់ផលិតឧស្ម័នដែលអាចដុតជាមួយចង្ក្រាន សំរាប់រយៈពេល ១ម៉ោង (IRENA, 2017)។

៤ ការប្រើប្រាស់អំពូលសំរាប់បំភ្លឺ

ជីវឧស្ម័នដែលផលិតនៅក្នុងឡជីវឧស្ម័នតាមផ្ទះត្រូវបានគេប្រើសំរាប់ការបំភ្លឺផងដែរ។ ប្រភេទផ្សេងៗគ្នានៃអំពូលជីវឧស្ម័នអាចរកបាននៅតាមទីផ្សារ។ គំរូរបស់ប្រទេសចិនត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយ។ ជាធម្មតាគំរូនេះ គឺផ្តល់ជាមួយនូវអាគុយសំរាប់ការចាប់ផ្តើមដំណើរការ។ អំពូលគឺបំភ្លឺជាមួយកុងតាក់សំរាប់ការចាប់ផ្តើម វាជាដំណើរការដែលស្រួលបំផុត។ ចងចាំត្រូវតំឡើងកុងតាក់នេះអោយនៅឆ្ងាយពីដៃក្មេង។ ការប្រើអំពូលជីវម៉ាសរបស់ប្រទេសចិន ប្រហែលជា ១៥០ ទៅ ១៧៥ លីត្រនៃឧស្ម័នក្នុង១ម៉ោង។ ការត្រួតពិនិត្យជាប្រចាំជាការចាំបាច់ដើម្បីមើលនូវការស្ទះនៃក្បាលទុយោបាញ់ចេញ។

ជីវឧស្ម័នងាយឆេះព្រោះមានដូចជាមេតានចាប់ពី ៥០-៧៥% កាបូនឌីអុកស៊ីត ២៥-៤៥% ចំហាយទឹក ២-៨% និងសមាសធាតុផ្សេងៗដូចជា O_2, N_2, NH_3, H_2, H_2S។ ជីវឧស្ម័នត្រូវបានប្រើជាឥន្ធនៈសម្រាប់ម៉ាស៊ីនចំហេះ ដែលបំលែងវាទៅជាចលនាថាមពលមេកានិចដោយផ្តល់ថាមពលដល់ម៉ាស៊ីនភ្លើងដើម្បីផលិតអគ្គិសនី។ ការរចនានៃម៉ាស៊ីនអគ្គិសនីគឺស្រដៀងនឹងការរចនាម៉ូទ័រ អគ្គិសនីដែរ។ ម៉ាស៊ីនភ្លើងបង្កើតចលនាមេកានិច្ច ឌីណាម៉ូជាអ្នកទទួលចលនាមេកានិច្ចដើម្បីបង្កើតភ្លើងអគ្គិសនីប្រើប្រាស់។ តាមទ្រឹស្តីជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានប្រើជាឥន្ធនៈនៅស្ទើរតែគ្រប់ប្រភេទនៃម៉ាស៊ីនចំហេះដូចជាម៉ាស៊ីនហ្គាស (Gas Motors) (ម៉ូទ័រអូតូ) ម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូត(Diesel Engines), ទួរប៊ីនហ្គាស(Gas Turbines), និងម៉ូទ័រស្ទើរ(Stirling engine)ជាដើម (Elmar and Dimpl, 2010)។ ជីវឧស្ម័នអាចត្រូវបានប្រើក្នុងការផលិតថាមពលអគ្គីសនីតាមរយៈម៉ាស៊ីនភ្លើងដើរដោយជីវឧស្ម័ន។ ដោយជីវឧស្ម័ន ១ម^{៣} ស្មើនឹង ០.៥-០.៦ លីត្រនៃប្រេងម៉ាស៊ូតឬ ៦ គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង (Moses, 2020)។



រូបភាពទី២.៦ ការប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័ន

៤ ប្រភេទឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំ

ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំមានច្រើនប្រភេទ ដោយអាស្រ័យលើភាពស្មុគស្មាញ និងប្រភេទកាកសំណល់ដែលត្រូវធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្ម។ នៅសហរដ្ឋអាមេរិច ឡជីវឧស្ម័នខ្នាតធំចំនួនពីរ គេនិយមប្រើប្រាស់៖ (១) ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទបន្ទះស្តើងៗ និង (២) ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទផ្លុកបង្ហូរចម្រុះ (Rishi Prasad, 2020)។ នៅអ៊ឺរ៉ុប ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទធុងកូរប្រចាំ (CSTR) គេនិយមប្រើប្រាស់។ នៅប្រទេសថៃ គេនិយមឡជីវឧស្ម័នប្រភេទ upflow anaerobic sludge bed reactor (UASB) ប្រភេទឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មី។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយឡជីវឧស្ម័នប្រភេទសាមញ្ញគេនិយមច្រើន ចំពោះផលិតកម្មខ្នាតមធ្យម។

- ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទគ្របតង់គឺជាប្រព័ន្ធដែលស្ថិតនៅក្រោមដីដែលអាចធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មនៅក្រោមតង់ផ្លាស្ទិច។ សំណង់របស់វាសាមញ្ញ ឬស្មុគស្មាញ ដោយអាស្រ័យនឹងទំហំវិនិយោគ។ ជាពិសេសវាត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មទឹកសម្អុយដែលមានម៉ាសស្ងួតតិចជាង ២% និងរយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីដ្រូលីក (HRT) ចន្លោះពី ៣០ ទៅ ៦០ ថ្ងៃ។
- ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទធុងកូរប្រចាំ (CSTR) គឺជាប្រភេទឡដែលគេសង់នៅផ្ទៃដី ហើយមានសមត្ថភាពកែច្នៃទឹកសម្អុយដែលមានម៉ាសស្ងួត ៣-១០%។ វាជាបច្ចេកទេសចំណាយច្រើនដែលត្រូវការឲ្យមានប្រព័ន្ធកូរជាប្រចាំដើម្បីបង្កើនសមត្ថភាពបំបែកជាតុ។ ដូនចេះរយៈពេលស្តុកអ៊ីដ្រូលីកត្រូវបានកាត់បន្ថយមកត្រឹម ១០-២៥ ថ្ងៃ។
- ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទផ្លុកបង្ហូរគឺជាប្រព័ន្ធដែលត្រូវការឲ្យមានបណ្តាញបង្ហូរវែង ជាមួយនឹងគម្របតង់អាចបត់បែនបាន។ លាមកត្រូវបានបង្ហូរនៅតាមផ្លុកដែលរំហូរមានភាពថេរសព្វឡជីវឧស្ម័ន។ ប្រព័ន្ធនេះគឺសាកសមនឹងសំណល់ខាប់ ដូនជាលាមកពាក់កណ្តាលសើមដែលមានម៉ាសស្ងួតពី ១១-១៤%។ ឡប្រភេទនេះភាគច្រើនត្រូចបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់កសិដ្ឋានគោទឹកដោះ។ រយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីដ្រូលីកស្ថិតនៅចន្លោះ ១៥-២០ ថ្ងៃ។ លើសពីនេះទៅទៀតឡជីវឧស្ម័នប្រភេទផ្លុកបង្ហូរត្រូវសមាមាត្របណ្តោយទទឹងនៅចន្លោះ ៣.៥-៥ ថ្ងៃ។
- ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទលាយសព្វគឺជាឡប្រភេទធុងធំបិទជិត និងទទួលកម្តៅបន្ថែម រួមជាមួយនឹងប្រព័ន្ធកូរហ្គាសដោយអ៊ីដ្រូលីក ឬមេកានិច។ វត្ថុធាតដើមស្រស់ត្រូវបានលាយជាមួយមីក្រូសារពាង្គកាយសកម្ម។ ប្រព័ន្ធនេះគឺសាកសពសម្រាប់លាមកសត្វ ដែលមានម៉ាសស្ងួតទាប (៣-១០%) ឬលាមកដែលពង្រាយក្នុងទឹក។ ទៅបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ បរិមាណម៉ាសស្ងួតដែលសាកសមជាងគេគឺស្ថិតនៅចន្លោះ ៦-៨% និងរយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីដ្រូលីកគឺមានរយៈពេល ១២-២០ ថ្ងៃ។

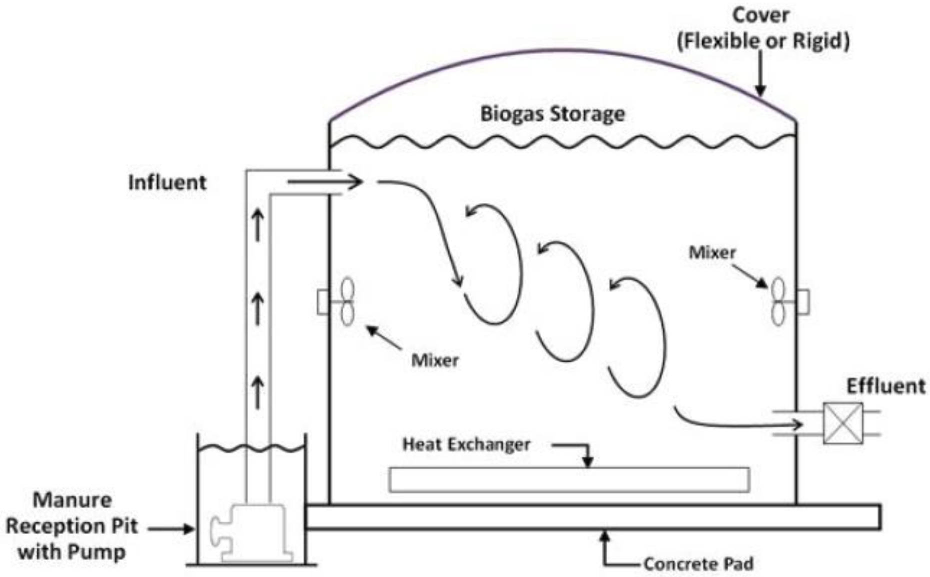


Fig. 3: The sketch of complete mix digester

- ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទដាក់ស្បៃ (Induced Blanket Reactors (IBR) គឺជាឡជីវឧស្ម័នម៉្យាងដែលប្រើប្រាស់ស្រទាប់ស្បៃស្លែដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីរក្សាទុកបាក់តេរីអត់ត្រូវការខ្យល់ ហើយអនុញ្ញាតឲ្យមានការបង្ហូរចេញទឹកសម្អុយទៅក្រៅដោយល្បឿនថេរ។ អត្រាហូរនេះត្រូវបានរក្សានៅក្នុងមធ្យោបាយមួយដែលអនុញ្ញាតឲ្យភាគល្អិតតូចៗចេញទៅក្រៅ ហើយភាគល្អិតធំបន្តិចបន្តនៅក្នុងឡ។ ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទនេះគឺសាកសមសម្រាប់ទឹកសម្អុយចេញពីលាមកសត្វដែលមានម៉ាសស្ងួតពី ៦-១២%។ រយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីដ្រូលីកគឺមានរក្សាពេលពី ២-៦ ថ្ងៃ។

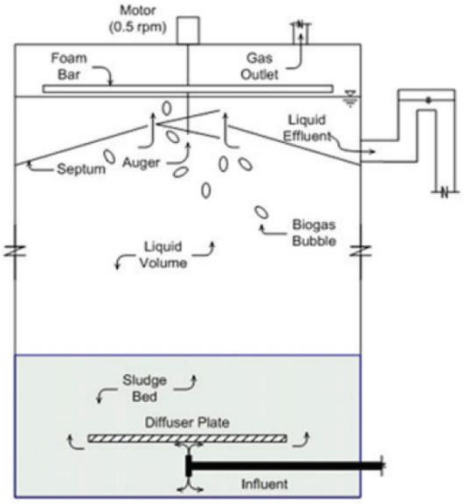


Fig. 4: The sketch of Induced Blanket Reactors (IBR)

- ឡជីវឧស្ម័នប្រភេទបន្ទះស្តើងគឺជាប្រព័ន្ធអត់ត្រូវការខ្យល់ដែលអនុញ្ញាតឲ្យទឹកសម្អុយហូរឆ្លងកាត់បណ្តុះសំណាញ់ភ្ជាប់ជាមួយផ្លាស្ទិច ឬកម្ទេចកម្ទីឈើ ដើម្បីឲ្យបាក់តេរីតោងភ្ជាប់ និងរីកលូតលាស់បាន។ ទឹកសម្អុយដែលត្រូវជាក់ចេញនឹងត្រូវបញ្ចូលត្រលប់ចូលវិញដើម្បីរក្សាចលនាវិហូរឡើងចុះមានស្ថេរភាព។ ផ្នែកចាប់យកសំណល់រឹងត្រូវទាញភាគល្អិតសរសៃចេញពីសំណល់រាវសរីរាង្គ មុនពេលដាក់បញ្ចូលវាទៅក្នុងឡជីវឧស្ម័ន។ រយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីដ្រូលីកគឺតិចជាង ៥ ថ្ងៃ ហើយប្រព័ន្ធនេះសាកសមសម្រាប់លាមកសត្វដែលមានម៉ាសស្ងួតចន្លោះពី ១-៥% (Prasad, 2020)។

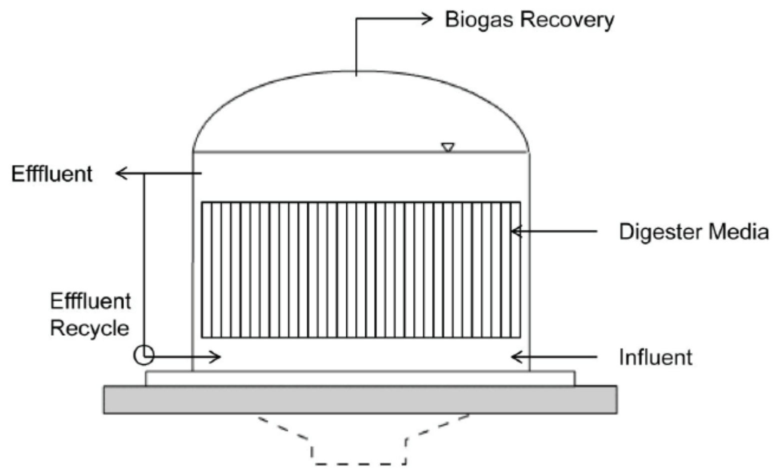


Fig 5: The sketch of fixed-film digester

មេរៀនទី ៤ ឡគ្របតង់ប្រភេទសាមញ្ញ

១. លក្ខណៈបច្ចេកទេស និងដំណើរការ

ឡគ្របតង់ប្រភេទសាមញ្ញត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជាទូទៅសម្រាប់ធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មទឹកសម្អុយ នៅលាមកសត្វ និងត្រូវបានគេចាត់ទុកថាជាបច្ចេកវិទ្យាដែលចំណាយតិច ហើយត្រូវបានគេរចនាឡើងសម្រាប់កែច្នៃទឹកសម្អុយដែលមានម៉ាសស្ងួតពី ០.៥-២% (Moss, 2013; Giesy et al., 2017)។ ប្រព័ន្ធនេះមានស្រះចំនួនពីរតគ្នាជាស៊េរីដែលមានតួនាទីកាច់សំណល់រាង ដើម្បីផលិតជាជីវឧស្ម័ន និងដើម្បីស្តុកទុកសម្អុយដែលធាក់ចេញពីឡទីមួយ។ ឡទីមួយត្រូវបានគ្រប់ដោយតង់ផ្លាស្ទិចផលិតពី a high-density polyethyelene (HDPE) ដើម្បីបង្កើតជាលក្ខខណ្ឌអត់មានខ្យល់សម្រាប់បាក់តេរីផលិតមេតានដុះលូតលាស់ ហើយស្រះឡទីពីរគឺចំហ និងត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ស្តុកទុកទឹកសម្អុយដែលធាក់ចេញ ដើម្បីជានាសុវត្ថិភាពផ្នែកបរិស្ថាន (Hamilton, 2017)លធាក់ ឡគ្របតង់សាមញ្ញពឹងផ្អែកលើទំនាញផែនដីដើម្បីនាំយកទឹកសម្អុយទៅក្នុងឡ ប៉ុន្តែផ្នែកចាប់សំណល់រឹងក៏គេត្រូវការសម្រាប់ចាប់ចេញខ្សាច់ និងវត្ថុធាតុអសរីរាង្គ ពីប្រព័ន្ធសម្រាប់ឲ្យការធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់។ ការបំបែកជាតុទឹកសម្អុយបែបជីវសាស្ត្រត្រូវបានដំណើរការតាមបែបធម្មជាតិស្ថិតក្រោមលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពធម្មតា ដែលគេហៅឈ្មោះថា មេសូភីលីក ដែលមានសីតុណ្ហភាពចន្លោះពី ២៥-៤០^{0}C ហើយលក្ខខណ្ឌសាកសមសម្រាប់ប្រជាជាតិនៅអាស៊ីអាគ្នេយ៍ ដូចជាប្រទេសកម្ពុជាជាដើម។ រយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីជ្រូលីកសម្រាប់ឡគ្របតង់សាមញ្ញមានរយៈពេលពី ៣០-៦០ ថ្ងៃ ដោយអាស្រ័យនឹងលក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុ និងភូមិសាស្ត្រ (Chen & Neibling, 2014; Hamilton, 2017)។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយរយៈពេកកាច់សព្វត្រឹម ៣០ ថ្ងៃ គឺវាគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មសមាសជាតុសរីរាង្គហើយគេចាត់ថាអាចចំណេញសេដ្ឋកិច្ច នៅពេលវិនិយោគលើប្រព័ន្ធនេះ។

២. លក្ខណៈរបស់ទឹកសម្អុយ

ទឹកសម្អុយដែលត្រូវកែច្នៃស្ថិតនៅក្រោមឡគ្របតង់សាមញ្ញមានផ្ទុកនូវកម្រិតសមាសជាតុគីមីផ្សេងៗគ្នា ដោយផ្អែកលើប្រភពដែលវាផលិត។ សមាសជាតុគីមីដែលគេចាត់ទុកថាមានសារៈសំខាន់សម្រាប់ធ្វើប្រព្រឹត្តិកម្មទឹកសម្អុយមានដូចជាតម្រូវការអុកស៊ីសែនគីមី (COD) តម្រូវការអុកស៊ីសែនជីវសាស្ត្រ (BOC) អាសូតសរុប និងសមាសជាតុរឹងអណ្តែតក្នុងទឹក។ ក្នុងចំណោមសមាសជាតុទាំងនេះ COD ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់វាស់វែងផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន។ COD មានកម្រិតខុសគ្នាពីកសិដ្ឋានមួយទៅកសិដ្ឋានមួយ និងពីផលិតកម្មមួយ ទៅផលិតកម្មមួយ។ ជាធម្មតា COD ក្នុងទឹកសម្អុយ

បញ្ចេញដោយរោងចក្រកែច្នៃទឹកសម្អុយក្នុងប្រទេសថៃ វៀតណាម ឡាវ និងកម្ពុជា មានចន្លោះចាប់ពី ៤ ទៅ ២០ kg/m^3 (Tran et al., 2015)។ លើសពីនេះទៅទៀត ករណីសិក្សារបស់ Tokhun (2010) បានបង្ហាញថាទឹកសម្អុយដែលផលិតចេញពីកសិដ្ឋានចិញ្ចឹមជ្រូកនៅក្នុងប្រទេសថៃគឺមាន COD ប្រហែល 5 kg COD/m3 BOD 3.5 kg BOD/m3 TKN 0.5 kg TKN/m3 និង TSS 2.3 kg TSS/m3 ។ ប៉ារ៉ាម៉ែត្រទាំងនេះគឺមានតម្លៃខ្ពស់ណាស់រហូតពុំអាចត្រូវបង្ហូរចូលទៅក្នុងបឹងបួរធម្មជាតិបានឡើយ។ នៅកម្ពុជា ស្តង់ដារទឹកសម្អុយសម្រាប់ទឹកទីសាធារណៈ និងប្រព័ន្ធត្រូវ COD មិនលើសពី ១០០ BOD មិនលើសពី ៨០ TSS មិនលើសពី ៨០ និង នីត្រាត ២០ mg L-1 (Council of Ministers, 1999)។ ការបន្ថយបរិមាណ COD រហូតដល់ ៩០% ដោយប្រើប្រាស់ឡគ្របតង់សាមញ្ញ។

៣. ផ្នែកសំខាន់ៗ នៃឡគ្របតង់សាមញ្ញ

ដើម្បីឲ្យដំណើរការបានពេញលេញ ឡគ្របតង់ត្រូវតែមានរចនាសម្ព័ន្ធត្រឹមដែលអាចដឹកនាំទឹកសម្អុយពីកសិដ្ឋាន ដោយទំនាញផែនដី ទៅកាន់ផ្នែកចាប់សំណល់រឹង មុនពេលអនុញ្ញាតឲ្យទឹកសម្អុយចូលទៅក្នុងឡ។

- ផ្នែកចាប់សំណល់រឹងគឺជាធុងបេតុងដែលសាងសង់ឡើងនៅត្រូវទ្វារចូលឡគ្របតង់ ហើយមានតួនាទីចាប់យកសំណល់រឹង ឬខ្សាច់ដោយដាក់សំណាញ់។ វាត្រូវបានគេចាត់ទុកថាមានសារសំខាន់សម្រាប់ធ្វើឲ្យប្រសើឡើងនូវផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន និងកាត់បន្ថយការកើនឡើងពពួកស្លែនៅបាតឡគ្រប់តង់ ដែលធ្វើឲ្យឡកាន់តែរាក់។
- ឡគ្របតង់គឺជាផ្នែកសំខាន់ក្នុងប្រព័ន្ធ ពីព្រោះទឹកសម្អុយត្រូវបង្ហូរចូលដំបូងបំផុត កាច់ និងបំលែងទៅជាជីវឧស្ម័ន តាមរយៈសកម្មភាពមីក្រូសារពាង្គកាយ។ ទំហំឡគ្របតង់អាស្រ័យទៅបរិមាណទឹកសម្អុយបញ្ចេញរាល់ថ្ងៃ ហើយគុណនឹងរយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីដ្រូលីក ដែលមានរយៈពេល ៣០ ថ្ងៃ។
- គម្របលើរបស់ឡជាតង់ផ្លាស្ទិកប្រភេទ HPDE ដែកគែមៗរបស់វាកប់ទៅក្នុងដីដើម្បីស្តុកទុកជីវឧស្ម័ននៅពីក្រោម។ ជាធម្មតា បរិមាណជីវឧស្ម័នដែលអាចស្តុកទុកនៅក្រោមតង់មានចំនួន ១/៣ នៃទំហំឡគ្របតង់។
- ស្រះទទួលសំណល់ចេញពីឡ គឺជាស្រះចំហដែលត្រូវបានជីកឡើងដើម្បីទទួលទឹកសម្អុយដែលបានធាក់ចេញពីឡគ្របតង់។ ទឹកសម្អុយចេញពីឡនៅមាន COD បរិមាណប្រហែល ១០% ហើយសំបូរដោយអាសូត និងផូស្វ័រ។ ដូចនេះស្រះនេះមានតួនាទីសម្រាប់កែច្នៃសំណល់

រាវបន្ត ដើម្បីកាត់បន្ថយការបំពុលបរិស្ថាន។ ទំហំនៃស្រះនេះតូចបំផុតក៏ត្រូវប៉ុននឹងឡគ្របតង់ ដើម្បីធ្វើការកែច្នៃសំណល់រាវឲ្យបានត្រឹមត្រូវ មុននឹងបង្ហូរចេញទៅផ្ទៃទឹកខាងក្រៅ។

- ប្រព័ន្ធប្រើប្រាស់ជីវឧស្ម័នសំដៅទៅលើដំណើរការដែលជីវឧស្ម័នត្រូវបានទាញយកប្រើប្រាស់ ដើម្បីផលិតជា កម្តៅ ឬអគ្គិសនី។

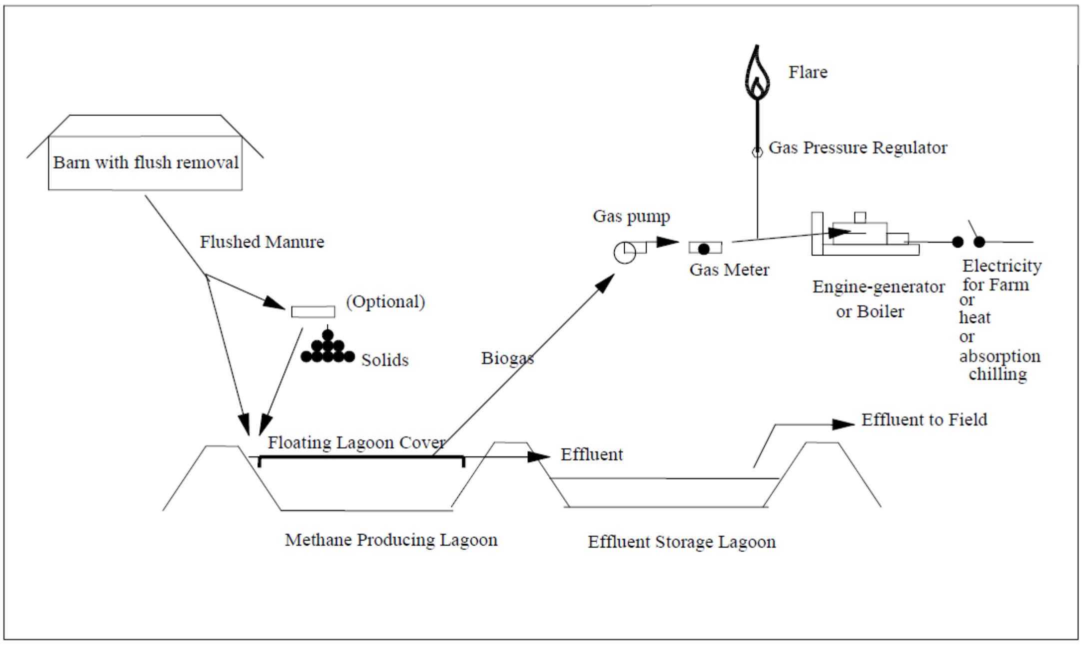


Fig 6: Diagram of simple covered lagoon in U.S

Source: (Ken Krich, July 2005).

៤. ការសាងសង់ឡគ្របតង់

ការសាងសង់ឡគ្របតង់ពាក់ព័ន្ធនឹងការជីកដី ដូចនេះការវាស់វែងកម្ពស់ដីឲ្យបានត្រឹមត្រូវគឺអាចជួយកាត់បន្ថយការបាក់ស្រុតដី។ លើសពីនេះទៅទៀត ការប្រើប្រាស់តង់សម្រាប់ក្រាលស្រះ ឬការចាក់បេតុងនៅបាតស្រះ និងជញ្ជាំងអាចជួយទប់ស្កាត់ទឹកសម្អុយមិនឲ្យជ្រាតចូលទឹកក្រោមដី។ ប្រភេទដីល្អសម្រាប់សាកសង់ឡគ្របតង់គឺប្រភេទដីឥដ្ឋ ដែលអាចបង្កើតបានជាលក្ខខណ្ឌអត់ជ្រាបទឹក។ ដូចនេះគេគ្រាន់តែបង្ហាប់ដីឲ្យបានហាប់ល្អ។ ឡគ្របតង់គឺមានរាងពាក់កណ្តាលពីរ៉ាមីតដែលបាតស្រះមានផ្ទៃតូចជាងមាត់ខាងលើ ហើយជម្រាលល្អបំផុតគឺ ១:២ ដែលមានន័យថាមុំ ៤៥^{0}។ លើសពីនេះទៅទៀត ការរចនាផ្ទៃខាងលើគឺមានសារសំខាន់ណាស់ដើម្បីធានានូវការបំបែកជាតុសរីរាង្គទាំងស្រុង ហើយការរចនានេះអាចបង្កើតឡើងបានដោយការកំណត់រយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីដ្រូលីកបានត្រឹមត្រូវ។ រយៈពេលស្តុកទុកសំណល់រាវក្នុងឡកាន់តែយូរ នោះការបំបែកជាតុបានកាន់តែល្អ។ ជាលទ្ធផលសមា

មាត្របណ្តោយទទឹងនៃមាត់ឡគឺយ៉ាងតិចស្មើនឹង ២ (ERDI, 2019)។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ទំហំនៃស្រះឡងគឺអាស្រ័យទៅតាមទីធ្លាទំនេររបស់កសិដ្ឋាន ដូចនេះក្នុងករណីទីធ្លាពុំគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ទទួលបានសមាមាត្របណ្តោយទទឹងបានសមស្រប គេត្រូវសង់ជញ្ជាំងក្រុងស្រះដើម្បីឲ្យទឹកសម្អុយចំណាយពេលយូរនៅក្នុងឡ មុននឹងហូរចេញពីឡ។ ជម្រៅស្រះឡត្រឹមត្រូវល្អគឺអាចចន្លោះ ៤-៦ ម៉ែត្រពីផ្ទៃដីខាងលើ។ ជម្រៅរាក់ពេកនាំឲ្យផ្ទៃខាងលើរបស់ស្រះឡ ដែលជាហេតុនាំឲ្យខាងបង់ទីធ្លារបស់កសិដ្ឋាន និងចំណាយច្រើនសម្រាប់ការសាងសង់ប្រព័ន្ធជីវឧស្ម័ន។

គម្របតង់ខាងលើគឺផលិតចេញពីតង់ផ្លាស្ទិក HPDE ហើយដំណើរការគ្រប់ទាមទារឲ្យប្រើប្រាស់គ្រឿងចក្រជាជំនួយ។ ជាធម្មតា រណ្តៅព័ទ្ធជុំវិញស្រះឡ ត្រូវគេជីកដើម្បីគ្របជើងតង់។ រណ្តៅនេះគួរមានជម្រៅ ១ ម៉ែត្រ មាត់លើ ១ ម៉ែត្រ និងចម្ងាយ ២-៣ ម៉ែត្រពីឡ ហើយជាយគែមទាំងអស់ត្រូវមានរាងមូលដើម្បីងាយស្រួលគ្រប និងធ្វើឲ្យផ្ទៃតង់គ្របរលោងស្អាត។ មុនពេលគ្រប ស្រះឡត្រូវបង្ហូរទឹកសម្អុយចូលជាមុនសិនឲ្យពេញ ហើយក្នុងករណីស្រះឡទទេរ គេត្រូវចាក់ទឹកបំពេញសិន មុននឹងគ្រប។ មានវិធីសាស្ត្រចំនួនពីរសម្រាប់គ្រប៖ គ្របតាមបណ្តោយឡ ឬគ្របតាមទទឹងឡ ដោយអាស្រ័យលើទំហំឡ និងទិសដៅខ្យល់។ ក្នុងករណីទាំងពីរនេះ ជាយតង់ផ្លាស្ទិកត្រូវកប់ទៅក្នុងរណ្តៅដោយចាក់ដីបណ្តែនភ្លាមៗ និងបន្តធ្វើបែបនេះរហូតដល់គ្របឡចប់សព្វគ្រប់ ដោយពុំធ្វើឲ្យមានការជ្រួញតង់។

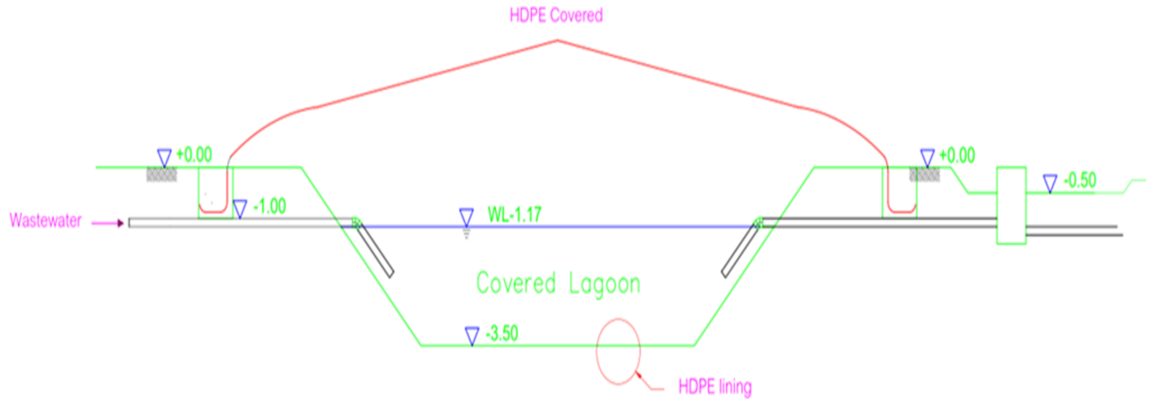


Fig 6: A layout of a complete simple covered lagoon construction

ទំហំឡ (V) = បរិមាណទឹកសម្អុយប្រចាំថ្ងៃ $\times$ រយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីជ្រូលីក
(1)

$$V = \frac{1}{3} d \times [L.W + (L - 2d.S).(W - 2d.S) + \sqrt{L.W.(L - 2d.S).(W - 2d.S)}] \quad (2)$$

- V is ទំហំស្រះឡ (m^3)
- បរិមាណទឹកសម្អុយប្រចាំថ្ងៃ $m^3 d^{-1}$
- រយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីជ្រូលីក ៣០ ថ្ងៃ
- d ជម្រៅស្រះឡ (m)
- L បណ្តោយស្រះឡ (m)
- W ទទឹងស្រះឡ (m)
- S អត្រាជម្រាល ស្មើទៅនឹង ១/បណ្តោយជម្រាល

ឧទាហរណ៍ទី ១៖ កសិដ្ឋានជ្រូកសាច់មួយកន្លែងចិញ្ចឹមជ្រូកចំនួន ៥០០ ក្បាល និងបញ្ចេញទឹកសម្អុយចំនួន ១៦៧ m^3 ក្នុងមួយថ្ងៃ។ ចូរគណនាទំហំស្រះឡ មាឧតង់ស្តុកហ្គាស និងទំហំរបស់ឡ ក្នុងករណីសមាមាត្របណ្តោយទទឹង ស្មើនឹង ២ ហើយជម្រៅ ៥ ម៉ែត្រ។

ដំណោះស្រាយ ១: V = 167 x 30 = 5010 m^3

Floating cover = 1670 m^3

In case of 5-m depth, L = 50 m and W =25 m

ដំណោះស្រាយទី ២: ដោយអាស្រ័យតាមបទពិសោធន៍ក្នុងការវាយតម្លៃគុណភាពហ្គាសពីកសិដ្ឋានជ្រូក ទំហំរបស់ឡគ្របតង់អាចត្រូវគេគណនាដោយគ្រាន់តែដឹងនូវចំនួនជ្រូក ហើយជាធម្មតាជ្រូកមួយក្បាលត្រូវការមាឧស្រះឡ ១ ម៉ែត្រគីប ដូចនេះជ្រូកសាច់ ៥០០០ ក្បាល ត្រូវការមាឧស្រះឡចំណុះ ៥០០០ m^3។ ក្នុងករណីកសិដ្ឋានជ្រូកមេ ជ្រូកមេមួយក្បាលត្រូវការមាឧឡចំណុះ ៣ m^3។

D >3.5 m

Slope 1:1, 1:1.5,1:2

Source: (Lyhour, 2021)

Fig7: The overview of earth pond and lagoon after covering HPDE for biogas production in Cambodia.

៥. ឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មី

៥.១ សាវតានៃឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មី

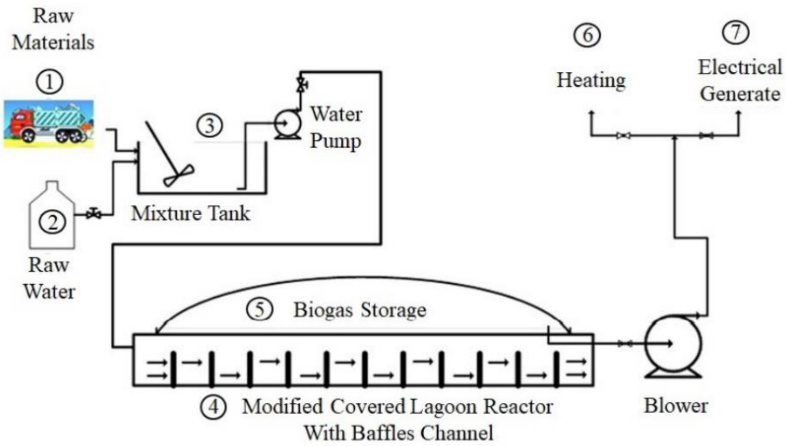
ឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មី ឬឡគ្របតង់ប្រភេទកែជាធម្មតាត្រូវបានសាងសង់នៅប្រភេទថៃដោយវិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍថាមពល (ERDI) សម្រាប់ផលិតកម្មជីវឧស្ម័ន នៅក្នុងកសិដ្ឋានជ្រូក និងឧស្សាហកម្មកែច្នៃកសិផល។ ជាធម្មតា ឡគ្របតង់ទាំងនេះមានអត្ថប្រយោជន៍ខ្ពស់ជាងឡគ្របតង់សាមញ្ញ ដោយសារវាជួយកាត់បន្ថយទំហំស្រះឡ ដោយសារសមត្ថភាពបំបែកជាតុប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់។ លើសពីនេះទៅទៀត សំណង់នេះអាចកាត់បន្ថយរយៈពេលស្តុកទុកអ៊ីជ្រូលីក នៅពេលប្រៀបធៀបជាមួយស្រះឡគ្របតង់ប្រភេទសាមញ្ញ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ តម្លៃវិនិយោគមានតម្លៃខ្ពស់ជាង ហើយអាច ២-៤ ដងខ្ពស់ជាងសំណង់ស្រះឡគ្របតង់ប្រភេទសាមញ្ញ។ ដោយយោងតាម ERDI រយៈពេលស្តុកទុកស្ថិតនៅចន្លោះ ១២-១៥ ថ្ងៃ។ ឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មីបង្កើតនូវបន្ទះស្តើងនៅក្នុងឡដើម្បីធ្វើឲ្យសំណល់រាវស្ថិតនៅក្នុងឡបានយូរ។ Besides that, the construction can shorten HRT, when compared to the simple covered lagoons (Srichat, 2017)។

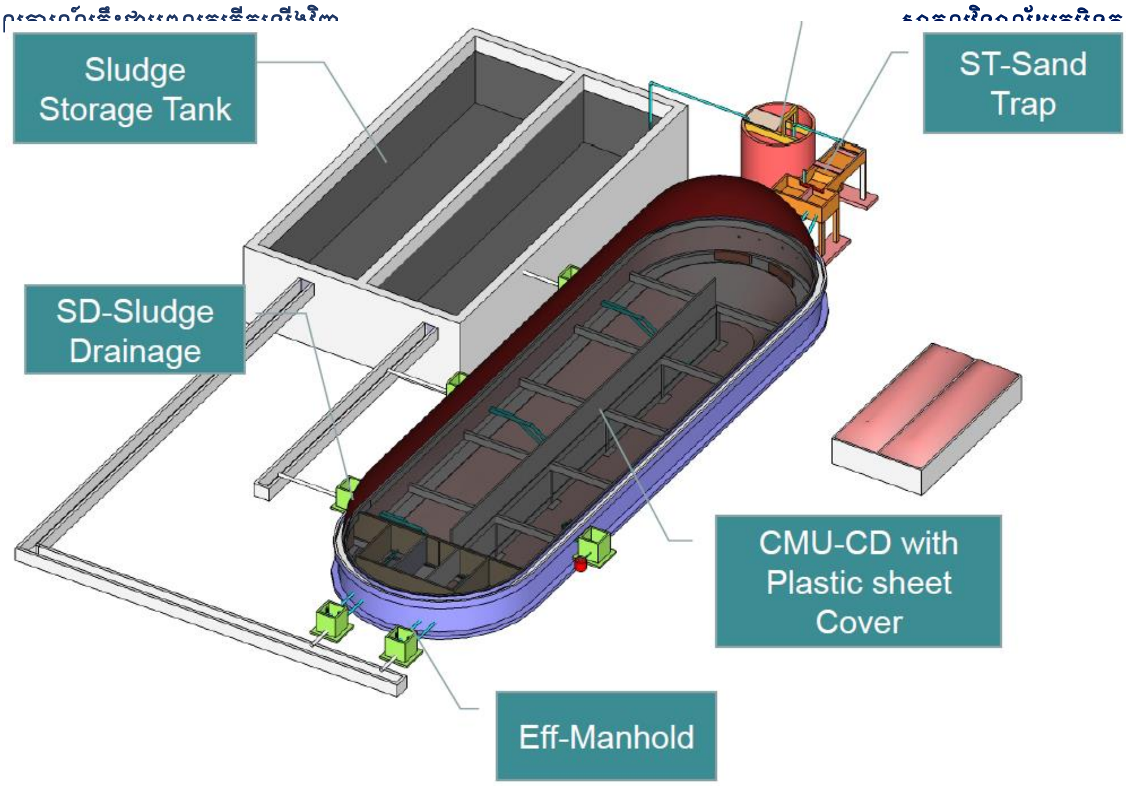
ឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មីមានបីផ្នែកសំខាន់៖ ផ្នែកមុនប្រព្រឹត្តិកម្ម ផ្នែកផលិតជីវឧស្ម័ន និងផ្នែកក្រោយផលិតកម្ម (Vongtep, 2019)។ ផ្នែកមុនផលិតកម្មរួមមានបីផ្នែកសំខាន់៖ ផ្នែកនាំសំណល់រាវ ផ្នែកស្តុកសំណល់រាវ និងផ្នែកបញ្ចូលសំណល់រាវ។ នៅក្នុងផ្នែកនាំទឹកសម្អុយ មានជាបណ្តាញចំហ និងបំពង់ទុយោ ដែលត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់នាំទឹកសម្អុយ ឬគេអាចដឹកដោយឡានធំប្រសិនបើសំណល់នៅរឹង ដូចជាសំណល់លាមកមាន់។ សំណល់ត្រូវស្តុកទុកក្នុងផ្នែករក្សាសំណល់ ដោយកូរលាយឲ្យសព្វមុននឹងបង្ហូរចូលទៅក្នុងឡគ្របតង់។ ផ្នែកបញ្ចូលទឹកសម្អុយគឺគេត្រូវការដើម្បីទាក់យកខ្សាច់ ឬវត្ថុជាតុអត់បំបែកជាតុចេញពីប្រព័ន្ធ។

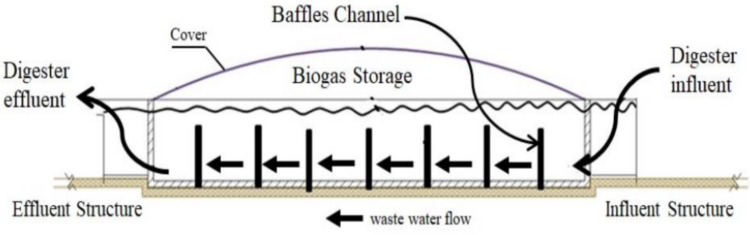
ផ្នែកផលិតជីវឧស្ម័នរួមមានឡគ្របតង់ និងតង់ផ្លាស្ទិក។ ឡគ្របតង់ប្រភេទថ្មីត្រូវមានបាតចាក់បេតុង ឬក្រាលតង់ ដោយមានបំពាក់ម៉ូទ័របូមទឹកតជាស៊េរី ដើម្បីពង្រាវសំណល់សរីរាង្គដើម្បីជានានូវការបំបែកជាតុរហ័ស ពីបាក់តេរី និងសារជាតុចិញ្ចឹមអាចប៉ះគ្នាបានល្អជាងមុន។ ផ្នែកបូមកក់បាតស្រះត្រូវគេដំឡើងដើម្បីបូមកក់ចេញពីបាតស្រះ និងប្រើប្រាស់វាជាប្រភពជី។

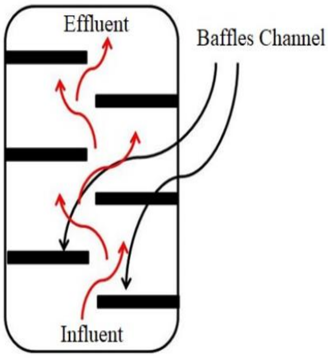
ផ្នែកក្រោយប្រតិកម្មរួមមានផ្នែកសម្ងួតកក់ ផ្នែកប្រព្រឹត្តិកម្មទឹកសម្អុយ និងផ្នែកប្រព្រឹត្តិកម្មហ្គាស។ ផ្នែក សម្ងួតកក់គឺជាសំណង់ចំហ និងមានដំបូលការពារខាងលើ។ កក់ត្រូវបានបូមពីបាតឡដាក់ក្នុងរោងនេះសម្រាប់ស្តុក សម្ងួតដើម្បីផលិតជាជី។ ផ្នែកប្រព្រឹត្តិកម្មទឹកសម្អុយត្រូវបានគេដាក់ឈ្មោះថាជាស្រះបង្ហៀរសម្រាប់ទទួលទឹកសម្អុយធាក់ចេញពីឡគ្របតង់។ ផ្នែកប្រព្រឹត្តិកម្មហ្គាសរួម

មានឡសម្ងួតហ្គាស ធុងចម្រោះហ្គាសសម្រាប់ច្រោះយកអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ និង CO_2។ ផ្នែកនេះមានសារសំខាន់ណាស់សម្រាប់ធានាជីវឧស្ម័នមានគុណភាពដែលអាចបំពេញតាមស្តង់ដារដំណើរការម៉ាស៊ីនហ្គាស។







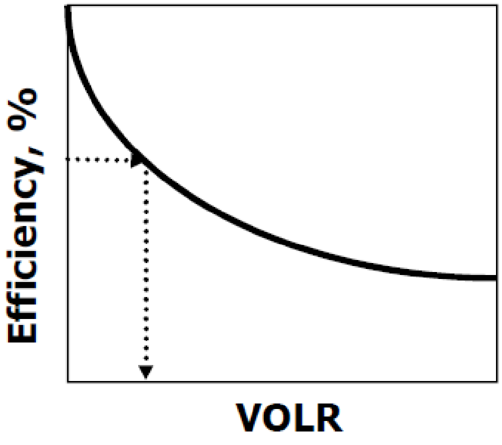


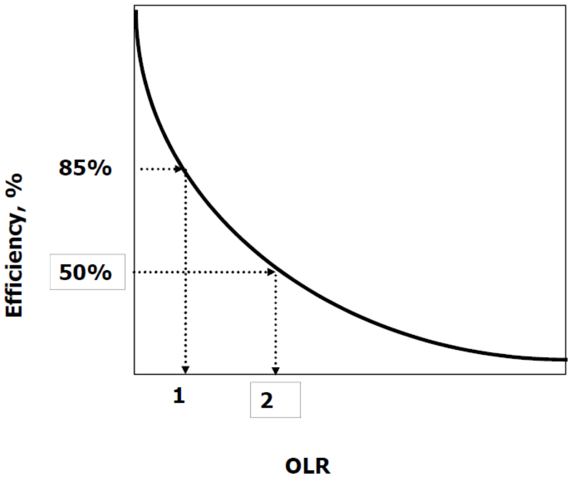
៥.២ ការសាងសង់ឡគ្របគង់ប្រភេទថ្មី

៥.២.១ Construction of Improved Covered Lagoon

- ដី និងគ្រឹះរបស់ឡគ្របគង់ត្រូវតែរឹងមាំ ហើយអាចទប់នឹងការលេចជ្រាប និងសកម្មភាពជីវសាស្ត្រ។ ដីធូរ និងដីរាក់គួរតែត្រូវជៀសវាង ហើយការដាច់រហែកគួរកុំឲ្យមាន។
- ជម្រៅរបស់ឡគ្របគង់ប្រភេទថ្មីគួរតែមានជម្រៅចាប់ពី ៤ ទៅ ៦ ម៉ែត្រនៅក្រោមផ្ទៃដីខាងលើ ហើយបណ្ដោយគួរមានប្រវែងយ៉ាងតិចពីរដងទទឹង។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ឡគ្របគង់គួរតែមានជម្រៅជ្រៅតាមតែអាចធ្វើបានទៅតាមលក្ខណៈភូមិសាស្ត្រ។ ជម្រៅរបស់ឡគ្របគង់ជួយរក្សាសីតុណ្ហភាពដែលគាំទ្រដល់ការលូតលាស់ផ្នែកជីវសាស្ត្រ។ ជម្រៅកាន់តែជ្រៅនាំឲ្យផ្ទៃមុខកាត់ខាងលើកាន់តែតូច នឹងកាត់បន្ថយផ្ទៃគ្របខាងលើ។

- អត្រាបង្ហូរ រក្សាពេលស្តុកទុក និងការកំណត់ទំហំរបស់ឡគ្របតង់គឺជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រសំខាន់សម្រាប់ឡគ្របតង់។ អត្រាបង្ហូរសំណល់រាវ គឺត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់កំណត់ទំហំឡដោយអនុញ្ញាតឲ្យមានពេលគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់បាក់តេរីនៅក្នុងឡដើម្បីកាច់លាមកឲ្យសព្វ។
- ទឹកភ្លៀងជាកត្តាសំខាន់ក្នុងការកំណត់ភាពជោគជ័យនៃការសាងសង់ឡគ្របតង់។ នៅកន្លែងដែលមានអត្រាទឹកភ្លៀងខ្ពស់ ឡគ្របតង់អាចត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ប្រមូលទឹកស្អាតដែលធ្លាក់នៅលើតង់ ហើយត្រូវបូមវាចេញឲ្យលឿន។
- មានវត្ថុធាតុជាច្រើនត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់គ្របឡ។ តង់ផ្លាស្ទិចអណ្តែតត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់រក្សាទុកជីវឧស្ម័ន។ វត្ថុធាតុសម្រាប់គ្របត្រូវតែអាចប្រឆាំងនឹងកាំរស្មីស្វាយអុលត្រា ការរហែក ក្រាស់ និងមិនពុលដល់បាក់តេរី ហើយមានដង់ស៊ីតិចជាងទឹក។ ភាពងាយរកបាន ភាពងាយជួសជុល និងតម្លៃគឺជាកត្តាដែលគួរតែពិចារណា នៅពេលជ្រើសរើសតង់សម្រាប់គ្របឡ។ វត្ថុធាតុស្តើងៗគឺពុំសូវថ្លៃ ហើយអាចពុំធានាដូចតង់ក្រាស់ៗ។ ដូចនេះគួរត្រូវជ្រើសរើសតង់ក្រាស់ៗ និងធុន។
- តង់សម្រាប់គ្របអាចត្រូវគេដំឡើង ដោយមធ្យោបាយផ្សេងៗ ដោយពឹងផ្អែកទៅលើលក្ខខណ្ឌទីតាំង។ ដំណើរការសម្រាប់គ្របតង់គឺធ្វើដូចគ្នាទៅនឹងដំណើរការសម្រាប់គ្របឡប្រភេទសាមញ្ញ។
- ផ្ទៃឡទាំងមូលគឺត្រូវបានគ្រប និងគែមរបស់វាត្រូវភ្ជាប់ជាមួយនឹងប្រាស់។ តង់សម្រាប់គ្របគឺអាចចងភ្ជាប់ជាមួយនឹងច្រាំងទាំងសងខាង ឬតង់អណ្តែតនៅលើឡ (Krich, 2005)។





៥.៣ ការជួសជុល ថែទាំ

ការជួសជុលថែទាំឡគ្រប់តង់គួរមានភាពងាយស្រួល។

- ការដំណើរឡគ្រប់តង់៖ ការរចនា និងសាងសង់ឡគ្រប់តង់គួរតែនាំឲ្យមានដំណើរការជីវសាស្ត្រសកម្មដែលគួរតែអាចដំណើរការពេញមួយឆ្នាំ និងរាប់ទស្សវត្ស។ ប្រសិនបើមានបម្រែបម្រួលអ្វីមួយ នោះគឺវាបណ្តាលមកពីបម្រែបម្រួលនៅក្នុងកសិដ្ឋាន ដោយបង្កឲ្យមានការប្រែប្រួលរយៈពេលស្តុកទុកសំណល់រាវនៅក្នុងឡ។ ម្ចាស់កសិដ្ឋានគួធ្វើការពិនិត្យកម្រិតប៉ោងជារៀងរាល់អាទិត្យ។

- ការថែទាំឡគ្រប់តង់៖ ការថែទាំឡគ្រប់តង់តិចតួចត្រូវគេរំពឹងថាមាន នៅពេលរយៈពេលស្តុកលាមកក្នុងឡពុំមានការប្រែប្រួល។ ប្រាំងរបស់ឡគួរនៅឲ្យឆ្ងាយពីដើមឈើ និងពុំមានកណ្តុរកកេរដែលអាចបង្កឲ្យមានការបាក់ប្រាំង។ ស្មៅ ឬដំណាំគម្របដីគួរតែកាច់ឲ្យស្អាតៗ ដើម្បីកាត់បន្ថយជម្រករបស់សត្វល្អិត និងសត្វកណ្តុរ។ កករបាតឡគួរត្រូវគេបូមចេញជារៀងរាល់ ៨ ទៅ ១៥ ឆ្នាំ។

បណ្ណាល័យសាស្ត្រ

Lide chen and Howard Neibling. (2014). Anaerobic Digestion Basics. idaho: Unversity of idaho.

ABC. (2017). Plants release up to 30 per cent more CO2 than previously thought, study says previously thought, study says. Retrieved from abc.news.www: https://www.abc.net.au/news/2017-11-18/plant-respiration-co2-findings-anu-canberra/9163858

Ajieh Mike Uche1, O. T. (2019). Design and construction of fixed dome digester for biogas production using cow dung and water hyacinth. African Journal of Environmental Science and Technology, 15-25.

Alison Hamlin. (2012). Assesment of Social and Economic Impacts of Biogas Digesters in Rural Kenya. . Independent Study Project (ISP) Collection. 1247.

CBC. (2020). Nitrous oxide, more harmful to the climate than CO2, increasing in atmosphere, study finds. Retrieved from Canadian Broadcasting Center: https://www.cbc.ca/news/science/nitrous-oxide-climate-1.5753907

Cool Cosmos. (2021). What is the Sun made of? Retrieved from https://coolcosmos.ipac.caltech.edu/ask/4-What-is-the-Sun-made-of-

Elmar and Dimpl. (2010). Small-scale Electricity Generation from Biomass. GTZ-HERA – Poverty-oriented Basic Energy Service.

EPA. (n.d.). Overviews of Greenhouse Gases. Retrieved from United States Environmental Protection Agency: https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases

IRENA, I. R. (2017). BIOGAS FOR DOMESTIC COOKING TECHNOLOGY BRIEF. Abu Dhabi: publications@irena.org.

Moses, J. B. (2020). Development of a Biogas Plant with Electricity Generation,Heating and Fertilizer Recovery Systems. Durban.

Mr Rudolf Brodbeck. (2011). Gold Standard Validation Report . Phnom Penh, Cambodia: National Biodigester Programme (NBP).

NASA. (2021). Overview: Weather, Global Warming and Climate Change. Retrieved from Global Climate Change: https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/

NASA. (2021). The Sun. Retrieved from NASA Science Exploration: https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/sun/overview/

National Geographic. (2021). Greenhouse Effect. Retrieved from https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/greenhouse-effect/.

National Renewable Energy Laboratory. (2021). Solar Energy Basics. Retrieved from NREL transforming energy: https://www.nrel.gov/research/re-solar.html

NBP, N. B. (2011). Biogas Digesters for Cambodians. Phnom Penh,cambodia: A Multi-Partner National Biodigester Program in Cambodia.

NCF, N. C. (2018). CLIMATE RESILIENT LOW COST BUILDINGS IN. HAMK,UNIVERsITY OF APPLIED SCIENCES.

Phouthanouthong Xaysombath. (2008). Promotion of the Efficient Use of Renewable Energies in Developing Countries. កម្ពុជា: វិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវវិទ្យាសាស្ត្រ និងបច្ចេកទេស

Rashed M, S. T. (2015). Removal of hydrogen sulfied from biogas using zero-valent rion. Clean Energy Technologies 3 (6), 428-432.

Steinhauser, D. D. (2011). Biogas from Waste and Renewable Resources. KGaA, Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.

UNECE. (2021). The Challenges. Retrieved from United Nations Economic Commission for Europe: https://unece.org/challenge

Varapnickaite, Ernesta. (2015). BIOGAS PLANT IN MUAS. Mikkeli: MAMK University of Applied sciences.