

**PVA-1500HE2/PVA-1500T2/  
SolSensor-300V3**  
Solmetric I-V Curve Tracer Kit

Användarhandbok

## BEGRÄNSAD GARANTI OCH ANSVARSBEGRÄNSNING

Varje Flukeprodukt garanteras vara fri från felaktigheter i material och utförande vid normal användning och service. Garantiperioden är 1 år och räknas från leveransdagen. För delar, produktreparationer och service gäller 90 dagars garanti. Denna garanti gäller endast för den ursprungliga köparen eller slutkunden, som handlat hos en auktoriserad Flukeåterförsäljare, och omfattar inte säkringar, engångsbatterier eller produkter, som enligt Flukes förmenande har använts på felaktigt sätt, ändrats, smutsats ner eller skadats till följd av olyckshändelse eller onormala användningsförhållanden eller onormal hantering. Fluke garanterar att programvaran fungerar i allt väsentligt i enlighet med dess funktionella specifikationer i 90 dagars tid, och att den lagrats på korrekt sätt på icke-defekta datamedia. Fluke garanterar inte att programvaran är felfri och heller inte att den fungerar utan avbrott.

Flukes auktoriserade återförsäljare förmedlar denna garanti endast till slutanvändarkunder för nya och obegagnade produkter, men har ingen behörighet att erbjuda en mer omfattande eller annorlunda garanti i Flukes namn. Garantisupport finns endast tillgänglig om produkten köpts i av Fluke auktoriserad butik, eller om köparen erlagt det tillämpliga internationella priset. Fluke förbehåller sig rätten att debitera köparen för importkostnaden för reparations/ersättningsdelar, om en produkt som inköpts i ett land lämnas in för reparation i ett annat land.

Flukes garantiåtagande begränsar sig till, efter Flukes bedömning, antingen återbetalning av inköpspriset, kostnadsfri reparation eller utbyte av en felaktig produkt, som lämnas in/återsänds till av Fluke auktoriserad serviceverkstad under garantitiden.

För att få garantiservice kontaktar du närmaste av Fluke auktoriserade serviceverkstad för returtillstånd, och skickar sedan produkten till serviceverkstaden ifråga med en beskrivning av de problem som föreligger, med sändnings- och servicekostnaderna förbetalda (FOB destinationen). Fluke tar inte på sig något ansvar för skador som kan uppkomma vid försändningen. Efter garantireparationen återsänds produkten till köparen, med sändningskostnaderna förbetalda (FOB destinationen). Om Fluke bedömer att felet har förorsakats av försummelse, felaktig användning, nedsmutsning, ändring, olyckshändelse eller onormala förhållanden eller onormal hantering, inberäknat överspänningsfel till följd av användning utanför de värden som specificerats för produkten, eller normal förslitning av mekaniska komponenter, kommer Fluke and lämna besked om de uppskattade reparationskostnaderna och invänta godkännande av dessa innan arbetet påbörjas. Efter reparationen återsänds produkten till köparen med sändningskostnaden förbetald varefter köparen faktureras för reparationskostnaden och återsändningskostnaden (FOB leveransstället).

DENNA GARANTI ÄR KÖPARENS ENDA GOTTGÖRELSE OCH ERSÄTTER ALLA ANDRA GARANTIER, UTTRYCKLIGA ELLER UNDERFÖRSTÅDDA, INKLUSIVE MEN INTE BEGRÄNSAT TILL GARANTIER AVSEENDE SÄLJBARHET ELLER LÄMPLIGHET FÖR EN VISS ANVÄNDNING. FLUKE KAN INTE GÖRAS ANSVARIGT FÖR NÅGRA SPECIELLA SKADOR, INDIREKTA SKADOR, OFÖRUTSEDDA SKADOR ELLER FÖLJDSKADOR, INKLUSIVE FÖRLORADE DATA, OAVSETT ANLEDNING ELLER TEORETISK ORSAK.

Vissa stater eller länder tillåter inte begränsningar av en underförstådd garantis löptid, eller undantag eller begränsning av tillfälliga skador eller följdskador, varför begränsningarna och undantagen i denna garanti kanske inte gäller för varje köpare. Om något villkor i denna garanti skulle konstateras vara ogiltigt eller otillämpligt av en behörig domstol eller motsvarande, skall ett sådant utslag inte inverka på giltigheten eller tillämpbarheten hos något annat villkor.

Fluke Corporation  
P.O. Box 9090  
Everett, WA 98206-9090  
U.S.A.

11/99

---

### Licensavtal för programvara och maskinvaruavtal för slutanvändare

LÄS NOGA IGENOM FÖLJANDE AVTAL. GENOM ATT ÖPPNA FÖRPACKNINGEN ELLER KLICKA PÅ "JAG GODKÄNNER" SAMTYCKER DU TILL ATT BINDAS AV OCH BLI EN PART I DETTA AVTAL. OM DU INTE GODKÄNNER ALLA VILLKOR I DET HÄR AVTALET KLICKAR DU PÅ "JAG GODKÄNNER INTE", TAR BORT ALLA HÄMTADE INSTALLATIONSFILER OCH, OM TILLÄMPLIGT, RETURNERAR PRODUKTEN TILL INKÖPSSTÄLLET FÖR FULLSTÄNDIG ÅTERBETALNING

#### Beviljande av programvarulicens

Det här paketet eller den hämtade installationsfilen innehåller:

1. PC-programvara för I-V Curve Tracer TM (PC-programvara),
2. Programvara för I-V-mätenheten I-V Curve Tracer (inbyggd programvara) och
3. Relaterat förklarande skriftligt material (Dokumentation).

*PC-programvara* och *inbäddad programvara* omfattar alla uppgraderingar, ändrade versioner, uppdateringar, tillägg och kopior av programvaran. *Du* avser den person eller det företag som får licens att använda Programvaran eller Dokumentationen. *Vi, oss* och *Fluke Corporation* avser Fluke® Corporation.

Vi ger dig härmed en icke-exklusiv licens att använda ett exemplar av PC-programvaran på en enda dator, förutsatt att PC-programvaran används på endast en dator åt gången. PC-programvaran *används* på en dator när den har hämtats till ett tillfälligt minne (RAM) eller installerats i datorns permanenta minne – till exempel en hårddisk, CD-ROM eller annan lagringsenhet. Om PC-programvaran är permanent installerad på hårddisken eller någon annan lagringsenhet på en dator (annan än en nätverksserver) och en person använder den datorn mer än 80 % av tiden, kan den personen även använda PC-programvaran på en bärbar dator eller hemdator.

Vi ger dig härmed en icke-exklusiv licens att använda en kopia av den inbäddade programvaran när den körs inom relevant Sol metric-maskinvara.

#### Programvarans titel

Fluke är fortfarande ägare till alla rättigheter, all äganderätt och alla intressen i PC-programvaran, den inbäddade programvaran och dokumentationen.

#### Arkiverings- eller säkerhetskopior av PC-programvaran

Du kan antingen:

- göra en kopia av PC-programvaran enbart för säkerhetskopiering eller arkivering, eller
- överföra PC-programvaran till en enda hårddisk, förutsatt att du behåller originalet enbart i säkerhetskopierings- eller arkiveringssyfte.

---

### **Saker du inte får göra med programvaran eller dokumentationen**

PC-programvaran, den inbäddade programvaran och dokumentationen skyddas av upphovsrättslagar i USA och internationella fördrag. Du måste behandla PC-programvaran, den inbäddade programvaran och dokumentationen på samma sätt som allt annat upphovsrättsskyddat material, till exempel en bok. Du får inte:

- kopiera den inbäddade programvaran
- kopiera PC-programvaran med undantag för att göra kopior för arkivering eller säkerhetskopiering enligt ovan,
- Ändra eller anpassa PC-programvaran eller den inbäddade programvaran eller sammanfoga den med ett annat program,
- bakåtkompilera, disassemblera, dekompilera eller försöka upptäcka källkoden i PC-programvaran eller den inbäddade programvaran,
- placera PC-programvaran eller den inbyggda programvaran på en server så att den är tillgänglig via ett offentligt nätverk som internet, eller
- underlicensiera, hyra ut, leasa eller låna ut någon del av PC-programvaran, inbäddad programvara eller dokumentation.

### **Överföring av PC-programvara eller inbäddad programvara**

Du får överlåta alla dina rättigheter att använda PC-programvaran och dokumentationen till en annan person eller juridisk person, förutsatt att du överför detta avtal, PC-programvaran och dokumentationen, inklusive alla kopior, uppdateringar och tidigare versioner till den personen eller den juridiska personen och att du inte behåller några kopior, inklusive kopior som lagras på datorn.

Du får överlåta alla dina rättigheter att använda den inbäddade programvaran och dokumentationen till en annan person eller juridisk person, förutsatt att du överför detta avtal, den maskinvara som är associerad med den inbäddade programvaran, och den inbäddade programvaran och dokumentationen, inklusive alla kopior, uppdateringar och tidigare versioner till den personen eller den juridiska personen och att du inte behåller några kopior, inklusive kopior som lagras på datorn.

# Innehållsförteckning

Titel	Sida
Introduktion .....	1
Kontakta Fluke .....	2
Säkerhetsinformation .....	2
Specifikationer.....	3
Systemkrav på dator.....	3
Utrustning .....	4
Systemets reglage och inställningar .....	7
Starta I-V Curve Tracer.....	8
Testkablar och klämmor .....	9
Täck över solinstrålningssensorn.....	10
Montering .....	10
Monteringsprocedur.....	10
Montering av hårdvara .....	10
Programvaruinstallation .....	10
Uppdatera solcellsutrustningens databaser .....	11
Ladda batteriet.....	11
Ladda batteriet i I-V Curve Tracer.....	11
Ladda SolSensor.....	12
Det trådlösa nätverket.....	13
Konfigurera och använd I-V Curve Tracer och SolSensor .....	13
Konfigurera I-V Curve Tracer.....	13
Konfigurera SolSensor.....	14
Montera SolSensor på en solcellsmoduls ram .....	14
Optimera räckvidden för trådlös överföring.....	17
Montera SolSensor på ett trefotsstativ.....	17
Anslut till solcellsutrustningen.....	19
I-V-mätningar .....	21
Svep avaktiverat .....	21
Överhettningsskydd .....	22
Svep-till-svep-fördröjning och termisk kapacitet.....	22
Användning i höga temperaturer .....	23
Överspänningsvarningar.....	24

Varningar för överström .....	24
Upptäckt av omvänd polaritet eller nollspänning.....	25
Programvaruöversikt .....	25
Projekt.....	25
Systemträd.....	26
Översikt av huvudskärmen.....	27
Menyrad.....	30
Kopiera, ändra och återanvända ett tidigare projekt.....	35
Menyn Properties (Egenskaper).....	35
Menyn View (Visa).....	35
Menyn Utility (Verktyg) .....	36
Hjälpmenyn.....	38
Flikskärmar.....	38
Fliken Traces (Kurvor).....	38
Tabellfliken .....	39
Historikfliken .....	41
Fliken Isolationstest.....	42
Den exporterade I-V-datafilen.....	43
Grunden för prognoser av solcellsprestanda .....	49
Kalibrering av SolSensor med avseende på solinstrålning .....	49
Solinstrålningsmätning .....	49
Prognos av solcellsprestanda.....	50
Översättning av uppmätta värden till STC.....	50
Mätning av $I_{SC}$ .....	50
Kalibreringsverifiering.....	51
Programvaruuppdateringar.....	51
Uppdateringar av fast programvara för I-V Curve Tracer och SolSensor .....	51
Utföra mätningar.....	52
Innan du utför fältmätningar .....	52
Ladda utrustningen.....	52
Se till att köra den senaste programvaran.....	52
Skapa ett projekt i programvaran .....	52
Säkerställ tillräcklig solinstrålning för dina mätningar .....	52
Mätningar på fältet .....	53
Mät tomgångsspänningen ( $V_{OC}$ ) .....	53
Anslut I-V Curve Tracers testsladdar.....	53
Starta programmet.....	53
Läs in ditt projekt .....	53
Mäta individuella strängar jämfört med parallella strängar .....	53
Mäta högeffektiva moduler .....	53
Anslut testsladdarna till solcellsutrustningen .....	54
Välj den första solcellskretsen som ska mätas.....	54
Gör den första mätningen.....	54
Välj nästa solcellskrets och gör en ny mätning.....	56
Se efter om uppgifterna är konsekventa.....	56

---

Varningar.....	57
Säkerhetskopiering av data.....	57
Mäta solinstrålning, temperatur och lutning .....	58
Mät solinstrålning med SolSensor .....	59
SolSensors solinstrålningssensor .....	59
Preliminär kontra effektiv solinstrålning.....	59
Försiktighetsåtgärder för SolSensor.....	59
Diffust ljus.....	60
Bestäm solinstrålning från den uppmätta I-V-kurvan.....	60
Ange solinstrålningen manuellt.....	61
Mät temperaturen på baksidan av en solcellsmodul med ett termoelement.....	61
Välj en ledningsdimension för termoelement .....	62
Välj en termoelementsputs.....	62
Mät solcellsmodulens temperatur med en IR-termometer .....	63
Bestäm celltemperatur från den uppmätta I-V-kurvan .....	63
Mät solcellsmodulens temperatur på baksidan med ett termoelement .....	64
Tolka uppmätta I-V-kurvor.....	65
Indata till solcellsmodellen .....	65
Terminologi för I-V-kurvor .....	66
Performance Factor (Prestandafaktor).....	66
Fyllnadsfaktor .....	66
Formen på en normal I-V-kurva.....	67
Tolka I-V-kurvor .....	68
Hack eller steg .....	70
Matrisen är delvis skuggad eller ojämnt nedsmutsad, eller så finns det skräp.....	70
Solceller är skadade.....	72
Låg ström.....	72
Jämn nedsmutsning .....	72
Smutsdamm .....	72
Degradering av modulen.....	72
Fel solcellsmodul har valts för solcellsmodellen .....	73
Antalet parallella solcellssträngar har inte angetts korrekt i modellen.....	73
Solinstrålningen ändrades mellan mätning av solinstrålning och I-V .....	73
Solinstrålningssensorn är inte riktad i matrisens plan .....	73
Albedoeffekter (reflektion).....	73
Den manuella solinstrålningssensorn är inte noggrann .....	73
Låg spänning .....	74
Mätningen av solcellens temperatur är felaktig.....	74
En eller flera förbikopplingsdioder är kortslutna .....	74
Rundare knä .....	74
Brantare lutning i det horisontella benet .....	75

# PVA-1500HE, PVA-1500T, and SolSensor-300V3

## Användarhandbok

---

Avsmalnande skugga eller smutsdam i alla cellgrupper.....	76
Ökad shuntning i solceller .....	76
Mindre brant lutning på det vertikala benet.....	76
Solcellskablaget har för stor resistans.....	77
Elektriska anslutningar i matrisen är resistiva .....	77
Resistansen i solcellsmodulerna har ökat .....	77
Felsök solcellsmatriser.....	77
Översättning av I-V-data till standardtestförhållanden (STC).....	77
Parameterdefinitioner.....	78
Översättningsekvationer .....	79
Underhåll .....	80
Rengöra produkten .....	80
Rengöra solinstrålningssensorn på SolSensor .....	80
Kassering av produkten .....	80
Felsök hur PVA Software fungerar.....	80
Felsök med statusmeddelanden.....	80
Felsök efter symptom .....	82

## Introduktion

Det här dokumentet behandlar Solmetric I-V Curve Tracer-paketet som inkluderar PV-1500HE2 och PV1500T2 (I-V Curve Tracer), SolSensor-300V3 (SolSensor) och I-V Curve Tracer-programvaran (PVA Software eller programvaran).

I-V Curve Tracer är ett bärbart elektriskt testinstrument som används vid driftsättning och felsökning av solcellssystem. I-V Curve Tracer mäter ström-spänningskurvorna (I-V) för solcellsmoduler och -strängar och jämför omedelbart resultaten med prognoser gjorda av inbyggda solcellsmodeller. Mätresultaten sparas för framtida referens och analys. I-V Curve Tracer och SolSensor styrs trådlöst av en surfplatta eller en bärbar dator (PC). Med den här trådlösa funktionen kan användaren arbeta i det omedelbara arbetsområdet utan den snubbelrisk som finns med trådbundna anslutningar.

*Obs!*

*Om inte annat anges använder den här handboken ordet dator för att syfta på antingen en bärbar dator eller en surfplatta.*

I-V Curve Tracer gör elektriska mätningar av I-V-kurvan, medan SolSensor samtidigt mäter solinstrålning, solcellsmodulens temperatur och solcellssystemets lutning.

I-V-kurvan för en solcellsmodul, -sträng, -kablage eller -matris ger en detaljerad beskrivning av dess energiomvandlingsförmåga. Kurvan varierar nominellt från kortslutningsströmmen ( $I_{sc}$ ) vid 0 V till tomgångsspänningen ( $V_{oc}$ ) vid nollström. Vid *knäet* på en normal I-V-kurva visas ström och spänning vid maximal effekt ( $I_{mp}$ ,  $V_{mp}$ ), den punkt där systemet genererar maximal elektrisk effekt vid aktuell solinstrålning och temperatur. Dessa viktiga spänningar och strömmar registreras när I-V-kurvan mäts. Kurvans detaljerade form mellan dessa punkter ger ytterligare information om tillståndet för den solcellsmodul, -sträng eller -system som testas.

För att öka den erhållna kunskapen jämförs den uppmätta I-V-kurvan med prognoser av viktiga punkter med en omfattande solcellsmodell. Modellen tar hänsyn till:

- solcellsmodulens specifikationer
- antal moduler i serie och parallellkopplade strängar
- förlusterna i systemets kablage
- solinstrålning i matrisens plan
- modulens temperatur och matrisens riktning

Programvaran har ett kraftfullt verktyg kallat Array Navigator (Matrisnavigator) med ett grafiskt matristräd som används för att spara och hämta mätdata. Guiden Nytt projekt vägleder en användare genom konfigurationen av solcellsmodellen och anpassningen av matristrädet för varje projekt.

Programvaran sparar även information om isolationsresistans som samlats in med en separat isolationsprovare. Dessa data lagras och hanteras med samma typ av pekgränssnitt för matristräd (med en surfplatta) som I-V-mätresultaten.

*Obs!*

*Gå till produktsidan på [www.fluke.com](http://www.fluke.com) för att hämta aktuella programvaruuppdateringar, tillägg till handboken eller reviderade handböcker. Jämför de publicerade versions- och revisionsnumren med de versioner som användaren har. Om du vill hitta den aktuella programvaruversionen väljer du **Help (Hjälp)>About (Om)**. För att uppdatera hämtar du den senaste versionen och kör installationsprogrammet. Programvaran är kostnadsfri. Den senaste programvaran har stöd för alla Fluke och Solmetric 1500V I-V-kurvföljare.*

## Kontakta Fluke

Fluke Corporation är verksamt över hela världen. Lokal kontaktinformation finns på vår webbplats: [www.fluke.com](http://www.fluke.com).

Om du vill registrera produkten eller visa, skriva ut eller hämta den senaste handboken eller det senaste tillägget till handboken går du till vår webbplats.

+1-425-446-5500

[fluke-info@fluke.com](mailto:fluke-info@fluke.com)

## Säkerhetsinformation

Allmän säkerhetsinformation finns i det tryckta dokumentet med säkerhetsinformation som medföljer

I-V Curve Tracer och på [www.fluke.com](http://www.fluke.com). Mer specifik säkerhetsinformation anges i tillämpliga fall.

Rubriken **Varning** anger riskfyllda förhållanden och åtgärder som är farliga för användaren. Rubriken **Försiktighet** identifierar förhållanden och åtgärder som kan orsaka skador på produkten eller den utrustning som testas.

 **Försiktighet**

Undvik skador på produkten genom att:

- Utsätt inte PVA för > 1 500 V eller > 30 A.
- Innan du mäter i ett apparatskåp ska du se till att:
  - öppna DC-frånskiljaren för att elektriskt isolera apparatskåpet från andra apparatskåp och växelriktaren. använd en voltmeter för att dubbelkontrollera att apparatskåpet är isolerat.
  - ta bort alla säkringar med undantag för de strängar som testas. Flera strängar kan testas parallellt om den totala strömmen är < 30 A.
  - isolera elektriskt de strängar som testas när du mäter vid en växelriktare.
  - observera gränsen på 30 A när du mäter strängar parallellt i kablagekretsar.
  - begränsa strängar av högeffektiva moduler till < 10 A när du använder PVA 1500V4/T.

## Specifikationer

Fullständiga produktspecifikationer finns på [www.fluke.com](http://www.fluke.com). Säkerhetsspecifikationer finns i den tryckta säkerhetsinformation som medföljde produkten.

## Systemkrav på dator

System som inte uppfyller följande krav kanske inte fungerar som förväntat. En bärbar PC-dator eller pekkänslig surfplatta med Microsoft Windows fungerar bra. Surfplattor brukar vara mer robusta än bärbara datorer ute på fältet.

Fluke rekommenderar:

- En pekskärmshenhet för bästa produktivitet
- En bärbar dator som kan användas som en surfplatta
- En skärm med bra kontrast i starkt solljus
- Antireflexbehandlad skärmyta
- Bra visningsvinkel så att flera personer kan se skärmen

Datorn ska ha:

- Microsoft Windows 11, 10, 8 eller 7 (32- eller 64-bitarsversioner)
- Wi-Fi
- Skärmupplösning på 1024 x 600 (minst)

- Processorhastighet på > 1 GHz (1,5 GHz rekommenderas). Fluke rekommenderar ett Windows Experience Index (Processor component) på 2.3 eller högre. Det här värdet hittas på datorns Kontrollpanel under Prestandainformation och verktyg.
- RAM-minne: Minst 4 GB (8 GB rekommenderas)
- Tillgängligt diskutrymme: 100 MB eller mer

## Utrustning

I-V Curve Tracer levereras med:

### Utrustning till Curve Tracer

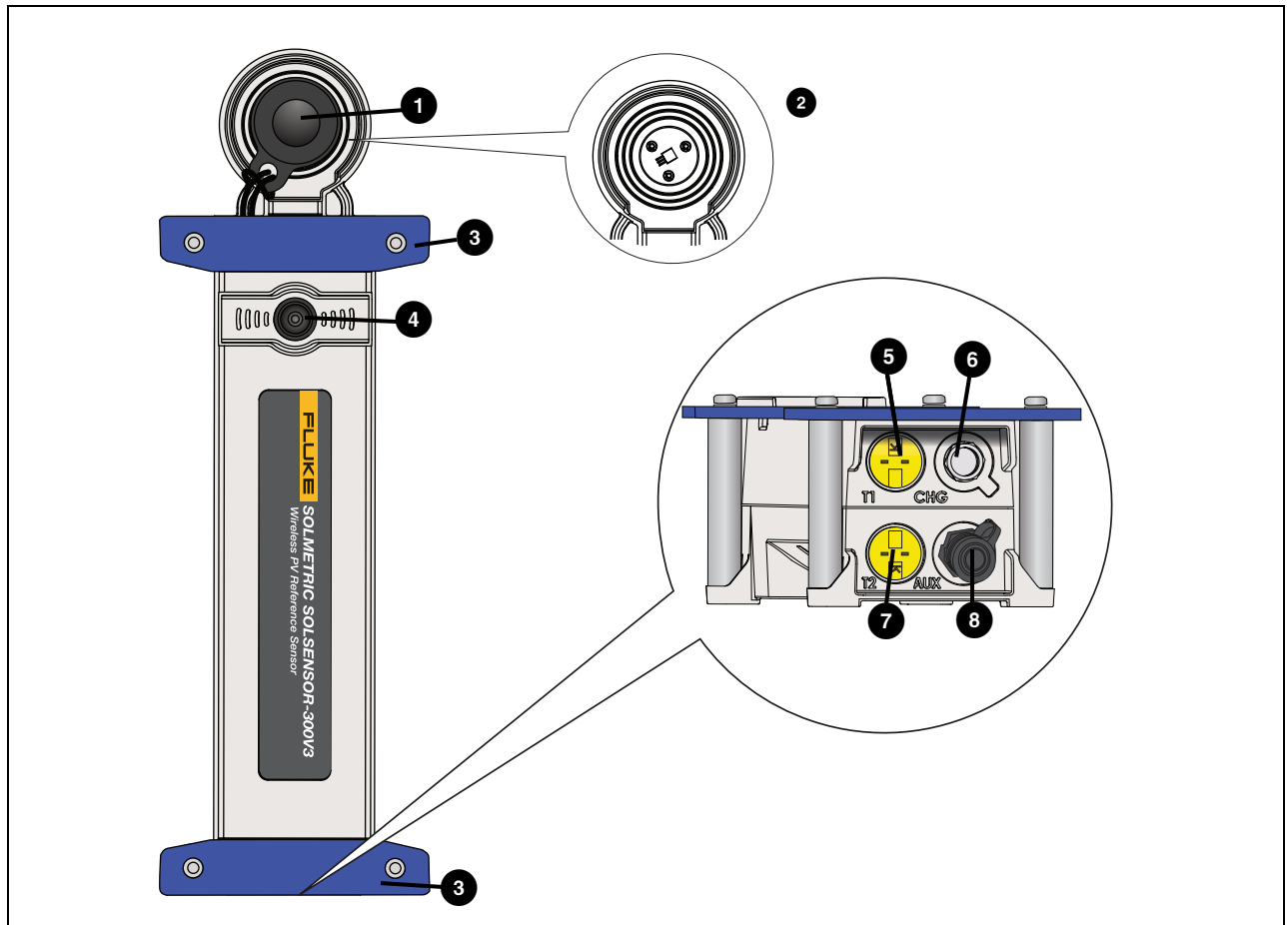
- I-V Curve Tracer - i sin mjuka skyddsväska, med en komplett uppsättning av utrustning från Fluke antingen i tillbehörsfodralet eller i transportlådan. Kontrollera att PVA-testsladdar och PV-kontaktverktyg finns.
- Mjuk väska
- AC-laddare för vägguttag
- 1 500 V-klassade testsladdar för PV-1500HE2: bananuttag till MC-4 och bananuttag till krokodilklämmor. För andra PVA-modeller: MC-4 till krokodilklämmor
- MC-4-kontaktverktyg
- Tryckt *Säkerhetsinformation*
- Tryckt *Komma igång*
- Transportväska (medföljer endast PVA-1500HE2)

### Utrustning till SolSensor

- SolSensor-enhet
- Temperatursensorer (2) för termoelement av K-typ
- Mjuk skyddsväska (såvida inte I-V Curve Tracer-paketet köptes med alternativet transportväska)
- Modulramstving
- AC-väggadapter med dubbla USB-A-utgångar för laddning av IV-enheten och SolSensor-enheten
- Självhäftande skivor för att fästa termoelement (50). Skivor med högtemperaturtejp för att fästa termoelementets spets på modulens baksida
- SolSensor-verktygslina för att fästa SolSensor i stativet
- Tillbehör för rengöring av solinstrålningssensorn (mikrofiberduk och sprej med destillerat vatten)

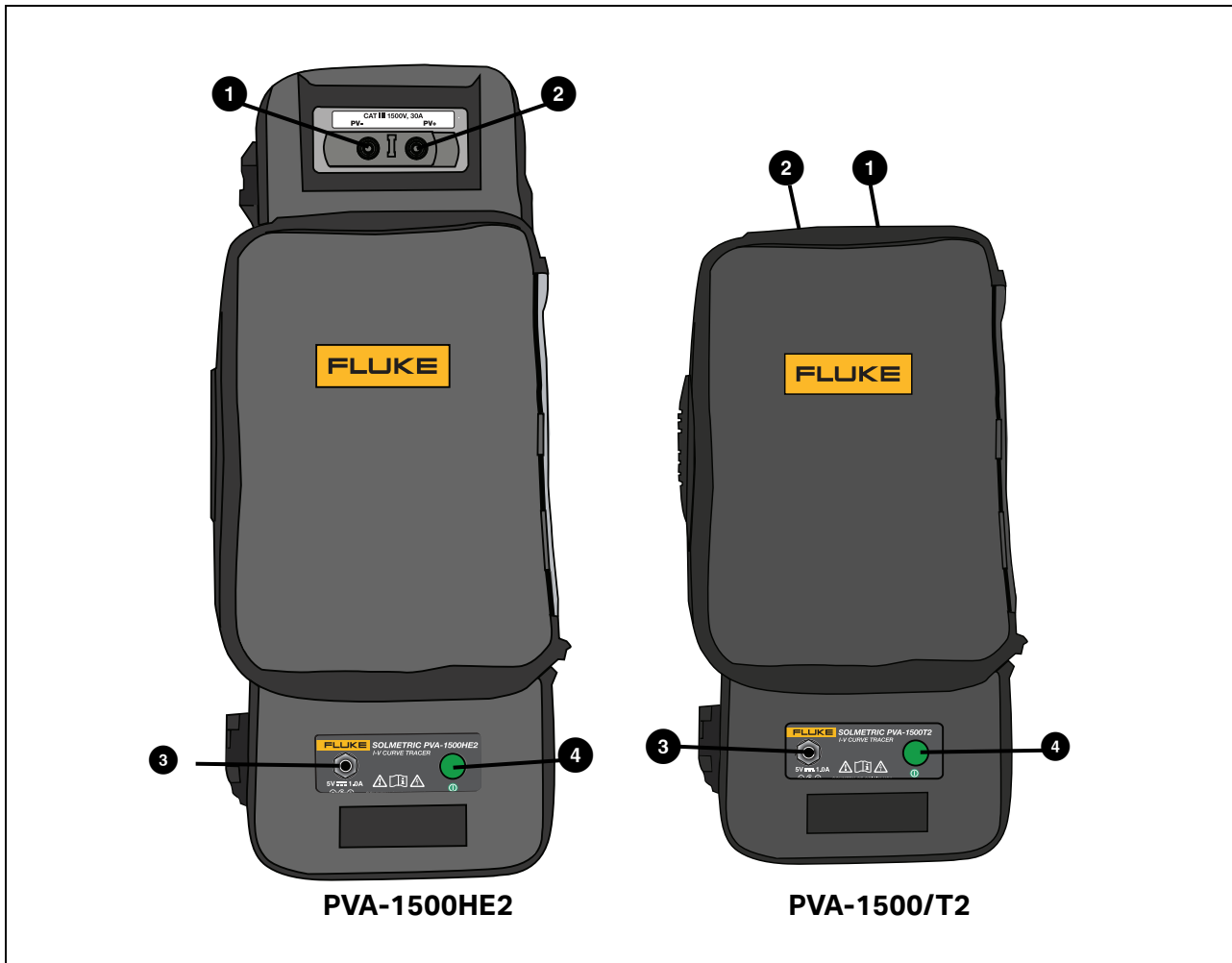
Huvudkomponenterna i I-V Curve Tracer-paketet visas i [Tabell 1](#) och [Tabell 2](#).

**Tabell 1. SolSensor**



Artikel	Beskrivning
1	Skydd för solinstrålningssensor
2	Solinstrålningssensor
3	Öron
4	Strömknapp med lysdiod
5	T1 – ingång till termoelement 1
6	Ingång för batteriladdning
7	T2 – ingång till termoelement 2
8	Extra ingång

**Tabell 2. I-V Curve Tracers**



Artikel	Beskrivning
1	Negativ ingång
2	Positiv ingång
3	Ingång för batteriladdare
4	Strömknapp med lysdiod

## Systemets reglage och inställningar

Använd lysdiodsknappen på I-V Curve Tracer och SolSensor, se [Bild 1](#), för att aktivera, pausa och återställa I-V-enheterna. Lysdioden anger enheternas olika driftlägen och status för det trådlösa nätverket. Se [Tabell 3](#).

**Tabell 3. Lysdiodsknappens driftlägen på I-V Curve Tracer och SolSensor**

I-V Curve Tracer	SolSensor	Lysdiodens beteende	Enhetsstatus	Knappbeteende
X	X	Off	Off	Tryck en gång för att slå på
X	-	Blinkar långsamt	Pausad. I-V Curve Tracer stängs av automatiskt efter 15 minuter för att spara på batteriet.	Tryck en gång för att aktivera mätningar eller tre gånger för att stänga av I-V Curve Tracer.
X	X	Blinkar	Ingen Wi-Fi eller anslutning till programvaran.	Tryck tre gånger för att stänga av.
X	X	Blinkar snabbt	Startar eller fel (om det är kontinuerligt).	-
X	X	Lyser med fast sken	Ansluten till programvaran, mätningar är aktiverade.	Tryck en gång för att pausa (I-V-enhet) eller tre gånger för att stänga av.
X	X	-	Vilket läge som helst	Tryck tre gånger för att stänga av.
X	X	Fem blinkningar, paus och sedan upprepas samma sak igen	Enheten försöker parkoppla sig.	För att parkoppla enheter: Tryck fem gånger i snabb följd.
X	X	Blinkar långsamt eller lyser med fast sken när enheten är ansluten men inte har någon anslutning till programvaran.	Blinkning anger att ett batteri laddas. Fast sken betyder att batteriet är fulladdat.	-

När du trycker på lysdiodsknappen en gång för att slå på I-V Curve Tracer eller SolSensor blinkar lysdioden snabbt när den startar och blinkar sedan långsammare tills enheten ansluter till datorns Wi-Fi och programvara. När enheten är ansluten till programvaran lyser lysdioden med fast sken.

Innan du ansluter testsladdarna från I-V Curve Tracer till solcellskretsen trycker du en gång på lysdiodsknappen på I-V-enheten för att pausa mätningarna. Detta förhindrar att en mätning startas av misstag medan du gör anslutningarna. I det här pausläget blinkar lysdioden med långa pauser för att visa att I-V Curve Tracer är påslagen men pausad.

När du har anslutit testsladdarna trycker du en gång på knappen för att aktivera I-V Curve Tracer för att göra mätningar under styrning av programvaran. Lysdioden förblir tänd med fast sken för att indikera att I-V Curve Tracer är redo att utföra mätningar.

Om nätverksanslutningen bryts blinkar lysdioden för att visa att anslutningen till programvaran har brutits.

#### *Obs!*

*Om I-V Curve Tracer eller SolSensor är ansluten till AC-laddadaptorn och ansluten till programvaran visar lysdiodknappen status för ansluten/frånkopplad (fast eller blinkande lysdiod), inte status för laddning pågår/laddning klar.*

I-V Curve Tracer och SolSensor är unikt parkopplade på fabriken. Om de behöver parkopplas igen:

1. Tryck på lysdiodsknappen på I-V Curve Tracer fem gånger i snabb följd för att initiera omparning.
2. Vänta tills lysdiodsknappen på I-V Curve Tracer börjar blinka i grupper om fem och tryck sedan på lysdiodsknappen för SolSensor fem gånger i snabb följd. Båda lysdioderna blinkar i grupper om fem tills parkopplingen sker.

När du behöver återställa antingen I-V Curve Tracer eller SolSensor håller du ned lysdiodsknappen i minst sex sekunder och släpper den.

## Starta I-V Curve Tracer

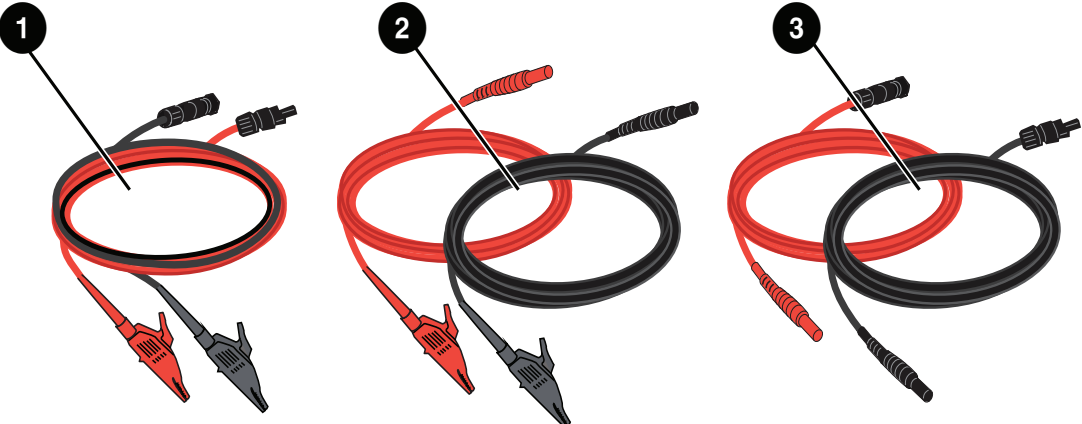
För att starta I-V Curve Tracer trycker du på strömknappen en gång, se [Bild 1](#).

Om ett nätverk inte har upprättats inom 15 minuter stängs I-V Curve Tracer av för att spara på batteriet. I-V Curve Tracer försätts inte i viloläge vid normal användning när lysdioden lyser med fast sken. Men om I-V Curve Tracer är i pausläge går den i viloläge 15 minuter efter att ha satts i pausläget. Om du vill använda paus trycker du på strömknappen (i pausläget blinkar lysdioden kort var tredje sekund).

## Testkablar och klämmor

De medföljande testsladdarna och testklämmorna är särskilt avsedda att användas med produkten. Dessa sladdar och klämmor är särskilt klassade för spänningar upp till 1 500 V och 30 A DC. Se [Tabell 4](#).

Tabell 4. Testsladdar

	
Nummer	Beskrivning
1	PVA-1500S/V2/V3/V4/T MC-4 till krokodilklämma
2	PVA-1500HE2 bananuttag till krokodilklämma
3	Bananuttag till guldpläterad MC-4

Temperatur och luftfuktighet vid drift: för testsladdarna och klämmorna är mer exakt specificerade än PVA-1500HE2 och SolSensor. Mer information finns i specifikationerna för PVA-1500 Test Lead och Clip. Se [Specifikationer](#).

### Varning

**Undvik risk för elektriska stötar, brand, personskador eller dödsfall:**

- Läs all säkerhetsinformation innan du använder testsladdarna.
- Använd endast PVA-1500-seriens testsladdar och testklämmor på solcellsmodulerna och -matriserna.
- Använd endast med isolerade (ojordade) solenergikretsar.
- För att skydda från varma ytor ska du inte ta bort höljet från kanvasfodralet. Vid normal drift avleder I-V Curve Tracer lagrad energi i form av värme.
- Koppla bort kretsströmmen innan du ansluter I-V Curve Tracer till kretsen. Om du till exempel testar i ett solcellsapparatsskåp öppnar du frånskiljaren och lyfter alla säkringar innan du ansluter testsladdarna och klämmorna.
- Hantera inte testsladdarna och klämmorna medan de är strömsatta av källkretsen.

## Täck över solinstrålningssensorn

Håll alltid solinstrålningssensorn (se [Bild 1](#)) övertäckt med det medföljande svarta gummiskyddet när den inte används. Ta bort skyddet efter att du har monterat SolSensor i matrisplanet och sätt tillbaka skyddet igen innan du flyttar SolSensor till en annan plats.

Det vita *akrylögat* på solinstrålningssensorn är ett optiskt precisionselement som måste hållas i *nyskick* för att säkerställa korrekta mätningar. Det kan lätt skadas av stötar eller nötning, och dess noggrannhet påverkas också av nedsmutsning. Låt skyddet sitta på när sensorn inte används.

## Montering

I det här avsnittet beskrivs hur I-V Curve Tracer monteras.

### Försiktighet

**Om du tappar antingen I-V Curve Tracer eller SolSensor rekommenderar Fluke att produkten/produkterna skickas tillbaka till Fluke för undersökning.**

## Monteringsprocedur

### Montering av hårdvara

Före användning ska du se till att batterierna i I-V Curve Tracer och SolSensor är fulladdade. Se [Ladda batteriet](#).

### Programvaruinstallation

Så här installerar du programvaran:

1. Hämta programvaran från [www.fluke.com](http://www.fluke.com).
2. Om programvarans välkomstkärm inte öppnas automatiskt efter hämtningen kör du installationsprogrammet.
3. Följ anvisningarna på skärmen för att installera programvaran
4. Om en dialogruta för Windows-uppdatering visas under installationen ansluter du datorn till internet för att hämta nödvändiga Windows-uppdateringar.
5. När du har startat installationen eller installerat Windows-uppdateringarna visas skärmen för installationsplats. Standardplatsen anges.
6. När installationen är klar visas den slutliga installationsguidens skärm. Om rutan **Run I-V Curve Tracer** (Kör I-V Curve Tracer) är markerad klickar du på **Finish** (Slutför) för att starta programvaran. Alternativt kan du klicka på **Finish** (Slutför) och sedan dubbelklicka på genvägsikonen på skrivbordet för att starta programvaran.

När initieringen är klar och programvaran startar visar programvaran huvudskärmen. Se [Tabell 7](#).

Vid installationen skapar programvaran katalogstrukturen i katalogen **Documents (Dokument)**.

### Uppdatera solcellsutrustningens databaser

Om programvaran är ansluten till internet när den startar kontrollerar programvaran om de uppdaterade utrustningsdatabaserna för solcellsmoduler är tillgängliga från Fluke.

## Ladda batteriet

### Ladda batteriet i I-V Curve Tracer

*Obs!*

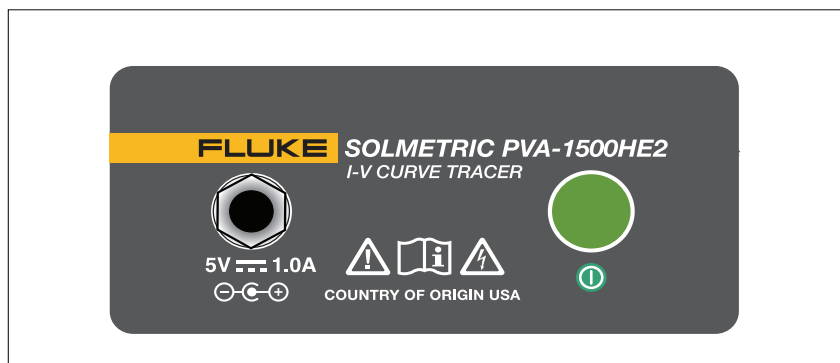
*Batteriet i I-V Curve Tracer kan inte tas ur.*

Ladda upp batteriet:

1. Anslut batteriladdaren till kontakten på I-V Curve Tracer, se [Bild 1](#).
2. Sätt laddaren i ett eluttag och anslut laddsladdens USB-ände till AC-laddadaptern.

Lysdiodsknappen blinkar för att indikera att batteriet i I-V Curve Tracer laddas. Lysdioden lyser med fast sken när batteriet är fulladdat.

**Bild 1. Batteriladdningskontakt på I-V Curve Tracer (PVA-1500HE2 visas)**



Det kan ta sex timmar att ladda batteriet. Ladda batteriet varje natt före användning på fältet.

Programvarans gränssnitt varnar när batterinivån är låg. Om du vill kontrollera batteriets spänningsnivå manuellt klickar du på statusområdet (ovanför knappen **Measure Now** (Mät nu)) på skärmen eller välj **Battery Level** (Batterinivå) från menyn **Utility** (Verktyg). Se till att I-V Curve Tracer har varit påslagen och ansluten till programvaran i minst 30 sekunder innan du kontrollerar batterinivån.

### Ladda SolSensor

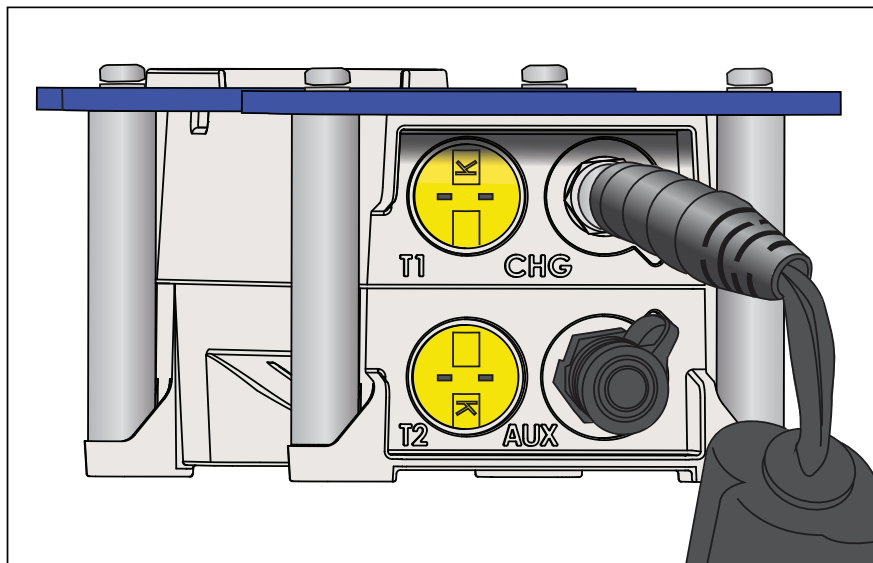
*Obs!*

*Batteriet i SolSensor kan inte tas ur.*

Ladda upp batteriet:

1. Anslut batteriladdarens kabel till laddningskontakten, se [Bild 2](#).
2. Sätt AC-laddadaptorn i ett eluttag och anslut laddsladdens USB-ände till AC-laddadaptorn.

**Bild 2. Ansluten SolSensor-laddare**



Det kan ta sex timmar att ladda batteriet. Ladda batteriet varje natt före användning på fältet. När SolSensor laddas blinkar lysdiodsknappen. När batteriladdningen är klar lyser lysdiodsknappen med ett fast sken.

*Obs!*

*Om SolSensor är inkopplad och ansluten till programvaran visar lysdiodsknappen ansluten status (fast sken på lysdiod), inte status för laddning pågår/laddning klar.*


Kontrollera batteriets spänningsnivå genom att klicka på statusområdet (ovanför knappen **Measure Now** (Mät nu)) i programvaran efter en I-V-mätning eller genom att välja **Battery Level** (Batterinivå) på menyn **Utility** (Verktyg).

## Det trådlösa nätverket

Kommunikationen mellan datorn och I-V Curve Tracer sker med konventionell Wi-Fi. När I-V Curve Tracer är påslagen skapar den en åtkomstpunkt. Leta reda på den åtkomstpunkten i datorns nätverkslista och anslut till det nätverket. SSID:t (namnet på åtkomstpunkten) har formatet *pva1500\_nnnnnn* där nnnnnn är den unika identifieraren för I-V Curve Tracer.

SolSensor kopplas automatiskt till I-V Curve Tracer när båda är påslagna. All kommunikation mellan datorn och SolSensor överförs via I-V Curve Tracer-enheten.

Om du vill se ett diagram över det trådlösa nätverket väljer du nätverksikonen längst ned till

vänster på valfri skärm i programvaran (  ).

I-V Curve Tracer och SolSensor levereras från fabriken parkopplade till varandra. En SolSensor kan endast parkopplas med en unik I-V Curve Tracer åt gången. För information om hur du parkopplar en annan I-V Curve Tracer, se [Konfigurera I-V Curve Tracer](#). När en SolSensor parkopplas med en I-V Curve Tracer glömmes den bort alla tidigare parkopplingar.

Eftersom datorn ansluts till I-V Curve Tracer-enhetens Wi-Fi är det inbyggda Wi-Fi-gränssnittet inte tillgängligt för samtidig anslutning till andra nätverk eller enheter. Du kan undvika denna begränsning genom att lägga till en USB Wi-Fi-adapter som det andra nätverksgränssnittet.

När du använder I-V Curve Tracer, och Wi-Fi-länken till I-V Curve Tracers åtkomstpunkt tillfälligt bryts, försöker datorn automatiskt ansluta till ett annat nätverk på listan som är inställt på **automatisk anslutning**. Undvik detta genom att på nätverkslistan i datorn markera rutan **connect automatically** (anslut automatiskt) för I-V Curve Tracers åtkomstpunkt och avmarkera **connect automatically** (anslut automatiskt) för andra nätverk.

## Konfigurera och använda I-V Curve Tracer och SolSensor

### Konfigurera I-V Curve Tracer

Så här konfigurerar du I-V Curve Tracer:

1. Placera I-V Curve Tracer nära de solenergikretsar som testas.
2. Anslut vid behov sladdar med krokodilklämmor. Använd endast de sladdar med klämmor som medföljer I-V Curve Tracer och som är klassade för åtminstone den maximala strömmen och spänningen för I-V Curve Tracer.
3. Du kan göra förlängningssladdar om I-V Curve Tracer inte kan placeras nära den krets som ska testas. När förlängningssladdar som är längre än 3 m (i ena riktningen) läggs till mellan kretsen som testas och I-V Curve Tracer drar du sladdarna parallellt bredvid varandra för att minimera den induktans de tillför i kretsen.

## Konfigurera SolSensor

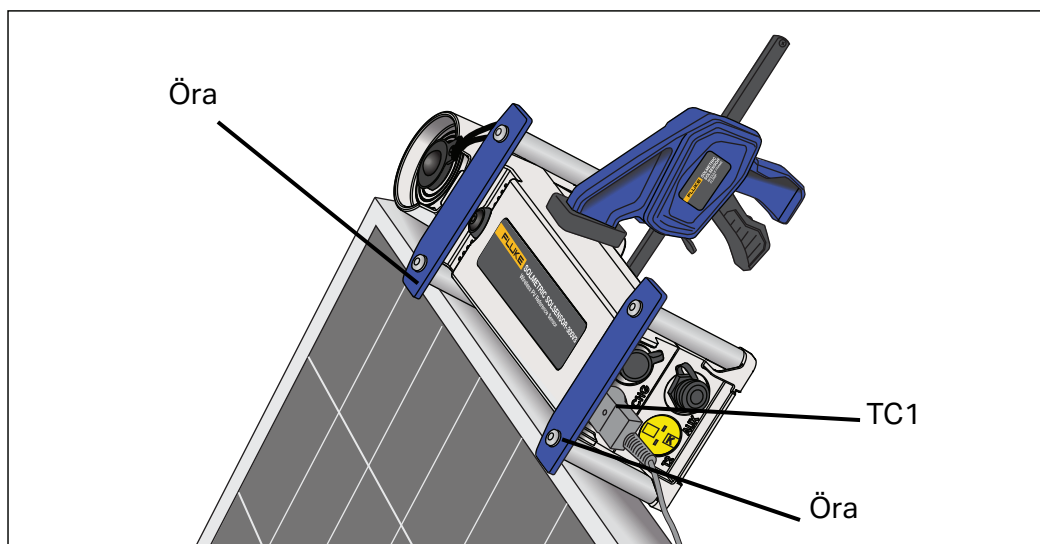
### Försiktighet

För att undvika skador på SolSensor:

- Täck solinstrålningssensorn med skyddsloppet när den inte är monterad och används. SolSensor innehåller en känslig enhet för solinstrålningsmätning som kan skadas av stötar eller nötning. För att bevara sensorns noggrannhet ska du inte smutsa ner solinstrålningssensorn. Se [Rengöra solinstrålningssensorn på SolSensor](#).

Bild 3 visar SolSensor monterad på ramen till en solcellsmodul.

**Bild 3. SolSensor-monterad på en solcellsmoduls ram**



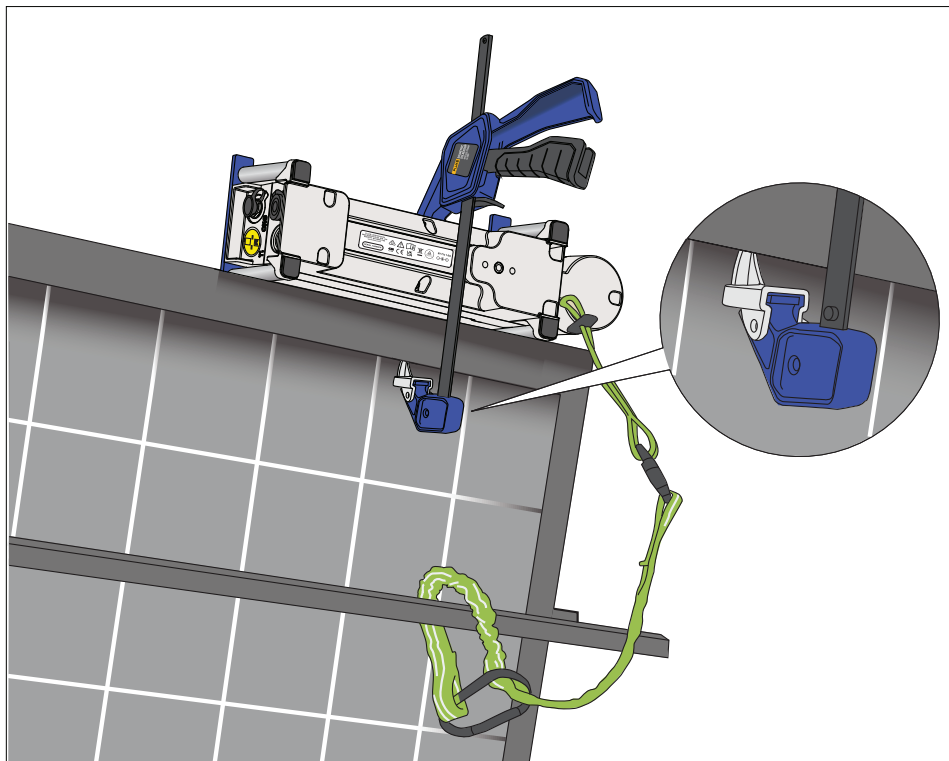
## Montera SolSensor på en solcellsmoduls ram

Bild 4 visar SolSensor monterad på en solcellsmodul med modulramstvingen och fäst med verktygslinan.

*Obs!*

*Om du monterar SolSensor längs den övre horisontella kanten på modulen kan du uppnå bättre noggrannhet på solinstrålningen tidigare och senare på dagen.*

**Bild 4. SolSensor-verktygslina fäst runt en stång i stativet**



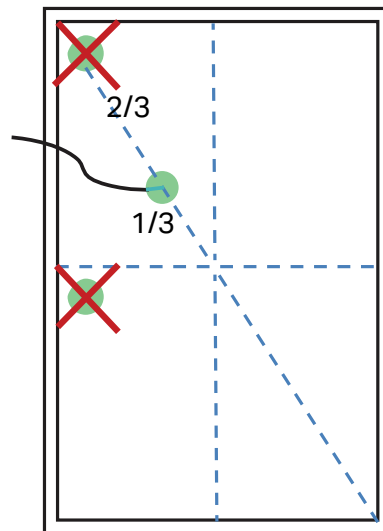
Så här monterar du SolSensor:

1. Placera SolSensor mot den övre horisontella kanten på modulramen, med metallstavarna och öronen mot ramens ytor, som visas i [Bild 3](#).
2. När du håller SolSensor i den positionen för du in spetsen på modulramstvingen innanför modulens ram. Placera tvingens spets på ramens plana inre yta såsom visas i urtaget till [Bild 4](#) och inte på en hylla eller kant som den kan glida av från så att SolSensor lossnar. Se till att du inte stöter i eller repar modulens baksida med tvingens fot.
3. Kläm ihop tvingmekanismen tills SolSensor hålls stadigt mot sidan av modulramen.
4. Inspektera fästet och se till att stavarna och öronen är i kontakt med den övre kanten på modulramen. Om det finns en glipa under ena eller båda öronen kommer solinstrålningssensorn inte att vara i samma plan som matrisen, vilket är nödvändigt. Lossa tvingen något, justera SolSensor och dra åt tvingen igen. Om SolSensor är monterad högt upp i luften (till exempel på en matris på en carport) rekommenderar Fluke att verktygslinan används som reserv ifall SolSensor skulle lossna från tvingen. Fäst verktygslinan i en ögla på SolSensor. Dra sedan verktygslinan runt en stativstång och fäst den i en ögla runt sig själv, enligt [Bild 4](#).
5. Linda upp ett termoelement och räta ut sladden. Se till att sladden inte blir vikt. Anslut termoelementet till SolSensor. Sätt i den gula kontakten på termoelementets sladd i det övre vänstra gula uttaget märkt TC1, se [Bild 3](#).

6. Räta ut de sista centimeterna av termoelementets sladd. Den lilla kulan i änden är där temperaturen mäts.
7. Tejpa fast termoelementets spets ordentligt mot modulens baksida, tillräckligt långt in under modulen för att undvika de svalare ytterkanterna. När du testar enstaka fristående moduler fäster du termoelementets spets enligt Bild 5. Använd en bred polyestertejp för höga temperaturer för noggranna temperaturmätningar. Fluke rekommenderar att du använder de självhäftande skivor som medföljer produkten. Andra typer av tejp ger efter vid höga temperaturer, vilket gör att termoelementets spets kan dras bort från modulens baksida. Använd ett stadigt tryck för att rulla tejpens över termoelementets spets för att tvinga spetsen till stadig kontakt med modulens baksida.

Ett andra termoelement kan läggas till med TC2-ingången på SolSensor. När du använder två termoelement rekommenderar Fluke att de fästs på olika platser på modulen eller på en andra modul.

**Bild 5. Placera termoelementets spets på en fristående modul**



8. Ta bort skyddslocket från SolSensors solinstrålningssensor.
9. Tryck på lysdiodsknappen för att slå på SolSensor. Lysdioden blinkar när den försöker ansluta trådlöst och lyser med fast sken när anslutningen är upprättad, se Bild 1. SolSensor länkar till I-V Curve Tracer, som vidarebefordrar dess kommunikation till datorn.

## Optimera räckvidden för trådlös överföring

Följ de här rutinerna för bästa överföringsräckvidd för SolSensor.

- Placera SolSensor för bästa siktlinje till I-V Curve Tracer, som fungerar som en relästation mellan SolSensor och datorn.
- Undvik platser där signalen måste färdas igenom byggnader eller lastbilar, eller genom många rader av solcellsmoduler och stativ.
- Undvik att placera SolSensor direkt på en metallyta, t.ex. ett metalltak eller en VVS-låda, eftersom detta minskar räckvidden. Om du monterar SolSensor på änden av ett vridmomentrör på en enaxlad solföljare kan det ge en bättre räckvidd om du först monterar SolSensor på en kort stång och sedan monterar stången på vridmomentröret.

Överföringsräckvidden kan ibland ökas om du placerar SolSensor på den övre ramkanten på en modul i övre raden eller nära änden av en matris där det finns bättre siktlinje till stället där I-V Curve Tracer är placerad.

Om det inte går att uppnå den nödvändiga överföringsräckvidden med ovanstående metoder monterar du SolSensor på en trefot och vrider den till rätt azimutvinkel och lutning. Välj en plats som har en liknande himmelsexponering som själva matrisen.

## Montera SolSensor på ett trefotsstativ

Montera SolSensor på en trefot för större flexibilitet och potentiellt bättre trådlös räckvidd. Det här är också användbart när det inte är möjligt att komma åt matrisen.

Använd den här utrustningen för att montera SolSensor på en trefot (kontakta Fluke för specifika rekommendationer om utrustning):

- Stadig trefot
- Vattenpass för trefot

Det här är vanligtvis en skiva med ett vattenpass som monteras mellan trefoten och resten av fästena som beskrivs här. Vissa trefotsstativ har ett inbyggt vattenpass.

*Obs!*

*Vattenpassen varierar mycket i känslighet och noggrannhet.*

- Stativnivelleringshuvud – skapar snabbt en plan monteringsyta utan att stativbenen behöver justeras.
- Panoreringsenhet – vrids runt den vertikala axeln och gör att du kan justera azimutvinkeln för SolSensor oberoende av lutningen.

- Lutningsenhet – vrids på en horisontell axel och gör att du kan ställa in lutningen oberoende av azimutvinkeln. Vanligtvis monterar du lutningsenheten på panoreringsenheten, som i sin tur är monterad på nivelleringsindikatorn och nivelleringsenheten och trefotsstativet.
- Adapterplatta – fäst plattan ordentligt på undersidan av SolSensor och på lutningsenhetens överdel.

Dessa instruktioner förutsätter att du använder en stativnivelleringsenhet. Om så inte är fallet ska du justera benen på trefoten så att stativets monteringsyta är nivellerad.

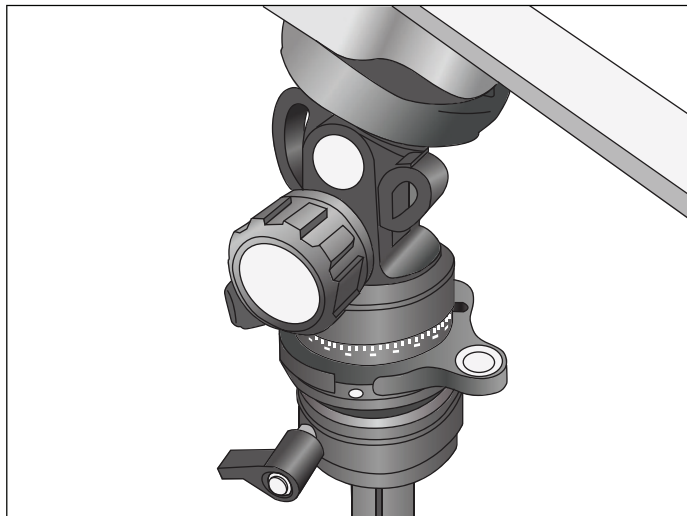
*Obs!*

*Noggrannheten vid mätning av solinstrålning är beroende av att SolSensor är korrekt inriktad. Du måste följa stegen i den angivna ordningen för att hålla justeringarna av lutning och azimutvinkel oberoende av varandra.*

Så här monterar du SolSensor korrekt på en trefot:

1. Montera SolSensor och den utrustning som hör ihop med trefoten enligt [Bild 6](#).

**Bild 6. Konfiguration vid montering på trefot**



2. Tänk på följande när du väljer en plats för trefotsstativet:
  - Platsen ska ha samma fria sikt mot himlen som själva matrisen. Undvik platser där träd eller byggnader skymmer delar av himlen, särskilt molniga dagar då diffust ljus utgör en betydande del av den totala solinstrålningen. Undvik platser med betydande albedoeffekter (reflexer).
  - Platsen ska ha god sikt mot apparatskåpen eller andra platser där datorn ska användas.
  - Om du vill använda termoelement för att mäta temperaturen på modulens baksida placerar du trefoten så nära en delmatris att du kan fästa spetsen på termoelementet tillräckligt långt in under modulerna, på avstånd från matrisens kallare ytterkanter. En förlängningssladd till termoelementet kan vara användbar. Kontakta Fluke för rekommendationer.
3. Dra ut stativbenen helt och placera dem stadigt.
4. Anslut termoelementets sladd till SolSensor och fäst termoelementets spets på baksidan av en solcellsmodul. Placera inte termoelementet nära modulens kanter som är svalare. Alternativt kan du utelämna termoelementen och ställa in programvaran på att härleda celltemperaturen från I-V-kurvan.
5. Om du vill beräkna medelvärdet av mätvärden från två termoelement ska du även montera det andra termoelementet. Om ett andra termoelement används, men inte är fäst på en modul (till exempel om det används för att mäta omgivningstemperaturen) ska du inte använda SmartTemp eller medelvärdet som temperaturmetod.
6. Justera nivelleringsenheten så att bubblan centreras och lås nivelleringsenheten.
7. Vrid panoreringsenheten så att SolSensor riktas in på samma azimutvinkel (kompassriktning) som matrisen som testas och lås sedan panoreringsenheten. Se till att du justerar din kompass för den lokala magnetiska deklinationen. En kalkylator för magnetisk deklination finns på <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/?id=declinationFormId>. För att undvika distorsion från jordens magnetfält av komponenter i SolSensor eller trefotens monteringsutrustning ska kompassen separeras horisontellt från SolSensor. För in ett icke järnhaltigt, rektangulärt distanselement.
8. Vrid lutningsenheten tills lutningsvinkeln som anges i programvaran stämmer överens med solcellsmatrisens faktiska lutning och lås sedan lutningsenheten.

## Anslut till solcellsutrustningen

Installerade solcellssystem varierar i design och konstruktion. Därför är vägledningen som ges i detta avsnitt allmänt hållen, och det är viktigt att du tillämpar tekniker och försiktighetsåtgärder som är lämpliga för omständigheterna. Följ de bästa säkerhetsåtgärderna för solceller/elektricitet.

*Obs!*

*Den efterföljande proceduren, även om den är viktig, täcker inte alla situationer. Bedöm de potentiella riskerna med varje solcellssystem och vidta lämpliga försiktighetsåtgärder.*

Så här ansluter du till solcellsutrustningen:

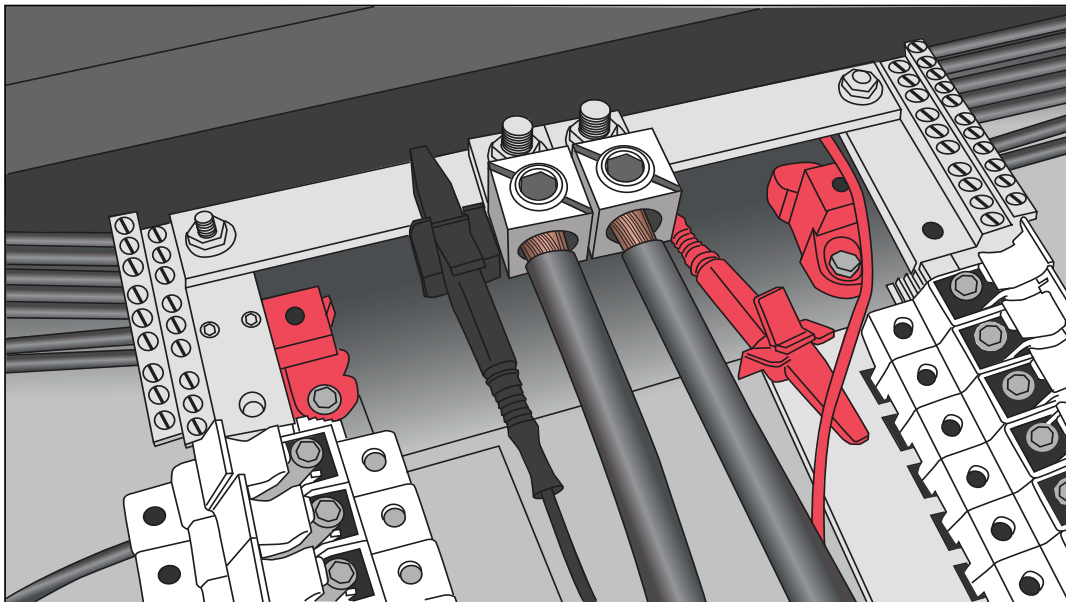
1. Isolera den sträng av solcellsmoduler som ska testas (teststräng) från växelriktaren och från andra strängar i matrisen. Om du vill göra mätningen vid ett säkrat likströmsapparatskåp isolerar du apparatskåpet med hjälp av en likströmsfrånskiljare och drar ut säkringarna för att isolera solcellssträngarna från varandra.
2. För att göra mätningen vid en strängväxelriktare om strängarna går direkt till växelriktaren, drar du ut seriens säkringar för att isolera strängarna från varandra och från växelriktarens ingångskretsar.
3. Tryck på knappen på I-V Curve Tracer för att avaktivera I-V-svepet.

#### Varning

**För att förhindra elektriska stötar, brand, personskador eller dödsfall ska du vara medveten om att solcellskretsar fortsätter att utgöra en risk för elektriska stötar medan I-V Curve Tracer är pausad.**

4. Använd säkra arbetsrutiner när du ansluter I-V Curve Tracers solcellssladdar till den solcellskälla som ska mätas. Gör anslutningen vid solcellsmodulen, i ändarna av gruppledningar, i ett apparatskåp vid växelriktaren. Anslut PVA-testsladdarna till den sträng som ska mätas. I vissa fall kan du ansluta krokodilklämmorna till samlingsckenorna i ett apparatskåp (se [Bild 7](#)) eller till säkringsklämmorna i en växelriktare.

**Bild 7. I-V Curve Tracers testsladdar fästa på samlingsckenorna i ett solcellsapparatskåp**



- Om avståndet mellan den krets som testas och I-V Curve Tracer kräver användning av förlängningssladdar ska du använda en solcellskabel som är korrekt klassad för maximal systemspänning och med korrekt monterade kontakter. Välj en ledningsdimension som ger ett lämpligt litet spänningsfall.

När förlängningssladdar som är längre än 3 m (i ena riktningen) läggs till mellan kretsen som testas och I-V Curve Tracer ska du ha stort avstånd mellan kablarna för att minimera den induktans de tillför i kretsen.

- Om du ansluter vid ett apparatskåp rekommenderar Fluke att du bara infogar en sträng i taget för bästa resultat. Vissa apparatskåp har en säkring per sträng medan andra har två säkringar per sträng (en på den positiva sidan och en på den negativa sidan). Om du testar ett apparatskåp med två säkringar per sträng ska du låta alla säkringar sitta kvar på den negativa sidan och sätta i en säkring i taget på den positiva sidan. Flera strängar kan mätas samtidigt parallellt så länge den totala strömmen inte överskrider märkvärdet för I-V Curve Tracer.
- Tryck på knappen på I-V Curve Tracer för att pausa och aktivera I-V-svepet.

## I-V-mätningar

I-V Curve Tracer mäter en I-V-kurva varje gång du klickar på knappen **Measure Now** (Mät nu) i programvaran. I-V-data överförs till datorn strax efter att I-V Curve Tracer gör varje I-V-svep. Data lagras inte i själva I-V Curve Tracer efter överföring till datorn.  $V_{oc}$ -mätningen görs omedelbart innan I-V-svepet börjar.

## Svep avaktiverat

Solcellsströmmen stoppas automatiskt vid slutet av varje I-V-mätning. Innan du ansluter eller kopplar bort testsladdar eller kablar ska du trycka på strömknappen på I-V Curve Tracer för att pausa mätsekvensen. Genom att manuellt inaktivera I-V Curve Tracer på det här sättet kan du säkerställa att I-V Curve Tracer inte utför en oväntad I-V-mätning. När du är redo att göra en ny mätning trycker du på strömknappen igen.



**För att förhindra risk för elektriska stötar, brand och personskador ska du inte ansluta eller koppla bort solcellssladdarna om lysdioden på I-V Curve Tracer lyser med fast sken.**

## Överhettningsskydd

Inbyggda skydd förhindrar att I-V Curve Tracer används vid potentiellt skadliga inre temperaturer.

I-V Curve Tracer absorberar energi vid varje mätning, och under en serie mätningar stiger den inre temperaturen i I-V Curve Tracer gradvis. En del av den ackumulerade värmen avleds mellan mätningarna och när utrustningen flyttas runt mellan mättillfällena. Om värmeökningen i genomsnitt överskrider värmeförlusten och den inre temperaturen fortsätter att stiga utlöses den inre temperaturgivaren. När detta inträffar stängs I-V Curve Tracer av för att kyla instrumentet och programvaran visar meddelandet **Disabled** (Inaktiverad) i statusindikatorn, direkt ovanför knappen **Measure Now** (Mät nu).

### Försiktighet

**För att undvika skador på I-V Curve Tracer ska du placera den i skuggan för att minska risken för värmeavstängning. Placera om möjligt inte I-V Curve Tracer på en asfalsuppfart, solpanel eller tak i direkt solljus.**

### Svep-till-svep-fördröjning och termisk kapacitet

För att hantera den inre temperaturen i I-V Curve Tracer finns en svep-till-svep-fördröjning som begränsar hur snabbt ett efterföljande I-V-svep kan göras. Fördröjningen varierar och beror på den uppmätta  $V_{oc}$  enligt [Tabell 5](#).

**Tabell 5. Svep-till-svep-fördröjning**

$V_{oc}$	Svep-till-svep-fördröjning
$\leq 200$ V	6 sekunder
201 till 1 000 V	6 sekunder
1 001 till 1 350 V	8 sekunder
$> 1 350$ V	11 sekunder

Den termiska kapaciteten för I-V Curve Tracer är antalet I-V-mätningar som kan göras innan den maximalt tillåtna inre temperaturen uppnås och en förlängd avkylningsperiod krävs. Den termiska kapaciteten minskar med högre  $V_{oc}$ , högre omgivande utomhustemperaturer och kortare väntetid mellan mätningarna. Ta ett referenssolcellssystem med 16 strängar per apparatskåp och en  $V_{oc}$  per sträng på 1 300 V. Om du mäter de 16 strängarna en efter en, följt av 5 minuter utan mätningar (till exempel medan du går till nästa apparatskåp), blir den termiska kapaciteten enligt [Tabell 6](#) för två olika svep-till-svep-fördröjningsscenarier och två olika omgivningstemperaturer.

**Tabell 6. Termisk kapacitet (antal I-V-mätningar före förlängd avsvälning)**

<b>Svep-till-svep-fördröjning</b>	<b>Antal mätningar före termisk avstängning</b>
18 sekunder	obegränsat (25 °C omgivningstemperatur) 550 (45 °C omgivningstemperatur)
9 sekunder	obegränsat (25 °C omgivningstemperatur) 330 (45 °C omgivningstemperatur)

När I-V Curve Tracer når den termiska kapaciteten visas ett meddelande och ytterligare mätningar är inte tillåtna. Varje minut av kylning (till exempel inga mätningar) ökar antalet efterföljande mätningar som tillåts innan den termiska kapaciteten uppnås igen. Håll I-V Curve Tracer borta från solen eller flytta den till en luftkonditionerad miljö för att öka återhämtningshastigheten.

 **Varning**

**För att skydda från varma ytor ska du inte ta bort höljet från kanvasfodralet. Vid normal drift avleder produkten lagrad energi i form av värme.**

### **Användning i höga temperaturer**

De mest krävande värmeförhållandena för I-V Curve Tracer är:

- Varm dag
- Ingen vind
- Ingen skugga
- Hög tomgångsspänning
- I-V-svep tagna i snabb följd

Om dessa förhållanden förväntas ska du planera i förväg för att minimera temperaturökningen i I-V Curve Tracer. Skugga I-V Curve Tracer från direkt solljus, lyft upp den ovanför varma ytor och låt mer tid gå mellan I-V-svep.

## Överspänningsvarningar

### Överspänningstillstånd

#### Försiktighet

**För att förhindra skador på I-V Curve Tracer ska du inte låta tomgångsspänningen för den solcellskälla som testas överskrida den angivna maximala ingångslikspänningen för I-V Curve Tracer. Produkten kan skadas och kräva fabriksreparationer. Överspänning kan inträffa om solcellssystemets likspänning är högre än väntat eller om två strängar av misstag är seriekopplade.**

Om en solcellsspänning > 1 525 V upptäcks visas en varning om överspänning i programvaran. Minska solcellsspänningen innan du fortsätter att göra mätningar. Om en solcellsspänning > 1 550 V upptäcks avaktiveras I-V Curve Tracer internt för att förhindra ytterligare mätningar och en varning visas om att returnera enheten till Fluke för inspektion och reparation av eventuella interna skador.

## Varningar för överström

#### Försiktighet

**För att förhindra skador på I-V Curve Tracer ska du inte utsätta I-V Curve Tracer för ström som överstiger den angivna ingångslikströmmen. Skador kan uppstå på I-V Curve Tracer och den måste då returneras till fabriken för reparation. Ett varningsmeddelande visas när överström tillförs enheten.**

Överström kan inträffa när:

- För många parallellkopplade strängar mäts.
- När du mäter strängar som fortfarande är elektriskt anslutna till resten av matrisen eller växelriktaren (till exempel när apparatskåpets likströmsfrånskiljare inte har öppnats).
- När du använder en PVA-1500T2 och mäter en sträng högeffektiva ( $\geq 19\%$ ) solcellsmoduler med en ström > 10 A.

Högeffektiva moduler producerar en kort men intensiv strömpuls i början av varje I-V-kurvmätning. PVA-1500HE2 tål denna startström för strängar av högeffektiva moduler med  $I_{sc}$  upp till 30 A. PVA-1500T2 är dock begränsad till strängar av högeffektiva moduler med  $I_{sc} \leq 10$  A. Se [Mäta högeffektiva moduler](#).

## Upptäckt av omvänd polaritet eller nollspänning

Om I-V Curve Tracer upptäcker en spänning på  $< -0,5$  V visar programvaran varningen **Negative Voltage Detected** (Negativ spänning upptäckt), en inre skyddskrets förhindrar inre skador och ingen I-V-mätning utförs. Det är troligt att I-V Curve Tracer är ansluten med fel polaritet över en krets.

Om I-V Curve Tracer mäter en spänning mellan  $-0,5$  och  $0,5$  V visar programvaran varningen **0 volts detected** (0 volt upptäckt) och ingen I-V-mätning utförs. Det är troligt att I-V Curve Tracer inte är ansluten till kretsen, att kretsen har ett avbrott eller att kretsen av någon annan anledning har nära 0 V.

## Programvaruöversikt

### Projekt

PVA Software lagrar all inställningsinformation och alla mätresultat i en specialiserad filtyp som kallas för en projektfil. Programvaran vägleder dig genom stegen att skapa ett projekt för en viss matris.

Alla solcellsmoduler i ett projekt måste vara av samma typ och måste monteras i samma azimutvinkel. Ofta har en anläggning flera solcellsmatriser med en blandning av olika moduler och azimutvinklar. För varje enskilt fall får du skapa ett separat projekt som tar hänsyn till dessa skillnader. Du kan spara tid genom att kopiera och klistra in den första projektfilen, byta namn på den och bara redigera de egenskaper som är annorlunda.

Programvaran har en särskild funktion som mäter prestanda för strängar i enaxlade solföljarsystem. Programvaran kan automatiskt *slå om*, vid solens middagstid, från en förmiddagsazimut till en eftermiddagsazimut. SolSensor rapporterar lutningen med varje mätning.

*Obs!*

*Överväg att skapa flera projekt för att bevara programvarans responsivitet för stora solcellsanläggningar. I exempelvis ett 50 MW-projekt kan du skapa ett separat projekt för varje platta eller varje växelriktare. Detta förbättrar hastigheten för det dataanalysverktyg som används för att analysera dina data.*

#### Obs!

*Kontrollera att datorn är inställd på rätt datum och tid och att inställningarna för tidszon och sommartid är korrekta. Programvaran använder dessa parametrar för att beräkna solens position vid det exakta ögonblicket för I-V-kurvmätningen. Det gör att programvaran kan beräkna infallsvinkeln av det direkta solljuset och använda informationen för att optimera noggrannheten för solinstrålningssensorn och solcellsmodellen. Fel i de här inställningarna medför fel i mätningen av den effektiva solinstrålningen och i förväntade prestanda för de solcellsmoduler som testas. Som ett resultat orsakar detta även fel i prestandafaktorn (uppmätt maximal effekt/beräknad maximal effekt). Det är särskilt viktigt att kontrollera att inställningarna är korrekta om du reser mellan tidszoner med utrustningen.*

I-V-mätningar blir automatiskt *stämplade* med datum och tid vid mätningens tillfälle.

Om datorn är ansluten till internet kontrollerar programvaran en webbtidsserver varje gång du öppnar guiden Nytt projekt och justerar datorns klocka vid behov. Välj inställning för tidszon och sommartid.

Alla datum och tider som är kopplade till sparade mätdata bevaras även om projektet därefter öppnas i en annan tidszon.

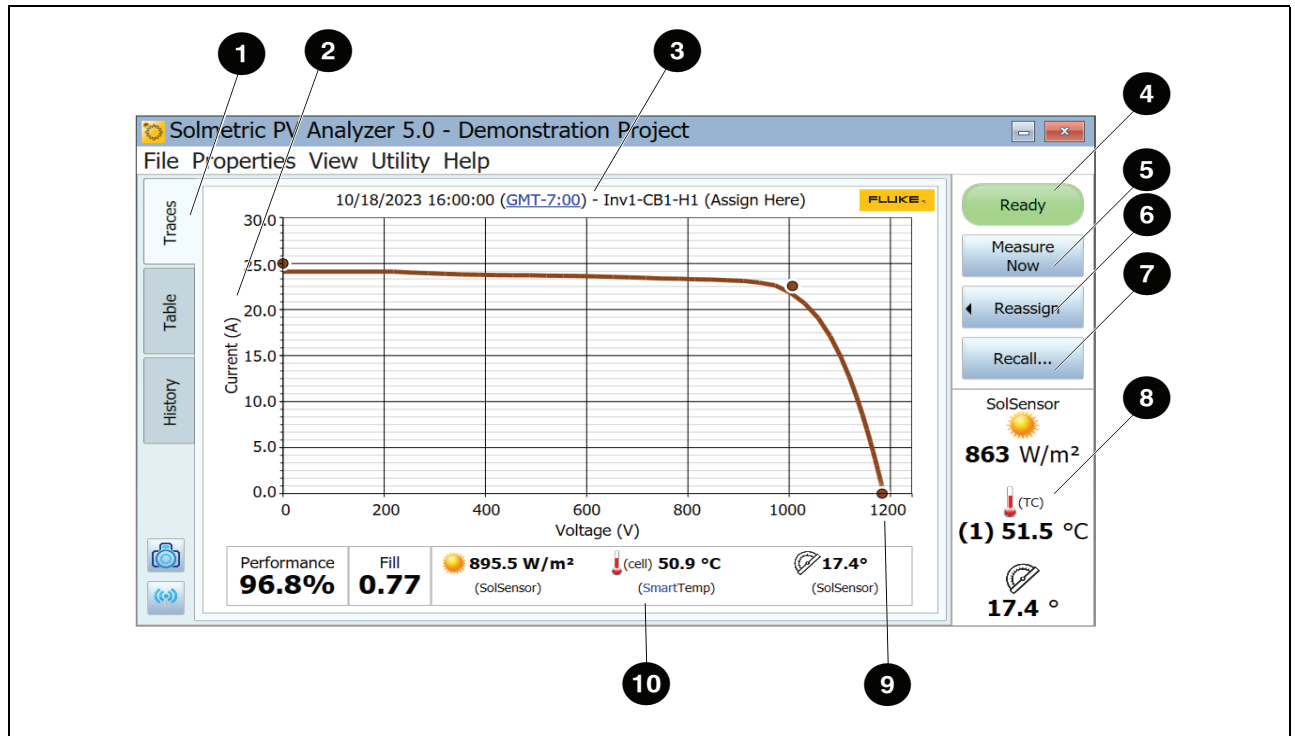
## Systemträd

När du skapar ett nytt projekt vägleds du igenom en process där du skapar en trädrepresentation av systemet som mäts. Detta kallas systemträdet. Efter varje I-V-kurvmätning visar programvaran systemträdet och du pekar eller klickar på trädet för att tala om för programvaran var i matrisen du gjorde mätningen. Det gör att solcellsmodellen kan inhämta egenskaper för ledningsdragningen och annan information som är unik för den platsen och talar om för programvaran var mätresultatet ska sparas. De prediktiva modellpunkterna ( $I_{SC}$ ,  $P_{max}$  och  $V_{OC}$ ) visas på I-V-kurvdiagrammet först när du har identifierat platsen för mätningen.

## Översikt av huvudskärmen

Programvaran är helt peaktiverad. Huvudskärmen visas med fliken Traces (Kurvor) vald i Tabell 7.

Tabell 7. Programmets huvudskärm



Artikel	Beskrivning
1	Flikarna erbjuder olika sätt att visa data.
2	<b>Current (A)</b> (Ström (A)) – strömskalan längs den vertikala axeln till vänster i diagrammet.
3	<b>Mättnings-id</b> – etiketten ovanför diagrammet identifierar I-V-kurvan som visas. Om du inte har placerat eller sparat kurvan visar id:t endast datum och tid då mätningen utfördes.  Om du har placerat kurvan på en plats i systemträdet men ännu inte sparat det, visar id:t datum, tid och plats i systemträdet och anger att data inte har sparats.  Om du har placerat och sparat kurvan visar id:t datum, tid och plats i systemträdet.  I mättnings-id:t visas även en länk som visar tidsförskjutningen från GMT. Klicka på länken för att kontrollera tidszonen.

Tabell 7. Programmetts huvudskärm (forts.)

Artikel	Beskrivning
4	<p><b>Statusindikator</b> – statusindikatorn i det övre högra hörnet på programskärmen visar de olika meddelandena nedan. Klicka på statusindikatorn för att se mer information om den aktiva statusen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ready</b> (Klar) – indikerar att I-V-enheten är redo att utföra en ny I-V-mätning.</li> <li>• <b>Searching for I-V Unit</b> (Söker efter I-V-enhet) – anger att programvaran försöker ansluta till I-V-enheten. Den här statusen bör ändras till <b>Ready</b> (Klar) inom några sekunder efter att du har anslutit datorn till Wi-Fi-åtkomstpunkten för I-V Curve Tracer. Om det uppstår problem beror det vanligtvis på att de befinner sig utanför varandras trådlösa räckvidd, eller att du har anslutit till en annan I-V-enhet som befann sig i samma område (mindre vanligt).</li> <li>• <b>Measuring</b> (Mäter) – anger att en I-V-mätning pågår.</li> <li>• <b>Paused</b> (Pausad) – anger att I-V Curve Tracer är i pausläget. I det här tillståndet kan anslutningarna till solcellskällan ändras utan att avbryta mätningen.</li> <li>• <b>Disabled</b> (Inaktiverad) – anger att I-V-mätningar är inaktiverade på grund av ett problem. Problem kan vara relaterade till låg batterinivå, överström, överspänning, överhettning, omvänd polaritet och så vidare. Inga mätningar kan utföras i det här tillståndet. Klicka på indikatorn för mer information.</li> </ul>
5	<p><b>Measure Now</b> (Mät nu) – klicka här för att göra en I-V-mätning. Den här knappen är inaktiverad när statusen är något annat än <b>Ready</b> (Klar).</p>
6	<p><b>Assign and Save/Reassign</b> (Placera och spara/Flytta) – innan punkterna i solcellsmodellen för en ny mätning kan visas i I-V-diagrammet måste mätningen placeras eller sparas till en plats i systemträdet i matrisnavigatorn. Det gör att modellen kan läsa information som behövs från trädet, t.ex. antalet solcellsmoduler i en sträng och egenskaperna för ledningsdragningen.</p> <p>Så här sparar och placerar du:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efter en ny mätning visas I-V-kurvan, och systemträdet visas tillfälligt bredvid.</li> <li>2. Klicka på den plats i systemträdet där mätningen utfördes. Använd sedan knappen <b>Assign and Save</b> (Placera och spara) nederst i dialogrutan för att spara dina data på den platsen. Om du vill att modellpunkterna ska visas men inte vill spara kurvan klickar du på <b>Assign</b> (Placera).</li> </ol> <p>När en mätning har sparats blir knappen <b>Assign and Save</b> (Placera och spara) knappen <b>Reassign</b> (Flytta). Klicka på <b>Reassign</b> (Flytta) om du av misstag har sparat en mätning på fel plats i systemträdet. När trädet visas klickar du på rätt plats och klickar på <b>Assign and Save</b> (Placera och spara) längst ned i dialogrutan. Platsen ändras och mätnings-id ovanför I-V-kurvan visar den nya platsen.</p>

Tabell 7. Programmets huvudskärm (forts.)

Artikel	Beskrivning
7	<p><b>Recall... (Hämta...)</b> – Hämtar mätdata från systemträdet. När trädet visas klickar du på den plats i matristrädet som innehåller önskade data. Om fler än en mätning är lagrade på den platsen väljer du efter datum/tid.</p>
8	<p><b>SolSensors visningsområde</b> – om SolSensor är på och inom den trådlösa räckvidden visas dess sensorvärden i realtid i skärmens nedre högra hörn.</p> <p>Om SolSensor är avstängd eller utanför den trådlösa räckvidden för I-V Curve Tracer visas <b>Searching for SolSensor</b> (Söker efter SolSensor) i det här området.</p> <p>Om två termoelement är anslutna till SolSensor visas båda temperaturerna. Det är dock vanligast att endast använda ett termoelement.</p> <p>Om en solcellsmodell och ett projekt ännu inte har skapats är det solinstrålningsvärde som visas ett preliminärt värde, och värdet visas i grå, kursiv stil enligt beskrivningen i <a href="#">Preliminär kontra effektiv solinstrålning</a> och som det visas här:</p> <div style="text-align: center;"> <p>Irradiance 1030 W/m<sup>2</sup></p> <p>T backside (1) 55.8 °C (2) 54.1 °C</p> <p>Tilt 36.4 °</p> </div> <p>När ett projekt har lästs in visas solinstrålning med ett svart, vanligt teckensnitt.</p>
9	<p><b>Spänning (V)</b> – spänningsskala längs diagrammets horisontella axel.</p>
10	<p><b>Fält för sammanfattning av mätning</b> – fältet är placerat nedanför den visade I-V-kurvan och ger resultaten för den nu visade mätningen.</p> <p>Prestandafaktorn representerar det uppmätta maximala effektvärdet som en procentandel av det värde som förutsågs av solcellsmodellen.</p> <p>Fyllnadsfaktorn (FF) är en indikation på I-V-kurvans rätvinklighet och diskuteras i detalj i <a href="#">Tolka uppmätta I-V-kurvor</a>.</p> <p>Solinstrålning, temperatur och lutning i det ögonblick I-V-kurvan uppmättes.</p>
(Visas inte)	<p><b>Power (W)</b> (Effekt (W)) – visar effektskalan längs den vertikala axeln till höger om diagrammet när P-V-kurvan har valts på menyn View (Visa). Ström- och effektaxlarna autoskalas oberoende av varandra. Därför ändras de relativa höjderna för I-V- och P-V-kurvorna när autoskalning inträffar.</p>

## Menyrad

### Menyn File (Arkiv)

Klicka på **File** (Arkiv) för att öppna arkivmenyn. Använd menyn File för att skapa, läsa in och exportera projekt.

Arkivmenyn har följande alternativ:

- **New Project... (Nytt projekt...)**

Se [Nytt projekt](#).

- **Browse Project... (Bläddra i projekt...)**

Få åtkomst till tidigare sparade projekt för hämtning.

- **Recent Projects (Senaste projekt)**

Få åtkomst till de senaste projekten.

- **Export Trace for Active Measurement... (Exportera kurva för aktiv mätning...)**

Exporterar mätresultaten för den mätning som för närvarande visas på skärmen Traces (Kurvor) som en csv-fil (kommaseparerat värde).

- **Export Traces for Entire System... (Exportera kurvor för hela systemet...)**

Exporterar mätresultaten för det projekt som för närvarande är inläst som ett mapträd i Windows. Trädet är organiserat i en hierarki, till exempel System\Inverter\Combiner\String IV data (csv-filer). Endast det sista mätresultatet för varje plats i matrisen exporteras.

Data i detta hierarkiska format kan analyseras automatiskt med Dataanalysverktyget.

- **Export Insulation Resistance Test Data... (Exportera isolationsmotståndstestdata...)**

Exporterar isolationstestdata som en csv-fil för det aktuella inlästa projektet.

Isolationstestdata måste samlas in med en separat isolationsresistansmätare och matas in i programvaran av användaren.

### Nytt projekt

Så här skapar du ett nytt projekt:

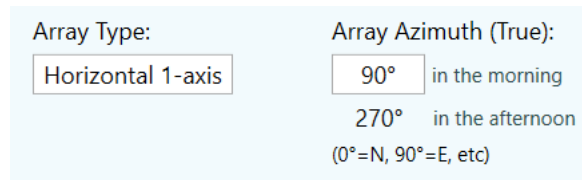
1. Klicka på **File>New Project...** (Arkiv > Nytt projekt...) Det startar guiden Nytt projekt som börjar med skärmen **Site Info** (Platsinformation).
2. På skärmen Site info anger du latitud, longitud, matristyp, matrisens azimuth (sann) och projekttiden. Du kan även använda knappen **Lookup City** (Sök stad) för att i stället använda latitud och longitud för en stad nära solcellsinstallationen.

Skärmen Site Info (Platsinformation) har en särskild funktion för horisontella enaxlade solföljarsystem, som gör att I-V-kurvor kan tas medan solföljaren arbetar. Detta har fördelen att alla mätningar görs med största möjliga nivå av solinstrålning. Ange förmiddagsazimut för matrisen (och vid solens middagstid lägger programvaran till 180 grader för eftermiddagens azimutvinkel).

**Bild 8** visar typen av matris och azimutinställningar för en horisontell enaxlad solföljare. I det här exemplet är solcellsmodulerna vända mot öster på förmiddagen (före solens middagstid).

För att förtydliga *azimutvinkeln* i en solföljare: föreställ dig att solföljaren stannar vid en fast inställning och att du vill bestämma i vilken azimutvinkel modulerna är orienterade. Tänk dig att en glaskula placeras på modulens glasyta, nära det övre ramelementet, och du låter glaskulan rulla nedför. Den rullar nedåt i en rak linje, som en pil, och projektionen av pilen på en horisontell yta (vanligtvis marken, om den är vågrät) är i samma riktning som modulens azimut.

### **Bild 8. De vanligaste inställningarna för ett horisontellt enaxlat solföljarsystem**



Array Type:	Array Azimuth (True):
Horizontal 1-axis	90° in the morning
	270° in the afternoon
	(0°=N, 90°=E, etc)

3. Kontrollera att datorklockan är rätt inställd. Dessa parametrar inkluderar tid, datum och tidszon.

#### **Obs!**

*Varje mätning som görs stämplas med tid, datum och tidszon som bestäms av datorn. Dessa värden måste vara korrekta för att solinstrålningssensorn ska kunna tolka solinstrålningen och för att programvaran ska kunna beräkna prestandafaktorn korrekt. Tid, datum och tidszon kan inte korrigeras efter att mätningarna har utförts. Det är viktigt att se till att dessa värden är korrekta innan du börjar göra mätningar.*

*Datum-/tidsstämpelein fastställs från den dator som styr I-V-kurvmätningssprocessen, inte den dator på vilken PVA-projektfilen ursprungligen skapades (som ibland är en annan om exempelvis projektfilen skapas på en dator på ett kontor och sedan skickas projektet till en annan dator för att göra mätningar).*

*När du startar programmet på solcellssystemplatsen för en dag av mätningar ska du först kontrollera datorns klocka för att se till att datum, tid och tidszon är korrekta.*

4. När skärmen Site Info (platsinformation) är klar klickar du på **Next** (Nästa) för att gå vidare till skärmen för solcellsmodulen.

#### Välj solcellsmodulen

Välj solcellsmodulen för att göra modulens prestandaparametrar tillgängliga för projektet. Detta gör att programvaran kan beräkna den förväntade I-V-kurvan och prestandafaktorn.

Så här väljer du solcellsmodulen:

1. Börja med att ange namnet på tillverkaren, så visas en lista över objekt med liknande stavning.
2. Välj namnet i den genererade listan.
3. Upprepa processen för solcellsmodulens modellnummer. Om tillverkaren eller modellnumret som söks inte finns på listan klickar du på **New Custom...** (Ny anpassad...) och anger tillverkare, modellnummer och specifikationer.

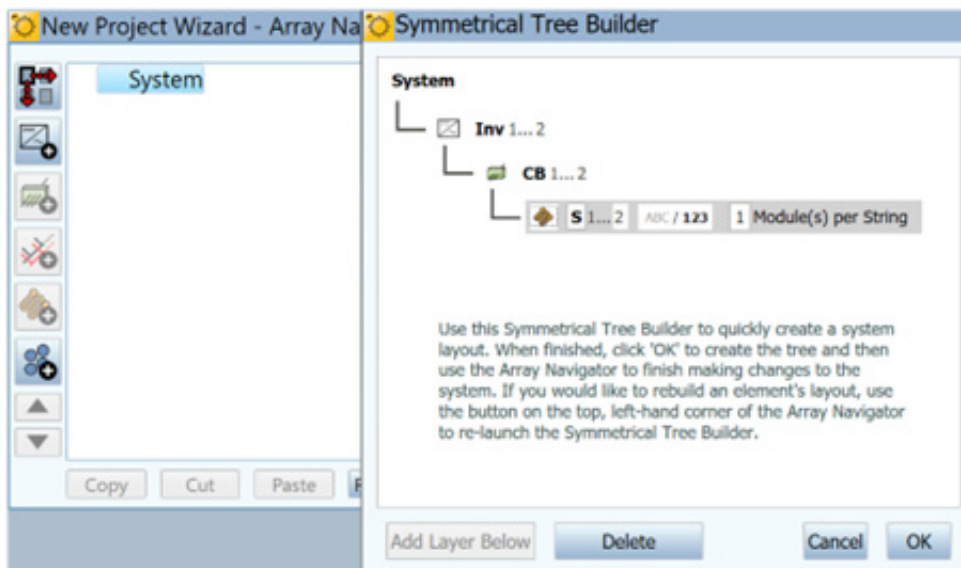
Spara data som en anpassad modul. Den här anpassade modulen lagras som en del av projektet, så att om projektfilen delas med en annan dator visas den anpassade modulen på den andra datorn.

4. Om du vill lägga till modulen i listan Favoriter klickar du på stjärnikonen. När du har valt modellnumret visas prestandaparametrarna för den modulen.
5. Granska alla parametervärden. Om redigeringar krävs använder du pennikonknapparna för att ange korrekt information. Om du redigerar kan du byta namn på modulen och spara den i mappen för anpassad utrustning.

#### Skapa systemträdet

När du är klar med markeringen eller redigeringen av solcellsmodulen klickar du på **Next** (Nästa) för att gå vidare till skärmen Tree Builder (Trädbyggare), se [Bild 9](#).

**Bild 9. Matrisnavigator med symmetrisk trädbyggare**

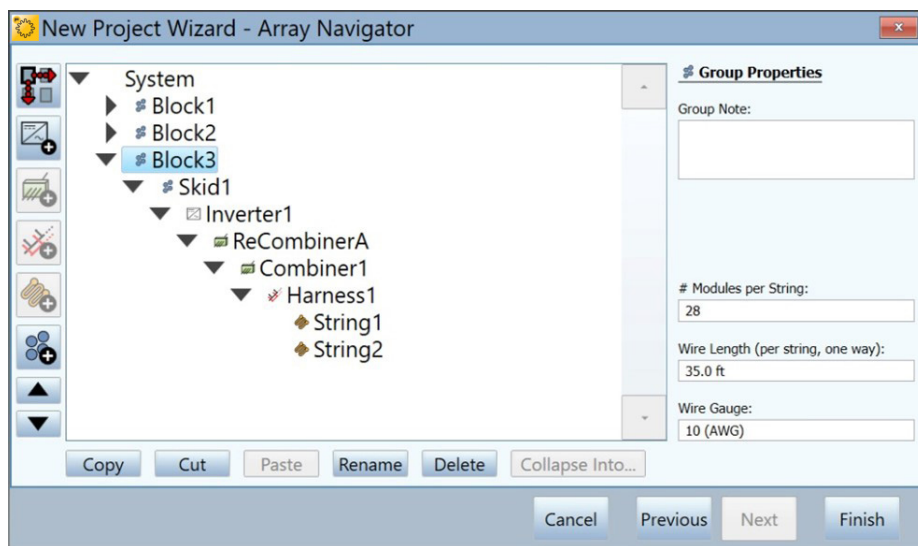


Använd den här skärmen för att beskriva solcellssystemets maskinvara. Använd informationen som anges här för att:

- Skapa en visuell *trädrepresentation* av matrisen som du kan *trycka på* för att spara och hämta mätdata.
- Specificera antalet moduler per sträng och ledningsparametrar som programvarumodellen använder för att förutsäga förväntade prestanda.

Ett exempel på ett färdigt matristräd visas i **Bild 10**. För tydlighetens skull har namnen på trädets *skikt* skrivits ut helt. I praktiken bör du förkorta namnen så att *sökvägsnamnen* för mätningarna får plats i programvarans träduppställningar och rubriker och i kalkylbladsceller med rimlig storlek.

**Bild 10. Färdigt matristräd**



Använd först skärmen Symmetrical Tree Builder (Symmetrisk trädbyggare) för att skapa trädets grundstruktur. Den symmetriska trädbyggaren öppnas med ett standardsystemträd (med 2 växelriktare, 2 apparatskåp per växelriktare, 2 strängar per apparatskåp och 1 modul per sträng). Redigera dessa standardinställningar så att de passar det system som du ska testa. Om trädets första skikt i elbolagsskala är designen sannolikt modulär, och på den här första skärmen beskriver du den modulära, *symmetriska* strukturen som upprepas över fältet. När du har kört den symmetriska trädbyggaren använder du skärmen Array Navigator (Matrisnavigator) för att justera matristrädet och ta hänsyn till eventuella icke-symmetriska aspekter.

Redigera trädets skikt så att det matchar solcellsfältets design. Ändra vilka som helst av dessa parametrar:

- Antal skikt i trädets
- Namn på skikten
- Antal i varje skikt
- Representera objekt med nummer eller alfabetiskt
- Antal moduler i varje sträng

Om du vill lägga till ett skikt i trädets markerar du det näst högsta skiktet och väljer **Add Layer Below** (Lägg till skikt nedanför). Om du vill ta bort ett skikt markerar du skiktet och väljer **Delete** (Ta bort). Ett skikt kan vara en växelriktare, en grupp, ett apparatskåp eller en sträng. Lägg till ett skikt av *apparatskåp* för att representera allt som kombinerar elektriska kretsar. Lägg till ett *kablage* när strängar är parallellkopplade ute i matrisen. Använd *gruppskikt* för att representera andra organisationsnivåer: grupper av kvarter, parkeringsplatser, skenor, plattor, solföljarmotorer och så vidare.

Det finns vissa begränsningar för vilka trädelyment som kan kapslas under varandra. Reglerna är huvudsakligen baserade på kravet att solcellskällan som testas i slutänden måste kapslas (direkt eller indirekt) under en växelriktare.

#### Obs!

*För tydlighets skull bör du byta namn på skikten så att de stämmer överens med namnkonventionerna som används på konstruktionsritningar, så att det inte uppstår någon förvirring kring var mätningarna gjordes.*

*Försök att inte använda fler icke-elektriska skikt än nödvändigt (kvarter, fält, parkeringsplats osv.) och förkorta skiktens namn för att hålla dem så korta som möjligt så att sökvägsnamnen för varje mätning får plats i visningsområdet i programvaran, dataanalysverktyget och den slutliga rapporten.*

I varje skikt finns redigerbara fält som visar vit bakgrund när användaren markerar ett skikt. Använd de härfälten för att anpassa namnet på skiktet, ändra antal, använda siffror eller bokstäver och, när det gäller strängar, för att ange antalet moduler i strängen.

När trädets är klart dubbelkontrollerar du det mot dina konstruktionsritningar för att vara säker på att det är korrekt, eftersom det är opraktiskt att ändra strukturen på det här grundträdets när du har lämnat den symmetriska trädbyggaren.

När du har stängt den symmetriska trädbyggaren använder du redigeringsfunktionerna i matrisnavigatören för att lägga till eller ta bort objekt, justera kvantiteter, kopiera och klistra in, flytta uppåt och nedåt och så vidare. En solcellsinstallation omfattar ofta ett mindre solcellssystem för att utnyttja återstående utrymme. Du kan lägga till det systemet nu.

När du är klar med redigeringen av trädets struktur kan du redigera egenskaperna för strängens ledningsdragnings (ledningslängd och ledningsdimension) för matrisen. Ledningsdragningsegenskaperna används av I-V Curve Tracer-modellen för att kompensera för dessa förluster. Om du vill använda kontrollerna för ledningsegenskaper väljer du först en nivå av trädets som du vill att ändringarna ska gälla för. De ändringar du gör tillämpas på alla strängar på eller under nivån i trädets som du redigerar.

#### Obs!

*Solcellssystem minimerar vanligtvis ledningsförluster, så det är onödigt att vara exakt vad gäller de angivna egenskaperna för ledningsdragnings. Om exempelvis strängarna i ett apparatskåp har ledningslängder i ena riktningen som varierar från 15 till 30 meter kanske du bara vill tilldela dem 23 meter. Om hela projektet har strängkoppling med det längdintervallet markerar du den översta nivån i trädets (System) för att göra redigeringen, så tillämpas egenskaperna för ledningsdragnings på alla strängar i projektet.*

Du kan också markera en nivå i trädet och ändra antalet moduler per sträng för alla strängar på den nivån och under.

När du är klar med att skapa systemträdet klickar du på **Finish** (Slutför) ´ och sparar projektet.

### **Kopiera, ändra och återanvända ett tidigare projekt**

Om du vill skapa ett nytt projekt som liknar ett du har skapat tidigare kopierar du det tidigare projektet och justerar det efter behov.

Så här modifierar du ett tidigare projekt:

1. I Utforskaren i Windows går du till den mapp som innehåller din .pvapx-projektfil. Om du inte är säker på var du hittar projektfilen startar du programvaran och klickar på **File > Browse Project...** (Arkiv > Bläddra i projekt...), så ser du sökvägen till det projekt du senast bläddrade till, eller klicka på **File > Recent Projects** (Arkiv > Senaste projekt) för att se de senaste projekten som öppnades i programvaran.
2. I Utforskaren i Windows markerar du projektfilen i projektmappen och kopierar och klistrar in den.
3. Byt namn på kopian till namnet på det nya projektet.
4. I PVA Software klickar du på **File > Browse Project...**, (Arkiv > Bläddra i projekt...) och navigerar till den nya projektfilen.
5. Använd skärmarna på menyn **Properties** (Egenskaper) för att redigera projektet efter behov. Radera alla data för att undvika sammanblandning med nya data. Det enklaste sättet att göra detta är att ta bort växelriktare och bygga ett nytt träd.

### **Menyn Properties (Egenskaper)**

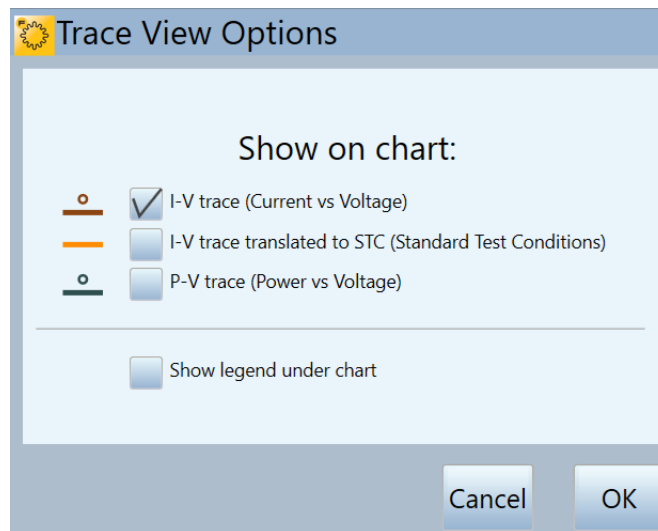
Använd menyn **Properties** (Egenskaper) för att konfigurera, visa och redigera inställningar för det projekt som för närvarande är inläst. De här menyalternativen öppnar samma skärmar som visades i guiden Nytt projekt. Se [Nytt projekt](#).

### **Menyn View (Visa)**

Trace view options... (Alternativ för kurvvisning...)

Med alternativen i [Bild 11](#) väljer du vilka funktioner som visas på skärmen Traces (kurvor). Om du vill visa denna bildtext längst ned på skärmen Traces (kurvor) markerar du **Show Legend under Chart** (Visa bildtext under diagram).

Bild 11. Menyn View (Visa)



### Visa fliken Insulation Test (Isolationstest)

Klicka på kryssrutan för att visa fliken **Insulation Test** (Isolationstest) till vänster på mätningsskärmen.

### Menyn Utility (Verktyg)

Menyn **Utility** (Verktyg) ger åtkomst till städfunktioner och diverse verktyg. Verktygsmenyn beskrivs i [Tabell 8](#).

**Tabell 8. Menyn Utility (Verktyg)**

Menyalternativ	Beskrivning
Calibration Verification... (Kalibreringsverifiering...)	Se <a href="#">Kalibreringsverifiering</a> för en beskrivning av denna dialogruta.
Enable Manual Sensor Configuration (Aktivera manuell sensorkonfigurering)	Markera det här menyalternativet om du vill tillåta ändringar av värdena för solinstrålning, temperatur och lutning. Se <a href="#">Mäta solinstrålning, temperatur och lutning</a> för vägledning om sensorval.

Tabell 8. Meny Utility (Verktyg) (forts.)

Menyalternativ	Beskrivning
Global Sensor Configuration... (Global sensorkonfiguration...)	Använd de här kontrollerna för att ändra källorna till mätvärden för solinstrålning, temperatur och lutning för alla mätningar som för närvarande är sparade i projektet. Välj de sensorer som behövs från listrutorna. <b>Skapa en säkerhetskopior innan du utför den här åtgärden. Den här åtgärden går inte att ångra.</b>  Se <a href="#">Mäta solinstrålning, temperatur och lutning</a> för vägledning om sensorval.
Set I-V Curve Resolution... (Ställ in I-V-kurvans upplösning...)	Används för att välja antalet punkter i I-V-kurvmätningarna. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Välj 100 punkter för driftsättning och den mesta felsökningen (mindre datafiler och snabbare dataöverföring).</li> <li>• Välj 500 punkter för forskning eller mer detaljerade felsökningstillämpningar (större filstorlekar och långsammare dataöverföring).</li> </ul>
Configure Measurement Alert Thresholds... (Konfigurera tröskelvärden för mätvarningar...)	Ställ in tröskelvärden som programvaran automatiskt kontrollerar efter att varje mätning har <i>Placerats och sparats</i> (men inte om mätningen endast är <i>placerad</i> ). Använd dessa varningar för att upptäcka problem innan du går till andra kretsar eller lämnar platsen.
Battery Level... (Batterinivå...)	Använd det här alternativet för att se batteriets spänningsnivåer eller klicka på statusindikatorn. För att få exakta batteriavläsningar ska du vänta 30 sekunder för att kontrollera batterispänningen om du precis har tagit bort I-V Curve Tracer från laddaren eller just slagit på I-V Curve Tracer.  Programvaran rapporterar batterinivån för både I-V Curve Tracer och SolSensor.  Både I-V Curve Tracer och SolSensor stängs av när batterispänningen sjunker under 3,05 V. En varning visas i programvaran före avstängningen.  Typen av litiumjonbatteri som används i dessa instrument har en fyrkantig urladdningskurva, så det finns en relativt liten variation i batterispänningen från det fulladdade läget till avstängningsnivån.
Capture Application Screen... (Ta skärmbild i applikationen...)	Inhämtar och sparar den aktuella skärmen till en bildfil.

## Hjälpmenyn

Se [Tabell 9](#) för en beskrivning av hjälpmenyn.

**Tabell 9. Hjälpmenyn**

Menyalternativ	Beskrivning
Connected Measurement Devices... (Anslutna mätenheter...)	När det här alternativet är valt visas ett nätverksdiagram som representerar din dator, I-V Curve Tracer, SolSensor och de trådlösa signalnivåerna mellan dem. När du använder I-V Curve Tracer och SolSensor vidarebefordrar I-V Curve Tracer all kommunikation mellan datorn och SolSensor. Gå även till den här skärmen för att ta reda på vilken version av den fasta programvaran som finns i I-V Curve Tracer och SolSensor, samt för att söka efter tillgängliga uppdateringar av den fasta programvaran. Ha denna information till hands när du ringer Fluke för produktsupport.
User's Guide... (Användarguide...)	Öppnar användarhandboken till I-V Curve Tracer. Hämta och skriv ut vid behov. Handboken finns också på Flukes webbplats.
About... (Om...)	Visar programvarans versionsnummer och programvarans tillverkningsdatum. Ha denna information till hands om du ringer Fluke för produktsupport.

## Flikskärmar

Flikarna längs vänsterkanten visar mätdata på olika sätt. Vissa element är gemensamma för fler än en flik. Dessa inkluderar indikatorn **Status**, **Measure Now** (Mät nu), **Assign and Save...** (Placera och spara...), **Reassign...** (Flytta...), skärmarna för trådlösa sensorer och den uppsvepbara panelen **Environmental Inputs** (Miljöindata).

### Fliken **Traces** (Kurvor)

Fliken **Traces** (Kurvor) visar de senaste mätresultaten och den beräknade formen på I-V-kurvan (om en solcellsmodell har definierats). Se [Tabell 7](#) och [Tabell 20](#).

Välj **View** (Visa) och sedan **View Options** (Visningsalternativ) för att välja önskad visning:

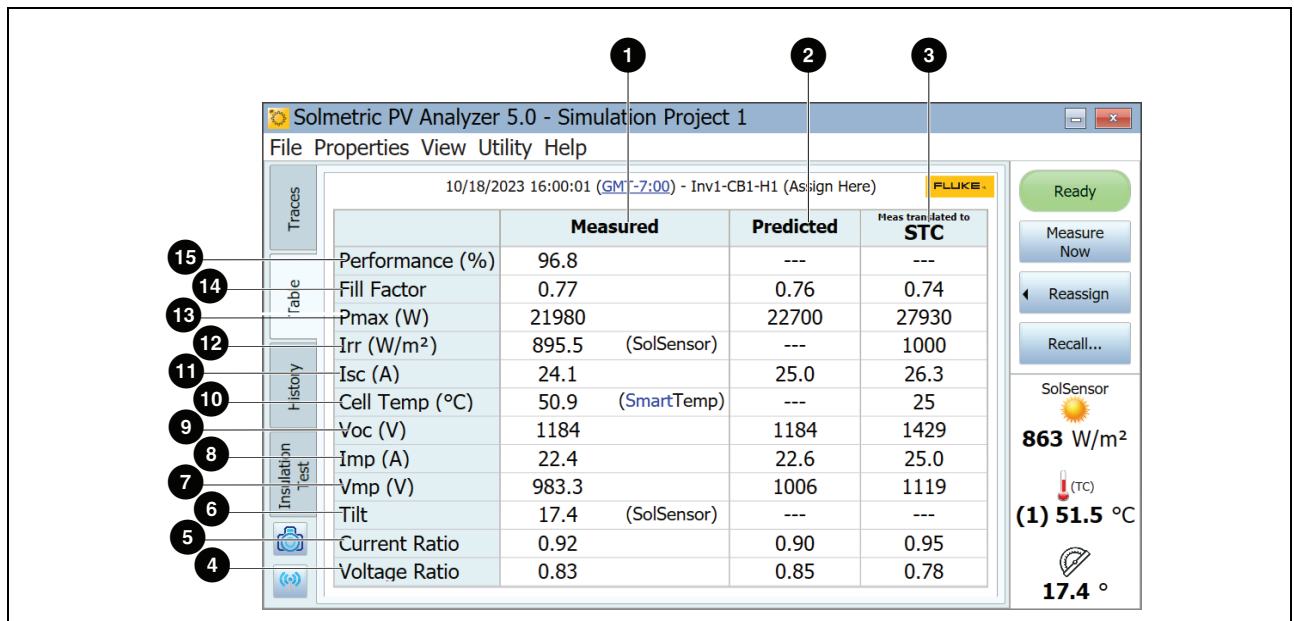
- **I-V-kurva** – den heldragna röda kurvan visar de uppmätta I-V-punkterna som överförts från I-V Curve Tracer.
- **I-V-kurvans prognosmarkörer** – de tre röda prickarna är de förväntade I-V-punkterna för kortslutningsströmmen  $I_{SC}$ , maxeffektpunkten ( $I_{mp}$ ,  $V_{mp}$ ) och tomgångsspänningen  $V_{OC}$ .

- **P-V-kurva** – den heldragna blå kurvan visar den effekt-spänningskurva (P-V) som är tillgänglig från den solcellskrets som testas (modul eller sträng) och den beräknas från I-V-kurvan genom att multiplicera  $I \times V$  för varje I-V-punkt. Den blå punkten markerar det maximala värdet på P-V-kurvan ( $P_{max}$ ). Detta värde beräknas genom att anpassa en matematisk kurva ovanpå P-V-kurvan och sedan beräknas det maximala värdet för den anpassade kurvan. Detta minskar effekten av elektriskt brus på mätnoggrannheten. Placeringen av den blå markören härleds från den uppmätta P-V-kurvan och inte från solcellsmodellen.
- **I-V-kurva översatt till STC.**

### Tabellfliken

Fliken **Table** (Tabell) visar sammanfattningar av förväntade och uppmätta I-V-data och en översättning av mätresultaten till standardtestförhållanden (STC, Standard Test Conditions). [Tabell 10](#) förklarar skärmen Table (tabell). Se [Fliken Traces \(Kurvor\)](#) för förklaringar av andra reglage som visas på den här skärmen.

**Tabell 10. Beskrivning av tabellfliken**



Artikel	Beskrivning
1	<b>Kolumnen Measured</b> (Uppmätt) – visar de senaste mätvärdena.
2	<b>Kolumnen Predicted</b> (Förväntat) – visar de förväntade värdena från prestandamodellen.
3	<b>Kolumnen Meas Translated to STC</b> (Mätning översatt till STC) – visar uppmätta parametrar översatta till standardtestvillkor, 1 000 W/m <sup>2</sup> i solinstrålning och 25 °C i celltemperatur.
4	<b>Voltage Ratio</b> (Spänningsförhållande) – spänningsförhållandet är en relativ indikation på lutningen på I-V-kurvans vertikala "ben". Spänningsförhållandet definieras som $V_{mp}/V_{oc}$ . Se <a href="#">Tolka uppmätta I-V-kurvor</a> .

Tabell 10. Beskrivning av tabellfliken (forts.)

Artikel	Beskrivning
5	<b>Current Ratio</b> (Strömförhållande) – strömförhållandet är en relativ indikation på lutningen på I-V-kurvans horisontella ben. Strömförhållandet definieras som $I_{mp}/I_{sc}$ . Se <a href="#">Tolka uppmätta I-V-kurvor</a> .
6	<b>Tilt</b> (Lutning) – matrisens lutning.
7	<b>V<sub>mp</sub> (V)</b> – spänningen vid maxeffektpunkten.
8	<b>I<sub>mp</sub> (A)</b> – strömmen vid maxeffektpunkten.
9	<b>V<sub>oc</sub> (V)</b> – tomgångsspänningen. V <sub>oc</sub> mäts omedelbart före det faktiska I-V-svepet. Detta värde på V <sub>oc</sub> är korrekt även om den uppmätta I-V-kurvan inte sträcker sig ända ner till den horisontella axeln.
10	<b>Cell Temp (°C)</b> – celltemperaturen. Denna skiljer sig från mätningen med termoelement på baksidan. En modell förutsäger temperaturfallet från cellen till baksidan för att erhålla celltemperaturen.
11	<b>I<sub>sc</sub> (A)</b> – kortslutningsströmmen. Den första punkten på I-V-svepet ligger något till höger om den vertikala axeln i I-V-kurvdiagrammet. PVA Software ritar en horisontell linje från denna punkt tillbaka till den vertikala axeln.
12	<b>I<sub>rr</sub> (W/m<sup>2</sup>)</b> – solinstrålningen. Den modellerade effektiva solinstrålningen.
13	<b>P<sub>max</sub> (W)</b> - uppmätt maxeffekt.
14	<b>Fill Factor</b> (Fyllnadsfaktor) – Fyllnadsfaktorn (FF) är en indikation på I-V-kurvans rätvinklighet. Se <a href="#">Tolka uppmätta I-V-kurvor</a> .
15	<b>Performance (%)</b> (Prestanda) – prestandafaktorn är förhållandet mellan den uppmätta maxeffekten och den beräknade maxeffekten. Se <a href="#">Tolka uppmätta I-V-kurvor</a> .

## Historikfliken

Fliken **History** (Historik) samlar automatiskt in tabellresultaten för dina senaste mätningar. Nya resultat visas i den vänstra kolumnen. Tidigare resultat flyttas åt höger. Tabellen innehåller maximalt 32 resultat. När gränsen har nåtts försvinner det äldsta mätresultatet från tabellen varje gång en ny mätning görs. Parametrarna som visas på historikfliken är identiska med resultaten som visas på tabellfliken. Ytterligare parametrar visas när **Show Advanced Parameters** (Visa avancerade parametrar) är markerad. Dessa visas i [Tabell 11](#).

**Tabell 11. Beskrivning av fliken History (Historik) (avancerade parametrar)**

	11/30/2021 11:55:06 AM	11/30/2021 11:54:18 AM	11/30/2021 11:53:52 AM	11/30/2021 11:53:35 AM	11/30/2021 11:53:14
Array Location					
Performance (%)					
Fill Factor	0.77	0.78	0.78	0.78	0.77
Pmax (W)	7941	7427	5993	6067	7459
Irr (W/m <sup>2</sup> )					
Prelim Irr (W/m <sup>2</sup> )	769.5	719.1	518.7	583.4	718.3
Irr Sensor					
Isc (A)	7.78	7.28	5.88	5.99	7.33
Cell Temp (°C)					
TC1 (°C)	39.1	38.3	39.7	39.7	39.1
TC2 (°C)					
Temp Sensor					

Artikel	Beskrivning
1	<b>Prelim Irr (W/m<sup>2</sup>)</b> – preliminär solinstrålning. Detta är den råa solinstrålning som uppmätts från SolSensor. Mätningen omfattar kalibrering och temperaturkorrigeringar, men inkluderar inte modellkorrigering för effektiv solinstrålning. Jämför preliminär solinstrålning med den modellerade effektiva solinstrålningen om det verkar vara ett problem med angivelsen solinstrålning. Se <a href="#">Preliminär kontra effektiv solinstrålning</a> .
2	<b>Irr Sensor</b> – solinstrålningssensorns ingångskonfiguration. Det kan till exempel vara SolSensor, Från I-V eller Manuell. Aktivera manuell sensorkonfiguration på verktygsmenyn. Se <a href="#">Menyn Utility (Verktyg)</a> .
3	<b>TC1 (°C)</b> – temperaturavläsning för termoelement 1. Titta på detta för att förstå SmartTemp-värdet.
4	<b>TC2 (°C)</b> – temperaturavläsning för termoelement 2. Titta på detta för att förstå SmartTemp-värdet.
5	<b>Temp Sensor</b> (temperatursensor) – temperatursensorns ingångskonfiguration. Det kan till exempel vara SolSensor, TC1, TC1, Avg(TC1, TC2), Från I-V, eller Manuell. Aktivera manuell sensorkonfiguration på verktygsmenyn. Se <a href="#">Menyn Utility (Verktyg)</a> . Observera att det här endast visas när Show Advanced Parameters (Visa avancerade parametrar) har markerats.

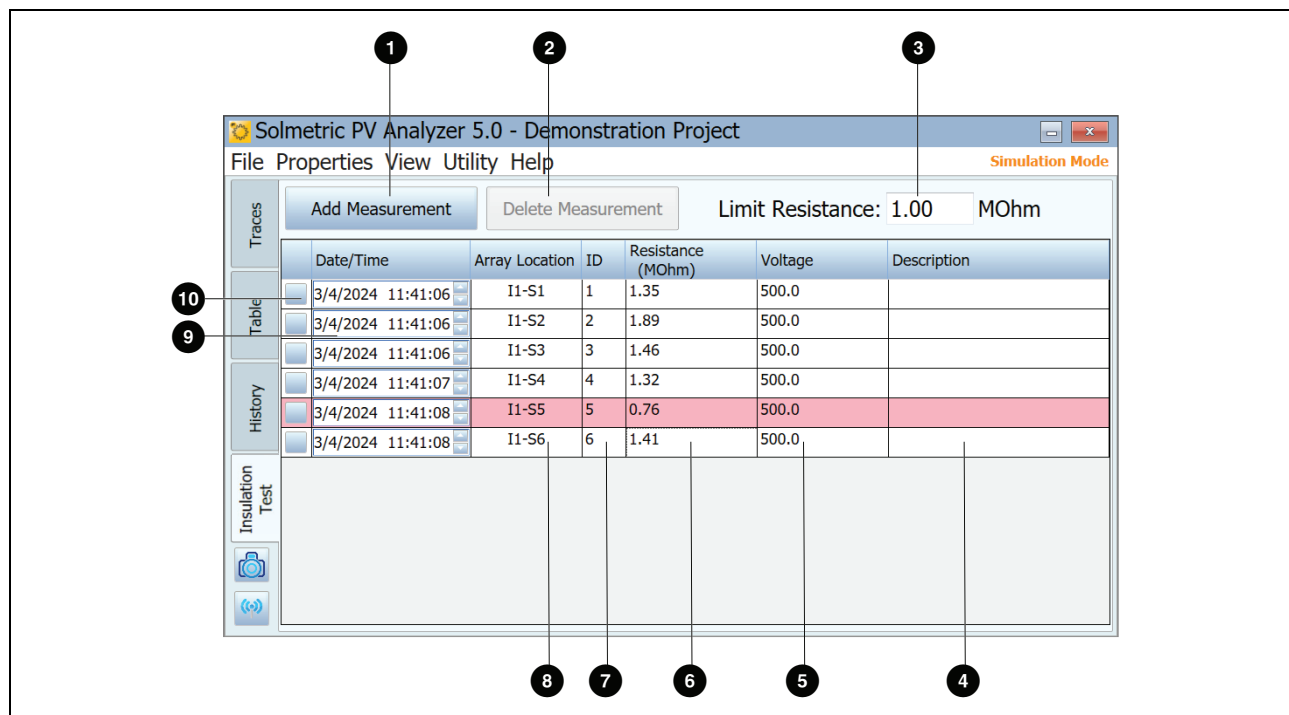
Historikfliken är särskilt användbar för att inspektera överensstämmelsen mellan mätningar som utförts vid ett apparatskåp under driftsättningstester och även för att se sekventiella steg i en felsökningssekvens. Om du till exempel använder metoden med selektiv skuggning för att hitta den ej fungerande modulen i en sträng med N (antal) moduler kan du använda historikfliken för att visa och jämföra de N mätresultaten. Kolumnen med värden som sticker ut jämfört med de andra kolumnerna motsvarar den skuggade dåliga modulen.

Det aktuella innehållet i historiktabellen sparas i projektfilen så att det senaste innehållet fortfarande finns kvar när du stänger och öppnar projektet igen. Innehållet sparas dock inte i systemträdet på samma sätt som dina I-V-kurvor, och när du hämtar en I-V-kurva från systemträdet uppdateras inte historiktabellen så att den stämmer med den hämtade mätningen. Dessutom exporteras inte innehållet i historiktabellen när du exporterar dina I-V-kurvdata.

### Fliken Isolationstest

Använd fliken Insulation Test (Isolationstest) för att registrera resultat från mätning av isolationsresistans som erhållits från ett separat instrument, t.ex. isolationsprovaren Fluke 1587FC. Fliken Isolationstest är dold som standard. Om du vill visa den här fliken använder du kontrollen på menyn View (Visa). Se [Tabell 12](#).

**Tabell 12. Beskrivning av fliken Insulation Test (Isolationstest)**



Artikel	Beskrivning
1	<b>Add Measurement</b> (Lägg till mätning) – lägger till en ny rad i tabellen, listar aktuellt datum och tid, och raden tilldelas ett id-nummer. Ange isolationsresistansvärdet.
2	<b>Delete Measurement</b> (Ta bort mätning) – tar bort den markerade mätningen från listan.

Tabell 12. Beskrivning av fliken Insulation Test (Isolationstest) (forts.)

Artikel	Beskrivning
3	<b>Limit Resistance</b> (Resistansgräns) – ange lägsta acceptabla värde för isolationsresistans. Alla uppmätta värden som ligger under denna gräns är markerade med rött i tabellen.
4	<b>Description</b> (Beskrivning) – valfri beskrivning av mätningen eller kretsen.
5	<b>Voltage</b> (Spänning) – den spänning vid vilken isolationsresistansen mättes. Klicka i det här fältet för att ange värdet.
6	<b>Resistance</b> (Resistans) – det uppmätta värdet av isolationsresistans i trädmodellen för att skapa solcellssystemet som programvaran använder för att associera platser för sparade mätningar och förutsäga förväntade prestanda. Klicka i det här fältet för att ange värdet.
7	<b>ID</b> – automatiskt tilldelat identifikationsnummer. Id-numret ökas med ett steg varje gång en mätning läggs till.
8	<b>Array Location</b> (Matrisplats) – visar systemträdet för att välja den plats där mätningen utfördes.
9	<b>Date/Time</b> (Datum/tid) – visar datum och tid då varje mätning lades till i tabellen.
10	<b>Selection box</b> (Markeringsruta) – markerar den mätning som ska tas bort. Klicka på <b>Delete Measurement</b> (Ta bort mätning) för att ta bort den valda mätningen.

## Den exporterade I-V-datafilen

I det här avsnittet beskrivs organisationen av CSV-filen som skapas när du exporterar mätningar från programvaran.

Användare av I-V Curve Tracer analyserar vanligen sina mätresultat med Excel-makrot Data Analysis Tool (DAT) som automatiserar analys- och rapporteringsprocessen. Hämta en kostnadsfri kopia av DAT genom att besöka [www.fluke.com](http://www.fluke.com). Om du vill använda DAT exporterar du först dina projektdata från I-V Curve Tracer genom att välja **File > Export Traces for Entire System...** (Arkiv > Exportera kurvor för hela systemet...) Se [Menyn File \(Arkiv\)](#) och importera sedan dessa data till DAT (instruktioner för hur du importerar finns i DAT-programvaran).

När du exporterar projektdata skapar programvaran ett mappträd på hårddisken som har samma hierarki som systemträdet i matrisnavigatorn. I-V-kurvdata exporteras till denna mappstruktur i CSV-filer. Om du mätte strängar av solcellsmoduler men inte sparade mätningar av de enskilda modulerna i strängarna, innehåller katalogerna på den lägre nivån i mappstrukturen CSV-filerna för strängens I-V-kurva.

När du använder Data Analysis Tool importerar du vissa eller alla dessa data till DAT för automatisk analys och rapportering. Bläddra till önskad nivå i mapphierarkin.

För att visa datafilerna för enskilda I-V-kurvor ska du använda ett program som kan läsa CSV-filer, t.ex. Microsoft Excel™. Det här avsnittet beskriver CSV-filens organisation och innehåll.

Tabell 13 visar CSV-filens avsnitt med rubrikinformation.

**Tabell 13. CSV-filens rubrikinformation**

SOLMETRIC PVA IV DATA		2
Report Date	9/18/2013	
Report Time	11:46:31 AM	
Software Build	1.1.6798	
Project File	County Fairgrounds building A	
Array Location	Inverter1-Combiner2-String5	
PVA Measurement Unit MAC Address	00158D0000227CE7	
SolSensor Unit MAC Address	00158D00001C6707	
Menyalternativ	Beskrivning	
Report Date and Time (Rapportens datum och tid)	När mätningen gjordes enligt klockan på datorn.	
Software Build (Mjukvarubygge)	Den version av programvaran i I-V Curve Tracer som gjorde den här mätningen.	
Project File (Projektfil)	Namnet på projektfilen när mätningen utfördes.	
Array Location (plats i matrisen)	Den plats i systemträdet där mätningen sparades. Normalt mappas detta direkt in i hierarkin för den faktiska matrisen.	
PVA Measurement Unit MAC Address (MAC-adress för PVA-mätenhet)	Den unika nätverksadressen för I-V Curve Tracer.	
SolSensor MAC Address (MAC-adress för SolSensor)	Den unika nätverksadressen för SolSensor.	

Bild 12 visas värdena för några av de uppmätta och förväntade punkterna på I-V-kurvan. Förkortningarna står för maxeffekt ( $P_{max}$ ), spänning vid maxeffekt ( $V_{mpp}$  eller  $V_{mp}$ ) och ström vid maxeffekt ( $I_{mpp}$  eller  $I_{mp}$ ), tomgångsspänning ( $V_{oc}$ ) kortslutningsström ( $I_{sc}$ ).

I programvaran erhålls värdet på  $P_{\max}$  genom att anpassa en polynomkurva av tredje ordningen på P-V-kurvan (effekt kontra spänning), och sedan beräkna  $V_{mp}$  (spänning vid maxeffekt) från toppen på den anpassade kurvan. Detta värde för  $V_{mp}$  används sedan för att interpolera  $I_{mp}$  (ström vid maxeffekt) från I-V-kurvan. Den här metoden minskar mängden osäkerhet som orsakas av elektriskt brus i ström- och spänningsmätningarna. Dataanalysverktyget (DAT) gör en ny beräkning av  $P_{\max}$  för data till diagram och rapporter. Det kan alternativt anpassa ett polynom av fjärde ordningen, vilket kan resultera i en liten skillnad i  $V_{mp}$ ,  $I_{mp}$  och  $P_{\max}$  mellan programvaran och DAT och passar i allmänhet bättre.

**Bild 12. Mätningar jämfört med modellval i exporterad CSV-fil**

	MEASUREMENTS	MODEL PREDICTIONS
Pmax	1639.091342	1303.786362
Vmpp	407.1462651	391.6482064
Impp	4.025804685	3.328973146
Voc	514.4149505	517.2308276
Isc	4.695322551	3.879695677

Tabell 14 visar avsnittet SolSensor-mätningar i den exporterade CSV-filen och i tabellen beskrivs innehållet. Alla värden registrerades vid den tidpunkt då I-V-mätningen utfördes.

**Tabell 14. Avsnittet SolSensor-mätningar i exporterad CSV-fil**

SolSensor Measurements	
Irradiance (W/m <sup>2</sup> )	607.3874995
Temperature Thermocouple 1 (Deg C)	50.24752808
Temperature Thermocouple 2 (Deg C)	#N/A
Pitch (Deg)	15.03951045
Roll (Deg)	-0.124151007
Tilt (from pitch and roll above) (Deg C)	15.04001105

Menyalternativ	Beskrivning
Irradiance (Solinstrålning)	Värdet på solinstrålningen uppmätt av kisel-fotodiodsensor inbyggd i SolSensor. Detta är den preliminära solinstrålningen och den kalibreras och temperaturkorrigeras, men skiljer sig från effektiv solinstrålning. Effektiv solinstrålning används i solcellsmodellen och är i allmänhet en bättre matchning för solinstrålningen för de valda modulerna än den preliminära solinstrålningen.
Temperature Thermocouple 1 (Termoelement 1 för temperatur)	Temperaturindikationen från termoelementet som är anslutet till TC1-uttaget på SolSensor.
Temperature Thermocouple 2 (Termoelement 2 för temperatur)	Temperaturindikationen från termoelementet som är anslutet till TC2-uttaget på SolSensor.
Pitch (Stigning)	SolSensors vinkel runt sin korta axel.
Roll (Rullning)	SolSensors vridningsvinkel runt sin långa axel.
Tilt (Lutning)	Lutning hos SolSensor, beräknad från stigning och rullning.

Tabell 15 visar avsnittet Model Details (modelluppgifter) i den exporterade CSV-filen.

**Tabell 15. Avsnittet Model Details (modelluppgifter) i CSV-filen**

MODEL DETAILS		
Irradiance used in model (W/m <sup>2</sup> )	607.3874995	Method: Measured
Cell Temperature used in model (Deg C)	56.04130905	Method: SmartTemp
Tilt use in model (Deg)	15.04001105	Method: Measured
Array Azimuth (Deg)	232	
User Series R (Ohms)	0.059934	
Performance Factor (%)	125.7	
Latitude	39	
Longitude	-122.92	
Time Zone	-8	
Module Mfr	Schott Solar	
Module Model	ASE-300-DGF/42-240	
# of Modules in String	11	
# of Strings in Parallel	1	
Inverter Mfr	Undefined Inverter	
Inverter Model	#N/A	
Wire AWG	10	
Wire Length (ft; one way)	30	

Artikel	Beskrivning
Irradiance used in model (Solinstrålning som används i modellen)	Värdet för effektiv solinstrålning som används i den prediktiva modellen.
Cell temperature used in model (Celltemperatur som används i modellen)	Värdet på solcellstemperatur som används i den prediktiva modellen.
Tilt used in model (Lutning som används i modellen)	Värdet på matrisens lutning som används i den prediktiva modellen.
Array azimuth (Matrisens azimut)	Kompassriktningen för matrisens ytor. 0=N, 90=E, 180=S, 270=W.
User Series R (Användarserie R)	Resistansen i ledarna mellan mätpunkten och solcellskällan (normalt gruppledningarna), beräknad på de uppgifter om ledningsdragning som angavs av användaren när projektet skapades.
Performance Factor (Prestandafaktor)	Förhållandet mellan uppmätt och beräknad maxeffekt uttryckt i %.
Latitude and Longitude (Latitud och longitud)	Den plats på jorden där mätningen gjordes.

**Tabell 15. Avsnittet Model Details (modelluppgifter) i CSV-filen (forts.)**

Artikel	Beskrivning
Time zone (Tidszon)	Den tidszon där mätningen utfördes.
Model Mfr (Modelltillverkare)	Tillverkare av solcellsmodulen.
Module Model (Modulmodell)	Solcellsmodulens modellnummer.
# of Modules in String (Antal moduler i sträng)	Antalet moduler som är seriekopplade i den uppmätta strängen.
# of Strings in Parallel (Antal parallella strängar)	Antal strängar som mäts parallellt.
Wire AWG (Ledningsdimension)	Ledningsdimension för ledarna mellan mätpunkten och solcellskällan.
Wire Length (Ledningslängd)	Längd (enkelriktad, i fot) på ledarna mellan mätpunkten och solcellskällan.

**Bild 13** visar de uppgifter om spänning, ström och effekt som sparats från mätningen. Antalet poster beror på den upplösning för I-V-kurvan som valts av användaren för den här mätningen (standard 100 punkter, kan ställas in av användaren till 500 punkter).

Den sparade datauppsättningen i **Bild 13** inkluderar inte de slutliga värdena för  $I_{sc}$  eller  $V_{oc}$  (slutliga värden visas i **Bild 10**). Solcellsmodellen projicerar den första strömpunkten på den vertikala axeln (strömaxeln) på I-V-diagrammet för att beräkna  $I_{sc}$ . Osäkerheten som introduceras i det här steget är minimal. Det slutliga värdet på  $V_{oc}$  mäts omedelbart före start av I-V-kurvsvepet med en separat intern voltmeter med hög impedans. Detta säkerställer att solcellskällkretsen verkligen är obelastad när du mäter  $V_{oc}$ .

**Bild 13. Uppgifter om spänning, ström och effekt från I-V-mätningar**

IV Measurements:		
VOLTS	AMPS	WATTS
19.39205301	4.695322551	91.05194381
37.82583013	4.65872928	176.2203024
56.13733349	4.636366726	260.2732651
74.14267981	4.618070091	342.3960921
92.20926973	4.599773455	424.1417512
110.1228116	4.585542739	504.9728592
127.8525617	4.567246104	583.9341142
145.5516595	4.546916509	661.8112433

## Grunden för prognoser av solcellsprestanda

Programvaran förutsäger den elektriska uteffekten för den solcellskälla som testas (modul eller sträng) baserat på modulens parametrar, solinstrålning och temperatur, solens infallsvinkel på matrisen och andra faktorer. Den efterföljande diskussionen beskriver processen med vilken SolSensor kalibreras och mäter solinstrålning och den process med vilken programvaran förutsäger de tre förväntade punkterna på I-V-kurvorna.

### Kalibrering av SolSensor med avseende på solinstrålning

Processen vid fabrikskalibrering av SolSensor omfattar denna stegsekvens:

1. Kalibrering av den elektroniska lutningssensorn.
2. Kalibrering av solinstrålningssensorns vinkelrespons.
3. Kalibrering av solinstrålningens mätning vid luftmassa 1,5 och normal förekomst i förhållande till en solsimulator.
4. De unika kalibreringskoefficienterna lagras i SolSensor och överförs till programvaran på begäran.

### Solinstrålningsmätning

Mätning med SolSensor av solinstrålning omfattar följande steg:

1. Kläm fast SolSensor på modulramen för att rikta in den i matrisens plan.
2. Solens position i förhållande till solinstrålningssensorns riktning beräknas baserat på matrisens azimutvinkel och lutning, tid och datum samt latitud och longitud.
3. Solinstrålningsvärdet är temperaturkorrigerat baserat på indikationen hos en temperaturgivare som sitter på solinstrålningssensorn och baserat på solinstrålningens infallsvinkel.
4. En av fyra spektrala korrigeringar tillämpas beroende på tekniken i matrisens solcellsmoduler (poly-Si, c-Si, HIT-Si eller CdTe). Korrigeringarna härleds från spektralöverlappningen i modulen/sensorn som beräknas av en SMARTS-atmosfärmodell som en funktion av luftmassa och höjd.

Den här processen ger solinstrålningens effektiva infallsvinkel på cellerna i solcellsmodulen. Effektiv solinstrålning är den del av den totala solinstrålningen som modulen kan omvandla till elektricitet.

### Prognos av solcellsprestanda

Programvaran jämför den uppmätta I-V-kurvan med prognoserna från den inbyggda modellen för solcellsprestanda. Prestandafaktorn beräknas utifrån den här jämförelsen.

Prognosprocessen omfattar följande steg:

1. Skapa ett projekt och ange alla nödvändiga parametrar som inkluderar valet av solcellsmodul från den inbyggda utrustningsdatabasen.
2. Modellen förutsäger  $I_{sc}$ ,  $I_{mp}$ ,  $V_{mp}$  och  $V_{oc}$  för de aktuella värdena för solinstrålning och temperatur.
3. Under förhållanden med svagt ljus justeras beräkningen baserat på prestandadata för  $200 \text{ W/m}^2$  i databasen.
4. Prestandafaktorn – förhållandet mellan uppmätt Pmax och förväntat Pmax – beräknas och uttrycks i procent. Prestandafaktorn är det viktigaste mätvärdet för solcellsmodulens eller -strängens prestanda.

### Översättning av uppmätta värden till STC

Uppmätta värden för  $I_{sc}$ ,  $I_{mp}$ ,  $V_{mp}$  och  $V_{oc}$  översätts till STC med de solinstrålnings- och temperaturberoende faktorer som lagras i modelldatabasen, och översättningsekvationerna från, [Översättning av I-V-data till standardtestförhållanden \(STC\)](#).

### Mätning av $I_{sc}$

I-V Curve Tracer använder en förladdningskondensator för att starta I-V-svepet vid en något negativ spänning, för att övervinna små spänningsfall och transienter som finns i mätslingan och säkerställa att det verkliga värdet på  $I_{sc}$  mäts. Under vissa testförhållanden kan det hända att den här förladdningen inte är tillräcklig för att starta I-V-kurvan vid eller under 0 V. I sådana fall uppstår en liten lucka mellan 0 V och det första uppmätta I-V-paret och programvaran konstruerar en horisontell linje från den första uppmätta I-V-punkten till den vertikala axeln för att uppskatta  $I_{sc}$ . Skärningspunkten mellan den horisontella linjen och den vertikala axeln rapporteras som  $I_{sc}$ . I de flesta fall är detta en extremt nära uppskattning.

De högeffektiva modulerna lagrar en stor mängd elektrisk laddning. När svepet börjar flödar den här reservoaren av laddning snabbt in i förladdningskondensatorn och stegar upp dess spänning så att den första I-V-punkten är i området med positiv spänning. I vissa fall, särskilt med 500 punkter, kan de första I-V-punkterna vara något förhöjda på grund av den resterande urladdningen av solcellsmodulens kapacitans. I sådana fall kan du se en liten, plan platå i I-V-kurvan strax över 0 V. Denna avvikelse från faktisk  $I_{sc}$  är vanligtvis extremt liten. Detta inträffar normalt inte med PVA-1500HE2 eftersom den hanterar strängar med högeffektiva moduler och deras stora startström.

## Kalibreringsverifiering

I-V Curve Tracer innehåller en dialogruta som heter **Calibration Verification** (Kalibreringsverifiering). Den används normalt på laboratorier som är utrustade för att verifiera kalibreringar. Klicka på **Utility > Calibration Verification** (Verktyg > Kalibreringsverifiering) för att öppna den. Den här dialogrutan visar kontinuerliga mätningar av spänning, solinstrålning, termoelement 1, termoelement 2 och lutning. Denna dialogruta kan användas för att verifiera PVA-sensorernas kalibrering och noggrannhet. Avläsningen för solinstrålning är den preliminära solinstrålningen som omfattar kalibreringsfaktorer och temperaturkorrigering men inte inkluderar ytterligare modellering (till exempel för effektiv solinstrålning). Det här värdet är lämpligt för att jämföra SolSensor-värdet med en referenscell utomhus under stabila solinstrålningsförhållanden eller med en solsimulator. Verifiera aktuell kalibrering och noggrannhet med den inställning som beskrivs i användarbeskrivningen *PV Analyzer Calibration Application Note* (Användarbeskrivning av kalibrering av solcellsanalysator) (se länk i dialogrutan) och tryck på knappen **Measure I-V Unit Current** (Mät-I-V-enhetens ström). Justeringar av kalibreringarna måste göras av Fluke.

## Programvaruuppdateringar

Flukes webbplats publicerar uppdateringar av programvara och handböcker. Kontrollera regelbundet webbplatsen på [www.fluke.com](http://www.fluke.com) för att hämta det senaste av bådadera. Jämför programvarans och handbokens versionsnummer med de versioner som du har. Om du vill uppdatera programvaran eller handböckerna hämtar du de senaste versionerna och kör det kostnadsfria installationsprogrammet. Se *Hjälpmenyn* för att hitta aktuell programvaruversion.

## Uppdateringar av fast programvara för I-V Curve Tracer och SolSensor

Den fasta programvaran för I-V Curve Tracer och SolSensor kan uppdateras på fältet.

När datorn är ansluten till internet och du startar programvaran hämtar programvaran de senaste versionerna av fast programvara för I-V Curve Tracer och SolSensor. Nästa gång datorn är Wi-Fi-ansluten till de två instrumenten läser datorns programvara av den aktuella versionen av den fasta programvaran och rekommenderar att du kör uppdateringen om det behövs. När uppdateringarna hämtats tar det cirka 2 minuter per instrument och det krävs ingen internetanslutning. Om du inte har din SolSensor med dig, eller den inte är påslagen, eller inte är inom Wi-Fi-räckvidden när du kör uppdateringsprocessen, uppdateras endast den fasta programvaran i I-V Curve Tracer. Du kan uppdatera den fasta programvaran i SolSensor nästa gång den är trådlöst ansluten till I-V Curve Tracer.

Så här kontrollerar du manuellt den fasta programvarans version I-V Curve Tracer och SolSensor:

1. Starta programvaran.
2. Anslut trådlöst till instrumenten.
3. Välj **Help** (Hjälp).
4. Välj **Connected Measurement Devices** (Anslutna mätenheter).

De aktuella versionerna av den fasta programvaran visas. Starta programvaran regelbundet när du är ansluten till internet för att se meddelanden om eventuella programuppdateringar. Därifrån hämtar du de senaste uppdateringarna av den fasta programvaran och se till att de finns redo för att uppdatera dina instrument ute på fältet.

## Utföra mätningar

I det här avsnittet beskrivs stegen för att utföra mätningar på fältet. Se den tryckta säkerhetsinformationen som medföljer I-V Curve Tracer.

### Innan du utför fältmätningar

#### Ladda utrustningen

Innan du tar med instrumenten ut på fältet laddar du både I-V Curve Tracer och SolSensor över natten.

- Om programvaran körs och I-V Curve Tracer och SolSensor är anslutna visas en blyxtikon i den övre högra delen över **I-V** eller **SS** när de laddas.
- Om den interna temperaturen i I-V Curve Tracer är för hög (till exempel på grund av många I-V-svep med hög spänning eller varma miljöförhållanden) laddas inte batteriet och I-V-laddningsikonen har ett rött **X** över sig. SolSensor kan också hamna i ett tillstånd av övertemperatur, även om det är mindre vanligt än för I-V Curve Tracer.

Utrustningen fungerar normalt i sju till åtta timmar på en laddning. Stäng av utrustningen när den inte används.

#### Se till att köra den senaste programvaran

Dubbelklicka på PVA-ikonen på datorn för att köra programvaran. Se [Programvaruuppdateringar](#).

#### Skapa ett projekt i programvaran

Skapa helst ett projekt där du har en internetanslutning och konstruktionsritningar över solcellsinstallationen. För stora anläggningar görs detta ofta på kontoret innan man ger sig ut på fältet. Se till att det skapade matrträdet representerar solcellssystemets arkitektur. Se [Nytt projekt](#).

#### Säkerställ tillräcklig solinstrålning för dina mätningar

Prestandamätningar utförs bäst inom intervallet 700 till 1 000 W per kvadratmeter. Välj om möjligt en dag när det är klart väder. Om det är molnigt får du försöka utlösa mätningar vid de tillfällen då det inte finns några moln i närheten av solen. Försök också att göra mätningar inom ett sextimmarsfönster centrerat runt solens middagstid.

Om du mäter en horisontell enaxlad solföljare kan du konfigurera projektet så att solföljaren körs medan du utför mätningar. Det ger en mer konsekvent hög solinstrålning under dagen.

## Mätningar på fältet

### Mät tomgångsspänningen ( $V_{oc}$ )

Om tomgångsspänningen ( $V_{oc}$ ) i solcellskällkretsen överskrider den angivna maximala ingångslikspänningen för I-V Curve Tracer kan produkten skadas. Innan du påbörjar mätningar på ett nytt solcellsfält ska du mäta en sträng med en korrekt klassificerad digital multimeter (DMM) för att se till att  $V_{oc}$  är inom likspänningsområdet för I-V Curve Tracer. Det här steget förhindrar skador på produkten och sparar tid.

### Anslut I-V Curve Tracers testsladdar

Skjut upp dammskyddet för bananuttagen på I-V Curve Tracer och anslut bananuttagen till I-V Curve Tracer (röd till röd, svart till svart). Det finns två typer av testsladdar, banan till krokodilklämna och banan till MC-4.

Anslut krokodilklämmorna till testsladdarnas ändar. Se till att endast använda de 1 500 V-klassade testsladdar och krokodilklämmor (delfinklämmor) som levereras av Fluke med I-V Curve Tracer.

### Starta programmet

Dubbelklicka på PVA-ikonen på skrivbordet för att starta programvaran.

### Läs in ditt projekt

Välj ditt projekt på menyn **File** (Arkiv) i programvaran. Projektet måste skapas specifikt för den solcellsinstallation som du ska mäta.

### Mäta individuella strängar jämfört med parallella strängar

Vanligtvis bör du mäta varje sträng individuellt för att få bästa möjliga insikt och upplösning i resultatet. Om du mäter flera strängar parallellt ska du se till att den maximala solcellsström som du planerar att mäta är mindre än den angivna maximala strömmen för I-V Curve Tracer. För att beräkna den maximala ström som de parallella strängarna kommer att producera mäter du en enda sträng i fullt solsken och multiplicerar den uppmätta kortslutningsströmmen ( $I_{sc}$ ) med antalet strängar som ska mätas parallellt. Tänk på att den maximala totala strömmen ökar när solen är mer direkt framför matrisen, och att molnkanteffekter under några sekunder kan öka den totala strömmen mer än 25 % över normala förhållanden med en molnfri himmel.

### Mäta högeffektiva moduler

Högeffektiva moduler har hög kapacitans, vilket kan orsaka hög startström när I-V-kurvor mäts. PVA-1500HE2 hanterar den här startströmmen för strängar med högeffektiva moduler på upp till 30 A.

PVA-1500T2 hanterar denna startström från solcellskretsar upp till 30 A kortslutningsström när modulens effektivitet är  $< 19\%$  eller upp till kortslutningsström när modulens effektivitet är  $\geq 19\%$ . Startströmmen ökas av högre effektivitet, högre strömsträngar, högre spänningssträngar, högre bifacialitet och högre strålning. En 1 350 V-sträng av dubbelsidiga (bifaciala) moduler med 21 % effektivitet och  $I_{SC}$  på 18 A vid en solinstrålning runt 1 000 W/m<sup>2</sup> orsakar sannolikt en överströmsvarning i en PVA-1500T2. Lägre strängspänningar kan tillåta strömmar på över 10 A, även med högeffektiva moduler, så att bryta upp strängar för att minska spänningen och justera solföljarriktningen för lägre solinstrålning kan i vissa fall vara en lösning vid I-V-mätning. Mer information om högeffektiva moduler finns i Solmetrics användarbeskrivning I-V Curve Tracing of High Efficiency PV Modules (I-V-kurvmätning i högeffektiva solcellsmoduler).

### Anslut testsladdarna till solcellsutrustningen

Observera rätt polariteter (röd testsladd till DC-positiv, svart testsladd till DC-negativ).

Om du mäter kretsar vid ett apparatskåp ska du, efter att du har öppnat likströmsfrånskiljaren för att koppla bort växelriktaren och lyft alla säkringar (om apparatskåpet har en säkring per sträng) eller lyft alla säkringar på den positiva sidan (om apparatskåpet har två säkringar per sträng), ansluta solcellstestsladdens krokodilklämmor till de positiva och negativa samlingskenorna. Det gör att du kan sätta i en trådsäkring åt gången för att välja den solcellskrets som ska testas.

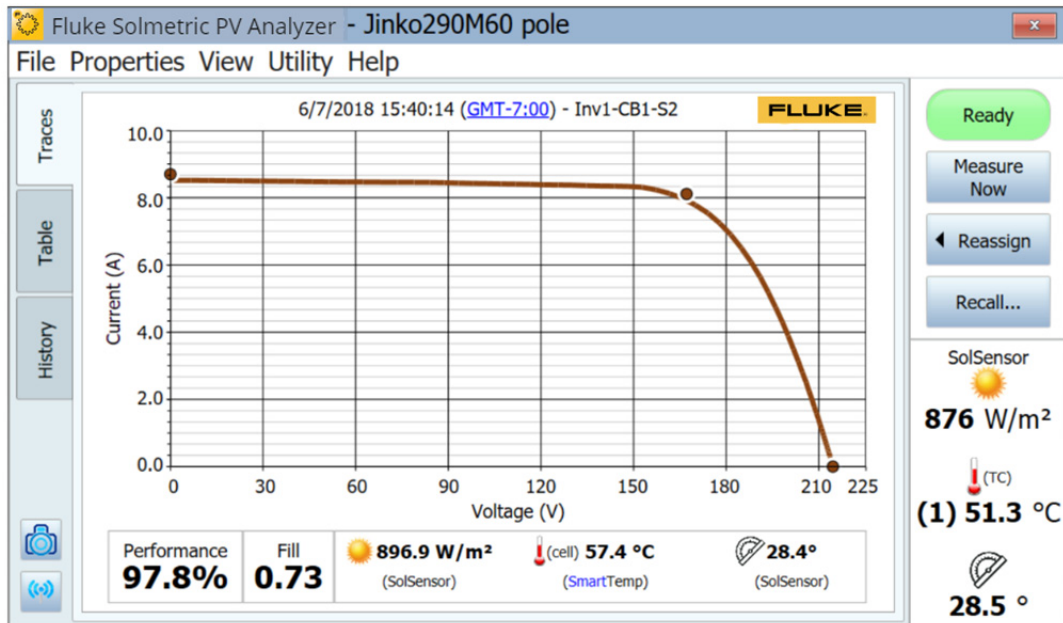
### Välj den första solcellskretsen som ska mätas

Om du använder strängsäkringarna för att välja solcellskretsar ska du sätta i den första säkringen.

### Gör den första mätningen

Tryck på **Measure Now** (Mät nu). Den uppmätta kurvan visas normalt inom 1 till 11 sekunder. Se [Bild 14](#).

Bild 14. Resultat från en I-V-kurvmätning



När den uppmätta I-V-kurvan visas glider I-V-diagrammet åt vänster och solcellssystemets matristräd visas till höger.

Navigera till den plats i trädet som stämmer överens med den plats där du gjorde mätningen. Markera den grenen av trädet och klicka på **Assign and Save** (Placera och spara). Om du inte vill spara kurvan, utan bara vill att programvaran ska jämföra den uppmätta kurvan med solcellmodellens prognoser trycker du istället på **Assign Only** (Placera endast).

När du placerar och sparar utför programvaran kontroller (Varningar) för att automatiskt upptäcka problem. Mer information finns under [Varningar](#).

Matristrädet stängs och I-V-kurvan expanderas till sin fulla bredd.

Inspektera kurvan med avseende på onormala former och lägg märke till värdena för Fill Factor (fyllnadsfaktor) och Performance Factor (prestandafaktor) under I-V-kurvdiagrammet. Fyllnadsfaktorn blir mindre om I-V-kurvan är dåligt formad. Förvänta dig att prestandafaktorer mestadels ligger inom intervallet 90 till 100 % för en ny, ren matris. Om värdena är mycket högre eller lägre än så kontrollerar du att solinstrålningssensorn är monterad i matrisplanet, att datorns datum, tid och tidszon är korrekta, att solcellsmodulens parametrar är korrekta, och att matrisens azimut och typ är korrekt inställda.

Kontrollera de sensorvärden som sparades med mätningen. De är direkt under I-V-kurvdiagrammet.

### Välj nästa solcellskrets och gör en ny mätning

Vid arbete i ett apparatskåp lyfter du upp den föregående säkringen och sätter i nästa. Upprepa stegen ovan för att göra och spara mätningen.

Var medveten om att när dina mätningar är klara och data exporteras från programvaran, exporterar programvaran endast den senaste mätningen som sparats till varje gren av matristrädet. Om du gör extra mätningar medan du felsöker en sträng som underpresterar ska du se till att göra en slutlig mätning av den reparerade strängen, för export.

### Se efter om uppgifterna är konsekventa

Innan du går vidare till nästa apparatskåp eller växelriktare klickar du på fliken **History** (Historik) och rullar från vänster till höger för att se de numeriska resultaten av mätningarna i det här apparatskåpet. Den senaste mätningen visas i den vänstra kolumnen. Kontrollera om det finns starkt avvikande värden.

Till exempel bör värdena på  $V_{oc}$  vara nära grupperade för att indikera att strängarna har rätt antal moduler.

Värdena på  $I_{sc}$  bör också vara nära grupperade om det är en klar dag och solinstrålningen nästan är konstant.

En låg fyllnadsfaktor innebär att formen på I-V-kurvan är försämrad. Detta kan orsakas av skuggning, nedsmutsning eller skräp eller utrustning på modulerna som testas. Se [Tolka uppmätta I-V-kurvor](#).

Det hjälper att rensa historiktabellen innan du går vidare till nästa apparatskåp.

## Varningar

När du har gjort en mätning och väljer **Assign and Save** (Placera och spara) utför programvaran automatiska kontroller för att upptäcka potentiella problem med mätkonfigurationen eller med kretsen som testas. Dessa kallas varningar. [Tabell 16](#) listas varningstyperna. Vissa varningar kan inaktiveras från att visas igen under sessionen. Inaktiverade varningar aktiveras igen när programvaran startas om. Varningar visas endast när ett projekt med en modell har lästs in.

**Tabell 16. Varningsmeddelanden**

Varning	Beskrivning
Large deviation in Effective vs. Preliminary Irradiance (Stor avvikelse i effektiv kontra preliminär solinstrålning)	Om den modellerade effektiva solinstrålningen avviker från den preliminära solinstrålningen med mer än 25 % visar programvaran en varning som anger att solinstrålningen avviker. Detta inträffar om longitud, latitud, tid/datum eller azimut är felaktiga i <b>Site Info</b> (Platsinformation) eller om SolSensor inte är monterad i matrisens plan.
Smart Temp Detected Problem (Smart Temp upptäckte problem)	Om SmartTemp-algoritmen upptäcker en avvikelse på > 8 °C mellan beräkningen av blandad temperatur och termoelementen visar programvaran en varning som anger avvikelsen.
Large Deviation between Thermocouples (Stor avvikelse mellan termoelement)	Om avvikelsen mellan termoelementens indikering är > 5 °C visar programvaran en varning för att ange avvikelsen.
No SolSensor Readings (Inga SolSensor-avläsningar)	Om SolSensor inte tar emot data eller inte är ansluten till programvaran visar programvaran en varning som anger tillståndet. Bestäm om kurvan ska godkännas utan SolSensor-data eller om kurvan ska raderas.
User-Set Threshold Exceeded (Användarinställd tröskel överskriden)	Om ett av de användardefinierade tröskelvärdena för varning överskrids visar programvaran en varning som anger avvikelsen (till exempel varning om $I_{sc}$ ). Välj <b>Configure Measurement Alert Thresholds</b> (Konfigurera tröskelvärden för mätvarningar) på menyn <b>Utility</b> (Verktyg) för att konfigurera de användardefinierade varningarna.

## Säkerhetskopiering av data

Programvaran har en funktion för automatisk säkerhetskopiering. Som standard säkerhetskopierar programvaran projektet var 20:e gång som du sparar en I-V-kurva. Om du vill aktivera eller inaktivera den här funktionen, ändra hur ofta säkerhetskopiering görs eller ändra plats för säkerhetskopieringsmappen väljer du **File>Project Backup Settings...** (Arkiv > Inställningar för säkerhetskopiering av projekt). Om du vill skapa en säkerhetskopia manuellt klickar du på **Create Backup Now** (Skapa säkerhetskopia nu).

## Mäta solinstrålning, temperatur och lutning

Oavsett mätmetod innebär en grundlig utvärdering av matrisprestanda att uppmätta data jämförs med en referens. Denna referens kan till exempel komma från ett enkelt STC-maxeffektvärde eller från en detaljerad modell för solcellsprestanda. I vilket fall måste du känna till solinstrålningen i matrisens plan och matristemperaturen för att kunna utvärdera matrisprestanda korrekt mot din referens.

Du måste ta hänsyn till ett antal faktorer för att säkerställa goda mätresultat. Det här avsnittet ger den bakgrund som behövs för att göra informerade val för din specifika tillämpning.

Mätning av solinstrålning innebär ett antal krav och utmaningar:

- Solinstrålning måste mätas i matrisens plan (POA)
- Solinstrålningen kanske inte är enhetlig över matrisens yta på grund av skuggning och albedoeffekter, liksom lokala molneffekter
- Solinstrålning kan variera snabbt
- Solinstrålningssensorer kan ha andra spektralsvar än själva solcellsmodulerna
- Solenergispiktrumet förskjuts betydligt tidigt och sent på dagen
- Formen på solcellsmodulens I-V-kurva ändras vid låga solinstrålningsnivåer

Den temperaturparameter som är av intresse för solcellsmodellen är medeltemperaturen för solcellerna i den sträng eller modul som testas. Du ställs inför ett antal utmaningar när du ska fastställa den genomsnittliga celltemperaturen:

- Solcellen är inbäddad i andra material, så du kan inte mäta celltemperaturen genom direktkontakt.
- Materialen som solcellen är inbäddad i har dålig värmeledningsförmåga, så att det kan förekomma betydande temperaturfall mellan cellerna och modulens framsida eller baksida.
- Temperaturförskjutningen mellan solcellen och modulens baksida beror på stativkonfiguration och ventilation samt aktuell solinstrålning.
- Temperaturen är inte enhetlig över en solcellsmodul eller matris på grund av variationer i stativkonfiguration och ventilation.
- Temperaturen på en given plats kan variera med tiden, även vid konstant solinstrålning, på grund av konvektionsströmmar och vind.
- Ett luftgap mellan en temperatursensor på baksidan och den faktiska ytan på baksidan resulterar i ett betydande temperaturfel.
- Stora temperatursensorer, särskilt skrymmande RTD-enheter, spårar inte snabba förändringar i modulens temperatur.
- Problem med yta och material begränsar noggrannheten i temperaturmätningar med infrarödteknik.

Programvaran har flera metoder för att mäta solinstrålning, temperatur och lutning, enligt [Tabell 17](#).

**Tabell 17. Sensoralternativ**

Solinstrålning	Temperatur	Lutning
SolSensor	SmartTemp	SolSensor
From I-V curve (Från I-V-kurvan)	From I-V curve (Från I-V-kurvan)	Manual entry (Manuell inmatning)
Manual entry (Manuell inmatning)	Thermocouple 1 (Termoelement 1)	-
-	Thermocouple 2 (Termoelement 2)	-
-	Average of TC1 and TC2 (Medelvärde för TC1 och TC2)	-
-	Manual entry (Manuell inmatning)	-

Använd valfri kombination av metoder beroende på kraven i din tillämpning.

## Mät solinstrålning med SolSensor

### SolSensors solinstrålningssensor

Fluke rekommenderar i de flesta fall att SolSensor används som källa för solinstrålningsmätning. SolSensor-enhetens sensorelement för solinstrålning är en silikonfotodiod med temperaturkorrigering. Dess spektrala respons har korrigerats för att matcha kiselsolceller, och dess vinkelrespons har korrigerats för att ge förbättrad noggrannhet över en bredare del av dagen.

### Preliminär kontra effektiv solinstrålning

SolSensor ger en preliminär solinstrålning som är kalibrerad och temperaturkorrigerad (för fotodiodens temperatur). Den preliminära solinstrålningen korrigeras ytterligare enligt solcellsmodellens parametrar för den valda solcellsmodulen för att beräkna den effektiva solinstrålning som är den strålning som ses av de faktiska solcellerna. Om ett projekt och en modell ännu inte har skapats får inte SolSensor-värdena den här ytterligare korrigeringen och värdena för den *preliminära solinstrålningen* visas. I den situationen avrundas solinstrålningsvärdet som visas i fältet med avläsningar i realtid från SolSensor till höger på skärmen till närmaste  $10 \text{ W/m}^2$  och skrivs i kursiv stil.

När projektet och modellen har skapats visas effektiv solinstrålning i normalt teckensnitt med en upplösning på  $1 \text{ W/m}^2$ . Räkna med att det uppstår små skillnader mellan preliminär och effektiv solinstrålning baserat på korrigeringarna. Om du vill se uppmätt (preliminär) solinstrålning med upplösningen  $1 \text{ W/m}^2$  går du till dialogrutan **Calibration Verification** (Kalibreringsverifiering) på menyn **Utility** (Verktyg). Se [Kalibreringsverifiering](#).

### Försiktighetsåtgärder för SolSensor

#### Skydda solinstrålningssensorns element

När solinstrålningssensorn (vit akrylskiva) inte används ska den täckas av det medföljande svarta gummiskyddet. Ta bort skyddet efter att du har monterat SolSensor i matrisplanet och sätt tillbaka skyddet innan du flyttar SolSensor till en annan plats.

 **Viktigt**

**För att undvika skador på SolSensor ska du låta skyddet sitta på solinstrålningssensorn när den inte används. Sensorn skadas lätt av stötar eller nötning, och noggrannheten påverkas också av nedsmutsning. Det vita *akrylögat* på solinstrålningssensorn är ett optiskt precisionselement som måste hållas i nyskick för att säkerställa korrekta mätningar.**

### Diffust ljus

När himlen blir disig sprids en större del av solljuset. Denna spridda eller *diffusa* del av solinstrålningen på matrisen från alla riktningar och vinklar kan göra det till en utmaning för vissa solinstrålningssensorer, beroende på deras konstruktion, att noggrant mäta solinstrålning vid förekomst av betydande diffus solinstrålning. Vissa handhållna solinstrålningssensorer har till exempel dålig cosinusrespons och deras noggrannhet anges endast för direkt normal solinstrålning, dvs. klara dagar och riktade direkt mot solen. En referenscell med liknande teknik som cellerna i de moduler som testas minskar detta fel, men eliminerar det inte. SolSensors solinstrålningssensor korrigeras med avseende på vinkeleffekter och ger bättre prestanda under diffusa ljusförhållanden.

### Bestäm solinstrålning från den uppmätta I-V-kurvan

Fluke rekommenderar i de flesta fall att SolSensor används som källa för solinstrålningsmätning. Det finns dock vissa tillfällen då det är praktiskt att använda inställningen **From I-V** (Från I-V). När du väljer alternativet **From I-V** beräknar programvaran solinstrålning från den uppmätta I-V-kurvan. Det här alternativet har fördelar och begränsningar.

Alternativet From I-V ger följande fördelar:

- Det finns ingen tidsfördröjning mellan mätningen av I-V-kurvan och fastställande av solinstrålning. Det här är användbart när solinstrålningen ändras snabbt (rampning) på grund av rörliga moln, ett tillstånd vid vilket en eventuell tidsfördröjning mellan mätningar av I-V och solinstrålning resulterar i solinstrålningsfel.
- Du kan mäta celltekniker som har en dålig spektral överensstämmelse med SolSensor-enhetens solinstrålningssensor av kisel.
- Eftersom det beräknade värdet på  $I_{sc}$  tvingas överensstämma med det uppmätta värdet på  $I_{sc}$  är det enkelt att upptäcka eventuella avvikelser mellan formerna på de uppmätta och beräknade I-V-kurvorna.

Solinstrålningsalternativet **From I-V** har även följande begränsningar:

- Enhetlig nedsmutsning tolkas som minskad solinstrålning och orsakar därför inte någon avvikelse mellan de uppmätta och beräknade I-V-kurvorna. Inspektera matrisen innan du mäter och rengör den vid behov för att minska denna risk.
- På liknande sätt tolkas enhetlig försämring av modulens  $I_{SC}$  som minskad solinstrålning och upptäcks därför inte.
- **From I-V**-värdet på solinstrålningen används av den förutsägande solcellsmodellen till att beräkna det förväntade värdet på  $I_{SC}$ . Att använda ett uppmätt värde för att beräkna det förväntade värdet blir cirkulärt och tvingar det förväntade värdet på  $I_{SC}$  att stämma överens med det uppmätta värdet.

## Ange solinstrålningen manuellt

När du väljer det här alternativet anger du manuellt ett solinstrålningsvärde som erhållits med en annan metod, t.ex. en handhållen sensor eller en referenscell monterad på matrisen. Det här alternativet har följande begränsningar:

- Det är svårt att rikta de handhållna solinstrålningssensorerna i matrisens plan.
- En större och mer variabel tidsfördröjning mellan I-V-kurvan och mätningarna av solinstrålningen ger solinstrålningsfel under förhållanden med snabbt växlande solinstrålning.
- Handhållna solinstrålningssensorer kan ha dålig noggrannhet, särskilt i cosinusresponsen. Detta medför betydande solinstrålningsfel när solen går utanför matrisens axel och under diffusa ljusförhållanden.

## Mät temperaturen på baksidan av en solcellsmodul med ett termoelement

Mätning av modulens temperatur på baksidan är en av de traditionella metoder som används av I-V-kurvföljare. Den har flera fördelar och begränsningar. Observera att vissa av de nödvändiga delarna beskrivs under [Konfigurera och använda I-V Curve Tracer och SolSensor](#).

Metoden med termoelement på baksidan ger följande fördelar:

- Det är en direkt metod utan beroende av en solcellsmodell.
- Den gör att du kan välja platsen för temperaturmätning. Det är bäst att välja en plats med genomsnittlig temperatur och undvika platser som är mycket varmare eller mycket närmare matrisens kallare kanter.

Metoden med termoelement på baksidan har följande begränsningar:

- Den prediktiva solcellsmodellen vill känna till celltemperaturen, men termoelementet mäter den något kallare temperaturen på baksidan. Programvaran kompenserar delvis för detta genom att modellera temperaturfallet från cellen till baksidan (med upp till 3 °C till den uppmätta temperaturen på baksidan). Graden av kompensation varierar i förhållande till solinstrålningen, eftersom skillnaden mellan cellen och baksidans temperatur är högre vid hög strålning.
- Baksidans temperatur varierar avsevärt mellan en solcellsmodul, sträng eller matris. Den här variationen orsakas av mönster av konvektiv kylning som beror på ventilationsgraden, den relativa placeringen i matrisen och exponeringen för vind. Av denna anledning kan dina temperaturmätningar avvika uppåt eller nedåt från de faktiska värdena.

### Välj en ledningsdimension för termoelement

Fluke rekommenderar att du använder de termoelement som medföljer SolSensor, men om du använder ett annat termoelement ska du välja en relativt tunn ledningsdimension för termoelementet, helst #24 eller #30. Vissa användare föredrar nr 24 för extra tålighet och hanterbarhet.

Det finns olika skäl att använda en av dessa finare ledningsdimensioner:

- För noggranna temperaturmätningar måste spetsen på termoelementet hållas i god fysisk kontakt med baksidan. Ett luftgap mellan termoelementet och baksidans yta ger en lägre temperaturavläsning. Använd tejp för att hålla termoelementet på plats. Styv ledare till termoelementet är inte tillräckligt eftergivlig för att tejpens ska kunna göra sitt jobb.
- Eftersom tjockare termoelementledningar är mer massiva kan termoelementet inte reagera lika snabbt på temperaturvariationer som orsakas av vind eller förändringar i solinstrålning. Under ändrade förhållanden översätts en mätfördröjning till ett mätfel.
- Termoelementledarna kan själva avleda en liten mängd värme bort från termoelementets spets. Den här värmeavledningen orsakar ett litet temperaturfall i modulens baksidesmaterial som har dålig värmeledningsförmåga.

### Välj en termoelementspets

Det finns en mängd olika spetsstilar. Den enkla kulspetsen är ett bra val eftersom den är robust och tillförlitlig och har relativt låg vikt, vilket gör att den snabbt kan spåra temperaturvariationer. Spetsar med lägre vikt och integrerade självhäftande remsor kan också användas, men erfarenheten visar att dessa enheter lätt kan skadas.

## Mät solcellsmodulens temperatur med en IR-termometer

Vissa mätlösningar är beroende av infrarödmätningar av modultemperaturen. Denna metod har allvarliga begränsningar.

Eftersom IR-termometern fastställer temperaturen genom att känna av strålningsenergin som sänds ut av det föremål som mäts, beror temperaturmätningens noggrannhet på hur nära instrumentets kontrollinställning för emissivitet motsvarar objektets faktiska emissivitet. Emissiviteten hos ett material är ett mått på dess relativa förmåga att avge energi genom strålning. Det är förhållandet mellan den energi som ett visst material utstrålar och energin som utstrålas av en svartkropp vid samma temperatur. En äkta svartkropp skulle ha en  $\epsilon = 1$  medan ett verkligt objekt skulle ha  $\epsilon < 1$ . I allmänhet gäller att ju mattare och svartare ett material är, desto närmare är dess emissivitet 1. Ju mer reflekterande ett material är, desto lägre är dess emissivitet. Högpolerat silver har en emissivitet på cirka 0,02.

Vissa IR-termometrar gör det möjligt att kontinuerligt justera emissiviteten. Vissa modeller har endast en hög/medel/låg inställning, vilket begränsar din noggrannhet. Vissa använder en fabriksinställd emissivitet och kan inte justeras av användaren.

Solcellsmodulers baksidor har inte alla samma emissivitet, så du måste antingen justera instrumentets emissivitetskontroll så att den matchar den bakre ytan eller ändra emissiviteten för den bakre ytan så att den matchar instrumentet. Platt svart eltejp används ofta för att uppnå hög emissivitet. Med den här tekniken kan du ställa in emissivitetskontrollen på 1 och ha rimlig noggrannhet.

Om du inte använder tejp kan du kalibrera instrumentet mot en annan mätmetod, vanligtvis ett termoelement som är tejpats på baksidan av samma solcell (se riktlinjerna som diskuterades tidigare). Justera emissiviteten tills temperaturangivelserna är desamma. Tänk på att den här emissivitetsinställningen endast kalibreras för den här specifika typen av modulbaksida.

Med IR-tekniker ska du inte mäta modultemperaturen från modulens framsida. Glaset reflekterar värme från andra föremål, särskilt solen. Glaset kanske inte heller är helt genomskinligt för IR-instrumentets våglängd. Detta resulterar i att temperaturindikationen är en funktion av både glastemperaturen och solcellstemperaturen.

## Bestäm celltemperatur från den uppmätta I-V-kurvan

När du väljer alternativet **From I-V** beräknar programvaran den ekvivalenta celltemperaturen från den uppmätta I-V-kurvan. Det här alternativet har flera fördelar och flera begränsningar, allt på grund av det faktum att eftersom temperaturen beräknas huvudsakligen från den uppmätta  $V_{oc}$  och det resulterande temperaturvärdet är indata till solcellsmodellen, tvingas modellpunkten som representerar  $V_{oc}$  överensstämma med det uppmätta värdet på  $V_{oc}$ .

Temperaturalternativet **From I-V** ger följande fördelar:

- Det temperaturvärde som är resultatet representerar den genomsnittliga celltemperaturen, vilket är vad solcellsmodellen behöver. Metoden tar korrekt hänsyn till temperaturvariationen över modulen eller strängen som testas.
- Det finns ingen tidsfördröjning mellan mätningen av I-V-kurvan och fastställande av temperaturen. Detta är användbart när modultemperaturen ändras snabbt, ett tillstånd under vilket en tidsfördröjning leder till ett temperaturfel. Snabba temperaturförändringar kan orsakas av varierande molnighet och även av kraftig vind.
- Eftersom det beräknade värdet på  $V_{oc}$  (den högra röda punkten överlagd på den visade I-V-kurvan) tvingas överensstämja med det uppmätta värdet på  $V_{oc}$  är det lättare att upptäcka eventuella avvikelser mellan formerna på de uppmätta och förväntade I-V-kurvorna.

Temperaturalternativet **From I-V** har även följande begränsningar:

- Den modell vars temperatur bestäms från  $V_{oc}$  gäller endast vid relativt hög solinstrålning. Vid låg solinstrålning uppstår betydande fel vid beräkning av temperaturen.
- Om den solcellskälla som testas har en eller flera kortslutna eller ledande förbikopplingsdioder, beräknar programvaran en celltemperatur som är lägre än den faktiska. Du kan minska denna risk genom att jämföra  $V_{oc}$ -värden mellan olika strängar eller moduler som testas. Värdena ska vara ganska enhetliga. Om en enda sträng visar en avvikelse på mer än cirka 10 till 12 V kan en förbikopplingsdiod vara påslagen eller kortsluten.
- From I-V-värdet på celltemperaturen används av den förutsägande solcellsmodellen till att beräkna det förväntade värdet på  $V_{oc}$ . Att använda ett uppmätt värde för att beräkna det förväntade värdet blir cirkulärt och tvingar det förväntade värdet på  $V_{oc}$  att stämja överens med det uppmätta värdet.

### Mät solcellsmodulens temperatur på baksidan med ett termoelement

Fluke rekommenderar användning av SmartTemp-inställningen och ett eller två termoelement på baksidan av en modul. SmartTemp-metoden använder en blandning av metoden **From I-V** och den med termoelement på baksidan. Den utnyttjar det bästa i vardera metoden, medan den undviker de största begränsningarna hos båda. Blandningen ändras som en funktion av solinstrålningen:

- Vid solinstrålningsvärden på  $< 400 \text{ W/m}^2$  erhålls temperaturen från termoelementet på baksidan.
- Vid strålningsvärden  $> 800 \text{ W/m}^2$  beräknas temperaturen med From I-V-metoden.
- Vid strålningsvärden mellan  $400 \text{ W/m}^2$  och  $800 \text{ W/m}^2$  skiftar programvaran successivt mellan termoelements- och From I-V-metoderna.

Den här strategin använder From I-V-metoden vid höga solinstrålningsvärden där den är mest exakt, och använder termoelementet på baksidan vid låga solinstrålningsvärden då det finns en relativt liten temperaturförskjutning mellan modulens baksida och cellen.

Om Programvaran detekterar en temperaturskillnad på mer än 5 °C mellan termoelements- och From I-V-metoden växlar programvaran till att bara använda termoelementet. Detta minskar risken för temperaturfel som orsakas av en modul som saknas eller en kortsluten förbikopplingsdiod.

## Tolka uppmätta I-V-kurvor

En solcellsmodul, -sträng eller -matris har en karakteristisk kurva med ström kontra spänning: *I-V-kurvan*. I-V-kurvan representerar den grupp av ström- och spänningspar där solcellskretsen kan fungera vid motsvarande solinstrålning och temperatur. De matematiska modellerna I-V Curve Tracer förutsäger formen på den här kurvan för tusentals olika solcellsmoduler och konfigurationer. Ibland avviker formen på den uppmätta I-V-kurvan avsevärt från den form som förutsägs av modellen. Dessa avvikelser innehåller information om solcellssystemets prestanda och ger viktiga ledtrådar vid felsökning av prestandaproblem. I det här avsnittet beskrivs de vanligaste avvikelsemönstren och de vanligaste orsakerna till dessa avvikelser identifieras.

### Indata till solcellsmodellen

Modelleringsfunktionerna i I-V Curve Tracer förutsäger formen på I-V-kurvan för jämförelse med uppmätta resultat. För att beräkningen ska vara giltig måste indata till modellen vara giltiga. Modellens indata är:

- Solcellsmodellens parametrar som finns lagrade i programvaran
- Antal seriekopplade solcellsmoduler
- Antal solcellsmoduler eller -strängar som mäts parallellt
- Längd och dimension på ledningen mellan solcellsmodulerna och I-V Curve Tracer
- Irradiance (Solinstrålning)
- Solcellens temperatur
- Matrisens azimuth och lutning
- Latitud och longitud
- Datum, tid, tidszon och information om sommartid

## Terminologi för I-V-kurvor

Dessa förkortningar används i den här diskussionen:

$I_{sc}$	Kortslutningsström
$I_{mp}$	Ström vid maxeffekt
$V_{mp}$	Spänning vid maxeffekt
$V_{oc}$	Tomgångsspänning
PF	Prestandafaktor (PF, %) = $100 * (Uppmätt P_{max}/Beräknat P_{max})$
FF	Fyllnadsfaktor = $I_{mp} * V_{mp}/(I_{sc} * V_{oc})$

### Performance Factor (Prestandafaktor)

Prestandafaktorn är den viktigaste förtjänstfiguren för solcellsmatrisens prestanda. Prestandafaktorn är det uppmätta maxeffektvärdet delat med det beräknade (modellerade) maxeffektvärdet. Dess intervall är 0 till 100 %.

Det beräknade maxeffektvärdet bestäms av solcellsmodellen, som tar hänsyn till de aktuella värdena på solinstrålning och temperatur. Det innebär att prestandafaktorn är meningsfull över ett intervall av solinstrålning och temperatur. Precis som vid de flesta mätningar av matrisprestanda är jämförelsen mer exakt om solinstrålningsnivåerna är höga.

Prestandamätningar som görs vid en solinstrålning på mindre än 400 W/m<sup>2</sup> blir inte bra förutsägingar av hur strängen presterar vid hög solinstrålning.

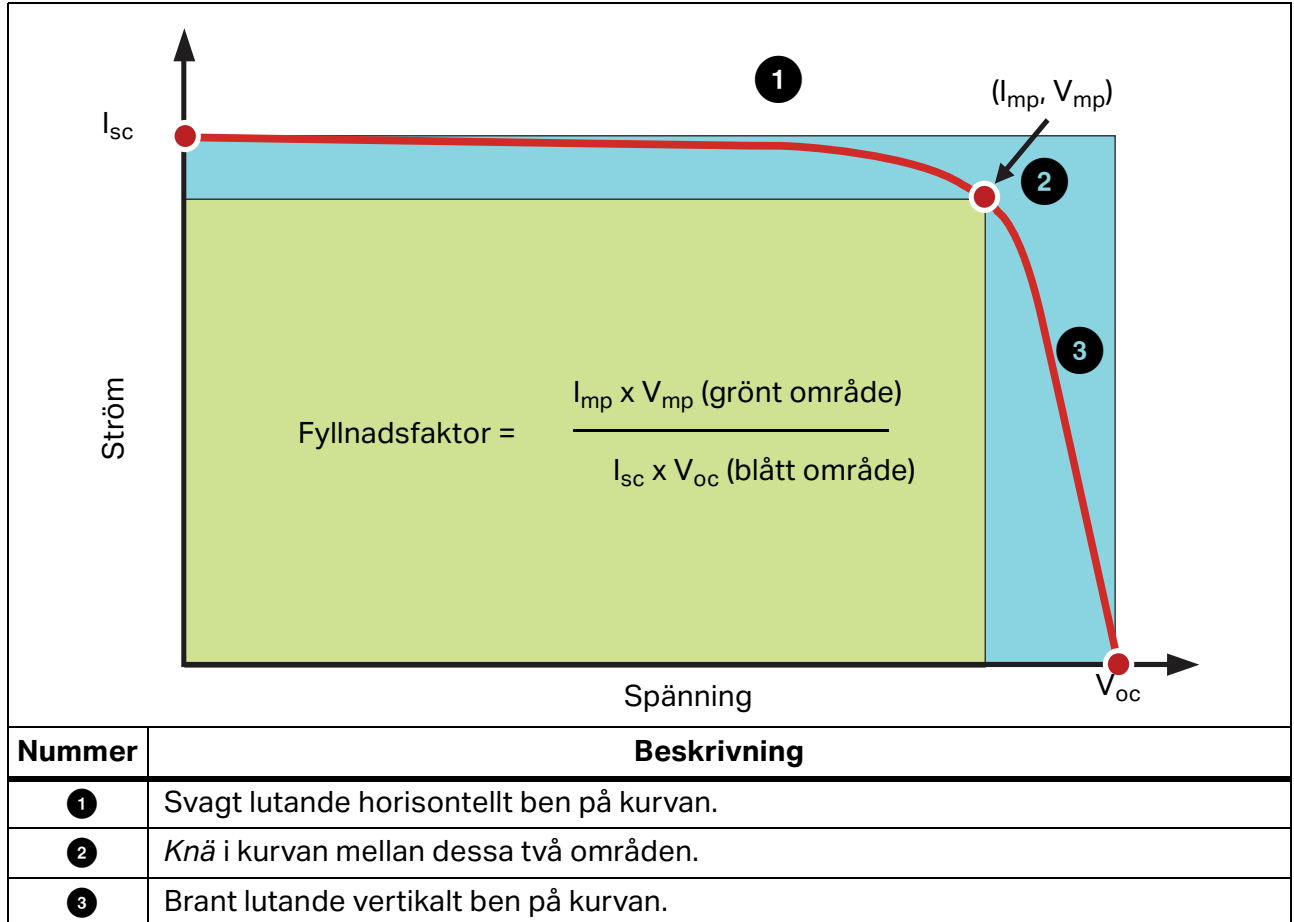
Om en solcellssträng eller -modul fungerar korrekt och inte är skuggad, smutsig eller försämrad av ålder, och den mäts vid hög solinstrålning ligger den uppmätta prestandafaktorn normalt inom intervallet 90 till 100 %. Om solinstrålningen är stabil och matristemperaturen inte ändras snabbt bör de uppmätta I-V-kurvorna vara mycket konsekventa från sträng till sträng.

### Fyllnadsfaktor

Fyllnadsfaktorn är ett värdefullt mått på rätvinkligheten på I-V-kurvans knä. Ett mer rätvinkligt knä indikerar en större förmåga att omvandla solljus till elektrisk effekt. Fyllnadsfaktorn definieras av tre punkter på I-V-kurvan, som visas i [Tabell 18](#). Intervallet för fyllnadsfaktorn är 0 till 1,0 och ju närmare fyllnadsfaktorn är 1,0, desto närmare är formen på I-V-kurvan en perfekt rektangel. Varje solcellsteknik har sitt eget nominella intervall av fyllnadsfaktorvärden, och varje modulmodellnummer har vanligtvis ett smalt nominellt intervall.

Fyllnadsfaktorn varierar inte mycket med solinstrålningen så länge solinstrålningen är hög, vilket innebär att en jämförelse av fyllnadsfaktorvärden är ett bra sätt att bedöma enhetligheten hos I-V-kurvformer under varierande (men höga) grader av solinstrålning.

Tabell 18. Definition av fyllnadsfaktorn



## Formen på en normal I-V-kurva

Tabell 19 visar en normal I-V-kurva (heldragen röd linje) som startpunkt för den här diskussionen. Den beräknade I-V-kurvans form, som bestäms av den i PVA-enheten inbyggda solcellsmodellen, visas med de tre röda punkterna som representerar  $I_{sc}$ ,  $(I_{mp}, V_{mp})$  och  $V_{oc}$ . I-V-kurvan representerar hela gruppen av punkter där solcellskretsen kan fungera vid den uppmätta solinstrålningen och temperaturen.

En normal I-V-kurva har en jämn form med tre distinkta delar, se Tabell 18.

I en normal kurva är de tre delarna jämna och kontinuerliga. Knäets form och placering beror på cellteknik och tillverkare.

De tre punkterna i solcellsmodellen definieras, från vänster till höger i Tabell 18, enligt följande:

1.  $I_{sc}$  – första punkten, vid beräknad kortslutningsström  $I_{sc}$ .
2.  $M_{PP}$  – andra punkten, den beräknade maxeffektpunkten  $I_{mp}, V_{mp}$ .
3.  $V_{oc}$  – tredje punkten, vid den beräknade tomgångsspänningen  $V_{oc}$ .

## Tolka I-V-kurvor

Prestandaproblem i solcellsmoduler eller -strängar orsakar avvikelser mellan de uppmätta och beräknade I-V-kurvorna. Det finns sex olika typer av avvikelser, listade nedan och i [Tabell 19](#). En given solcellskälla som testas kan visa antingen ingen avvikelse, en avvikelse eller en kombination av två eller flera avvikelser.

Var och en av I-V-kurvavvikelserna som visas i [Tabell 19](#) har flera möjliga orsaker.

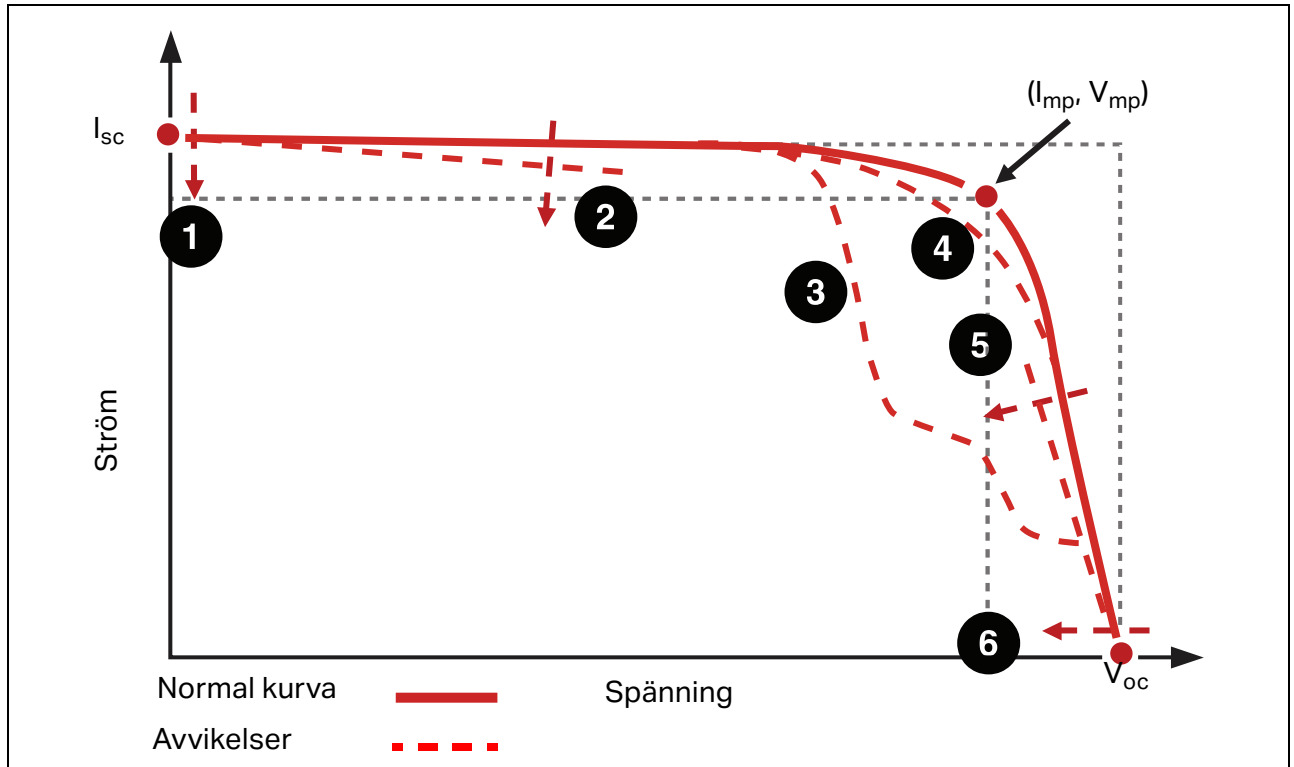
### *Obs!*

*Avvikelser från den förväntade I-V-kurvan kan bero på fysiska problem med den solcellsmatris som testas eller på mätproblem som felaktiga modellvärden, instrumentinställningar eller mätanslutningar. Minimera mätproblemen genom att se till att välja rätt solcellsmodul från den inbyggda listan över solcellsmoduler, dubbelkontrollera mätanslutningen och se till att mätningar av solinstrålningen görs i matrisens plan och är så samtidiga som möjligt med I-V-svepet.*

Små avvikelser mellan de uppmätta och beräknade I-V-kurvorna är vanliga med tanke på osäkerheten i samband med värdena på solinstrålning och temperatur, och det faktum att alla solcellsmoduler, även från en given tillverkare och modellnummer, inte är helt identiska. Skuggning och nedsmutsning har också effekter som inte tas med i solcellsmodellen.

Möjliga orsaker till betydande avvikelser mellan uppmätta och beräknade I-V-kurvor beskrivs nedan.

Tabell 19. Avvikelser i formen på I-V-kurvan



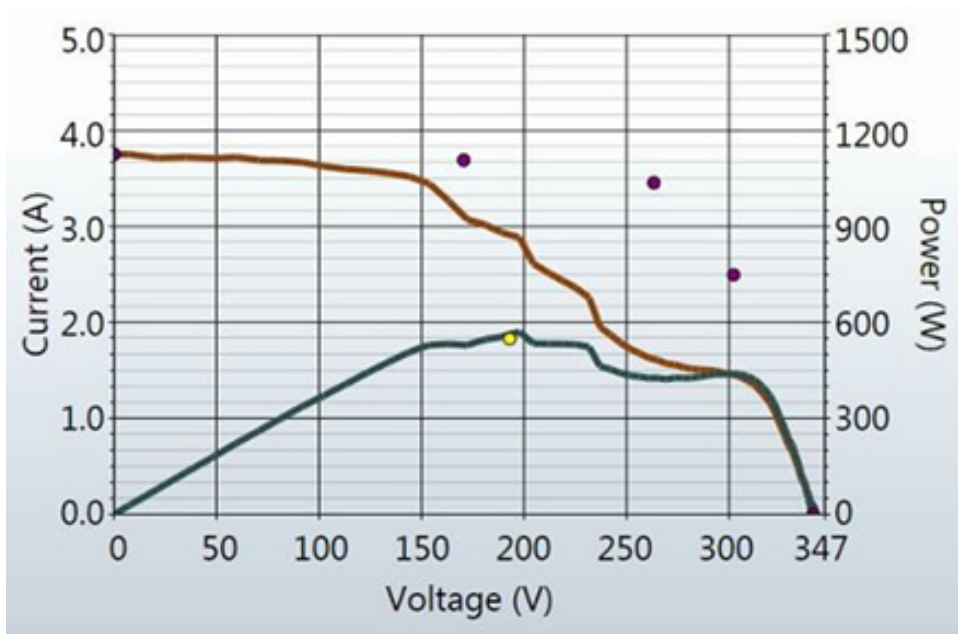
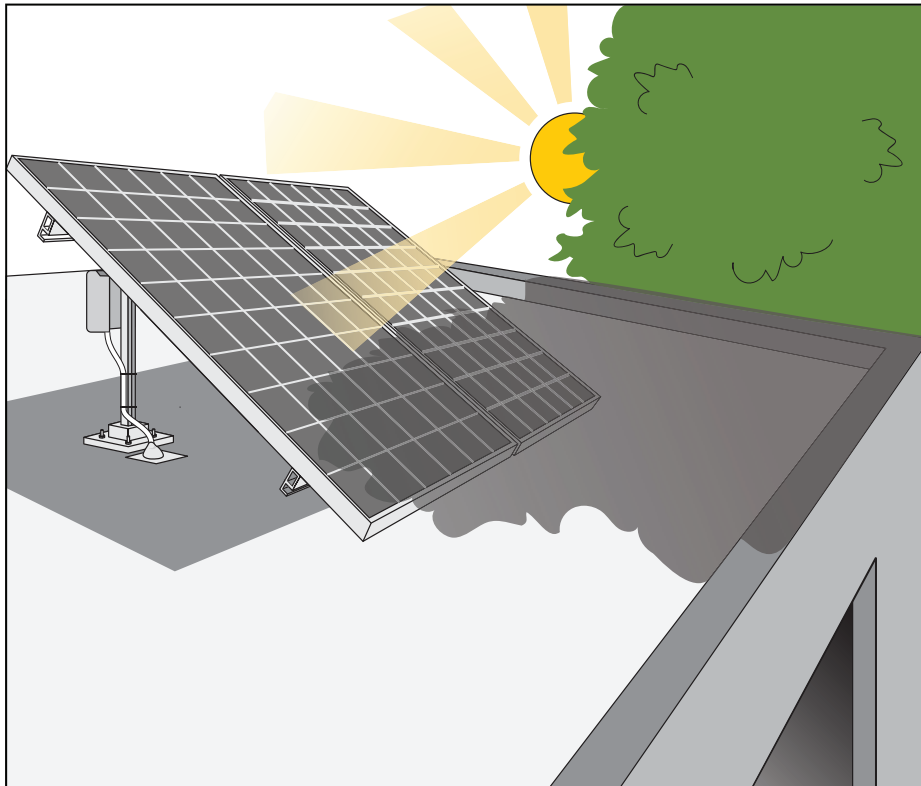
Artikel	Beskrivning
1	Låg ström
2	Ökad lutning i det horisontella benet
3	Steg
4	Rundare knä
5	Minskad lutning i det vertikala benet
6	Låg spänning

## Hack eller steg

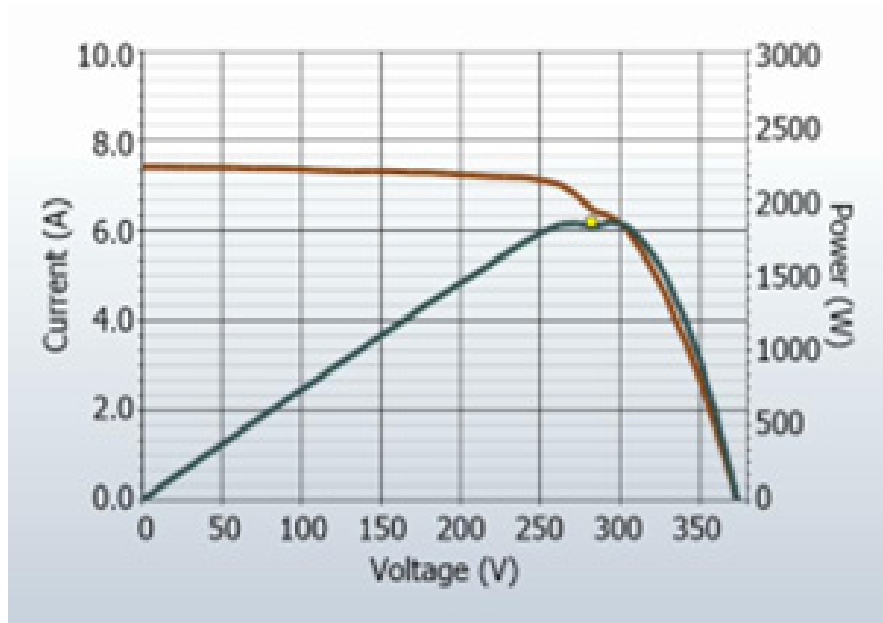
Matrisen är delvis skuggad eller ojämnt nedsmutsad, eller så finns det skräp

Exempel på denna typ av avvikelse visas i Bild 15, Bild 16 och Bild 17.

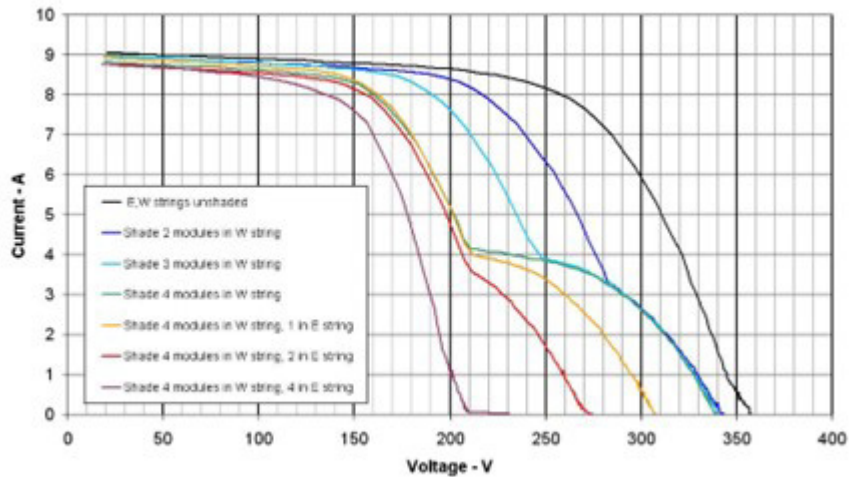
Bild 15. Effekten av partiell skuggning på en I-V-kurva för en sträng



**Bild 16. Skuggningseffekter av ett visitkort som placeras på en cell i en sträng med 15 stycken 180 W-moduler.**



**Bild 17. Effekten av skuggning av hela moduler i olika kombinationer**



Vid mätningar på enskilda strängar indikerar stegen strömvikelser mellan modulerna (eller cellgrupper inom modulerna) i den sträng som testas. Även om bilderna som visas ovan involverar skuggning kan bristen på överensstämmelse ha andra orsaker. Hacken i I-V-kurvan är associerade med strömledning hos förbikopplingsdioder som skyddar enskilda cellgrupper i moduler som inte klarar hela strömmen i de starkare modulerna och cellgrupperna.

Möjliga orsaker till stegen i I-V-kurvan sammanfattas nedan och diskuteras sedan mer i detalj:

- Matrisen är delvis skuggad eller ojämnt nedsmutsad, eller så finns det skräp.
- En blandning av solcellsmoduler med olika specifikationer inom samma sträng.
- Solceller är skadade.
- Förbikopplingsdioden är kortsluten (endast vid parallellmätning av strängar).

Partiell skuggning av en solcell minskar strömkapaciteten för den cellen, vilket, om det inte finns några förbikopplingsdioder, begränsar strömmen i hela strängen till den nivån. Till exempel kan lätt skuggning av en cell i en 72-cellsmodul med 3 förbikopplingsdioder göra att den cellens förbikopplingsdiod leder tillräckligt med ström för att bibehålla strängens ström och undvika skador på den svaga cellen. Utan förbikopplingsdioden får den svaga cellen omvänd spänning, vilket kan generera potentiellt skadlig omvänd överslagsspänning och hotspot-fel. Effekten av partiell skuggning på I-V-kurvan är att skapa ett hack. I en enstaka solcellssträng anger stegdjupet från normal I-V-kurv höjd allvarlighetsgraden av strömavvikelsen och stegets bredd anger hur många cellgrupper som är inblandade.

### **Solceller är skadade**

Det finns feltillstånd på cellnivå som kan minska en cells förmåga att producera ström. Dessutom kan sprickor i cellen elektriskt isolera delar av cellen. Detta har samma effekt på I-V-kurvan som skuggning av ett likvärdigt område i en normal cell.

## **Låg ström**

I det här avsnittet listas möjliga orsaker till att uppmätt  $I_{sc}$  är högre eller lägre än beräknat.

### **Jämn nedsmutsning**

Effekten av jämn nedsmutsning är som om en skärm har dragits över solcellsmodulerna. Den övergripande formen på I-V-kurvan är korrekt, men strömmen vid varje spänning är reducerad.

### **Smutsdamm**

Ett band av smuts med konstant bredd över en hel sträng kan också minska strömmen. Det vanligaste exemplet är en låglutande matris med moduler i stående orientering. Med tiden ansamlas smuts på den nedre kanten av varje modul. När smutsbandet når den nedre raden av celler börjar den begränsa strömmen. Om smutsbanden är tillräckligt lika från modul till modul är effekten som vid jämn nedsmutsning.

### **Degradering av modulen**

Degradering av solcellsmodulens prestanda med tid och miljöbelastning kan minska strömmen. Degradering är normalt en långsam process. Se till att utesluta mätteknikrelaterade faktorer som kan påverka höjden på I-V-kurvan innan du drar slutsatsen att modulerna har degraderat.

### **Fel solcellsmodul har valts för solcellsmodellen**

Solcellsmoduler med liknande solcellsmodellnummer kan ha olika specifikationer för  $I_{sc}$ . Kontrollera att modulen som valts från den inbyggda modullistan överensstämmer med namnplåten på baksidan av solcellsmodulerna. Om det är känt att matrisen har en blandning av olika typer av solcellsmoduler kan detta bidra till ändringar i  $I_{sc}$ . Blandade moduler kan också orsaka en felmatchningseffekt, en annan avvikelseklass.

### **Antalet parallella solcellssträngar har inte angetts korrekt i modellen**

Det uppmätta värdet för  $I_{sc}$  skalas direkt med antalet parallella strängar. Kontrollera att rätt värde har angetts i modellen och att mätningen sparades på rätt gren av matristrädet.

### **Solinstrålningen ändrades mellan mätning av solinstrålning och I-V**

Tidsfördröjningen mellan solinstrålningsmätningen och I-V-mätningen kan resultera i mätfel. Felet är störst när himmelsförhållandena inte är stabila (till exempel halvklart) och en manuell solinstrålningssensor används. Processen att orientera den manuella sensorn, notera värdet och att ange värdet i PVA Software tar mycket längre tid än den automatiserade processen som används av SolSensor.

### **Solinstrålningssensorn är inte riktad i matrisens plan**

Noggrannheten för solinstrålningsmätningen är extremt känslig för sensorns orientering. Modellen i I-V Curve Tracer förutsätter att solinstrålningssensorn är riktad i matrisens plan. Det är svårt att konsekvent placera handhållna sensorer i matrisens plan. Om du vill se hur mycket fel det kan medföra kan du rikta in sensorn så att den matchar matrisens plan och notera värdet på solinstrålningen. Ta sedan bort sensorn och upprepa flera gånger inom en minut och kontrollera de registrerade värdenas enhetlighet. Det här experimentet fungerar endast under stabila solinstrålningsförhållanden.

### **Albedoeffekter (reflektion)**

Solcellsmodulernas energiproduktion kan ökas genom reflektion eller spridning av ljus från närliggande byggnader, bilar och andra ytor (albedoeffekten).

Solcellsmatriser och solinstrålningssensorer kan fånga upp betydande mängder solinstrålning som reflekterats från omgivande ytor. Exempel på albedoeffekter är reflektioner från närliggande takytor, byggnadsväggar och andra solcellsmatriser. Styrkan i albedoeffekten är inte så mycket en funktion av ytans upplevda färg som man kanske tror. Till och med asfaltytan på en parkeringsplats återspeglar mycket.

Om matrisen som testas är placerad i en bebyggd miljö med många reflekterande ytor finns det inte mycket du kan göra åt det, förutom att välja en plats för strålningssensorn som representerar de typiska solinstrålningsförhållandena. Naturligtvis registrerar I-V-kurvmätningarna albedoeffekterna. Det här är ytterligare ett skäl till att utföra viktiga prestandamätningar under de fyra centrala timmarna på dagen när det är troligt att albedoeffekter minimeras i förhållande till den direkta solinstrålningen.

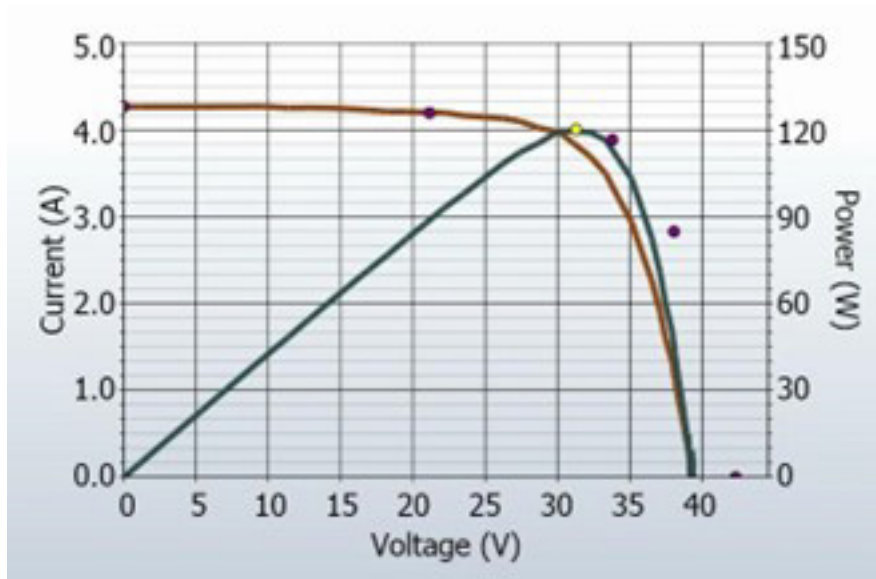
### **Den manuella solinstrålningssensorn är inte noggrann**

De handhållna solinstrålningssensorerna varierar mycket i kalibreringsnoggrannhet, respons på vinklat ljus och spektral matchning med matrisen som mäts. Alla dessa variabler påverkar noggrannheten.

## Låg spänning

Ett exempel på denna typ av avvikelse visas i [Bild 18](#).

**Bild 18. Mätning med lägre än förväntad  $V_{oc}$**



### Mätningen av solcellens temperatur är felaktig

Modulens  $V_{oc}$  beror på solcellernas temperatur. Högre temperaturer leder till lägre  $V_{oc}$ . Det är möjligt att det finns en dålig termisk anslutning mellan termoelementet och modulens baksida, vilket leder till ett temperaturmättningsfel.

Om två termoelement är anslutna till SolSensor och endast ett av dem är anslutet till modulens baksida kan det orsaka ett temperaturmättningsfel eftersom programvaran beräknar medelvärdet för de två termoelementens temperaturer.

Placeringen av termoelementet är också viktig. Det ska placeras på en plats som representerar modulernas medeltemperatur. Undvik kanterna på bordet/matrisen eftersom de förblir svalare på grund av bättre luftcirkulation.

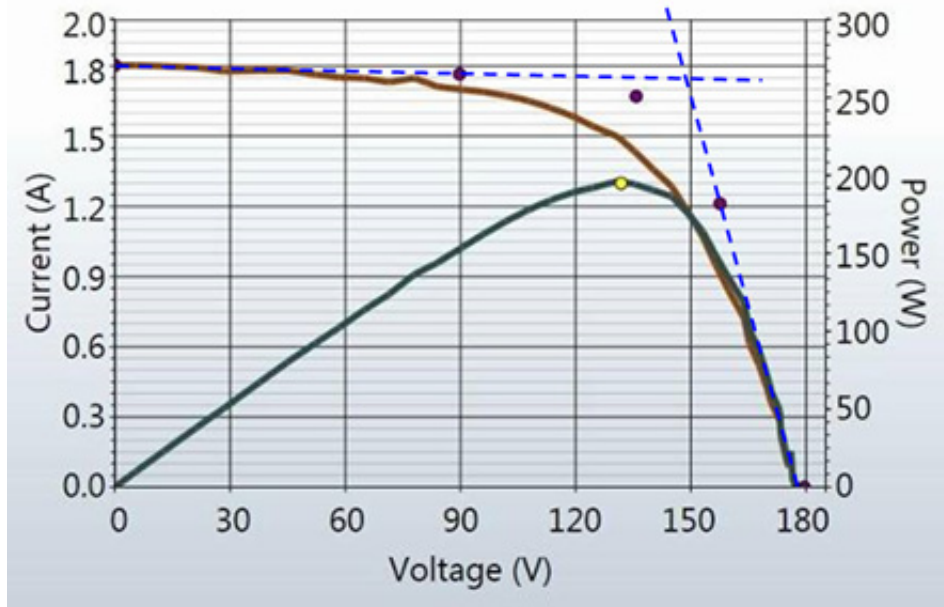
### En eller flera förbikopplingsdioder är kortslutna

Detta är en möjlig orsak vid mätningar av en sträng. Vid mätningar av parallellsträngar orsakar det ett hopp i I-V-kurvan.

## Rundare knä

Ett exempel på denna typ av avvikelse visas i [Bild 19](#).

Bild 19. I-V-kurvmätning av rundare knä än vad som beräknats av solcellsmodellen

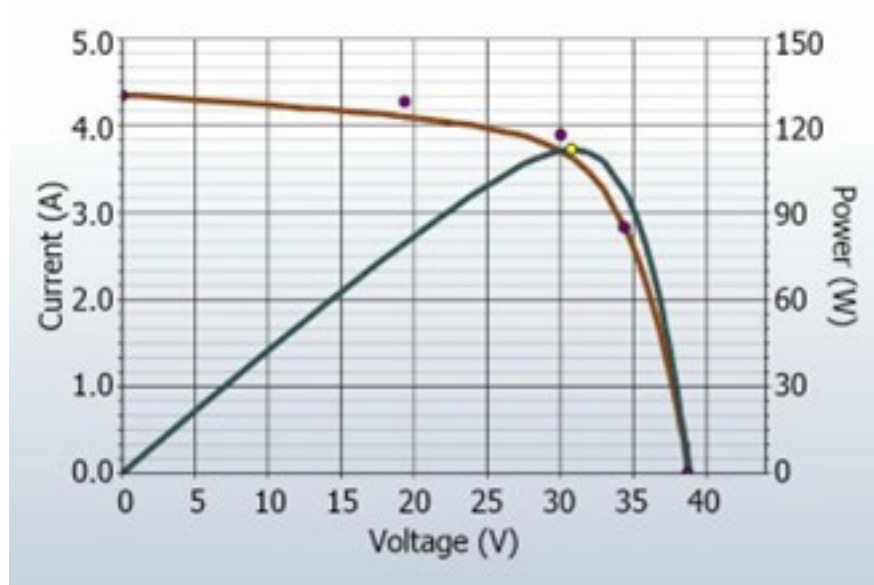


Rundning av I-V-kurvans knä kan vara ett tecken på föråldringsprocessen. Den här effekten ses sällan ensam och är vanligtvis en bieffekt av lutningsförändringar i kurvans ben.

## Brantare lutning i det horisontella benet

Ett exempel på denna typ av avvikelse visas i Bild 20.

Bild 20. I-V-kurva med en brantare lutning på det horisontella benet på I-V-kurvan



Det horisontella benet på I-V-kurvan kan uppvisa en brantare lutning än solcellsmodellen förutsäger. Möjliga orsaker till denna avvikelse sammanfattas nedan och diskuteras sedan mer i detalj:

- Avsmalnande skugga eller smutsdammar
- Modulens  $I_{sc}$  är felmatchad
- Shuntvägar finns i solceller

### Avsmalnande skugga eller smutsdam i alla cellgrupper

Ett avsmalnande band av skugga eller smuts i alla cellgrupper kan orsaka brantare lutning på kurvans horisontella ben.

### Ökad shuntning i solceller

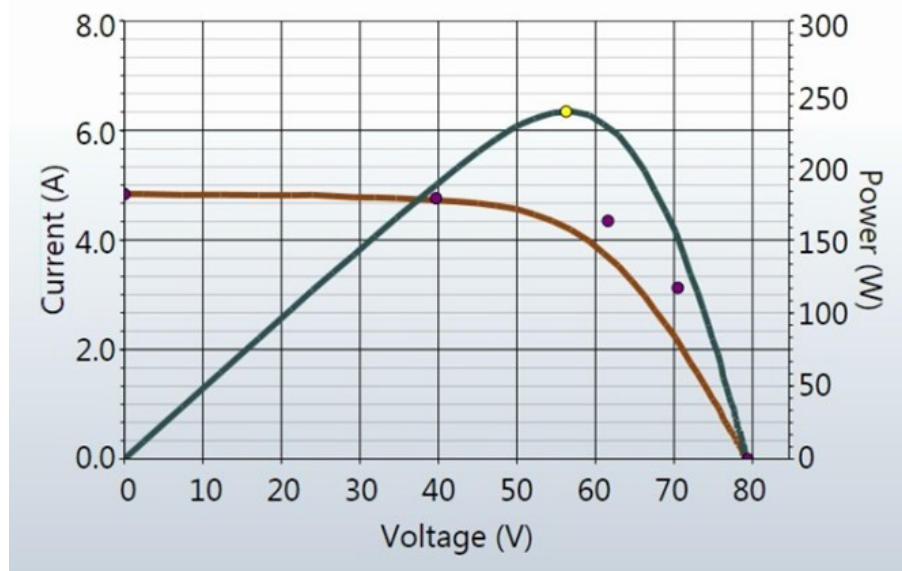
Shuntning är flöde av solcellsström baklänges genom cellförbindelsen. Detta är en strömslinga inuti cellen, som minskar den ström som den kan leverera till strängen. En viss mängd shuntström i en solcell är normal och är orsaken till den svaga lutningen på kurvans horisontella ben. Men om shuntresistansen i cellerna bryts ned till ett lägre värde i hela matrisen blir lutningen på det horisontella benet brantare.

Lokala shuntfel orsakar lokal värmeavledning och kan leda till eskalerande värmefel i cellen och modulen.

### Mindre brant lutning på det vertikala benet

Ett exempel på denna typ av avvikelse visas i Bild 21.

**Bild 21. Mätning med mindre brant lutning på det vertikala benet på I-V-kurvan**



Lutningen på den vertikala delen av I-V-kurvan påverkas av den mängd seriemotstånd som finns internt i solcellsmodulerna och i matrisens kablage. Ökad resistans gör lutningen mindre brant och minskar fyllnadsfaktorn.

Möjliga orsaker sammanfattas nedan och diskuteras sedan mer i detalj:

- Solcellskablaget har för stor resistans eller är otillräckligt dimensionerat.
- Elektriska sammankopplingar i matrisen är resistiva.
- Resistansen i solcellsmodulerna har ökat.

### **Solcellskablaget har för stor resistans**

Under konfigurationen av projektet i programvaran anger användaren längden och dimensionen på de externa, strängrelaterade ledningarna, vanligen gruppledningarna till ett apparatskåp. Vid mätningar använder solcellsmodellen den här informationen för att ta hänsyn till förväntad spännings- och effektförlust i det externa kablaget, så att det inte kopplas till solcellsmodulernas prestanda. Ledningslängden inkluderar inte längden på själva modulernas sladdar. En stor skillnad mellan den angivna och den faktiska ledningslängden kan leda till för stor resistans. Till exempel kommer 152 m (i ena riktningen) av AWG10-ledare (ca 5,3 mm<sup>2</sup>) att tillföra cirka 1 Ω av serieresistans. Detta skulle minska lutningen på den vertikala benet på den förväntade I-V-kurvan nära  $V_{oc}$ .

Resistansen i I-V Curve Tracers testsladdar är extremt låg och kan försummas.

### **Elektriska anslutningar i matrisen är resistiva**

Elektriska anslutningar var som helst längs strömbanan kan tillföra resistans i kretsen. Kontrollera att kontakterna mellan modulerna är helt införda. Kontrollera även om det finns tecken på korrosion i kopplingsdosor och apparatskåp.

### **Resistansen i solcellsmodulerna har ökat**

Vissa degraderingsmekanismer kan öka mängden serieresistans för en viss modul. Korrosion på metallterminaler i modulkontakterna, i modulens kopplingsdosa eller på mellankopplingarna mellan cellerna kan öka serieresistansen.

## **Felsök solcellsmatriser**

En detaljerad artikel om hur du tolkar I-V-kurvavvikelser finns i SolarPro-artikeln *Solar I-V Curves – Interpreting Trace Deviations*.

# **Översättning av I-V-data till standardtestförhållanden (STC)**

Programvaran tillhandahåller en funktion för att översätta den visade I-V-kurvan till standardtestförhållanden (STC) på 1 000 W/m<sup>2</sup> och 25 °C. Programvaran översätter även de viktigaste prestandaparametrarna i vyn (fliken) **Table** (Tabell).

Den främsta tillämpningen av de här funktionerna är att analysera I-V-data som samlas in under driftsättningen av solcellsmatriser i kommersiell skala. Eftersom dessa mätningar vanligtvis görs under ett 4-timmarsintervall centrerat runt solens middagstid återspeglar de uppmätta I-V-kurvorna de förändringar i solinstrålning och celltemperatur som sker under den här tidsperioden. Översättningsfunktionerna tar bort dessa effekter till en första ordning genom att översätta viktiga prestandaparametrar som härletts från I-V-kurvorna till STC-förhållanden. Snabba förändringar i solinstrålning och temperatur som orsakas av snabbt rörliga moln är svåra att korrigera korrekt, så klara dagar krävs fortfarande för att uppnå slutresultat av hög kvalitet.

Översättning inför fel i proportion till omfånget av översättningen. Ta hänsyn till detta när du bedömer enhetligheten hos en population solcellssträngar.

## Parameterdefinitioner

Dessa definitioner är utdrag från Sandias artikel PV Array Model (D. L. King):

$I_{sc}$  = kortslutningsströmmen (A)

$I_{mp}$  = strömmen vid maxeffektpunkten (A)

$V_{mp}$  = spänningen vid maxeffektpunkten (V)

$V_{oc}$  = tomgångsspänningen (V)

$P_{mp}$  = effekten vid maxeffektpunkten (W)

$\alpha_{I_{sc}}$  = normaliserad temperaturkoefficient för  $I_{sc}$  (%/°C). Den här parametern är *normaliserad* genom att temperaturberoendet (A/°C) som uppmätts för ett visst standardsolspektrum och solinstrålningsnivå divideras med modulens kortslutningsström vid standardreferensvillkoret,  $I_{sc0}$ . Om du använder dessa enheter (%/°C) gäller samma värde för både enskilda moduler och för parallella modulsträngar.

$\alpha_{I_{mp}}$  = normaliserad temperaturkoefficient för  $I_{mp}$ , (%/°C). Normaliseras på samma sätt som  $\alpha_{I_{sc}}$ .

$\beta_{V_{oc}}$ , (%/°C) = temperaturkoefficienten för modulens tomgångsspänning.

$\gamma_{m_{pp}}$ , (%/°C) = temperaturkoefficienten för modulens spänning vid maxeffektpunkten.

$T_c$  = celltemperaturen inuti modulen i °C. Erhålls genom att mäta temperaturen på modulens baksida och lägga till temperaturskillnaden (normalt 2 till 3 grader, beroende på solinstrålningsnivåer).

## Översättningsekvationer

Den grundläggande översättningsmodellen som används här gör följande approximationer:

$P_{mp}$  är proportionell mot E, solinstrålningen

$I_{mp}$  är inte beroende av temperaturen

$V_{mp}$  är oberoende av E

$P_{mp}$  varierar med temperaturen enligt  $\gamma_{mpp}$ . (hämtas från databladet)

$V_{oc}$  är oberoende av E

Med hjälp av dessa approximationer gör vi följande antaganden:

$I_{sc}$  skalas direkt med E och med temperaturen.

$V_{oc}$  varierar linjärt med temperaturen enligt  $\beta_{voc}$ .

$P_{mp}$  skalas med E och varierar med temperaturen i enlighet med  $\gamma_{mpp}$

$V_{mp}$  ändras med temperaturen endast beroende på  $\gamma_{mpp}$ , eftersom  $\alpha_{Imp}$  är mycket mindre än  $\alpha_{Isc}$  och antas vara noll.

Översättningsekvationerna är som följer, där de nedsänkta förkortningarna definieras som meas = uppmätt och trans = översatt:

$$I_{sctrans} = I_{scmeas} * (E_{trans} / E_{meas}) / (1 + (\alpha_{Isc}/100) * (T_{meas} - T_{trans}))$$

$$V_{octrans} = V_{ocmeas} / (1 + (\beta_{voc}/100) * (T_{meas} - T_{trans}))$$

$$I_{mptrans} = I_{mpmeas} * (E_{trans} / E_{meas})$$

$$V_{mptrans} = V_{mpmeas} / (1 + (\gamma_{mpp}/100) * (T_{meas} - T_{trans}))$$

$$P_{mptrans} = P_{mpmeas} * [E_{trans} / E_{meas}] / (1 + (\gamma_{mpp}/100) * (T_{meas} - T_{trans}))$$

## Underhåll

### Rengöra produkten

#### Försiktighet

**Använd inte lösningsmedel eller rengöringsmedel för att förhindra skador på produkten. Dessa vätskor kan skada produkten.**

Rengör I-V Curve Tracer, ytterhöljet till SolSensor och testsladdarna genom att torka av dem med bara en fuktig trasa och ett mildt rengöringsmedel.

### Rengöra solinstrålningssensorn på SolSensor

#### Försiktighet

**Använd inte lösningsmedel eller rengöringsmedel för att rengöra sensorn för att förhindra skador på solinstrålningsgivaren. Dessa vätskor kan orsaka mikrosprickor i materialet och minska solinstrålningsmätningens noggrannhet. Använd endast destillerat vatten och en mjuk trasa. En mjuk mikrofiberduk och en sprayflaska med destillerat vatten levereras som standardutrustning.**

Så här rengör du solinstrålningssensorn:

1. Luta SolSensor-enheten på sidan så att solinstrålningssensorn är vänd horisontellt.
2. Spreja den vita akrylskivan med en fin dimma av destillerat vatten.
3. Låt allt överskottsvatten rinna av och transportera damm och smuts med sig.
4. Torka den vita akrylskivan med en mjuk, ren och torr trasa. Använd aldrig tvål, kemiska lösningar eller slipande dukar.

### Kassering av produkten

Kassera produkten på ett professionellt och miljövänligt sätt. Om produkten har ett inbyggt batteri ska hela produkten kasseras som elektriskt avfall.

### Felsök hur PVA Software fungerar

I det här avsnittet beskrivs steg för att felsöka programvarans funktion. Felsökning av faktiska solcellssystem ingår inte i den här diskussionen.

Tips om hur du konfigurerar Windows för kompatibilitet med programvaran och felsöker Windows finns på produktsidan på Flukes webbplats.

#### Felsök med statusmeddelanden

Huvudverktyget för att felsöka programvarans funktion är statusindikatorn, som visas i skärmens övre högra hörn ovanför knappen **Measure Now** (Mät nu). Se till exempel det gröna meddelandet **Ready** (Klar) i [Tabell 7](#). Se [Tabell 20](#).

 **Varning**

För att förhindra risk för elektriska stötar, brand, personskador eller dödsfall ska du vara uppmärksam på statusindikatorn i programvarans övre högra hörn. Klicka på statusindikatorn i valfritt läge för att få mer information om statusen. Observera att solcellskretsarna fortsätter att utgöra en risk för elektriska stötar oavsett om I-V-mätenheten är aktiv, pausad eller inaktiverad.

**Tabell 20. Statusmeddelanden**

Statusmeddelande	Beskrivning
<b>Ready</b> (Klar)	Den trådlösa länken till I-V Curve Tracer har upprättats och utrustningen kan nu utföra en mätning.
<b>Initializing</b> (Initierar)	Länken till I-V Curve Tracer har upprättats och programvaran initierar enheten.
<b>Measuring</b> (Mäter)	I-V Curve Tracer bearbetar för närvarande en begäran om mätning och utför en I-V-mätning.
<b>Disabled</b> (Inaktiverad)	<p>I-V Curve Tracer har stängts av automatiskt eftersom den upptäckte något av följande tillstånd. Klicka på meddelandet <b>Disabled</b> (Inaktiverad) och följ instruktionerna. Se <a href="#">Programvaruöversikt</a>.</p> <p><b>I-V-mätenhetens batterispänning är för låg:</b> Batterinivån är kritiskt låg och I-V Curve Tracer stängs nu av. Ladda batteriet innan du använder den igen.</p> <p><b>Ström som överskrider xx A upptäcktes:</b> Den specificerade maximala ingångsströmmen har överskridits. Om du vill mäta strängar parallellt ska du minska antalet parallella strängar.</p> <p><b>Överspänning upptäcktes:</b> Den specificerade spänningen överskreds. Om överspänningen är allvarlig avaktiverar programvaran även I-V Curve Tracer permanent. Det här tillståndet kräver att I-V Curve Tracer returneras till fabriken för inspektion och reparation.</p> <p><b>I-V-mätenheten är för varm:</b> Den interna temperaturen I-V Curve Tracer är för hög och skyddskretsen har stängt av enheten. Flytta I-V Curve Tracer till en svalare plats utanför direkt solljus och låt temperaturen sjunka.</p> <p><b>Strömöverbelastningspuls:</b> En betydande strömöverbelastningspuls upptäcktes. Se till att växelriktaren eller andra delar av matrisen inte av misstag var anslutna under mätningen. Dessutom genererar vissa högeffektiva solcellsmoduler en hög startström. När du använder PVA-1500T2 ska du inte mäta dessa typer av moduler parallellt eller strängar med högeffektiva moduler som är &gt; 10 A.</p>

Tabell 20. Statusmeddelanden (forts.)

Statusmeddelande	Beskrivning
<b>Paused</b> (pausad)	I-V Curve Tracer har tillfälligt stoppats eftersom du tryckte på lysdiodsknappen. Det är en normal del av I-V Curve Tracers funktion. I det här tillståndet kan anslutningarna till solcellskällan ändras utan att avbryta mätningen. Tryck på lysdiodsknappen igen för att återgå till normalt läge.
<b>Searching for I-V Unit</b> (Söker efter I-V-enhet)	Datorn och programvaran har ännu inte anslutits med den Wi-Fi-åtkomstpunkt som skapats av I-V Curve Tracer. I-V-enhetens lysdiodsknapp blinkar snabbt när enheten inte är ansluten till datorns programvara med Wi-Fi. Se till att I-V-enheten är påslagen och inom trådlös räckvidd.
<b>No WiFi connection</b> (Ingen Wi-Fi-anslutning)	Datorns Wi-Fi-nätverksadapter är avstängd. Slå på Wi-Fi-adaptern och anslut till åtkomstpunkten för PVA1500_yyyyyy.

## Felsök efter symptom

Tabell 21 visas symptom och steg för att felsöka problemet.

Tabell 21. Felsök efter symptom

Symtom eller meddelande	Beskrivning och åtgärd
<b>Visningsområdet för SolSensor säger Searching for SolSensor</b> (Söker efter SolSensor) eller visar ---	<p>Med SolSensor visas de här meddelandena i datavisningsområdet för SolSensor när den inte har en trådlös länk till I-V-enheten. Kontrollera att SolSensor är på och att den är inom trådlös räckvidd. Hinder i siktlinjen kan minska den trådlösa räckvidden.</p> <p>Om det fortfarande inte går att ansluta SolSensor ska du utföra en hård återställning av SolSensor och I-V-enheten. Håll ner strömknappen i minst 6 sekunder på var och en.</p> <p>Det är också möjligt att SolSensor inte är korrekt parkopplad med I-V-enheten. SolSensor-enheterna parkopplas på fabriken med den specifika I-V-enhet som medföljer SolSensor. Om du har en ny SolSensor som aldrig blev parkopplad med I-V-enheten, eller om den har förlorat sin parkoppling, kan den parkopplas med I-V-enheten igen med stegen under Driftlägen i <a href="#">Tabell 3</a>.</p>
<b>Kommunikationen med I-V-mätenheten eller SolSensor bryts en kort stund</b>	Ett kort bortfall kan inträffa mellan I-V Curve Tracer och datorn. Om länken inte återställs inom 2 minuter kan du befinna dig utanför den trådlösa räckvidden. På samma sätt kan kommunikationen med SolSensor också falla bort en kort stund, men bör återställas inom kort om SolSensor och I-V Curve Tracer befinner sig inom den trådlösa räckvidden för varandra. Om I-V-enheten inte är trådlöst ansluten till datorn visar programvaran <b>Searching for SolSensor</b> (Söker efter SolSensor) eftersom SolSensor kommunicerar med datorn via I-V Curve Tracer.

Tabell 21. Felsök efter symptom (forts.)

Symtom eller meddelande	Beskrivning och åtgärd
<b>Mätningar tar längre tid att spara</b>	<p>Hastigheten för att spara mätningar beror på antalet punkter på I-V-kurvan som valts. Använd 100 punkter för de flesta arbeten och 500 punkter när hög upplösning krävs. Lösningen kan ändras fram och tillbaka när som helst under hela projektet. Upplösningskontrollen finns på menyn <b>Utility</b> (Verktyg).</p> <p>Den minsta tiden från mätning till mätning för I-V Curve Tracer påverkas också av tomgångsspänningen för de strängar som testas. Se <a href="#">Tabell 5</a>.</p>
<b>I-V-kurvan når inte ned till X-axeln</b>	<p>Den här typen av kurva kan visas om du har mätt en I-V-kurva med ett stort hopp i strömmen.</p>
<b>Kurvan har mycket brus</b>	<p>Brus i I-V-kurvor kan vara ett resultat av låg solinstrålning, särskilt för PV-tekniker med låg kortslutningsström. För bästa resultat bör du göra mätningar av fasta matriser under timmarna med maximal solinstrålning. Strängar av moduler med låg <math>I_{sc}</math> kan testas parallellt för att öka strömmen och minska bruset. I sällsynta fall kan strömspikar visas i I-V-kurvdata, särskilt nära <math>V_{oc}</math>. Detta kan indikera ett problem i modulerna eller ledningarna, t.ex. ett bågfel.</p>
<b>I-V-kurvan faller till nollström vid en eller flera punkter</b>	<p>Detta tillstånd kan inträffa om det finns en instabil elektrisk anslutning i den solcellskrets som mäts. Det här är inte ett problem med I-V Curve Tracer. Ta steg för steg bort moduler och kablar från solcellskällkretsen för att lokalisera den instabila anslutningen.</p>
<b>Kortslutningsströmmen är mycket högre eller lägre än vad som förutspås av modellen</b>	<p>Se till att solinstrålningsgivaren är monterad i matrisens plan. Kontrollera om matrisen är smutsig. Se till att latitud, longitud och azimut anges korrekt på skärmen <b>Site Info</b> (Platsinformation) och att datorns datum och tid är korrekta. Om du använder en solföljare ska du se till att matrisens förmiddagsazimut är korrekt inställd i Site Properties (Platsegenskaper) för PVA-projektet i programvaran.</p>

Tabell 21. Felsök efter symptom (forts.)

Symtom eller meddelande	Beskrivning och åtgärd
<b>Meddelandet Unstable Voltage</b> (Instabil spänning)	Innan du utför ett svep mäter PVA-enheten $V_{oc}$ 10 gånger för att få ett medelvärde. Om det finns en stor variation i värdena för dessa 10 mätningar visar programvaran en varning. Kontrollera om det finns dåliga anslutningar någonstans i mätslingan.
<b>I-V Curve Tracer kan inte slås på</b>	Kontrollera att I-V Curve Tracer är laddad.
<b>Nollström för hela I-V-kurvan</b>	I-V Curve Tracer innehåller en termisk säkring som är inställd på att utlösas om temperaturen inuti I-V Curve Tracer överstiger 85 °C. Detta är ovanligt eftersom programvaran är programmerad att förhindra mätningar när den inre temperaturen överstiger cirka 72 °C. Men om den termiska säkringen löser ut stänger den av I-V Curve Tracer oåterkalleligt och kräver att enheten returneras till fabriken. Kontakta Fluke om du misstänker att detta har inträffat. Se <a href="#">Kontakta Fluke</a> .

Mer felsökningsinformation finns på affischen som följde med produkten och som även finns på [fluke.com](http://fluke.com).