

ໂຄງການ ODA-UNESCO:  
"ສ່າງເສີມການຮຽນວິທະຍາສາດດານພະລັງງານ ສໍາລັບການ  
ພັດທະນາແບບບຶນຍົງຢູ່ ສປປ ລາວ"

ບົດທີ 5.3:  
**ພະລັງງານແສງຕາເວັນ**  
**(SOLAR ENERGY)**

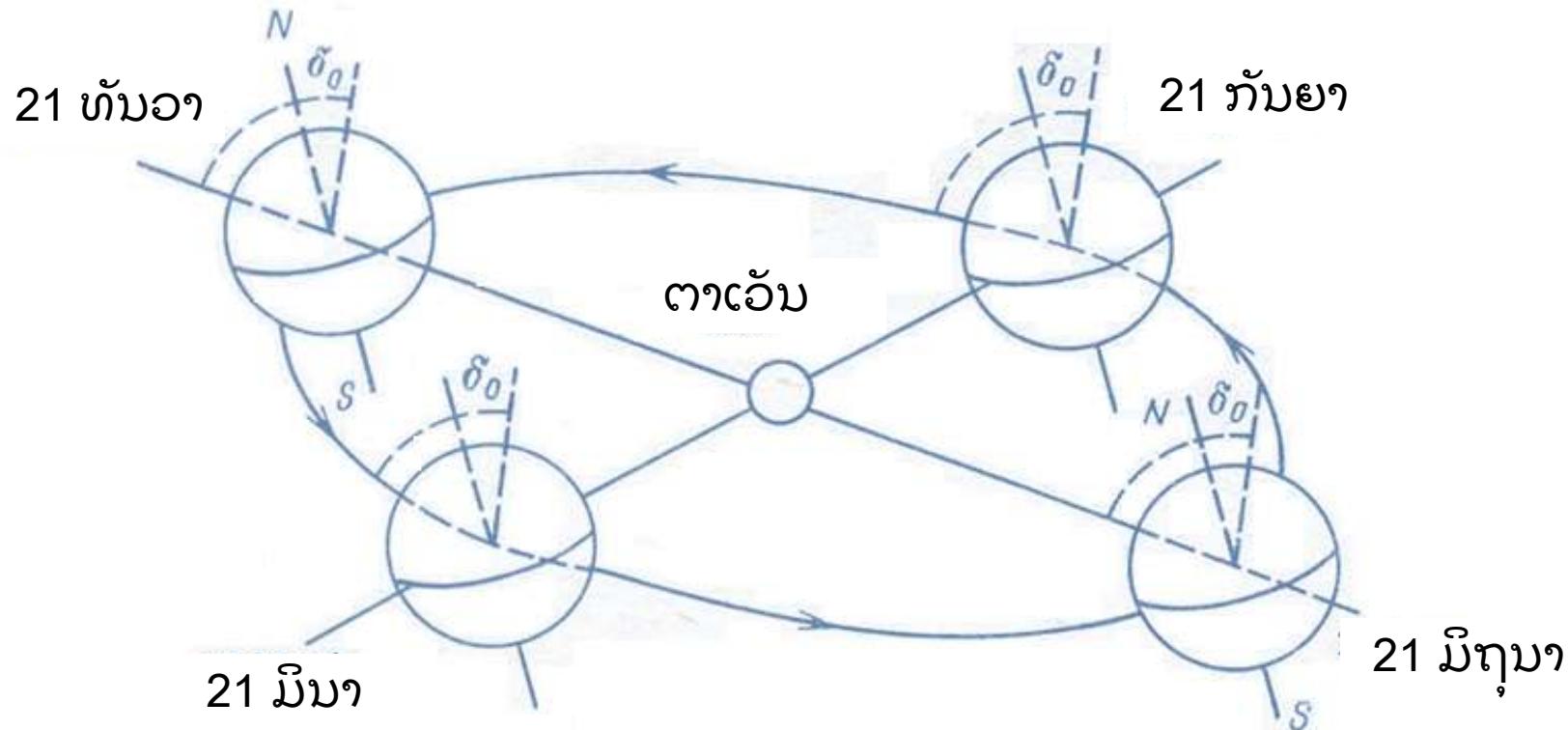
ໂດຍ: ດຣ ຄຳພອນ ນັນທະວົງ  
ຄະນະວິສະວະກຳສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດ

## ສາລະບານ

- ການພິວພັນທາງເລຂາຄະນິດລະຫວ່າງໝ່ວຍໄລກແລະຕາເວັນ (Sun-Earth Geometry?)
- ລັງສີແສງຕາເວັນ (Solar Radiation)
- ຫຼັກການນຳໃຊ້ພະລັງງານແສງຕາເວັນ (Solar energy Utilization principle)
  - ການນຳໃຊ້ຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ (Thermal Application)
  - ການນຳໃຊ້ໄຟຟ້າແສງຕາເວັນ (Photovoltaic Application)

# ການພິວພັນທາງເລຂາຄະນິດລະຫວາງ ຕາເວັນ-ໜ່ວຍໄລກ

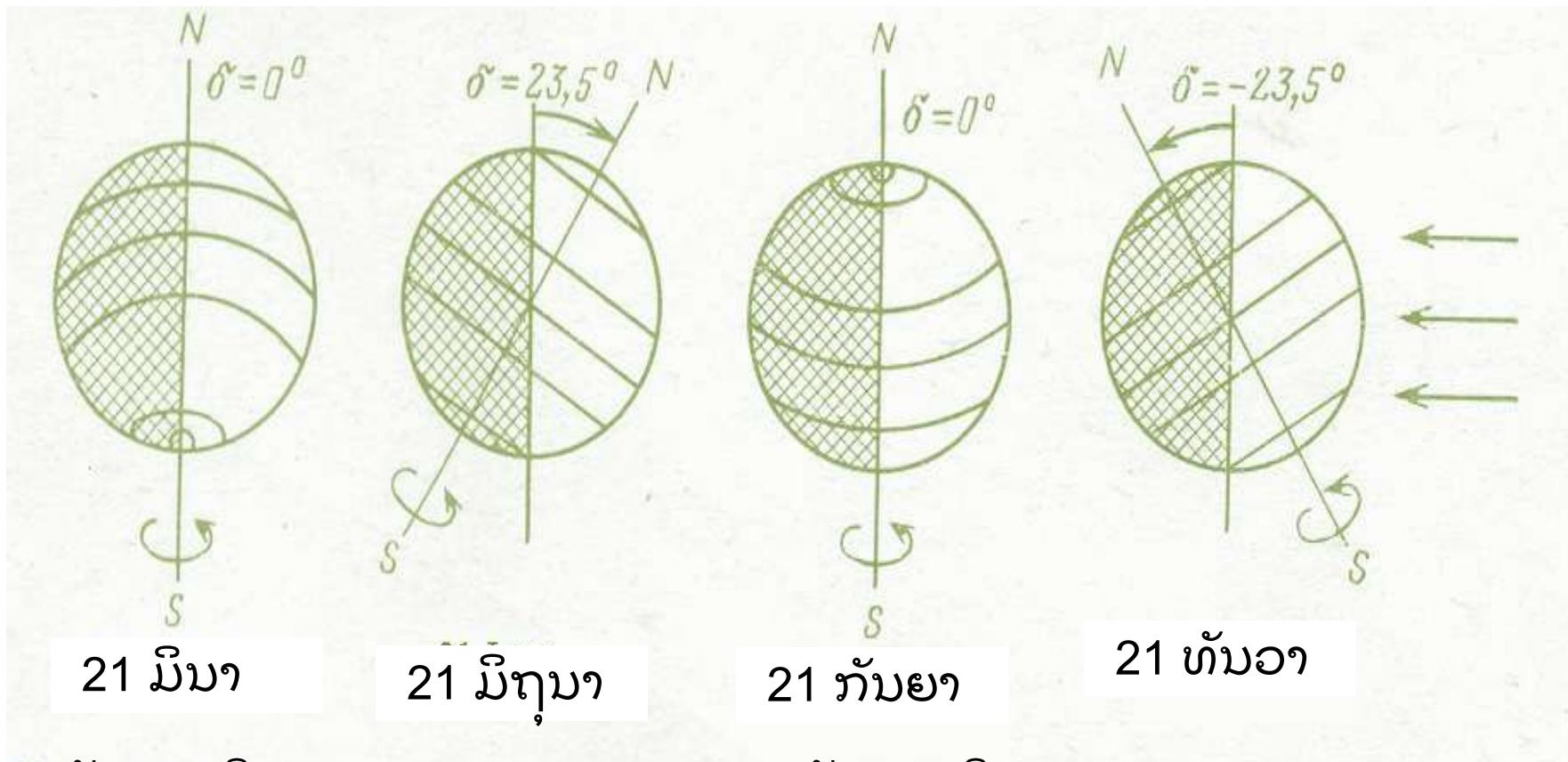
## ໂລະບົບສຸລິຍະ (Solar System)



- ການປຽນແປງຕາມລະດູການ
- ກາງເວັນ-ກາງຄືນ

# ການພິວພັນທາງເລຂາຄະນິດລະຫວາງ ຕາເວັນ-ໜວຍໄລກ

## □ The Earth in the Sun system



ກາງເວັນ=ກາງຄືນ  
Spring equinox

ກາງລະດູຮອນ  
Summer Solstice

ກາງເວັນ=ກາງຄືນ  
Autumnal Equinox

ກາງລະດູໝາວ  
Winter solstice

# ການພິວພັນທາງເລຊາຄະນິດລະຫວາງ ຕາເວັນ-ໜວຍໄລກ

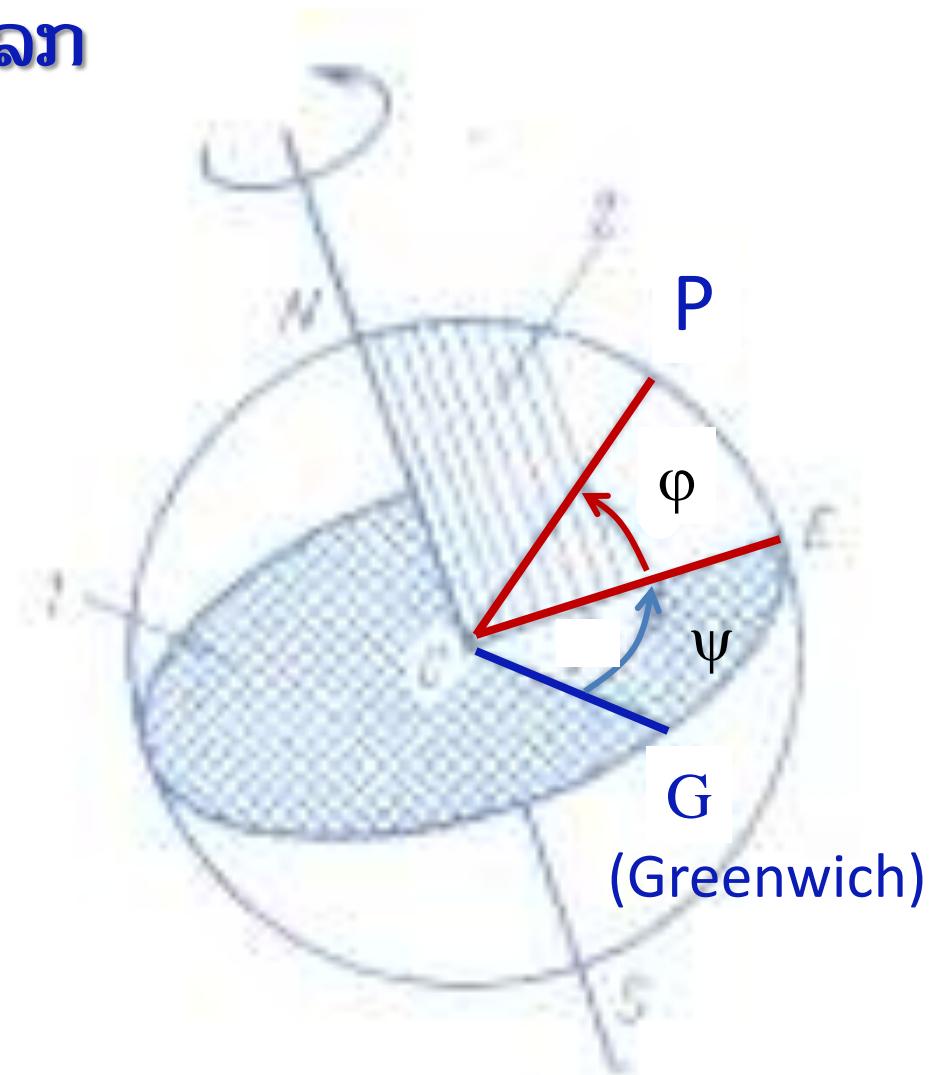
## □ ວິທີຊອກຫາທີ່ຕັ້ງຢູ່ໝາໄລກ

$\phi$ - ມຸມເສນຂະໜານຂວາງ  
(Latitude)

$\psi$ - ມຸມເສນຂະໜານຕາງ  
(Longitude)

GMT- ເວລາສະເລັບຕາມ  
Greenwich

ເຂດໄມ້ງຊອງລາວ =  
GMT+7



## ການພິວພັນທາງເລຂາຄະນິດລະຫວາງ ຕາເວັນ-ໜວຍໄລກ

### □ ວິທີຊອກຫາທີ່ຕັ້ງຢູ່ໝາໄລກ

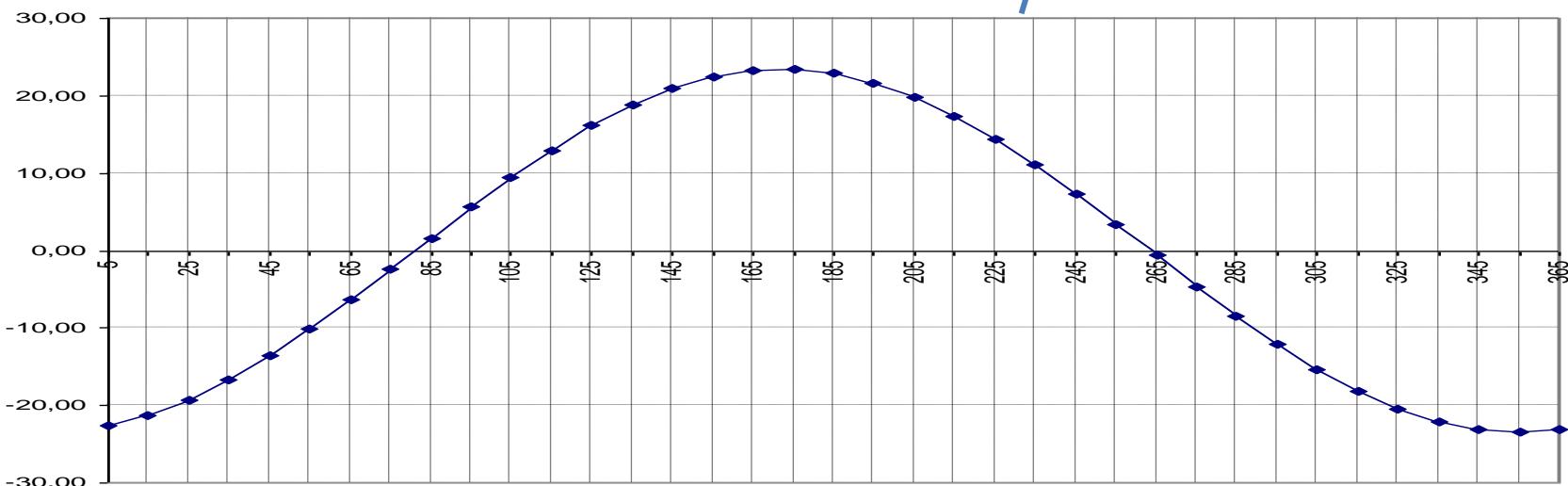
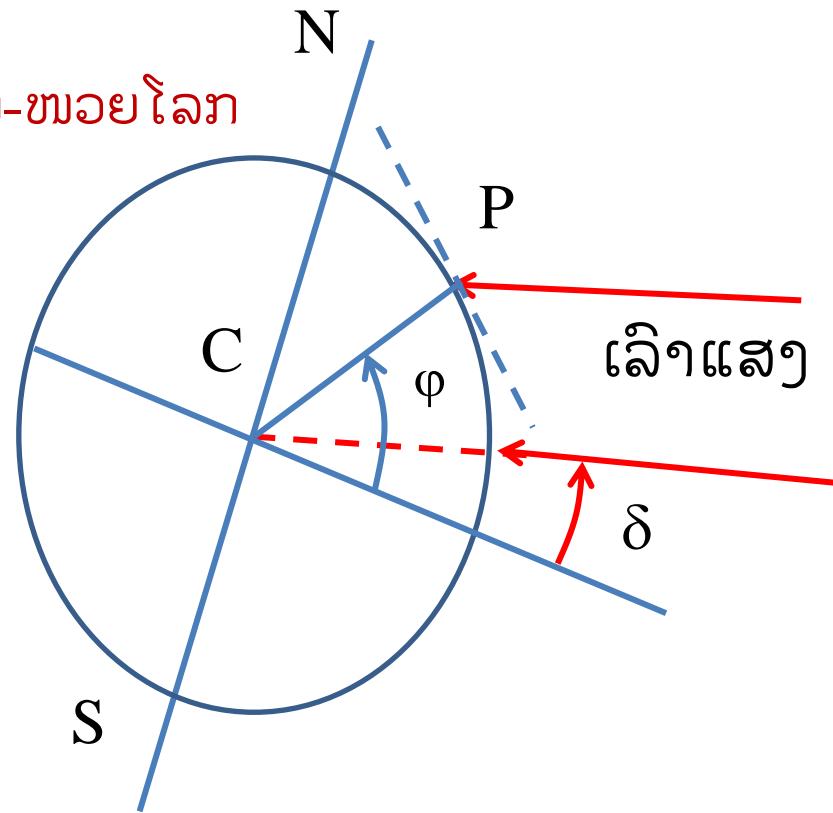
δ- ມຸນຄົງຂອງຕາເວັນ  
(Declination Angle)

$$\delta = 23,45 \sin \left[ \frac{360}{365} (284 + n) \right]$$

n- ລຳດັບຂອງມໃນປີ

n=1 → 1 January

n=2 → 2 January

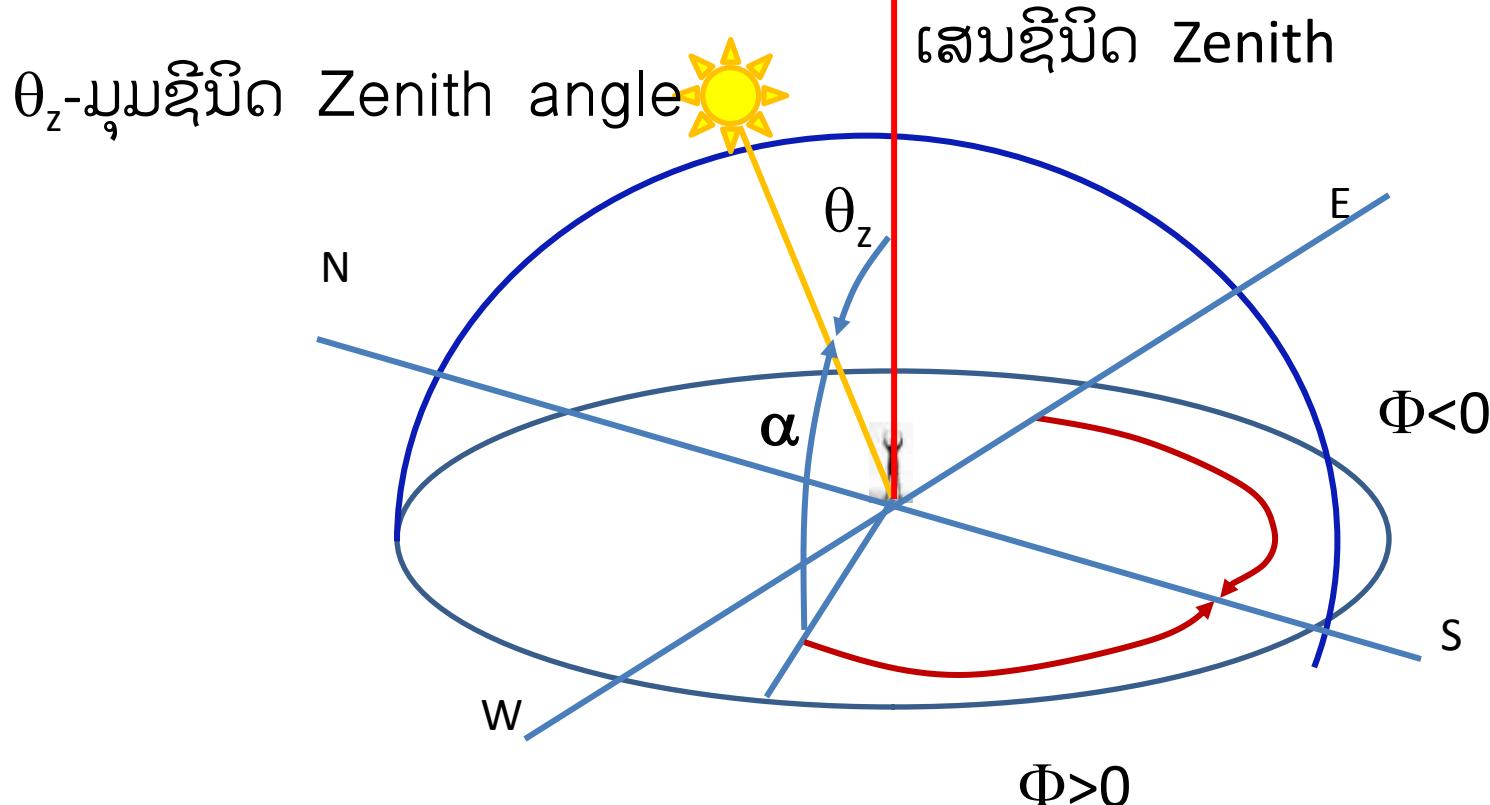


# ການພິວພັນທາງເລຂາຄະນິດລະຫວາງ ຕາເວັນ-ໜວຍໄລກ

## □ການກຳນົດທີ່ຕັ້ງຢູ່ໜ້າໄລກ ທຸງບຖານຕາເວັນ

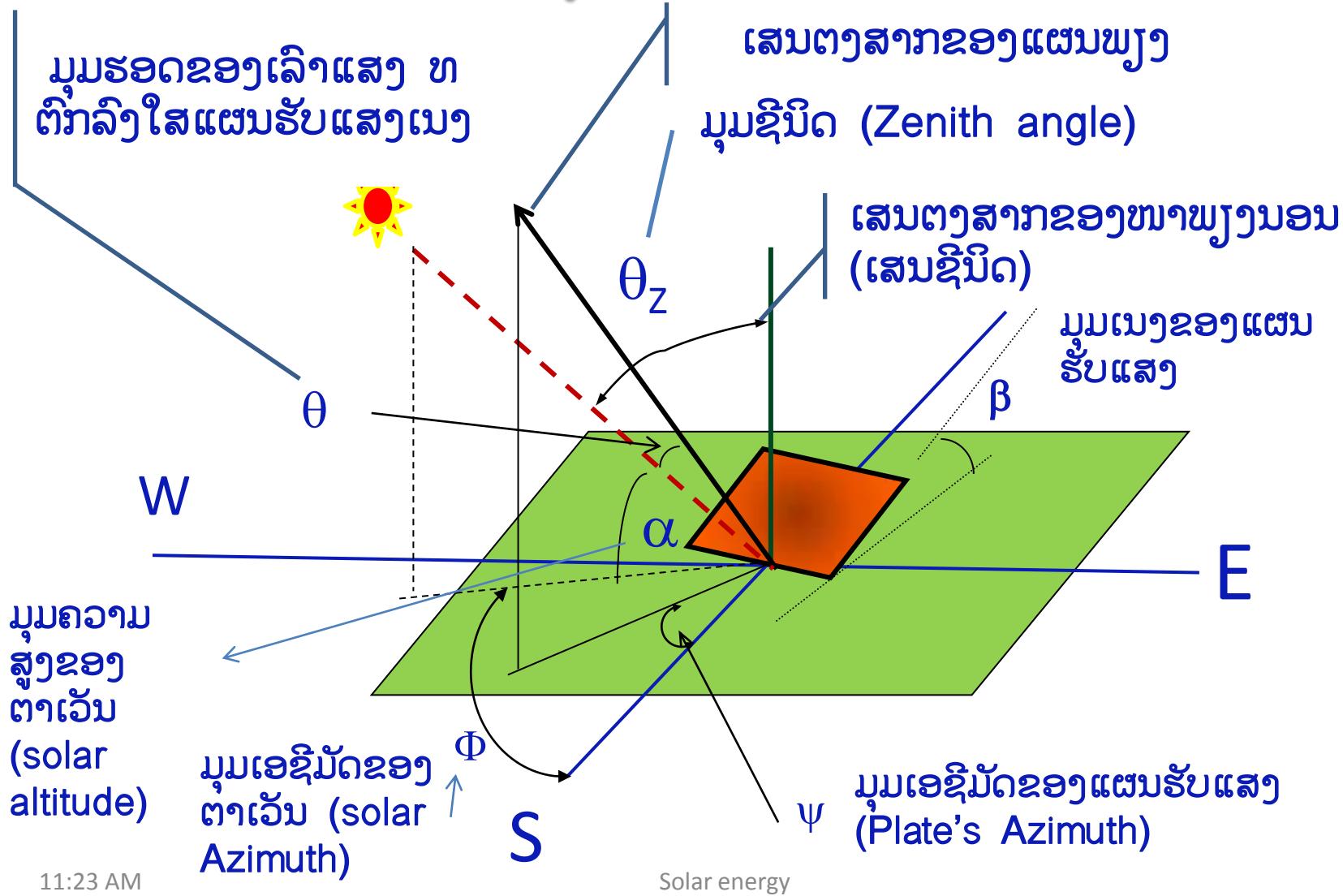
α- ຄວາມສູງຂອງຕາເວັນ (Solar altitude)

φ- ມຸນເອຊີມດັບຂອງຕາເວັນ (Solar azimuth)



# ການພິວພັນທາງເລຂາຄະນິດລະຫວາງ ຕາເວັນ-ໝວຍໄລກ

## ກຕາຂອງແຜນຮັບແສງຢູ່ໜ້າໄລກ

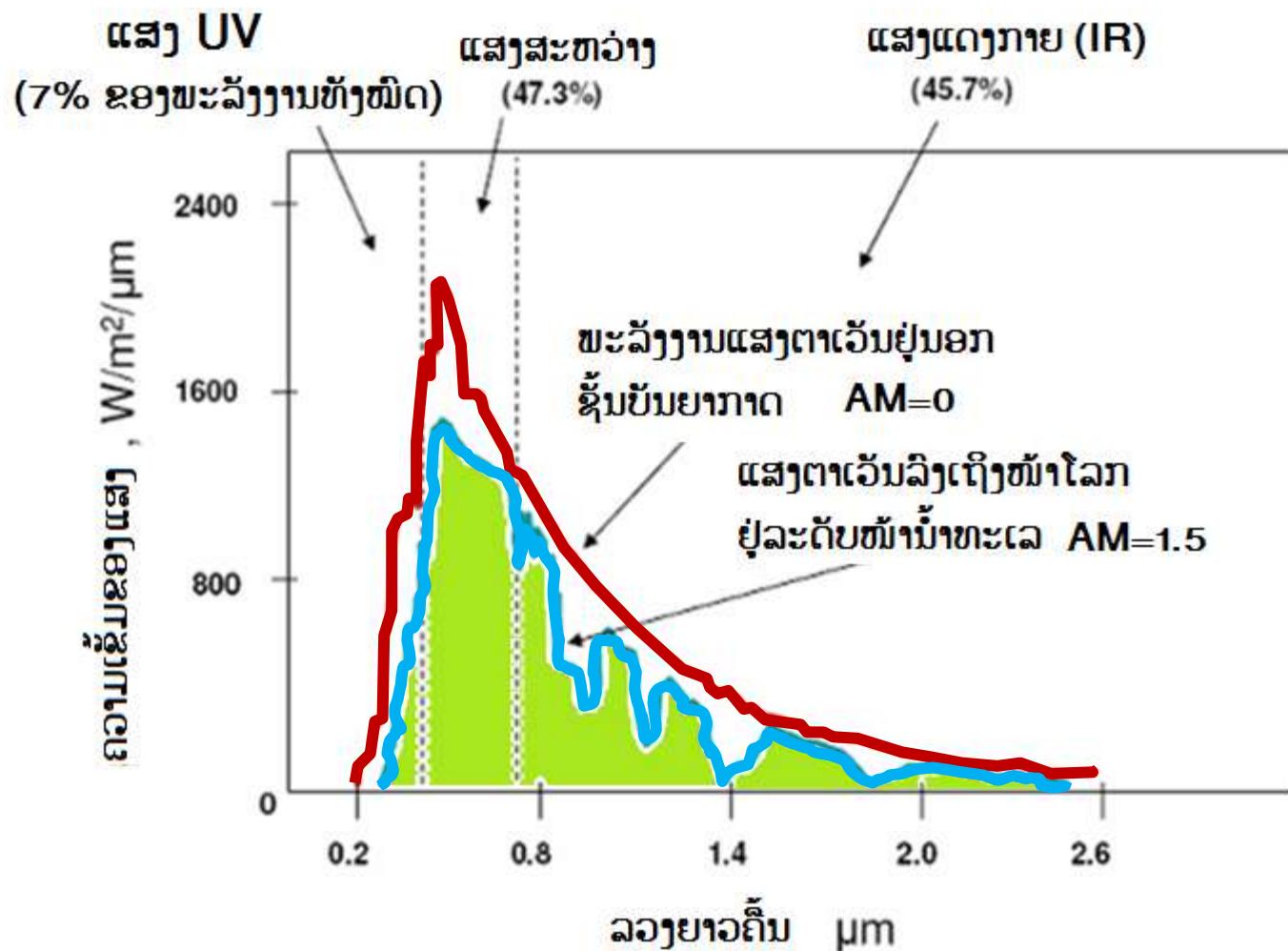


# ລັງສີແສງຕາເວັນ (Solar radiation)

ເນອທິກອງເສັນສີແດງ  
= ຕາລັງສີແສງຕາເວັນຢູ່  
ນອກຊັບບັນຍາກາດ  
=  $1367 \text{ W/m}^2$

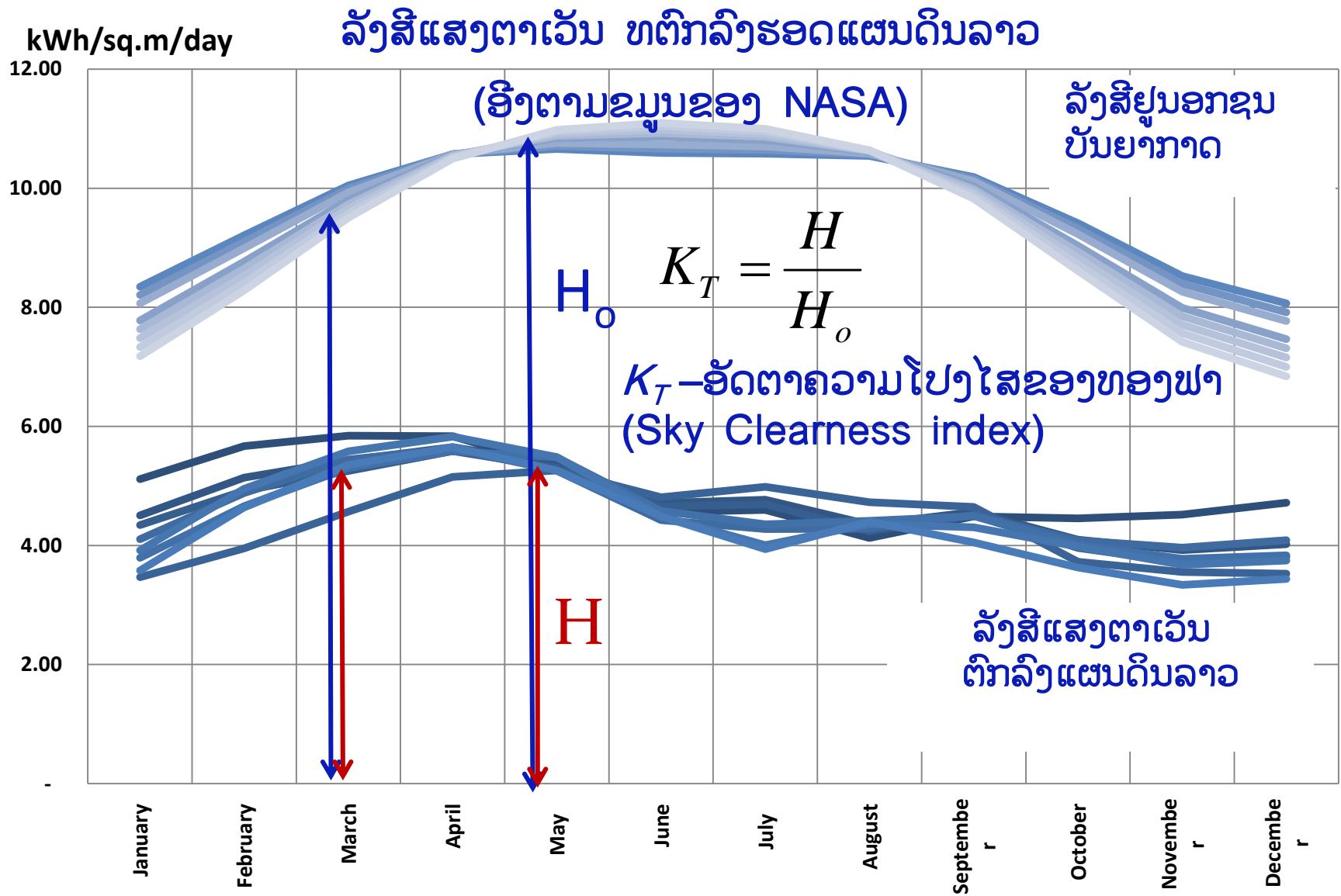
ເນອທິກອງເສັນສີຟາ  
= ລັງສີແສງຕາເວັນ ທ  
ຕີກຮອດໝາໄລກ ຢູ່  
ລະດັບນຳທະເລ  
= ເນອທິຂູ່ວ

$$AM = \frac{1}{\sin \alpha}$$

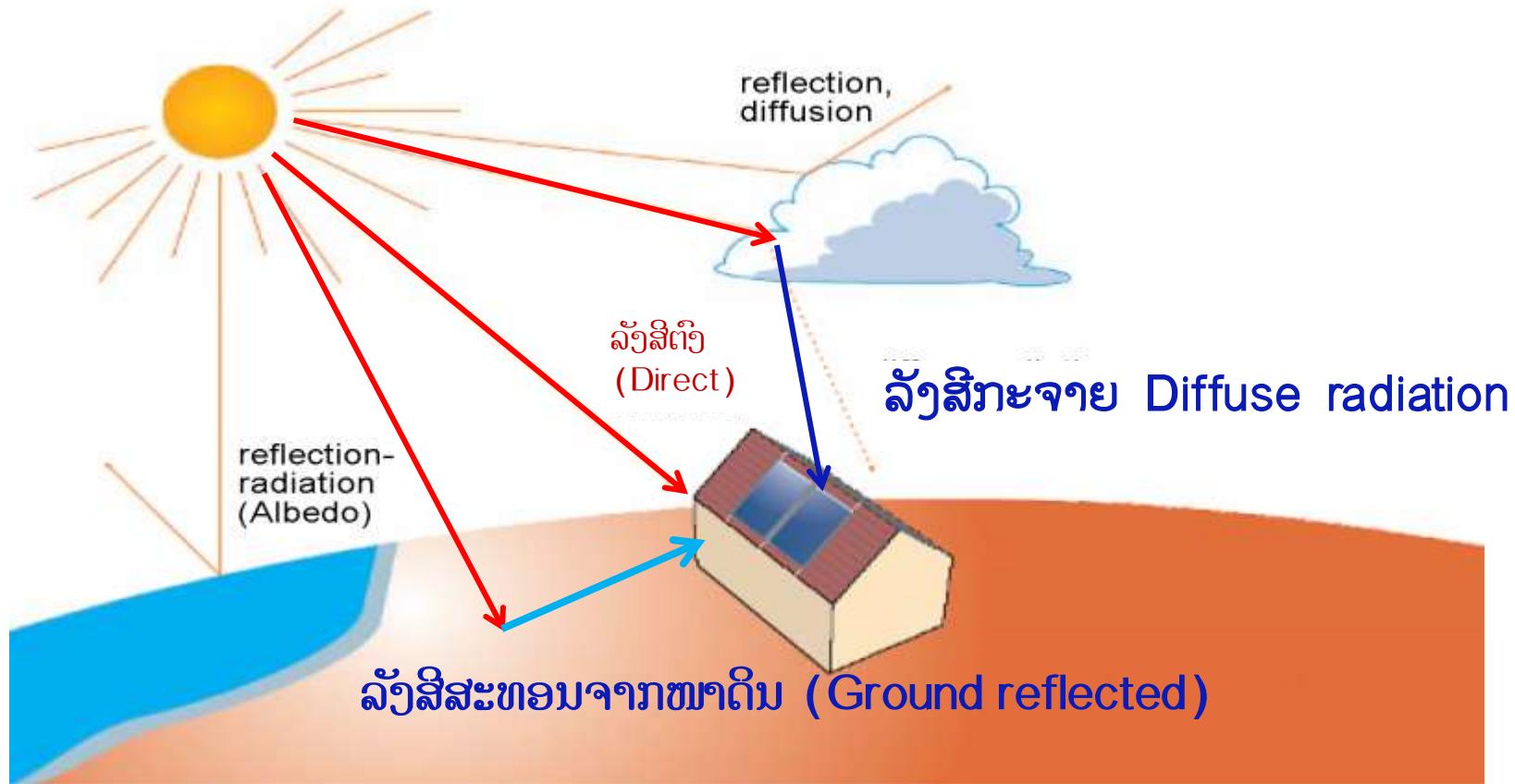


ອັດຕາການລອດຜານທອງຟາ = ເນອທິກອງເສັນສີຟາ / ເນອທິກອງເສັນສີແດງ  
(Sky Transmission factor)

# ລັງສີແສງຕາເວັນ: ສປປ ລາວ



# ລັງສີແສງຕາວັນຕົງລົງໃສໝາພຽງເນັງ ຢູ່ມາດິນ

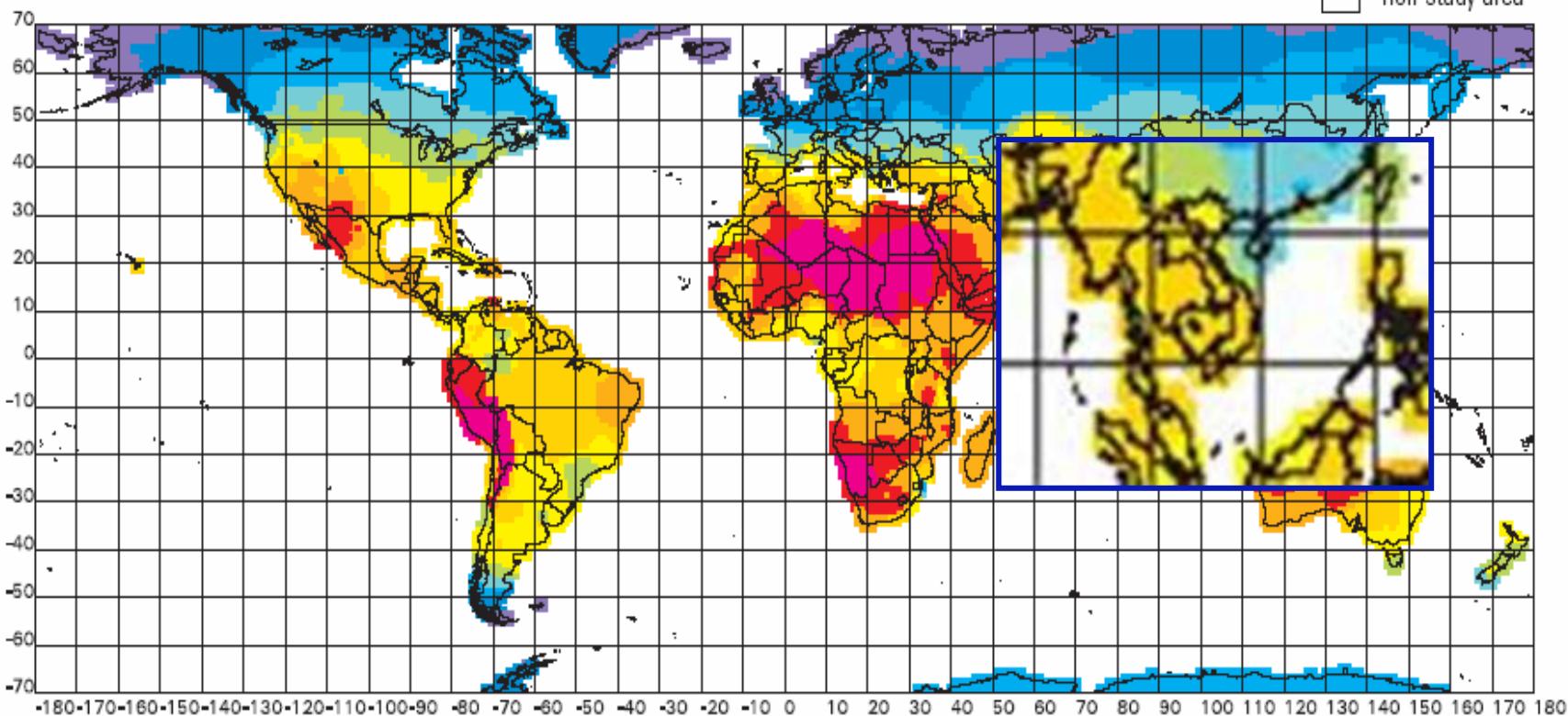
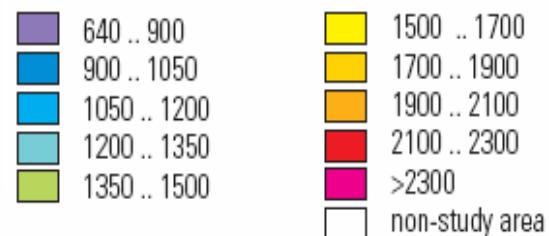


ລັງສີຕົກໃສໝາພຽງເນັງ = ລັງສີຕົງ (Direct) + ລັງສີກະຈາຍ (Diffuse) + ລັງສີສະຫອນຈາກໝາດິນ (Ground reflected)

# ລັງສີແສງຕາເວັນ ໃນທຸລະກ (Global Solar radiation)

## ລັງສີແສງຕາເວັນສະເລ່ຍໃນປີ

Annual Solar Insolation in kWh/m<sup>2</sup>



# ລັງສີແສງຕາເວັ້ນຢູ່ ລາວ (Lao Solar radiation) (Source: MEM)

13-19

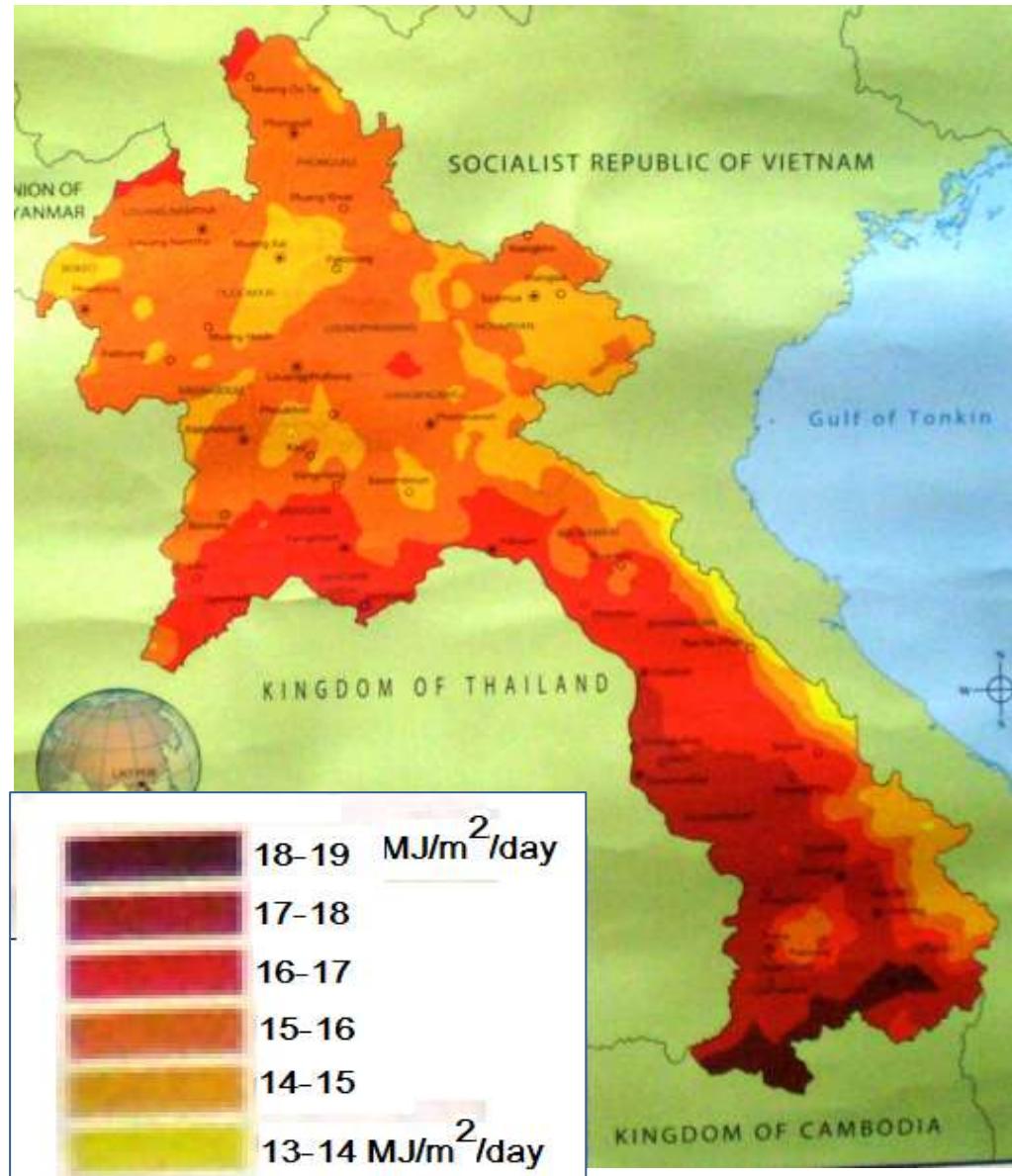
**MJ/m<sup>2</sup>/day**

or

3.6-5.3

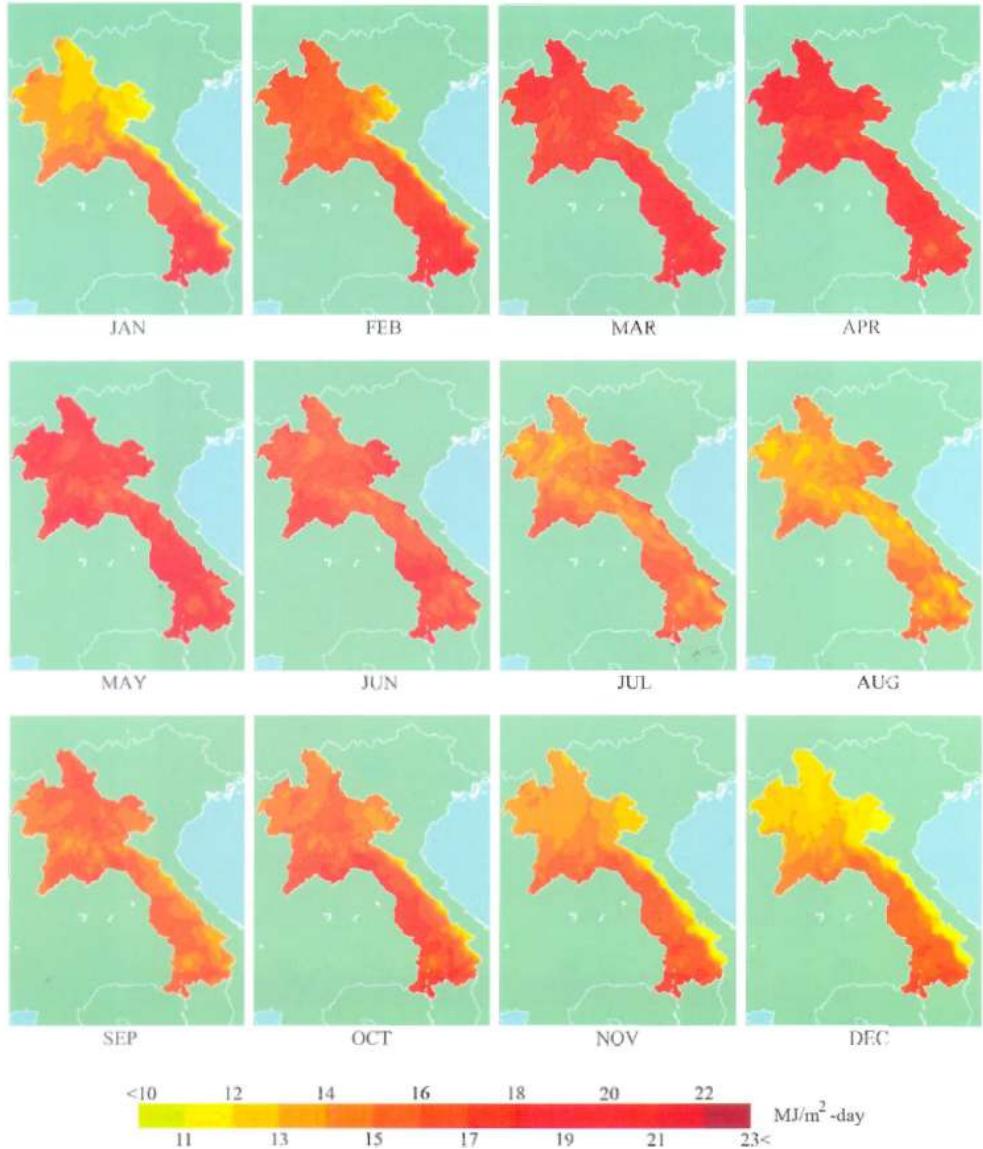
**kWh/m<sup>2</sup>/day**

**(kWh=MJ/3.6)**



# ທ່າແນວພະລັງງານແສງຕາເວັນຢູ່ ລາວ ໃນແຕລະເດືອນ

- ສູງສຸດ: 3-4-5-6
- ຕຳສຸດ: 12-1,8

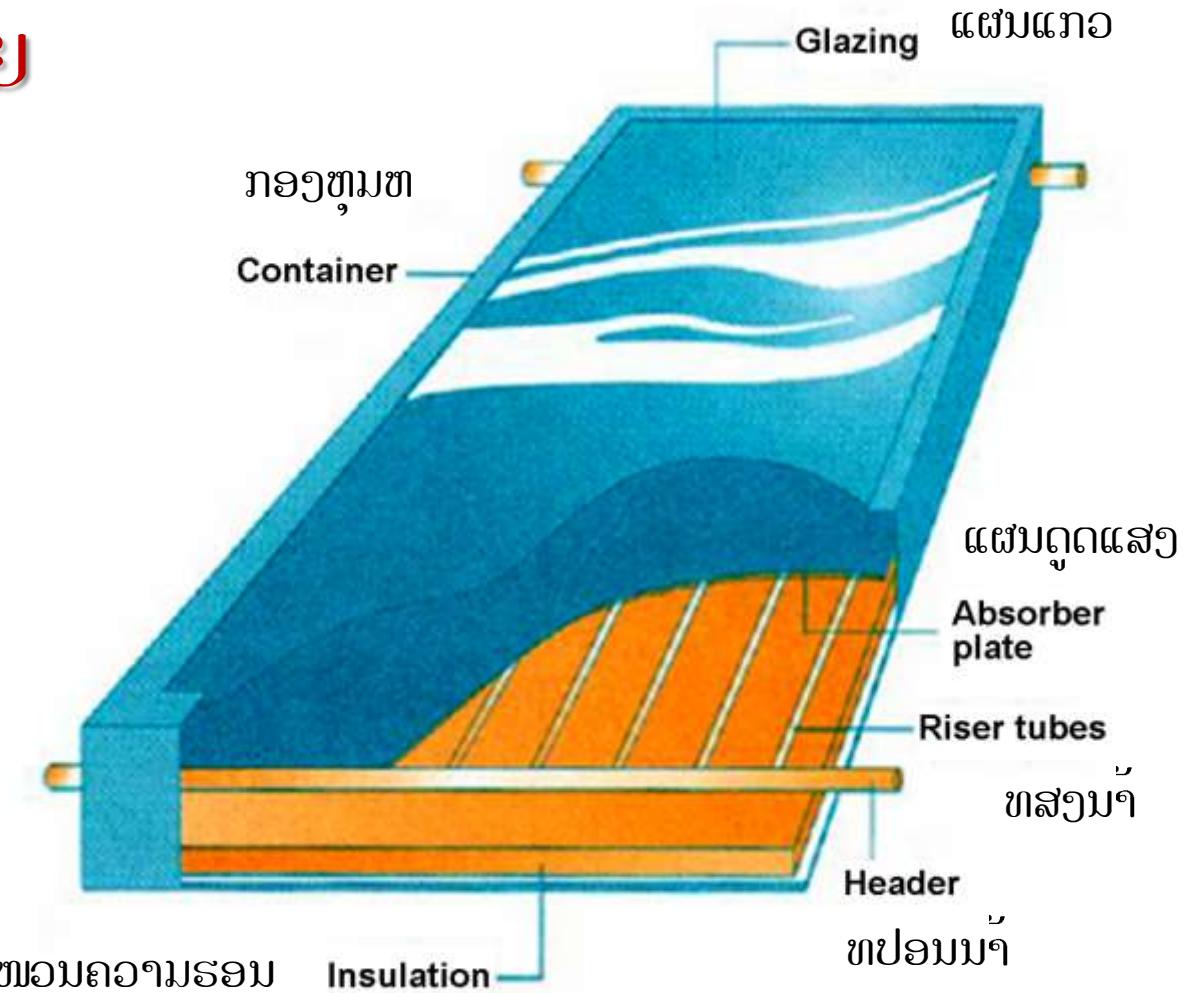


Source: MEM

# ប្លើកវាងនាំខ្សោតវាមនទននសោពារេ

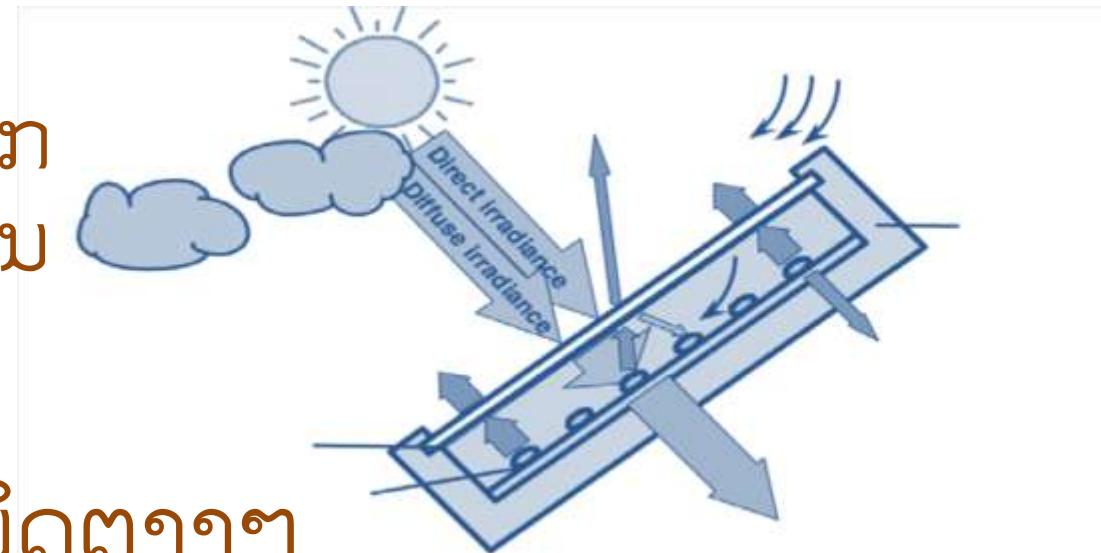
គោរពមន្តាគុណី  
សោពារេ  
ឧបនិតយេនធផ្លូវ  
ផ្លូវ

គ្រោងសាច់ពីរកែប  
សោច្បាបនិត  
យេនធផ្លូវ  
( Solar collector)

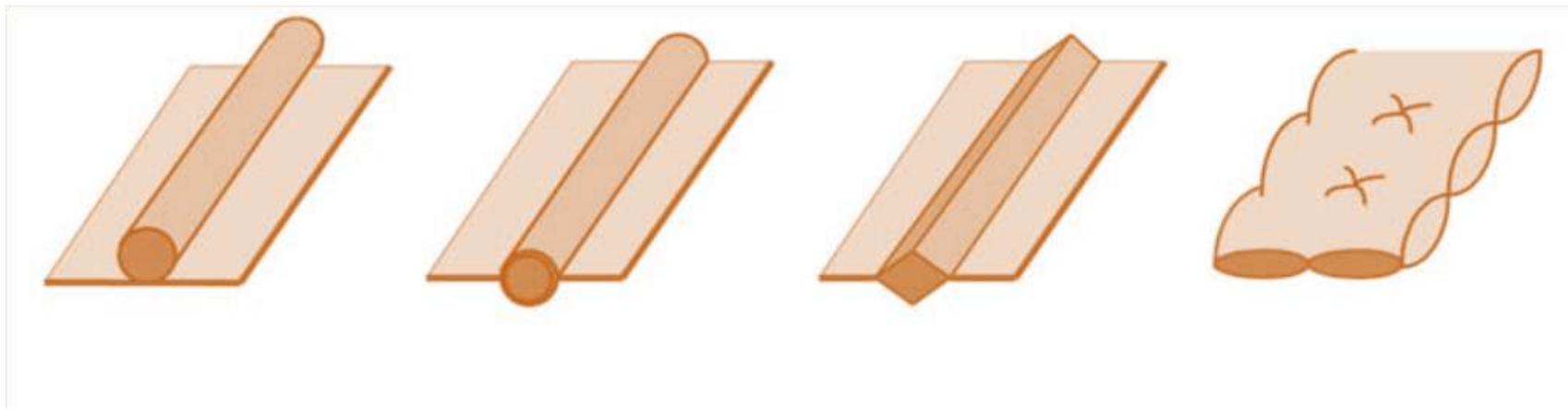


# ប្លើកវាងមំាឌីទូរអនឡាញពាន់

ខែបុណ្យរាង  
ក្រុមទូរអនឡាញ

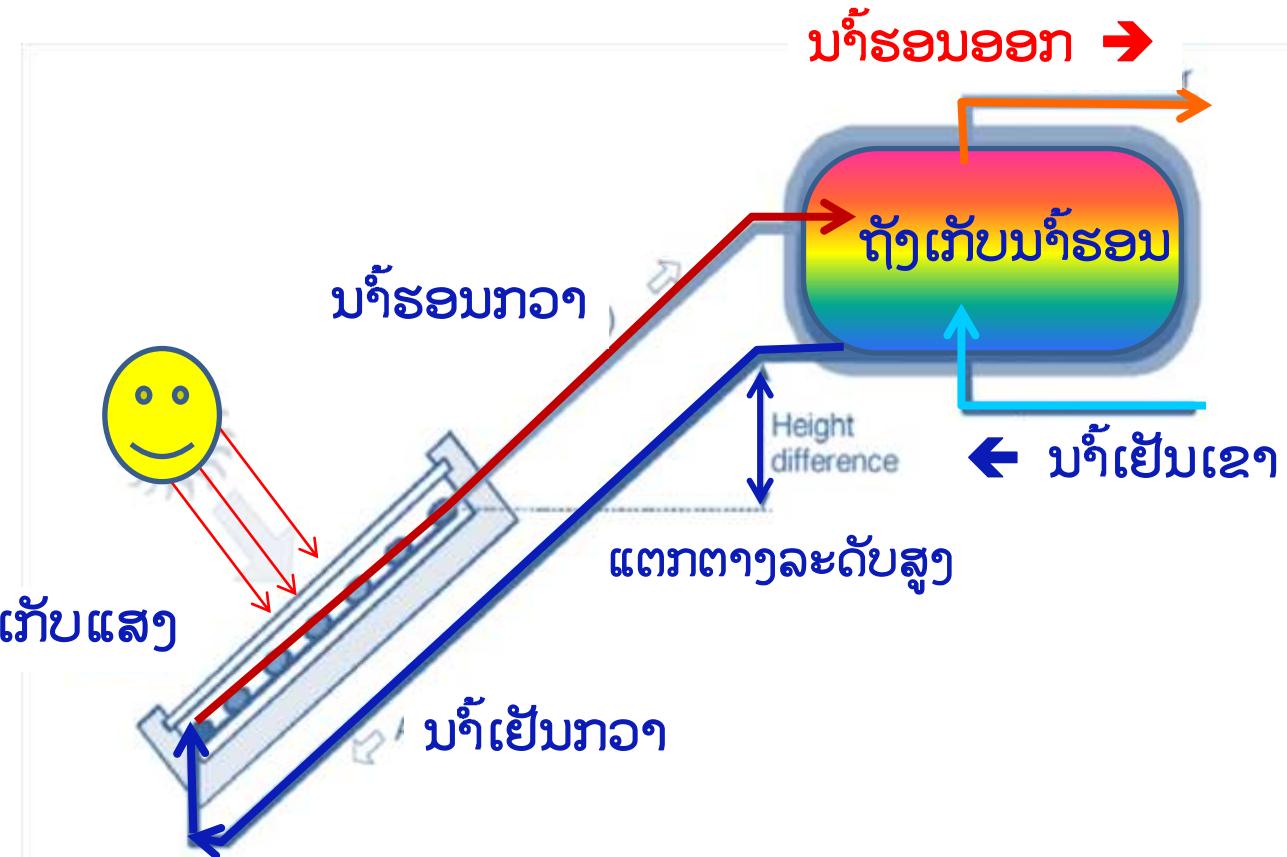


ពិវិត្យុលនេយ្ញាបាន



# ប្រព័ន្ធភាពអាជីវកម្មដែលផ្តល់សេវាដោយលើខ្លួន

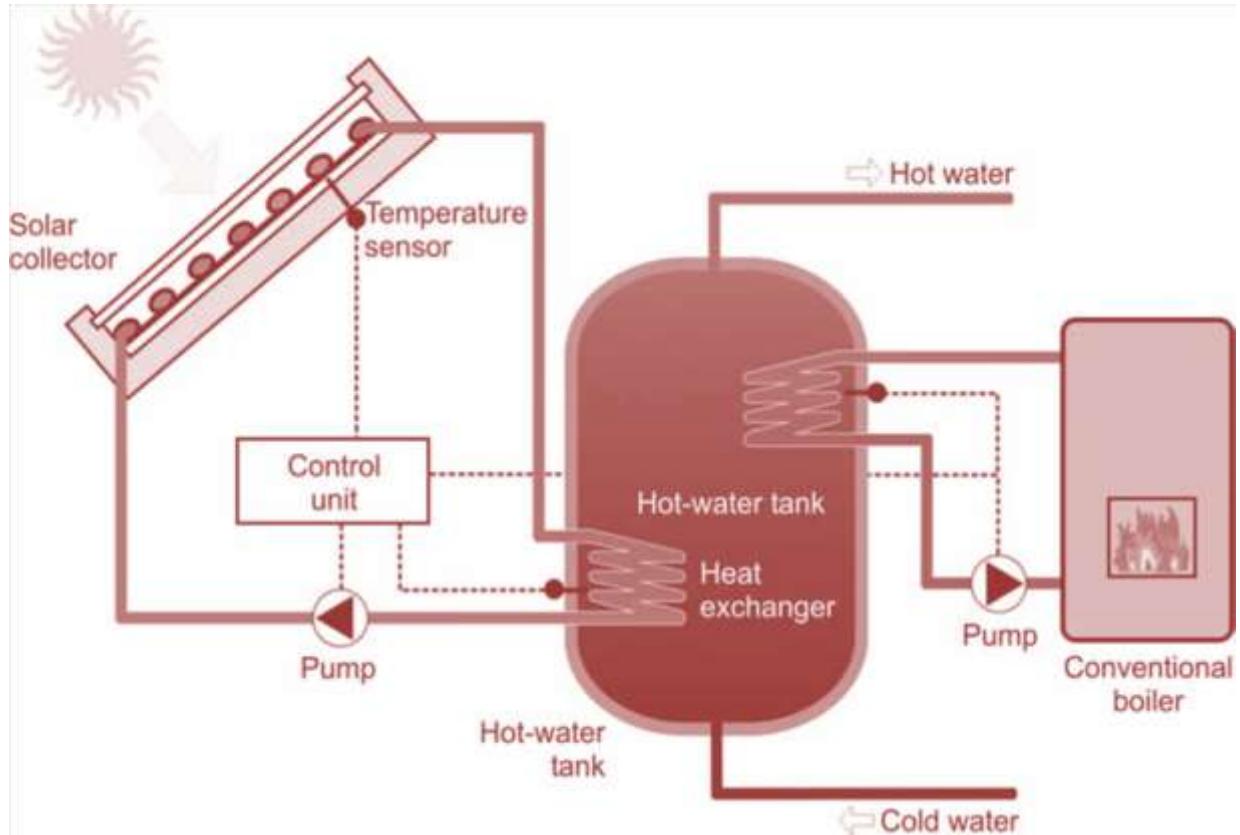
ទូទាត់  
សំគាល់  
ទាបតិវ



លទ្ធផលបិបឱ្យុនុញ្ញាត (Passive system)

# ប្រព័ន្ធការងារអំពីខ្លួនរបស់ទាហេវ

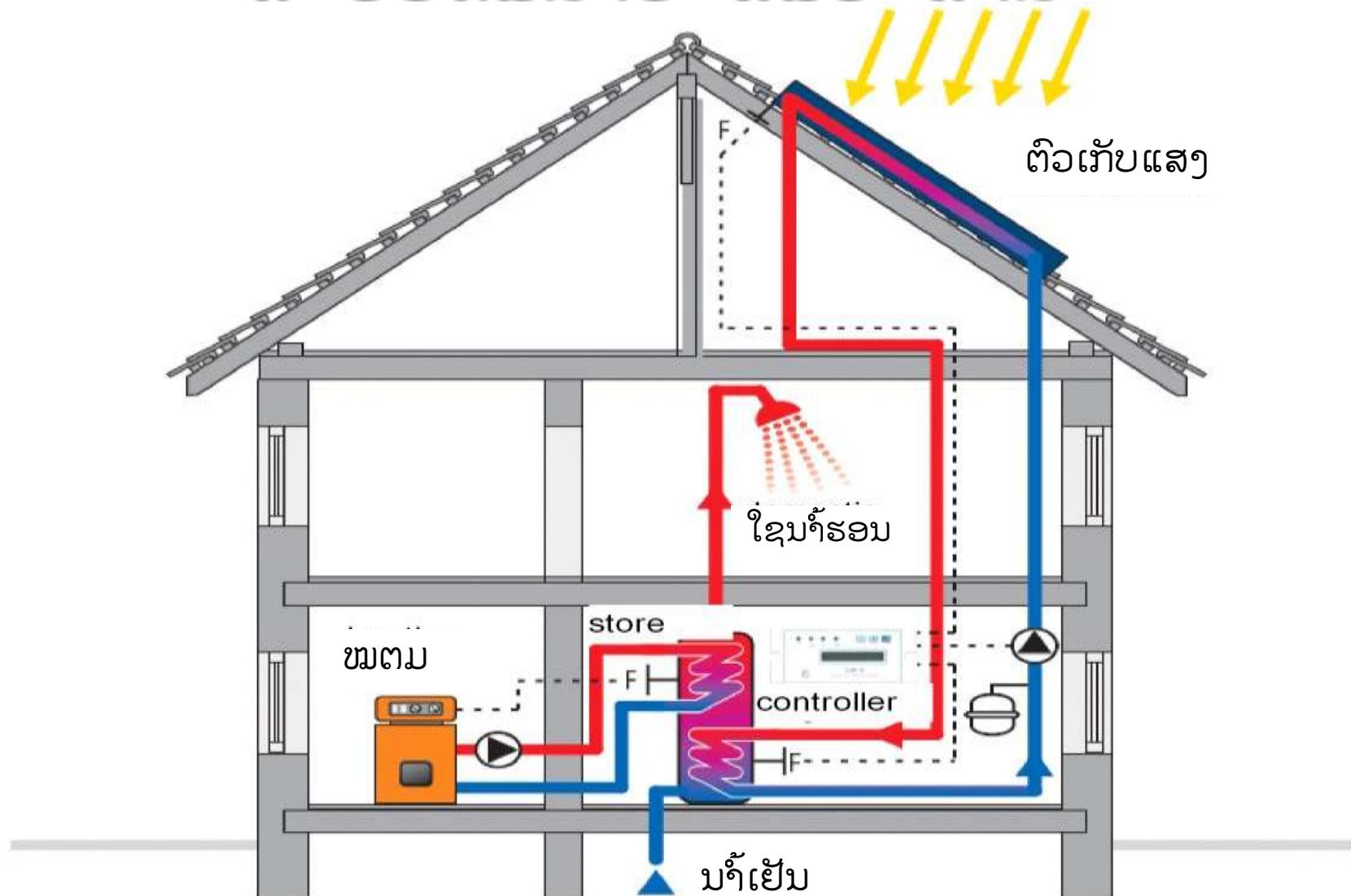
ឧណតមន៍  
សំគាល់  
ករបតិវ



លក្ខណៈបច្ចុប្បន្ន (បន្ទូលបន្ទាន់ឡាយឯកជាមុន)  
Active system (hybrid)

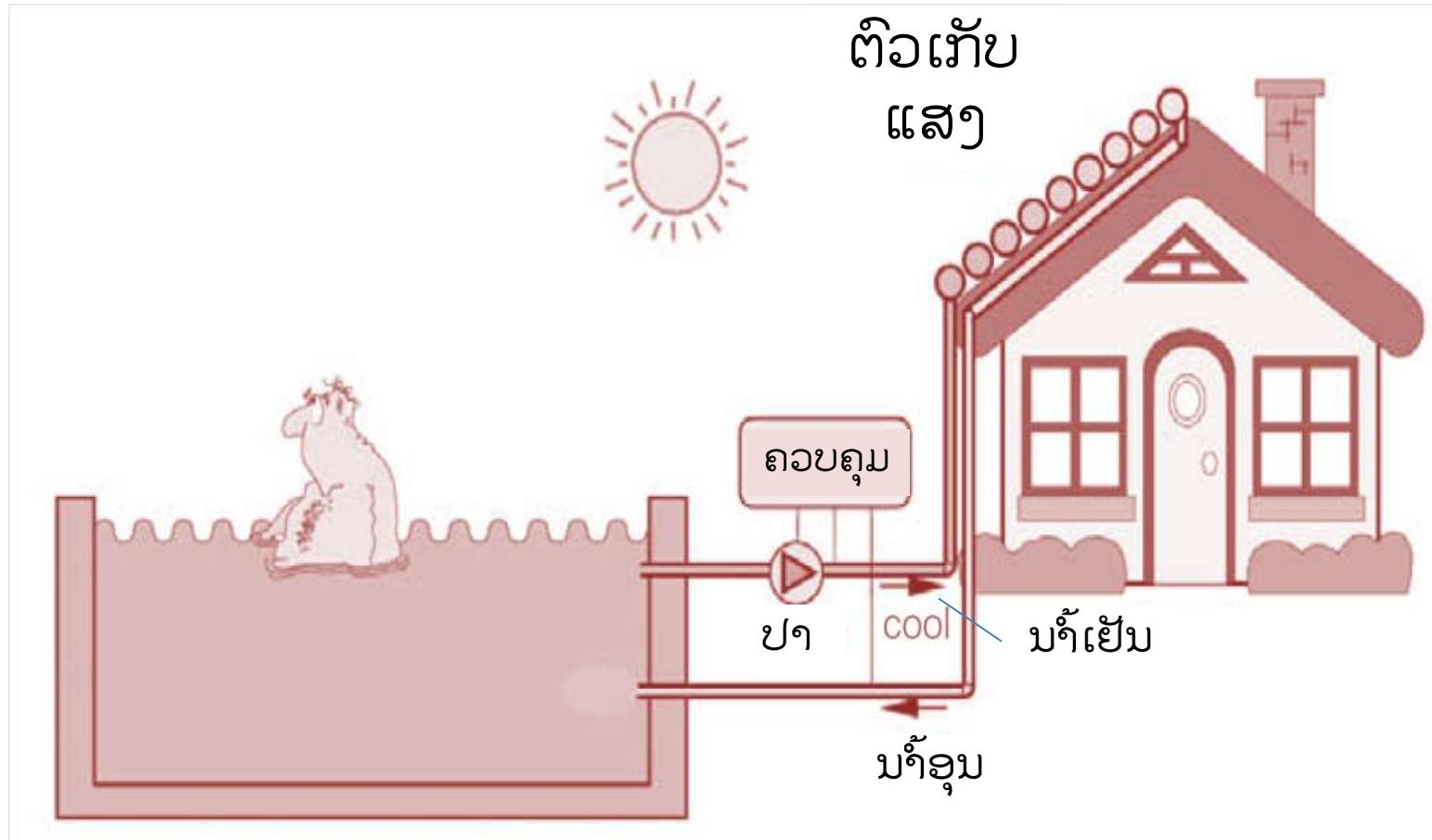
# ប្រព័ន្ធដំឡើងទុកដាក់សោរ

## និងបិបពេលវែងបានបាន

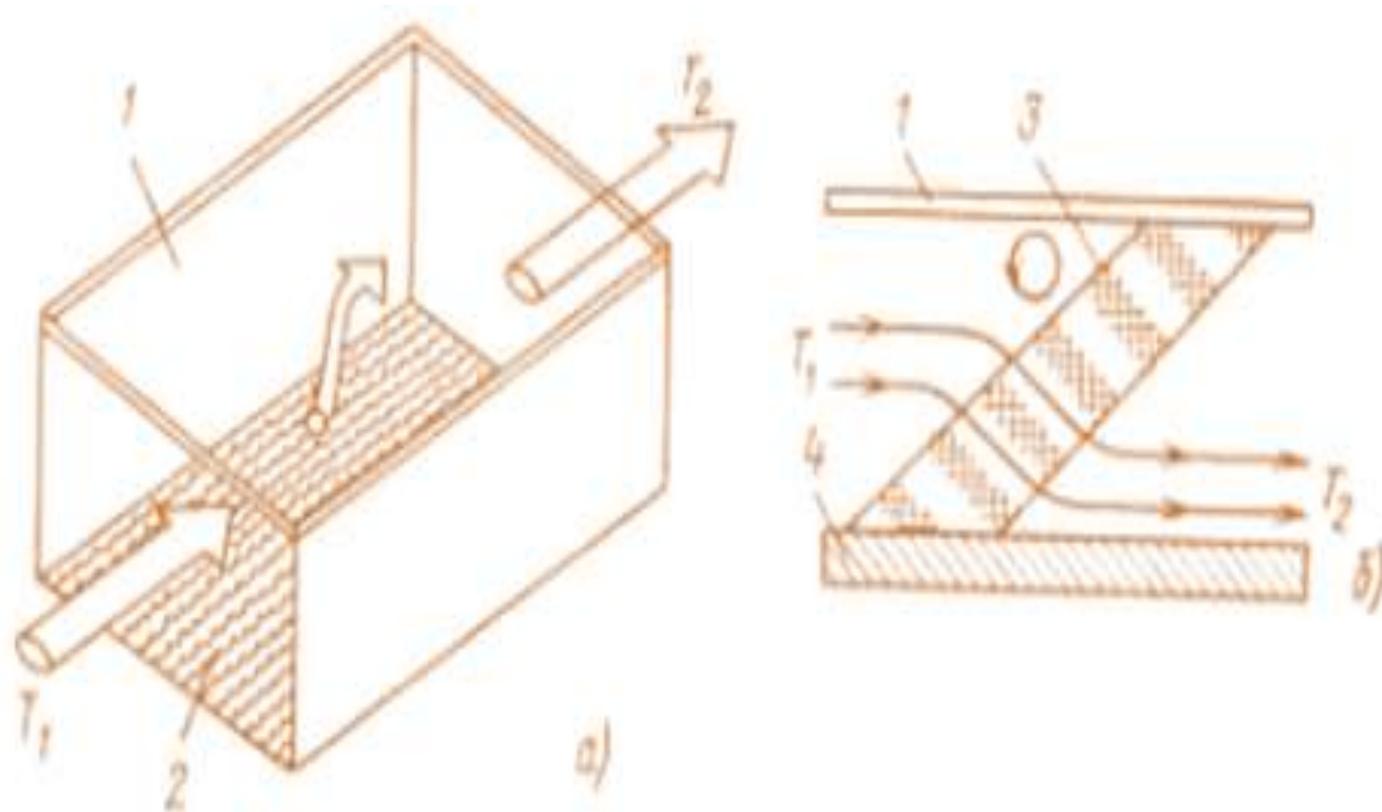


# ប្រព័ន្ធការងារអំបីខ្លួនរបស់ពាណិជ្ជកម្ម:

## ទុនប៉ាបីនៃលទ្ធផលយុទ្ធសាស្ត្រ



# ប្រព័ន្ធការងារមំបាត់ទិន្នន័យនៃការសេវា ការអិបអុនទាហាត (Solar Air heating)



# ប្រព័ន្ធភាពជាន់ដែលបង្កើតឡើងដោយការប្រើប្រាស់កម្មសាធារណៈរដ្ឋបាល: ការអិបແញ៉ា (Solar Drying)

គោរពអិបແញ៉ា

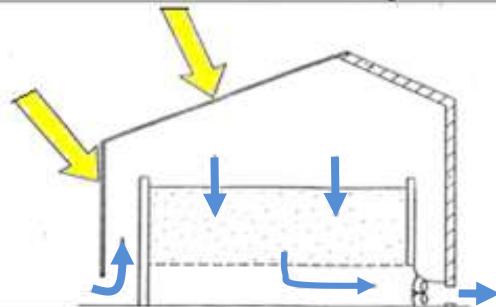
ឧបនិតប៉ាងតាប់ឃុន

ឧបនិតឃុនពាមហំមខាត

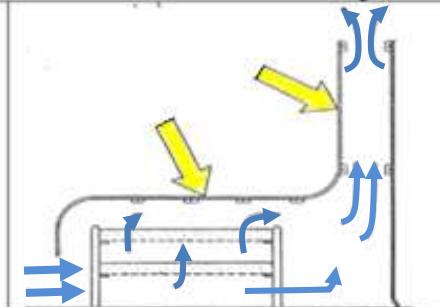
Integral (Direct) type

របៀបទាញសេវាឌីជីវិត

Active solar dryer

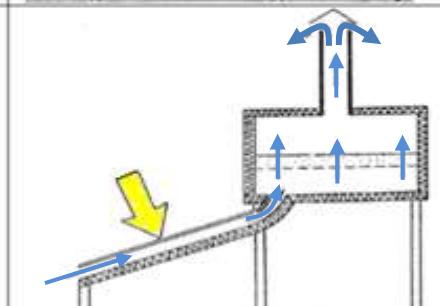
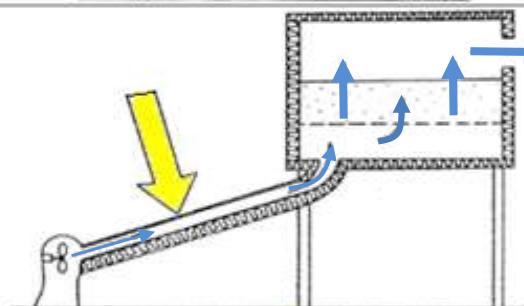


Passive solar dryer



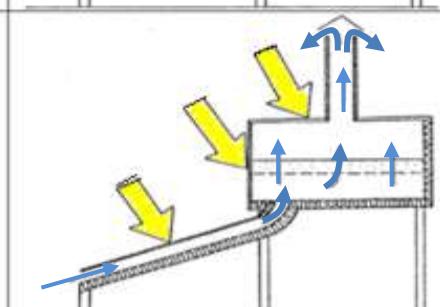
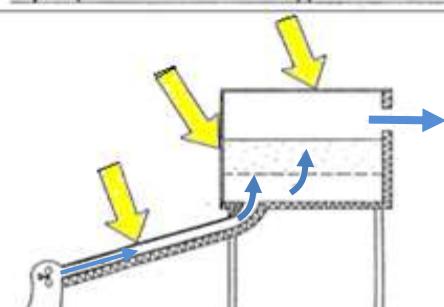
របៀបទឹកសេវា

Distributed (Indirect) type



របៀបបានិភ័យបានិភ័យ

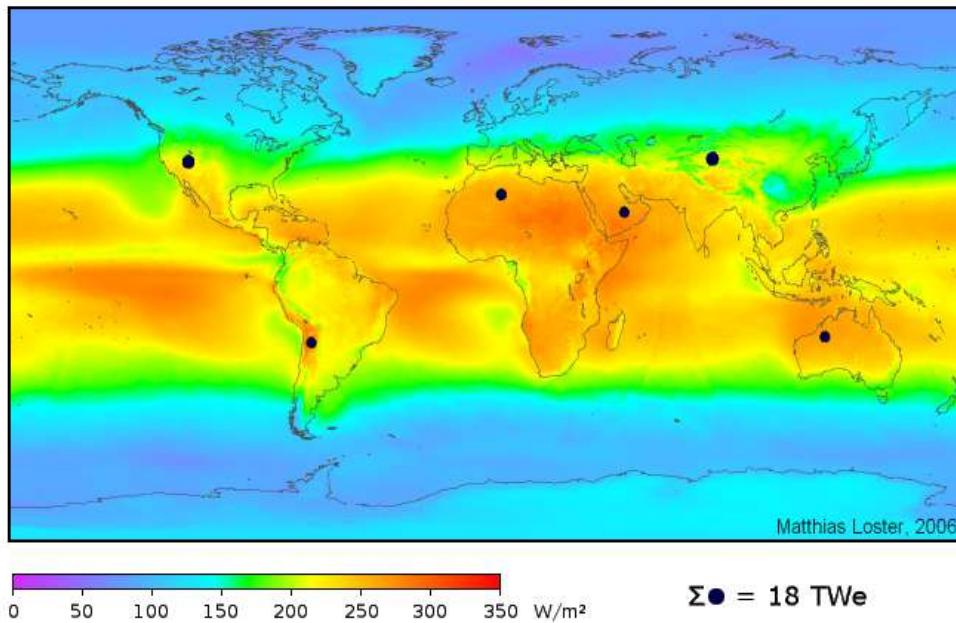
Mixed mode type



# ການຫັນປຸງນພະລັງງານແສງຕາເວັນ ເປັນໄຟຟາ

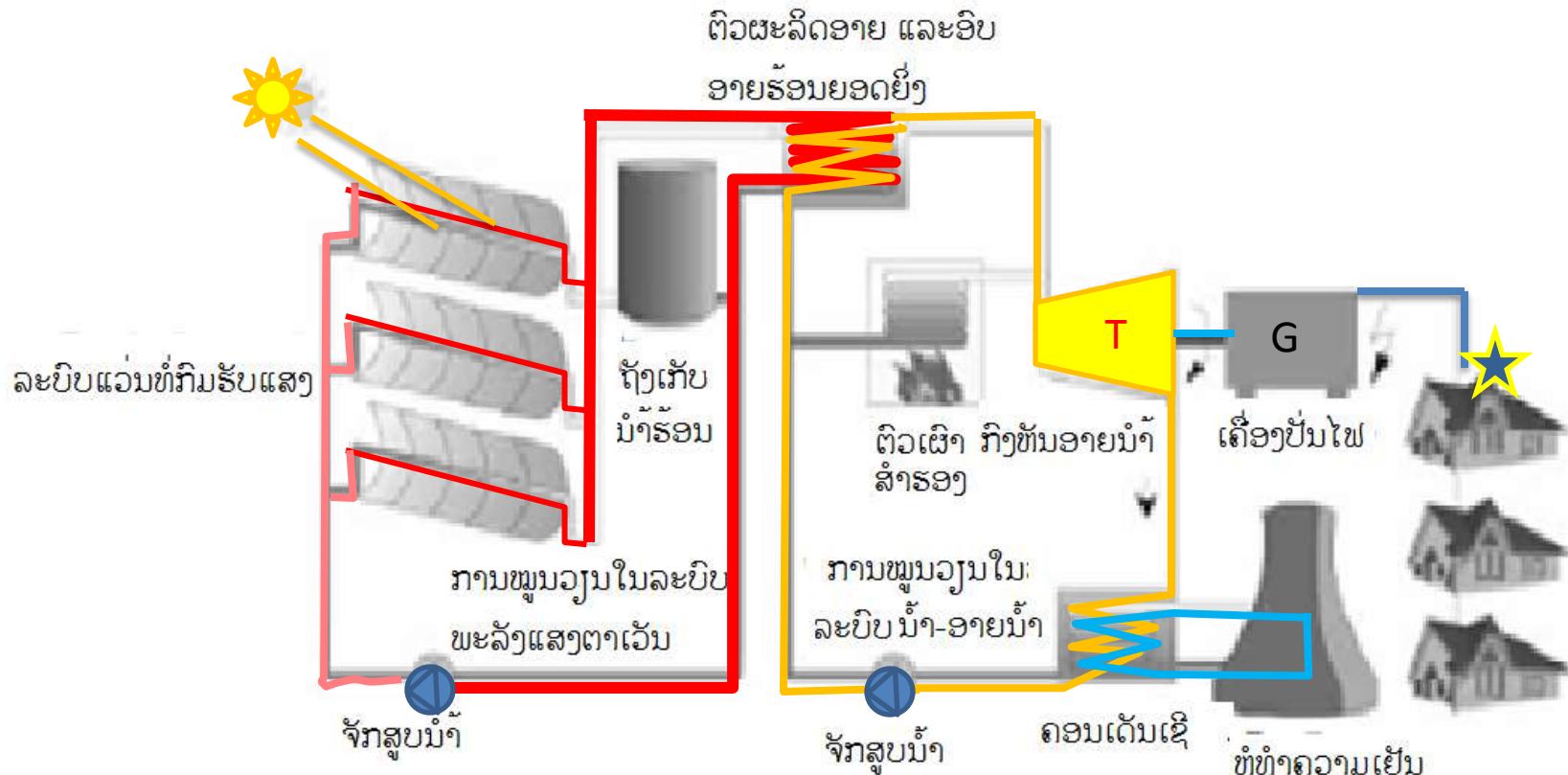
ພະລັງງານແສງຕາເວັນ  
ສາມາດປຸງນເປັນໄຟຟາ ດ້ວຍ  
ສອງວິທີ

- ໂຮງງານໄຟຟາຄວາມຮັບອນ  
ແສງຕາເວັນ: ນຳໃຊ້ເຄື່ອງຈັກ  
ຄວາມຮັບອນ
- ໄຟຟາແສງຕາເວັນ: ປຸງນເປັນ  
ໄຟຟາໂດຍກົງ ໂດຍຜ່ານແຊລ  
ແສງຕາເວັນ

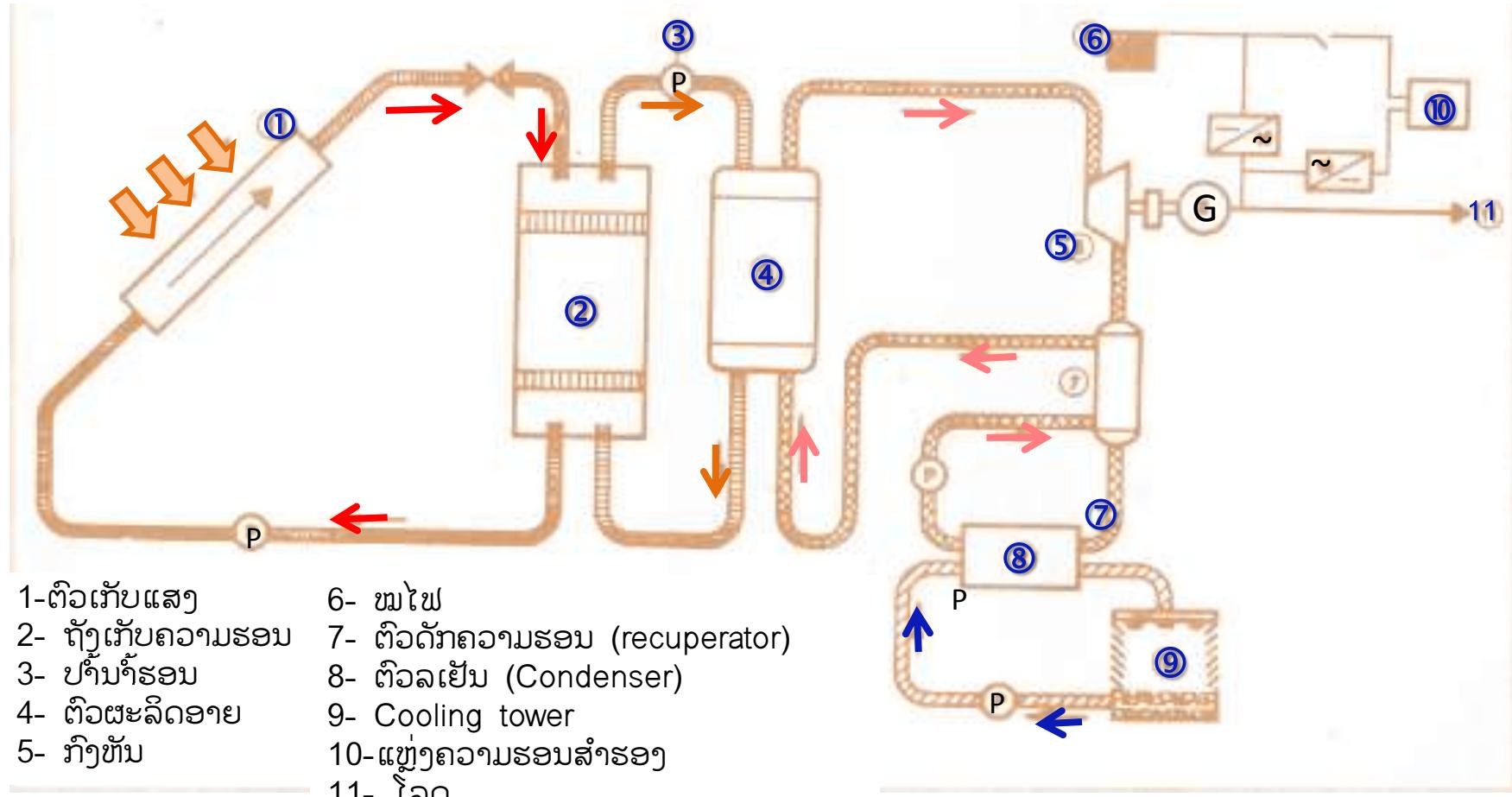


# ໂຮງງານໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ (Solar Thermal Power Plant)

- ໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດແວ່ນທີ່ກົມ (Trough Solar Thermal Power Plant)
- 400 ອົງສາ

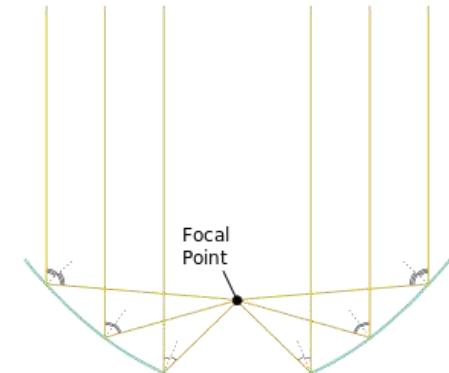
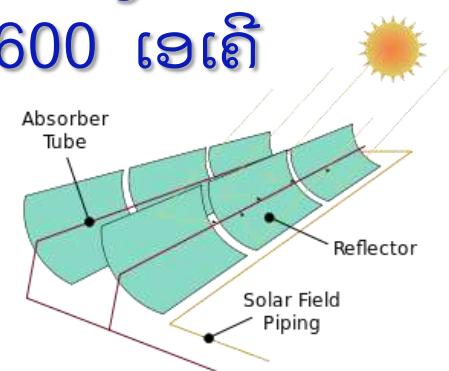


# ໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດແວ່ນທີ່ກົມ (Trough Solar Thermal Power Plant)



## ໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດແວ່ນທີ່ກົມ (Trough Solar Thermal Power Plant)

ໂຮງງານໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ 9 ແຫ່ງ (SEGS) (California, USA): 354 MWe. ຜະລິດໄຟຟ້າສະເລັບຂອງໂຮງງານທັງ 9 ແຫ່ງແມ່ນ 75 Mwe, ດັດສະນິນໍາໃຊ້ກໍາລັງຕິດຕາງ 21%. ຈຳນວນແວ່ນທັງໝົດ 936,384 ອັນ ກວມເນືອທີ່ 1,600 ເອເຄີ (ບ້ານ 647.5 ha)



Sources: Solargenix Energy, KJC Operating Company, [IEEE](#), [NREL](#)

## ໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດແວ່ນທີ່ກົມ (Trough Solar Thermal Power Plant)

ຂໍ້ມູນ: ຕົວເກັບແສງ-ຊື່ນິດແວ່ນທີ່ກົມ; ເນື້ອທີ່: 50 ha. ກໍາລັງໄຟຟ້າ: 50MWe. ການ  
ເກັບຄວາມຮອນ: ນຳເກືອ (60% sodium nitrate + 40% potassium nitrate).  
ຄາຂາຍໄຟເຂົາຕາຂາຍ €0.27/kWh ສໍາລັບ 25 ປີ

ໂຮງງານໄຟຟ້າ  
ຄວາມຮອນແສງ  
ຕາເວັນ Andasol  
(Spain) ເປັນ  
ໂຄງການລັກສະນະ  
ທຸລະກິດແຫ່ງທຳອິດ  
ຂອງຢູ່ໂຣບ  
(March 2009)



## ໄຟຟ້າຄວາມຮ້ອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດແວນທີ່ກົມ (Trough Solar Thermal Power Plant)

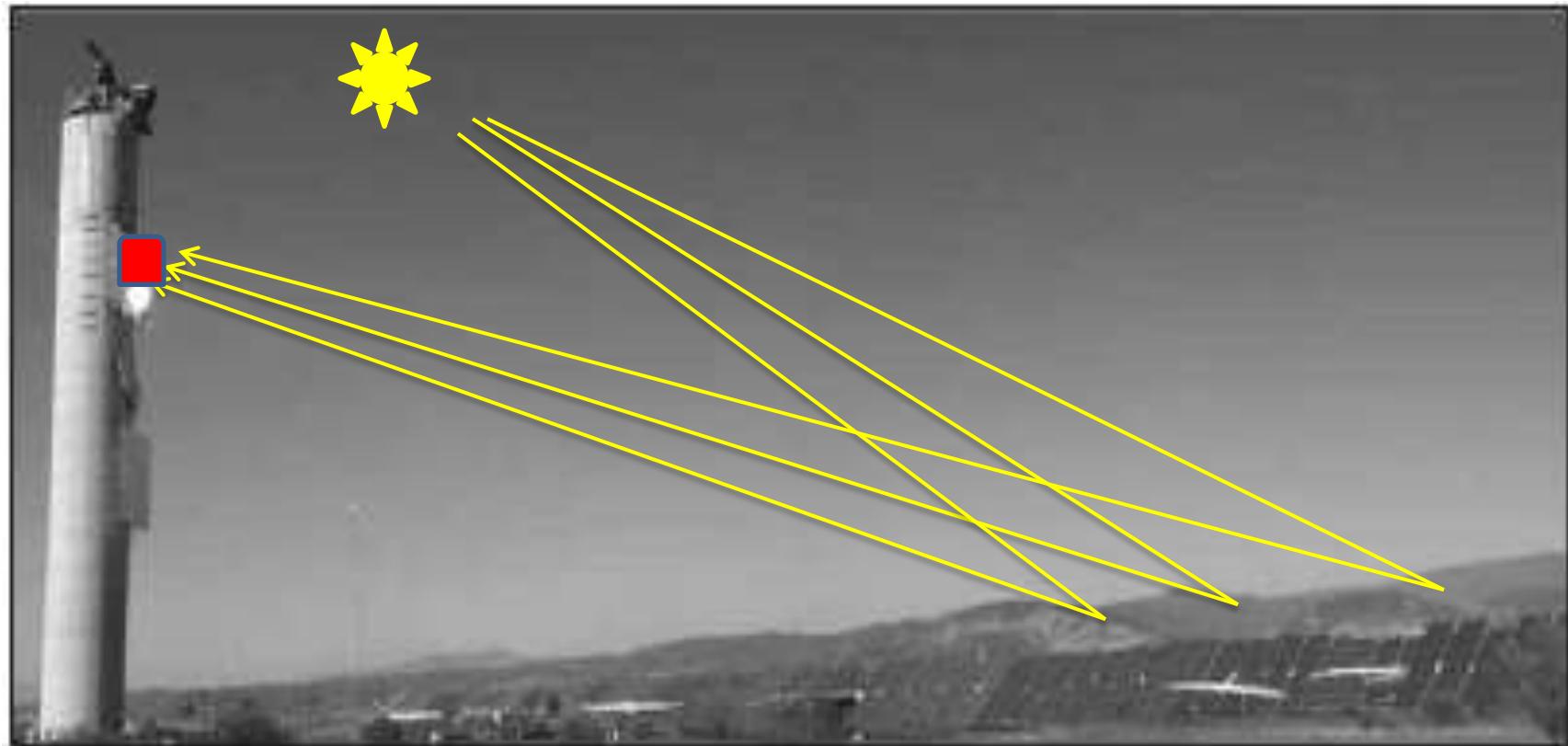
3 ໂຮງງານໄຟຟ້າຊະນິດແວນທີ່ກົມ (Solnova), ຊາເຫັນຢູ່  
ດາມຫລັງ ແມ່ນ 2 ໂຮງງານໄຟຟ້າຊະນິດທຳຄອຍ  
PS10 ແລະ PS20

Spain, 150 MW



# Tower Solar Thermal Power Plant: Principle

- ໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດໜໍາໂຄຍ
- 1000 ອົງສາ



# Tower Solar Thermal Power Plant: Principle

- ໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດໜໍາໂຄຍ



Solar one (1982-88) → Two (1996-99): 10 MW power capacity

[http://earthobservatory.nasa.gov/Features/RenewableEnergy/Images/solar\\_two.jpg](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/RenewableEnergy/Images/solar_two.jpg)

# ໄຟຟ້າຄວາມຮ້ອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດໜໍ່ຄອຍ

PS10 และ PS20:

PS10: 11 MW, ແວນ heliostats 624 ອັນ (ແຕລະອັນ 120 ຕາ ແມ້ດ), ກົງຫັນອາຍນຳຕົງຢູ່ຈອມໜໍ່ຄອຍ ສູງ: 115 meter;



# ໄຟຟ້າຄວາມຮ້ອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດຫໍ່ໂຄຍ

PS10: ກໍາວັງ 11 MW (Seville, Spain).



# ໄຟຟ້າຄວາມຮ້ອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດຫໍ່ໂຄຍ

Jülich (Germany), 1.5 MW



## ໂຮງໝານໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດໜໍຄອຍ

ກຳລັງຕິດຕາ: 2 MW ເລມ ໄຊງານ 1983. ແວນສະຫອນແສງ 201  
ຮັນ, ຫໍຄອຍສູງ 100 m. ອຸນຫະພູມສານຕົວກາງຢູ່ທາງເຂົາ 250 °C  
ແລະທາງອອກ 450 °C. ຄວາມດິນອາຍ 50 bar ອຸນຫະພູມອາຍ  
430°C.

ໂຮງໝານ THEMIS ຢູ່  
Pyrénées-  
Orientales, France.



# ໂຮງງານໄຟຟ້າຄວາມຮອນແສງຕາເວັນ: ຊະນິດຈານ



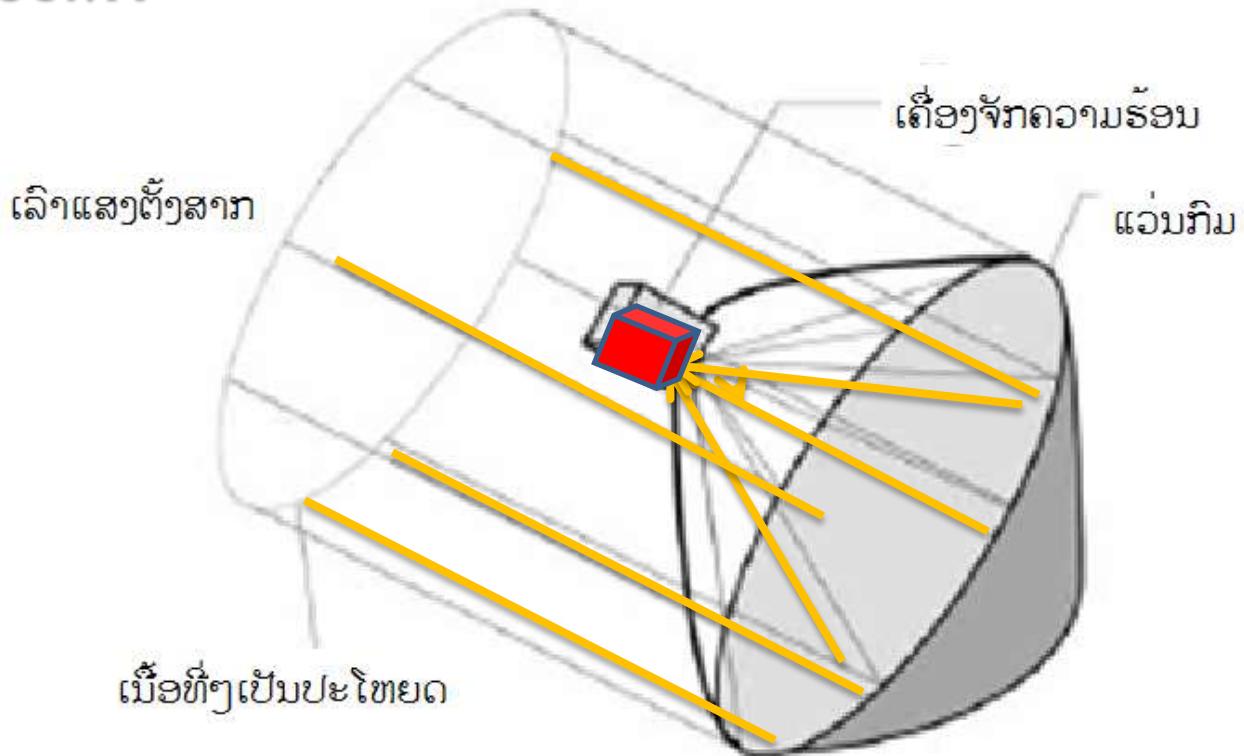
Helio-dish field layout

ກຳລັງຕິດຕາ : 20 kW  
ຕົວສຸມແສງ: ຈານພູງ  
helio-dish, ເສນຜາ ກາງ  
9 m, ເນັຂ 50 m<sup>2</sup>  
ຫລຸມຮັບຄວາມຮອນ ມີເສ  
ນຜາກາງ 65mm, ຄວາມ  
ຍາວຂອງຄອຍ 680mm,  
ທ 10 mm. ອັດຕາການ  
ສົມແສງ 1500 ແສງຕາ  
ເວັນ. ອາຍນິ້ອອກ: 180  
Kg/hr, ໃຕອຸນຫະພູມ  
500°C, ຄວາມດັ່ນ 70  
atm. ເຄືງຈັກບາງສູບ  
300 cc

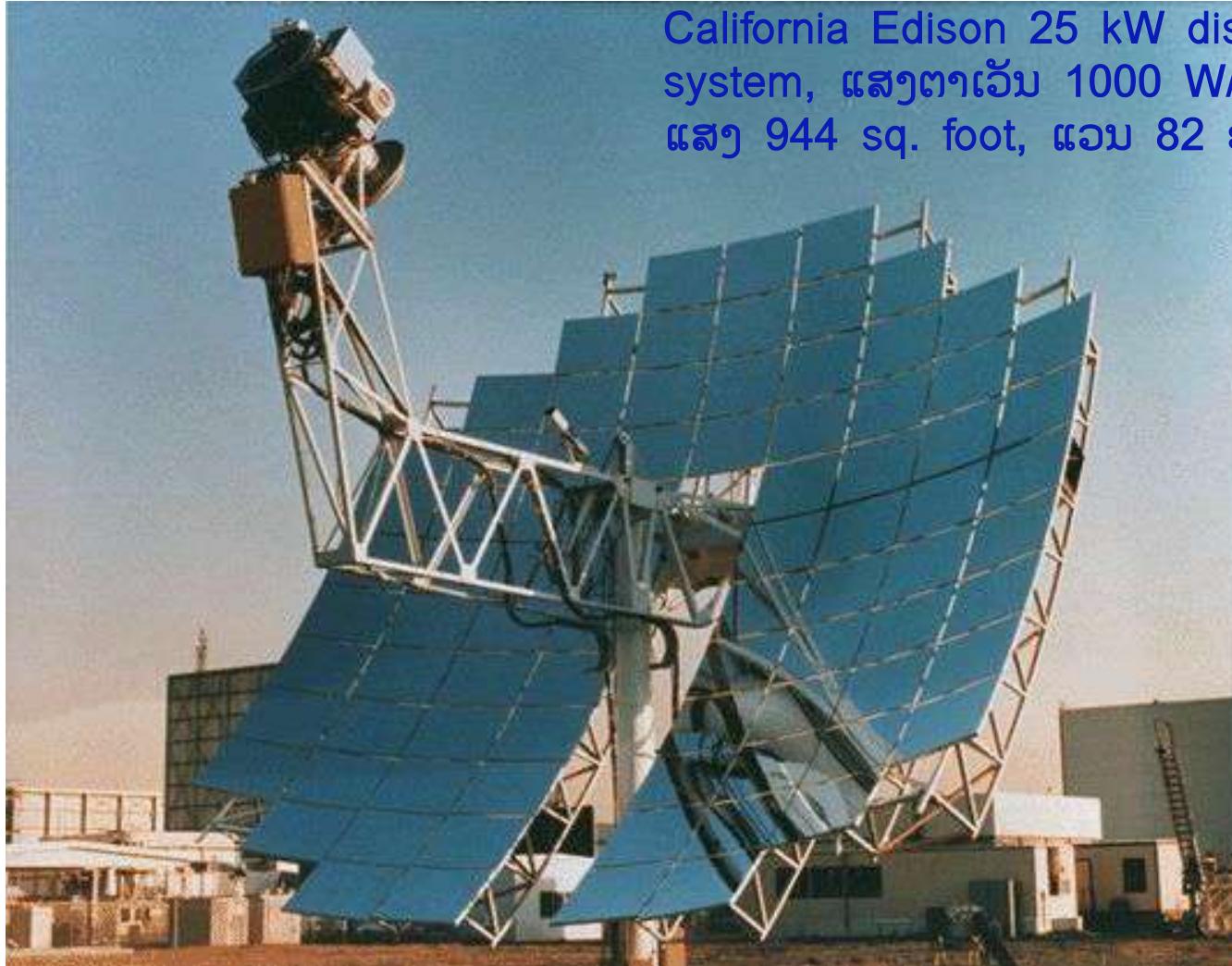
# ໄຟຟ້າຄວາມຮ້ອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດຈານສະເຕີຣລິງ Stirling Disk System Solar Thermal Power Plant

## ◦ລະບົບຈານສະເຕີຣລິງ

- 650 ອົງສາ;
- Capacity <100kW



# ໄຟຟ້າຄວາມຮ້ອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດຈານສະເຕືຣລົງ



California Edison 25 kW dish/Stirling system, ແສງຕາເວັນ 1000 W/m<sup>2</sup>, ເນັດກຳມັບແສງ 944 sq. foot, ແວນ 82 ອັນ

# ໄຟຟ້າຄວາມຮ້ອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດຈານສະເຕືອລິງ

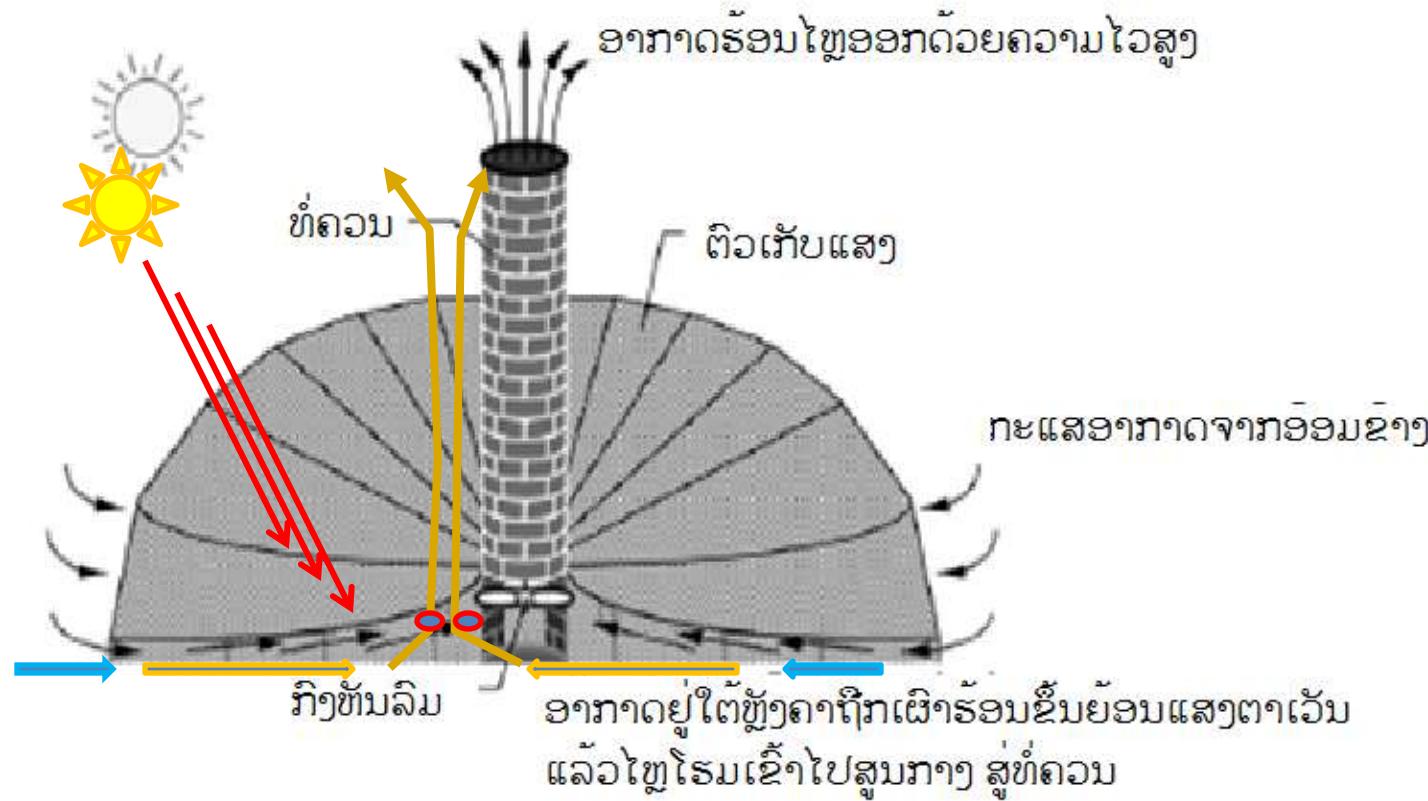


Advanco/Vanguard 25 kW  
ລະບົບຈານ Stirling ຕາງໝູ  
Rancho Mirage, California.  
ຕົວສຸມແສງມີເສນຍາກາງ 11m  
ປະກອບດວຍແວນພູງ 366  
ອັນ, ແຕະລະອັນມີຂະໜາດ  
18x24 ນວ. ເຄອງຈຳກ ຊະນິດ  
AB (USAB) Model 4-95  
Mark II, ປນໄຟແຮງດັນ 480  
volt/ac, ຄວາມຖ 60-Hz

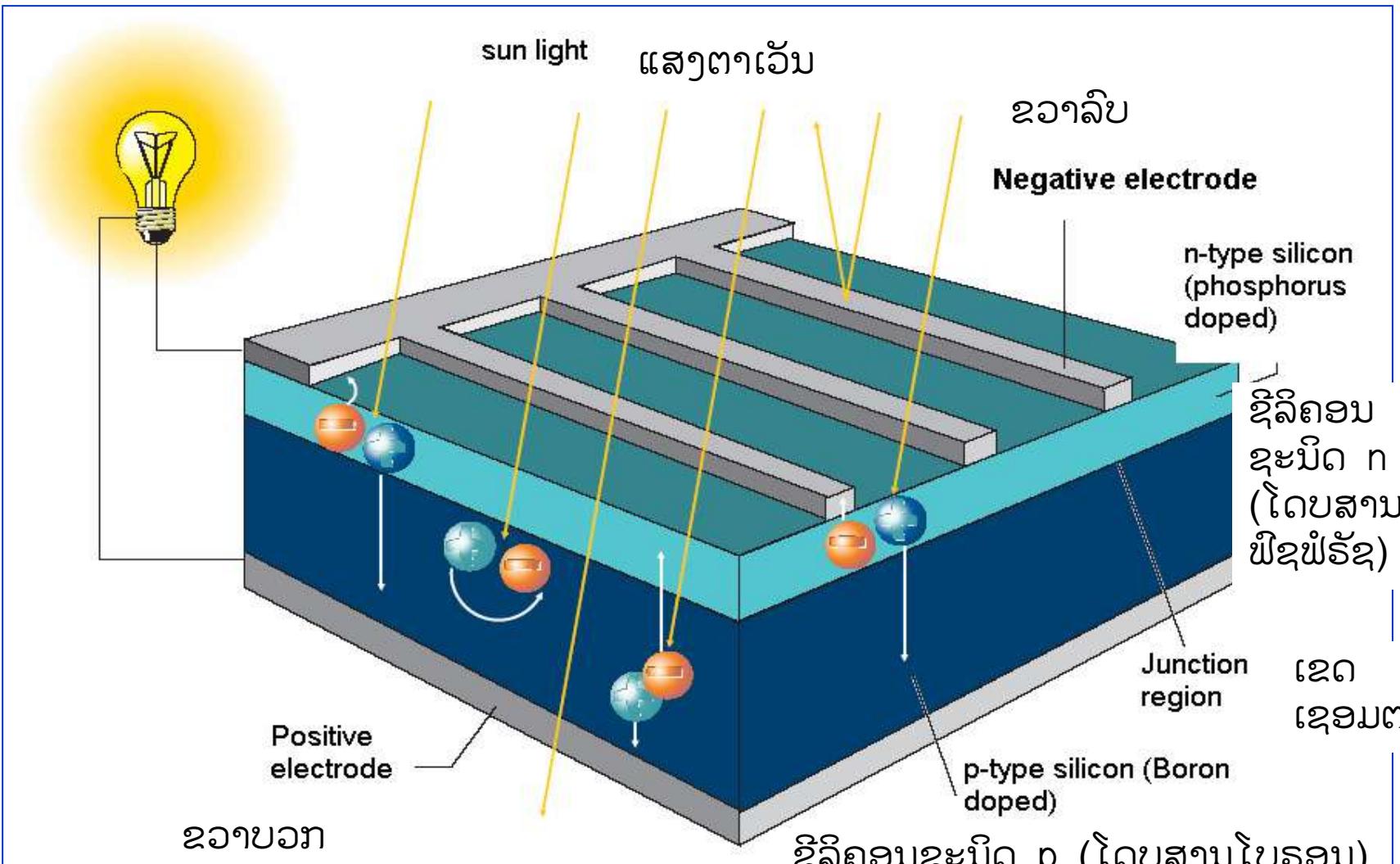
# ໄຟຟ້າຄວາມຮ້ອນແສງຕາເວັນ ຊະນິດທຳວົນ

## ○Chimney STPP

- ພະລິດໄຟຟ້າໃນລາຄາ **0.15 \$/kWh**

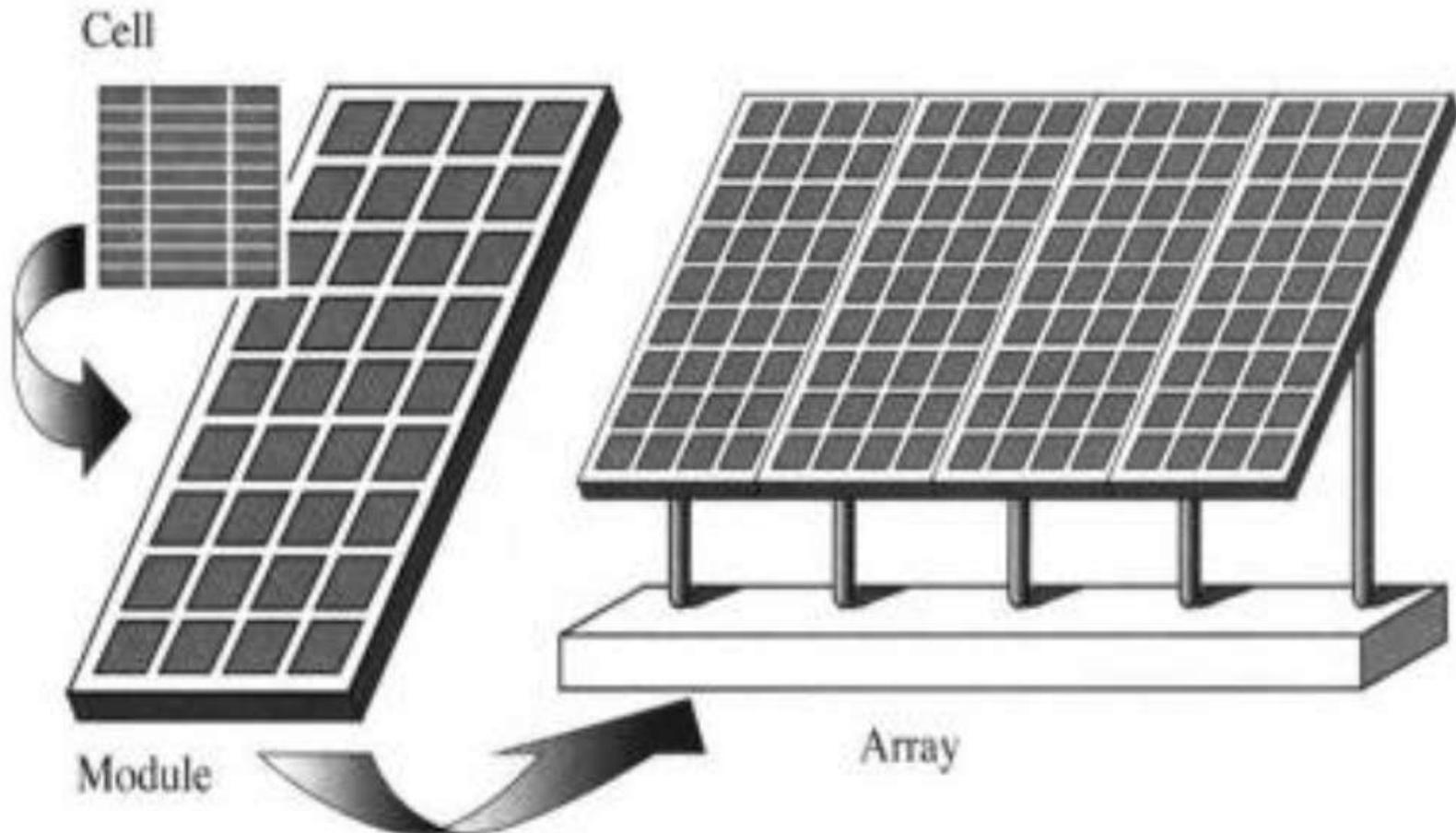


# ໄຟຟາແສງຕາເວັນ: ການປ່ານແປງພະລັງງານແສງຕາ ເວັນ ເປັນພະລັງງານໄຟຟາໄດຍກໍາ



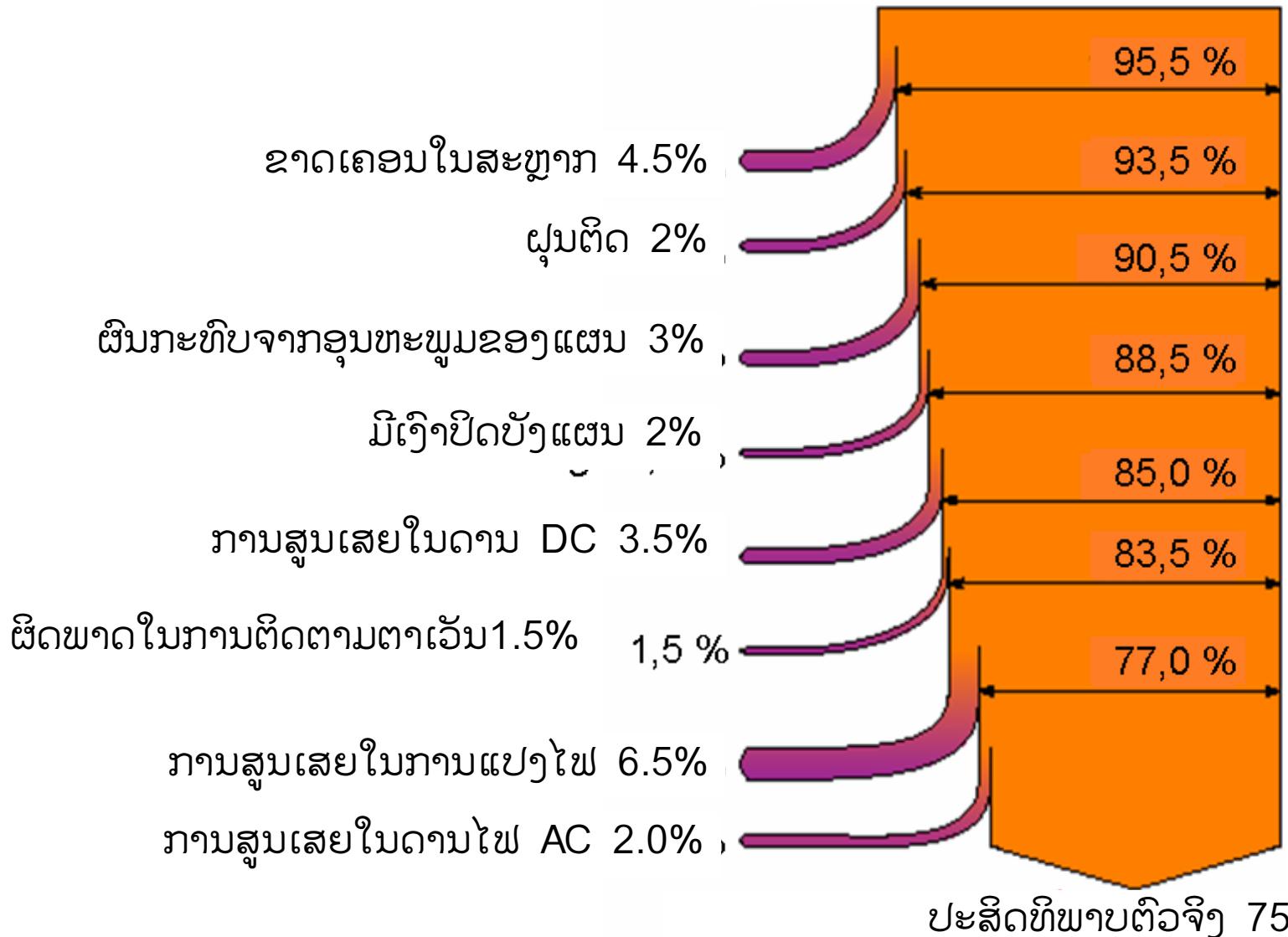
# Solar Cell - Panel (Module) - Array

:



# ປະສິດທິພາບຂອງແຜນຮັບແສງ

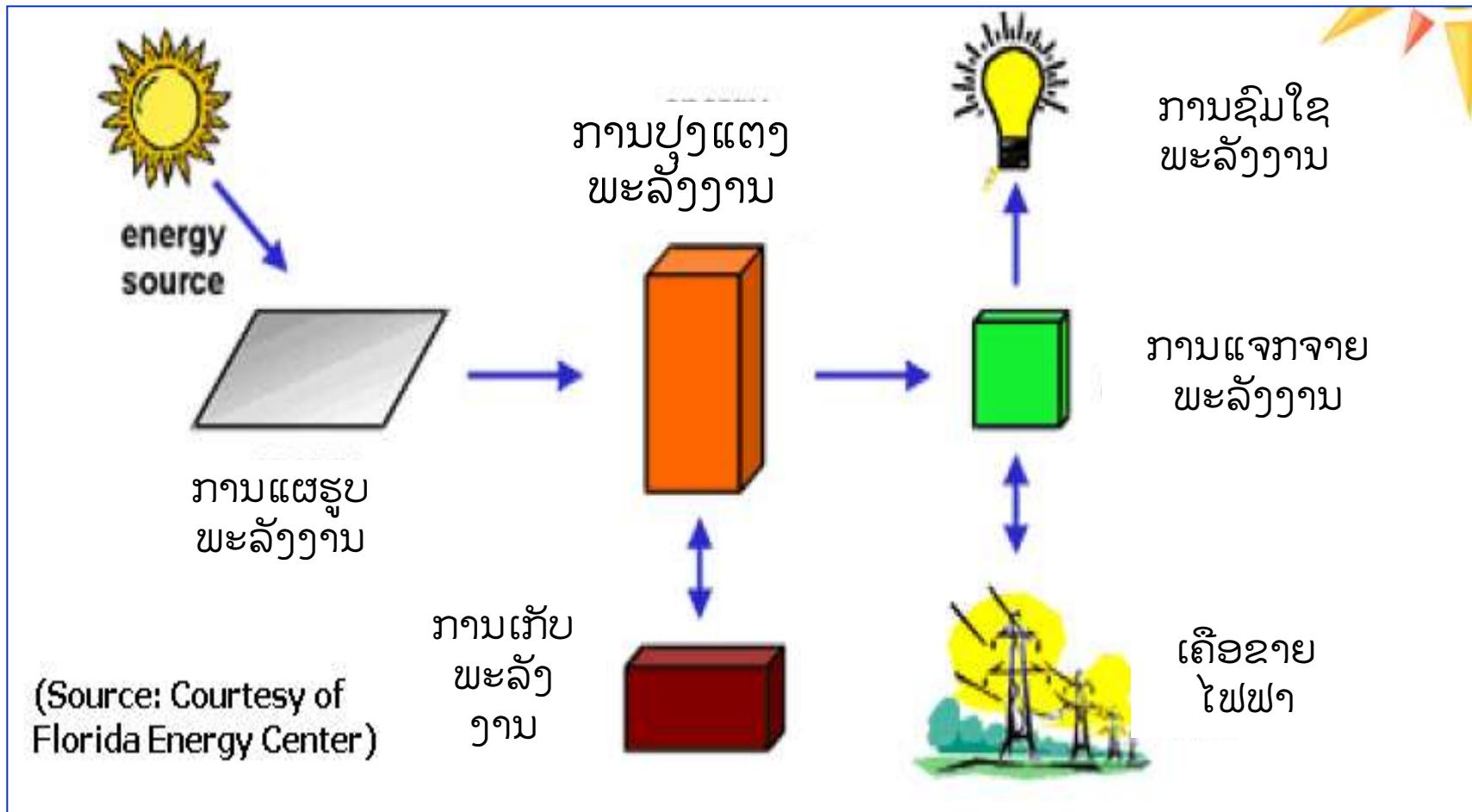
ປະສິດທິພາບສົມບູບແບບ 100%



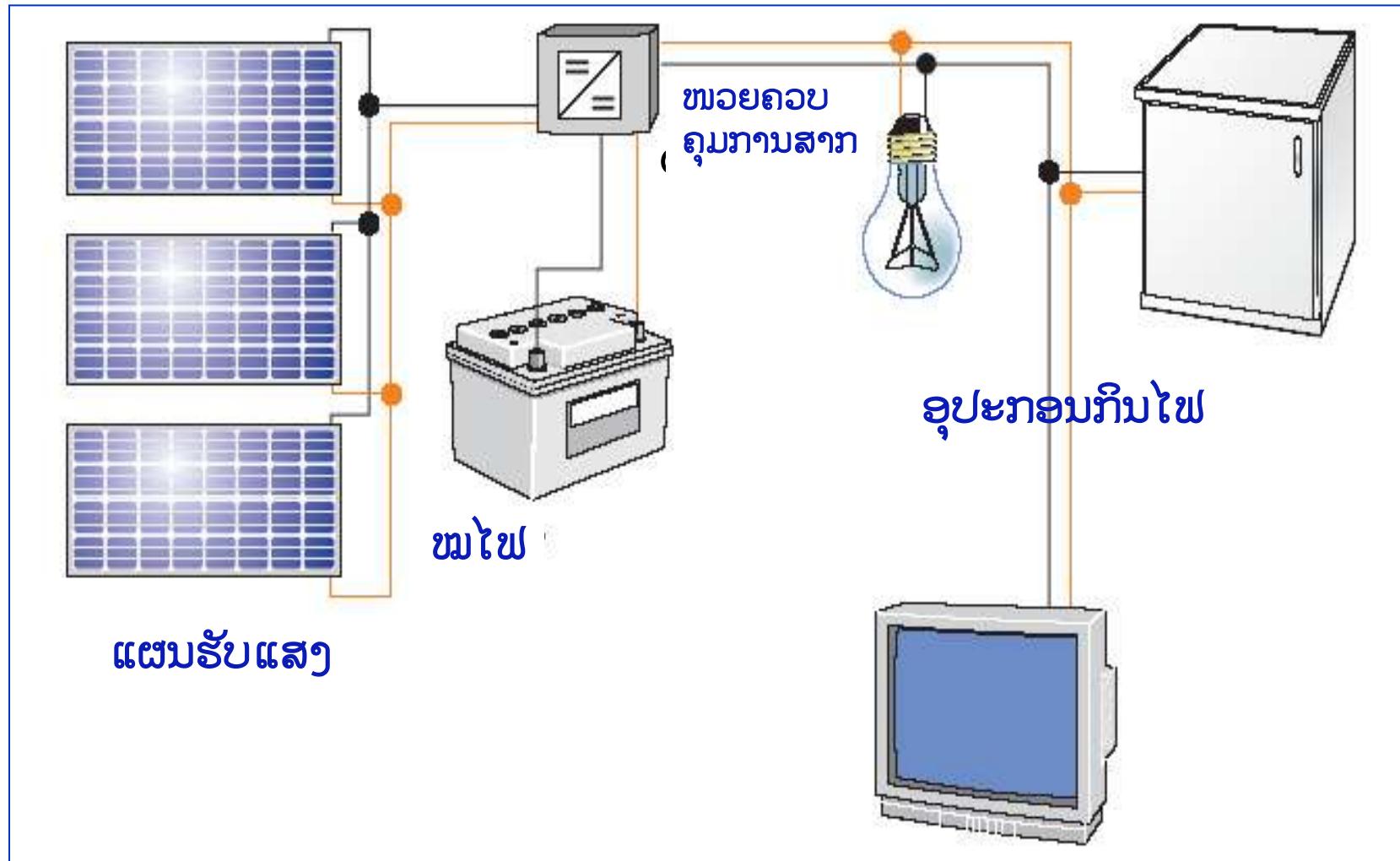
# ປະເມີນການຜະລິດໄຟຟ້າໂດຍແຊລແສງຕາເວັນ

	ຫົວໜວຍ	ຕໍ່າໆ	ສູງ
ລັງສືແສງຕາເວັນ ຕມ	MJ/sq.m/day	13	19
	kWh/sq.m/day	3.6	5.3
ລັງສືແສງຕາເວັນ ຕປি	kWh/sq.m/year	1,318	1,926
ປະສິດທິພາບການແປຮູບ	%	10%	10%
ຄວາມສາມາດຜະລິດໄຟຟ້າ	kWhe/sq.m/year	135	184
ການຊຶມໃຊ້ໄຟຟ້າຢູ່ລາວ (2010)	GWh	2,441.00	2,441.00
ແຜນຮັບແຜງ PV ທອອງໃຊ	sq.m	18,081,481	13,266,304
ຂະໜາດຄວາມຍາວ	m x m	4252 x 4252	3642 x 3642
	km x km	4.25 x 4.25	3.64 x 3.64

# ប្រើការណែនាំដឹរិយាយសេរាតាហេវ៉ែន



# ລະບົບໄຍຟາແສງຕາເວັນໄດດງວ



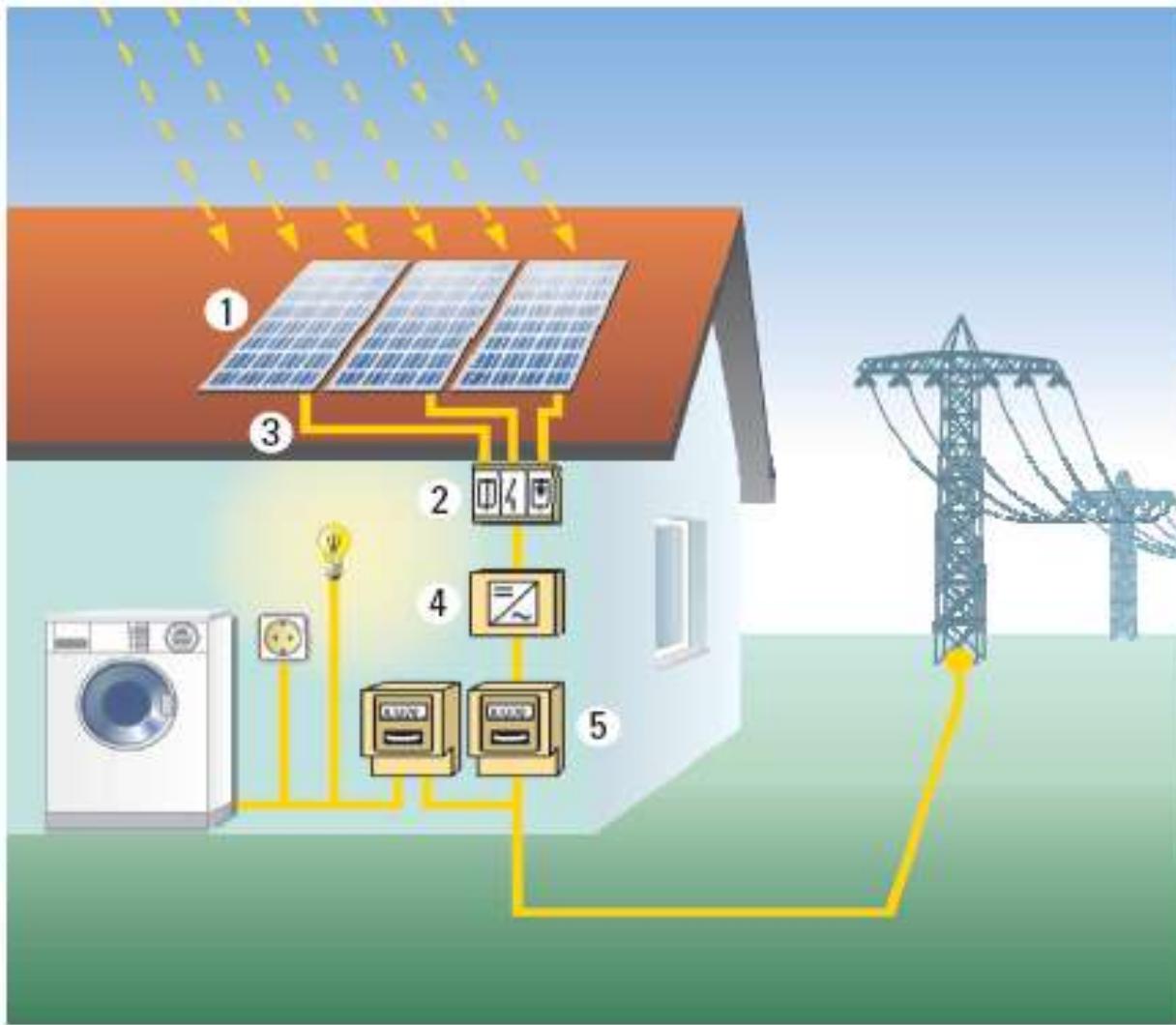
# ຕົວຢາງການນຳໃຊລະບົບໄຟຟາແສງຕາເວັ້ນໂດດງວ



# ຕົວຢ່າງການນຳໃຊລະບົບໄຟຟາແສງຕາເວັນໂດດງວ



# ລະບົບໄຟຟາແສງຕາເວັນເຊອມຕັກບຕາຂາຍ



1. PV array
2. DC connection box
3. Panels cables
4. Inverter
5. Watts Meters

1. ຊຸດແຜນ PV
2. ຈຸດຕ່າຍ DC
3. ສາຍໄຟຈາກແຜນ
4. ຕົວແປງໄຟ
5. ເຄອງວັດວົດ

# ລະບົບໄຟຟາແສງຕາເວັນຄົວເຮືອນ ແຊອມຕກັບຕາຂາຍ



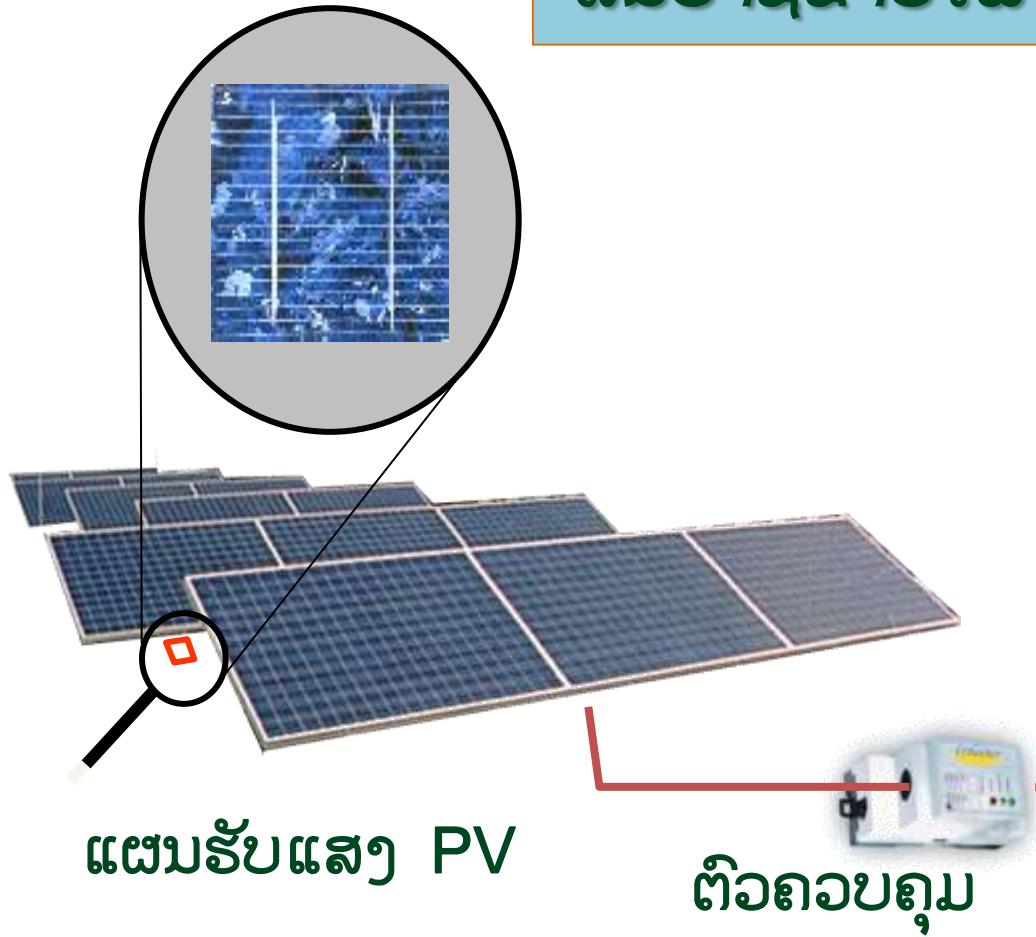
ຊຸດແຜນຮັບແສງຊະນິດພິມບາງ  
a-silicon



ຕົວແປງໄຟແລະຕົວແຈກຈາຍ  
ໄຟ

# ລະບົບໄຟຟາແສງຕາເວັນເຊອມຕກັບເຄືອຂ່າຍ

## ສັນຍາຊີ້ວຍໄຟ



ຕາຂ່າຍແຫ່ງຊາດ

ຈຸດເຊອມຕ

ໂມງວັດແທກ



ເຄອງແປງໄຟ

# ពិវិសាទនលម្អិត ផែនការបង្កើតអគ្គនភាព



ខ្លួនយោងនៃប៊ូលេស់ Crystalline silicon ពិទេរាបីជាមុន

# ລະບົບໄຟຟາແສງຕາເວັນເຊອມຕາຂາຍ



Nellis Solar Power Plant . ຕິດຕາມຕາເວັນດວຍແກນດູວ



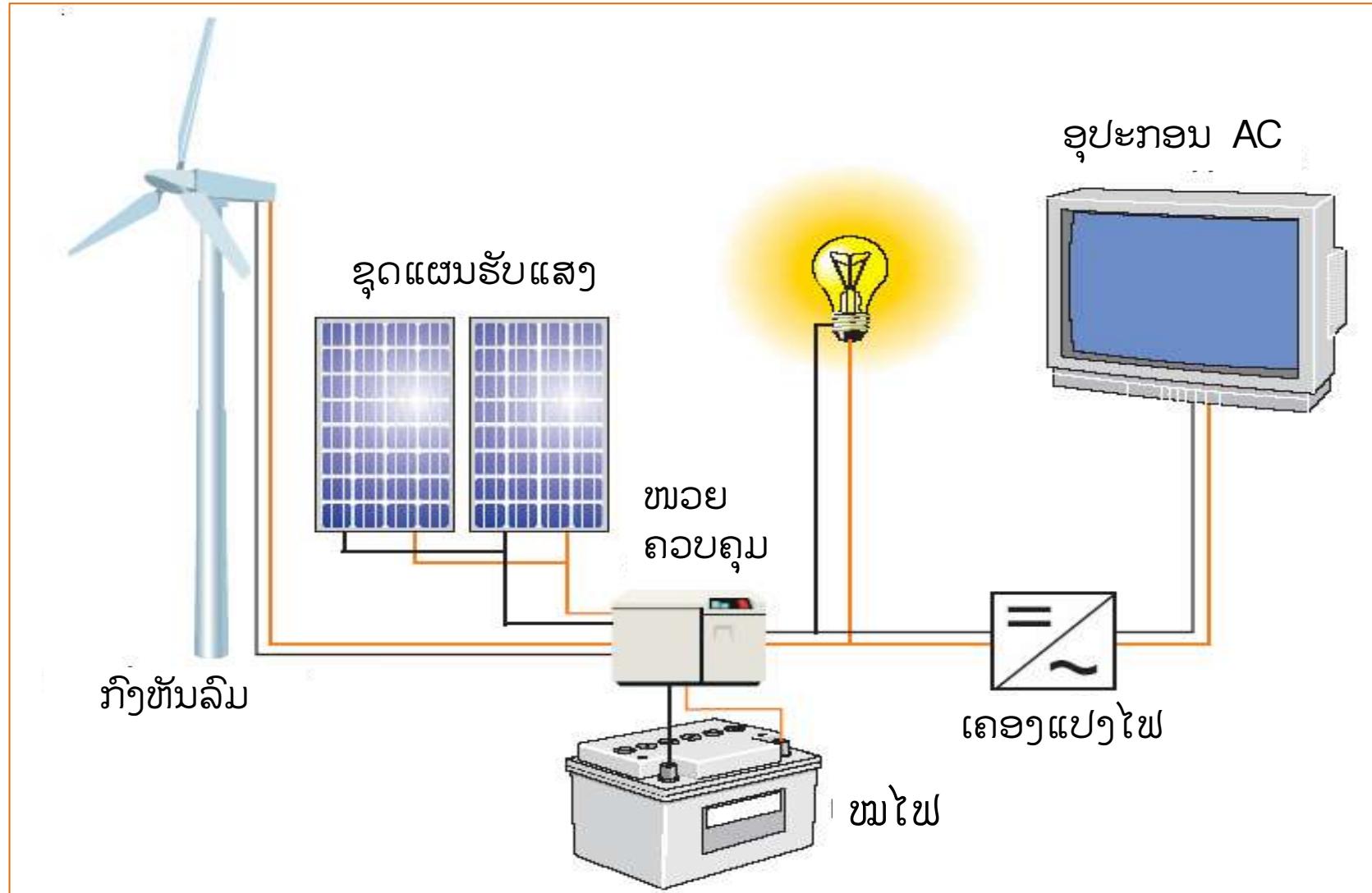
ឧុំទានីយាណ ឱយយាម នៃក្រសួងពេទ្យ មានចំណាំ 19 MW រួមមាន ក្របខោល់ និង ក្របខោល់ និង

# ລະບົບໄຟຟາແສງຕາເວັນເຊອມຕຕ້າຂ່າຍ

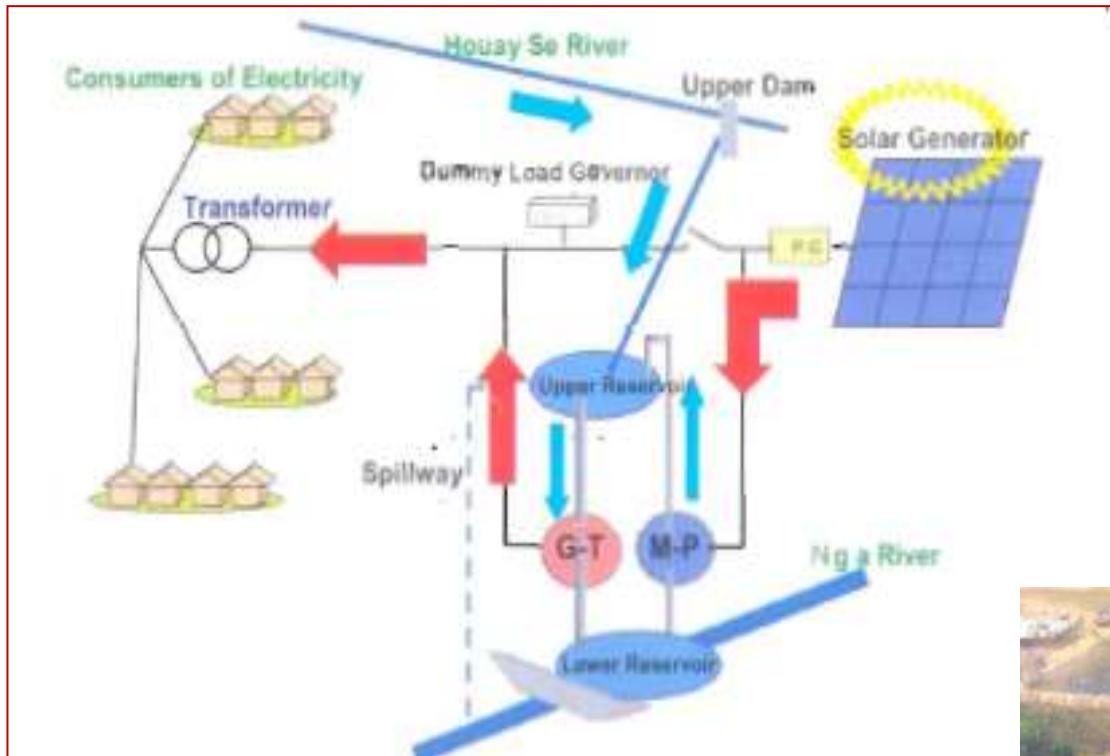


ຕິດຕາງແຜນຮັບແສງໃສຟາເຮືອນ (Terrassa, Spain)

# ລະບົບປະສົບປະສານ



# ລະບົບໄຟຟາແບບປະສົມປະສານ



Solar PV Panel 100 KW



ໄຟຟານໍ້ຕົກ (80kW) + PV  
(100kW)

# Hybrid system:

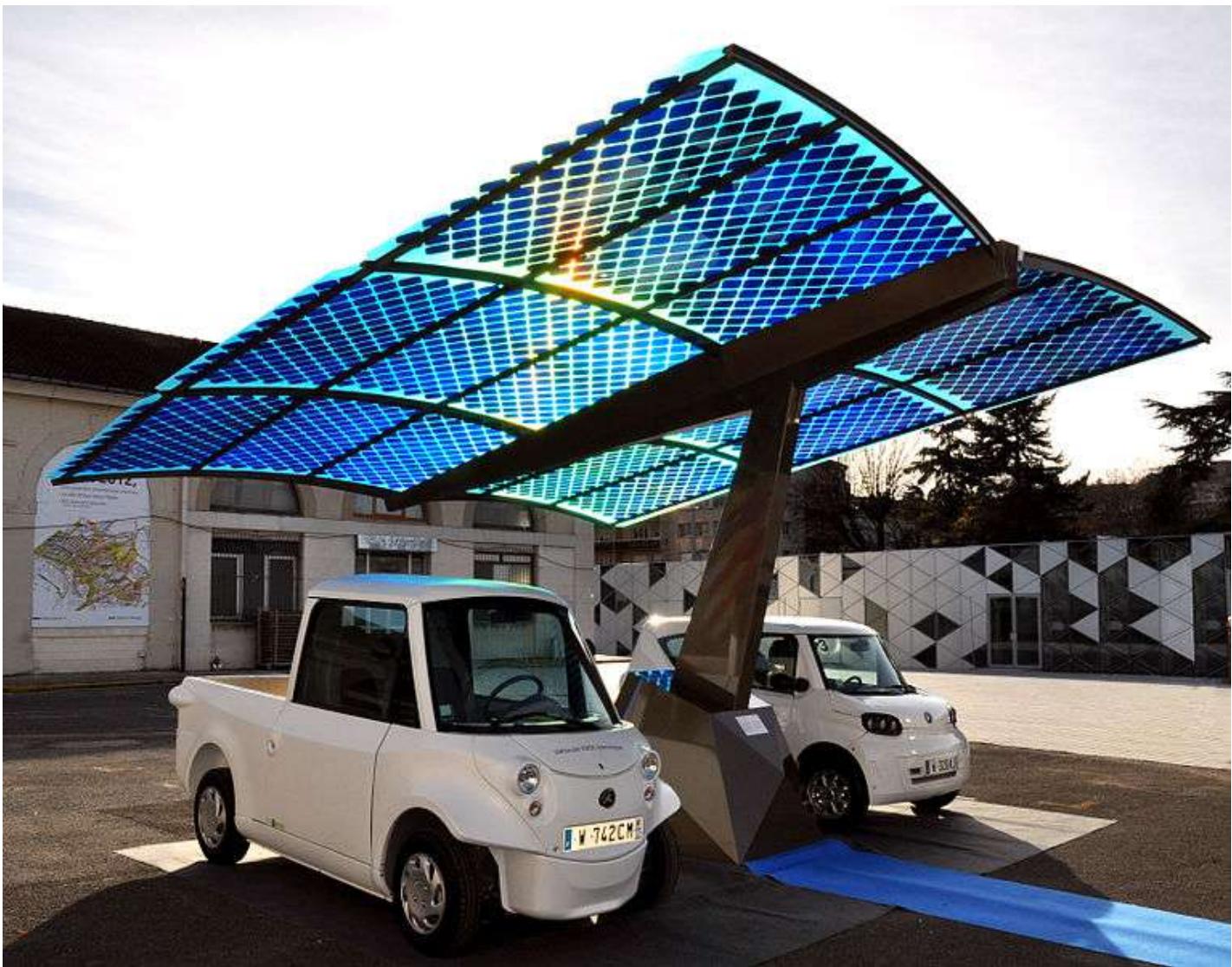
Mini hydro (110kW)

+ PV(40kW)

+ Capacitor ( $\pm 40$  kW)



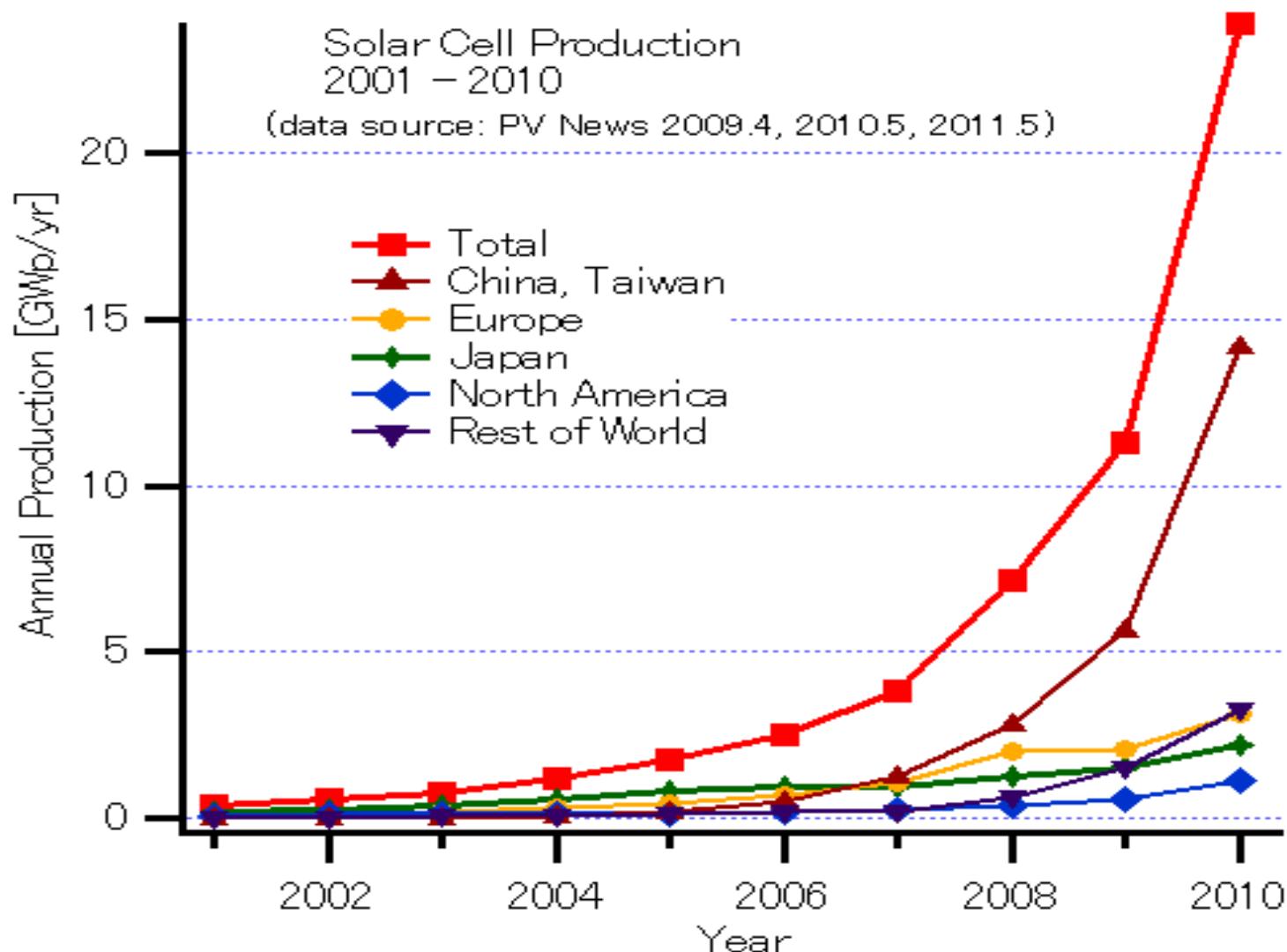
# ສະຖານນິສາກລົດໄຟຟາ



# ການນຳໃຊ້ໃນເຕັກນິກອາວະກາດ



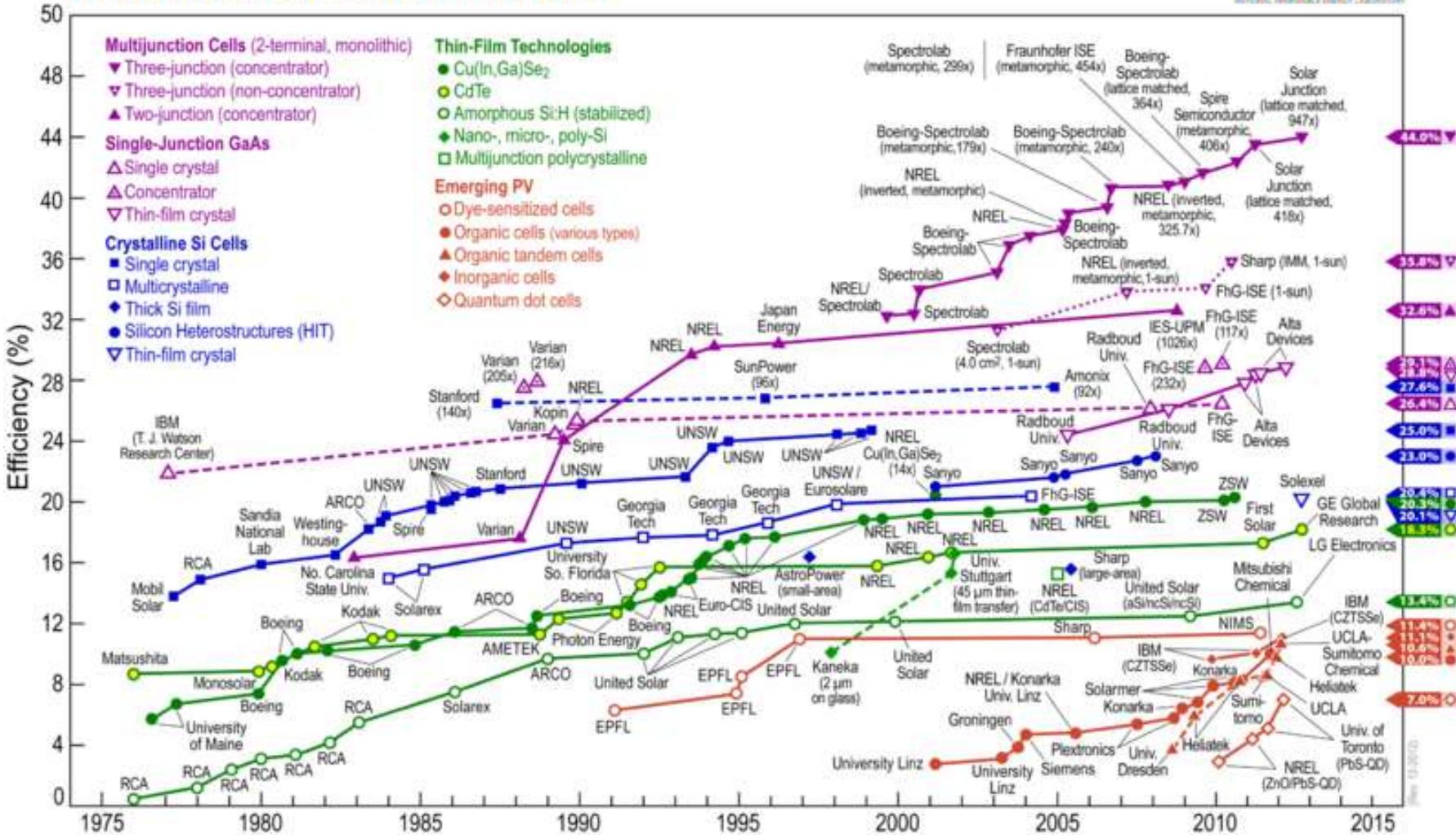
# ការអប់រំលើកដ្ឋានសោរឆ្នាំ 2001-2010



# ການຄົນຄວາງກັບປະສິດທິພາບຂອງແຊລແສງຕາເວັນ

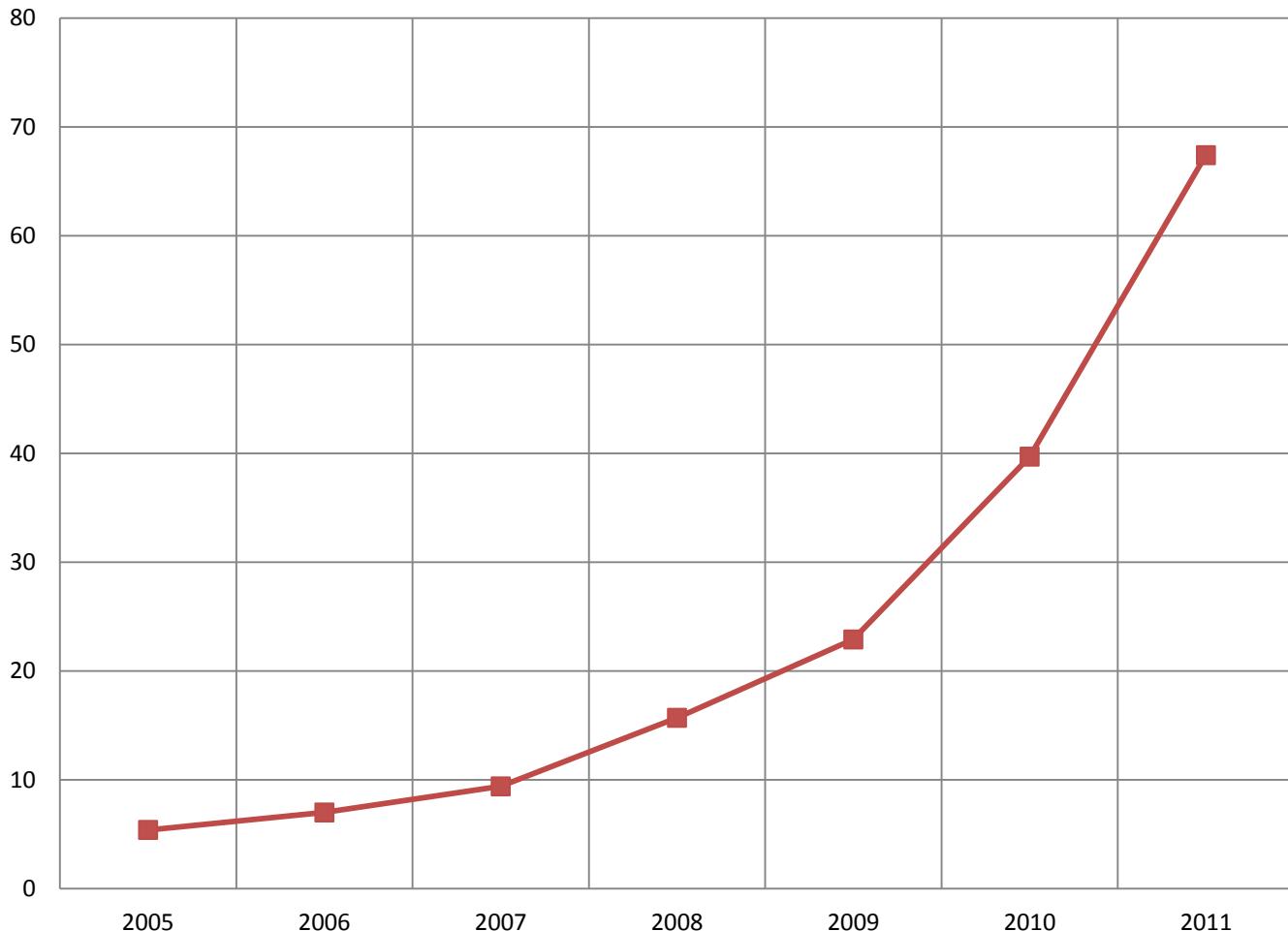
## Best Research-Cell Efficiencies

NREL  
NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY



# ກຳລັງຕິດຕາໄຟຟາແສງຕາເວັນໃນທວລະກ, GWp

Photovoltaic worldwide, GWp



# End of Solar energy