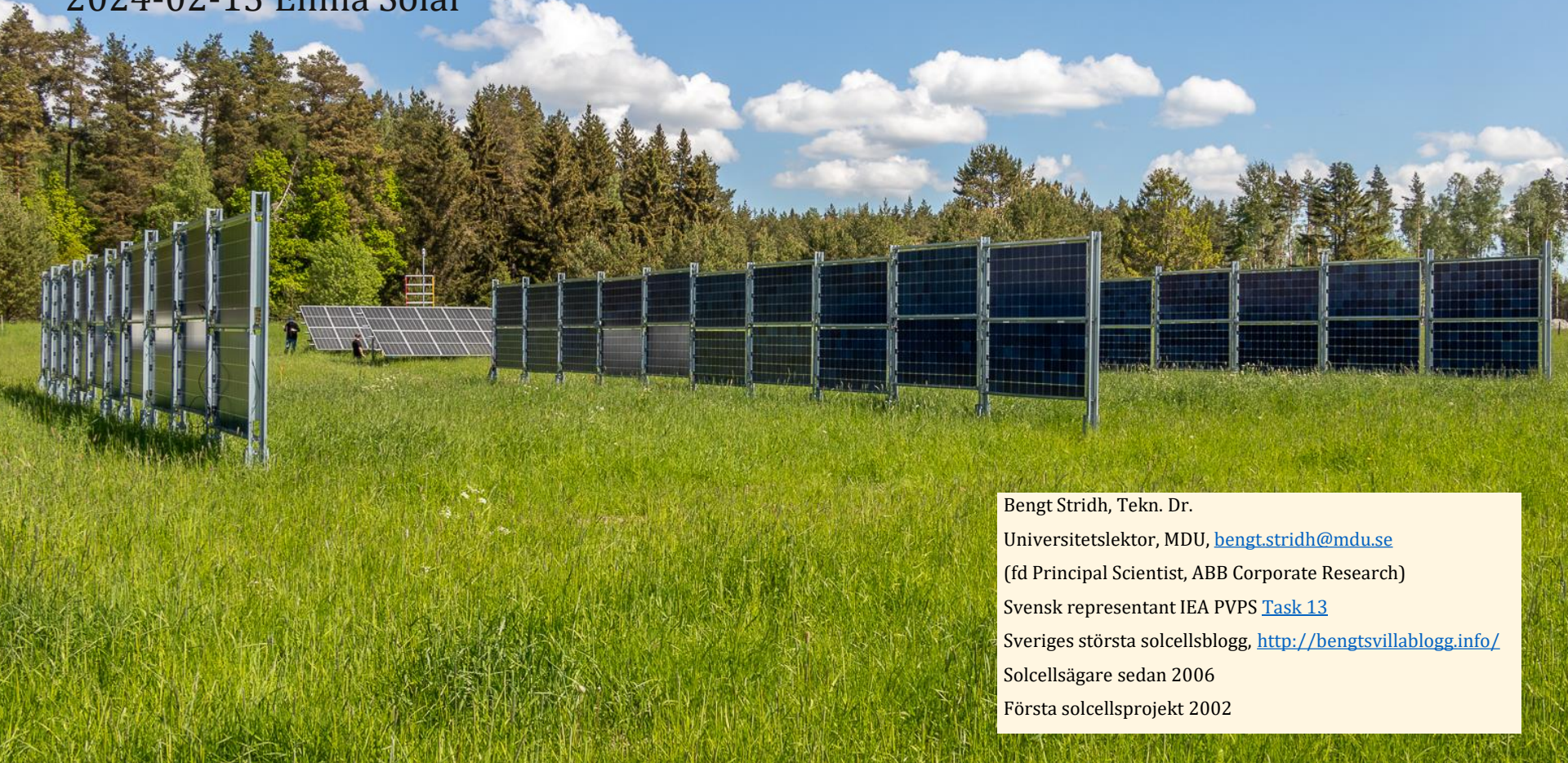


Agrivoltaics - Jordbruk och solenergi i samverkan

2024-02-13 Elmia Solar



Bengt Stridh, Tekn. Dr.

Universitetslektor, MDU, bengt.stridh@mdu.se

(fd Principal Scientist, ABB Corporate Research)

Svensk representant IEA PVPS [Task 13](#)

Sveriges största solcellsblogg, <http://bengtsvillablogg.info/>

Solcellsägare sedan 2006

Första solcellsprojekt 2002

Agrivoltaics vid MDU - Vision

Att med modellering och simulering av agrivoltaiska system kunna beräkna skörd av gröda och solexponering för godtycklig gröda, design av solcellssystem och plats för ett givet väderår





Agrivoltaiska projekt vid MDU

Inom forskningsprofil Future Energy Center

1. [Utvärdering av det första agrivoltaiska systemet i Sverige](#) (Kärrobo, 2020-2023) [Slutrapport](#)
2. [Optimerad design av agrivoltaiska system i Sverige \(Opti-APV\)](#) (Solvallen, 2022-2026)
3. [Undvika konflikter mellan globala mål för hållbarhet genom att kombinera jordbruk och solcellssystem](#) (2022-2025)
4. [Förbättring av agrivoltaiska systemprestanda med spektralt selektiva solceller](#) (Kärrobo, 2022-2024)
5. [Solelforskningscentrum Sverige \(SOLVE\)](#) (2022-2026), där [Kombinerad markanvändning](#) är ett projekt
6. [IEA PVPS Task 13 - Tillförlitlighet och prestanda för solcellssystem](#) (2022-2026), där "agrivoltaics" är ett delprojekt
7. [MATRIX - Utvärdering av den första anläggningen för agrivoltaiska system i Sverige](#) (Kärrobo, 2023-2027)
8. [Solbruk i Skåne](#) (2023-2027)

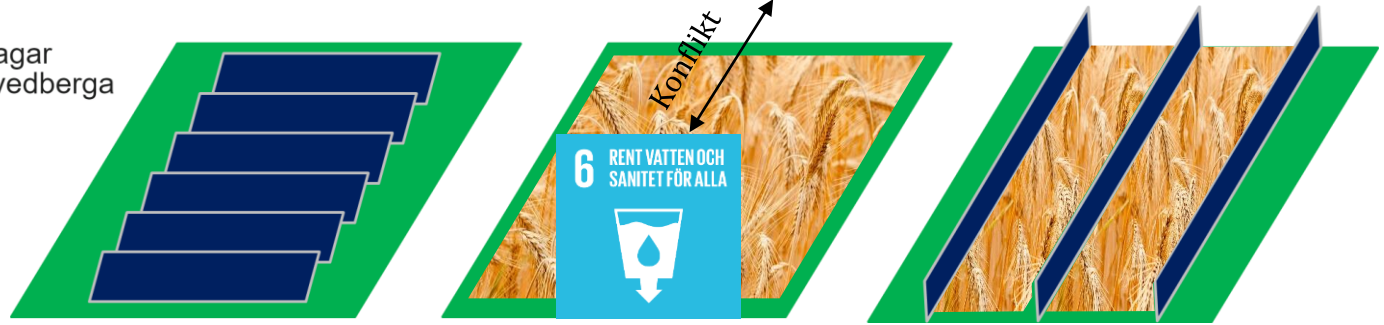
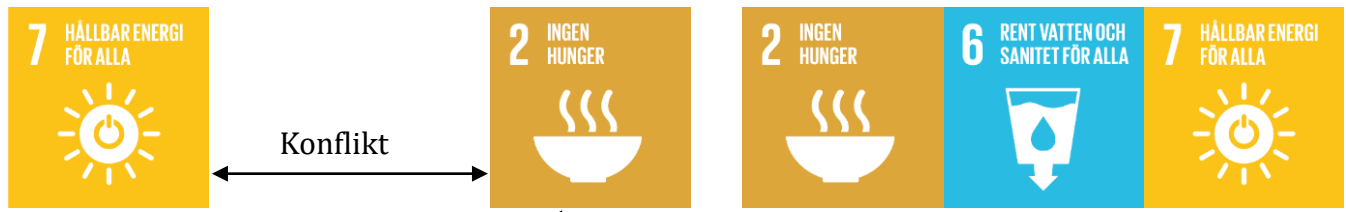
Bättre markutnyttjande – Högre och mer stabil inkomst

Bygga på åkermark

Även gröna näringar slår ut den goda jorden

13 september 2021 09:00
[Sydsvenskan 2021-09-13](#)

European Energy överklagar beslut mot solparken i Svedberga
[2022-05-16 Solenerginyheter](#)



[LRF. Importandelen 2022](#)

Vanlig solcellspark
100 % solceller

Jordbruk
100 % odling

Miljardstöd till Sveriges lantbrukare efter torkan 2018 börjar betalas ut

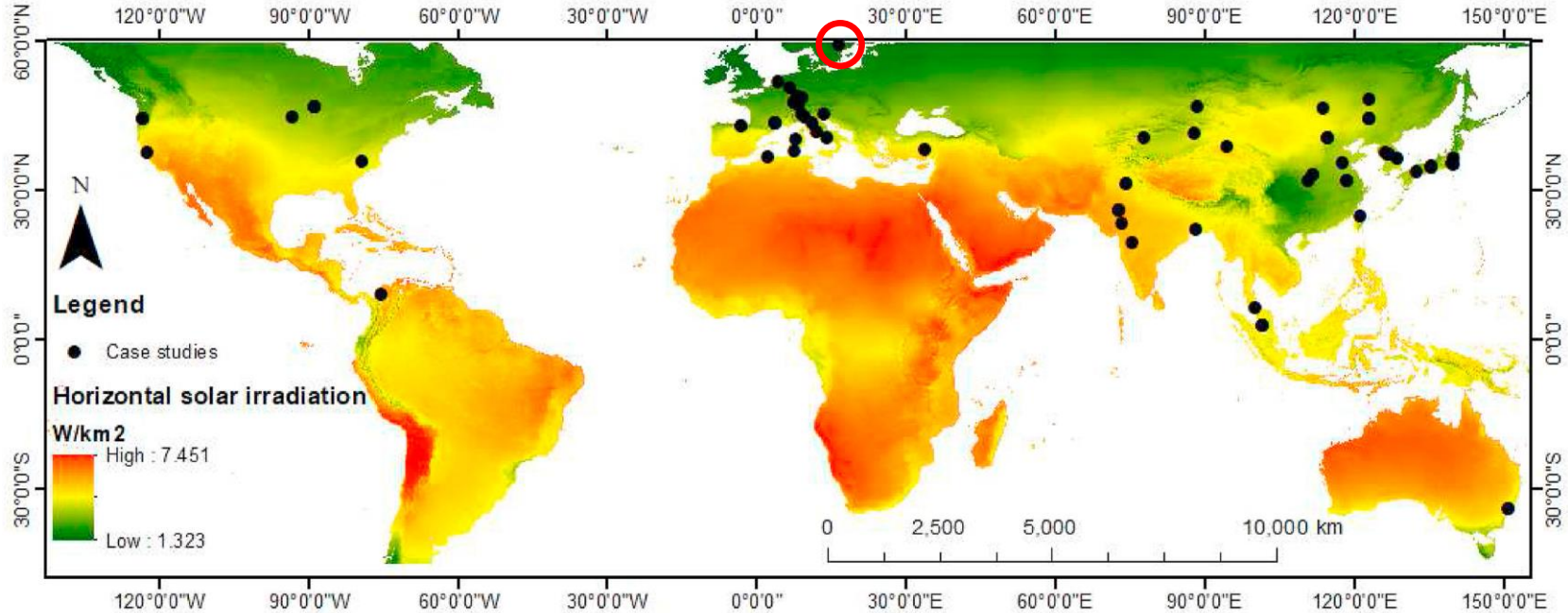
Publicerad 03 juli 2019

Agrivoltaics
x % solel
y % gröda



Näringsdepartementet 2019-07-03

Agrivoltaisk forskning ökar i världen



Agrivoltaiska projekt till och med januari 2022



Future Energy
Center, MDU

Solceller och odling = sant



[Utvärdering av det första agrivoltaiska systemet i Sverige](#)

Agrivoltaics!
Mälardalens universitet

Team

- Pietro Campana, Docent
 - Bengt Stridh, Tekn. Dr.
 - Tekai Zidane, postdoktor
 - Mohammed Guezgouz, lektor
 - Sebastian Zainali, doktorand
 - Silvia Ma Lu, doktorand
 - Sultan Tekei, doktorand
 - Sven Ruin, forskningsingenjör
- Examensarbeten

Illustration Patrik Fredriksson



Finansiering



Projektpartners



Vetenskapligt samarbete





Agrivoltaics

- 22,82 kW
- Tre vertikala rader mot väster-öster
- 10 m radavstånd
- 60 vertikala moduler, dubbelsidiga 380 W

Referenssystem

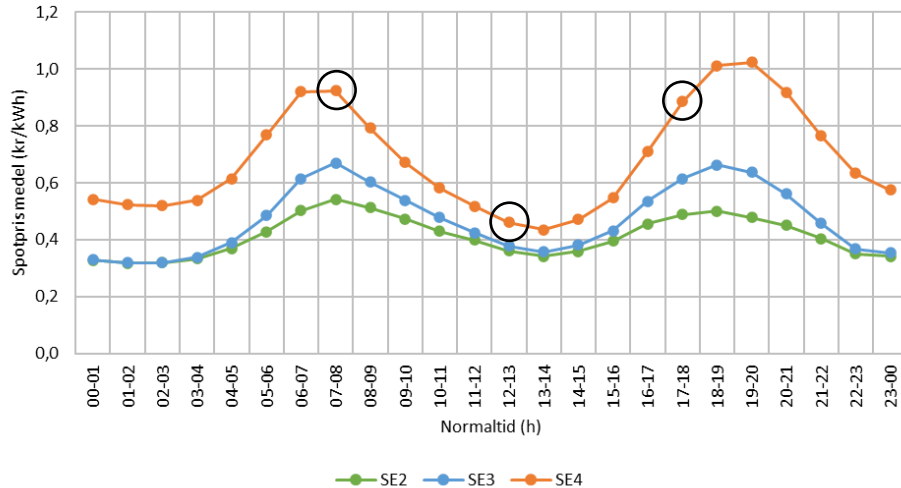
- 11,83 kW
- Två rader mot söder, 30° lutning
- 32 moduler, dubbelsidiga 370 W



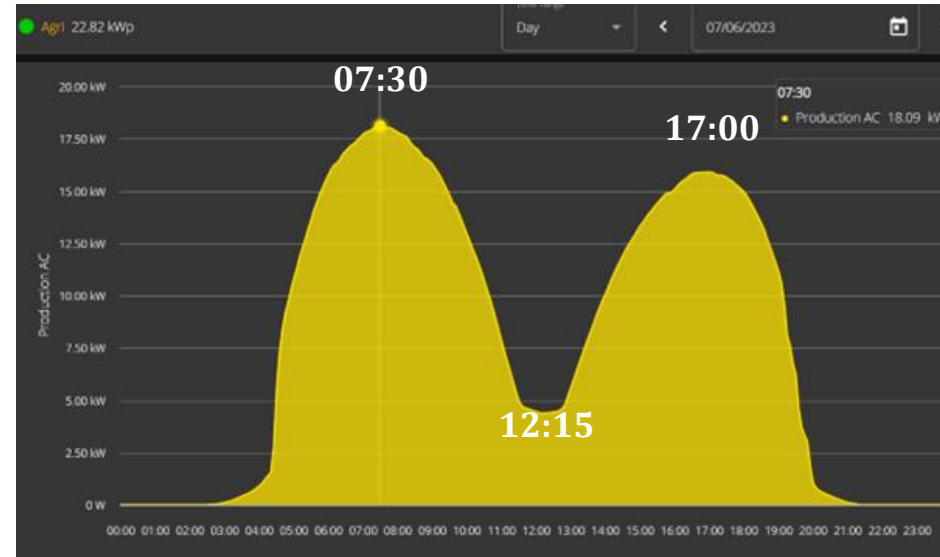
Vår forskning är med på **IVAs 100-lista 2021** som listar forskningsprojekt inom **hållbar krisberedskap** med stor potential att skapa nytta genom innovation.

Solelens värde kan påverka solcellssystemets design

Nord Pool spotpris April-Augusti 2023 i SE2, SE3 och SE4



Solelproduktion Kärbo prästgård 7 juni 2023

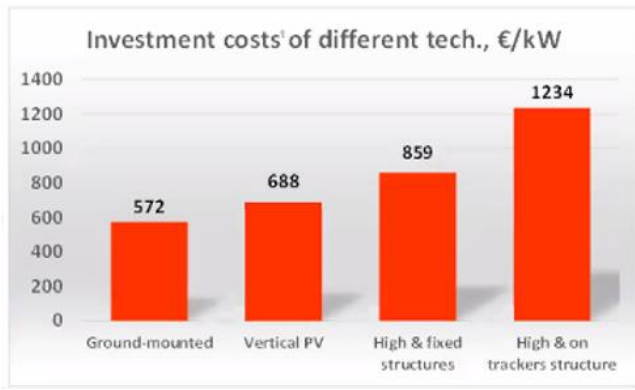


Dubbelsidiga moduler vända mot öster och väster

Frågor att studera



Kostnad - Lönsamhet?



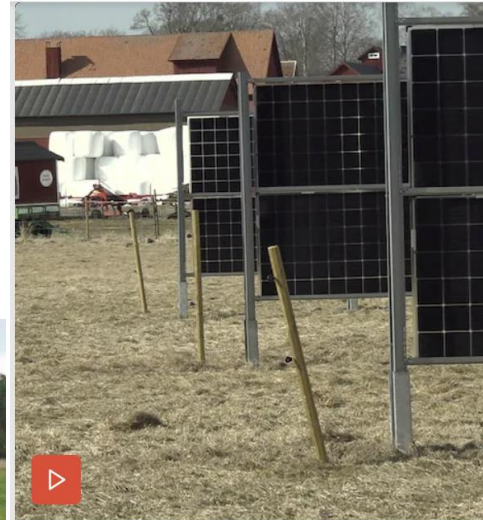
ENEL. [ATA Insights "Agrovoltaics" webinar](#) 2021-09-07.

Skörd av el?

Skörd av gröda?

Vad tycker bonden Ulf?

- – Det är överkligt att jag som bonde kan producera min egen energi på åkermarken, utan att jag förlorar odlingsmöjligheten. Jag kommer bli självförsörjande, säger Ulf Andersson.

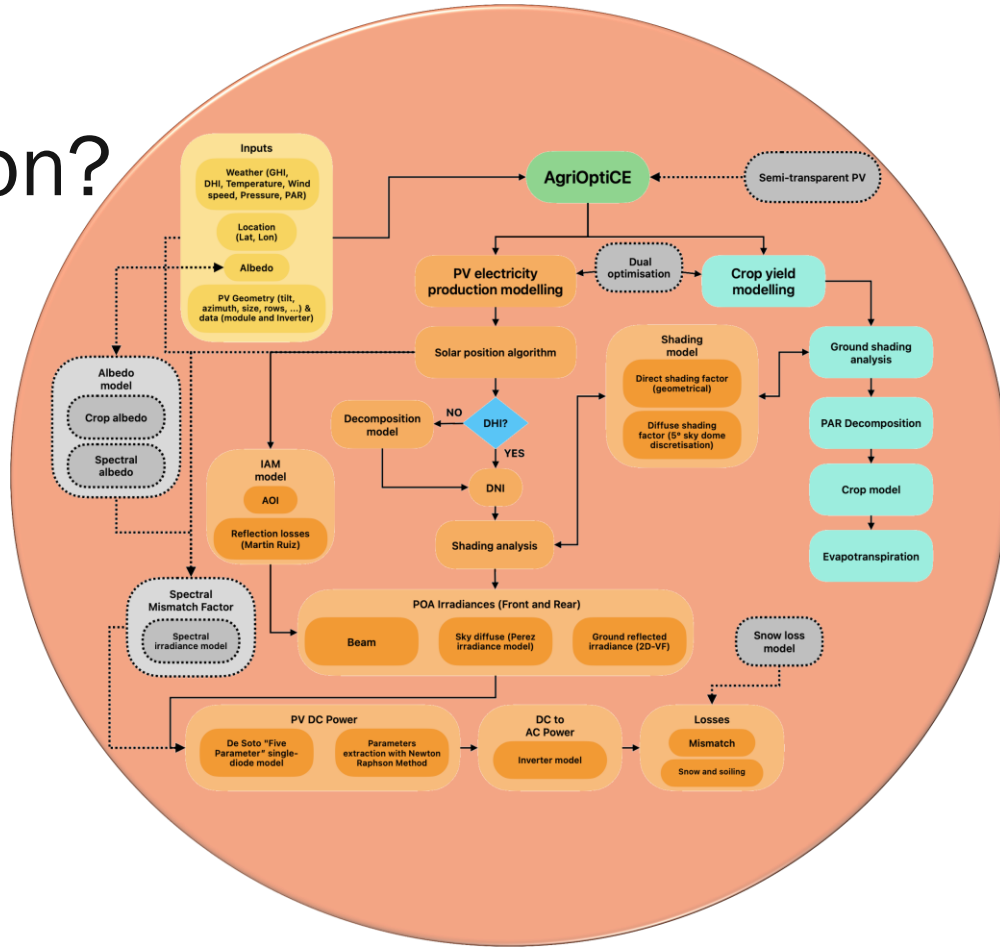


Unikt svenskt projekt prövas: Solpark testas på lantbruk

[TV4 Nyheter 2022-04-04](#)

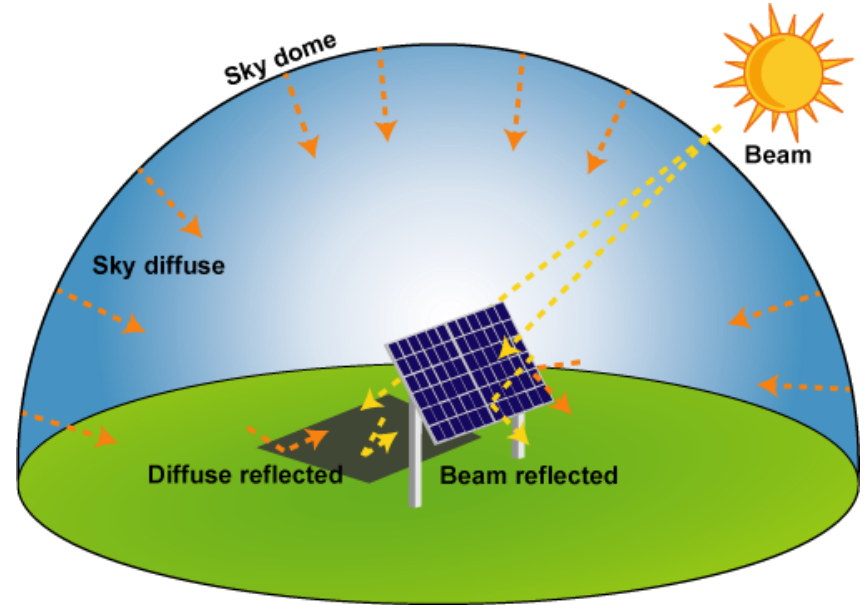
Hur förverkliga vision?

- Agri-OptiCE[®]



- Solstrålningen består av
 - Direkt strålning
 - Diffus strålning
 - Strålning reflekterad mot marken

- De tre komponenterna måste beräknas var för sig för solcellsmodulens båda sidor och sedan summeras för att få den totala solstrålningen



Photosynthetically active radiation (PAR)

- Mindre våglängdsområde än för solceller
 - 400-700 nm
 - Upp till 1 120 nm för solceller av kisel
- Annan respons för olika våglängder än för solceller

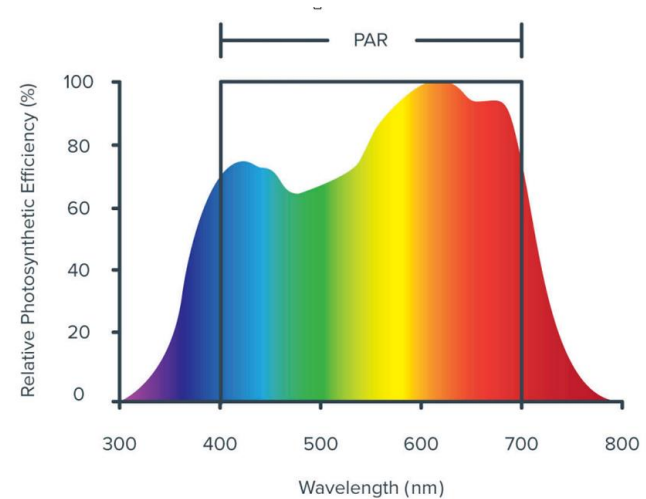
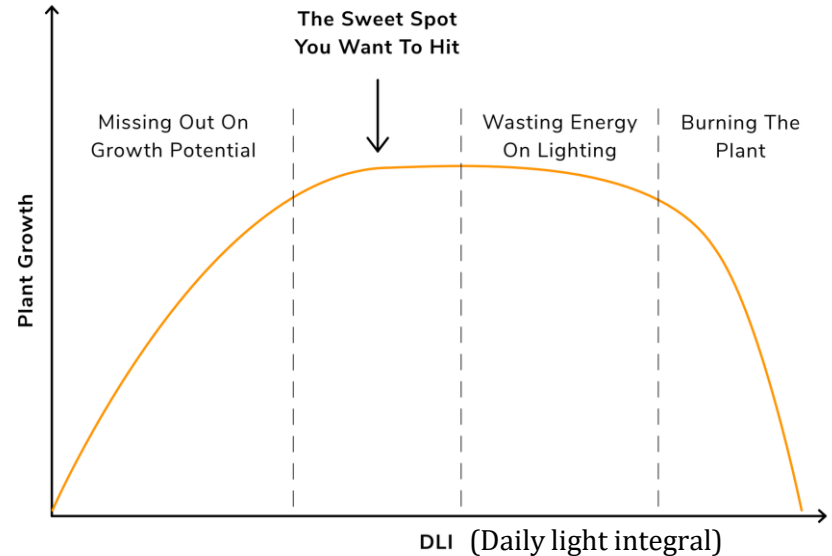


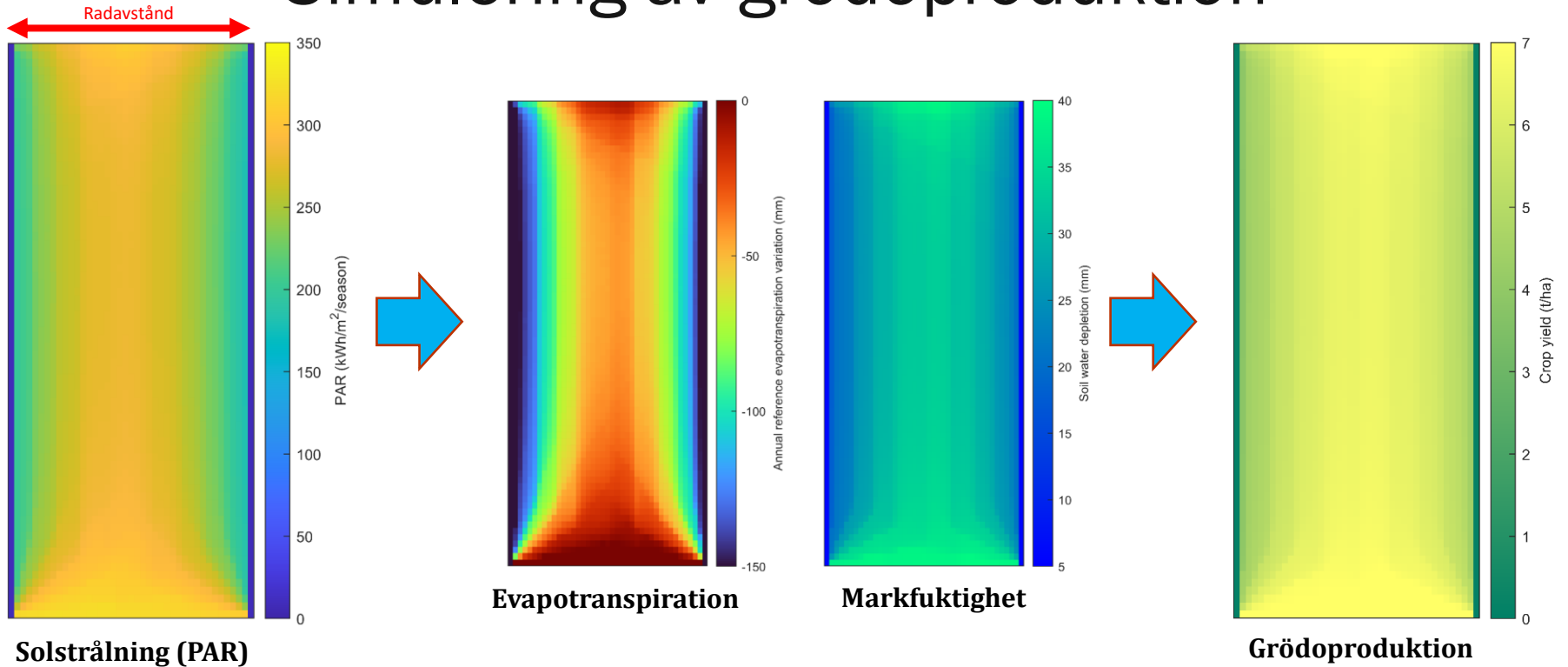
Figure 2: Average plant response to photosynthetically active radiation (PAR).

Växters tillväxt

- Om för låg eller för hög solstrålning sjunker tillväxten
- Fördelningen av PAR och mikroklimat mellan solcellsraderna vid agrivoltaiska anläggningar behöver beräknas för att kunna beräkna förväntad grödoproduktion

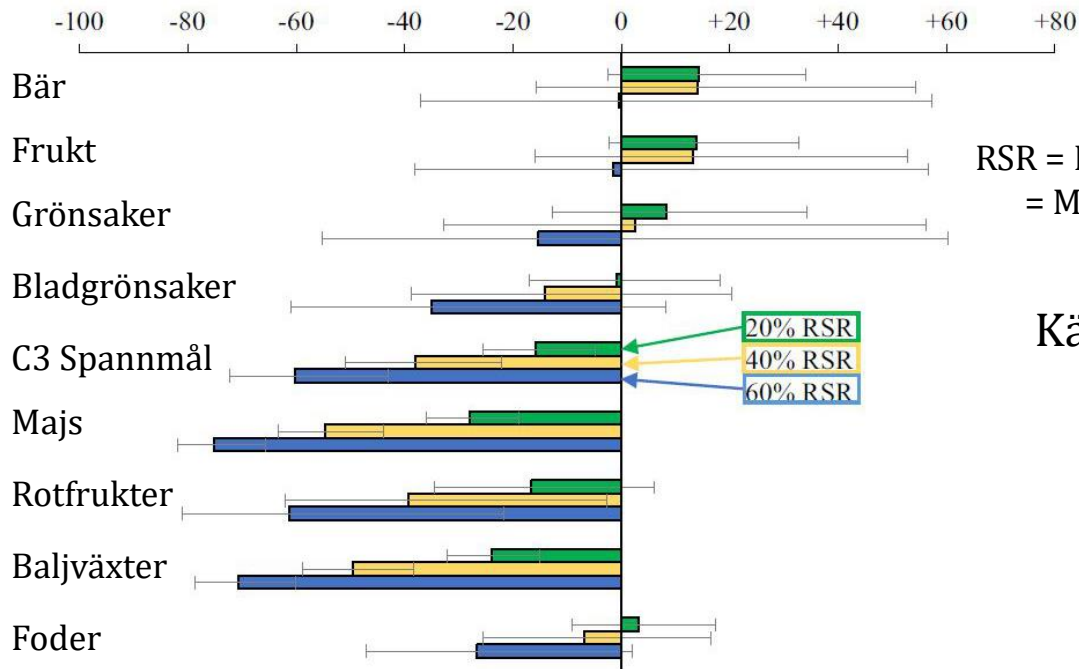


Simulering av grödoproduktion



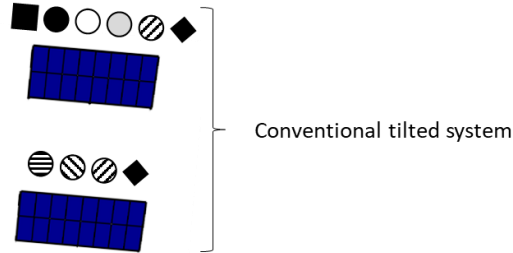
Variation i skörd vid minskad solinstrålning

Förändring i skörd jämfört med obesuggad kontroll (%)



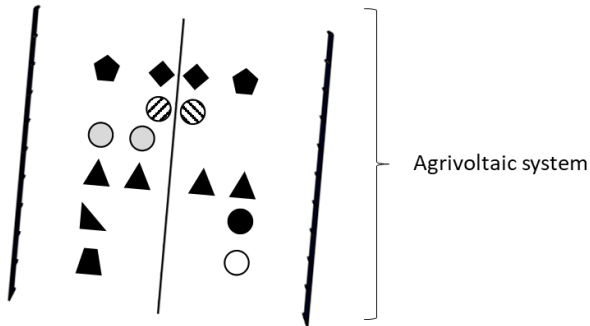
RSR = Reduction in Solar Radiation
= Minskad solinstrålning (%)

Kärrobo Prästgård
RSR = 17%



- Automatic weather station
- Global and diffuse horizontal irradiance
- Global and diffuse photosynthetically active radiation
- ◐ Global photosynthetically active radiation
- ◑ Global horizontal irradiance + PV cell temperature
- ◒ Global tilted front irradiance + PV cell temperature
- ◓ Global tilted rear irradiance + PV cell temperature
- ◆ Ambient temperature
- ⬠ Anemometer
- ▲ Soil temperature and soil moisture
- ◄ Normalized difference vegetation index
- ▴ Albedometer
- Ground control

TEROC



Resultat Kärabo prästgård, Västerås

1. Vallodling 2021-2022

- Ingen statistiskt signifikant skillnad i skörd jämfört med öppet fält
- Växternas bladyta ökade på grund av skuggning
- Yta som inte kan skördas maskinellt cirka 10%
- Solelproduktionen 96% per installerad effekt och 54% per markyta jämfört med referenssystemet

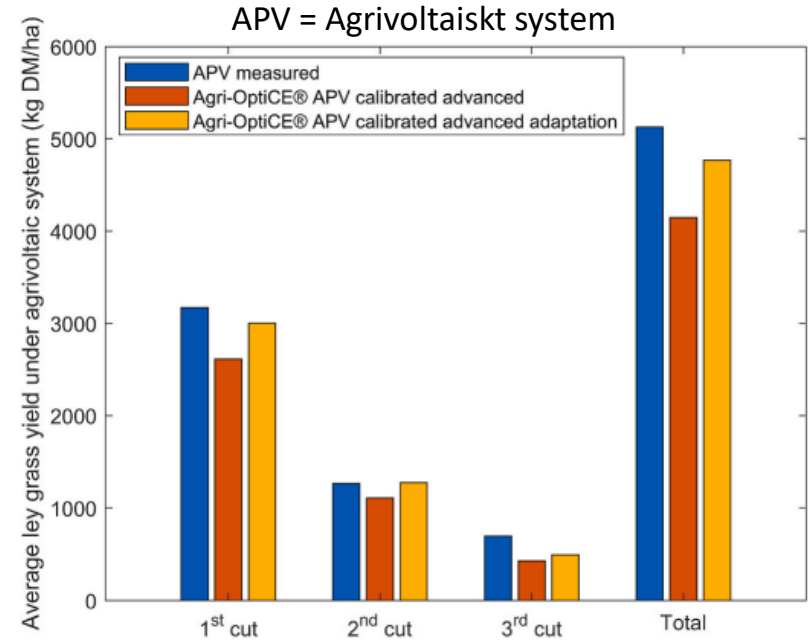
2. Kornodling 2023

- Ingen statistiskt signifikant skillnad i skörd jämfört med öppet fält



Våra mål?

1. Målen med odlingsförsöken är att validera och vidareutveckla våra modeller
2. Detta kräver validering för ett flertal grödor och designlösningar för olika typer av solcellssystem i Sverige
3. Modellerna minskar osäkerheten kring val av gröda och design av solcellssystem om man i förväg kan beräkna förväntad skörd av grödor och solel
 - Påverkar ekonomin och i vilken mån man kan uppfylla förekommande regelverk (Tyskland, Frankrike, Italien, ...)



Skörd av vall (kg torrsbstans/ha) 2022 vid APV-system i Kärrobo jämfört med simulering av skörd med modelleringsplattformen Agri-OptiCE®.



Markutnyttjande

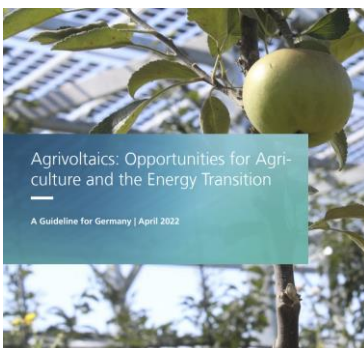
Energiskörd från 30 000 ha, motsvarande 1% av Sveriges totala jordbruksmark 2022.
Sveriges elanvändning 135 TWh 2023.



	<i>Exempel, utan solföljning</i>	Energi (TWh)	Antaganden / Referens
Inget stöd	"Vanlig" solcellspark	25	Bruttoyta 1,2 ha/MW, 1000 kWh/kW,år => 83 kWh/m ² .
	"Agrivoltaics" – vertikala rader	12,5	2,4 ha/MW, vertikala rader, 10 m radavstånd, två 470 W moduler på höjden, Next2Sun 2023-05-31. 1000 kWh/kW,year => 42 kWh/m ² .
Investeringsstöd	Energiskog (brutto)	2	Mats Areskoug (2006). Miljöfysik. <i>Energi för hållbar utveckling</i> . 5-7 kWh/m ² . Även investeringsstöd för att anlägga lövskog på nedlagd jordbruksmark.
Inget stöd	Biogas från energigrödor	0,8	Potential 6,5 TWh om 10% av åkerarealen i Sverige används för att odla grödor till biogasproduktion (Börjesson 2013) => 2,5 kWh/m ² .
	Skogstillväxt Sverige (brutto)	0,3	Produktiv skogsmark: Skogstillväxt 109 miljoner m ³ /år 2017-2021, Yta ca 23,5 miljoner hektar (2023). Källa: Skogsstatistik SLU. Energiinnehåll snitt ca 2 200 kWh/m ³ => 1,0 kWh/m ² .

Slutsatser

- Potentialen för solkraft är stor i Sverige
- Tillståndsärenden för solcellsparker tar för lång tid
 - Solsambruk kan lösa konflikten mellan jordbruk och solelproduktion
 - Översyn av miljöbalken skulle behövas så att möjligheten till solsambruk beaktas i länsstyrelsens bedömningar vid samråd gällande solcellsparker
 - Riktlinjer för agrivoltaiska solcellsanläggningar skulle behövas i Sverige
 - Jämför med vad man gjort i Tyskland och i en del andra länder för att säkerställa att jordbruket ska fortgå vid solsambruk. Man har där satt som lagkrav att skörden från jordbruket måste vara x procent av skörden om det inte vore någon solcellspark på jordbruksmarken om man vill bygga solcellsparker på jordbruksmark.
 - Se även [Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition. Guideline for Germany](#)



Tack!

Bengt Stridh, Mälardalens universitet

bengt.stridh@mdu.se

+46-705 32 30 67

