

PROMOTION OF ENERGY SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CAMBODIA

ជំពូក៥៖ ថាមពលកកើតឡើងវិញ

1

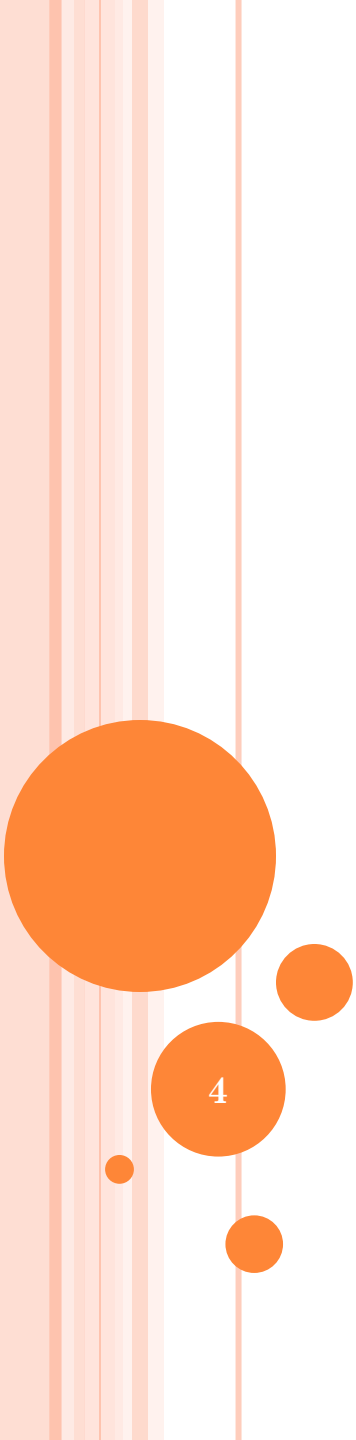
លោក ប៊ុន ឡុង និង លោក គូក ហ្វឺដេរ៉ូ

គោលបំណងនិងលទ្ធផលរំពឹងទុក

- គោលបំណងនៃដំណាក់កាលនេះគឺផ្តល់នូវចំណេះដឹងទូលំទូលាយមួយលើ បច្ចេកវិទ្យាថាមពលកកើតឡើងវិញផ្សេងៗ ជាពិសេសប្រភេទថាមពលកកើតឡើងវិញដែលមានសក្តានុពលនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា
- បន្ទាប់ពីបញ្ចប់ការសិក្សានូវដំណាក់កាលនេះ សិក្ខាកាមគួរមានលទ្ធភាព
 - រាយឈ្មោះបច្ចេកវិទ្យាថាមពលកកើតឡើងវិញផ្សេងៗ
 - ពណ៌នាអំពីគុណសម្បត្តិនិងគុណវិបត្តិរបស់បច្ចេកវិទ្យានីមួយៗ
 - ពន្យល់ពីគោលការណ៍ដំនើរការរបស់បច្ចេកវិទ្យានីមួយៗ
 - ពណ៌នាពីតួនាទីរបស់ធាតុផ្សំទាំងឡាយរបស់បច្ចេកវិទ្យានីមួយៗ
 - កំណត់ពីកត្តាផ្សេងៗដែលអាចមានឥទ្ធិពលលើទិន្នផលផលិតរបស់បច្ចេកវិទ្យានីមួយៗ

មាតិកា

- ជំពូក់ ៥.១៖ លំនាំដើម (២០ mn)
- ជំពូក់ ៥.២៖ ថាមពលអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ (៩០ mn)
- ជំពូក់ ៥.៣៖ ថាមពលកំដៅព្រះអាទិត្យ (៣០ mn)
- ជំពូក់ ៥.៤៖ ថាមពលវារីអគ្គិសនី (៤០ mn)
- ជំពូក់ ៥.៥៖ ថាមពលខ្យល់ (៤០ mn)
- ជំពូក់ ៥.៦៖ ថាមពលជីវម៉ាស (៦០ mn)



PROMOTION OF ENERGY SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CAMBODIA

ជំពូក៥៖ ថាមពលកកើតឡើងវិញ
ជំពូក ៥.១៖ លំនាំដើម

4

បណ្ឌិត ប៊ុន ឡុង
អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អគ្គិសនី និងថាមពល
វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកម្ពុជា

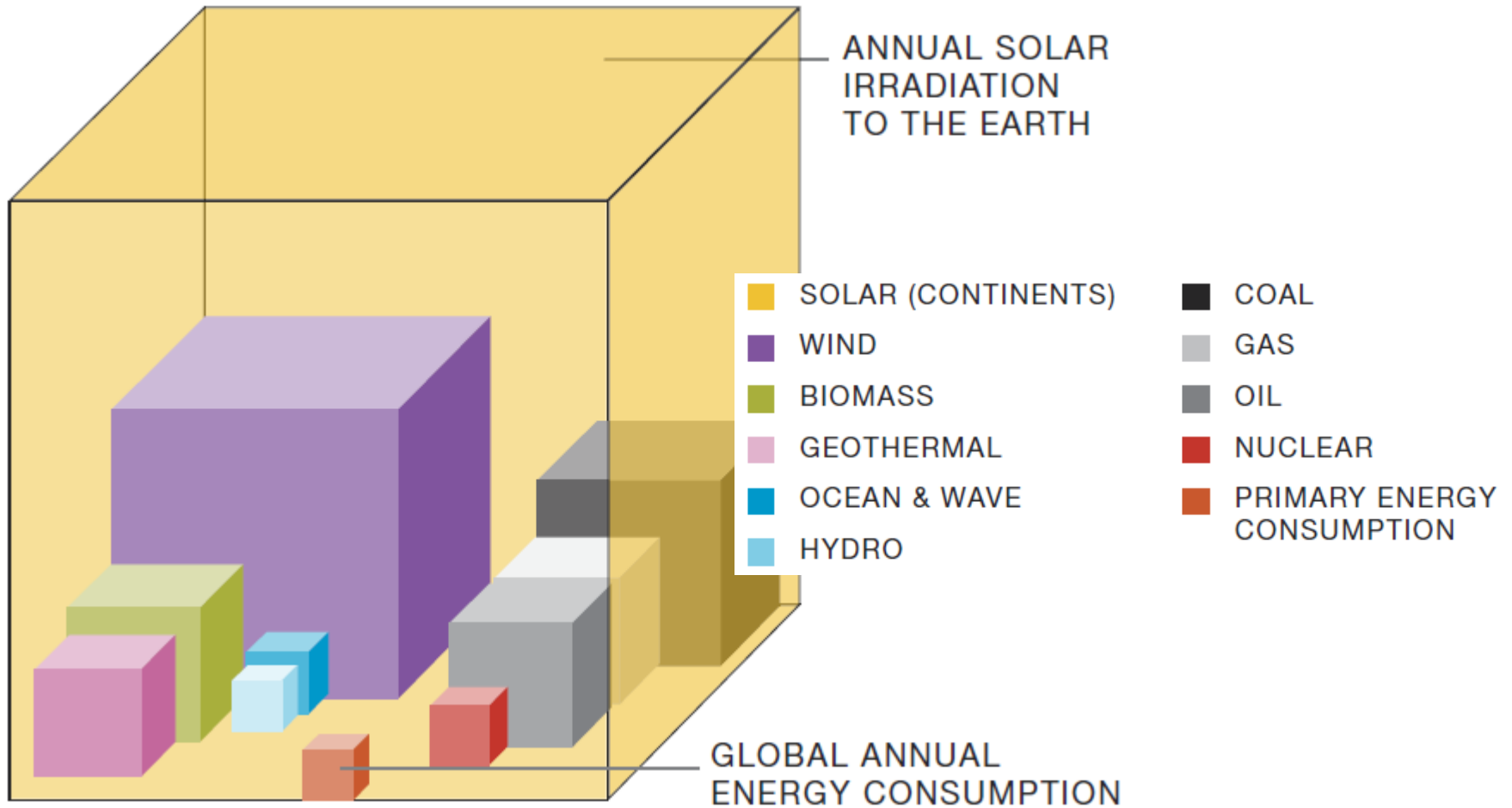
ប្លង់មេរៀន

- និយមន័យនិង ចរិតលក្ខណៈរបស់ថាមពលកកើតឡើងវិញ
- បច្ចេកវិទ្យា
- ស្ថិតិក្នុងការអភិវឌ្ឍថាមពលកកើតឡើងវិញ

និយមន័យរបស់ថាមពលកកើតឡើងវិញ

- ថាមពលកកើតឡើងវិញសំដៅទៅលើថាមពលទាំងឡាយណាដែលបានមកពីប្រភពដែលកកើតសារជាថ្មី ក្នុងកំឡុងពេលនៃមនុស្សជាតិ ដូចជាពន្លឺព្រះអាទិត្យ ខ្យល់ ភ្លៀង ជំនោរសមុទ្រ រលកសមុទ្រ និងកំដៅផែនដី។
- ចារិកលក្ខណៈរបស់ប្រភពថាមពលកកើតឡើងវិញ៖
 - ទុនវិនិយោគខ្ពស់
 - ជាទូទៅ ការចំណាយលើឥន្ធនៈមានកំរិតទាប
 - អាស្រ័យខ្លាំងទៅលើកត្តាតំបន់
 - មានលក្ខណៈផ្ទុក្តាបាន
 - មិនទៀងទាត់

ថាមពលដែលអាចរកបាន



បច្ចេកវិទ្យា

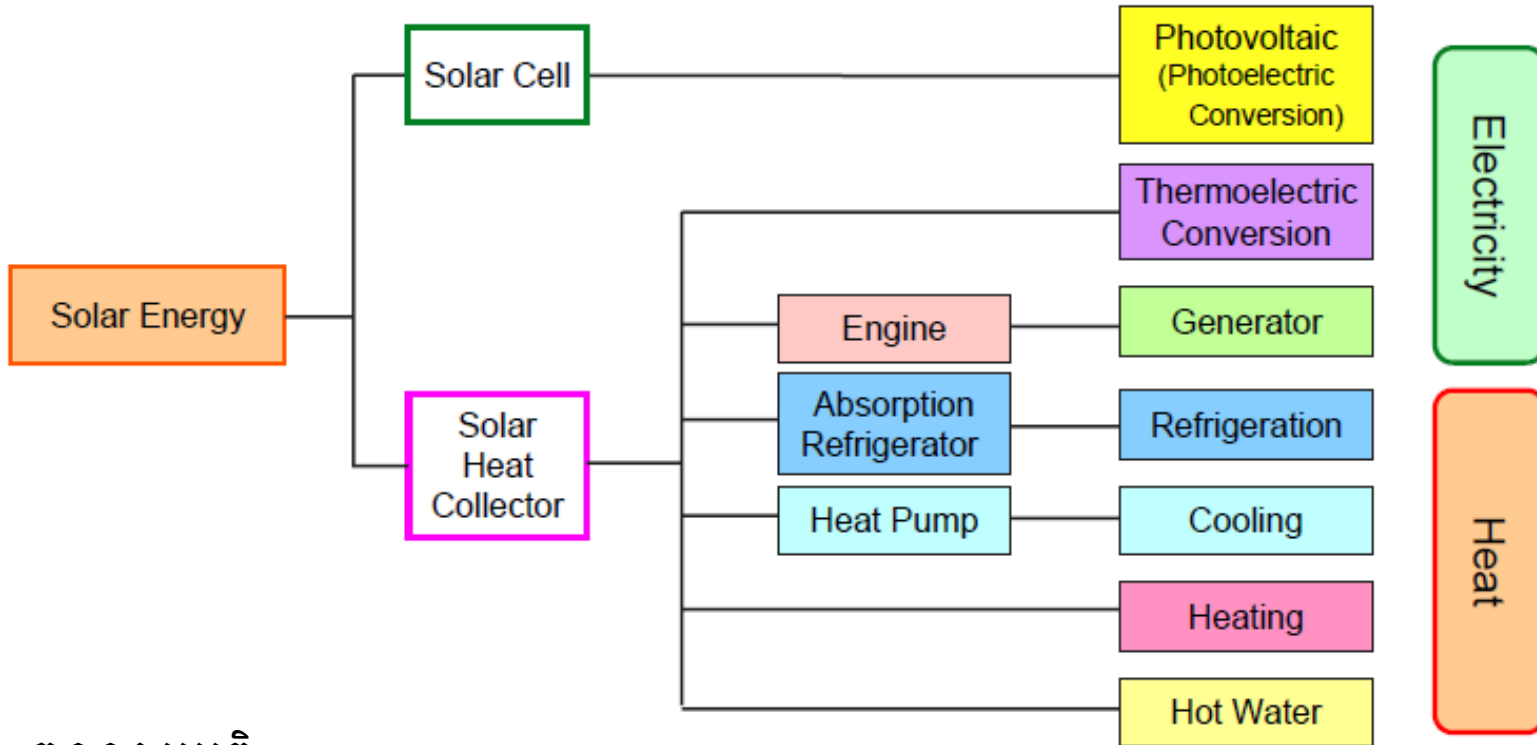
ចំណាត់ថ្នាក់	ការធ្វើចំណាត់ថ្នាក់តាមរបៀបផលិតថាមពល	
ថាមពលព្រះអាទិត្យ	ប្រព័ន្ធថាមពលអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ	
	ប្រព័ន្ធថាមពលអគ្គិសនីកំដៅព្រះអាទិត្យ	
	ប្រព័ន្ធថាមពលកំដៅព្រះអាទិត្យ	
ថាមពលខ្យល់	ថាមពលអគ្គិសនីដើរដោយខ្យល់	
	ការបូបទឹកដើរដោយខ្យល់	
ថាមពលជីវម៉ាស (ជីវថាមពល)	ជីវម៉ាស និងសំណល់ដែលដុតឆេះ (CRW) ជីវម៉ាសរឹង ជីវម៉ាសរាវ (ជីវឥន្ធនៈ) ជីវឧស្ម័ន (ឧស្ម័នដែលបានមកពីជីវម៉ាស) កាកសំណល់ទឹកក្រូច កាកសំណល់ឧស្សាហកម្ម	
ជីវម៉ាសបានមកពីសារធាតុសំណល់		
ថាមពលកំដៅផែនដី		ការផលិតអគ្គិសនីដើរដោយកំដៅផែនដី
		ការប្រើថាមពលដោយផ្ទាល់
ថាមពលវារីអគ្គិសនី	ការផលិតអគ្គិសនីដើរដោយកំលាំងទឹក	
ថាមពលសមុទ្រ	ថាមពលជំនោរសមុទ្រ	
	ថាមពលរលកសមុទ្រ	
	ថាមពលចរន្តសមុទ្រ	
	ថាមពលកំដៅសមុទ្រ	

(Source) International Energy Agency (IEA), etc.

ប្លង់មេរៀន

- និយមន័យនិងចរិតលក្ខណៈរបស់ថាមពលកកើតឡើងវិញ
- បច្ចេកវិទ្យា
- ស្ថិតិក្នុងការអភិវឌ្ឍថាមពលកកើតឡើងវិញ

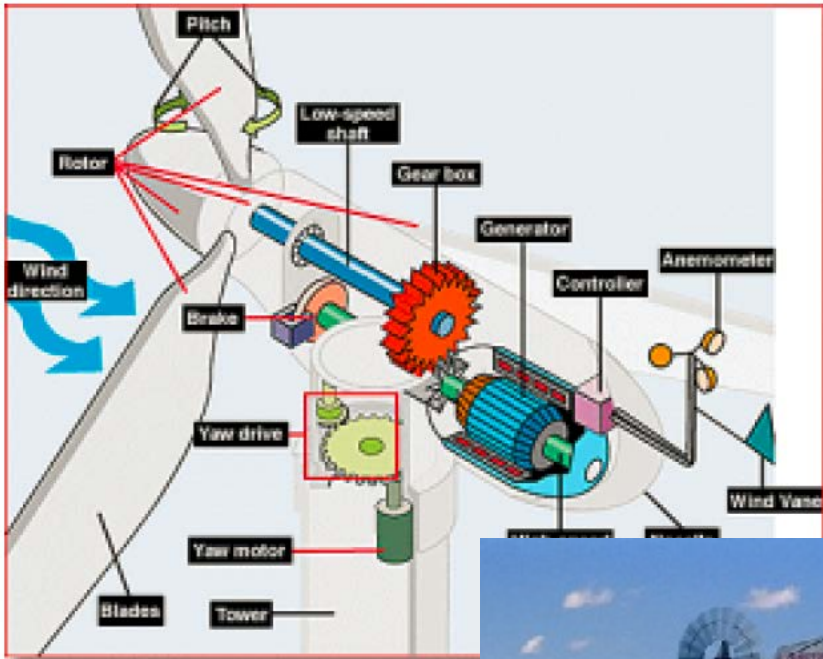
ថាមពលព្រះអាទិត្យ



- គុណសម្បត្តិ
 - ធនធានសម្បើម
 - ប្រភពថាមពលប្រកបដោយចីរភាព
 - ថាមពលស្អាត
 - ប្រភពដែលមិនអាស្រ័យនឹងទីតាំង

- គុណវិបត្តិ
 - ដង់ស៊ីតេថាមពលទាប
 - មិនទៀងទាត់ ⇒ អាស្រ័យលើធាតុអាកាស និងខណៈពេល

ថាមពលខ្យល់



- គុណសម្បត្តិ
 - កកើតឡើងវិញ
 - មិនប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថាន
 - ត្រូវការទីតាំងតូចបើធៀបជាមួយស្ថានីយអគ្គិសនីជាមធ្យម
 - សក្តិសមសម្រាប់តំបន់ជាច្រើនស្រយាល

- គុណវិបត្តិ
 - ប្រែប្រួលខ្លាំង
 - អាស្រ័យលើតំបន់
 - មានផលប៉ះពាល់លើប្រព័ន្ធអេកូឡូស៊ីក៏ពុំពុំស្ថាប័នសង្គមនិងពេលកំពុងដំនើរការ

ថាមពលជីវម៉ាស

- ជីវម៉ាសគឺជាសារធាតុសរីរាង្គដែលក្លាយមកពីរុក្ខជាតិ និងសត្វ លើកលែងតែឥន្ធនៈផ្លូស៊ីល
- ថាមពលជីវម៉ាសកំពុងទទួលបានការចាប់អារម្មណ៍ខ្ពស់ ព្រោះជាប្រភពថាមពលកកើតឡើងវិញដែលមិនបណ្តាលអោយមានការកើនឡើងឧស្ម័នកាបូនិច ដែលជាមូលហេតុនាំអោយមានការកើនឡើងកំដៅផែនដី
- ក្រៅពីអាចបំលែងទៅជាអគ្គិសនី និងកំដៅ ជីវម៉ាសក៏អាចបំលែងទៅជាឥន្ធនៈដទៃទៀតដែរ។

ប្រភពជីវម៉ាស

Categories		Materials	
Cultivated Crops	Terrestrial Plants (Land)	Saccharine	Sugar Cane, Beet, Sweet Sorghum, etc.
		Starch	Maize, Cassava, Sweet Potato, etc.
		Cellulose	Napier grass, Bamboo Grass, Poplar, Plane Tree, etc.
		Carbohydrate	Eucalyptus, Blue Coral, etc.
		Oil and Fat	Oil Palm, Rapeseed, Sunflower, etc.
	Aquatic Plants (Water)	Freshwater	Water Hyacinth, Canadian Pondweed, etc.
		Oceanic	Kelp, Giant Kelp, Sea Lettuce, etc.
		Micro-organism	Chlorella, Photosynthesis Bacteria, etc.
Waste Materials	Agricultural, Fishery and Forestry	Agricultural Waste	Rice Husks, Rice Straw, Straw, etc.
		Livestock Waste	Cattle Swine, Excreta, Hen Down, etc.
		Forestry Waste	Brushwood, Branches, Thinned Wood, etc.
	Waste	Industrial	Sludge, Pulp Sludge, Food Processing Residue, Wood Waste, etc.
		Domestic	Domestic Garbage, Human Waste, etc.
		Landfill Gas (LFC)	Gas from Landfills

ការបំលែងជីវម៉ាស

Technological Category		Description	Products
Direct Combustion	Direct Combustion	Produces thermal energy through direct combustion	Heat, Electricity
	Multi-fuel Combustion	Co-fires biomass with other fossil fuels such as coal (at coal fired power plants, etc.)	Heat, Electricity
	Solid Fuel Production	Processes biomass into chips and pellets for use in heating equipment.	Solid Fuel
Thermo-chemical Conversion	Gasification	Decomposes biomass by heat	Gas
	Rapid Pyrolysis	Heats biomass to 400-600° C for few seconds and then cool it down quickly	Liquid Fuel
	Carbonization	Heats biomass in the absence of air	Solid Fuel (Charcoal)
	Hydrothermal Gasification	Gasifies biomass in water at high temperatures and pressures (thermo-chemical treatment)	Gas
	Direct Liquefaction	Heats biomass in water at high pressures	Liquid Fuel
	Slurry Fuel Production	Heats biomass in water at high pressures for carbonization to produce slurry	Liquid Fuel
Biochemical Conversion	Esterification	Reacts edible oil (vegetable oil, etc.) with methanol (esterification) to produce fuel for diesel vehicles	Liquid Fuel (Bio-diesel)
	Methane Fermentation	Ferments biomass in the absence of air to decompose it into methane and CO ₂	Gas (Methane)
	Ethanol Fermentation	Ferments saccharides (glucose, fructose, saccharose) with yeast to decompose them into ethanol	Liquid Fuel (Mixed Gasoline)

ការបំបែកដីសំណល់ទៅជាថាមពល

○ បច្ចេកវិទ្យាកំដៅ៖

- Gasification
- Thermal depolymerization
- Pyrolysis
- Plasma arc gasification or plasma gasification process (PGP)

○ បច្ចេកវិទ្យាមិនមែនកំដៅ៖

- Anaerobic digestion
- Fermentation production
- Mechanical biological treatment (MBT)
 - MBT + Anaerobic digestion
 - MBT to Refuse derived fuel

គុណសម្បត្តិ និង គុណវិបត្តិរបស់ជីវម៉ាស

- គុណសម្បត្តិ

- គ្មានការភាយនូវឧស្ម័នដែលមានគ្រោះថ្នាក់
- ថាមពលស្អាត
- ធនធានសម្បើម និងកកើតឡើងវិញ
- កាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកលើប្រភពផ្ទះស៊ីល
- អាចប្រើបានសំរាប់ផលិតទៅជាផលិតផលផ្សេងៗ

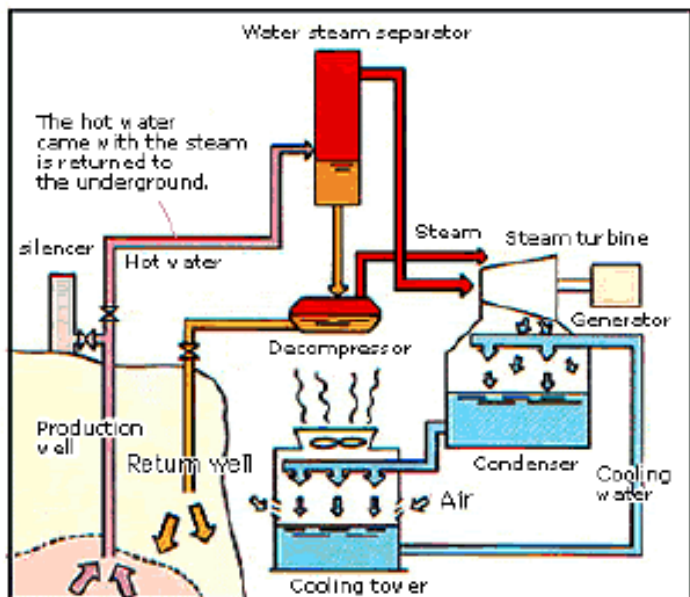
- គុណវិបត្តិ

- មានតំលៃខ្ពស់
- មិនសូវមានប្រសិទ្ធភាពបើប្រៀបធៀបជាមួយប្រភពផ្ទះស៊ីល
- មានគ្រោះថ្នាក់ទៅដល់បរិស្ថាន
- ត្រូវការផ្ទៃដីធំ

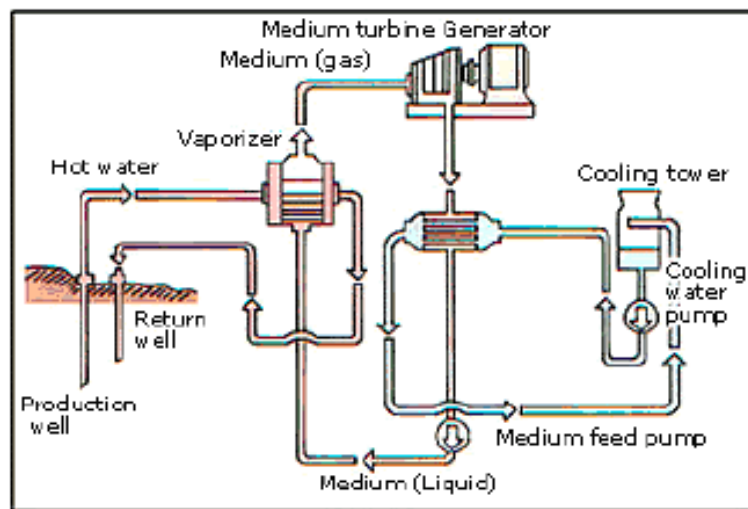
ថាមពលកំដៅផែនដី

- ទឹកត្រូវបានកំដៅ ដោយកំដៅរបស់ផែនដី រួចត្រូវបានផ្ទុកនៅក្រោមដី
- ទឹកដែលក្តៅនេះ ត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីផលិតជាចំហាយ សម្រាប់ប្រើនៅក្នុងទ្វារប៉ិនដើរដោយចំហាយ
- វិធីម្យ៉ាងទៀតក្នុងការផលិតអគ្គិសនីដោយកំដៅផែនដីគឺ binary cycle power generation ដែលអាចផ្តល់ប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ក្នុងការប្រើទឹកក្តៅ

Steam Power Generation



Binary Cycle Power Generation



គុណសម្បត្តិ និង គុណវិបត្តិរបស់ ថាមពលកំដៅ ផែនដី

- គុណសម្បត្តិ

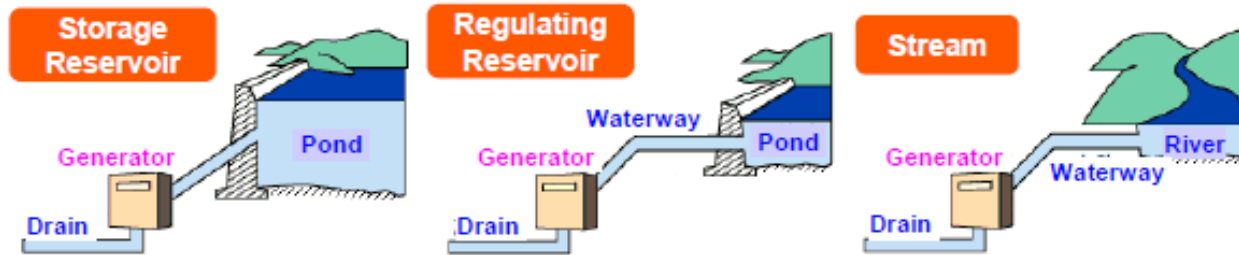
- ចំណេញថវិកា
- កាត់បន្ថយការពឹងផ្អែកលើប្រភពផ្លូវស៊ីល
- គ្មានការបំពុលដល់បរិស្ថាន
- ការប្រើប្រាស់ដោយផ្ទាល់

- គុណវិបត្តិ

- ជាប្រភពថាមពលដែលមិនមានលក្ខណៈទូលំទូលាយ
- តម្លៃក្នុងការតំលើងខ្ពស់
- សក្តិសមតែក្នុងតំបន់មួយចំនួន

ថាមពលវារីអគ្គិសនី

【Types by Utilization】



【Types by Structure】



【Types by Output】

Large Hydropower	100,000 kW or more
Medium Hydropower	10,000 – 100,000 kW
Small Hydropower	1,000 – 10,000 kW
Mini Hydropower	100 – 1,000 kW
Micro Hydropower	less than 100 kW

គុណសម្បត្តិ និង គុណវិបត្តិរបស់ ថាមពលវារីអគ្គិសនី

○ គុណសម្បត្តិ

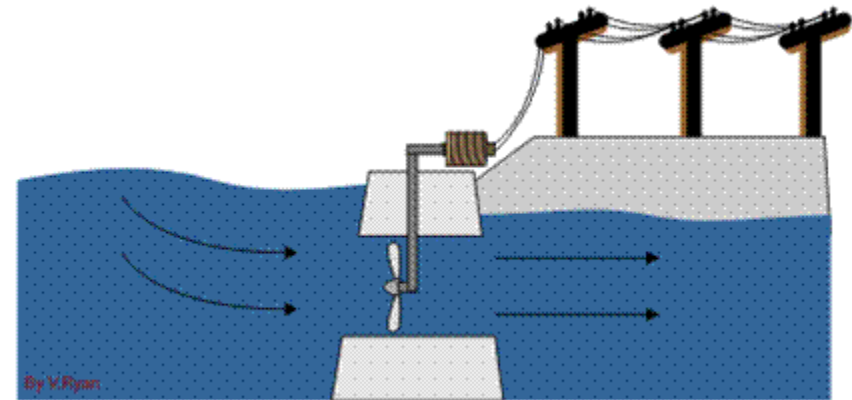
- ប្រភពថាមពលដែលមានប្រសិទ្ធភាព
- ប្រភពថាមពលអគ្គិសនីដែលអាចជឿជាក់បាន
- មិនត្រូវការអាងស្តុកទឹក
- ជាដំណោះស្រាយថាមពលដែលមានលក្ខណៈចំណេញ
- ជាប្រភពថាមពលសំរាប់ប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍
- អាចភ្ជាប់ជាមួយបណ្តាញ

○ គុណវិបត្តិ

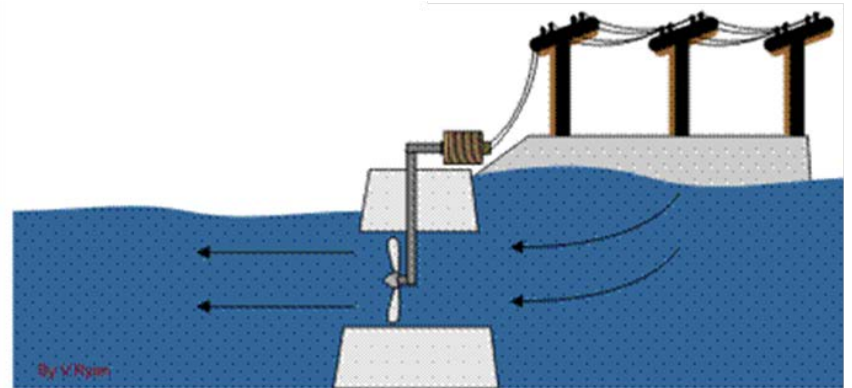
- ទីតាំងត្រូវមានលក្ខណៈសមស្រប
- ការពង្រីកថាមពលមិនអាចធ្វើទៅបាន
- អនុភាពទាបនៅរដូវប្រាំង
- ប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថាន

ថាមពលជំនោរសមុទ្រ

- ថាមពលជំនោរសមុទ្រគឺជាទម្រង់មួយនៃថាមពលវារីអគ្គិសនី ដែលបំប្លែងថាមពលពីជំនោរសមុទ្រទៅជាថាមពលដែលមានទម្រង់ផ្សេងៗមានប្រយោជន៍ ដែលភាគច្រើនទៅជាថាមពលអគ្គិសនី
- អគ្គិសនីត្រូវបានផលិតនៅពេលដែលទឹកថ្លូល និងពេលដែលទឹកចេញ។ ទូរប៊ីនមានលទ្ធភាពផលិតថាមពលក្នុងទិសដៅទាំងពីរ។



TIDE COMING IN



TIDE GOING OUT

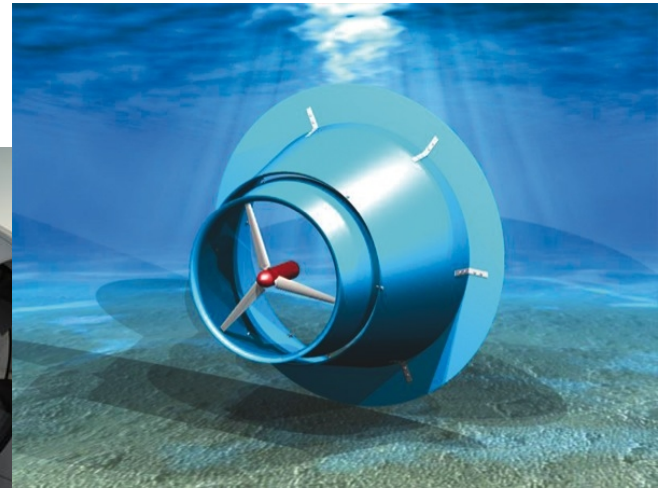
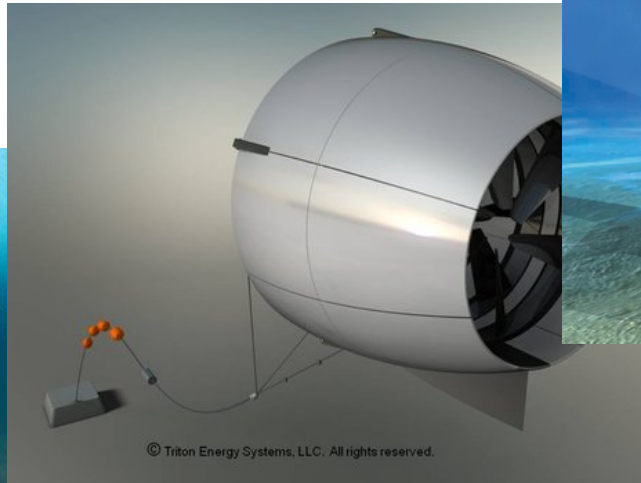
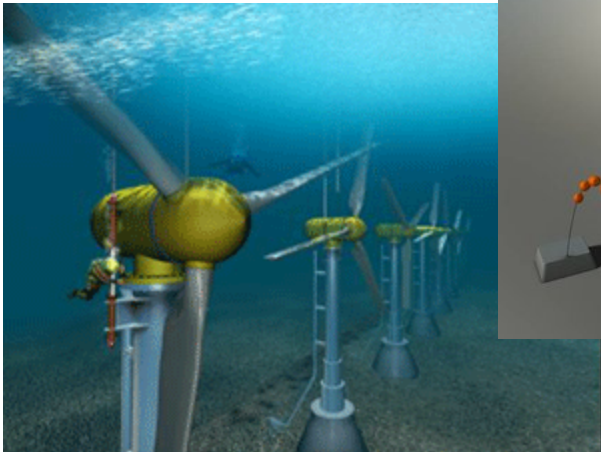
ថាមពលរលកសមុទ្រ

- ថាមពលរលកសមុទ្រគឺការចាប់យកថាមពលដែលមាននៅក្នុងរលកសមុទ្រដើម្បីបំប្លែងទៅជាថាមពលមានប្រយោជន៍ ដូចជាការផលិតទៅជាអគ្គិសនី ការបូមទឹកយកទៅដាក់ក្នុងអាង។
- ថាមពលដែលផលិតបានអាស្រ័យលើកំពស់រលក ល្បឿនរលក ជំហានរលក និងដង់ស៊ីតេរបស់ទឹក



ថាមពលចរន្តសមុទ្រ

- ចរន្តទឹកសមុទ្រហូរដោយកត្តាខ្យល់ ភាពប្រែនៃទឹក សីតុណ្ហភាព ស្ថានភាព topography របស់បាតសមុទ្រ និង ចលនារង្វិលរបស់ផែនដី



គុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិរបស់ថាមពលសមុទ្រ

○ គុណសម្បត្តិ

- កកើតឡើងវិញ
- មិនប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថាន
- ធនធានសម្បូរ
- មានមធ្យោបាយច្រើនក្នុងការទាញយក
- ងាយស្រួលក្នុងការទស្សន៍ទាយ
- មិនធ្វើអោយខូចដល់ដី

○ គុណវិបត្តិ

- សក្តិសមតែក្នុងតំបន់មួយចំនួន
- មានផលប៉ះពាល់ដល់ប្រព័ន្ធអេកូសមុទ្រ
- អាស្រ័យខ្លាំងលើជំហានរលក
- អាស្រ័យខ្លាំងលើអកាសធាតុ
- សំលេងរំខាន និងប៉ះពាល់ដល់ទស្សនីយភាព

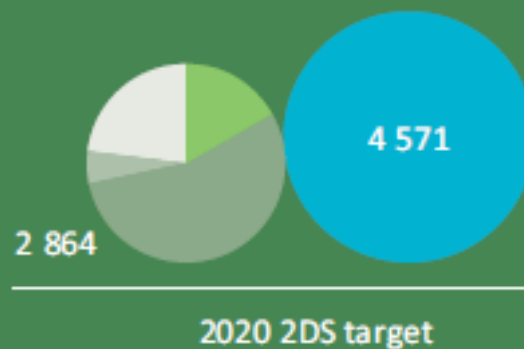
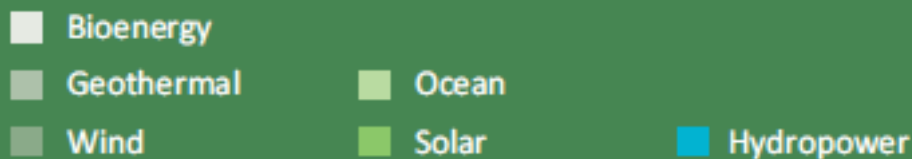
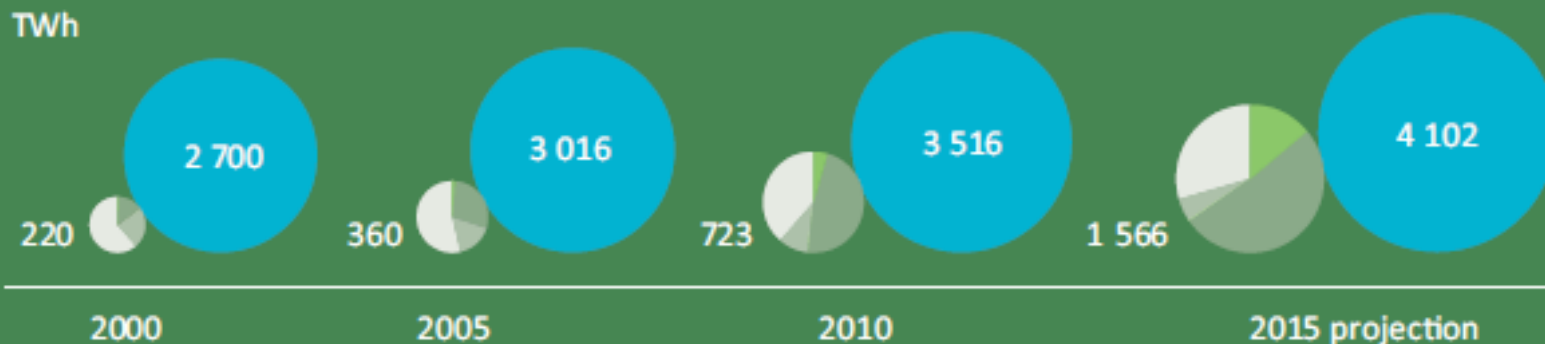
ប្លង់មេរៀន

- និយមន័យនិងចរិតលក្ខណៈរបស់ថាមពលកកើតឡើងវិញ
- បច្ចេកវិទ្យា
- ស្ថិតិក្នុងការអភិវឌ្ឍថាមពលកកើតឡើងវិញ

ស្ថិតិមួយចំនួន – ទូទាំងពិភពលោក

ការផលិតថាមពលកកើតឡើងវិញតាមបច្ចេកវិទ្យា

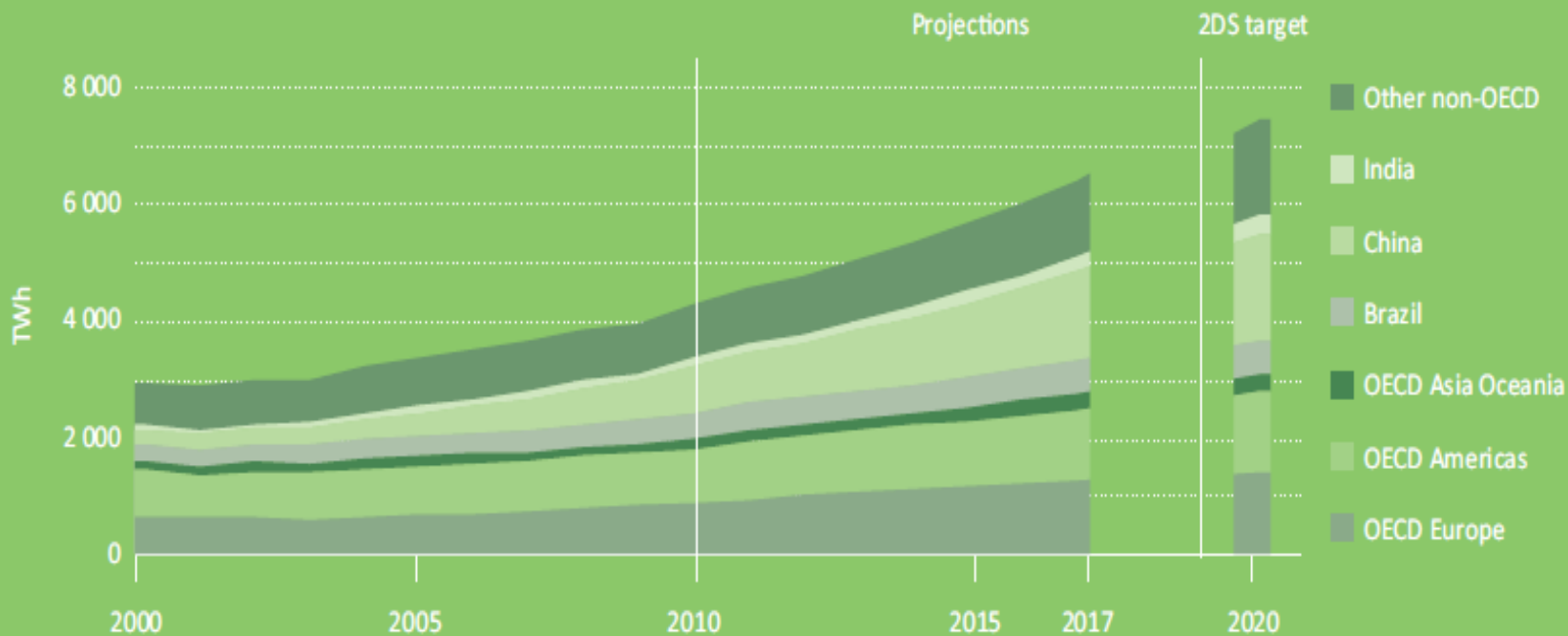
More online 



ស្ថិតិមួយចំនួន – ទូទាំងពិភពលោក

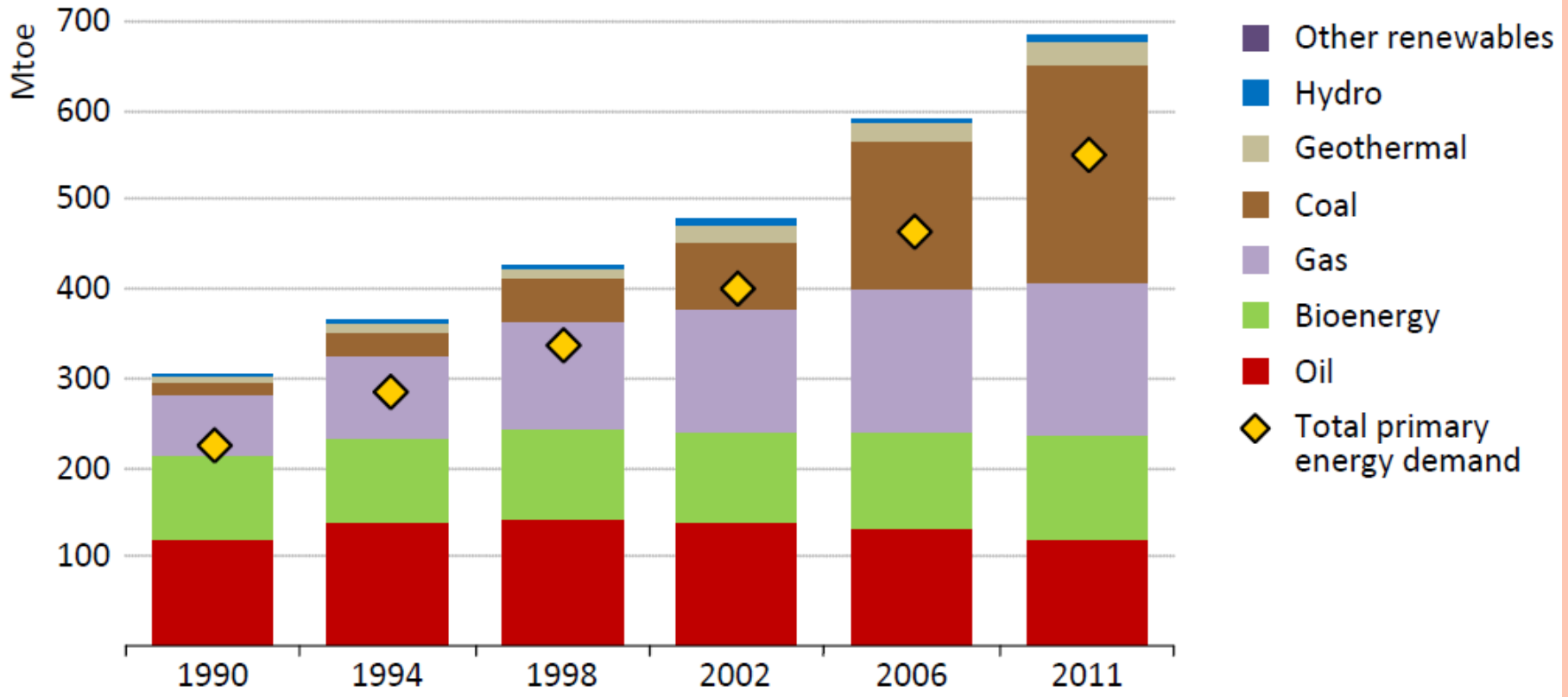
ការផលិតថាមពលកកើតឡើងវិញតាមតំបន់

More online 



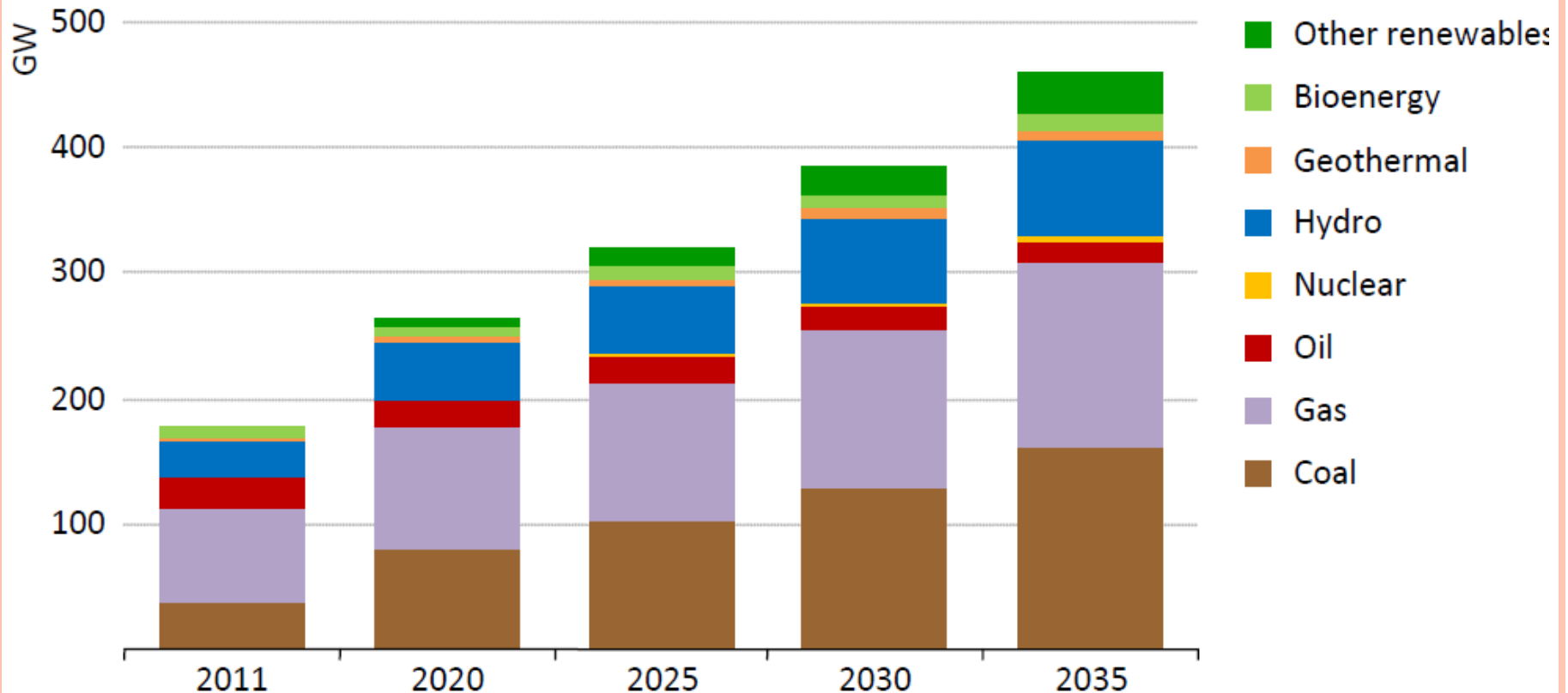
ស្ថិតិមួយចំនួន – ASEAN

○ ការផលិតថាមពលសរុបនៅក្នុងASEAN ដោយធ្វើចំណាត់ថ្នាក់តាមប្រភព



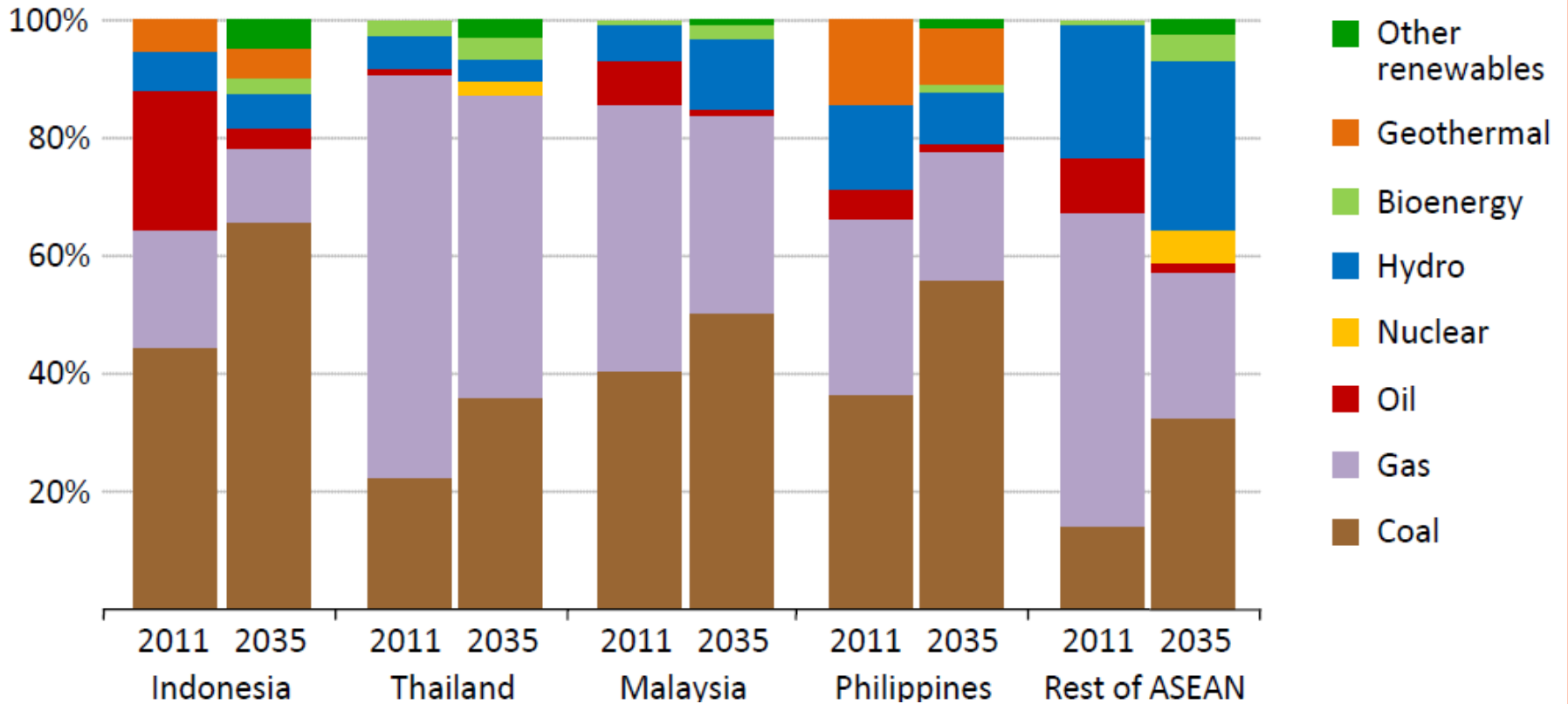
ស្ថិតិមួយចំនួន – ASEAN

○ ទំហំនៃការផលិតអគ្គិសនីនៅក្នុង ASEAN



ស្ថិតិមួយចំនួន – ASEAN

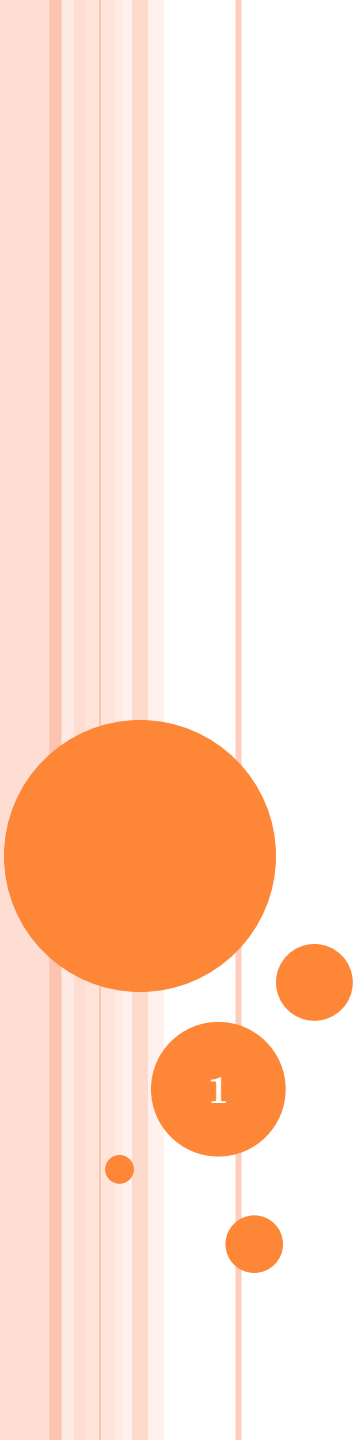
○ ចំណាត់ថ្នាក់នៃការផលិតអគ្គិសនីទៅតាមប្រទេស



ស្ថិតិមួយចំនួន – កម្ពុជា

- ជីវតន្ត្រៈ៖ ផ្ទៃដីដាំដុះល្អឯខ្លះ 1,000 ហិកតា
- ជីវអេតាណាលៈ៖ 36,000 តោន/ឆ្នាំ ផលិតពីដំឡូង
- អគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ៖ 3 MW
- ស្ថានីយអគ្គិសនីសាកអាគុយដេរដោយអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ៖ ~110KW
- ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យថាមផ្ទះ៖ 12,000 ប្រព័ន្ធ
- Biomass gasification: ~90KW
- វារីអគ្គិសនីខ្នាតតូច៖ ~500KW
- វារីអគ្គិសនីខ្នាតធំ៖ ~230MW

សូមអរគុណ



PROMOTION OF ENERGY SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CAMBODIA

ជំពូក ៥៖ ថាមពលកកើតឡើងវិញ
ជំពូក ៥.២៖ អគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ

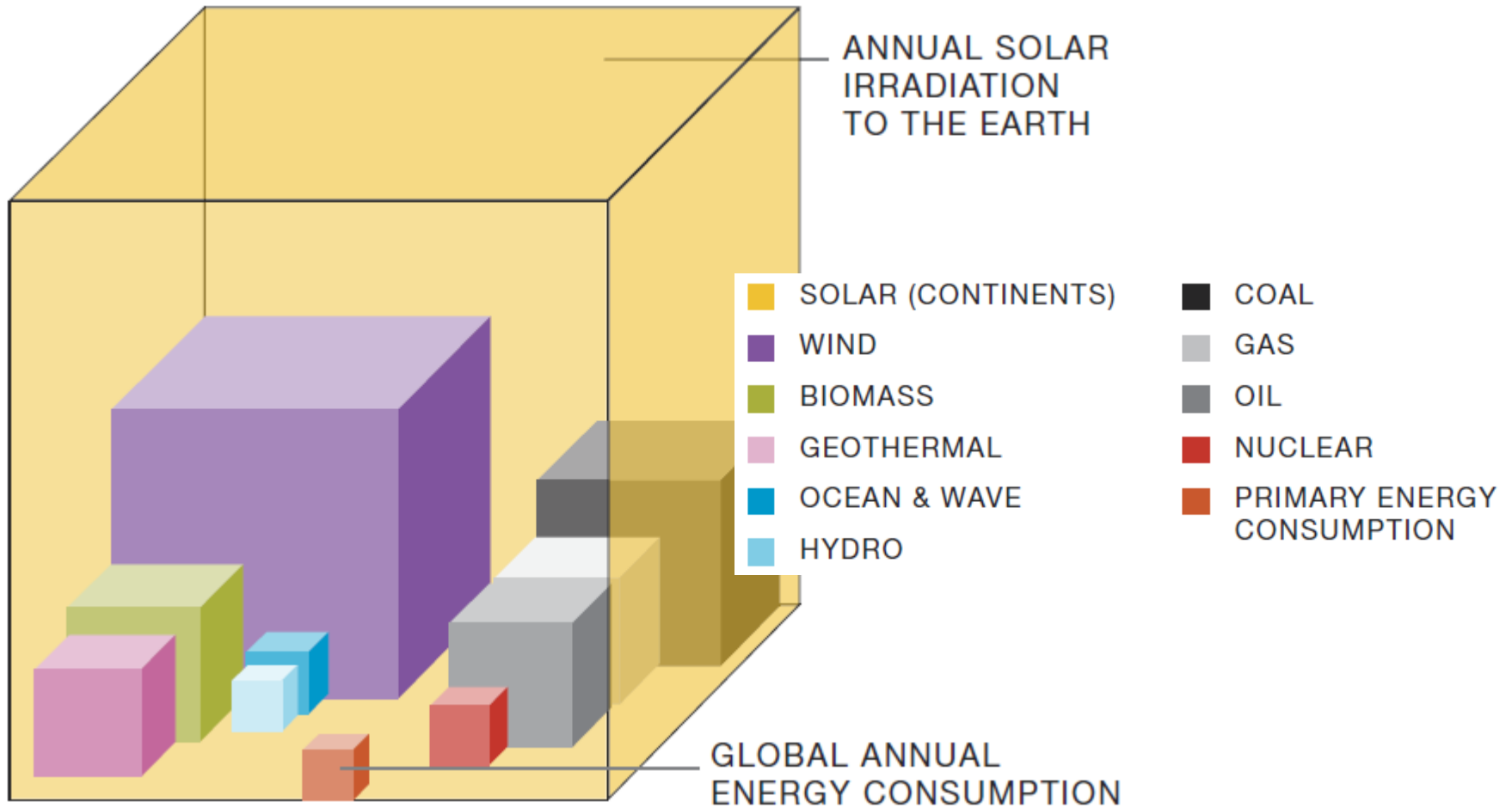
1

បណ្ឌិត ប៊ុន ឡុង
អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អគ្គិសនី និងថាមពល
វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកម្ពុជា

មាតិកា

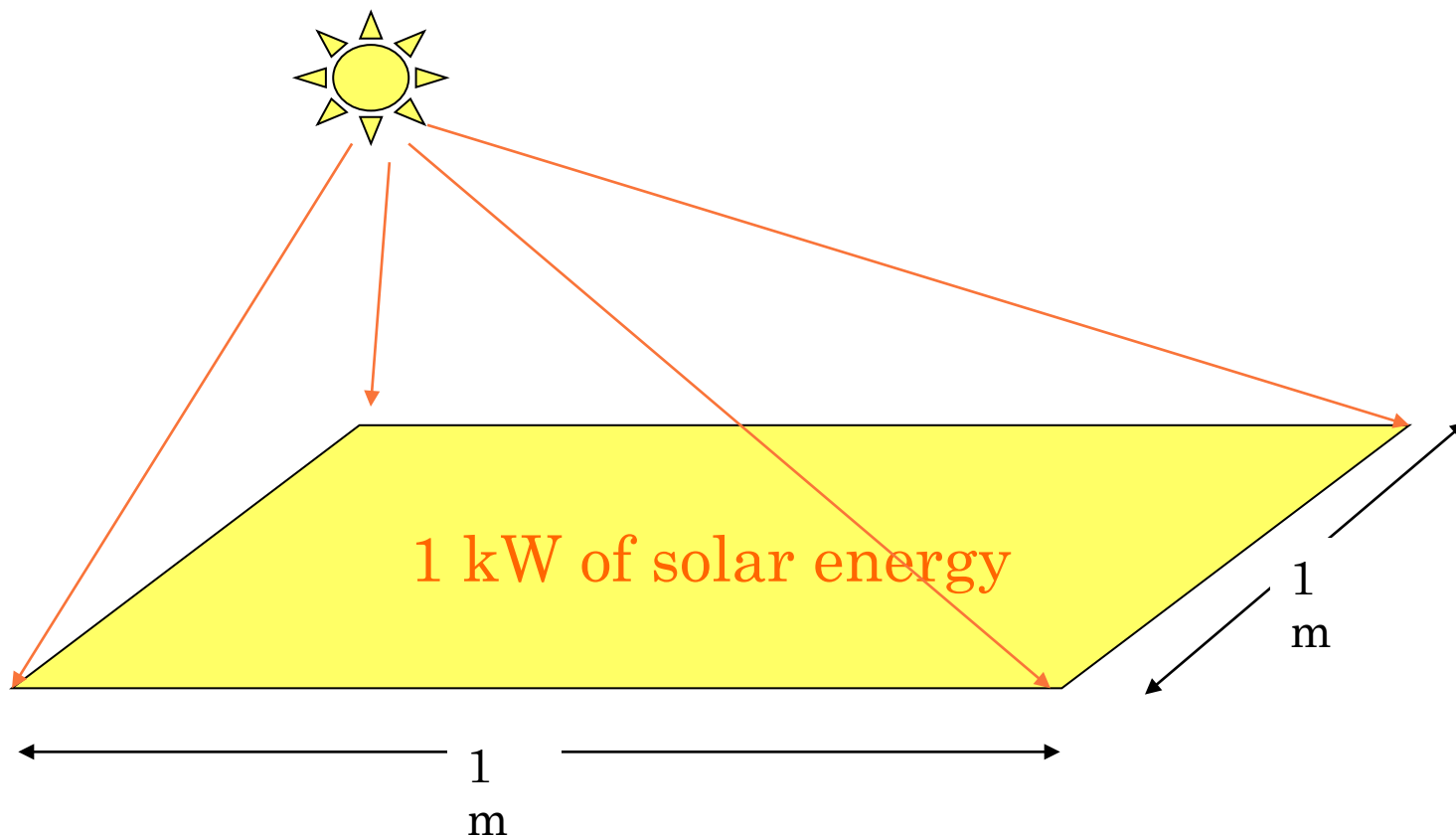
- ធនធានថាមពលព្រះអាទិត្យ
- តើវាដំណើរការដូចម្តេច?
- បច្ចេកវិទ្យា
- ចរិតលក្ខណៈនិងកត្តាដែលប៉ះពាល់
- ប្រភេទប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ
- ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ

ថាមពលដែលអាចរកបាន

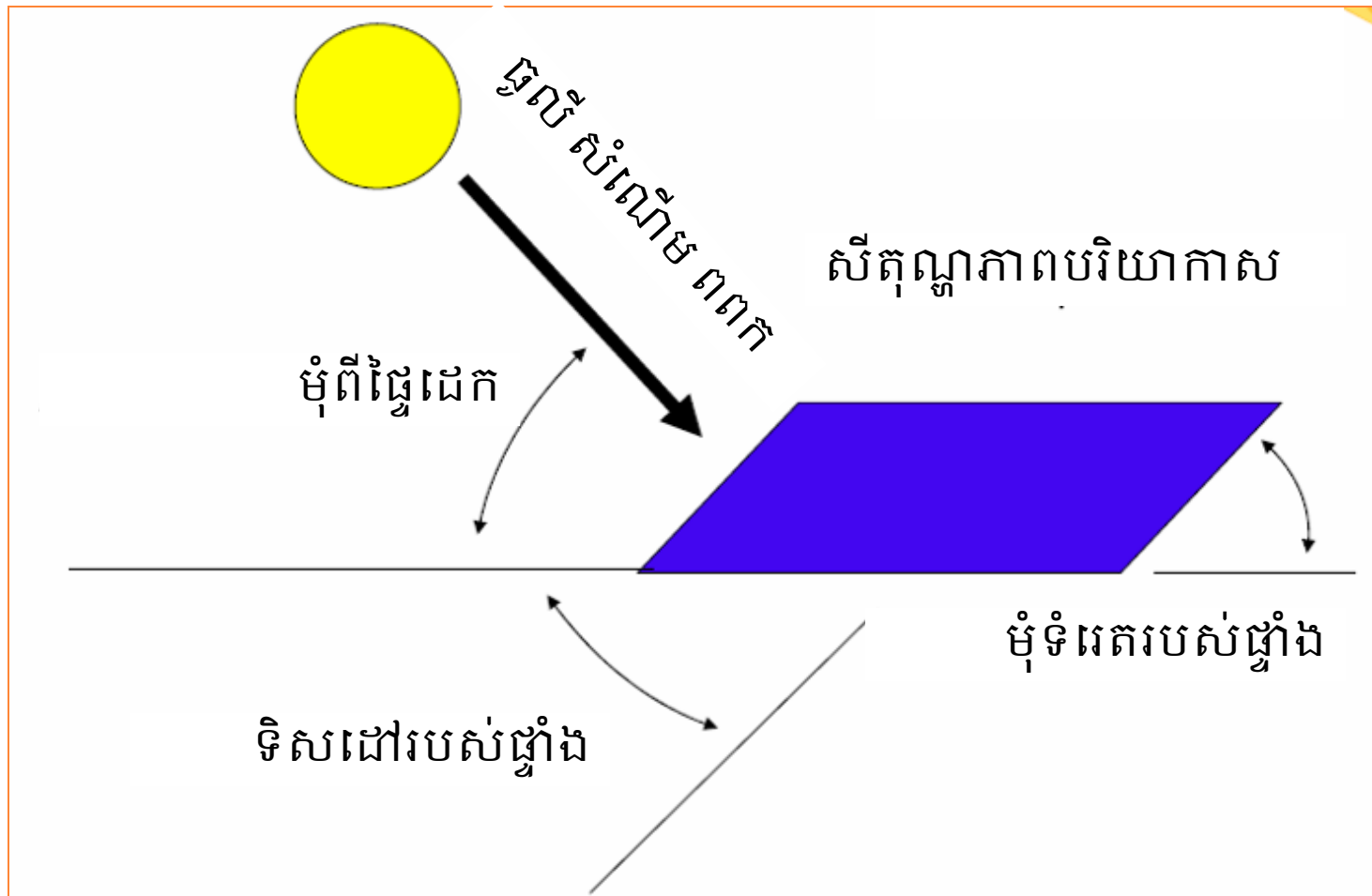


ការស្នើព្រះអាទិត្យនៅលើផ្ទៃផែនដី

- នៅក្រោមផ្ទៃមេឃខៀវស្រស់លាស់ ផ្ទៃផែនដីទទួលអនុភាព 1 kW ក្នុង 1 m^2 ម៉ែត្រក្រលាតព្រះអាទិត្យ។

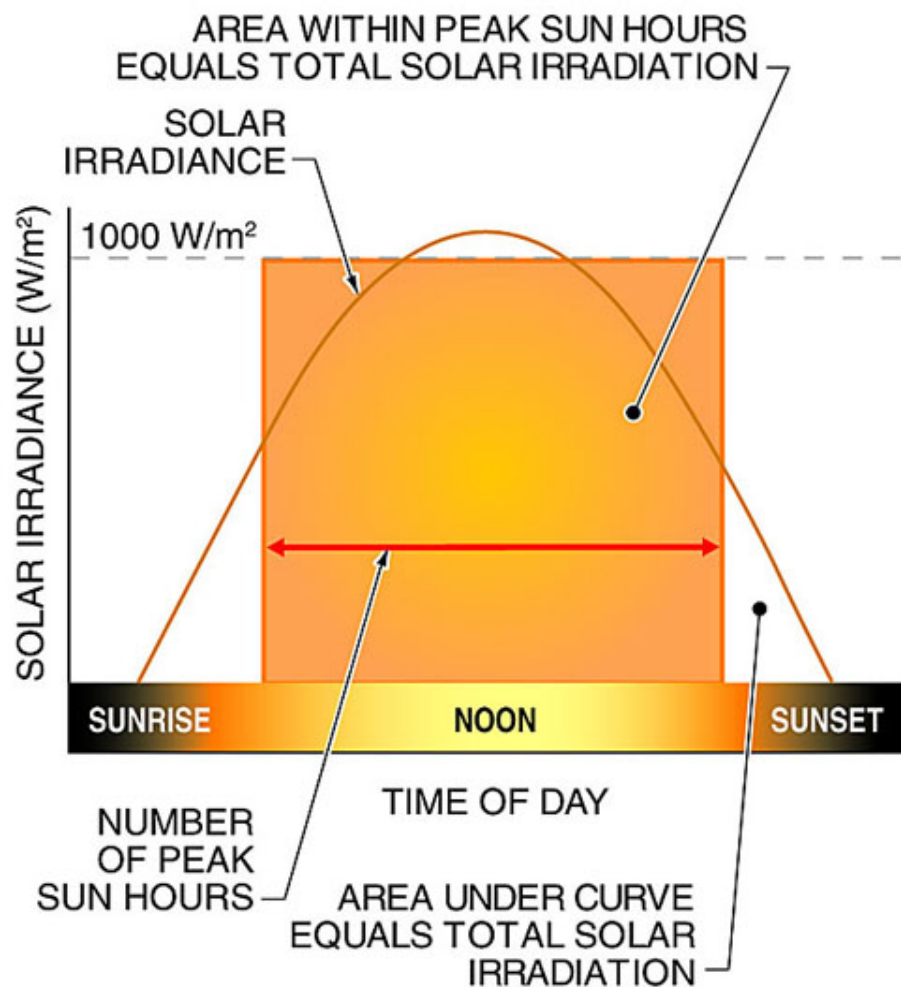


តើអនុភាពផលិតដោយផ្ទាំង PV ប្រែប្រួល អាស្រ័យនឹងកត្តាអ្វី?



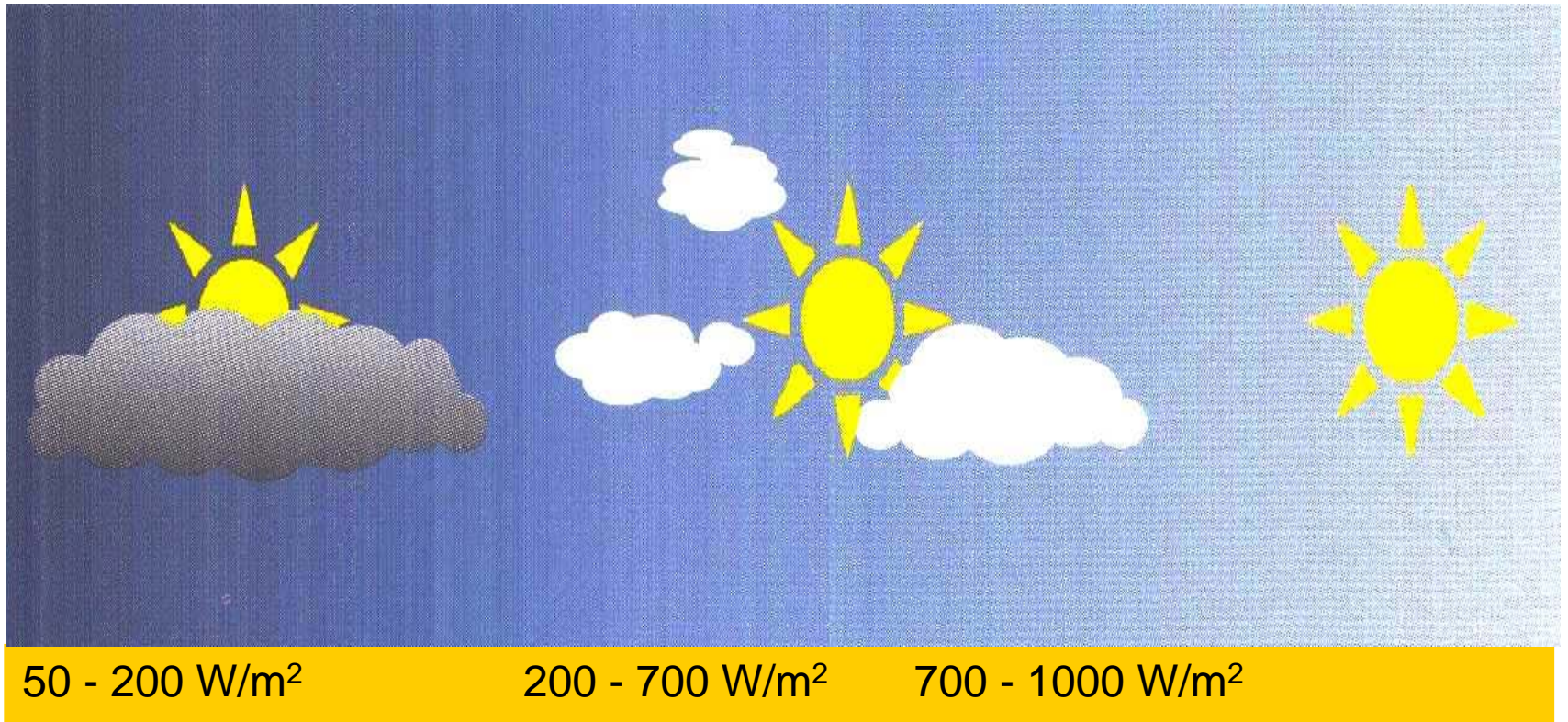
ការស្ទង់ព្រះអាទិត្យ

Peak Sun Hours



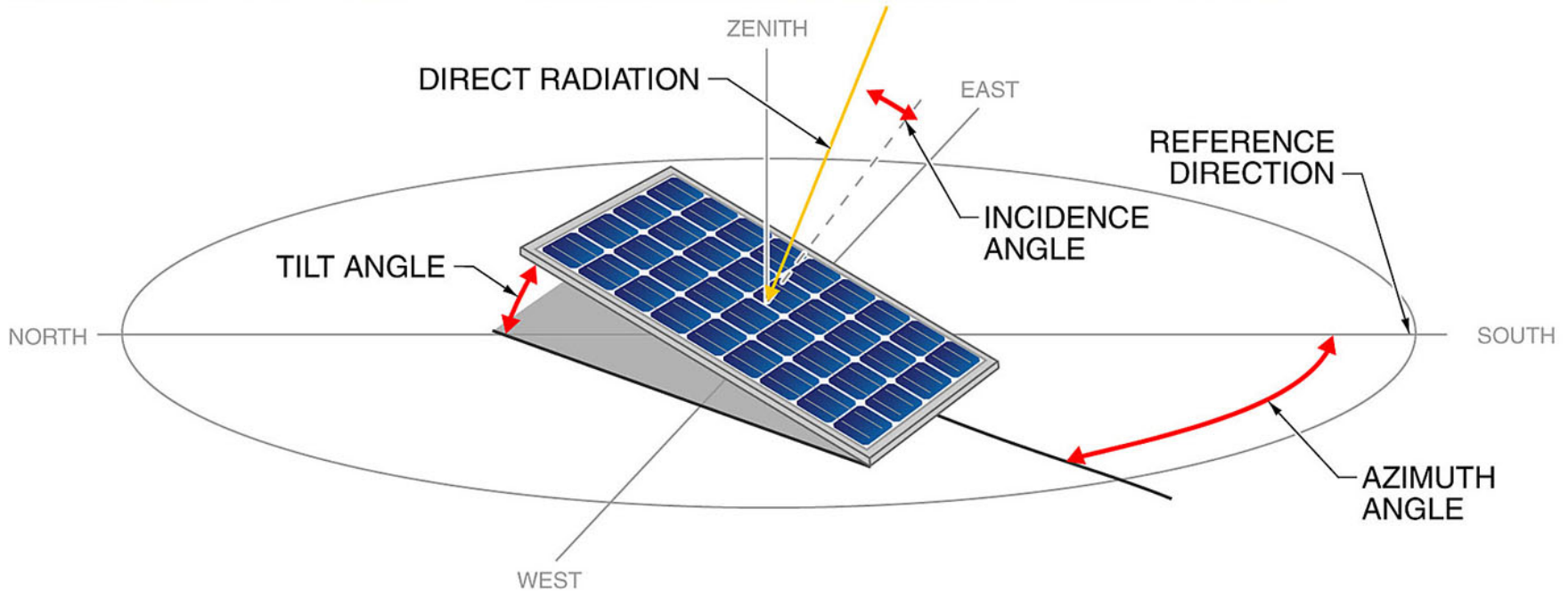
អាំងតង់ស៊ីតេកាំរស្មីព្រះអាទិត្យ

- អាំងតង់ស៊ីតេពន្លឺដែលអាស្រ័យទៅលើភាពស្រលះរបស់បរិយាកាស

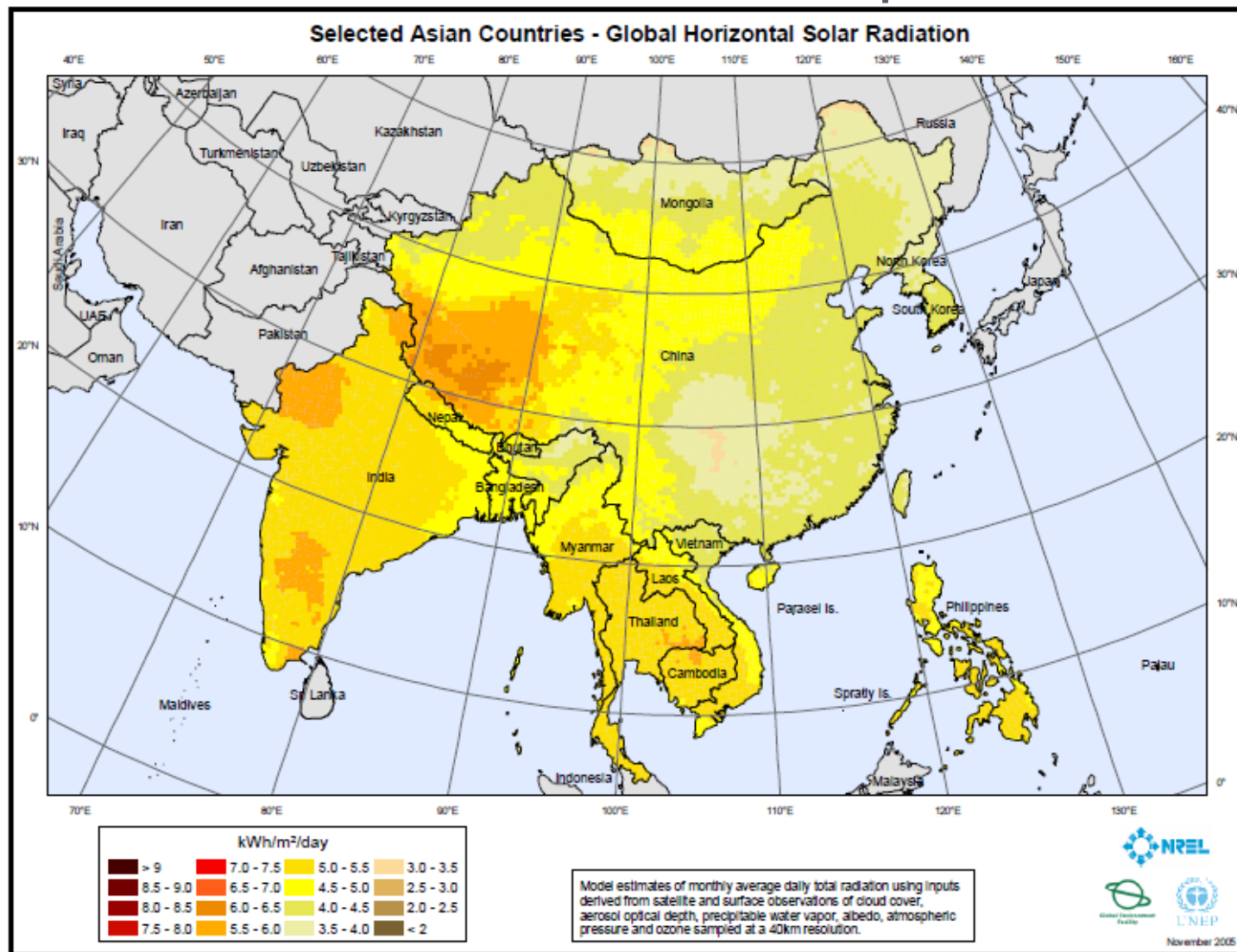


ការតំរង់ទិសរបស់ផ្ទាំងកញ្ចក់

Array Orientation

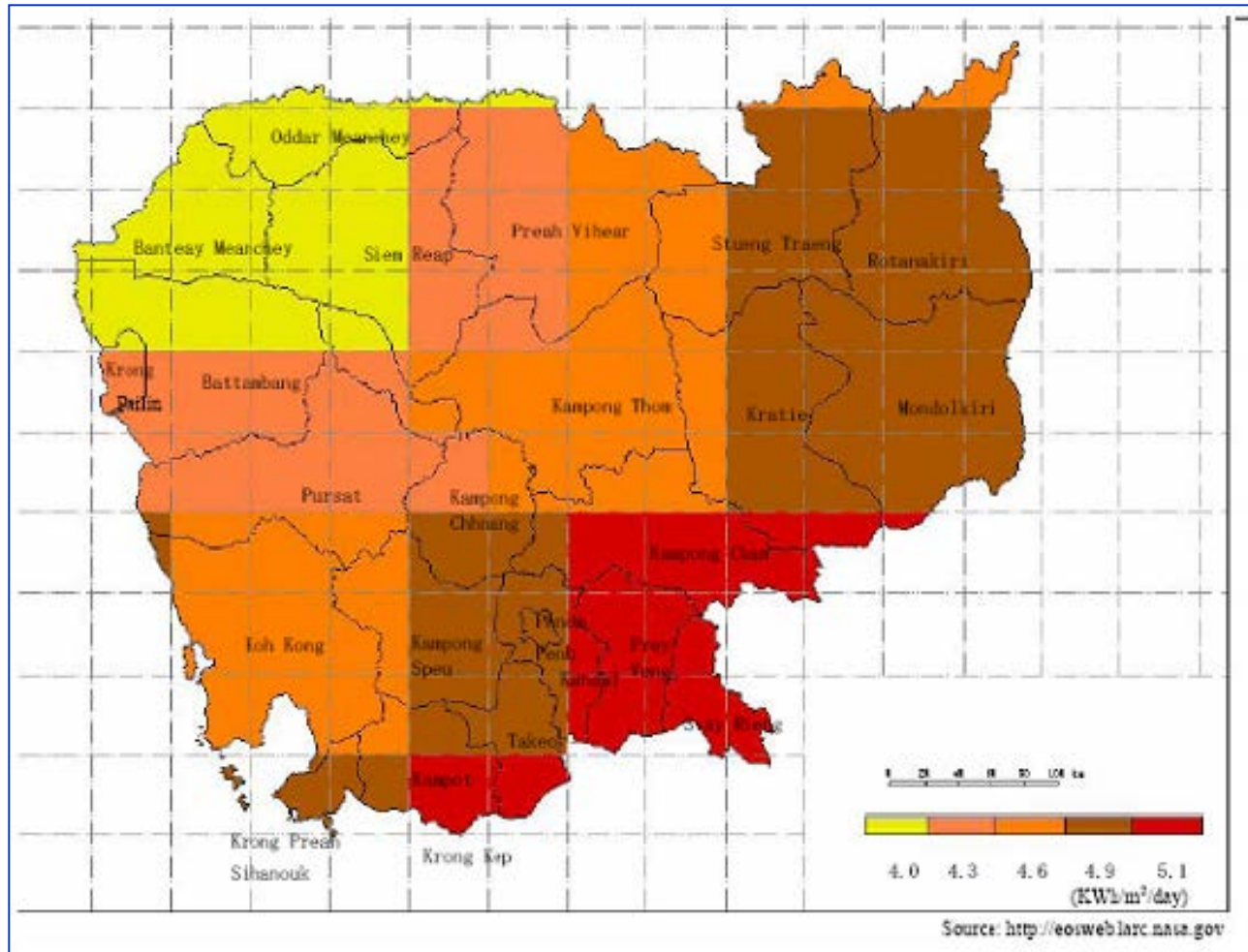


ធនធានថាមពលព្រះអាទិត្យនៅក្នុងអាស៊ី



ធនធានថាមពលព្រះអាទិត្យនៅក្នុងប្រទេស កម្ពុជា

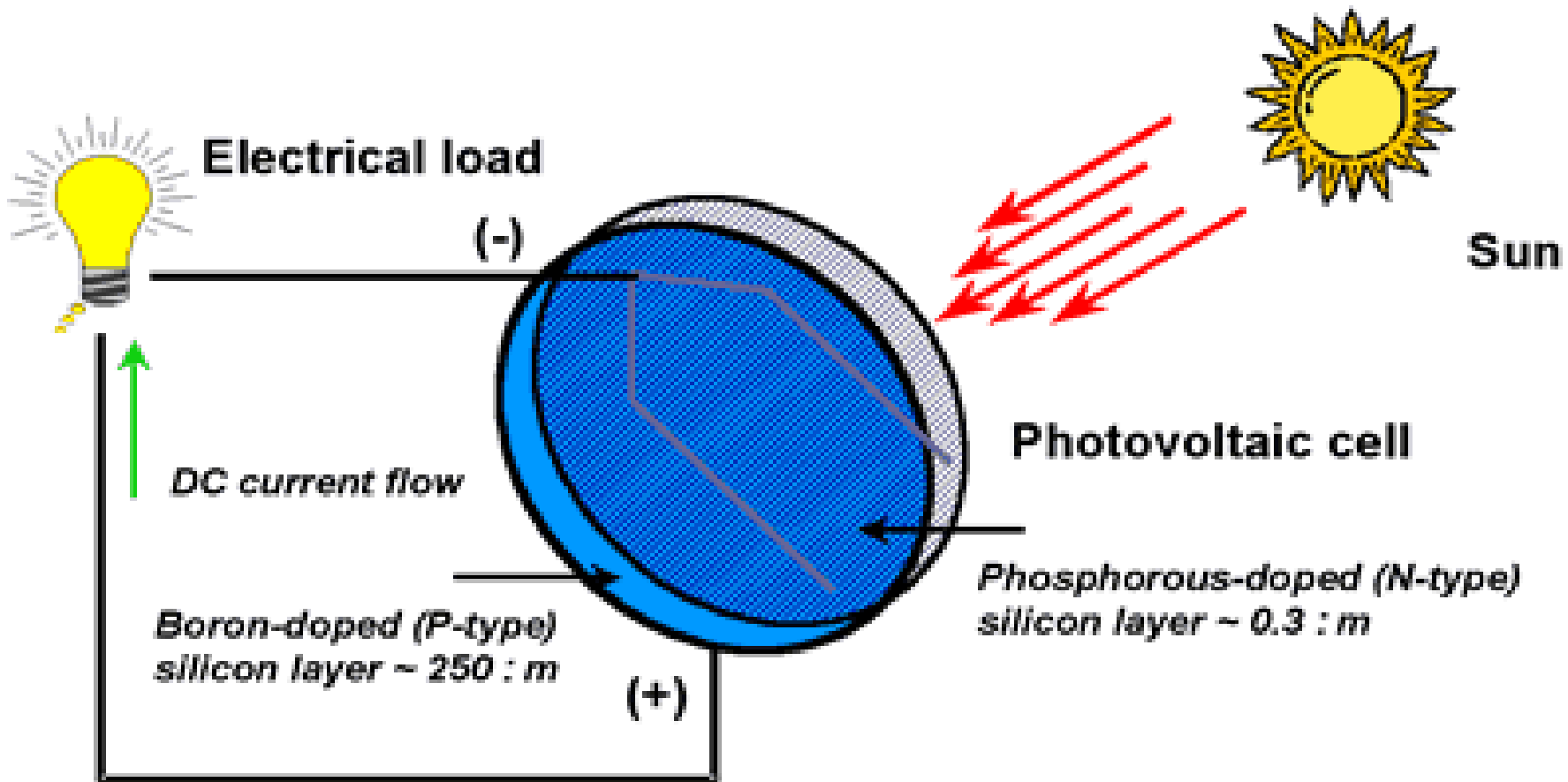
- កំរន្លឹមធ្យមប្រចាំថ្ងៃ: 4.0 - 5.1 kWh/m².day



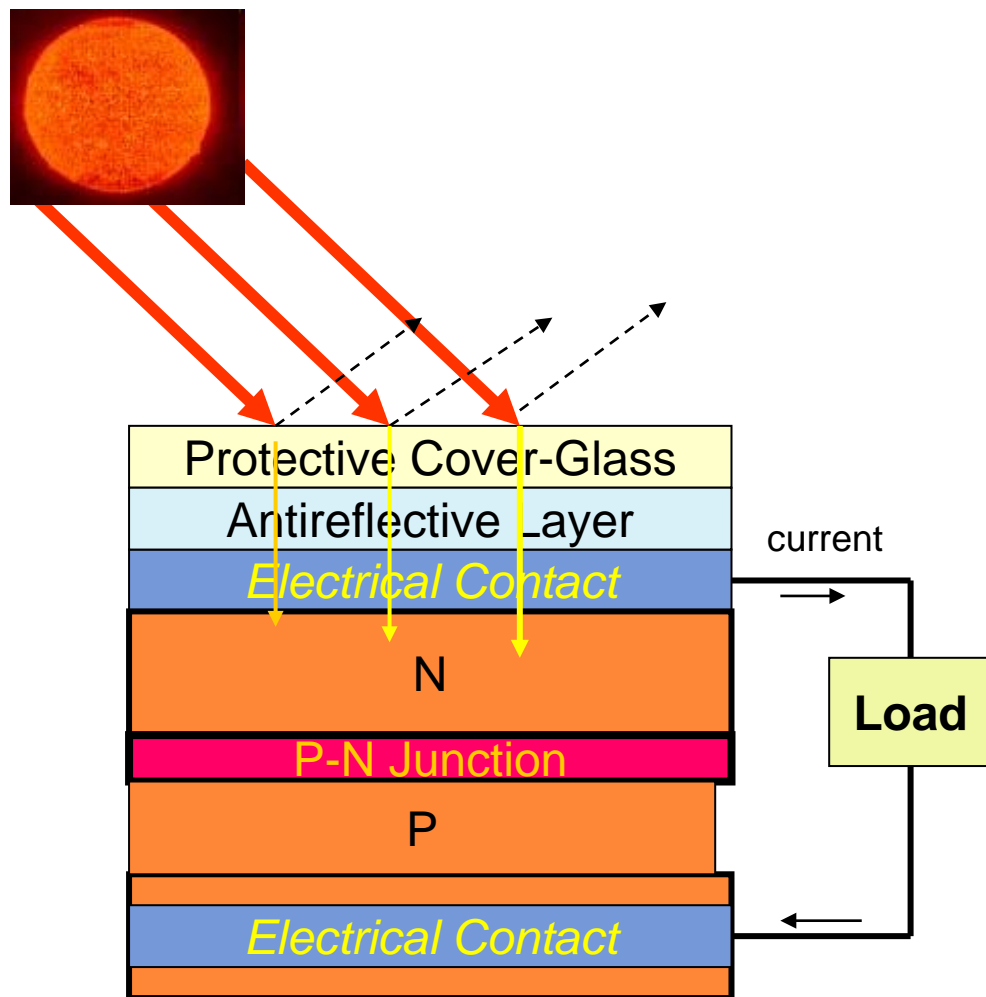
មាតិកា

- ធនធានថាមពលព្រះអាទិត្យ
- តើវាដំណើរការដូចម្តេច?
- បច្ចេកវិទ្យា
- ចរិតលក្ខណៈនិងកត្តាដែលប៉ះពាល់
- ប្រភេទប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ
- ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ

តើ សូឡាសែល ផលិត អគ្គិសនី ដូចម្តេច?

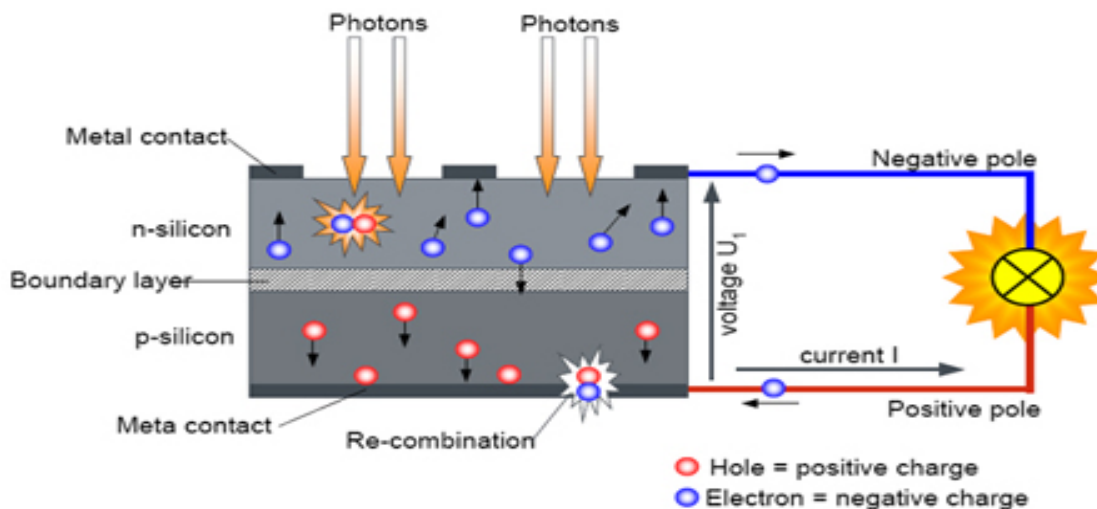


គំនូសបំព្រួញរបស់សូឡាសែល



ដំណាក់កាលនៃការផលិតអគ្គិសនី

- កាំរស្មីព្រះអាទិត្យផ្គុំឡើងដូចភាគល្អិតតូចៗមានឈ្មោះថា ហ្វូតុង
- ហ្វូតុងទាំងនេះត្រូវបានស្រូប និងឆ្លងកាត់សូឡាសែល
- ហ្វូតុងទាំងនេះធ្វើអោយអេឡិចត្រុងត្រង់របស់សារធាតុដែលធ្វើសូឡាសែលមានចលនា
- នៅពេលដែលអេឡិចត្រុងត្រង់ធ្វើបម្លាស់ទី វាបង្កើតបានជាចរន្ត
- នេះជាអគ្គិសនីដែលបង្កើតឡើងដោយសូឡាសែល

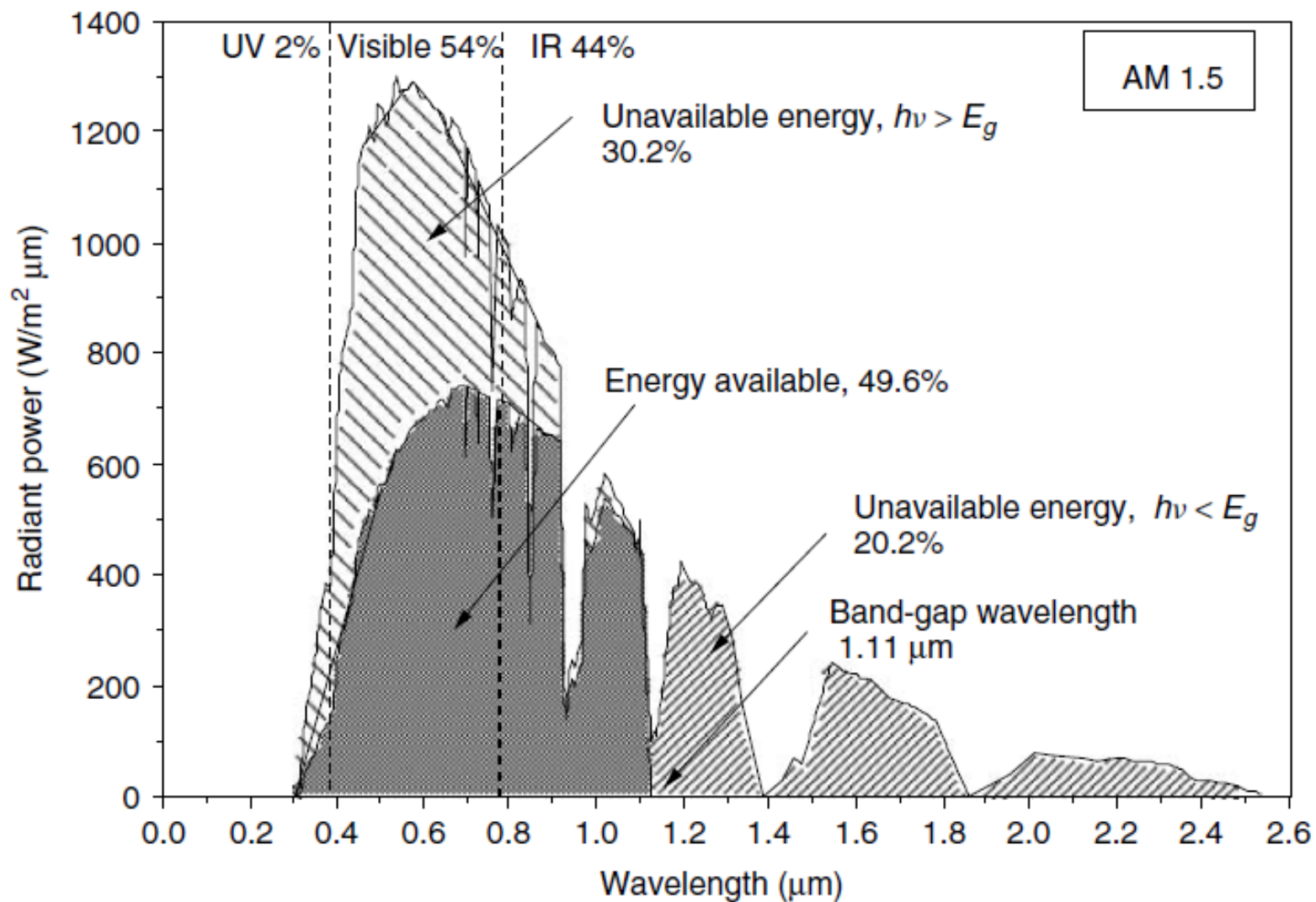


SPECTRUM របស់កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ

- បរិមាណថាមពលចាំបាច់ដើម្បីធ្វើអោយអេឡិចត្រុងមួយមានចលនានៅក្នុងស្ពឺឡាសែលដែលធ្វើពី ស៊ីលីកុងគឺ 1.12 eV
- បរិមាណថាមពលនេះប្រែប្រួលអាស្រ័យនឹងសារធាតុដែលប្រើសម្រាប់ផលិតស្ពឺឡាសែល
- ហ្វូតុងផ្នែកថាមពលដែលអាចធំជាងរឺតូចជាង 1.12 eV អាស្រ័យលើប្រភេទកម្មរស្មី

Quantity	Si	GaAs	CdTe	InP
Band gap (eV)	1.12	1.42	1.5	1.35
Cut-off wavelength (μm)	1.11	0.87	0.83	0.92

SPECTRUM របស់កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ



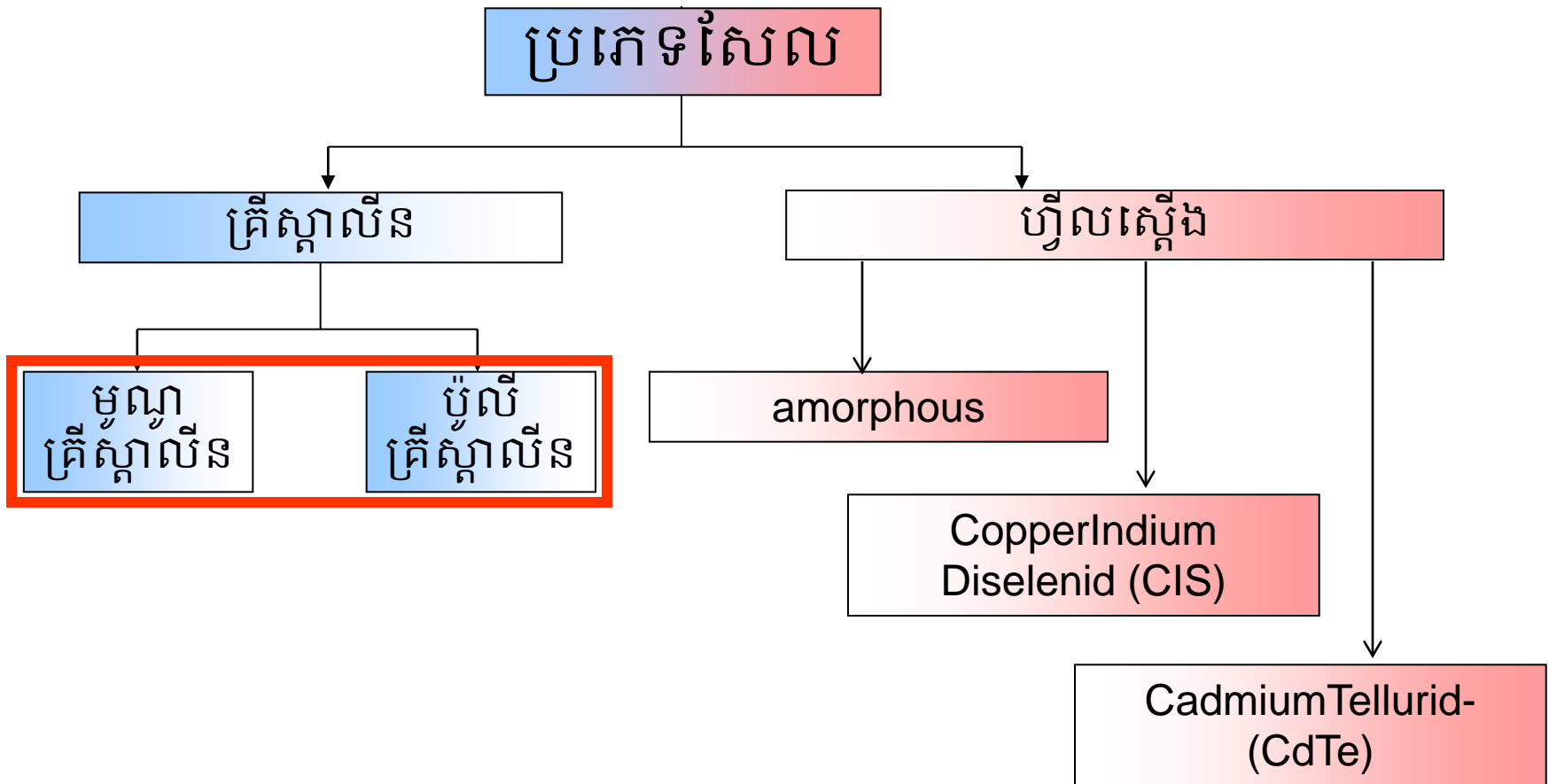
SPECTRUM របស់កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ

- 20.2% នៃថាមពលនៅក្នុង spectrum ត្រូវបានបាត់ដោយសារថាមពលទាបពេក និង 30.2% ត្រូវបានបាត់ដោយសារថាមពលខ្ពស់ពេក
- ថាមពលដែលនៅសល់ 49.6% គឺជាថាមពលអតិបរមាដែលអាចទាញយកពីព្រះអាទិត្យបាន
- កត្តាផ្សេងៗទៀតដែលធ្វើអោយទិន្នផលផលិតធ្លាក់ចុះរួមមាន៖
 - ការផ្គុំគ្នាឡើងវិញរវាង holes និង electrons មុនវាបង្កើតទៅជាថ្នាំអគ្គិសនី
 - ហ្វូតុងមួយចំនួនត្រូវបានផ្តាត់ រមួយឆ្លងកាត់ផ្ទៃរបស់សូឡាសែល រមួយវាត្រូវបានរាំងស្ទះដោយរបាណោហ្វៈដែលប្រើសម្រាប់ប្រមូលថ្នាំដែលផលិតដោយសូឡាសែល
 - វេស៊ីស្តង់ក្នុងរបស់សូឡាសែល

មាតិកា

- ធនធានថាមពលព្រះអាទិត្យ
- តើវាដំណើរការដូចម្តេច?
- បច្ចេកវិទ្យា
- ចរិតលក្ខណៈនិងកត្តាដែលប៉ះពាល់
- ប្រភេទប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ
- ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ

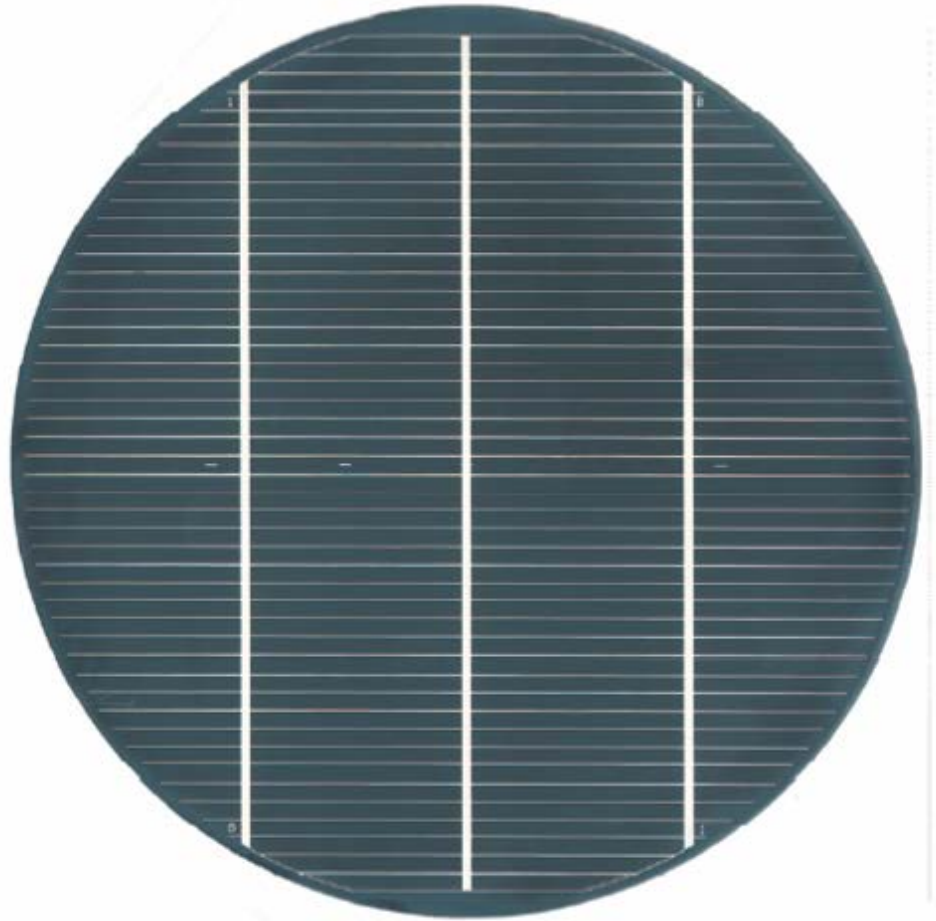
បច្ចេកវិទ្យាសូឡាសែល



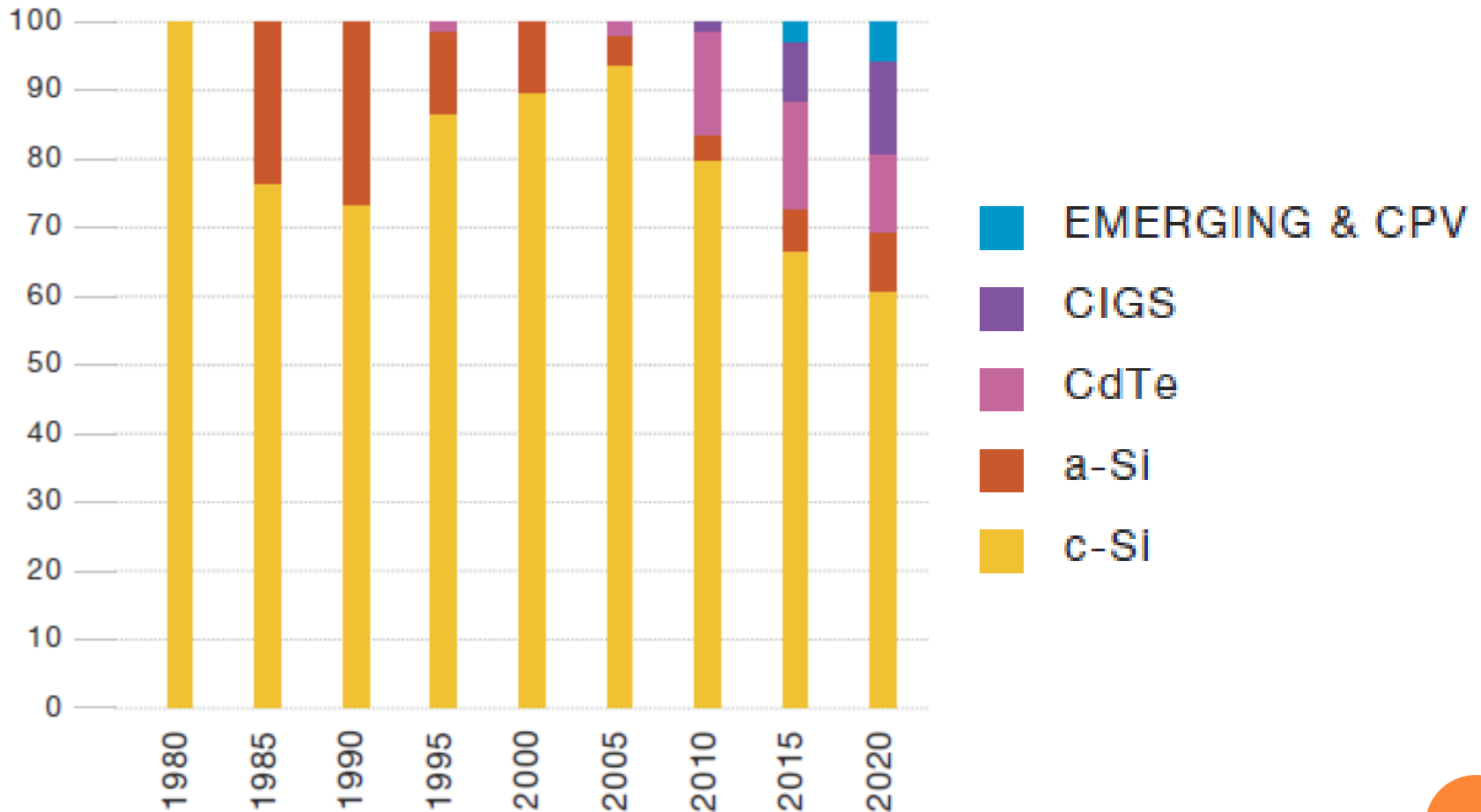
ប៉ូលីគ្រីស្តាលីន



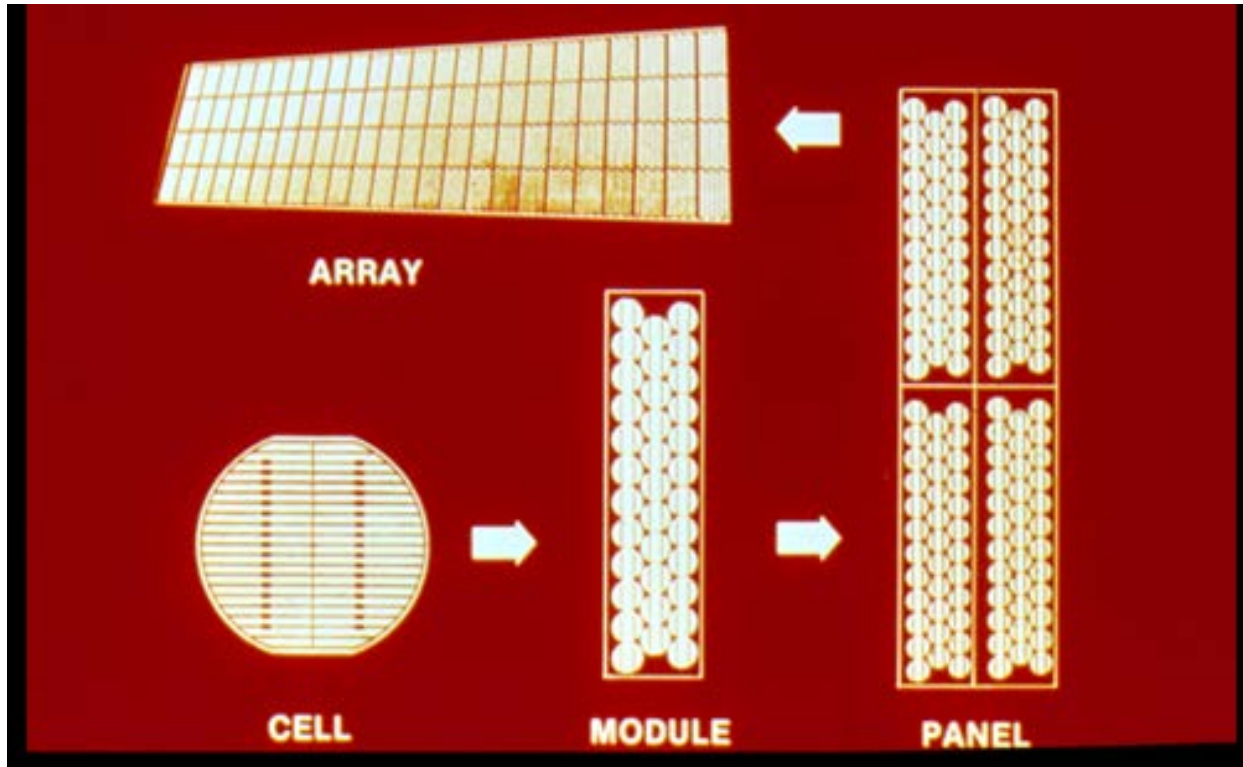
ម៉ូឌុលត្រីស្កាលែន



បំណែងចែកទីផ្សាររបស់បច្ចេកវិទ្យាសូឡាសែល



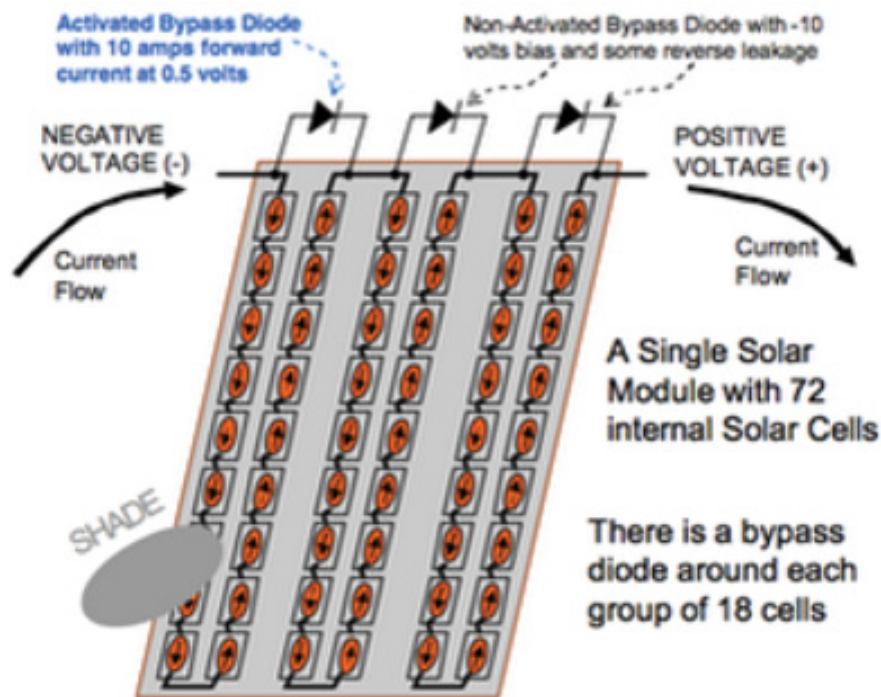
ពីសូឡាសែលទៅ ARRAY



- តង់ស្យុងចំហររបស់សូឡាសែលមួយប្រហែល 0.5V
- សូឡាសែលត្រូវបានតភ្ជាប់ជាស៊េរីដើម្បីតំលើងតុំស្យុង
- ម៉ូឌុលត្រូវបានតភ្ជាប់ជាខ្នងដើម្បីតំលើងចរន្ត

ពីសូឡាសែលទៅ ARRAY

- ចំនួនសែលក្នុងមួយផ្ទាំង៖ 36, 54, 60, 72, 96
- ជាទូទៅ៖
 - 36 សែលសម្រាប់ប្រព័ន្ធ 12 វ៉ុល
 - 72 សែលសម្រាប់ប្រព័ន្ធ 24 វ៉ុល
- ឌីយ៉ូដ Bypass

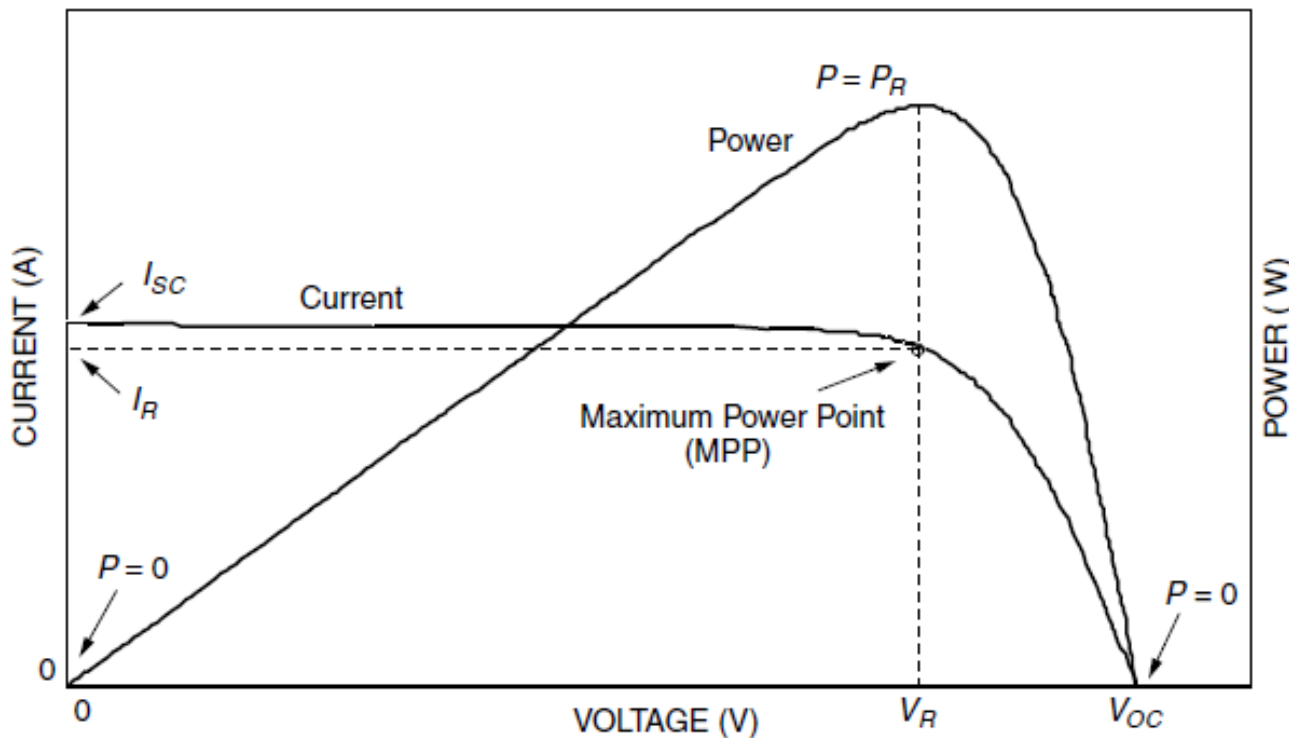


មាតិកា

- ធនធានថាមពលព្រះអាទិត្យ
- តើវាដំណើរការដូចម្តេច?
- បច្ចេកវិទ្យា
- ចរិតលក្ខណៈនិងកត្តាដែលប៉ះពាល់
- ប្រភេទប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ
- ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ

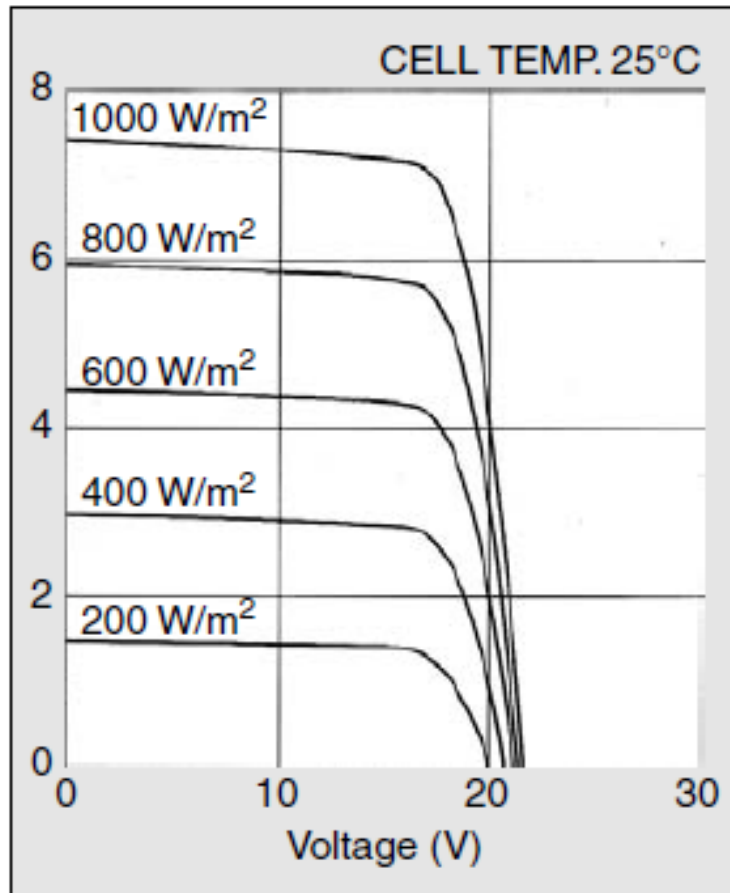
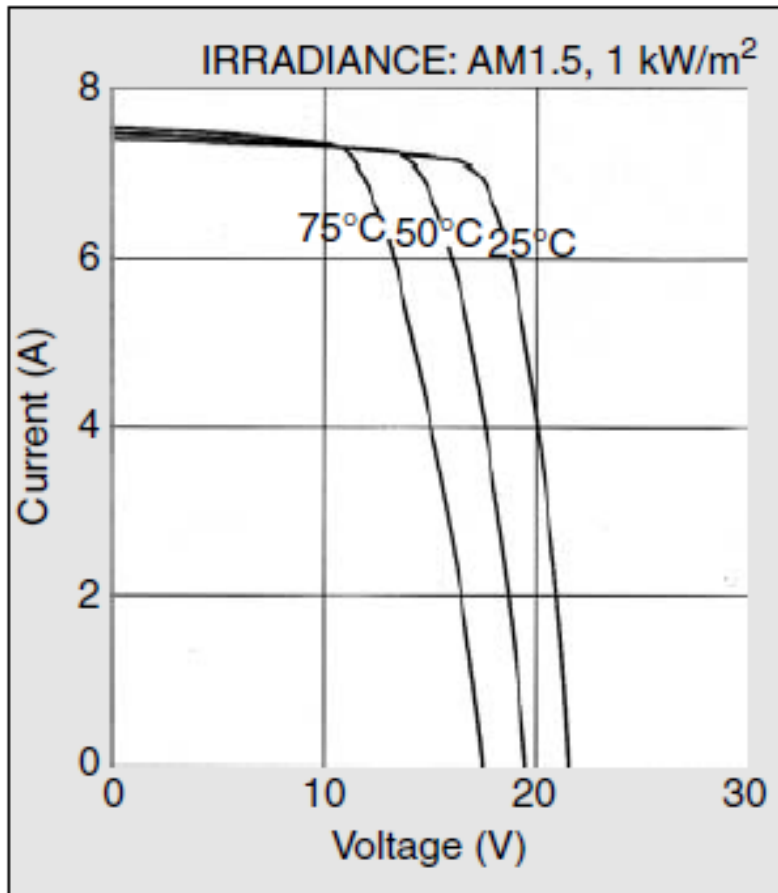
ចរិតលក្ខណៈចរន្ត-តង់ស្យុងរបស់សូឡាសែល

- ចំណុចសំខាន់ៗនៅលើចរិតលក្ខណៈចរន្ត-តង់ស្យុងរបស់សូឡាសែល
 - ចរន្តឆ្លងក្លើង (I_{sc})
 - តង់ស្យុងសៀគ្វីចំហ (V_{oc})
 - ចំនុចអានុភាពអតិបរមា (MPP)



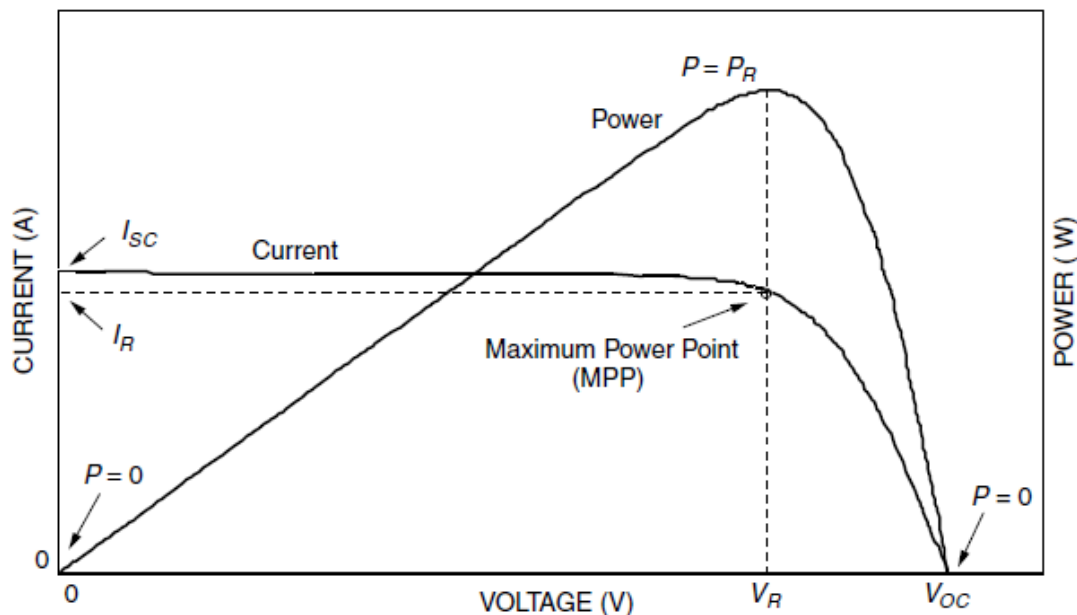
ការប្រែប្រួលនៃចរិតលក្ខណៈរបស់សូឡាសែល

- ឥទ្ធិពលនៃសីតុណ្ហភាព និងកំរន្តព្រះអាទិត្យទៅលើចរិតលក្ខណៈរបស់សូឡាសែល



លក្ខខណ្ឌតេស្តស្តង់ដារ (STC)

- លក្ខខណ្ឌតេស្តស្តង់ដារ Standard Test Conditions:
 - កាំរស្មីព្រះអាទិត្យ 1 kW/m^2 (1 sun)
 - Air mass ratio of 1.5 (AM 1.5).
 - សីតុណ្ហភាពរបស់សែលគឺ 25°C (សូមសំគាល់ថានេះមិនមែនជាសីតុណ្ហភាពរបស់បរិយាកាសទេ តែជាសីតុណ្ហភាពរបស់សែល).



ឧទាហរណ៍នៃ ចរិតលក្ខណៈរបស់ផ្ទាំង PV

Manufacturer	Kyocera	Sharp	BP	Uni-Solar	Shell
Model	KC-120-1	NE-Q5E2U	2150S	US-64	ST40
Material	Multicrystal	Polycrystal	Monocrystal	Triple junction a-Si	CIS-thin film
Number of cells n	36	72	72		42
Rated Power $P_{DC,STC}$ (W)	120	165	150	64	40
Voltage at max power (V)	16.9	34.6	34	16.5	16.6
Current at rated power (A)	7.1	4.77	4.45	3.88	2.41
Open-circuit voltage V_{OC} (V)	21.5	43.1	42.8	23.8	23.3
Short-circuit current I_{SC} (A)	7.45	5.46	4.75	4.80	2.68
Length (mm/in.)	1425/56.1	1575/62.05	1587/62.5	1366/53.78	1293/50.9
Width (mm/in.)	652/25.7	826/32.44	790/31.1	741/29.18	329/12.9
Depth (mm/in.)	52/2.0	46/1.81	50/1.97	31.8/1.25	54/2.1
Weight (kg/lb)	11.9/26.3	17/37.5	15.4/34	9.2/20.2	14.8/32.6
Module efficiency	12.9%	12.7%	12.0%	6.3%	9.4%

FILL FACTOR (FF)

- Fill Factor (FF) គឺជាកត្តាមួយដែលគេប្រើសម្រាប់វាស់ពីស្ថានភាពសុខភាពរបស់ផ្ទាំង
- Fill Factor (FF) គឺជាផលធៀបរវាងអនុភាពអតិបរមា និងផលគុណរវាង V_{OC} និង I_{SC} .

$$\text{Fill factor (FF)} = \frac{\text{Power at the maximum power point}}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{V_R I_R}{V_{oc} I_{sc}}$$

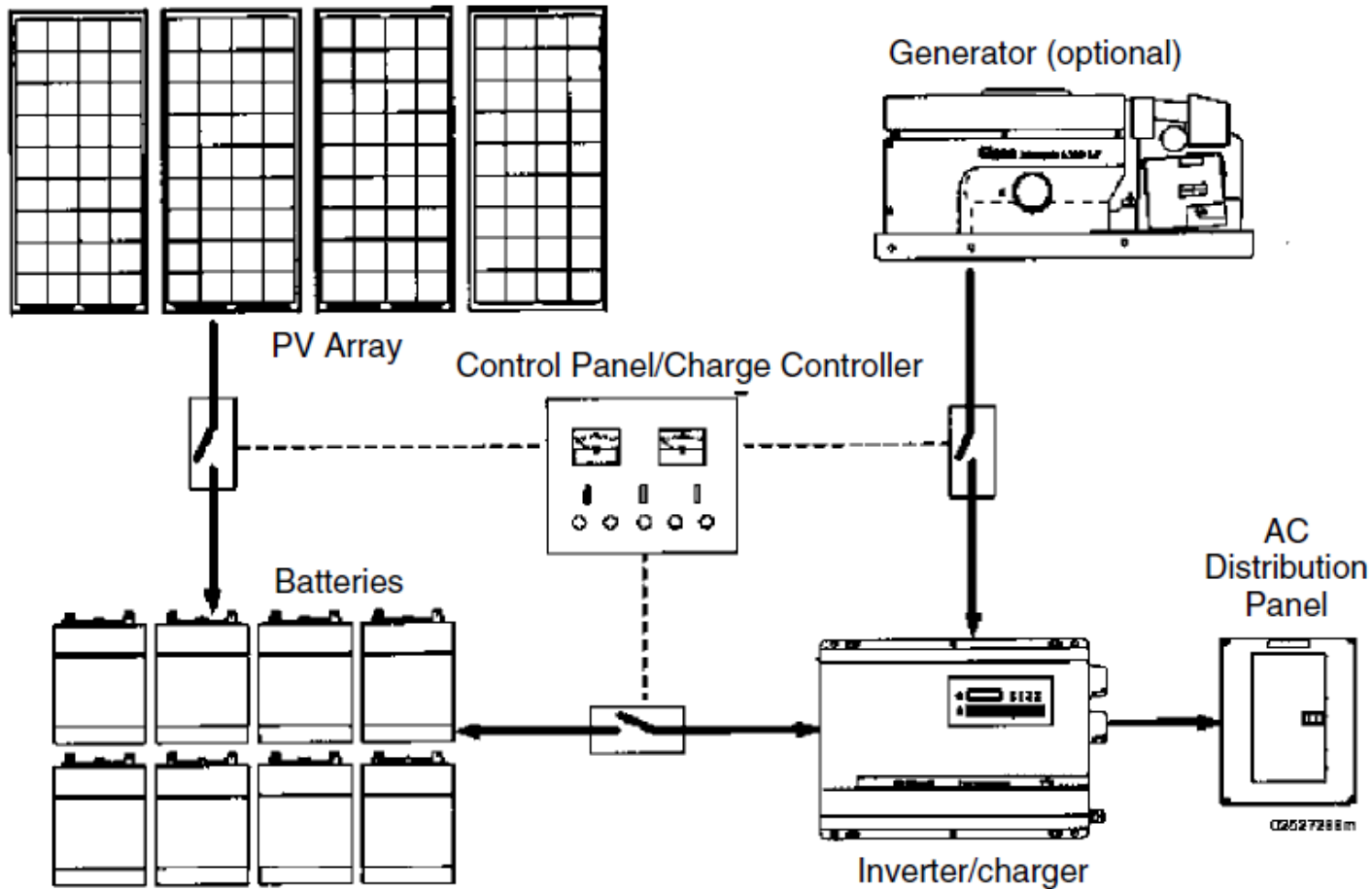
- Fill factors នៃផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យដែលធ្វើពី ស៊ីលីកូនមានតម្លៃចន្លោះ 70–75% និង 50–60% សម្រាប់ផ្ទាំងកញ្ចក់ប្រភេទ amorphous-Si

មាតិកា

- ធនធានថាមពលព្រះអាទិត្យ
- តើវាដំណើរការដូចម្តេច?
- បច្ចេកវិទ្យា
- ចរិតលក្ខណៈនិងកត្តាដែលប៉ះពាល់
- ប្រភេទប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ
- ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ

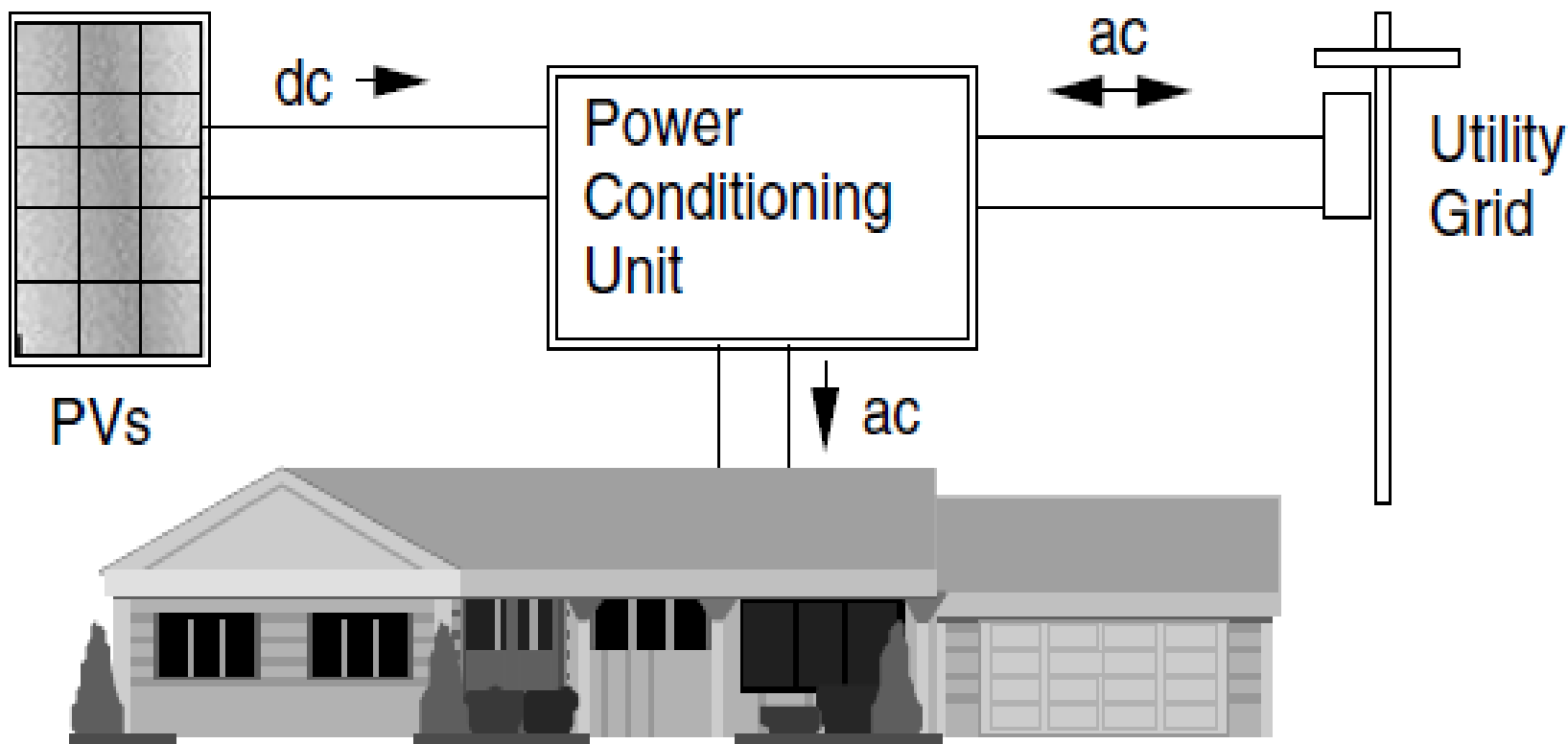
ប្រព័ន្ធដើរដោយឯង

- ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យដែលដើរដោយឯង

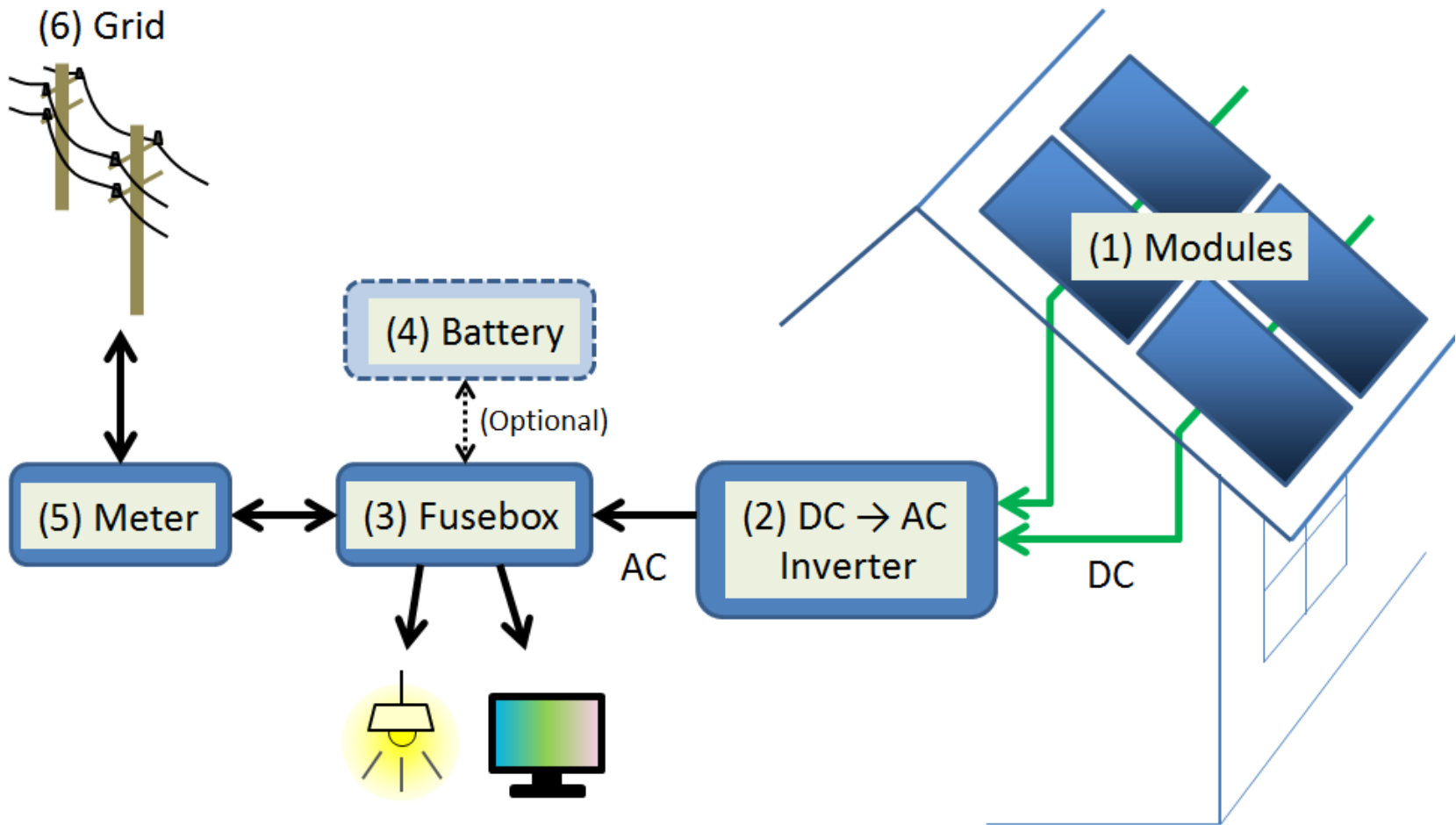


ប្រព័ន្ធគ្នាប់ទៅបណ្តាញ

- ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យដែលគ្នាប់ទៅបណ្តាញ



អាំងវែទ័រ (INVERTER)

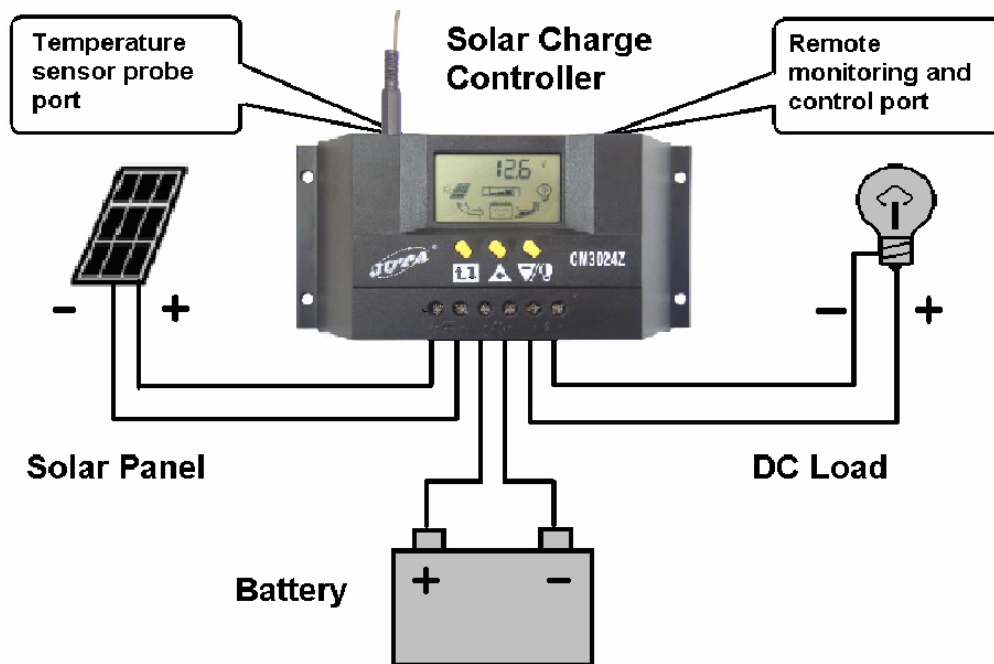


អាំងវែរទ័រ (INVERTER)

- តួនាទីរបស់អាំងវែរទ័រគឺបម្រើបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីដែលផលិតដោយ ដាច់ពីកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនីដែលទាមទារដោយ បំប្លែង
- ចរិតលក្ខណៈរបស់អាំងវែរទ័រ
 - គុណភាពអនុភាព
 - ទម្រង់រលក
 - Total harmonic distortion
 - តង់ស្យុងផ្នែកខាងចូលនិងខាងចេញ (តង់ស្យុងចូលត្រូវ បានកំណត់ដោយតង់ស្យុងរបស់អាគ្គិយ, តង់ស្យុងចេញ ត្រូវបានកំណត់ដោយបំប្លែង)
 - អនុភាពអតិបរមា
 - ទិន្នផលរបស់អាំងវែរទ័រ
 - លទ្ធភាពក្នុងការភ្ជាប់ទៅធាតុផ្សេងៗទៀត
 - អាំងវែរទ័រផ្សេងៗទៀត
 - បណ្តាញអគ្គិសនី

ឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យអាគុយ

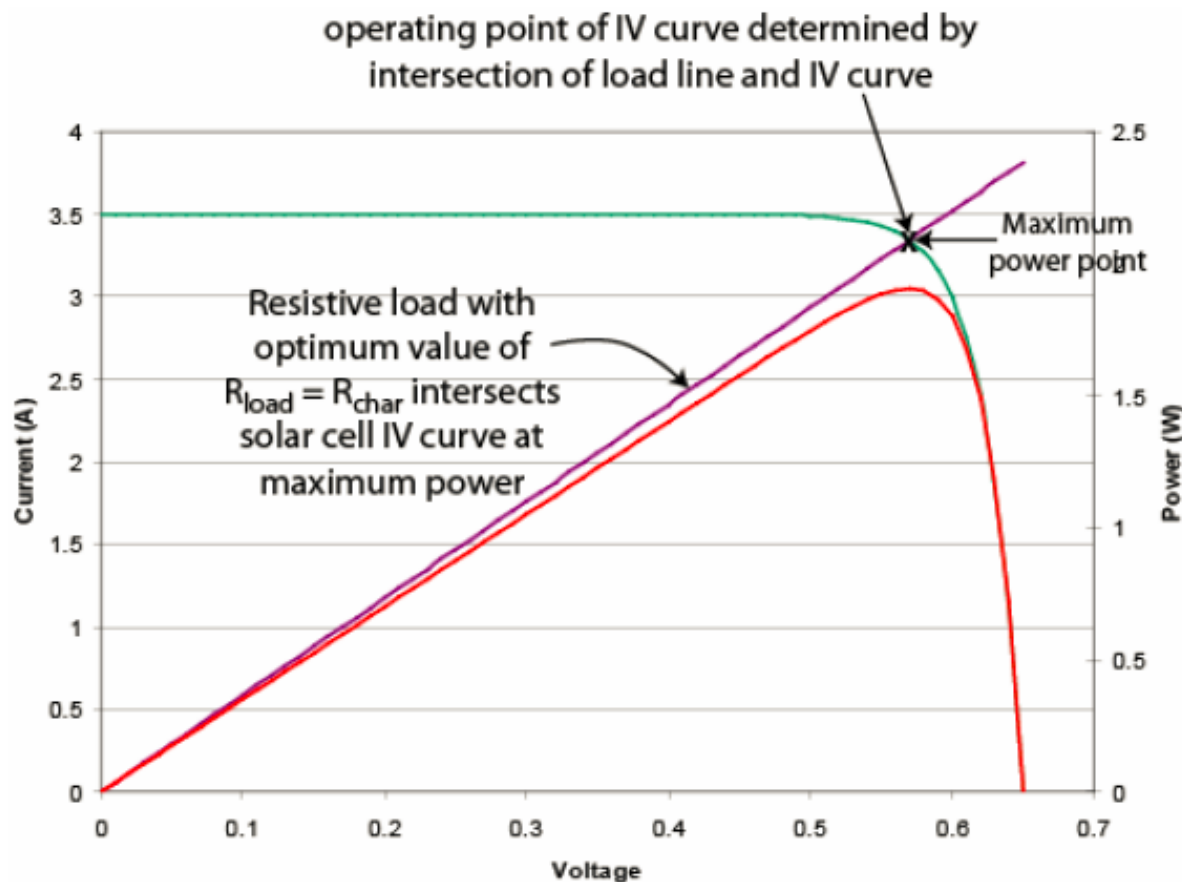
- ឧបករណ៍ត្រួតពិនិត្យអាគុយកំរិតអត្រាចរន្តនៃការផ្ទេរនិងការសាករបស់អាគុយ
- វាទប់ស្កាត់ម៉ែនអោយមានការសាកអាគុយលើសកំរិត ដែលអាចបណ្តាលអោយអាយុកាលរបស់អាគុយថយចុះ ធ្វើអោយទិន្នផលដំណើរការធ្លាក់ចុះ និងអាចធ្វើអោយមានគ្រោះថ្នាក់
- វាក៏ទប់ស្កាត់ផងដែរនូវការផ្ទេរលើសកម្រិត



ឧបករណ៍តាមរកចំនុចអនុភាពអតិបរមា

MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT)

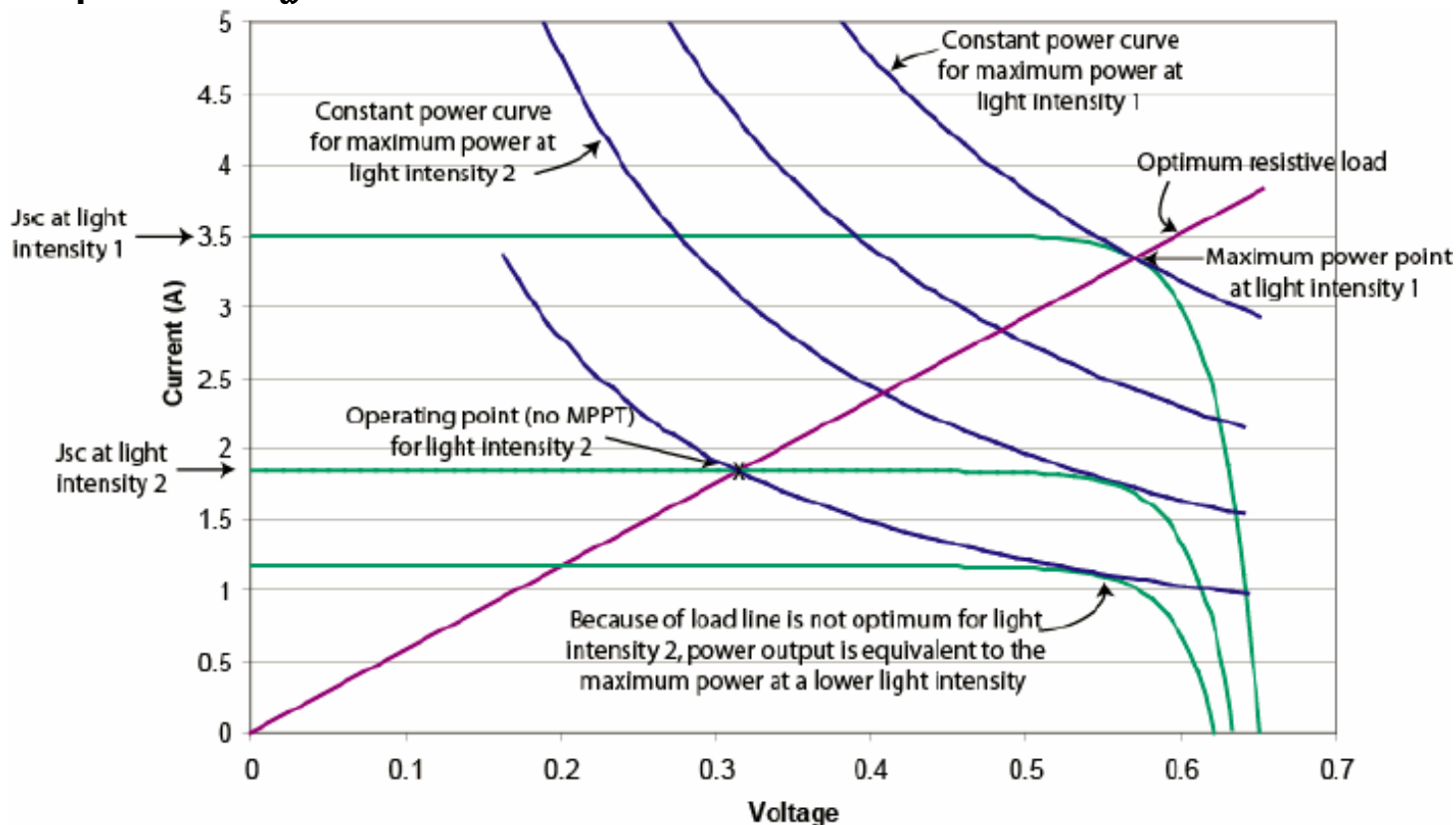
- តួនាទីរបស់ MPPT គឺដើម្បីទាញយកអនុភាពអតិបរមាពីផ្ទាំងកញ្ចក់ព្រះអាទិត្យ



ឧបករណ៍តាមរកចំនុចអនុភាពអតិបរមា

MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT)

- MPPT ធ្វើអោយផ្ទាំង PV ដំនើរការនៅចំនុចអនុភាពអតិបរមា នៅពេលដែលអាំងតង់ស៊ីតេពន្លឺប្រែប្រួល រឺនៅពេលដែលបន្ទុកប្រែប្រួល

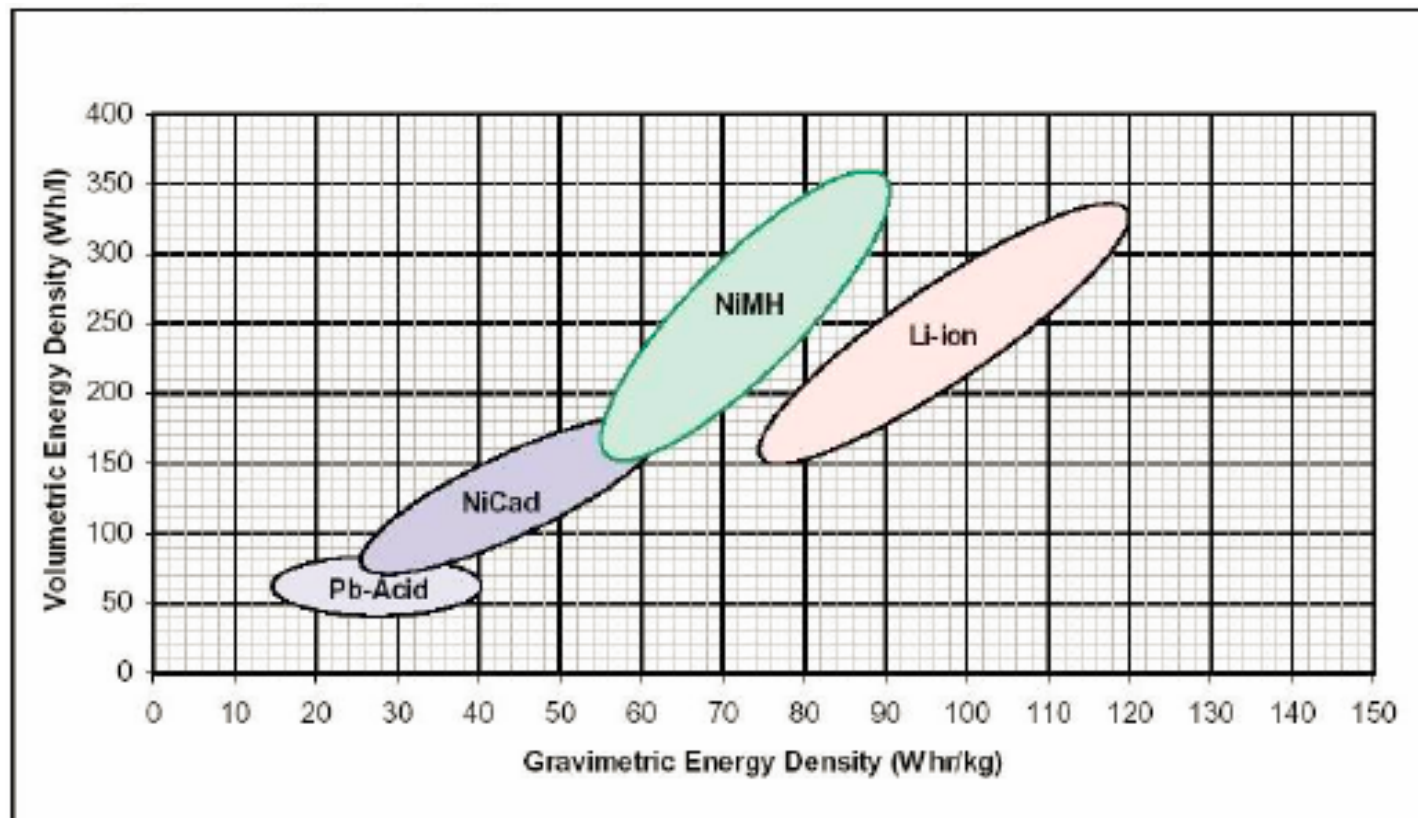


អាគុយ

- គេត្រូវការអាគុយជាចាំបាច់ក្នុងករណី (1) ការប្រើប្រាស់ និងការផលិតមិនស្មើគ្នា និង (2) ដើម្បីចៀសផុតពីបញ្ហាដែលកើតឡើងពីបម្រែបម្រួលនៃការស្ម័គ្រោះអាទិត្យ
- អាគុយមានតម្លៃពេញលេញទៅលើប្រព័ន្ធ PV៖ តំហែទាំ ការគណនា តម្លៃ ភាពជឿជាក់ ចំណាស់ និងសុវត្ថិភាព
- បញ្ហាចម្បងដែលត្រូវគិតអំពីអាគុយ
 - ហេតុអ្វីបានជាតង់ស្យុង និង capacity របស់អាគុយមានការប្រែប្រួល ហើយប្រែប្រួលដូចម្តេច?
 - លក្ខខណ្ឌកម្រិតនៃដំណើរការរបស់អាគុយ៖ ស្ថានភាព បន្ទុក អត្រានៃការសាកនិងការផ្ទេរ សីតុណ្ហភាព
 - អាយុកាល និងសុវត្ថិភាពរបស់អាគុយ

ចរិតលក្ខណៈរបស់អាគុយ

- ចរិតលក្ខណៈចម្បងរបស់អាគុយគឺ៖ តម្លៃ ដង់ស៊ីតេ ថាមពល របបនៃការសាក ទិន្នផល និងជម្រៅនៃការផ្ទេរ

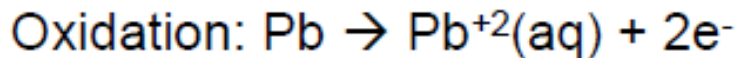


ចរិតលក្ខណៈរបស់អាគុយ

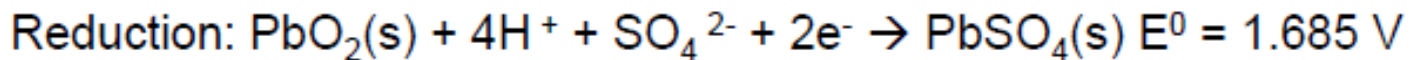
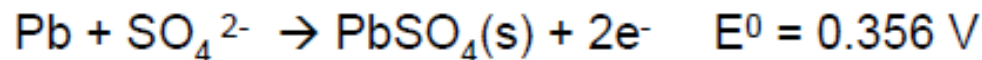
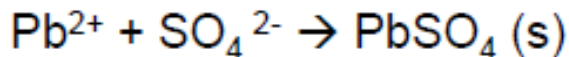
- Capacity របស់អាគុយ:
 - Capacity របស់អាគុយត្រូវបានវាស់ជា Amp-hours ជាជាង Wh
 - Capacity របស់អាគុយ អាស្រ័យទៅនឹងអាយុកាលរបស់វា និងរបៀបនៃការសាកអាគុយ
- ជម្រៅនៃការផ្ទេរ
- អាយុកាលរបស់អាគុយ៖ ចំនួនដុំនៃការសាកផ្ទេរ
- តង់ស្យុងរបស់អាគុយ និងបម្រែបម្រួល
- ឥទ្ធិពលនៃសីតុណ្ហភាព

អាគុយសំណា

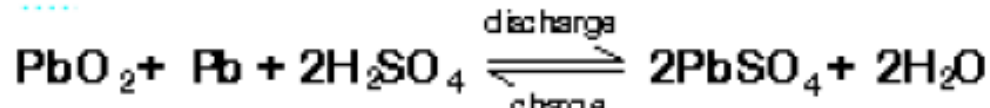
- សម្រាប់អាគុយដែលអាចសាកបាន អាគុយសំណាត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជាងគេ
- សមីការប្រតិកម្មគីមី៖



takes place in sulfuric acid, so get another reaction:



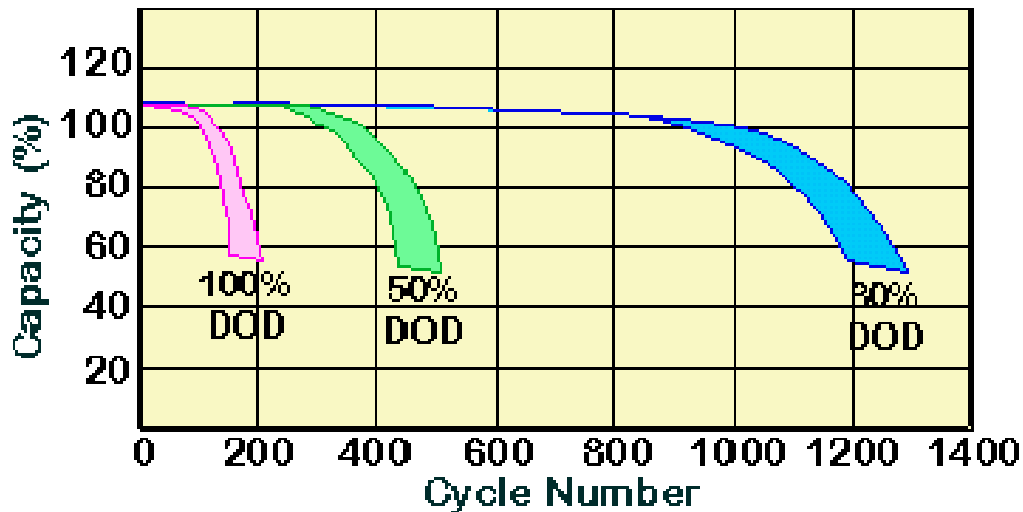
Overall:



- អេឡិចត្រូតត្រូវបានធ្វើឡើងពីសំណាអុកស៊ីដ
- Electrolyte គឺជាអាស៊ីដស៊ុលផួរិច
- តង់ស្យុងរបស់អាគុយក្នុងមួយសែលគឺប្រហែល 2.041V

បញ្ហារបស់អាគុយសំណ

- ជម្រៅនៃការធ្វើ អាយុកាល និងចំនួនជុំ



- បញ្ហា sulfation របស់អាគុយដែលនាំអោយអាយុកាលរបស់អាគុយថយចុះ
- ការភាយឧស្ម័ន៖ តឹងស្បូងខ្ពស់ និងការសាកល្បើនពេកធ្វើអោយសូលុយស្បូងអាស៊ីដក្លាយទៅជាឧស្ម័ន

បញ្ហារបស់អាគុយសំណ

- Stratification របស់សូលុយស្យុងអាស៊ីដ៖ សូលុយស្យុងអាស៊ីដគ្មានភាពស្មើសាច់គ្នានៅក្នុងអាគុយ
- កំហុចមេកានិចទៅលើអេឡិចត្រូដ ដោយសារតែធ្វើពីសារធាតុមិនសូវមានគុណភាពខ្ពស់
- ការកំពប់អាស៊ីដ
 - បញ្ហាសុវត្ថិភាព និងបញ្ហាពេលដឹកជញ្ជូន
- បញ្ហាដែលអាស្រ័យលើសីតុណ្ហភាព
 - ពេលសីតុណ្ហភាពទាបពេក សូលុយស្យុងអាចកក
 - សីតុណ្ហភាពខ្ពស់អាចធ្វើអោយតង់ស្យុងកើនឡើង

មាតិកា

- ធនធានថាមពលព្រះអាទិត្យ
- តើវាដំណើរការដូចម្តេច?
- បច្ចេកវិទ្យា
- ចរិតលក្ខណៈនិងកត្តាដែលប៉ះពាល់
- ប្រភេទប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ
- ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពន្លឺព្រះអាទិត្យ

ប្រព័ន្ធប្រើនៅតាមផ្ទះ



ចង្កៀងសូឡា



ការប្រើប្រាស់ផ្សេងៗនៅតំបន់ជាចំស្រយាល



ការប្រើប្រាស់នៅតាមសេវាសាធារណៈ:



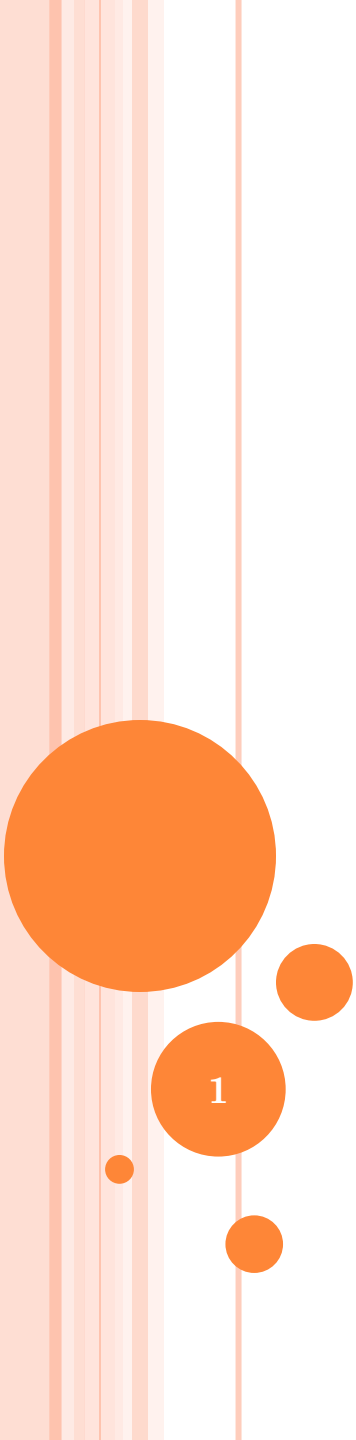
ស្ថានីយ៍សាកអាគុយដើរដោយអគ្គិសនីព្រះអាទិត្យ



ប្រព័ន្ធគ្នាប់ទៅបណ្តាញ



សូមអរគុណ



PROMOTION OF ENERGY SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CAMBODIA

ជំពូក ៥៖ ថាមពលកកើតឡើងវិញ

ជំពូក ៥.៣ ៖ ប្រព័ន្ធថាមពលកំដៅព្រះអាទិត្យ

1

បណ្ឌិត ប៊ុន ឡុង
អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អគ្គិសនី និងថាមពល
វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកម្ពុជា

មាតិកា

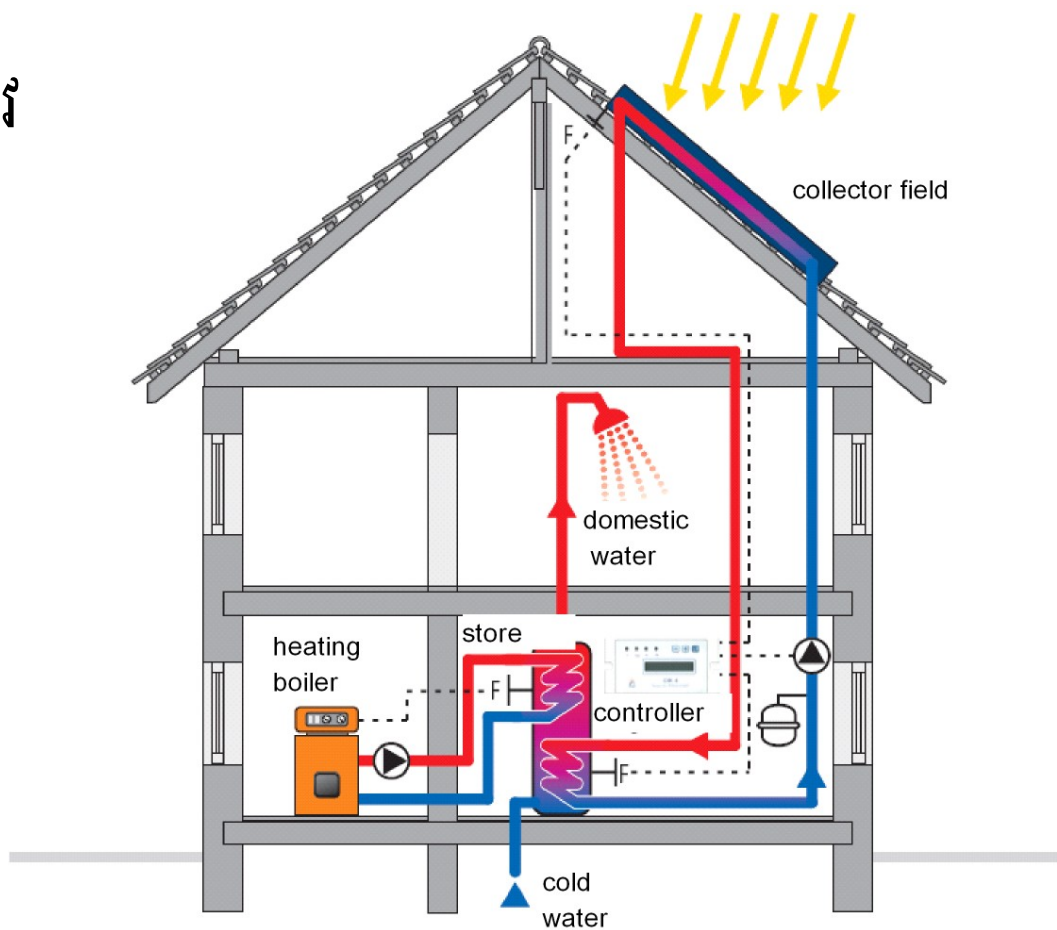
- ប្រព័ន្ធកំដៅទឹកដោយថាមពលព្រះអាទិត្យ
- ប្រព័ន្ធកំនុំកាំរស្មីព្រះអាទិត្យ
- ការសម្ងួតដោយកំដៅព្រះអាទិត្យ
- ការចម្អិនដោយកំដៅព្រះអាទិត្យ

ប្រព័ន្ធកំដៅទឹក

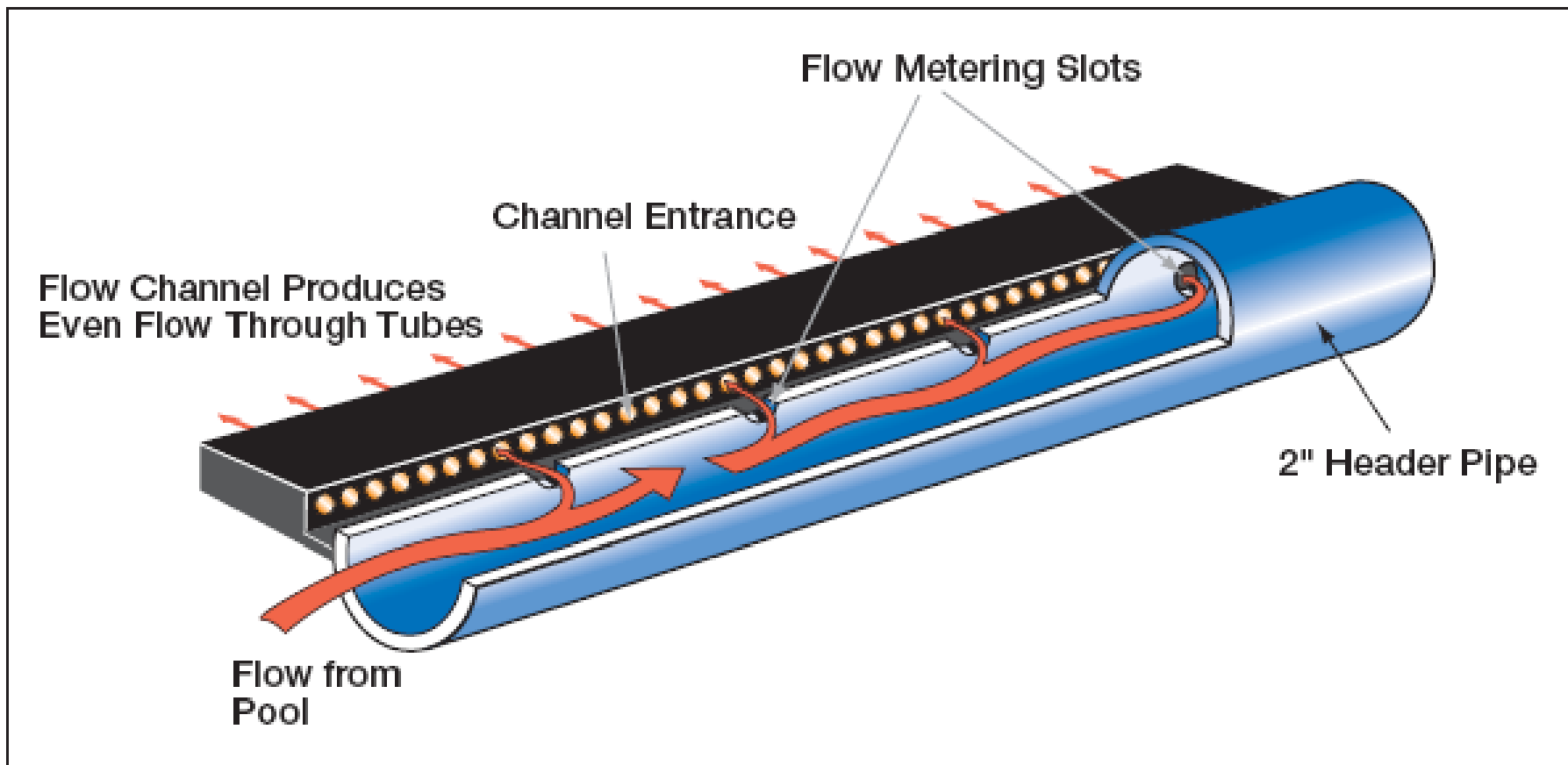
- ប្រព័ន្ធកំដៅទឹក ប្រើកំដៅរបស់ព្រះអាទិត្យដើម្បីកំដៅទឹកតាមរយៈ ផ្ទាំងស្រូបកំដៅ (absorber)
- ប្រព័ន្ធរបៀបនេះត្រូវបានគេប្រើជាញឹកញាប់សម្រាប់៖
 - ការកំដៅទឹកនៅតាមផ្ទះ
 - ការកំដៅទឹកនៅតាមអគារពាណិជ្ជកម្មនិងឧស្សាហកម្ម

ប្រព័ន្ធកំដៅទឹកដោយថាមពលព្រះអាទិត្យ

- ប្រព័ន្ធកំដៅទឹកដោយថាមពលព្រះអាទិត្យត្រូវបំពេញតួនាទី៣៖
 - ការប្រមូលកំដៅ
 - ការបញ្ជូន
 - ការផ្ទុក



ផ្ទាំងស្រូបកំដៅដែលគ្មានកញ្ចក់(1)



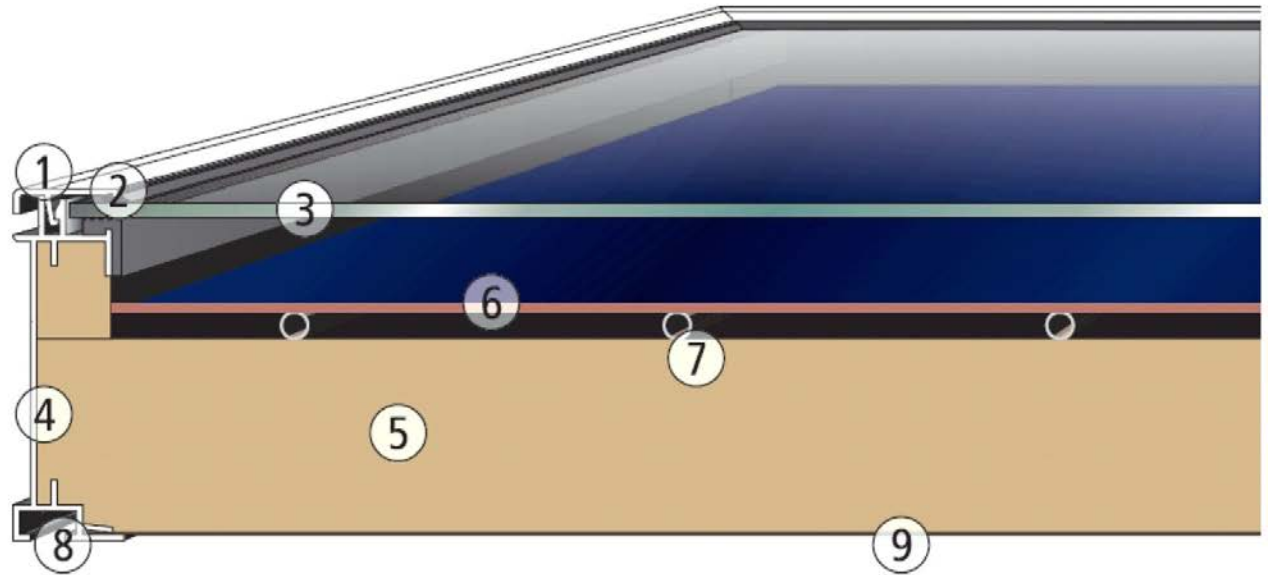
ផ្ទាំងស្រូបកំដៅដែលគ្មានកញ្ចក់ (2)

- គុណសម្បត្តិរបស់ផ្ទាំងស្រូបកំដៅដែលគ្មានកញ្ចក់ ៖
 - ផ្ទាំងស្រូបអាចប្រើជំនួសដំបូល
 - សក្តិសមសម្រាប់ទម្រង់ផ្សេងៗរបស់ដំបូល
 - អាចជាដំណោះស្រាយសិល្បៈ

- គុណវិបត្តិរបស់ផ្ទាំងស្រូបកំដៅដែលគ្មានកញ្ចក់ ៖
 - ទិន្នផលទាប
 - សីតុណ្ហភាពមានកម្រិត

ផ្ទាំងស្រូបកំដៅដែលមានកញ្ចក់ (1)

1. frame
2. seal
3. transparent cover
4. frame - side - wall profile
5. thermal insulation
6. full-surface absorber
7. fluid channel
8. fixing slot
9. rear wall

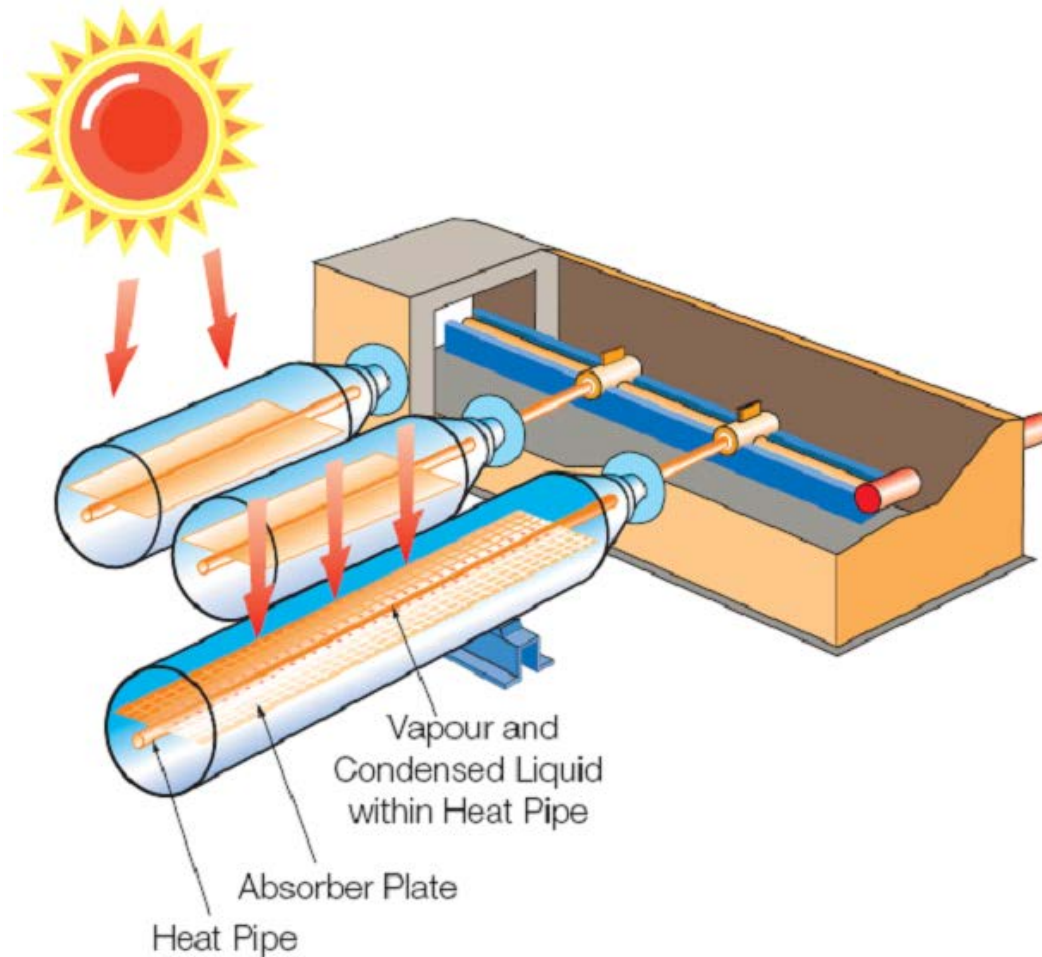


ផ្ទាំងស្រូបកំដៅដែលមានកញ្ចក់ (2)

- គុណសម្បត្តិរបស់ផ្ទាំងស្រូបកំដៅដែលមានកញ្ចក់ ៖
 - មានតម្លៃទាបជាងផ្ទាំងស្រូបប្រភេទសុញ្ញកាស
 - ផ្តល់ជម្រើសច្រើនក្នុងការតម្លើង
 - ផលធៀបរវាងតម្លៃនិងទិន្នផលមានលក្ខណៈប្រសើរ
 - អាចតម្លើងខ្លួនឯងបាន

- គុណវិបត្តិរបស់ផ្ទាំងស្រូបកំដៅដែលមានកញ្ចក់ ៖
 - មានទិន្នផលទាបជាងផ្ទាំងស្រូបប្រភេទសុញ្ញកាស
 - ត្រូវការដើងទម្រសម្រាប់ដំបូលដែលរាបស្មើ
 - មិនអាចផលិតសីតុណ្ហភាពបានខ្ពស់
 - ត្រូវការទិដ្ឋភាពជាងផ្ទាំងស្រូបកញ្ចក់ប្រភេទសុញ្ញកាស

ផ្ទាំងស្រូបកម្ដៅប្រភេទសុញ្ញកាស (1)



ផ្ទាំងស្រូបកម្ដៅប្រភេទសុញ្ញកាស (2)

- គុណសម្បត្តិរបស់ផ្ទាំងស្រូបកម្ដៅប្រភេទសុញ្ញកាស៖
 - ទិន្នផលខ្ពស់
 - អាចផលិតទឹកកកៅដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់
 - ងាយស្រួលសង្កេតទៅកន្លែងតម្លើង
 - ងាយស្រួលតម្រង់ទិសទៅរកព្រះអាទិត្យ
 - អាចតម្លើងផ្ទុកនៅលើដំបូលរាបស្មើ
- គុណវបត្តិរបស់ផ្ទាំងស្រូបកម្ដៅប្រភេទសុញ្ញកាស៖
 - មានតម្លៃខ្ពស់
 - មិនអាចប្រើជំនួសដំបូលបាន

ការផ្គុំកំភ្លៅ

- ខណៈពេលនៃការផលិតកំភ្លៅ និងការប្រើប្រាស់កំភ្លៅ មិនត្រូវគ្នា។ ដូច្នោះកំភ្លៅដែលផលិតបានត្រូវធ្វើការផ្គុំសិន។
- កំភ្លៅអាចផ្គុំបាននៅក្នុងធុង
- ធុងអាចធ្វើពីដែកថែប អ៊ុណ្ណាក ជ័រ ឬទ្រុងដែង

ការបញ្ជូន

- កំដៅដែលផលិតបាននៅកន្លែងស្របត្រូវបានបញ្ជូនទៅកន្លែងផ្ទុកតាមរយៈសៀគ្វីសូឡា ដែលផ្តល់
 - ទុយយោ
 - អង្គធាតុរាវសូឡា (ទឹក ឬ ទឹក+សារធាតុគីមី)
 - ចលនាវិលរុលដោយបង្ហូរ (ត្រូវការម៉ូទ័រ) ឬ ចលនាវិលរុលដោយធម្មជាតិ (មិនត្រូវការម៉ូទ័រ)
 - ការផ្ទុកកម្ដៅ
 - ការតភ្ជាប់
 - ឧបករណ៍សុវត្ថិភាព

មាតិកា

- ប្រព័ន្ធកំដៅទឹកដោយថាមពលព្រះអាទិត្យ
- ប្រព័ន្ធកំនុំកាំរស្មីព្រះអាទិត្យ
- ការសម្ងួតដោយកំដៅព្រះអាទិត្យ
- ការចម្អិនដោយកំដៅព្រះអាទិត្យ

ប្រព័ន្ធកំនុំកាំរស្មីព្រះអាទិត្យ CONCENTRATING SOLAR POWER (CSP)

- កាំរស្មីត្រូវបានផ្តុំតាមរយៈកញ្ចក់ និងឡង់ទី
- កម្រិតនៃការផ្តុំអាចកើនឡើងធំជាង 10,000 ដង
- ប្រព័ន្ធអាចមានទំហំតូច៖
 - ឧទាហរណ៍ចង្ក្រានសូឡា
- ប្រព័ន្ធអាចមានទំហំធំ៖
 - ស្ថានីយ៍ផលិតអគ្គិសនី
 - ឡដែលអាចមានសីតុណ្ហភាពរហូតដល់ 3800°C



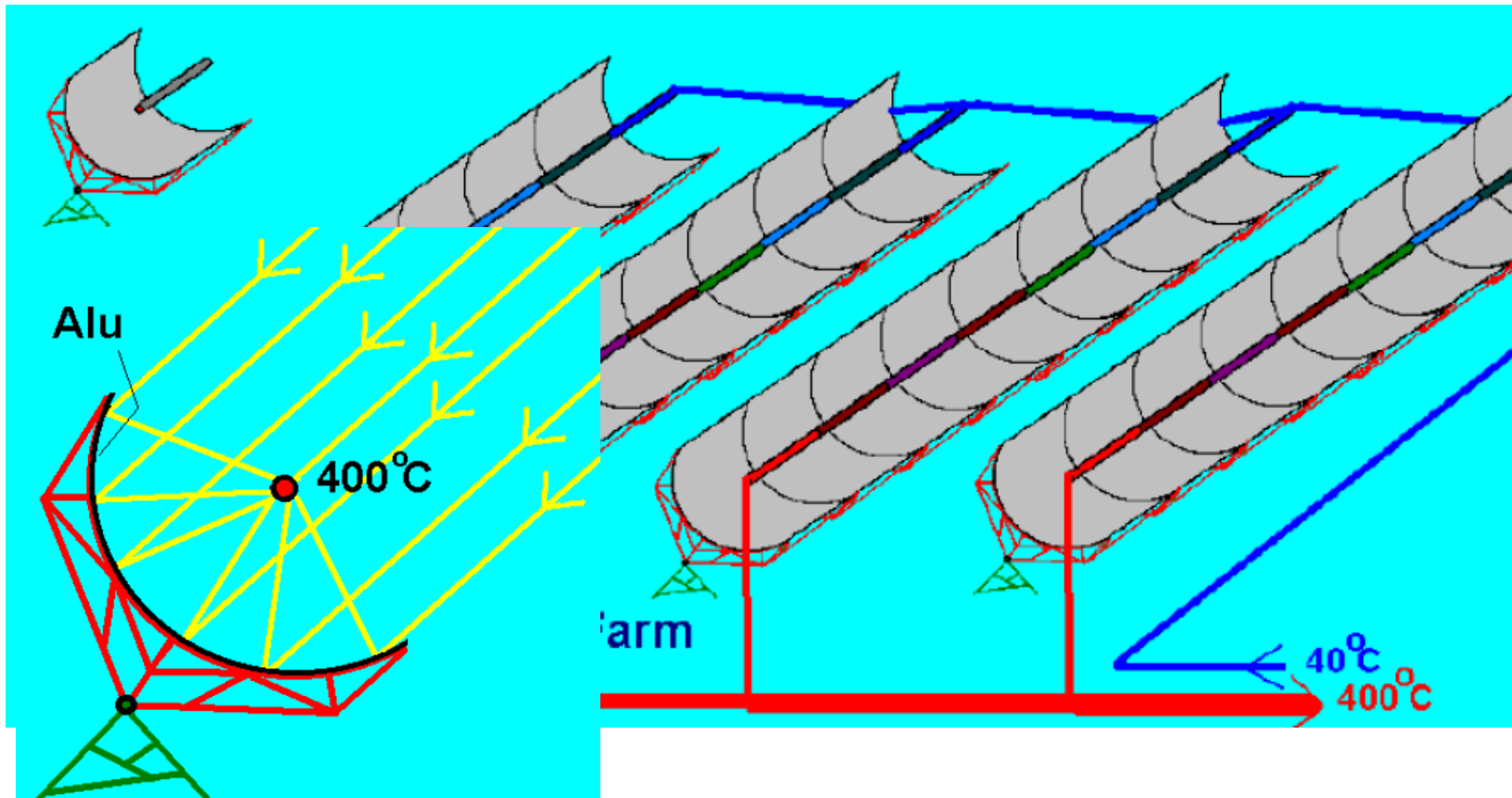
ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធកំនុំកំរស្នីព្រះអាទិត្យ

- ការផលិតអគ្គិសនី
 - កំរិតស្ថានីយ៍អគ្គិសនី៖ 64 MW Nevada Solar One (2007)
 - កំរិតអគារ៖ 200 kW “Power Roof”
- ការផលិតកម្ដៅ
 - ទឹកក្ដៅ និង ចំហាយ (ប្រើនៅតាមឧស្សាហកម្ម និងអគារពាណិជ្ជកម្ម)
 - ម៉ាស៊ីនត្រជាក់
 - ការបន្សាបទឹកសមុទ្រ
 - ការដុតកម្ដៅចកាតសំណល់
- “Solar Chemistry”
 - ការផលិតលោហៈនិងអង្គធាតុពាក់កណ្តាលចម្លង
 - ការផលិតអ៊ីដ្រូសែន

PARABOLIC TROUGH



PARABOLIC TROUGH



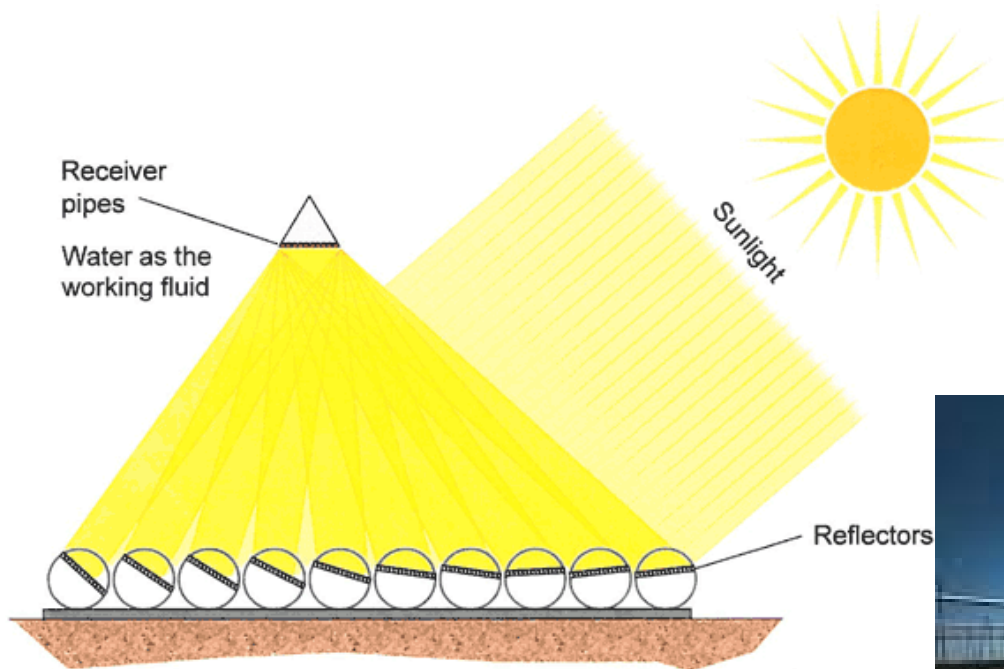
DISH PARABOLIC



Photo by Randy J Montoya



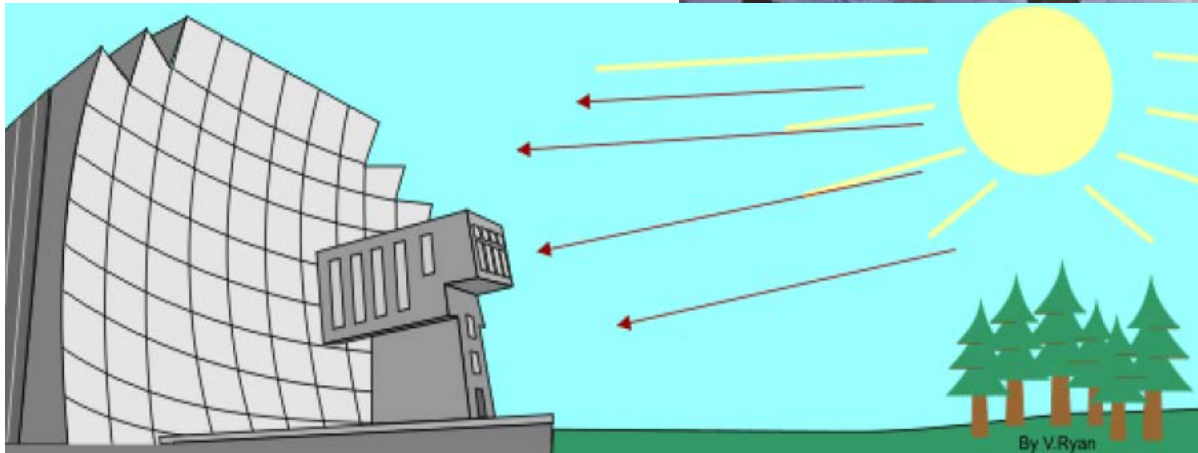
FRESNEL REFLECTOR



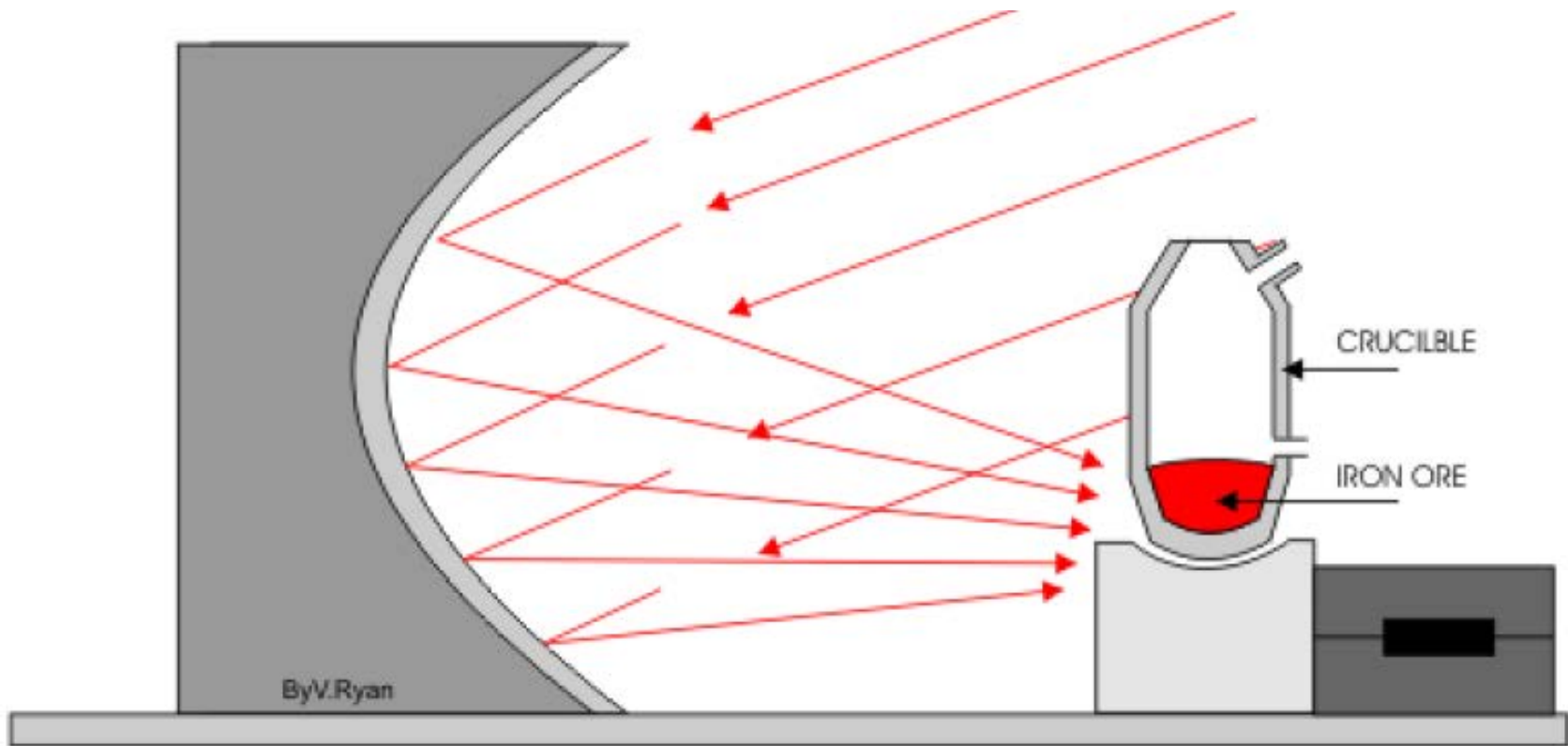
CENTRAL RECEIVER



SOLAR FURNACE



AN EXAMPLE OF APPLICATION OF SOLAR FURNACE



មាតិកា

- ប្រព័ន្ធកំដៅទឹកដោយថាមពលព្រះអាទិត្យ
- ប្រព័ន្ធកំនុំកាំរស្មីព្រះអាទិត្យ
- ការសម្ងួតដោយកំដៅព្រះអាទិត្យ
- ការចម្អិនដោយកំដៅព្រះអាទិត្យ

ហេតុអ្វីត្រូវការសម្មតិ?

- ការសម្មតិគឺជាមធ្យោបាយបុរាណក្នុងការរក្សាម្លប់ (ធម្មជាតិ និងសាច់)
- សម្រាប់សាច់៖
 - ការរក្សាទុកអោយបានយូរ
 - រសជាតិពិសេស
- សម្រាប់ធម្មជាតិ៖
 - អាចប្រមូលផលមុនរដូវ
 - ផ្តល់ភាពងាយស្រួលក្នុងការធ្វើផែនការប្រមូលផល
 - កាត់បន្ថយកំហុចដោយសារសត្វ
 - បង្កើនគុណភាពផលិតផល
 - ងាយស្រួលក្នុងការដឹកជញ្ជូន

គោលការណ៍គ្រឹះក្នុងការសម្ងាត់

- ការសម្ងាត់គឺជាការដកយកសារធាតុសំណើមពីក្នុងផលិតផលចេញមកខាងក្រៅ
- ការសម្ងាត់ផលិតផលអាស្រ័យលើការកត្តាមួយចំនួន៖
 - កត្តាខាងក្រៅ៖ សីតុណ្ហភាព សំណើម ល្បឿនខ្យល់
 - កត្តាខាងក្នុង៖ ចរិតលក្ខណៈរបស់ផ្ទៃផលិតផល ធាតុបង្កគីមី រចនាសម្ព័ន្ធរូបវិទ្យា ទំហំនិងទម្រង់របស់ផលិតផល

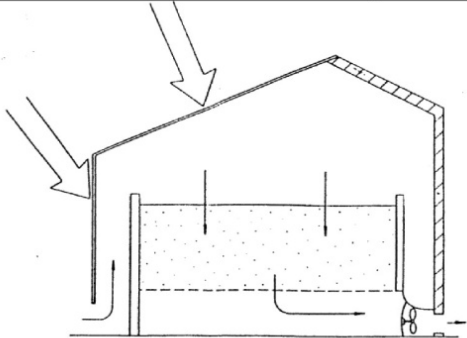
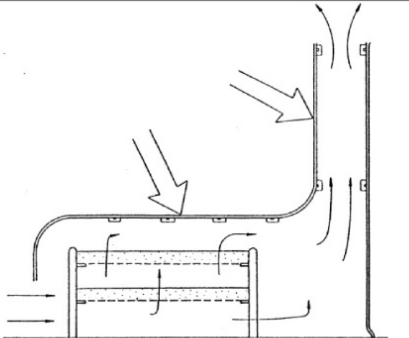
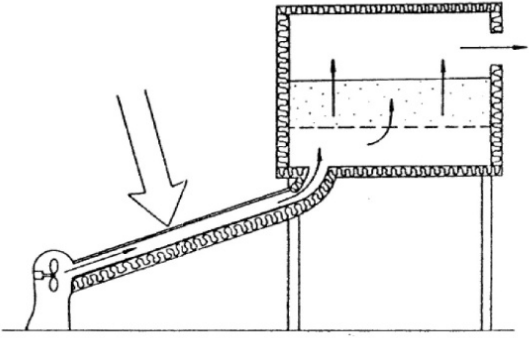
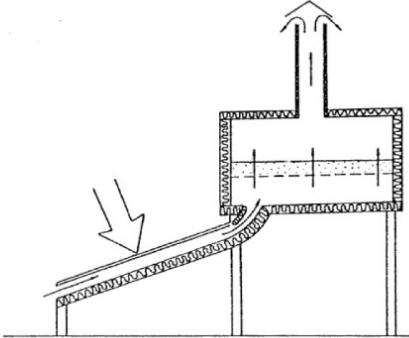
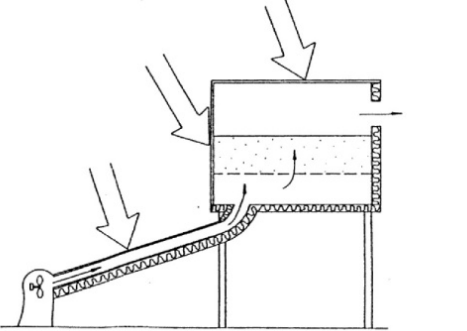
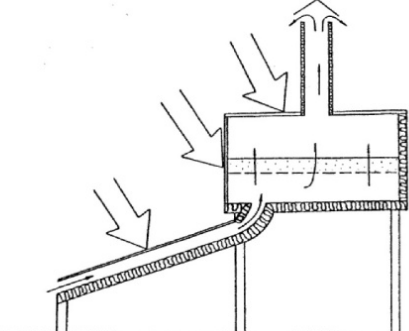
ការសម្ងាត់ដោយមិនប្រើរាងកាយ

- Open sun គឺជាការសម្ងាត់ដែលមានលក្ខណៈងាយបំផុត ដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់នៅក្នុងប្រទេសកំពុងអភិវឌ្ឍន៍មួយចំនួនធំ
- គុណសម្បត្តិ
 - មិនត្រូវការបច្ចេកវិទ្យា
 - តម្លៃទាម
- គុណវិបត្តិ
 - ខូចផលិតផលដោយសត្វល្អិត ឬបក្សី
 - ខូចផលិតផលដោយសារភ្លៀងធ្លាក់មួយរំពេចន័
 - មិនអាចត្រួតពិនិត្យសីតុណ្ហភាពក្នុងការសម្ងាត់
 - ការសម្ងាត់ដោយមិនប្រើរាងកាយអាចធ្វើអោយខូចគុណភាពរបស់ផលិតផល

ការសម្ងួតដោយប្រើរាសហាល

Active solar dryer

Passive solar dryer

<p>Integral (Direct) type</p>		
<p>Distributed (Indirect) type</p>		
<p>Mixed mode type</p>		

SOLAR CABINET DRYER



SOLAR TUNNEL DRYER



SOLAR BOX AND CABINET DRYER



មាតិកា

- ប្រព័ន្ធកំដៅទឹកដោយថាមពលព្រះអាទិត្យ
- ប្រព័ន្ធកំនុំកាំរស្មីព្រះអាទិត្យ
- ការសម្ងួតដោយកំដៅព្រះអាទិត្យ
- ការចម្អិនដោយកំដៅព្រះអាទិត្យ

ការចម្អិនដោយប្រើកម្ដៅព្រះអាទិត្យ

- ការចម្អិនដោយប្រើអុសអាចបង្កបញ្ហាមួយចំនួន៖ ទិន្នផលទាប ខាតពេលវេលាក្នុងការប្រមូលអុស ផ្សែងពុល ។ល។
- គុណសម្បត្តិក្នុងការប្រើចង្ក្រានព្រះអាទិត្យ៖ មិនអស់ថវិកា ធនធានមិនចេះរងស្ងួត កាត់បន្ថយកម្លាំងពលកម្មលើកុមារនិងស្ត្រី គ្មានផ្សែងពុល កាត់បន្ថយការកាប់បំផ្លាយព្រៃឈើ
- ចង្ក្រានសូឡាមានច្រើនប្រភេទ៖ Parabolic cooker, Butterfly or Papillon cooker, Solar box cooker, Scheffler cooker

PARABOLIC COOKER



BUTTERFLY OR PAPILLON COOKER



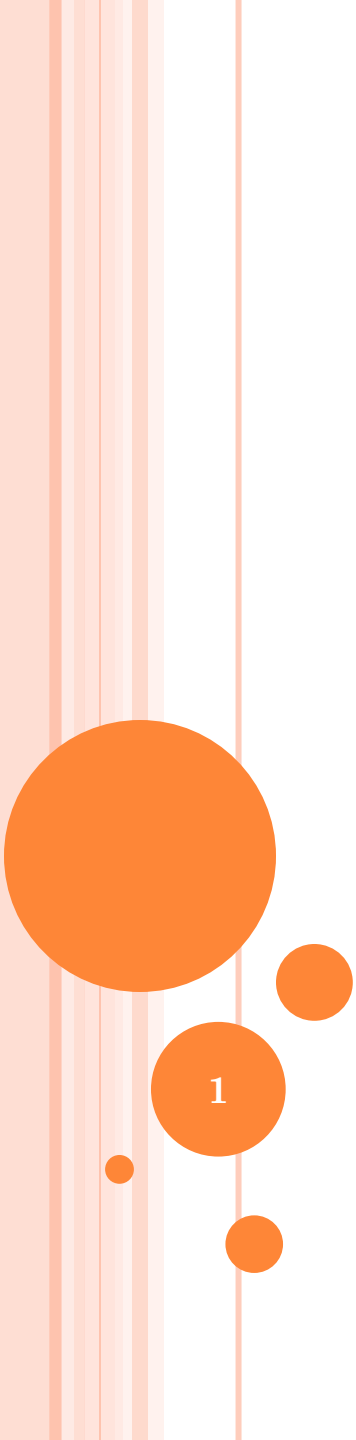
SOLAR BOX COOKER



SCHEFFLER COOKER



សូមអរគុណ



PROMOTION OF ENERGY SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CAMBODIA

ជំពូក ៥៖ ថាមពលកកើតឡើងវិញ
ជំពូក ៥.៤ ៖ វារីអគ្គិសនីខ្នាតតូច

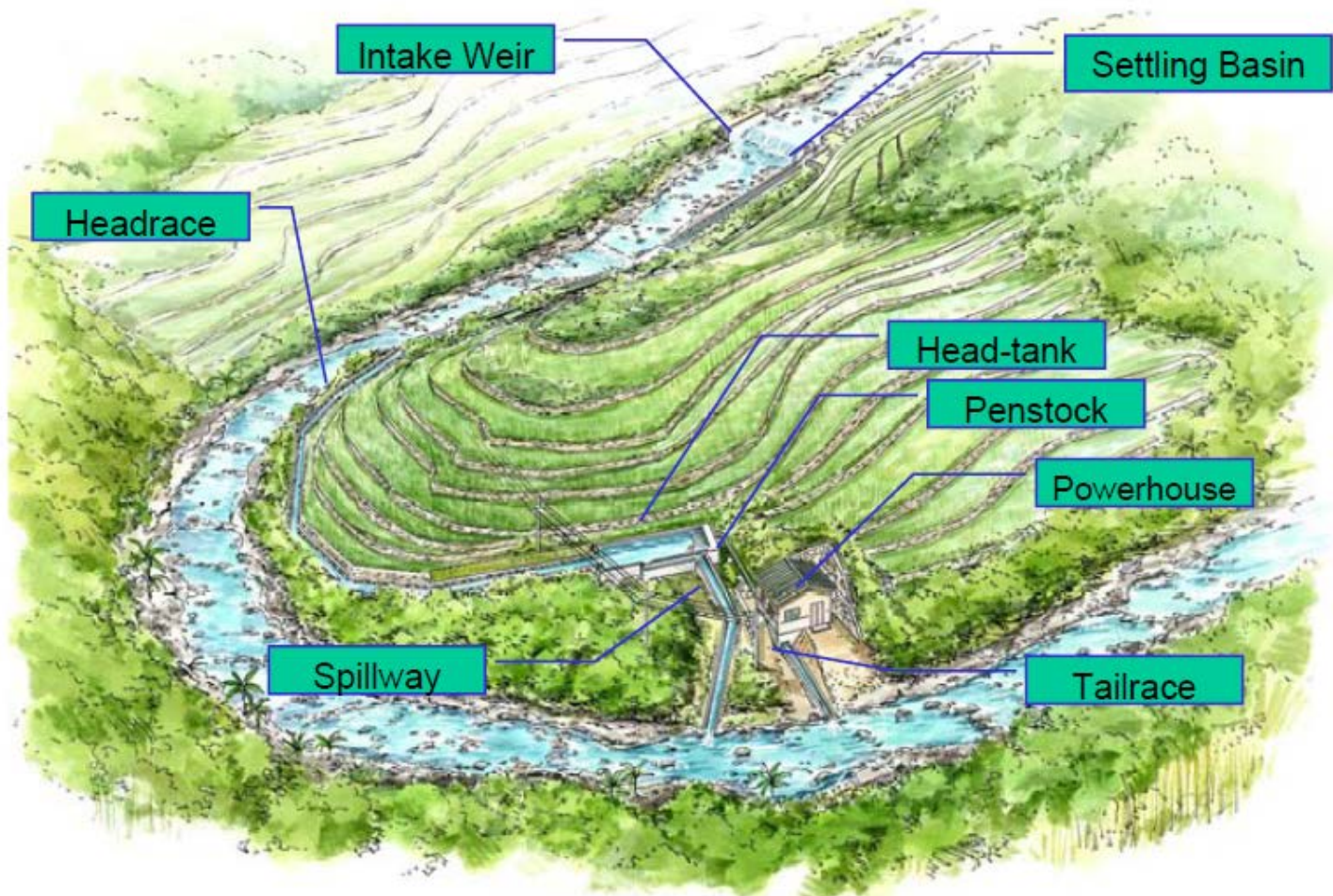
1

បណ្ឌិត ប៊ុន ឡុង
អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អគ្គិសនី និងថាមពល
វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកម្ពុជា

មាតិកា

- ធាតុបង្ករបស់ស្ថានីយ៍វារីអគ្គិសនីខ្នាតតូច
- សក្តានុពលវារីអគ្គិសនី
- ប្រភេទទទួរប៉ិន
- ប្រភេទជនិតា
- ស្ថានភាពអភិវឌ្ឍន៍ថាមពលវារីអគ្គិសនីនៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

គោតុបដ្ឋរបស់ស្ថានីយ៍វារីអគ្គិសនីខ្នាតតូច



CAMBULO Micro-Hydro Power Project

ទំនប់ INTAKE WEIR

- Intake weir គឺជាទំនប់ដែលគេសាងសង់កាត់ផ្លូវទឹកដើម្បីបញ្ចៀសទឹកទៅតាមផ្លូវមួយទៀត
- តួនាទីរបស់ Intake weir ៖
 - បញ្ចៀសទឹកទៅតាមផ្លូវមួយទៀត
 - ទប់ស្កាត់កាកសំណល់ និងល្បាប់មិនអោយហូរកាត់



SETTELING BASSIN

- Settling Basin ប្រើសម្រាប់ទាក់ខ្សាច់ និងទប់ល្បាប់ភក់មិនអោយហូរចូលទៅក្នុងបំពង់ទឹក (penstock)



HEADRACE

- Headrace – ជាផ្លូវសម្រាប់នាំទឹកពី Settling bassin ទៅអាងទឹកផ្នែកខាងក្រោម (Head tank)



HEAD TANK (FOREBAY TANK)

- Head-tank - គឺជាអាងទឹកនៅផ្នែកខាងលើនៃបំពង់ទឹក
- មានតួនាទីរក្សាកំពស់ទឹកអោយសមរម្យ
- មានតួនាទីទប់ស្កាត់រាល់កំទេចកំទីមិនអោយចូលទៅក្នុងបំពង់



បំពង់ PENSTOCK

- Penstock – ជាបំពង់បិទជិតសម្រាប់នាំទឹកដែលមានសម្ពាធខ្ពស់ទៅបង្វិលទូរប៉ាន



POWER HOUSE

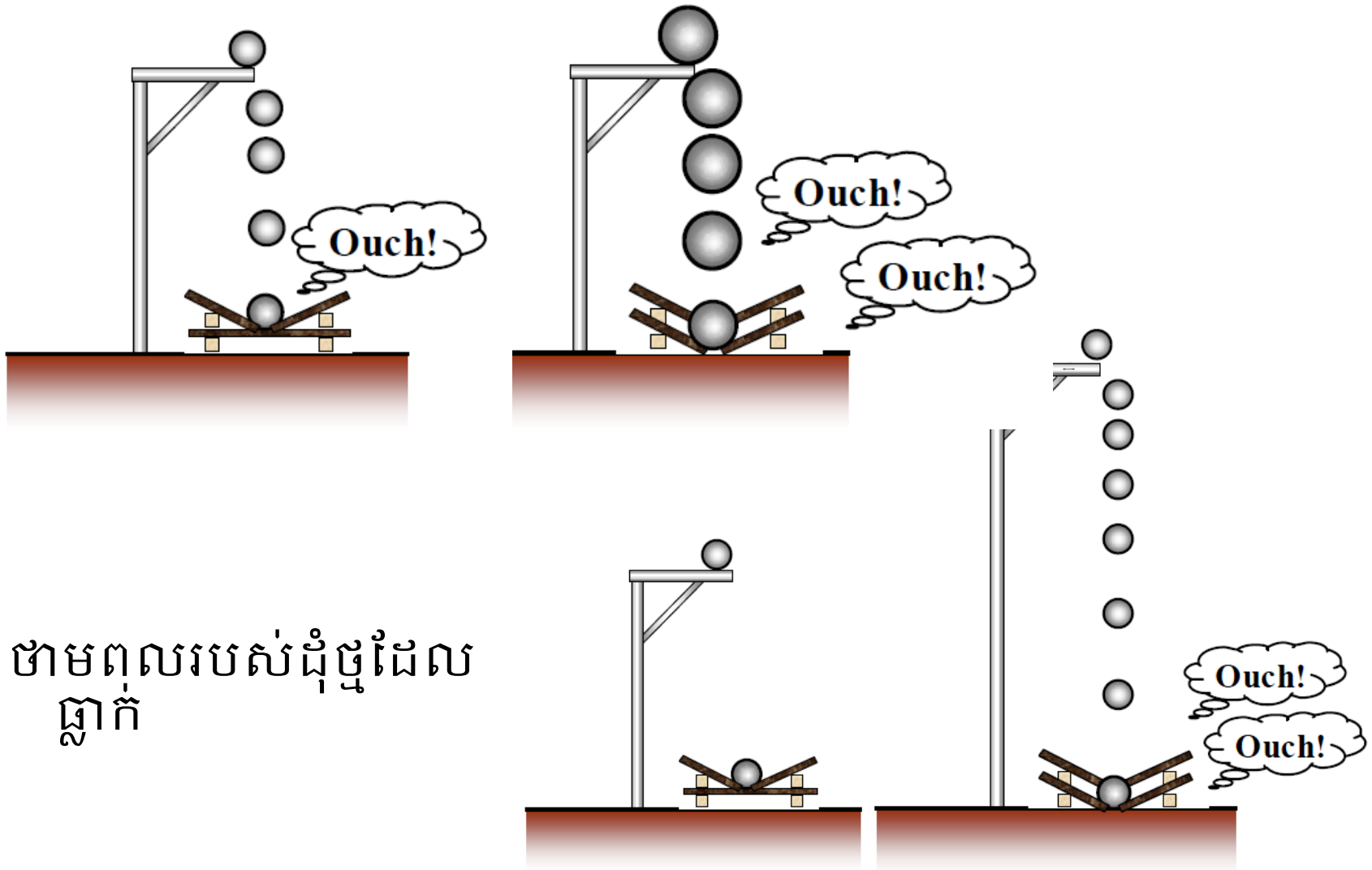
- Power house ជាទីតាំងដែលគេតម្លើងទូរថ្នង ជនិតា និងឧបករណ៍ការពារផ្សេងៗ



មាតិកា

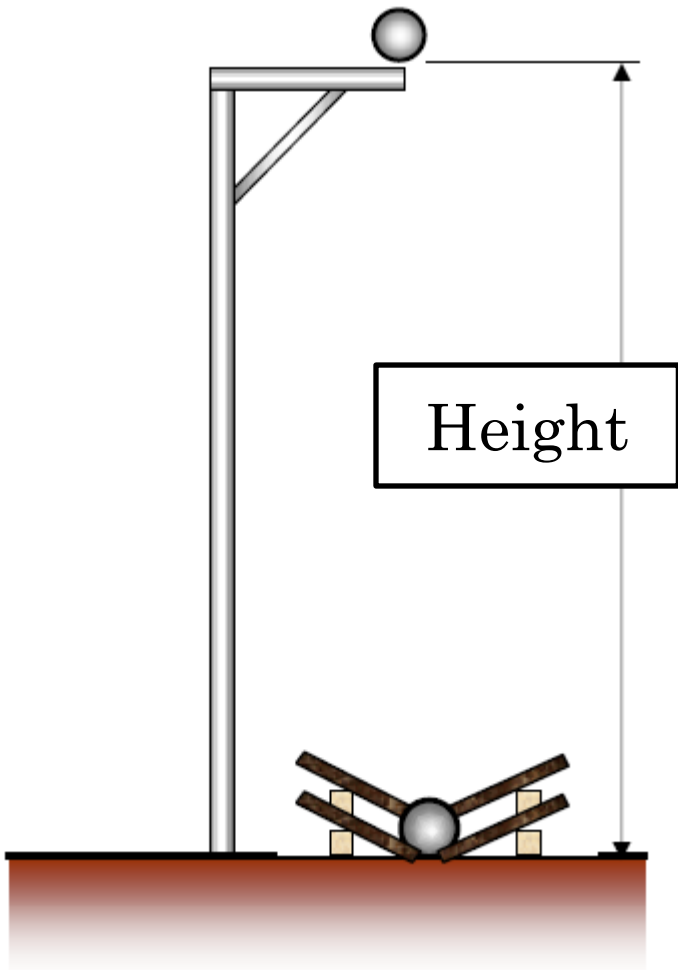
- ធាតុបង្ករបស់ស្ថានីយ៍វារីអគ្គិសនីខ្នាតតូច
- សក្តានុពលវារីអគ្គិសនី
- ប្រភេទទទួរប៉ិន
- ប្រភេទជនិតា
- ស្ថានភាពអភិវឌ្ឍន៍ថាមពលវារីអគ្គិសនីនៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

អ្វីទៅជាអានុភាពរ៉ាំរ៉ៃអគ្គិសនី?



ថាមពលរបស់ដុំថ្មដែលធ្លាក់

អ្វីទៅជាអានុភាពរ៉ាំអគ្គិសនី?



- ថាមពលរបស់ដុំថ្មដែលធ្លាក់អាស្រ័យ
 - កម្ពស់
 - ទម្ងន់របស់ដុំថ្ម
- ថាមពលរ៉ាំអគ្គិសនី
 - Height → កម្ពស់ទឹក
 - ទម្ងន់របស់ទឹក → ធារទឹក
- អានុភាពរ៉ាំអគ្គិសនី

$$P = 9.8 \times Q \times H$$

- P: អានុភាពរ៉ាំអគ្គិសនី [KW]
- Q: ធារទឹក [m³/s]
- H: កម្ពស់ទឹក [m]

ការវាស់ធារទឹក – វិធីទី ១

○ ការវាស់ដោយប្រើ Sensor

- (1) វិធីវាស់បីចំណុច
 - $V_m = 0.25 \times (V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8})$
- (2) វិធីវាស់ពីរចំណុច
 - $V_m = 0.50 \times (V_{0.2} + V_{0.8})$
- (3) វិធីវាស់មួយចំណុច
 - $V_m = V_{0.6}$
- (4) វិធីវាស់ល្បឿនផ្ទៃទឹក
 - $V_m = 0.8 \times V_s$
- ដែល៖
 - V_m : ល្បឿនមធ្យម
 - V_s : ល្បឿនផ្ទៃទឹក
 - $V_{0.2}$: ល្បឿននៅជម្រៅ ២០% ពីផ្ទៃ
 - $V_{0.6}$: ល្បឿននៅជម្រៅ ៦០% ពីផ្ទៃ
 - $V_{0.8}$: ល្បឿននៅជម្រៅ ៨០% ពីផ្ទៃ



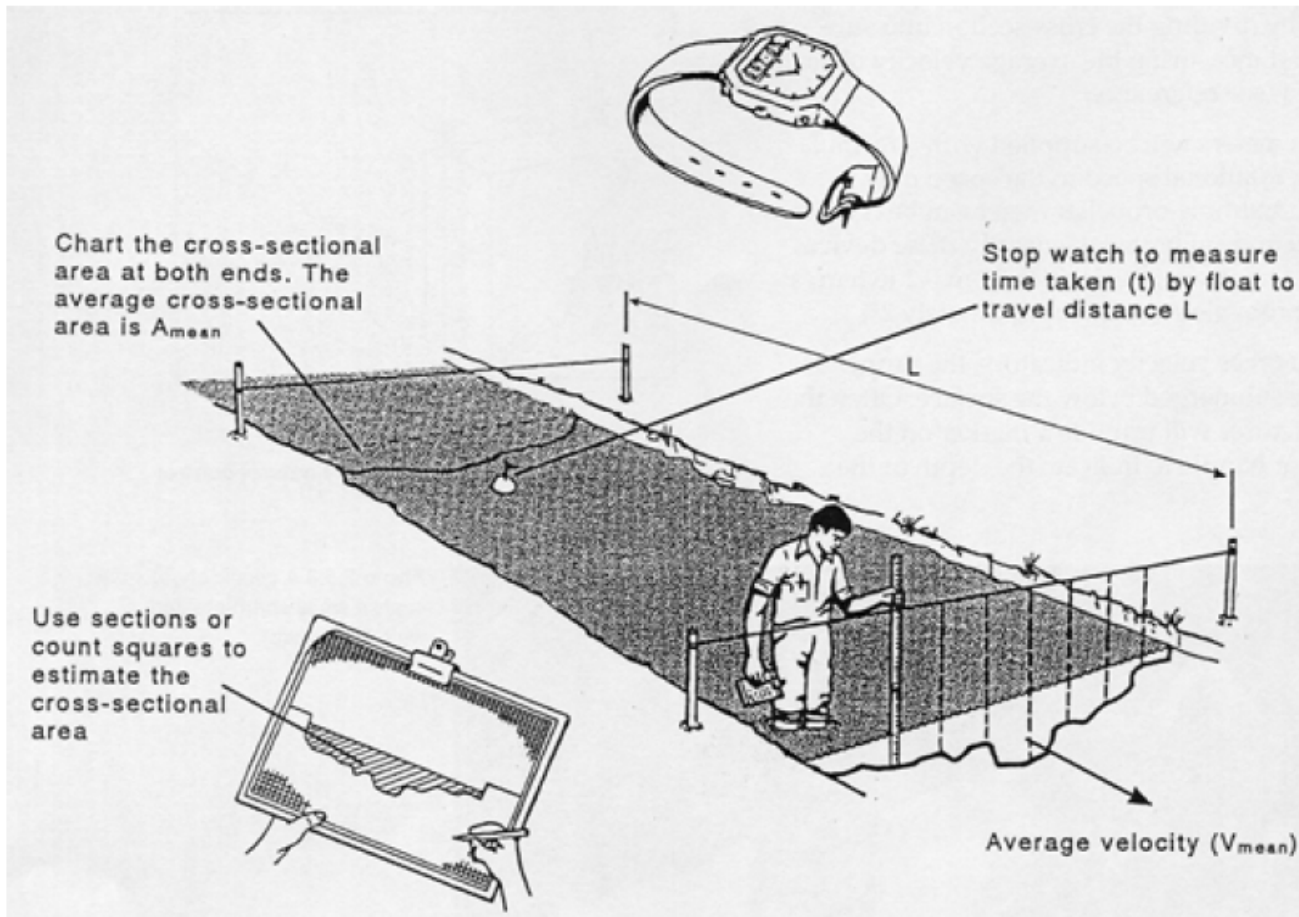
Actual Measurement



Electromagnetic Current Meter

ការវាស់ធារទឹក – វិធីទី ២

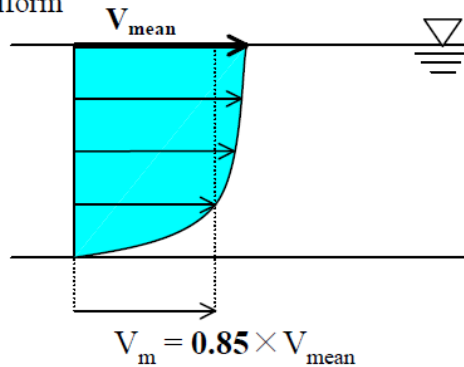
វិធីដោយប្រើឧបករណ៍អណ្តែត



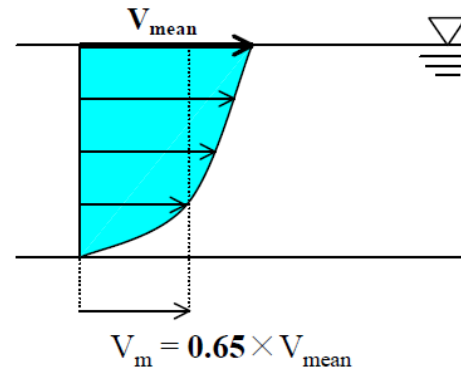
ការវាស់ធារទឹក – វិធីទី ២

- $V_m = C \times V_{\text{mean}}$
- C: (1) Concrete channel which cross section is uniform = 0.85
- (2) Small stream where a riverbed is smooth = 0.65
- (3) Shallow flow (about 0.5m) = 0.45
- (4) Shallow and riverbed is not flat = 0.25

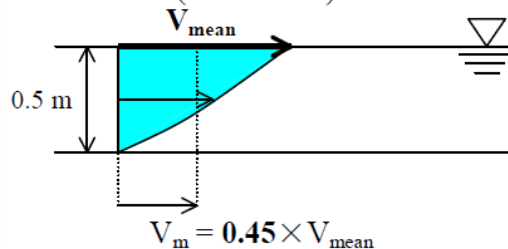
Concrete channel which cross section is uniform



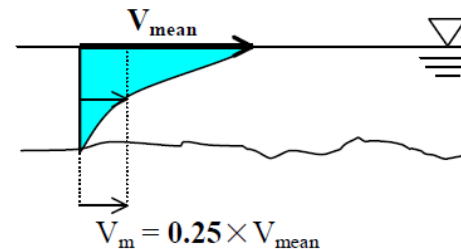
Small stream where a riverbed is smooth



Shallow flow (about 0.5m)

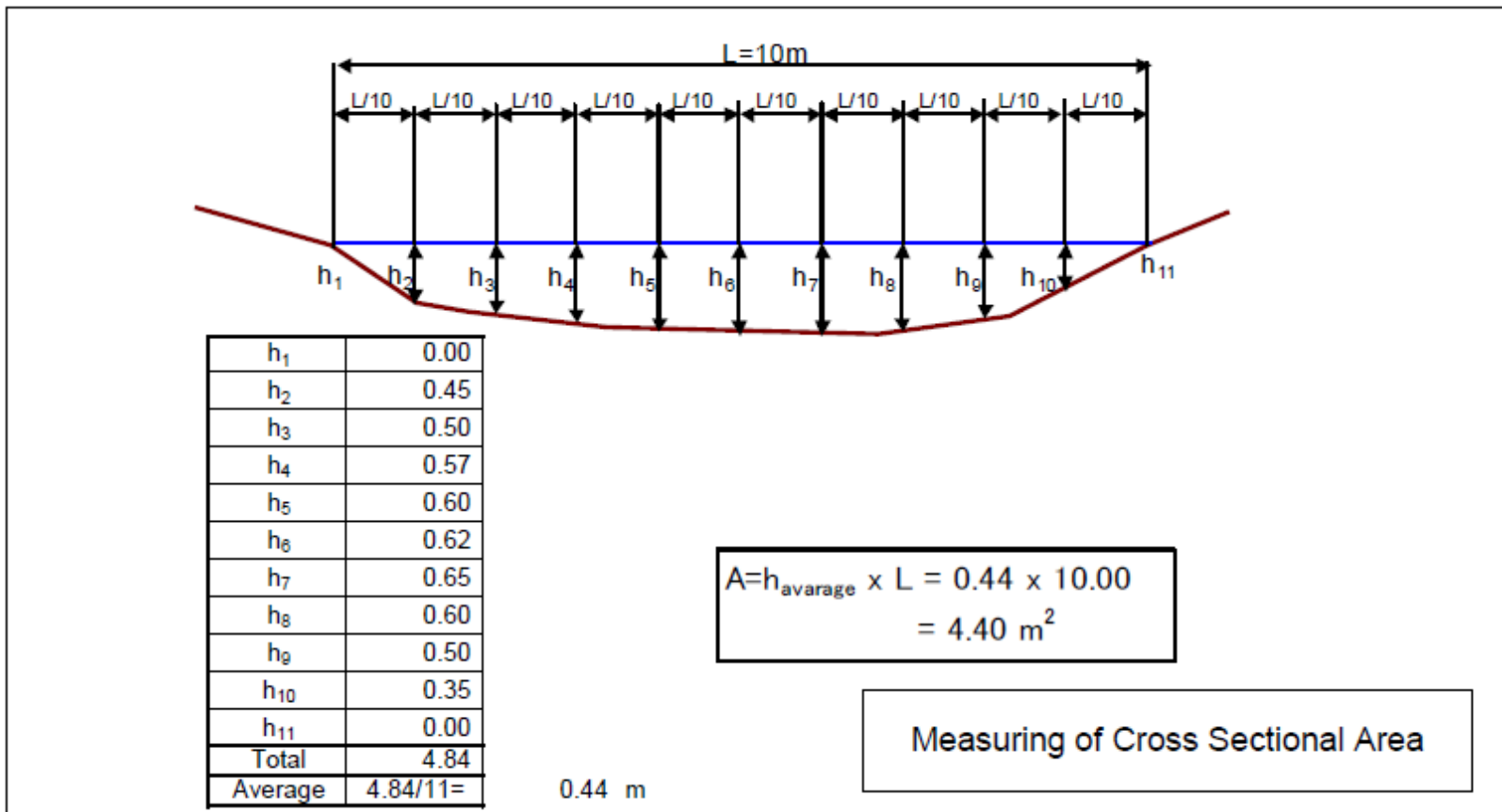


Shallow and riverbed is not flat



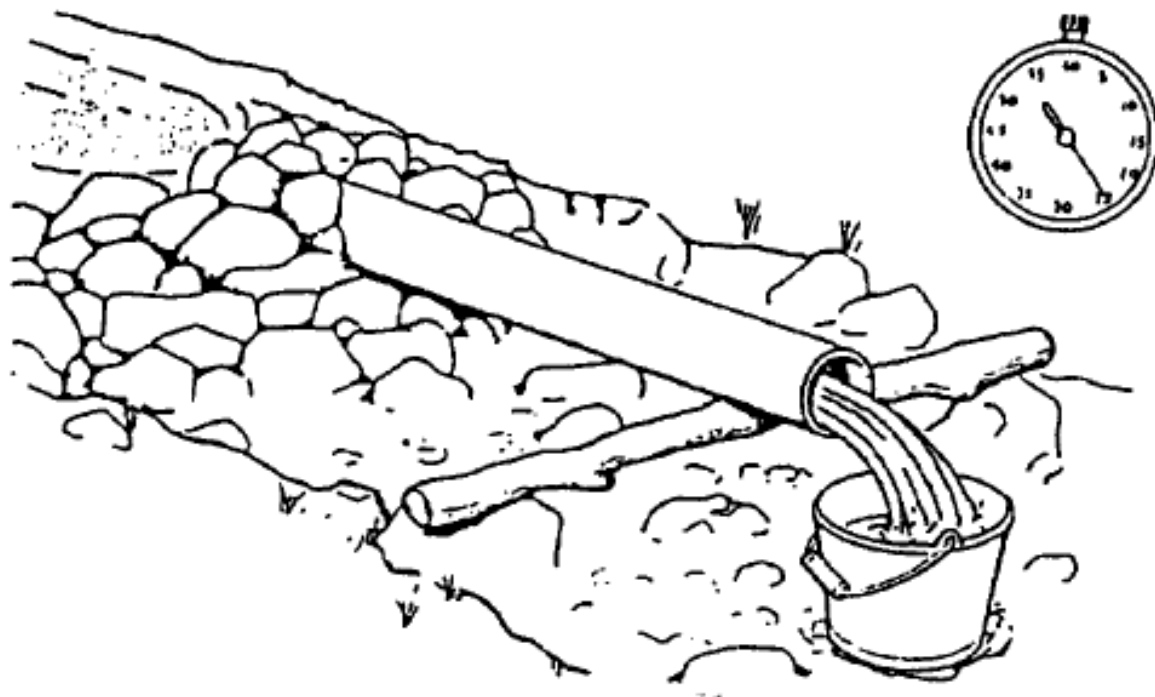
ការវាស់ធារទឹក – វិធីទី ២

- ការវាស់ក្រលាផ្ទៃមុខកាត់ជួរទឹកហូរ



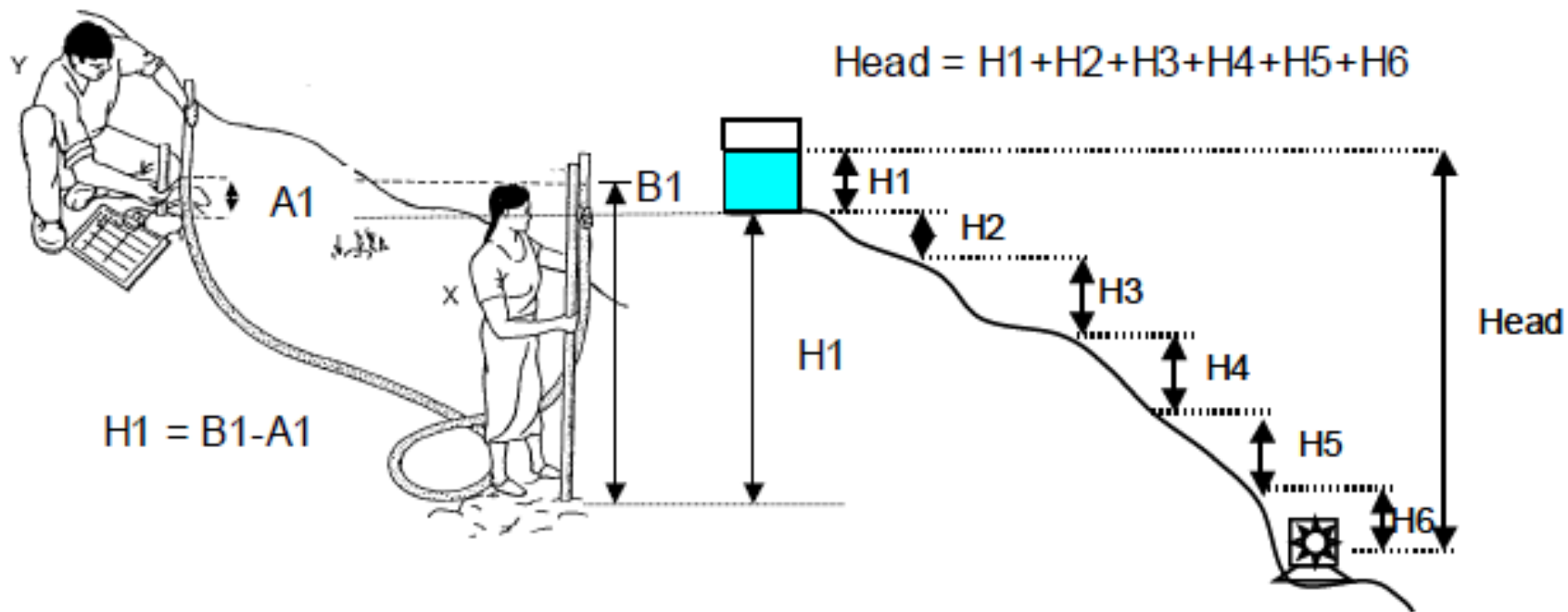
ការវាស់ធារទឹក – វិធីទី ៣

- ការប្រើធុងទឹក



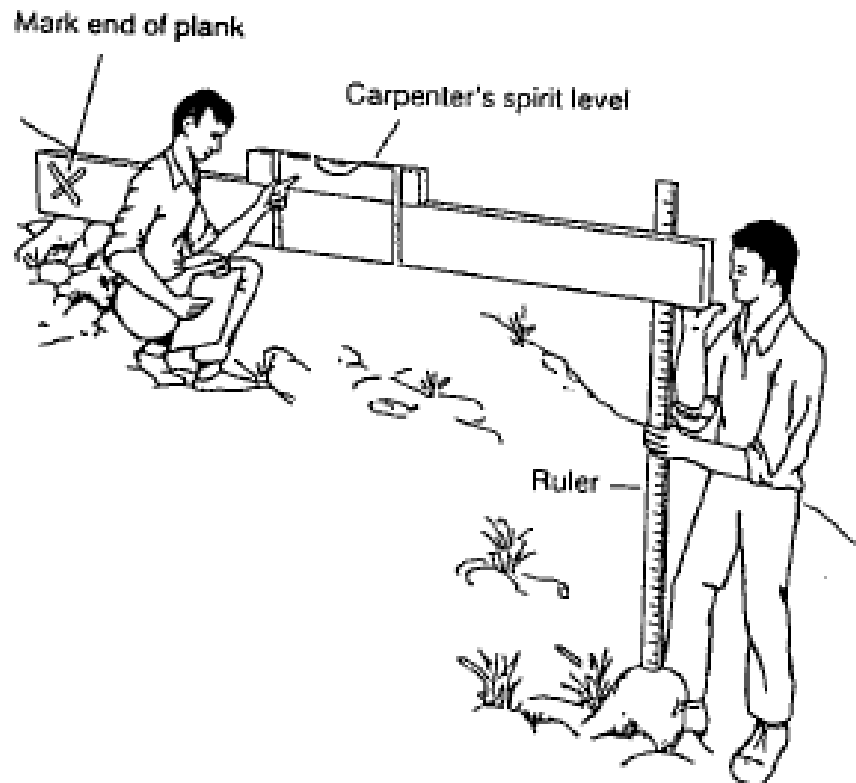
ការវាស់កំពស់ – វិធីទី ១

○ Clear hose method



ការវាស់កំពស់ – វិធីទី ២

- Spirit level and plank method

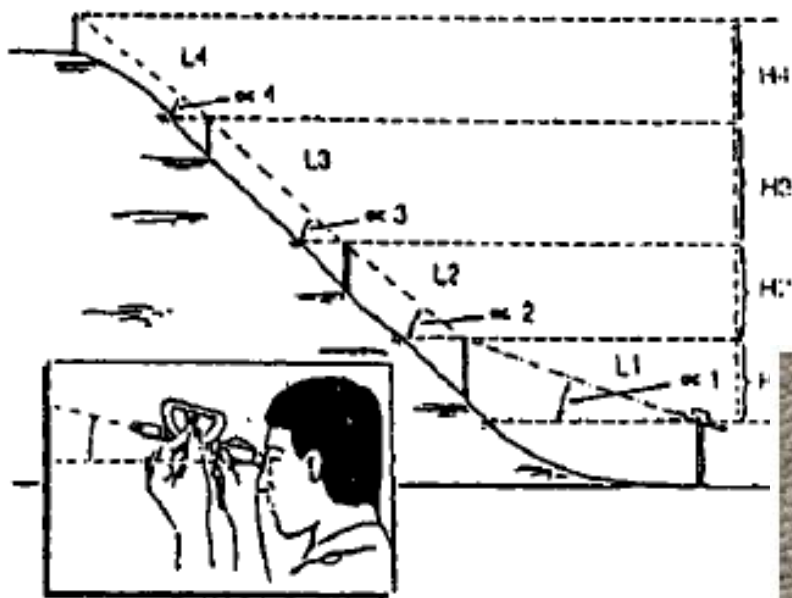


ការវាស់កំពស់ – វិធីទី ៣

- altimeter ជាឧបករណ៍វាស់រយៈកម្ពស់តាមរយៈការវាស់សម្ពាធ
- វិធីនេះត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការធ្វើរង្វាស់រយៈឆ្ងាយ និងលក្ខណៈភូមិសាស្ត្រមានភាពស្មុកស្មាញ
- ដើម្បីសុក្រិតភាព គេចាំបាច់ត្រូវធ្វើការវាស់ច្រើនដងដោយសារតែភាពល្អៀងអាស្រ័យលើសីតុណ្ហភាពសម្ពាធ និងសំណើម

ការវាស់កំពស់ – វិធីទី ៤

○ Sighting meters method



មាតិកា

- ធាតុបង្ករបស់ស្ថានីយ៍វារីអគ្គិសនីខ្នាតតូច
- សក្តានុពលវារីអគ្គិសនី
- ប្រភេទទទួរថ្ម
- ប្រភេទជនិតា
- ស្ថានភាពអភិវឌ្ឍន៍ថាមពលវារីអគ្គិសនីនៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

ប្រភេទទូរថ្និក (1)

Impulse turbine:

The runner rotates by impulsive force of water jet with the velocity head, which has been converted from the pressure head at the time of jetting from the nozzle

- Pelton turbine
- Crossflow turbine*
- Turgo-impulse

*Crossflow turbine has characteristics of both impulse and reaction turbine

Reaction turbine:

The runner rotates by reactive force of water with the pressure head

- Francis turbine
- Propeller turbine (Kaplan, Bulb, Tubular, etc.)

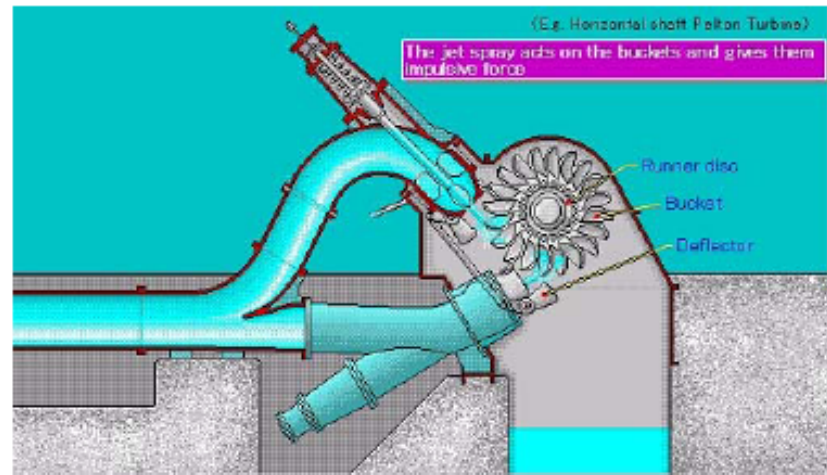
ប្រភេទ ទូរថ្នង (2)

○ Pelton Turbine

- Water jet from the nozzles acts on the buckets, and the runner is rotated by the impulsive force
- Horizontal-shaft Pelton turbine can be applied to micro/small hydropower project
- Suitable for run-of-river project, especially with high-head and less head change

Applicable range

- Output: 100 – 5,000 kW
- Discharge: 0.2 – 3 m³/s
- Head: 75 – 400 m



ប្រភេទ ទូរថ្និក (3)

○ Crossflow Turbine

- Arc shape runner blades are welded on the both side of iron plate discs
- Simple structure, easy O&M, and reasonable price
- Suitable for rural electrification project using micro hydropower plant



Applicable range

- Output: 50 – 1,000 kW
- Discharge: 0.1 – 10 m³/s
- Head: 5 – 100 m



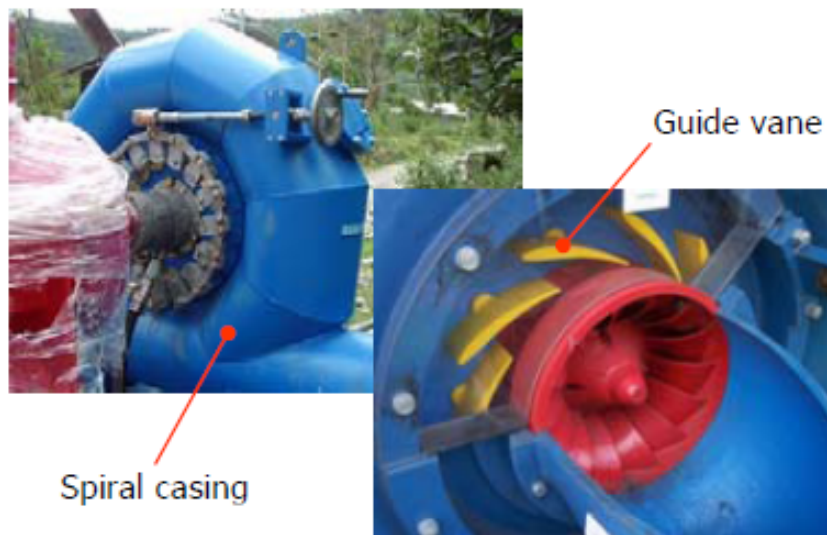
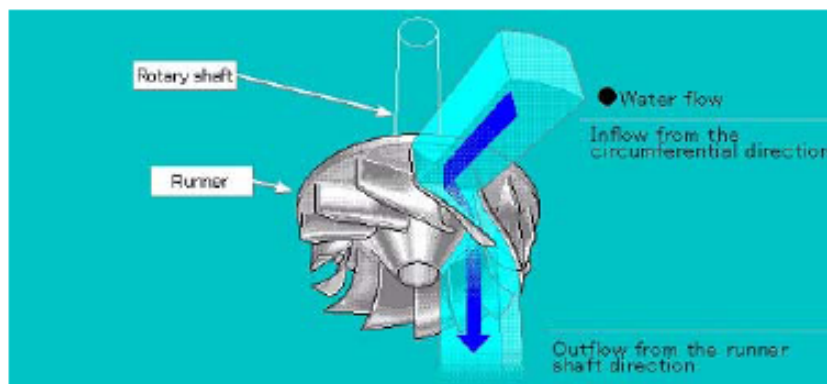
ប្រភេទទូរថ្នង (4)

○ Francis Turbine

- Water flow brought from the penstock flows into the runner through casing and guide vane
- Wide applicable range of head and discharge
- Horizontal-shaft Francis turbine can be applied to micro/small hydropower project

Applicable range

- Output: 200 – 5,000 kW
- Discharge: 0.4 – 20 m³/s
- Head: 15 – 300 m



TURBINE TYPES (5)

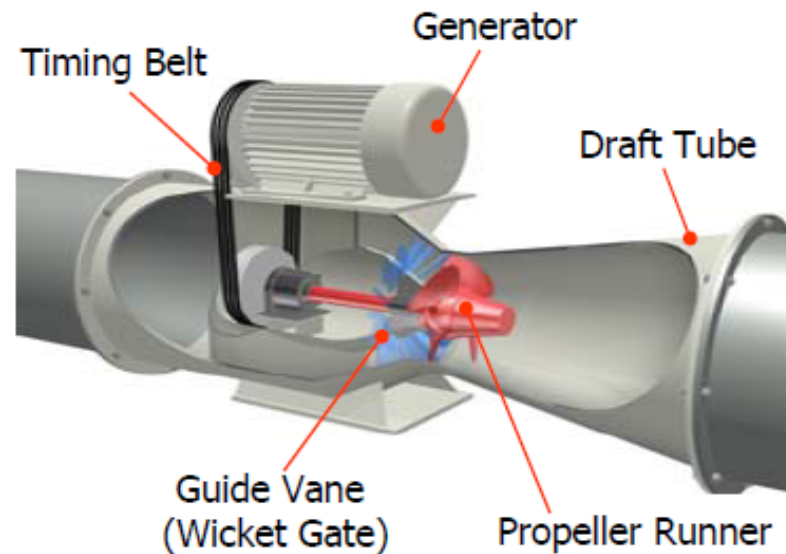
○ Tubular Turbine

2.1.4 Tubular turbine

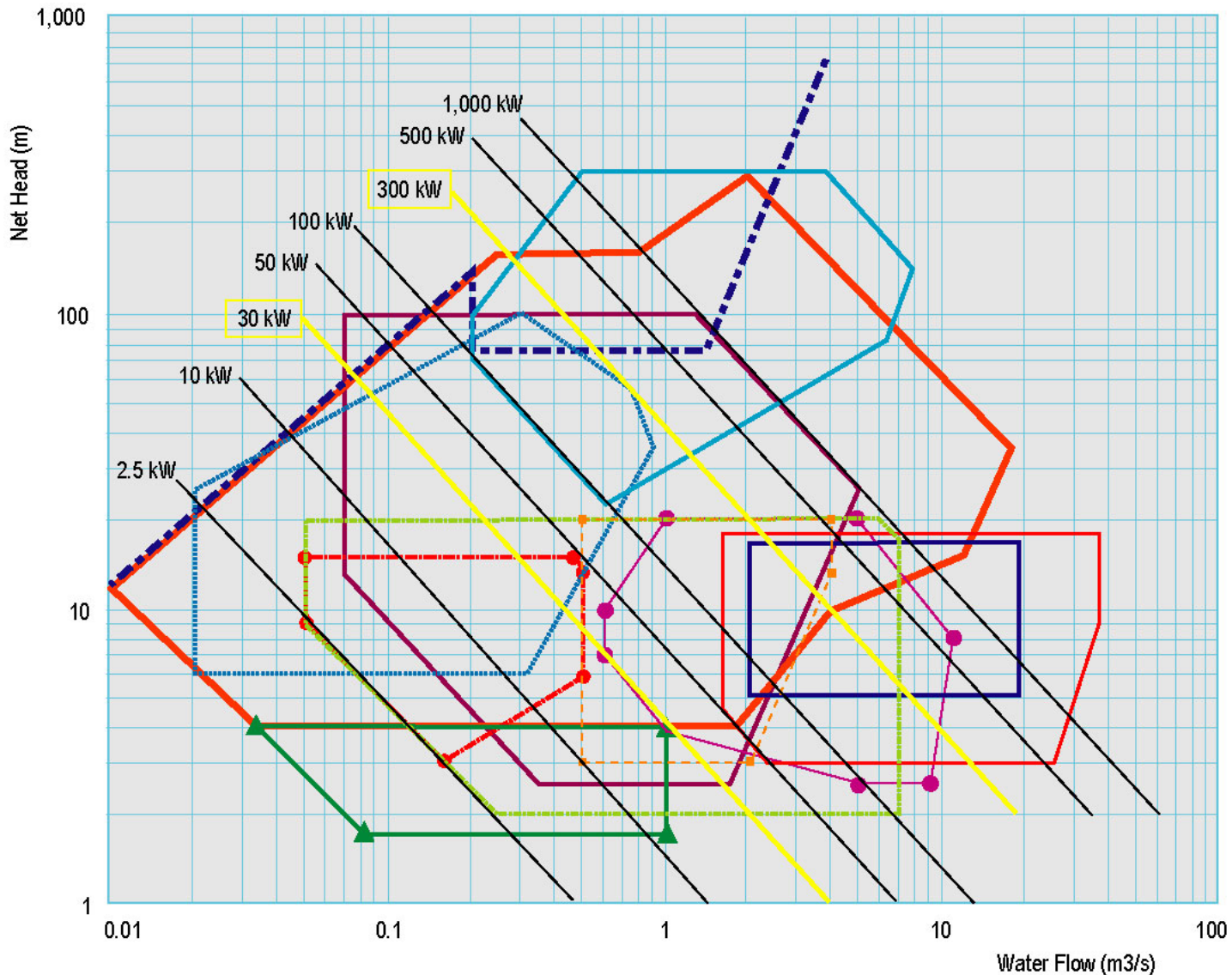
- One of propeller turbines tubular casing
- Wide applicable range of head and discharge
- Suitable for low-head sites

Applicable range

- Output: 50 – 5,000 kW
- Discharge: 1.5 – 40 m³/s
- Head: 3 – 18 m
















ប្រភេទទូរឹប័ន (6)



ប្រភេទទទួលបាន (7)

LEGEND

-  H-shaft Pelton
-  H-shaft Francis
-  Cross flow
-  S-type tubular
-  V-shaft tubular
-  Runner rotor type
-  V-shaft propeller
-  H-shaft propeller
-  Turgo impulse
-  Reverse pump
-  Submerged pump
-  V-shaft exposed type
-  Extent of dispersed type mini-hydro plant

មាតិកា

- ធាតុបង្ករបស់ស្ថានីយ៍វារីអគ្គិសនីខ្នាតតូច
- សក្តានុពលវារីអគ្គិសនី
- ប្រភេទទទួរប៉ិន
- **ប្រភេទជនិតា**
- ស្ថានភាពអភិវឌ្ឍន៍ថាមពលវារីអគ្គិសនីនៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

ចំណាត់ថ្នាក់ជនិតា

■ by generator type

- ◆ Synchronous generator
- ◆ Induction generator

Features of each type are shown in the next Clause 1.2

■ by number of phase

Single-phase	◆ Simple structure and easy maintenance
Three-phase	◆ High transmission efficiency due to small current with the same capacity as single-phase machine (58% of 1-phase)

■ by shaft arrangement

Vertical-shaft	◆ Suitable for large-scale hydro
Horizontal-shaft	◆ Not suitable for large-scale hydro due to limitation of shaft deflection ◆ Suitable for small-scale/micro hydro ◆ Easy maintenance

ការប្រៀបធៀបជំនិត

Items	Structure	Operation	Parallel-in operation
Synchronous generator	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Excitation system is necessary ◆ Complex structure (salient-pole machine) ◆ Maintenance for excitation system is necessary 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Independent operation is possible ◆ Voltage, frequency, and power factor regulation is possible 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Need synchronizer ◆ Less electro-mechanical impact at parallel-in operation
Induction generator	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Need no excitation system (Excitation current is supplied from grid) ◆ Simple structure and high maintainability (squirrel-cage rotor) ◆ High mechanical strength 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Not suitable for independent operation (only on-grid operation) ◆ Voltage, frequency, and power factor regulation is impossible 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Need no synchronizer ◆ Inrush current at parallel-in operation

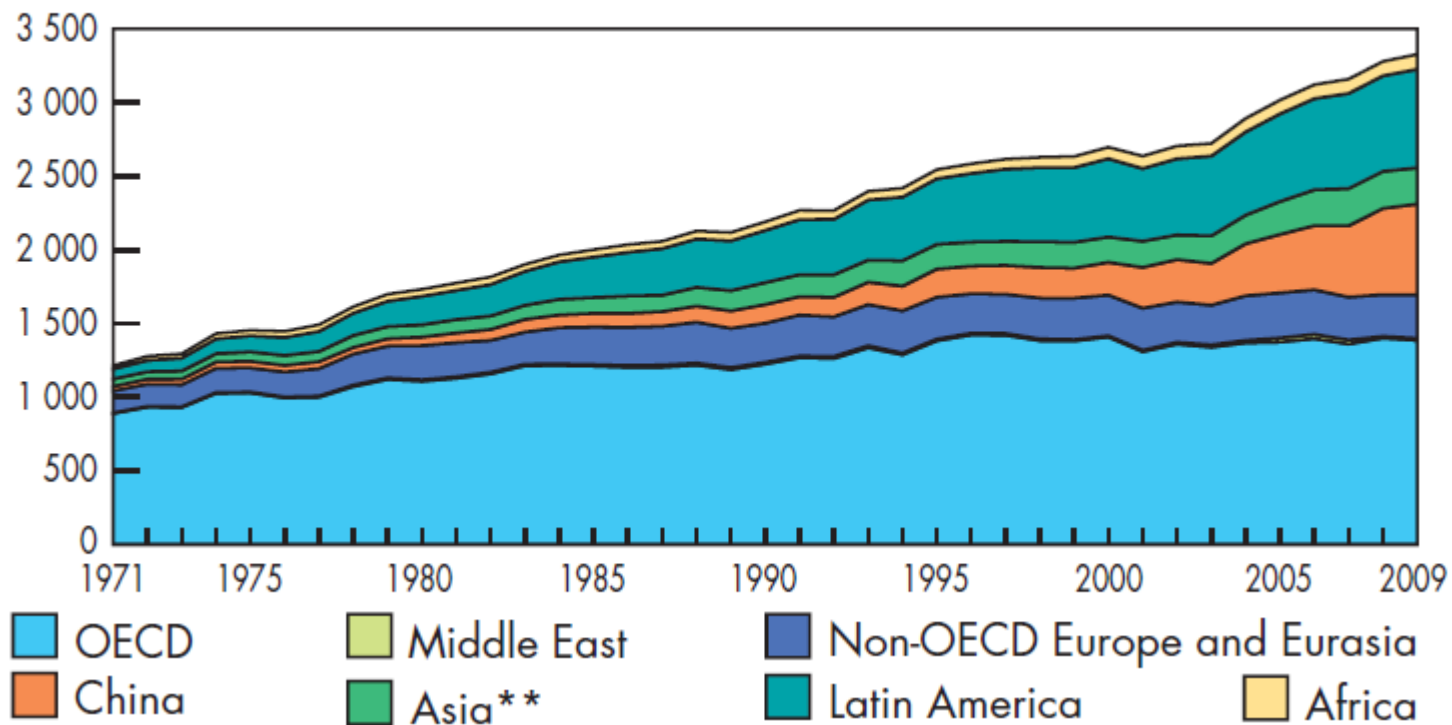
Only synchronous generator can be selected for independent operation.

មាតិកា

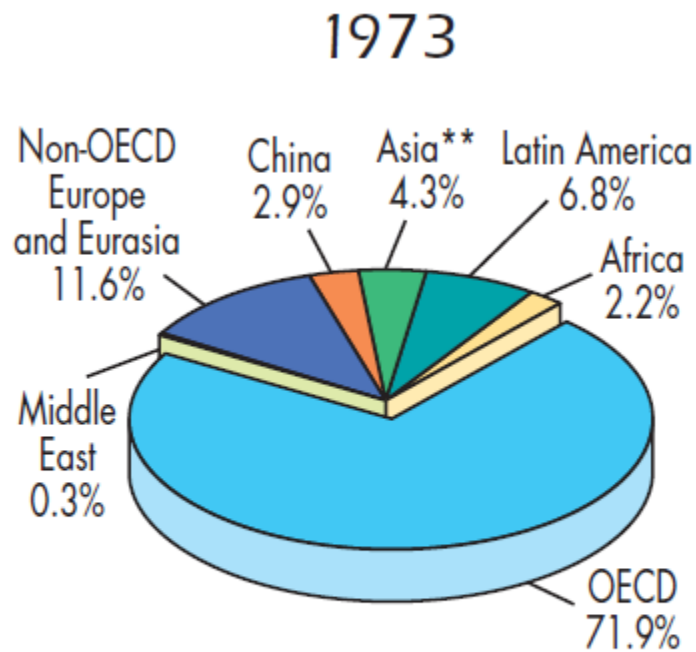
- ធាតុបង្ករបស់ស្ថានីយ៍វារីអគ្គិសនីខ្នាតតូច
- សក្តានុពលវារីអគ្គិសនី
- ប្រភេទទទួរប៉ិន
- ប្រភេទជនិតា
- ស្ថានភាពអភិវឌ្ឍន៍ថាមពលវារីអគ្គិសនីនៅព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

ការផលិតថាមពលពីវារីអគ្គិសនីចាប់ពីឆ្នាំ 1971 ដល់ឆ្នាំ 2009 តាមតំបន់ (TWh)

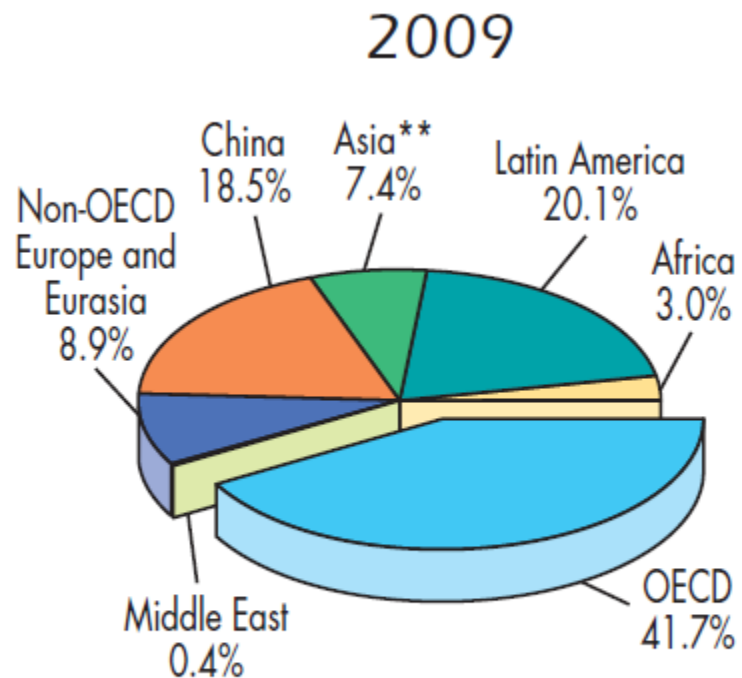
Hydro* production from 1971 to 2009 by region (TWh)



ការផលិតថាមពលពីវារីអគ្គិសនីនៅឆ្នាំ 1971 និងឆ្នាំ 2009 តាមតំបន់ (TWh)



1 294 TWh



3 329 TWh

ប្រទេសកំពូលអ្នកផលិតថាមពលវារីអគ្គិសនី

Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	616	18.5
Brazil	391	11.7
Canada	364	10.9
United States	298	9.0
Russian Federation	176	5.3
Norway	127	3.8
India	107	3.2
Venezuela	90	2.7
Japan	82	2.5
Sweden	66	2.0
Rest of the world	1 012	30.4
World	3 329	100.0

2009 data

*Includes pumped storage.

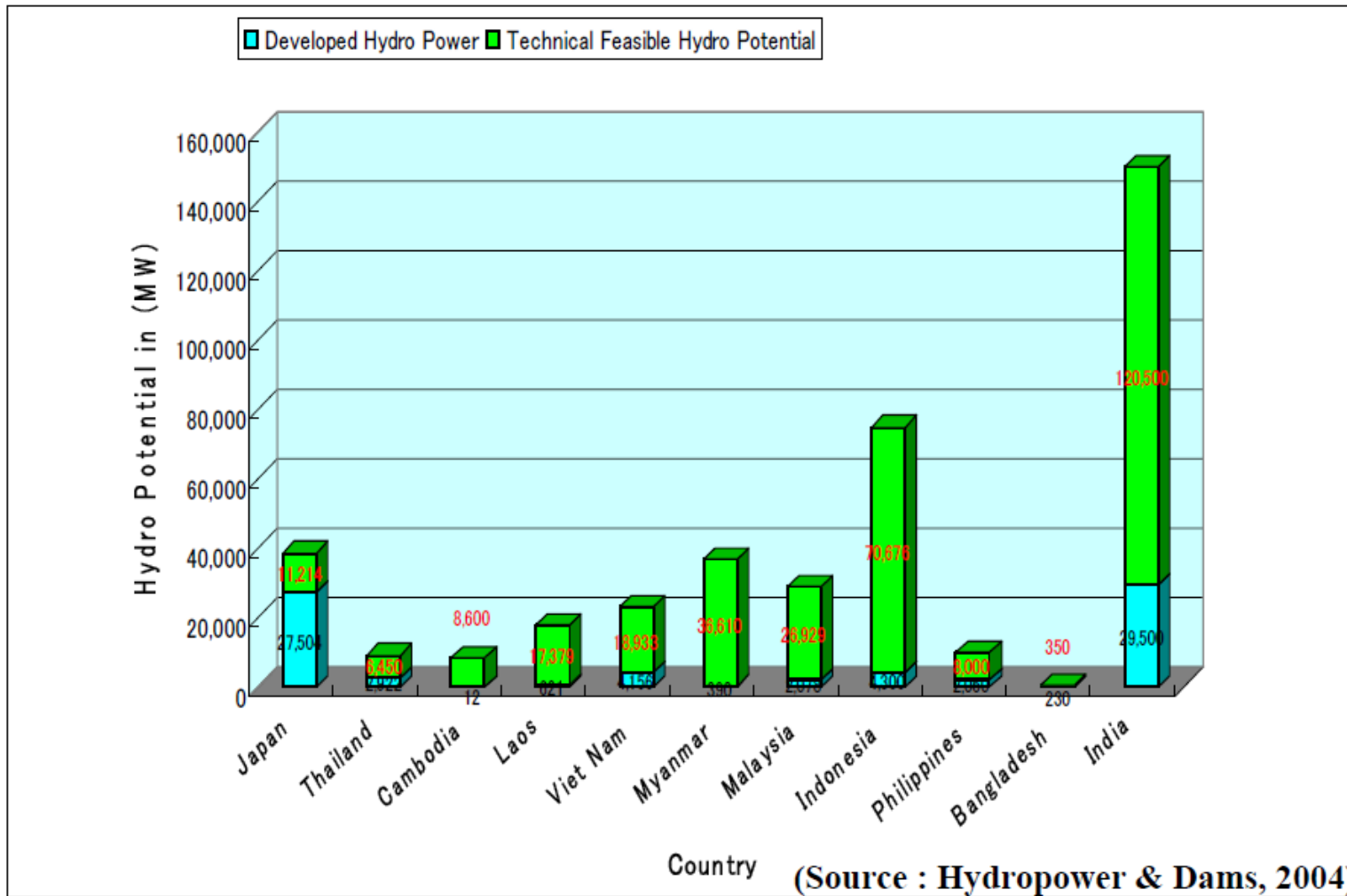
Installed capacity	GW
People's Rep. of China	168
United States	100
Brazil	78
Canada	75
Japan	47
Russian Federation	47
India	37
Norway	30
France	25
Italy	21
Rest of the world	324
World	952

2008 data
Sources: IEA,
United Nations.

Country (top-ten producers)	% of hydro in total domestic electricity generation
Norway	95.7
Brazil	83.8
Venezuela	72.8
Canada	60.3
Sweden	48.3
Russian Federation	17.8
People's Rep. of China	16.7
India	11.9
Japan	7.8
United States	7.1
Rest of the world**	13.9
World	16.5

2009 data

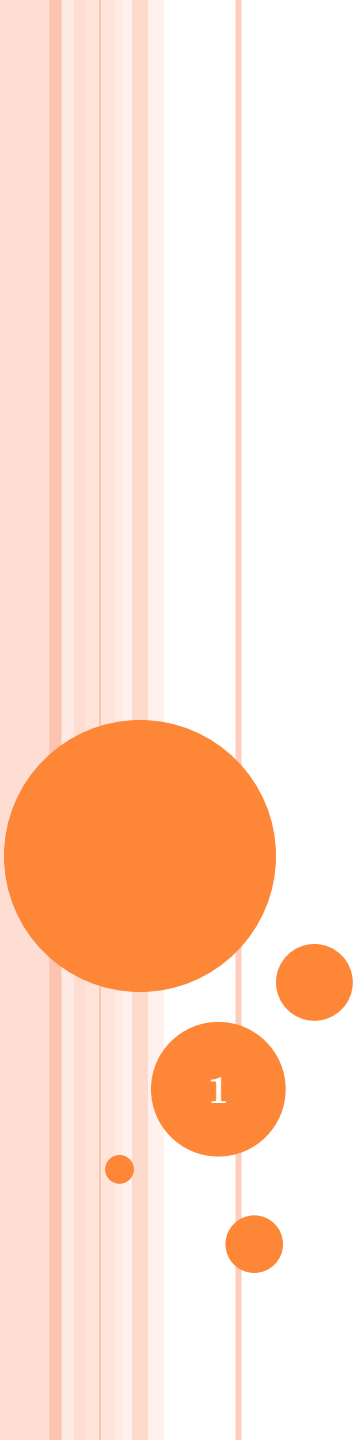
សក្តានុពលថាពលវារីអគ្គិសនីនៅក្នុងតំបន់អាស៊ីអគ្នេយ៍



Location Map of Planned Mini Hydro Plants in Cambodia



សូមអរគុណ



PROMOTION OF ENERGY SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CAMBODIA

ជំពូក ៥៖ ថាមពលកកើតឡើងវិញ
ជំពូក ៥.៤ ៖ ថាមពលខ្យល់

1

បណ្ឌិត ប៊ុន ឡុង
អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អគ្គិសនី និងថាមពល
វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកម្ពុជា

មាតិកា

- ស្ថានភាពនៃការអភិវឌ្ឍថាមពលខ្យល់
- ប្រភេទទ្វារប៊ីនខ្យល់
- អានុភាពនៅក្នុងខ្យល់និងអានុភាពដែលអាចទាញយកបាន
- ទិន្នផលដំណើរការនៃទ្វារប៊ីនខ្យល់

ប្រវត្តិទូរប៊ីនខ្យល់



Claude Monet The Zaan River at Zaandam, Denmark, Spring 1871

ប្រវត្តិទ្វារប៊ីនខ្យល់



For grain grinding and water pumping

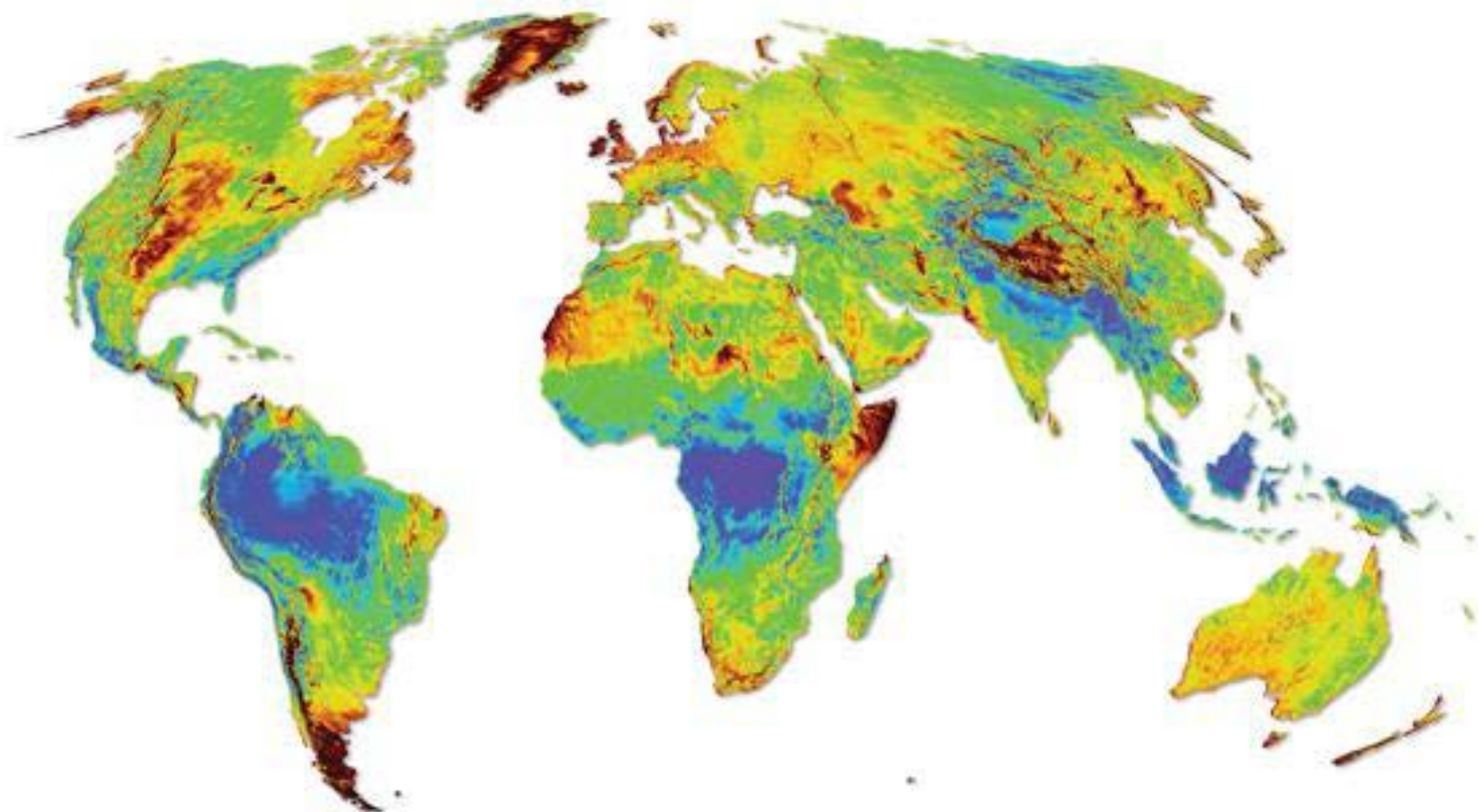


<http://www.telosnet.com/wind/early.html>

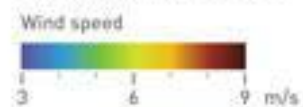


The first use of large windmill in Cleveland, Ohio, 1888 to generate electricity. Rotor diameter was 17 meters. The windmill produced 12 kW.

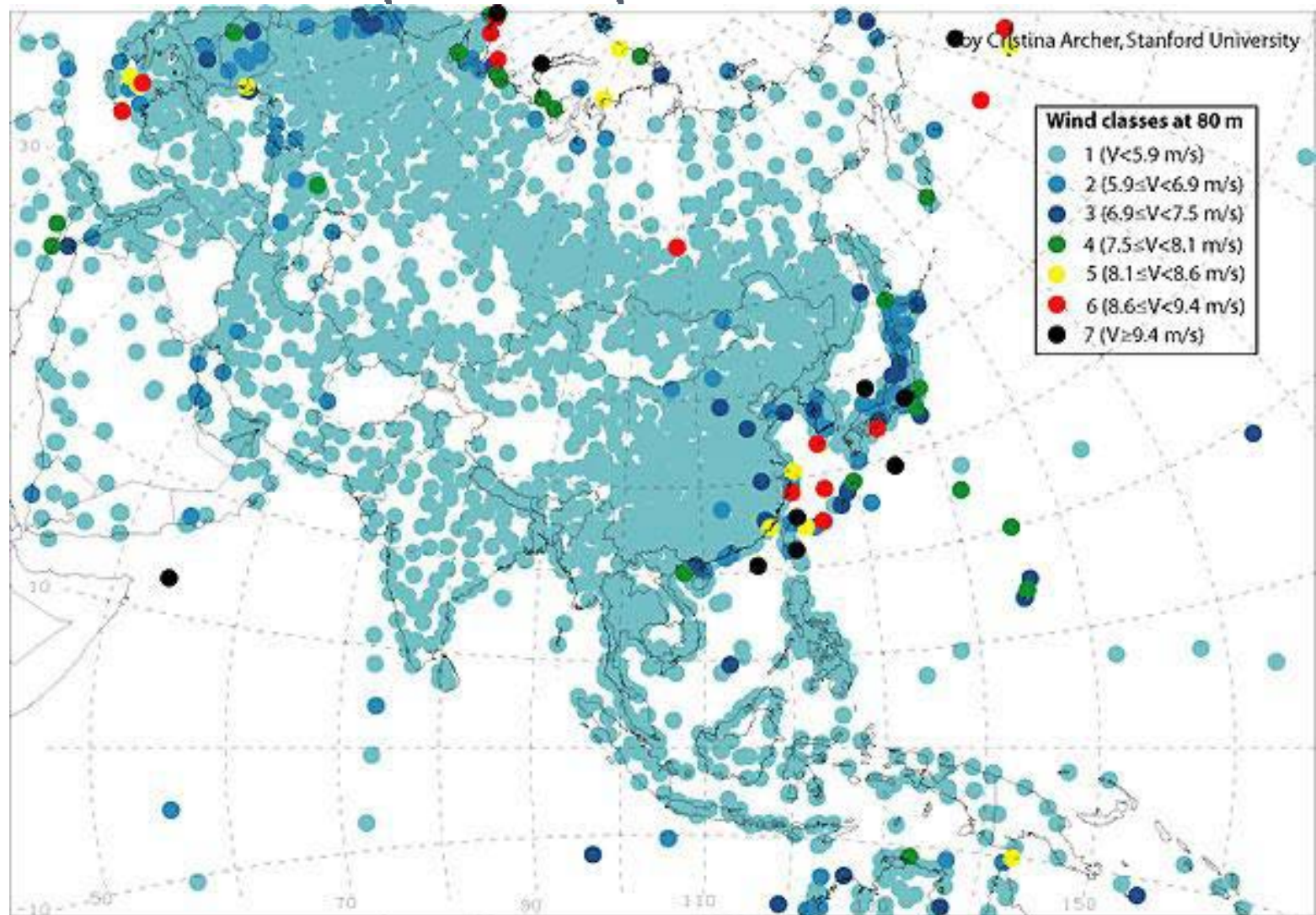
សក្តានុពលខ្យល់នៅជុំវិញពិភពលោក



5km Wind Map at 80m



សក្តានុពលខ្យល់នៅក្នុងអាស៊ី



សក្តានុពលខ្យល់នៅក្នុងអាស៊ីអាគ្នេយ៍

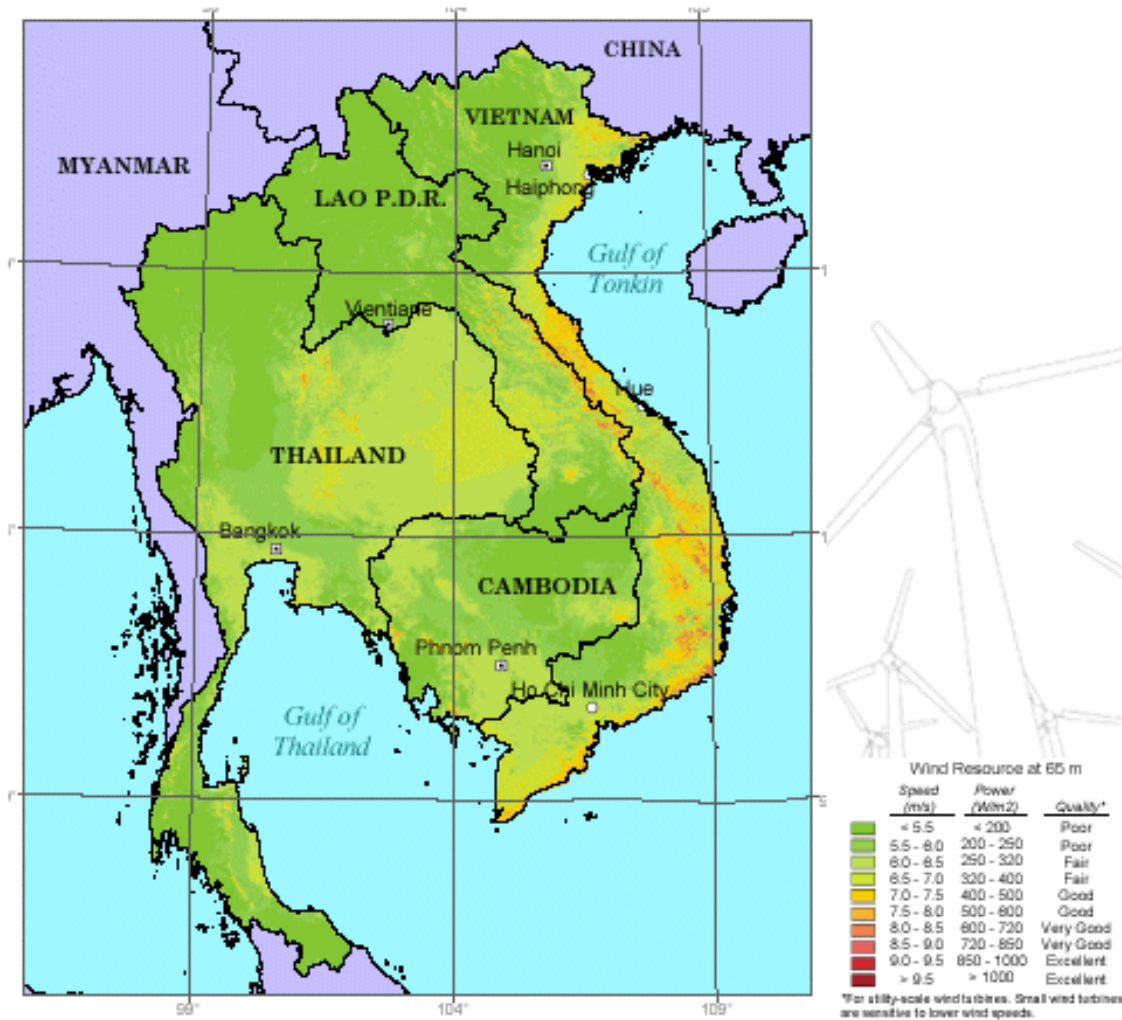
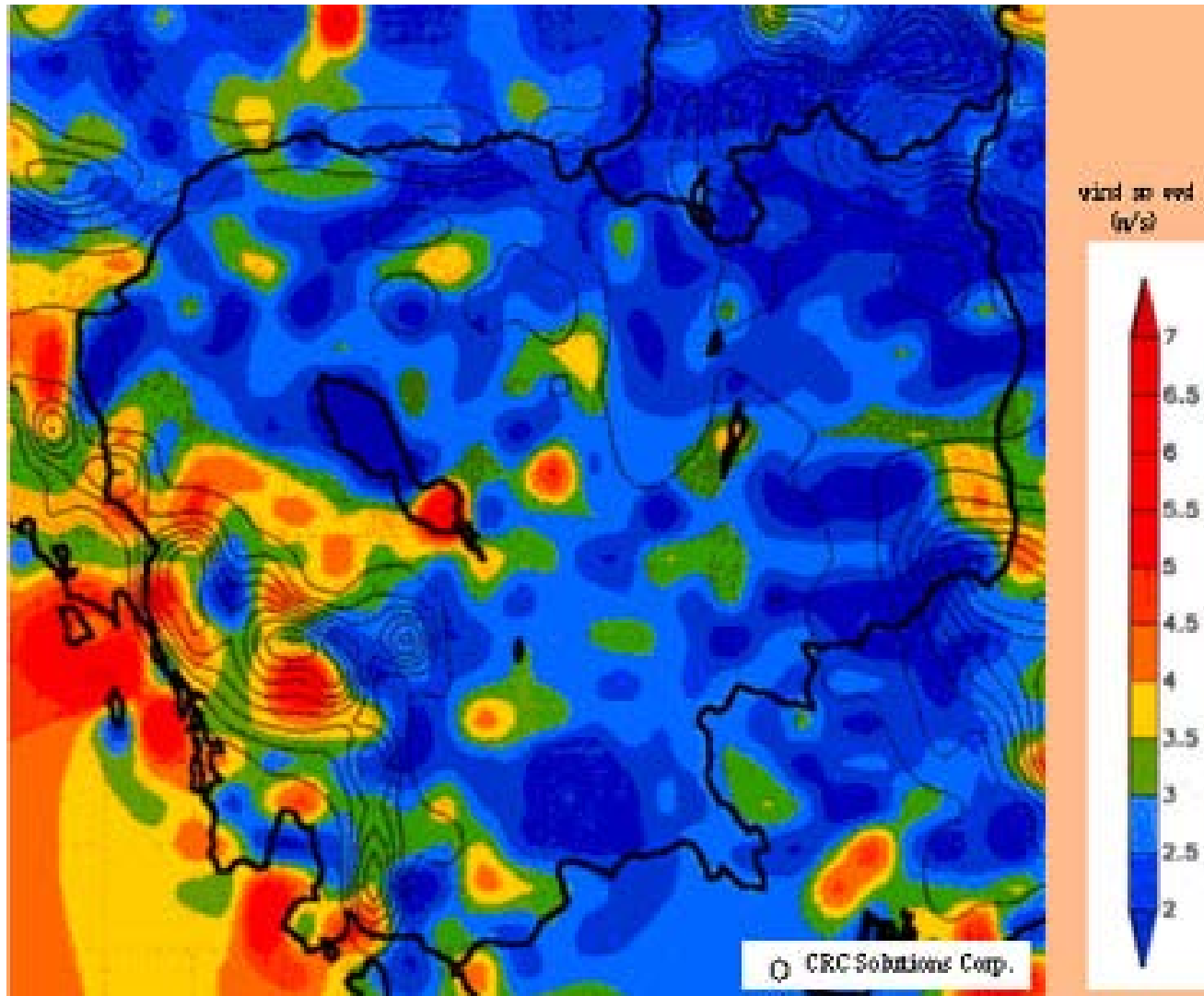


Figure 2.1b. Wind Resources in Southeast Asia at 30 m

សក្តានុពលខ្យល់នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា

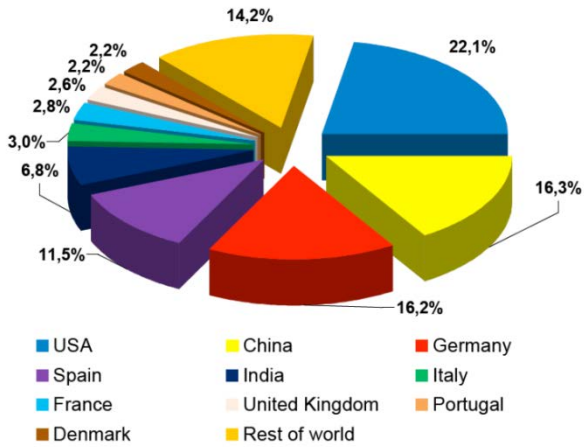


ទំហំនៃការតម្លៃដងក្នុងពិភពលោក

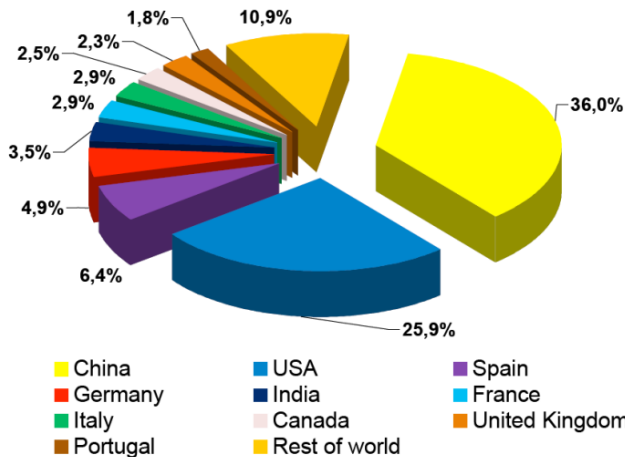


ទំហំនៃការតម្លើងក្នុងឆ្នាំ ២០០៩

Country Share of Total Capacity 2009



Country Share of New Capacity 2009



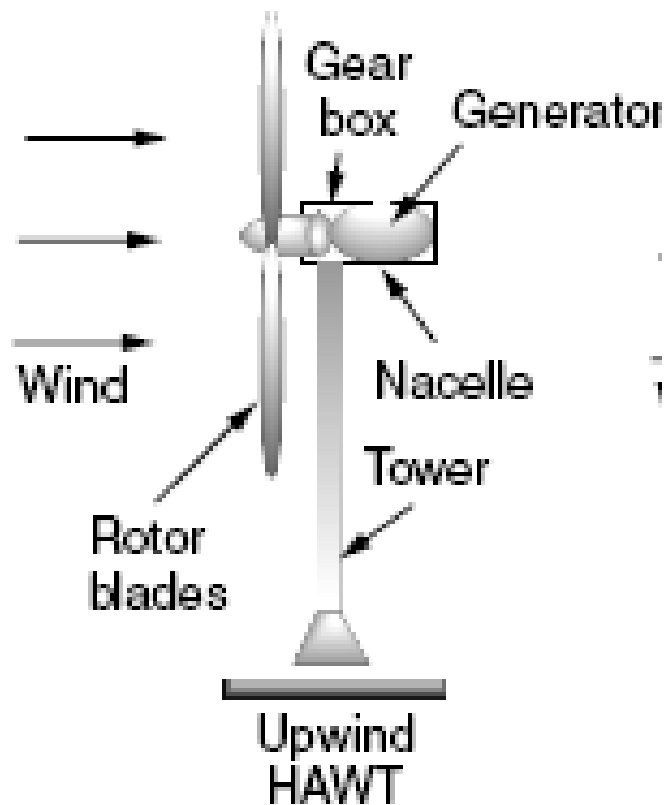
Top 10 Countries Total Capacities [MW]



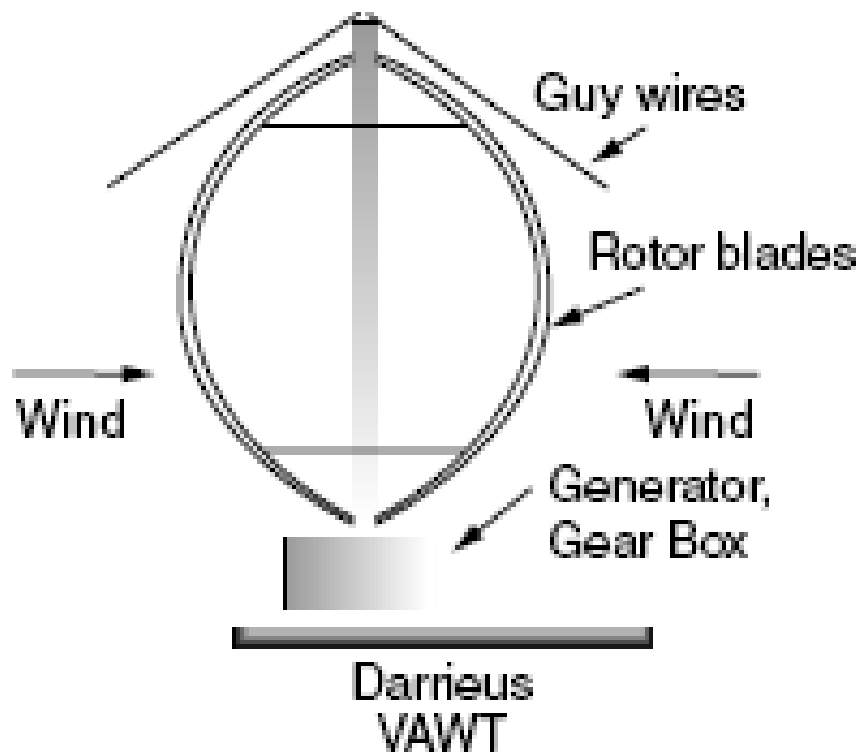
មាតិកា

- ស្ថានភាពនៃការអភិវឌ្ឍថាមពលខ្យល់
- ប្រភេទទ្វារប៊ីនខ្យល់
- អានុភាពនៅក្នុងខ្យល់និងអានុភាពដែលអាចទាញយកបាន
- ទិន្នផលដំណើរការនៃទ្វារប៊ីនខ្យល់

ប្រភេទទូរថ្លង់ខ្យល់



ទូរថ្លង់ខ្យល់អក្សរដេក



ទូរថ្លង់ខ្យល់អក្សរឈរ

ប្រភេទអក្សរដេក

- គុណសម្បត្តិ

- ទទួលបានខ្យល់ខ្លាំង
- អាចចាប់ផ្តើមរលដោយខ្លួនឯង

- គុណវិបត្តិ

- មានទម្ងន់ធ្ងន់
- ត្រូវការប្រព័ន្ធបញ្ជាដើម្បីទូរប៊ិនរេចំទិសខ្យល់បក់
- តម្លៃតំហៃទាំមានកម្រិតខ្ពស់

ចំនួនស្ថាប

- ទរេប៊ីនប្រភេទស្ថាបច្រើនត្រូវបានប្រើសម្រាប់ខ្យល់ដែលមានល្បឿនទាប
- នៅពេលដែលល្បឿនកើនឡើង turbulence ដែលបង្កើតឡើងដោយស្ថាបមួយនឹងមានឥទ្ធិពលទៅលើស្ថាបមួយទៀត
- ស្ថាបតិចអាចធ្វើអោយស្ថាបវិលបានលឿន => ត្រូវការជនតាដែលមានទំហំតូច
- ស្ថាប ២ និងស្ថាប ៣ ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជាញឹកញាប់

រូបភាពនៃទ្វេប៉ងខ្យល់ប្រភេទអក្សដេក



ប្រភេទអក្សរឈរ

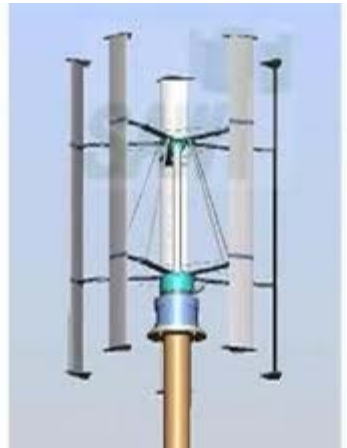
- គុណសម្បត្តិ៖

- បែរទៅរកទិសខ្យល់បក់ → មិនត្រូវការប្រព័ន្ធបញ្ជា
- ជនិតា និងប្រព័ន្ធស្តីស្តិតនៅផ្នែកខាងក្រោម → ងាយស្រួលក្នុងការធ្វើតំហែទាំ

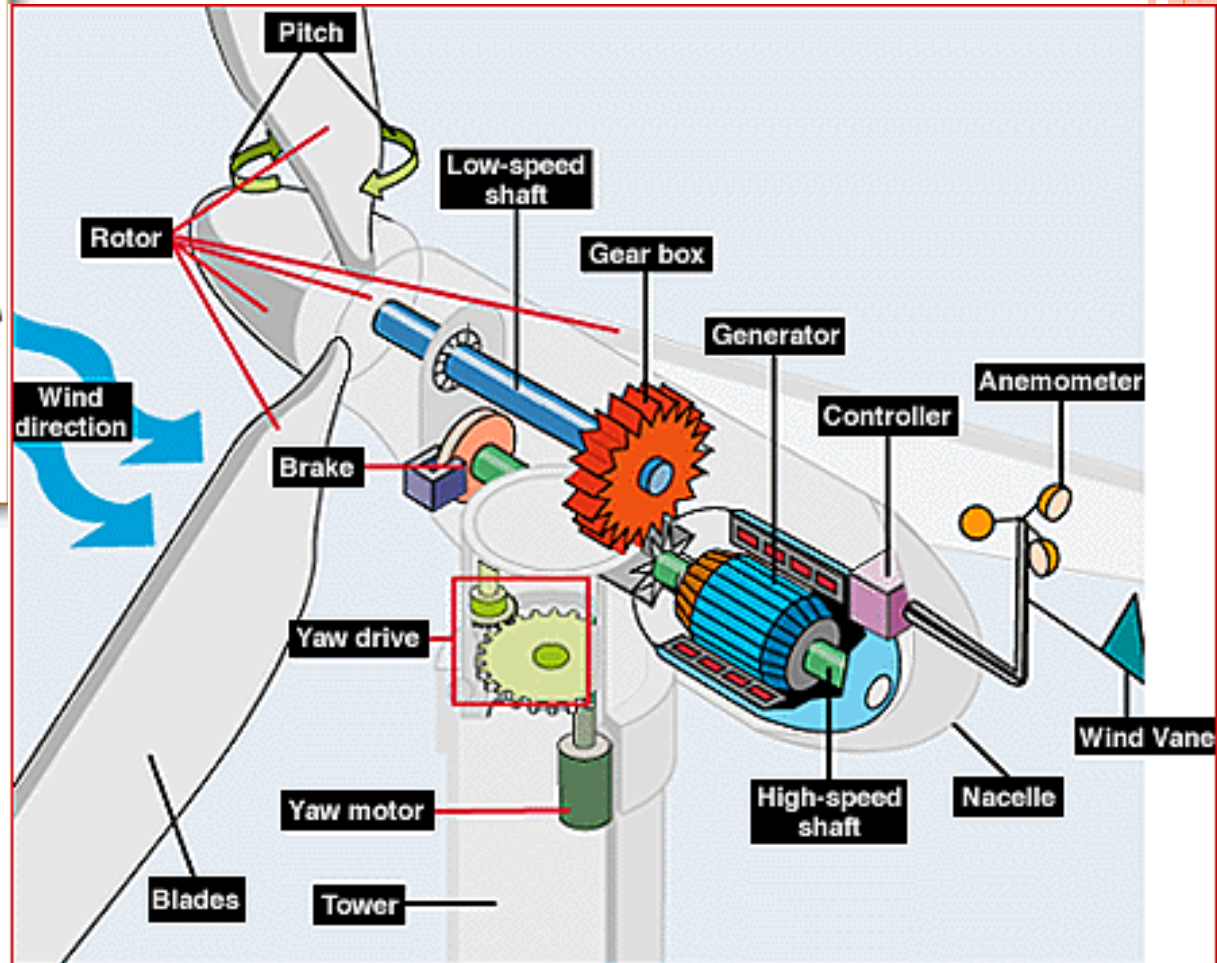
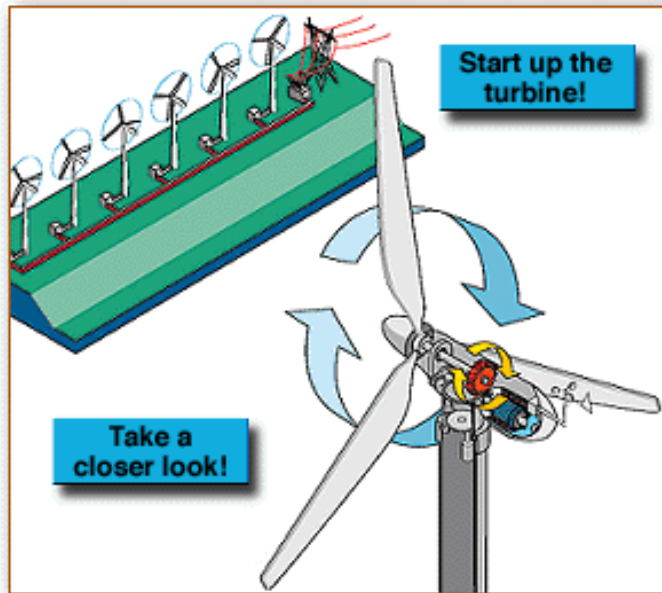
- គុណវិបត្តិ៖

- មិនអាចចាប់ផ្តើមវិលដោយខ្លួនឯង
- មានបញ្ហាធំផ្នែកមេកានិច

រូបភាពនៃទ្វេប៉ែនខ្យល់ប្រភេទអក្សឈរ



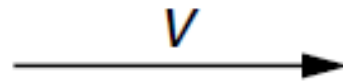
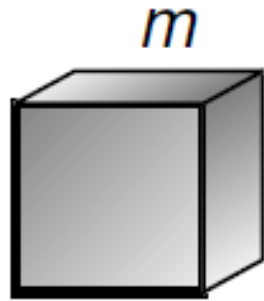
នៅផ្នែកខាងក្នុងទ្វារប៉ិនខ្យល់



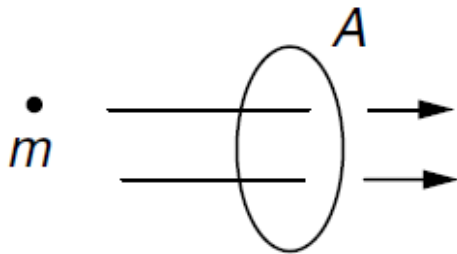
មាតិកា

- ស្ថានភាពនៃការអភិវឌ្ឍថាមពលខ្យល់
- ប្រភេទទ្វីបឌីនខ្យល់
- អានុភាពនៅក្នុងខ្យល់និងអានុភាពដែលអាចទាញយកបាន
- ទិន្នផលដំណើរការនៃទ្វីបឌីនខ្យល់

អានុភាពនៅក្នុងខ្យល់



$$\text{K.E.} = \frac{1}{2}mv^2$$



$$\text{Power through area } A = \frac{\text{Energy}}{\text{Time}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\text{Mass}}{\text{Time}} \right) v^2$$

អានុភាពនៅក្នុងខ្យល់

Mass flow rate:

$$\left(\frac{\text{Mass passing through } A}{\text{Time}} \right) = \dot{m} = \rho A v$$

ρ = Air density (kg/m^3) = 1.225 kg/m^3 at 15°C and 1 atm

$$\text{Power through area } A = \frac{\text{Energy}}{\text{Time}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\text{Mass}}{\text{Time}} \right) v^2 = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

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

P_w is power in the wind (watts)

Power density (specific power) = power per square meter
(Watts/ m^2)

អានុភាពនៅក្នុងខ្យល់

- អានុភាពនៅក្នុងខ្យល់អាស្រ័យលើ
 - ដង់ស៊ីតេខ្យល់
 - ក្រលាផ្ទៃដែលខ្យល់ឆ្លងកាត់
 - ល្បឿនខ្យល់

អានុភាពជាអនុគមន៍នៃល្បឿនខ្យល់

Windspeed (m/s)	Windspeed (mph)	Power (W/m ²)
0	0	0
1	2.24	1
2	4.47	5
3	6.71	17
4	8.95	39
5	11.19	77
6	13.42	132
7	15.66	210
8	17.90	314
9	20.13	447
10	22.37	613
11	24.61	815
12	26.84	1058
13	29.08	1346
14	31.32	1681
15	33.56	2067

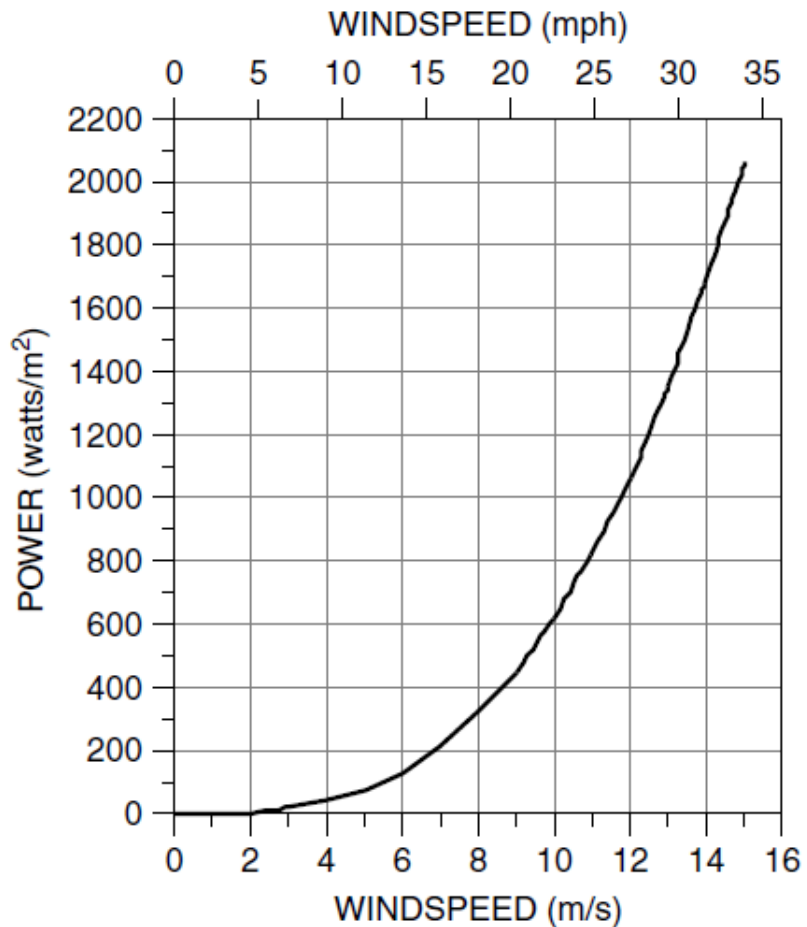


Figure 6.5 Power in the wind, per square meter of cross section, at 15°C and 1 atm.

អានុភាពជាអនុគមន៍នៃក្រលាផ្ទៃ

- អានុភាពកើនឡើងជាអនុគមន៍នៃក្រលាផ្ទៃ

$$A = (\pi/4)D^2$$

- មានន័យថាកាលណាស្ថាប័នច្រកកាន់តែវែង អានុភាពកាន់តែធំ

អានុភាពជាអនុគមន៍នៃដង់ស៊ីតេខ្យល់

- នៅសីតុណ្ហភាព 15°C និងសម្ពាធ 1 atmosphere ខ្យល់មានទម្ងន់ 1.225 kg/m³

$$\rho = 1.225 K_T K_A$$

TABLE 6.1 Density of Dry Air at a Pressure of 1 Atmosphere^a

Temperature (°C)	Temperature (°F)	Density (kg/m ³)	Density Ratio (K _T)
-15	5.0	1.368	1.12
-10	14.0	1.342	1.10
-5	23.0	1.317	1.07
0	32.0	1.293	1.05
5	41.0	1.269	1.04
10	50.0	1.247	1.02
15	59.0	1.225	1.00
20	68.0	1.204	0.98
25	77.0	1.184	0.97
30	86.0	1.165	0.95
35	95.0	1.146	0.94
40	104.0	1.127	0.92

TABLE 6.2 Air Pressure at 15°C as a Function of Altitude

Altitude (meters)	Altitude (feet)	Pressure (atm)	Pressure Ratio (K _A)
0	0	1	1
200	656	0.977	0.977
400	1312	0.954	0.954
600	1968	0.931	0.931
800	2625	0.910	0.910
1000	3281	0.888	0.888
1200	3937	0.868	0.868
1400	4593	0.847	0.847
1600	5249	0.827	0.827
1800	5905	0.808	0.808
2000	6562	0.789	0.789
2200	7218	0.771	0.771

^aThe density ratio K_T is the ratio of density at T to the density at the standard (boldfaced) 15°C.

តួនាទីពលនៃកម្ពុស៍

- ល្បឿនខ្យល់នៅកៀកជាប់នឹងដី ប្រែប្រួលខ្លាំង អាស្រ័យលើសណ្ឋានដី
- ផ្ទៃរលោង --> ការកកិតទាប
- ផ្ទៃមិនរលោង --> ការកកិតខ្ពស់
- ល្បឿនខ្យល់ប្រែប្រួលជាអនុគមន៍នៃ
 - កម្ពុស៍
 - សណ្ឋានដី

តម្លៃពលនៃកម្ពស់

- ទំនាក់ទំនងរវាងកម្ពស់និងល្បឿនខ្យល់
 - H_0 = កម្ពស់គោល
 - v_0 = ល្បឿនខ្យល់នៅកម្ពស់គោល
 - α = មេគុណកកិត

$$\left(\frac{v}{v_0} \right) = \left(\frac{H}{H_0} \right)^\alpha$$

តម្លៃ ពលនៃ កម្ពស់

$$\left(\frac{v}{v_0}\right) = \left(\frac{H}{H_0}\right)^\alpha$$

Terrain Characteristics	Friction Coefficient α
Smooth hard ground, calm water	0.10
Tall grass on level ground	0.15
High crops, hedges and shrubs	0.20
Wooded countryside, many trees	0.25
Small town with trees and shrubs	0.30
Large city with tall buildings	0.40

ទិន្នផលក្នុងការបំប្លែងថាមពលខ្យល់

Assume that rotor blades has 45% efficiency and gearbox and generator has 2/3 efficiency

Average power in the wind (W/m^2)



Power extracted from the wind (W/m^2), depending turbine blade (rotor) efficiency



Electrical power output (W/m^2), depending on the gearbox and generator efficiency

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

100%

$$P_b = \frac{1}{2} \rho A v^3 \cdot C_p$$

45%

Overall efficiency = 30%!!



ဗျာဉ် BETZ

- Maximum theoretical efficiency of a rotor is 59.3%.
- Sometimes called 'Betz efficiency'
- How close are modern wind turbine to this Betz limit?
 - Around 80% of the limit, 45-50%

See how cool
that is?

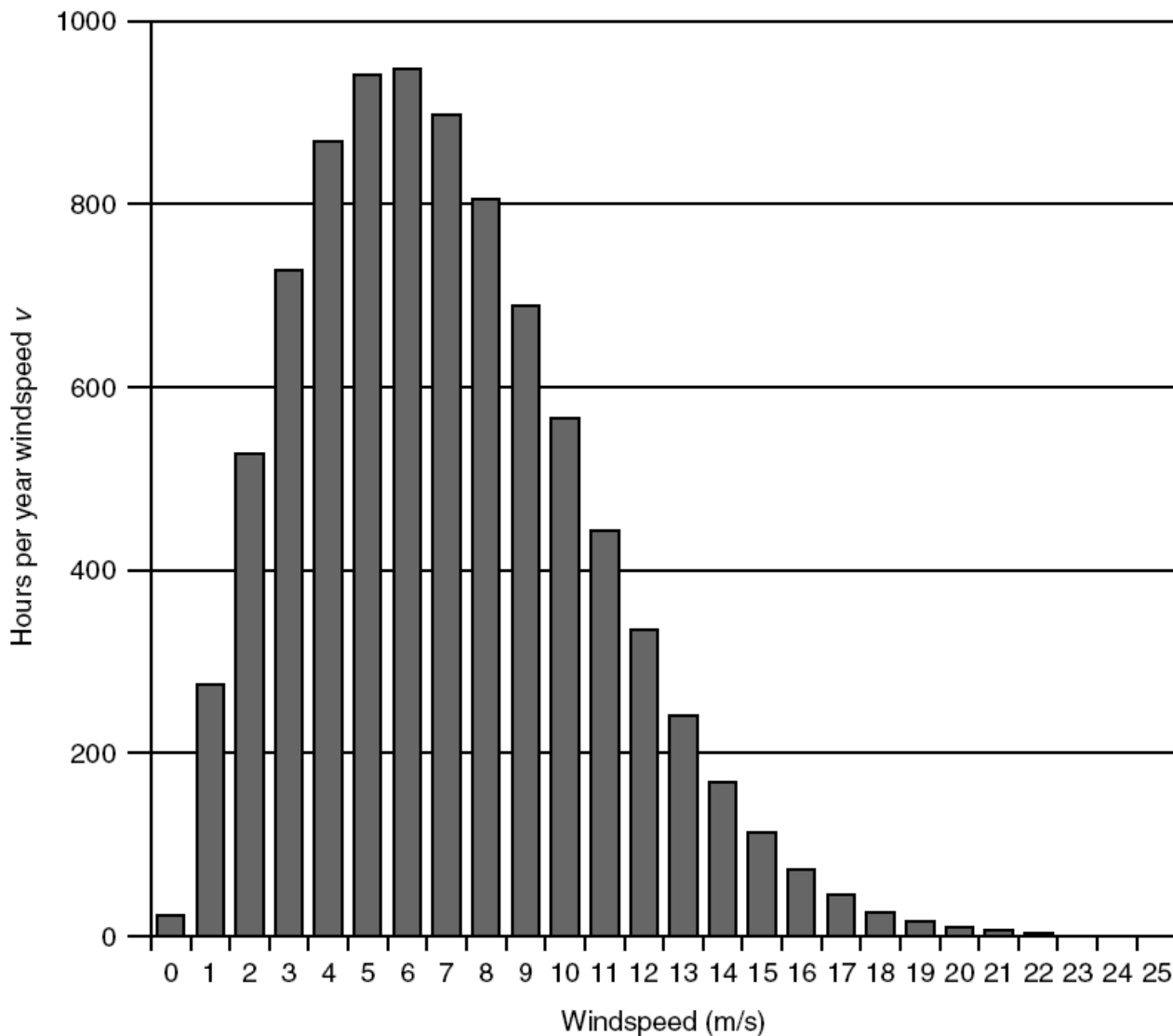


មាតិកា

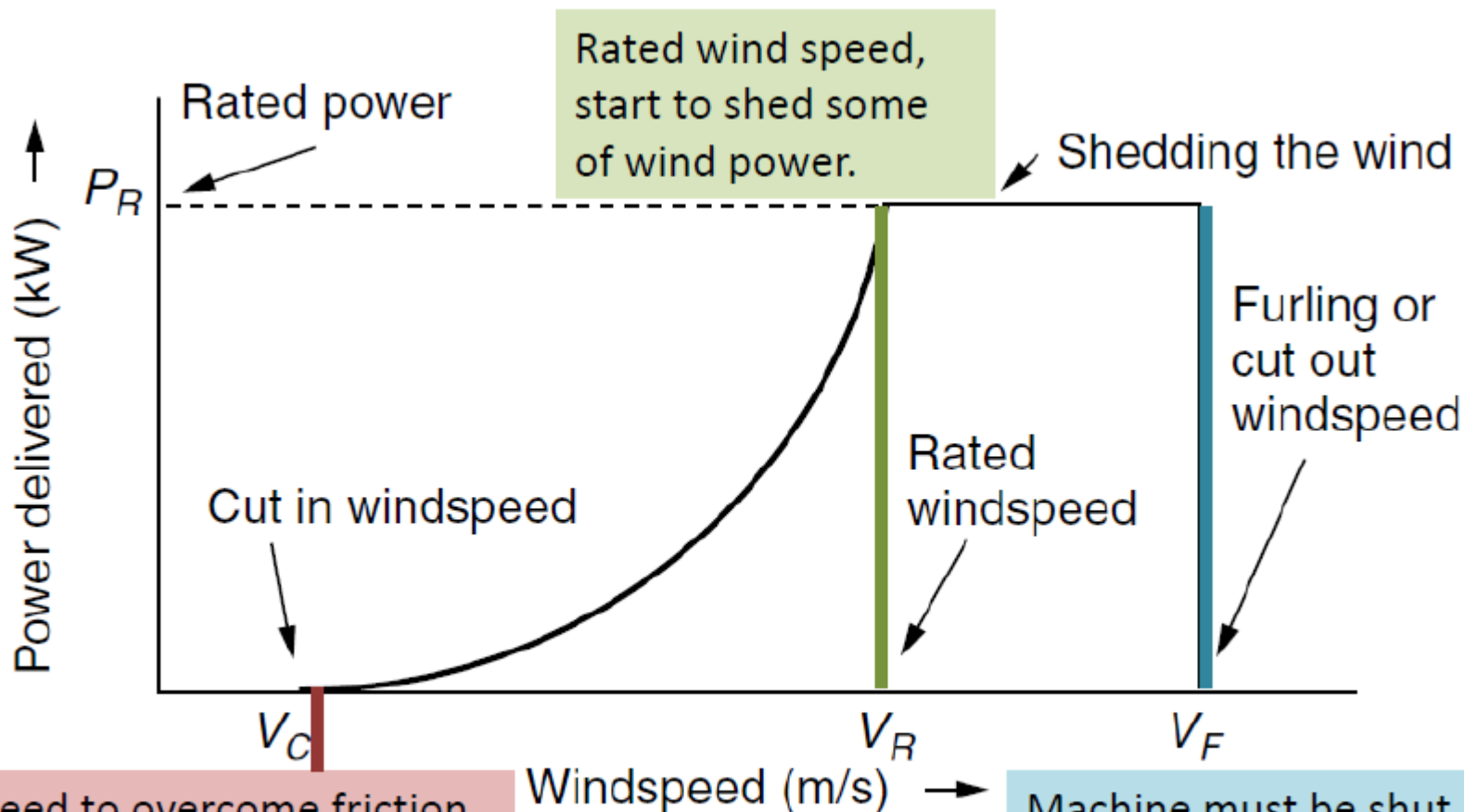
- ស្ថានភាពនៃការអភិវឌ្ឍថាមពលខ្យល់
- ប្រភេទទ្វារប៊ីនខ្យល់
- អានុភាពនៅក្នុងខ្យល់និងអានុភាពដែលអាចទាញយកបាន
- ទិន្នផលដំណើរការនៃទ្វារប៊ីនខ្យល់

HISTOGRAM របស់ល្បឿនខ្យល់

v (m/s)	Hrs/yr
0	24
1	276
2	527
3	729
4	869
5	941
6	946
7	896
8	805
9	690
10	565
11	444
12	335
13	243
14	170
15	114
16	74
17	46
18	28
19	16
20	9
21	5
22	3
23	1
24	1
25	0
Total hrs	8,760



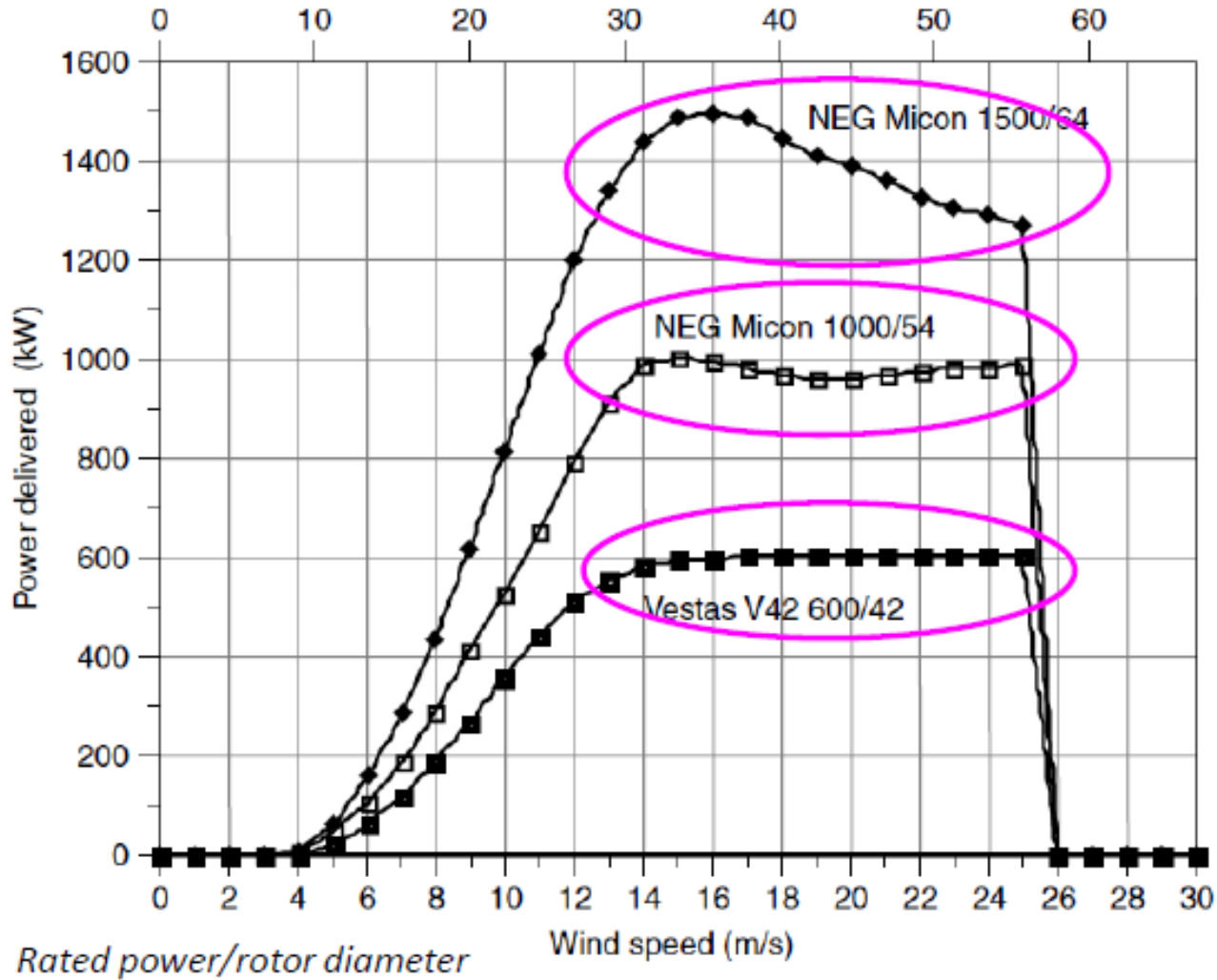
ខ្សែកោងអានុភាពទ្រទ្រង់



Need to overcome friction in the drive train and some electrical losses

Machine must be shut down. Above this speed, output power is zero.

ខ្សែកោងអានុភាពជាក់ស្តែង



សូមអរគុណ