

Solenergi vid Högskolan Dalarna

Frank Fiedler, Björn Persson
Ludvika, 29 mars 2017

Energiämnetet vid Högskolan Dalarna

- Ca 35 personer engagerade (ca 10 professorer och docenter, 5 doktorer, 15 doktorander, tekniker och gästforskare)
- Energi, skog och byggd miljö ett av Högskolans prioriterade forskningsområden
- Multidisciplinär energiforskning
- Solenergiforskning sedan 1984



Solenergiforskning pågående forskningsprojekt

- **ZEPHYR** (EU)– kompakta lösningar för skogsplantor med soelförsörjning (PhD)
- **Solel i Tanzania.** Teknisk och social anpassning av små hybridelnät för förnybar energi (PhD)
- **Solel och värmepump** (PhD)

Företagsforskarskola Reesbe

- Joao Gomez, **Solarus**. *PVT-solfångare*
- Mattias Gustafsson, **Gävle Energi** *Energieffektivisering och solel inom fjärrvärmenätet*
- Gunnar Lennemo, **WSP**. *Solvärmesystem kopplade till fjärrvärmesystem)*
- David Larsson, **Solkompaniet**. *Solkraft i ett stadsperspektiv*
- Olle Olsson **Solarus**, *Provning och utveckling av PVT-solfångare*
- Elin Molin **PPAM**, *Solceller för bullerskydd och solskydd*
- Martin Warneryd, **SP**. *Affärsmodeller för solceller*

EKC, Energikompetenscentrum

- Utvecklar samarbetsformer mellan näringslivet och Högskolan Dalarna.
- Mindre stöd till regionala SMF-företag möjligt. Seminarier, kompetenshöjning (inte regelrätt utbildning).

Energiutbildningar på HDa



Master- och magisterstudenter i solenergiteknik som började hösten 2015

- 1-årig Magister i solenergiteknik (ESES)
- 2-årig Master i solenergiteknik (ESES)
- Energiteknikerprogrammet, 120 hp
- Högskoleingenjör Energiteknik, 180 hp
- Olika uppdragsutbildningar inom bioenergi, solvärme och solel

Vår roll i samband med Ludvikas solsatsning

- Partner i forsknings-och utvecklingsprojekt
- Studentarbeten i olika kurser
- Kompetenshöjning, utbildning för myndigheter och beställare (kurs i Interregprojektet EconInside, HT17)
- Bollplank för nya idéer och koncept

SolEI - Kyrkskolan

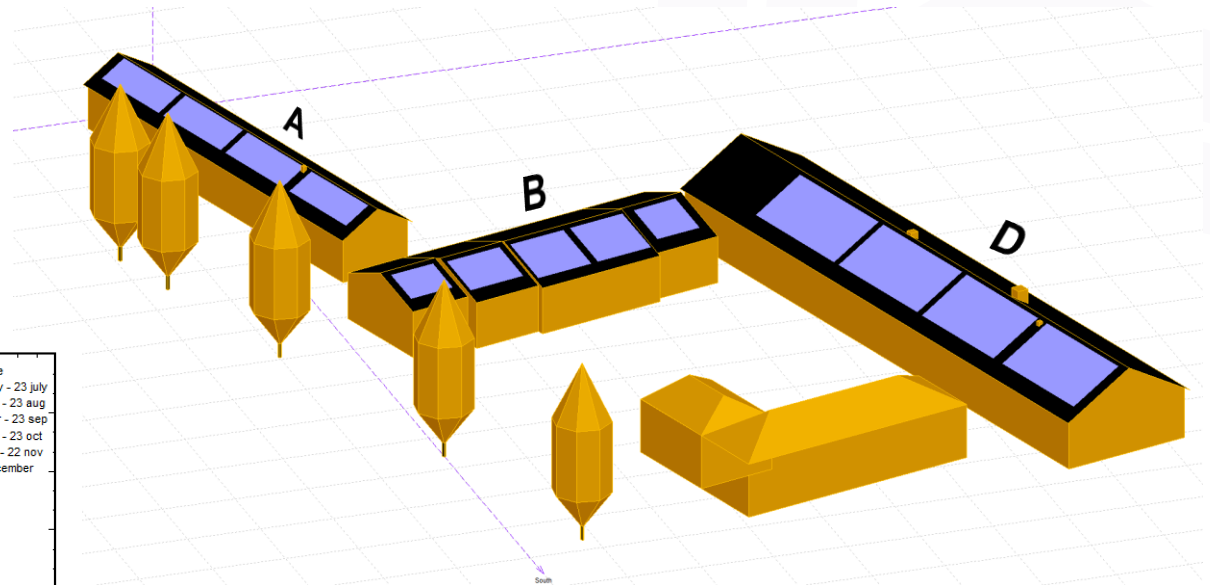
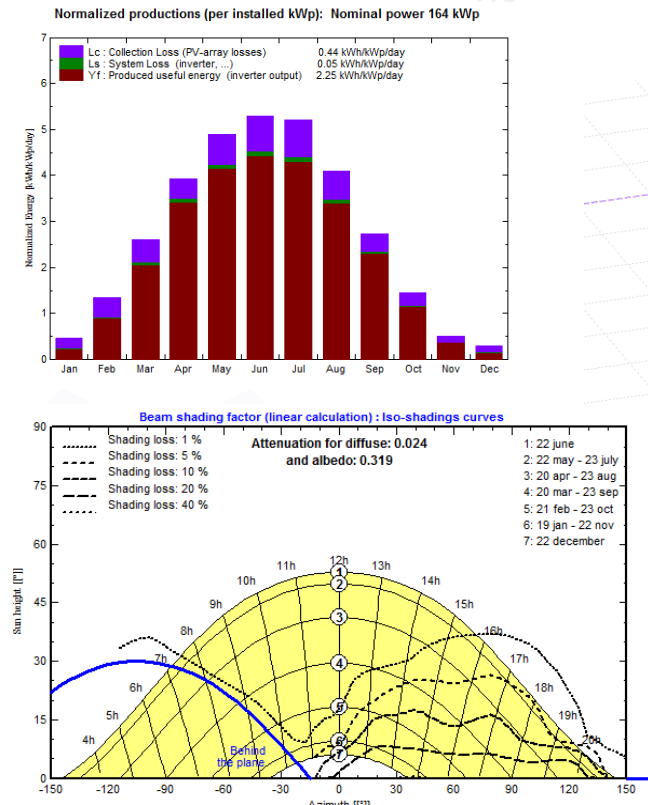


ESES – European Solar Engineering School

- Från hela världen
- Mångfald
- Erfarenheter
- Hungriga
- Potential



Modelling – Simulering – Analys - Optimering



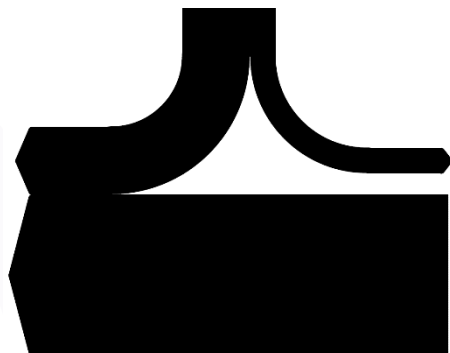
Resultat



Produktion SolEl: 135
MWh/år

Kostnad: 80 öre/kWh (inkl. moms)

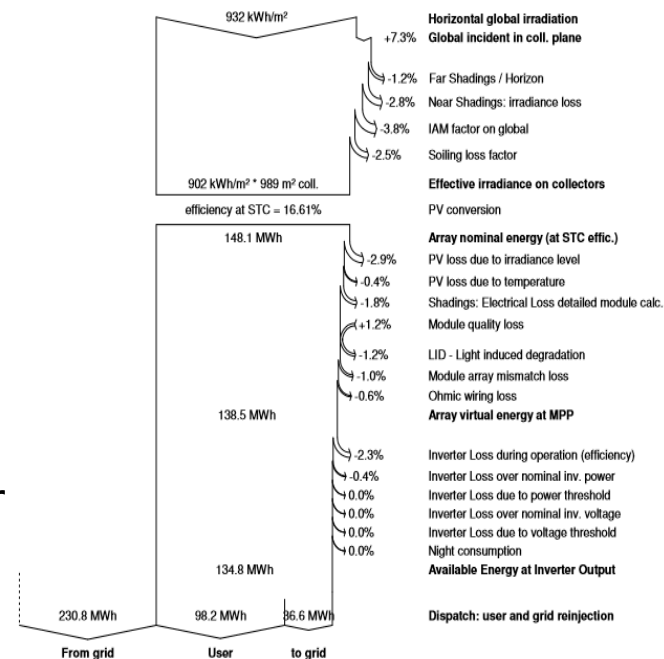
Behov:
329



Sälj: 37 MWh/år



Köp: 231 MWh/år



Våga tänka stort

För att nå 7,5% SolEI:

- 12 GW_p (80000 st "Kyrkskolor")
- 150 – 200 Miljarder SEK
- 5000 personer under 5 år

Design of a Grid-connected PV system for Elderly House in Ludvika (Ängsgården)

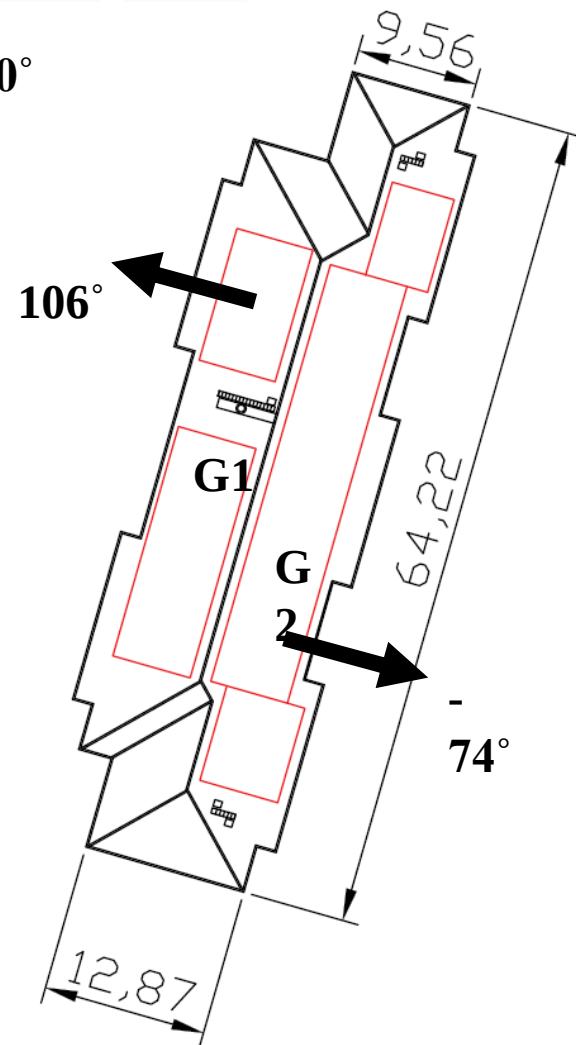
Nader Zaqout
Mohammad Azad
Fatemeh Johari





- ✓ Slope of the Roof 10°
- ✓ Azimuth 16° west

Available Roof Area				
Roof G2			Roof G1	
212 m ²	48 m ²	38 m ²	117 m ²	66 m ²
481 m ²				

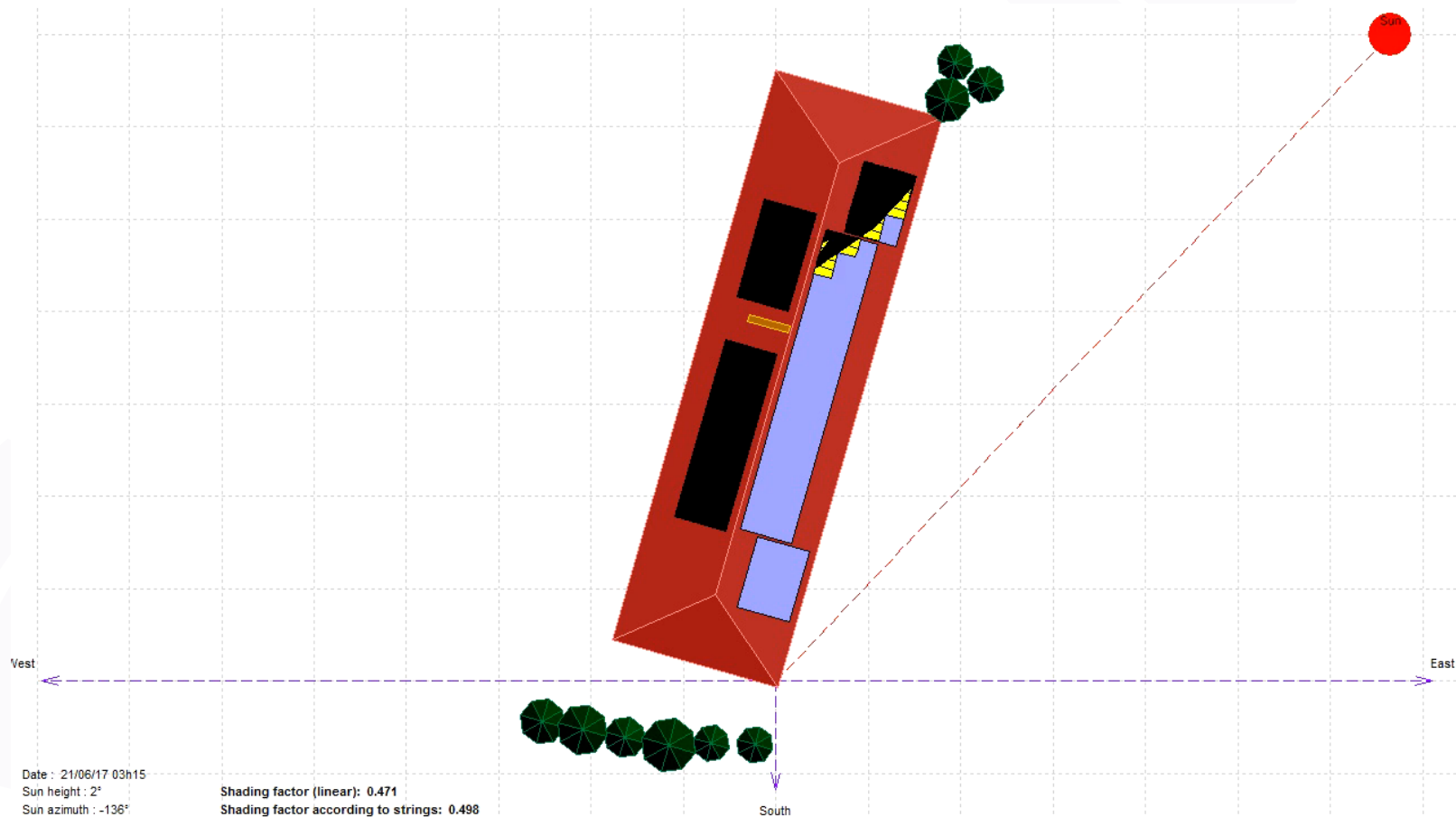




ESES
EUROPEAN SOLAR
ENGINEERING SCHOOL



**HÖGSKOLAN
DALARNA**



ESES
 EUROPEAN SOLAR
 ENGINEERING SCHOOL

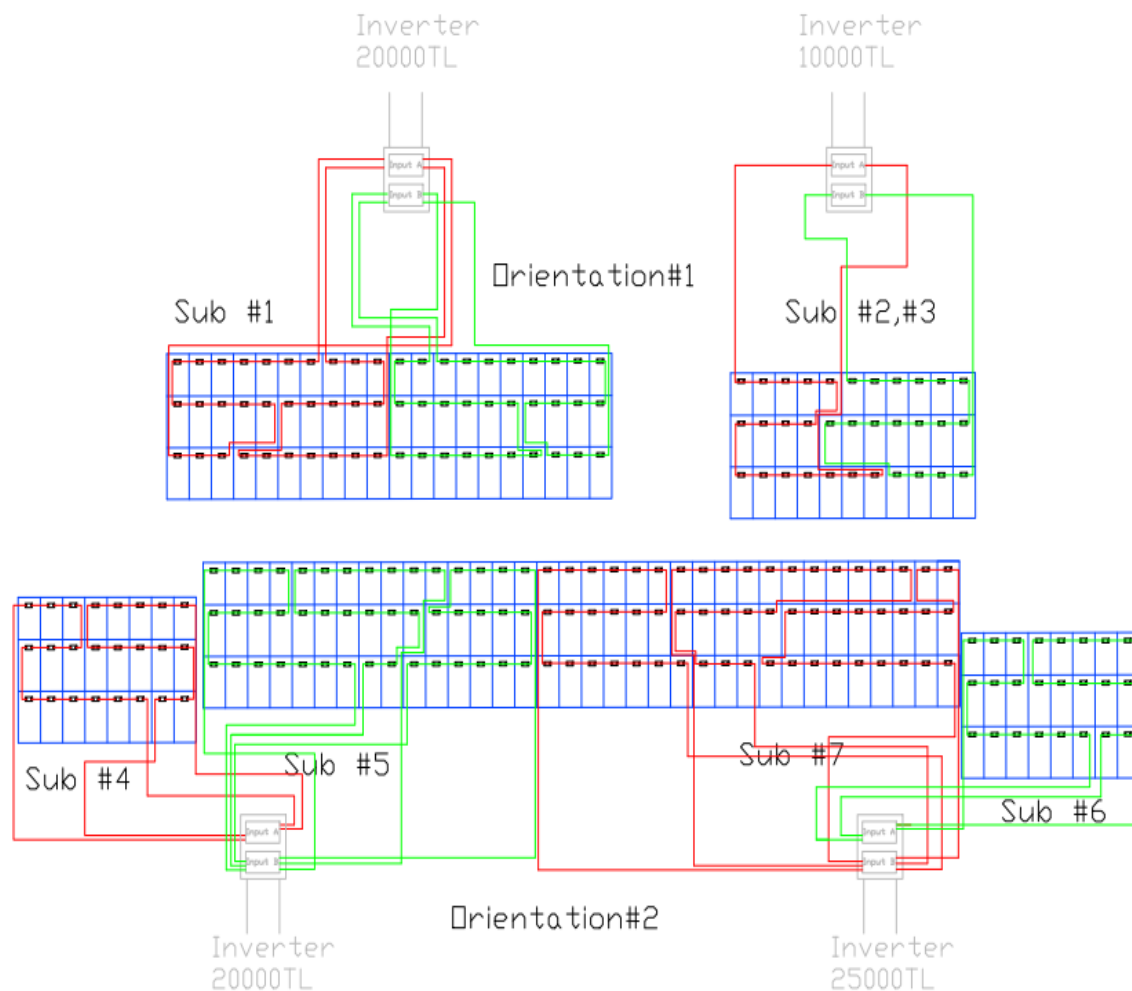


**HÖGSKOLAN
 DALARNA**

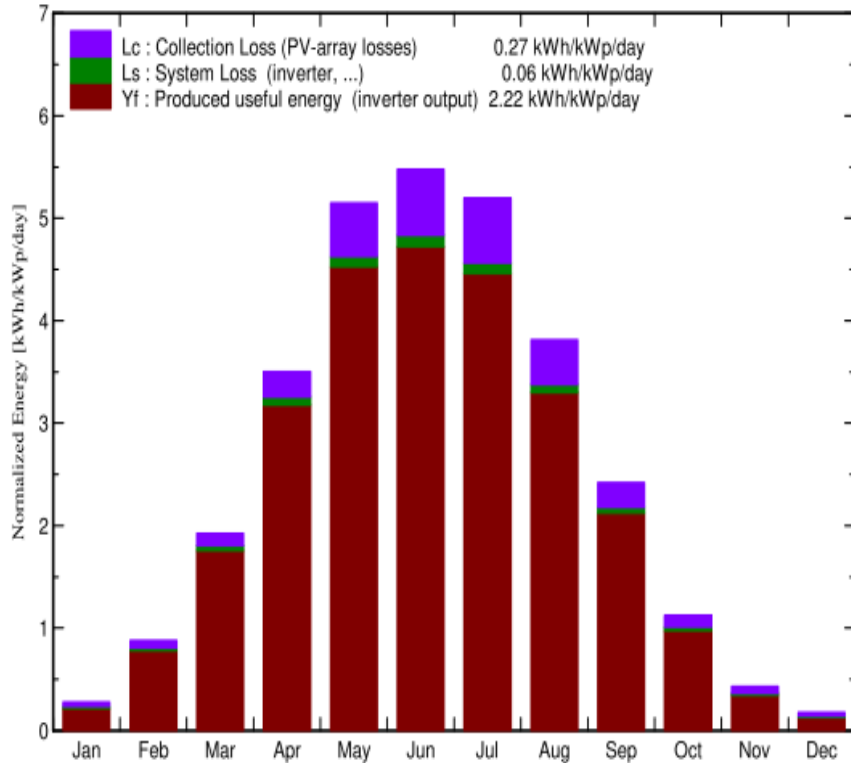
SMA Sunny Tripower



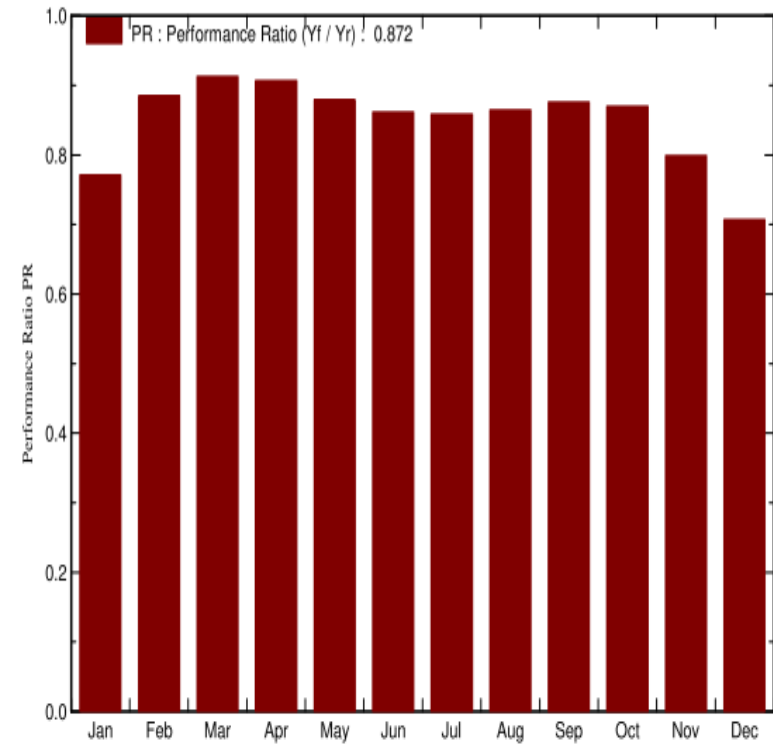
Subarrays	Arrangement	Power kWp	Inverter model
sub #1	4x15	20.4	20000TL
sub #2,3	1x17, 1x16	11.22	10000TL
sub#4	2x12	8.16	20000TL
sub#5	3x15	15.3	
sub#6	2x12	8.16	25000TL
sub#7	3x19	19.38	



Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 82.6 kWp



Performance Ratio PR



Total production: 66.85 MWh (809 kWh/kW)



ESES
EUROPEAN SOLAR
ENGINEERING SCHOOL



**HÖGSKOLAN
DALARNA**

Cost Evaluation

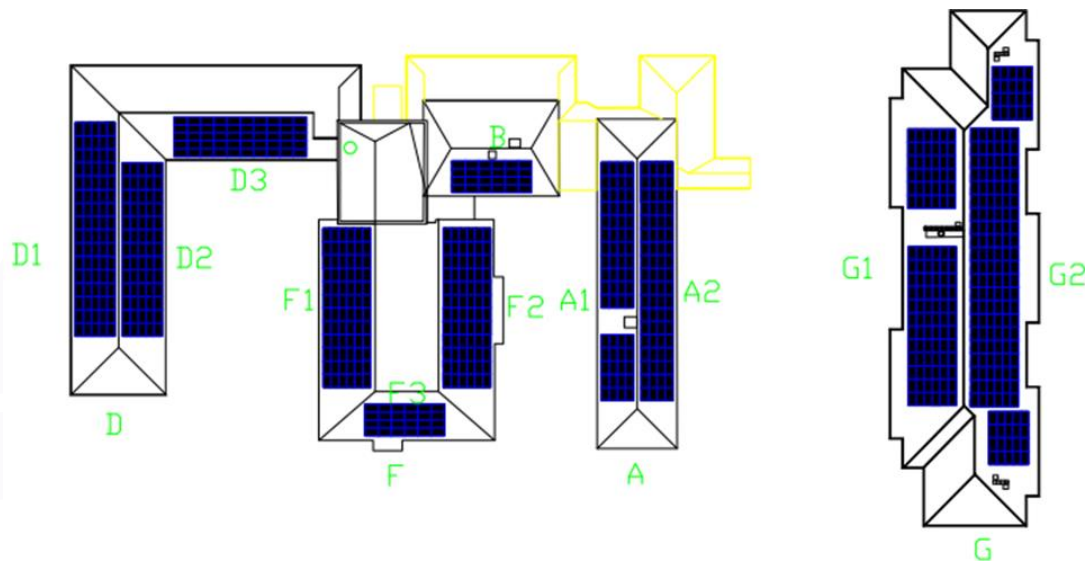
- ✓ Interest Rate, 4%
- ✓ Inflation, 1%
- ✓ Discount Rate, 3%
- ✓ Useful Life of the Project, 25 years

Modules	486,000 SEK
Inverters	140,280 SEK
Wiring	50,000 SEK
Mounting and Installation	67,628 SEK
Electrical Installation Material	33,814 SEK
Total	777,7222 SEK

LCOE = 0.87 SEK/kWh (exkl.
VAT and engineering profit)
otherwise 1.02 SEK/kWh)

System Design

- “Option B” - System design that covers as much as possible of load demand (356 MWh).



Results and Economic Evaluation

- The annual produced energy will cover 51% of yearly demand.
- Each module costs 1700SEK, inverters costs vary based on its capacity. 5% of total equipment cost is for electrical installation material while installation and mounting cost 10% of total equipment cost.

Roof	Modules	Produced Energy (kWh/year)	Performance Ratio (%)
Roof G	277	63,161	87.55
Roof A	136	30,980	87.78
Roof B	22	5937	87.34
Roof D	197	45,838	87.84
Roof F	166	38,291	87.92
Total	798	184,207	-

Inverter	Price (SEK)	Quantity	Total Price (SEK)
Sunny Tripower 25000TL	45,000	x1	45,000
Sunny Tripower 20000TL	35,000	x8	280,000
Sunny Tripower 15000TL	30,000	x1	30,000
Sunny Tripower 11000TL	25,000	x1	25,000
Sunny Tripower 7000TL	20,000	x2	40,000
			420,000

Modules	1,356,600 SEK
Inverters	420,000 SEK
Wiring	150,000 SEK
Mounting and Installation	192,660 SEK
Electrical Installation Material	96,330 SEK
Total	2,215,590 SEK

Interest rate	0.04	Useful life	25
Inflation rate	0.01	Annual O&M ¹	10,503 SEK
Discount rate	0.029703	ACC ¹	120,234 SEK
CRF	0.057238	Produced Energy (After Loss)	184,207 kWh/yr
Total Costs	2,215,590 SEK	LCOE	0.709 SEK/kWh
VAT	25%	Engineering Profit	20%
ACC ²	180,350 SEK	Annual O&M ²	15,754 SEK
LCOE = 1.064 SEK/kWh			

