

F&U-rapport nr. 2015-05



Oktober 2016

Opgradering af solvarmedata.dk



NORDJYLLAND

Jyllandsgade 1
9520 Skørping
Tlf. 9682 0400
Fax 9839 2498

MIDTJYLLAND

Vestergade 48 H, 2. sal
8000 Århus C
Tlf. 9682 0400
Fax 8613 6306

SJÆLLAND

A.C. Meyers Vænge 15
2450 København SV
Tlf. 2224 2562



Strandby Varmeværk A.m.b.A.



www.planenergi.dk
planenergi@planenergi.dk
CVR: 7403 8212

Nærværende rapport er udarbejdet som et resultat af projektet "Opgradering af databasen SOLVARMEDATA.dk", som er støttet af Dansk Fjernvarmes F&U-konto (F&U-rapport nr. 2015-05).

Projektpartnerne:

Strandby Varmeværk A.m.b.A

DTU Byg – Institut for Byggeri og Anlæg

Easynet

PlanEnergi

Forsidefoto: Strandby Varmeværk med tilhørende solvarmeanlæg. Kilde: www.nordjyske.dk

Daniel Trier
Tlf.: 2517 0400
E-mail: dt@planenergi.dk

Projekterference:
9062

Indhold

Resume	4
1 Indledning	5
2 Ny version af hjemmesiden	6
2.1 Overblik over ændringerne	6
2.2 Login.....	6
2.3 Grafisk visning af anlæggets ydelse.....	6
2.4 Simpelt tjek af forventet vs. målt ydelse	10
2.5 Kvalitetssikring af data.....	14
2.6 Forberedelse til at inkludere udenlandske anlæg	15
2.7 Layoutændringer	16
3 Fremsendelse af data fra hvert værk.....	18
4 Finansiering.....	19
4.1 Historiske finansieringsformer	19
4.2 Ny finansieringsmodel og succeskriterier	21
5 Fremtiden for solvarmedata.dk	22
Bilag	23
Bilag I – Informationer fra værket – udfyldes under værkslogin	24
Bilag II – Brochure til reklame for sponsoraftale	25
Bilag III – Kontraktformular for sponsoraftale	27
Bilag IV – Henvendelse til værker – ændring af datafremsendelse	29
Bilag V – Udregning af formel for tendenslinje.....	32
Bilag VI – Symbolliste	35

Resume

Hjemmesiden solvarmedata.dk viser solvarmeproduktionen fra de fleste store solvarmeanlæg i Danmark både i realtid og som historiske data. En gennemgribende opgradering betyder at siden nu er blevet forbedret på en række områder, hvilket forbedrer brugeroplevelsen, øger brugbarheden og dermed forhåbentlig vil gøre det mere interessant for værker at blive koblet på.

De væsentligste forbedringer er:

- 1) Ingen løbende udgift for at være koblet på – der betales kun et engangsbeløb for at dække webmasterens udgift til opsætningen. Fremover finansieres siden af sponsorer (såkaldte SolvarmePartnere).
- 2) Hvert værk får sit eget login til at administrere generelle informationer og tilgå alle funktioner for sit eget anlæg.
- 3) Der er oprettet flere nye grafer bl.a. visning af hvert solvarmeanlægs ydelse ift. solindstrålingen, hvor dagens produktion kan sammenholdes med værkets historiske data, så man kan se afvigelser fra "normal drift".
- 4) Det er muligt at sammenligne den målte solvarmeydelse med en tilsvarende forventet (beregnet) ydelse baseret på (bl.a.) solfangernes effektivitetsparametre.
- 5) Der foretages en automatisk kvalitetssikring af inddata, så brugerne advares, hvis der er besynderlige målinger (fx 100 % ens værdier i længere perioder, hvor man vil forvente visse udsving).
- 6) En række layoutændringer og adgang til mere information på siden skal forbedre brugeroplevelsen.
- 7) Det er nu muligt for udenlandske solvarmeanlæg at benytte alle de samme funktioner som danske værker. Til det formål er der etableret et internationalt domæne, *solarheatdata.eu*, som er en engelsk kopi af den danske solvarmedata.dk.

1 Indledning

Udviklingen for storskala solvarmeanlæg i Danmark har været støt stigende i en årrække og det samlede solfangerareal er gået fra ca. 500.000 m² til over 1.000.000 m² fra september 2014 til september 2016. Men hvor meget varme giver de store solvarmeanlæg egentlig? Det kan man følge med i på solvarmedata.dk, hvor produktionen kan følges løbende for de fleste store danske solvarmeanlæg. På hjemmesiden ses et kort over de danske solvarmeanlæg, og med et klik kan man se både generelle informationer og aktuel produktion for det valgte solvarmeanlæg. Siden er blevet relanceret i en ny og forbedret udgave i september 2016, hvilket er resultatet af et projekt støttet af Dansk Fjernvarmes F&U-konto. Nærværende rapport beskriver ændringer foretaget i dette projekt.

2 Ny version af hjemmesiden

2.1 Overblik over ændringerne

Som udgangspunkt er der tale om en bevarelse af den nuværende hjemmesides opsætning og indhold, blot med en række yderligere funktioner. I hovedtræk består disse af følgende:

- Login for det enkelte værk.
- Input/output-diagrammer.
- Sammenligning af temperaturer med andre værker
- Solvarmedækning
- Ydelsestjek
- Kvalitetssikring af data
- International version med mulighed for at inkludere udenlandske anlæg
- Layoutændringer
 - Mobilvenlig visning
 - Ny farvelægning af sol-ikoner
 - Links til yderligere information om solvarme
 - Ny menu på hjemmesidens forside
 - Bedre vejledning til interesserede værker med et solvarmeanlæg
 - Akkumuleret solvarmeeffekt for alle anlæg

2.2 Login

For at værkerne kan udfylde/redigere generelle informationer om deres eget solvarmeanlæg, er der oprettet et login til hvert værk. Idet nogle af hjemmesidens funktioner begrænses til kun at blive vist for det anlæg, der er logget ind, kan man undgå, at nogle værker føler sig udstillet (i tilfælde af ringe ydelse sammenlignet med øvrige værker). Et "spørgeskema" under dette login giver værket mulighed for at udfylde en række detaljer om værket. Nogle informationer er frivillige, mens andre er obligatoriske for at man kan benytte de nye funktioner på siden. I bilag I ses en komplet liste med de informationer, der udfyldes under ens eget værk.

I tilfælde af at et værk har to (eller flere) separate solvarmeanlæg, oprettes anlæggene hver for sig på siden for at man kan overvåge ydelsen af hvert felt. Beregningen af den forventede ydelse afhænger af de solfangeregenskaber (effektivitetsparametre), der er tastet ind for den enkelte solfangermodel.

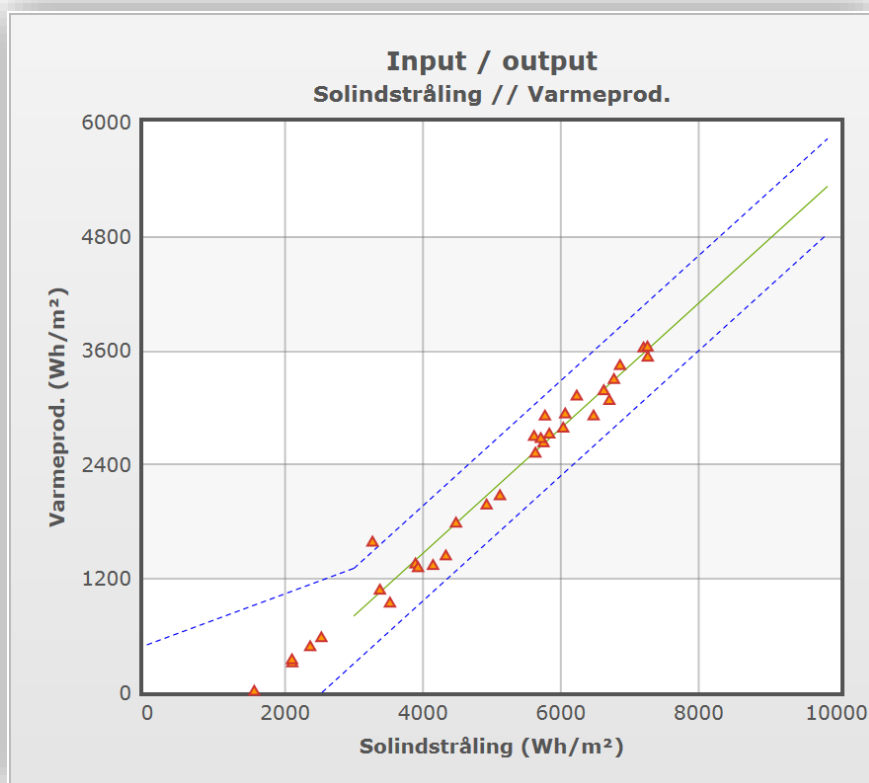
2.3 Grafisk visning af anlæggets ydelse

Input/output-diagram

Ydelsen for en given dag kan sammenlignes med historiske data for samme værk vha. et input/output-diagram (jf. eksempel på figur 2.3.1 herunder). Denne funktion svarer således til en grafisk angivelse af sammenhængen mellem solindstråling og solvarmeproduktionen. I eksemplet repræsenterer hver trekant en dags solvarmeproduktion for en udvalgt periode på én måned. Den typiske solvarmeproduktion for dette anlæg angives som en tendenslinje, som kan vælges til/fra ved at klikke i en boks under figuren. Denne tendenslinje (den grønne linje på figur 2.3.1) er baseret på værdier over en given grænse (på figuren 3000 Wh/m² pr. dag).

En omtrentlig usikkerheds-/fejlmargin (øvre og nedre) er angivet som et blåt "error band". På den måde kan det let kontrolleres, om den daglige produktion falder indenfor hvad der er kan betegnes

som normalt for værket. Denne afvigelse er foreløbigt sat til $\pm 500 \text{ Wh/m}^2$ pr. dag. Et sådant "error band" er angivet med stiplede blå linjer.



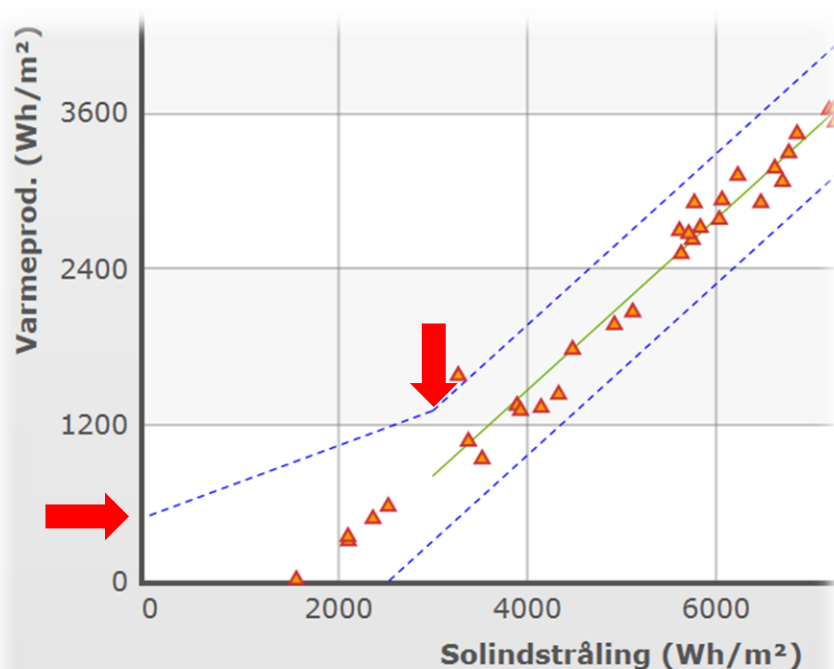
Figur 2.3.1. Eksempel på et input/output-diagram, hvor hver trekant repræsenterer en dags solvarmeproduktion. Tendenslinjen for anlægget i den valgte periode kan tilføjes som en grøn linje. De blå linjer angiver en omtrentlig usikkerheds-/fejlmargen (øvre og nedre) kaldet "error band".

I eksemplet på figur 2.3.1 ses en enkelt dag, hvor ydelsen ligger oven for det blå "error band" (ved en solindstråling på ca. $3,3 \text{ kWh/m}^2$ og en solvarmeproduktion på ca. $1,6 \text{ kWh/m}^2$). En årsag til dette kan eksempelvis have været snavs på solindstrålingsmåleren.

Kontrollen af om en dagsværdi afviger mere end hvad der er tilladt, gælder for alle dagsværdier. For de mindste strålingsværdier indføres dog et særligt "error band", således at den øvre grænse-linje "knækker" ved 3000 Wh/m^2 pr. dag. Det øvre "error band" for indstrålingsværdier mellem 0 og 3000 Wh/m^2 pr. dag dannes af en ret linje mellem følgende to punkter (markeret med pile på figur 2.3.2):

- Punkt 1 (rød pil nederst til venstre):
Værdien på andenaksen svarende til den tilladte afvigelse – her 500 Wh/m^2 pr. dag, dvs. punktet har koordinaterne $(0, 500)$
- Punkt 2 (rød pil ca. midt på figuren):
Den mindste værdi for den grønne tendenslinje + den tilladte afvigelse (dvs. for en solindstråling på 3000 Wh/m^2 pr. dag findes tendenslinjens værdi og dertil lægges 500 Wh/m^2 pr. dag).

For det nedre "error band" fortsættes linjen helt ned til den skærer førsteaksen.



Figur 2.3.2. Udsnit af input/output-diagram med tydeliggørelse af "error band" for lave solindstrålingsværdier.

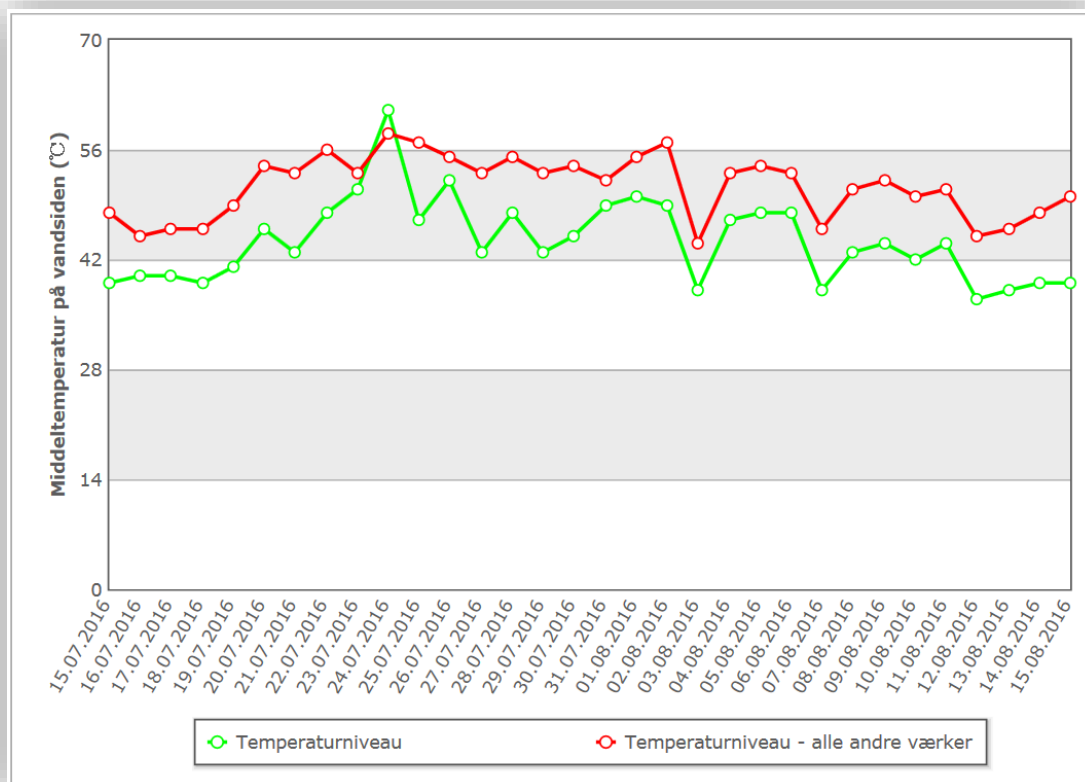
Udregningerne af formeludtrykket for tendenslinjer og "error band" findes i bilag V.

Det er desuden muligt at sammenligne dette anlægs tendenslinje med gennemsnittet for alle sidens anlæg ved at tilvælge funktionen "tendenslinje for alle andre værker".

For at sammenligne et anlæg med øvrige solvarmeanlæg kan en tendenslinje beregnet ud fra gennemsnittet for alle sidens anlæg tilvælges vha. en check-boks under figuren.

Temperaturniveau

En mulig årsag til at et solvarmeanlæg yder dårligere end gennemsnittet eller andre anlæg med samme solfangermodel kan være de temperaturer anlægget opererer under. Ved høje temperaturer i solfangerne bliver varmetabet tilsvarende relativt stort. Middeltemperaturen (dvs. gennemsnittet af udløb og indløb) på den sekundære side af varmeveksleren (dvs. vandsiden – ikke solfangerkredsen med glykol) angives som et diagram, så man kan sammenligne med værkets egne historiske data og et gennemsnit for alle øvrige anlæg. Et eksempel på sådan et diagram er vist på figur 2.3.3. Anlægget i eksemplet ligger i perioden typisk under gennemsnittet bortset fra en enkelt dag d. 24. juli 2016.

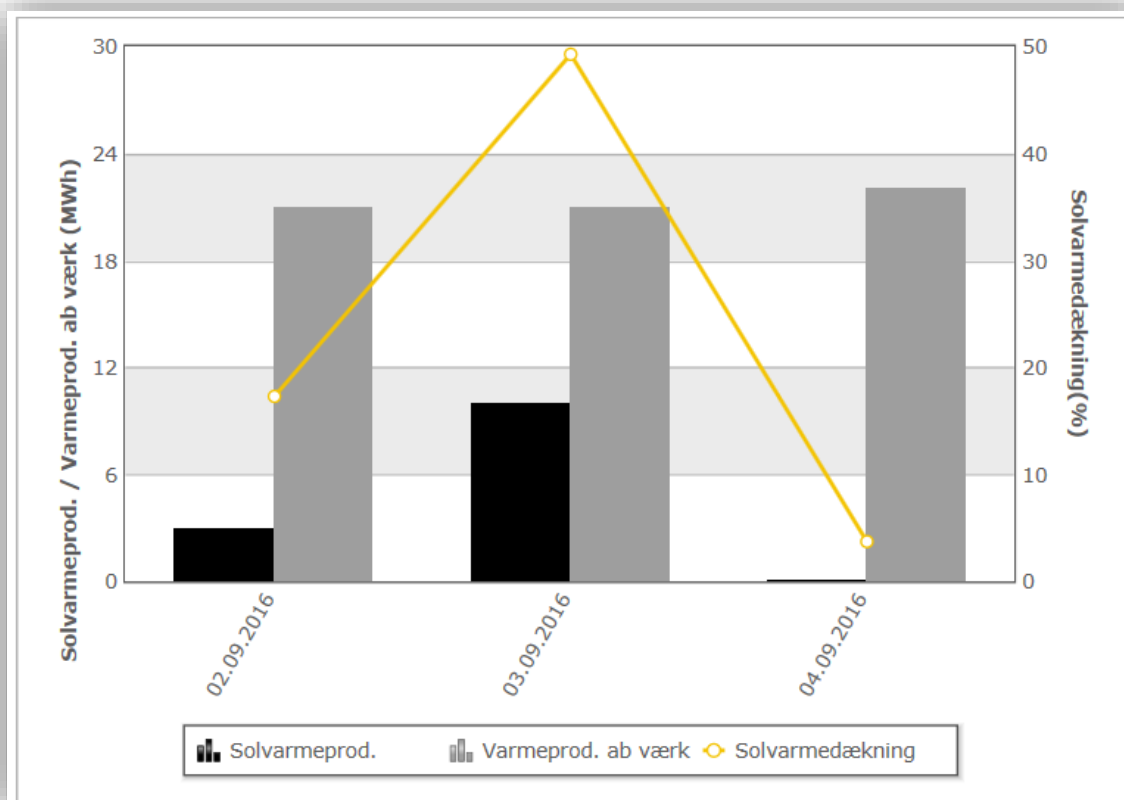


Figur 2.3.3. Eksempel på temperaturkurver for et solvarmeanlæg (grøn) og et gennemsnit af alle øvrige værker på siden.

Solvarmeanlægget sammenholdt med hele værket

Solvarmeproduktionen kan vises som en grafisk sammenligning med værkets totale varmeproduktion. Eftersom der overvåges solvarmeproduktion og ikke tab i varmelagrene, kan solvarmedækningen ikke angives som den andel af varmebehovet af værk, der dækkes af solvarme. Desuden er lagrene oftest koblet til flere forskellige produktionsenheder, hvorfor varmetabet fra disse ikke udelukkende relaterer til solvarmen. "Solvarmedækningen" der angives på hjemmesiden udgør derfor solvarmens andel af den samlede produktion.

På figur 2.3.4 ses et eksempel på tre dage med forskellig solvarmeproduktion og dertilhørende solvarmedækning.



Figur 2.3.4. Solvarmeproduktion sammenlignet med total varmeproduktion på værket og den derudfra beregnede solvarmedækning.

Effektivitet af anlægget

Solvarmeproduktionen og den solindstråling, der rammer solfangerfeltet, kan vises grafisk sammen med forholdet mellem de to parametre, dvs. effektiviteten af solfangeranlægget. Denne funktion var dog tilgængelig allerede inden opgraderingen beskrevet i nærværende rapport.

2.4 Simpelt tjek af forventet vs. målt ydelse

Foruden sammenligningen af ydelsen med værkets egne historiske målinger og de øvrige værkers gennemsnitlige ydelse, kan der udføres et tjek af om anlægget kan yde som man ønsker, når forholdene er gunstige. Dette tjek læner sig op ad metoden til ydelsesgarantien, der ofte bruges til at kontrollere om anlægget yder som det skal ved idriftsættelsestidspunktet*. Ved løbende at inkludere et tjek, kan man bl.a. undersøge eventuelle reduktioner i ydelsen over tid.

Metode

For hvert tidsskridt undersøges, om der kan etableres et ydelsestjek. Dette gøres ved at undersøge om betingelserne for et tjek er overholdt i den seneste time. I så fald udføres beregningerne for ydel-

* Se fx SDH fact sheet 3.3 "Performance guarantees", som kan downloades på hjemmesiden www.solar-district-heating.eu → Documents → SDH guidelines.

sestjekket, hvorved der dannes et (ydelses-)”tjekpunkt”. Tjekpunkter for den målte effekt af solfangerfeltet plottes som funktion af den garanterede effekt. Det betyder at man for hvert tjekpunkt kan se, om den målte ydelse ligger over den forventede (og hvor meget). Derudover angives (i en separat figur) en sum af anlæggets tjekpunkter over hele driftsperioden sammenholdt med den tilsvarende sum af forventet ydelse for disse tjekpunkter. På den måde kan man se, om anlægget samlet set har ydet over/under forventet.

Betingelser for at oprette et tjekpunkt

En række forhold skal kontrolleres før man kan sikre at omstændighederne tillader at man kan kontrollere om anlægget yder som forventet. De betingelser, der skal være overholdt, er listet herunder. For hver betingelse gælder, at der er tale om gennemsnittet i den seneste time.

- Indstrålingen på solfangerfladen, $G \geq 800 \text{ W/m}^2$
- Udetemperaturen, $T_i \geq 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Ingen skygger på solfangerne
- Ingen sne/is på solfangerne
- Ingen betydelig ændring i solfangernes middeltemperatur, $T_{s,\text{mid}} (< 5 \text{ K})$ i løbet af timen
- Der må ikke være dannet et tjekpunkt i den sidste time. I så fald vil man risikere at bruge de samme data flere gange. Det er må fx ikke benyttes måledata fra perioden 11:30-12:30 og derefter i perioden 11:35-12:35 fra samme dag, til to forskellige tjekpunkter.
- Indfaldsvinklen (θ) for solindstrålingen $\leq 30^\circ$

Mht. det sidste punkt (indfaldsvinklen) så kontrolleres det ved at der laves et tabelopslag i et excel-fil, som angiver med et 1-tal eller et 0, om der hhv. kan laves et tjekpunkt eller ej[†]. Dette vil under normale omstændigheder også sikre, at solen står højt nok på himlen til at der ikke er skygger på solfangerne fra foranstående solfangerrækker. Tabellen består af en dato og timeværdi for hver time af året i kolonne A og 0 eller 1-værdier i kolonne B. En sådan tabel med 0'er og 1-taller udarbejdes vha. forudgående beregninger, der angiver tidsintervaller for, hvornår indfaldsvinklen er lav nok. Disse intervaller afhænger af lokaliteten (breddegraden), solfangerhældningen, solfangernes højde og rækkeafstanden. Tabeller med tidsintervaller over året, hvor solens placering muliggør et tjekpunkt (såfremt øvrige betingelser også er overholdt) kan dannes én gang for alle for det enkelte værk. Da tabellen for de danske anlæg vil være nogenlunde ens, benyttes som udgangspunkt den samme tabel for alle værker. Som udgangspunkt fastsættes tidspunkter som angivet herunder.

Periode		Tilladte tidspunkter for lagring af middelværdier for forudgående time				timer/ dag	dage/ periode	Potentielle målepunkter
		11:00	12:00	13:00	14:00			
12-mar	18-mar			X		1	6	6
19-mar	31-mar		X	X		2	12	24
01-apr	22-apr		X	X	X	3	21	63
23-apr	26-jul	X	X	X	X	4	94	376
27-jul	06-sep		X	X	X	3	41	123
07-sep	28-sep		X	X		2	21	42
Året							195	634

Tabel 2.4.1. Tilladte tidsperioder, der kan benyttes til tjekpunkter (gældende for Danmark)[‡].

[†] Parameteren der enten er 0 eller 1 kaldes her ” θ_{tjek} ”.

[‡] Det bemærkes, at for tæt placerede solfangerrækker med stor hældning ift. vandret, kan det være nødvendigt at indskrænke de i tabellen viste tilladte tidsperioder for at undgå skyggevirkninger. Tidspunkter er i vintertid.

Softwaremæssigt skal der således for enhver måling kontrolleres som følger:

- Det kontrolleres om tidspunktet tillader at lave et tjekpunkt vha. et tabelopslag, der undersøger om θ_{tjek} er fastsat til værdien 1 for alle tidspunkter igennem den seneste time. Hvis der undersøges i intervaller af 5 min. kan dette fx gøres ved at kontrollere om summen af værdierne i den seneste time, $\Sigma\theta_{tjek}$ er 12[§].
- Der beregnes en gennemsnitsindstråling G_{gnsn} for den seneste time.
- Der beregnes en gennemsnitsudelufttemperatur, $T_{l,gnsn}$ for den seneste time.
- Forskellen mellem den største og mindste værdi for T_l i den seneste time, $T_{l,udsving}$ beregnes.
- Forskellen i tid mellem det aktuelle tidspunkt, t_{nu} og tidspunktet for seneste tjekpunkt, $t_{tjekpkt}$ er minimum 60 minutter.

$$\text{Tjekpunkt kan dannes hvis} \left\{ \begin{array}{l} \Sigma \theta_{tjek} = 12 \\ G_{gnsn} \geq 800 \text{ W/m}^2 \\ T_{l,gnsn} \geq 5 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{l,udsving} \leq 5 \text{ K} \\ t_{nu} - t_{tjekpkt} \geq 60 \text{ min.} \end{array} \right.$$

Typisk garantistillelse

Garanti for ydelse af solfangerfelter gives ofte i form af en garantikurve for solfangerfeltets ydelse:

$$P_{gar} = A \cdot [\eta_0 \cdot G - a_1 \cdot (T_{s,mid} - T_l) - a_2 \cdot (T_{s,mid} - T_l)^2] \cdot [1 - f_R] \cdot [1 - f_U] \quad [\text{W}]$$

hvor:

P_{gar} :	Garanteret ydelseseffekt	[W]
A:	Solfangerareal** hørende til de angivne effektivitetsparametre	[m ²]
η_0	Solfangerstarteffektivitet	[-]
a_1	Solfangers 1. ordens varmetabskoefficient	[W/(K·m ²)]
a_2	Solfangers 2. ordens varmetabskoefficient	[W/(K ² ·m ²)]
G:	Solindstråling på solfangerplan	[W/m ²]
T_l :	Lufttemperatur (ventileret og i skygge)	[°C]
$T_{s,mid}$	Middeltemperatur i solfanger beregnet som $(T_{sf} + T_{sr})/2$	[°C]
T_{sf} :	Fremløbstemp. fra solfangerfelt til varmevekslers primær side	[°C]
T_{sr} :	Returtemp. til solfanger fra varmevekslers primær side	[°C]
f_R :	Sikkerhedsfaktor der tager højde for tab i solkreds (rør, veksler)	[-]
	- kan eksempelvis sættes til 3 %	
f_U :	Sikkerhedsfaktor der tager højde for den totale måleusikkerhed	[-]
	- kan eksempelvis sættes til 5 %	

For målte værdier tilføjes herunder indekset "målt". Se i øvrigt symbolliste i bilag VI.

Logning af målinger skal foregå mindst hvert andet minut, mens lagring af gennemsnitlige måleværdier skal udføres hver time.

Ved indtastningen af parametrene angives desuden om effektivitetsparametrene er baseret på "transparent areal" eller "bruttoareal". Historisk set har der i Danmark normalt været brugt solfange-

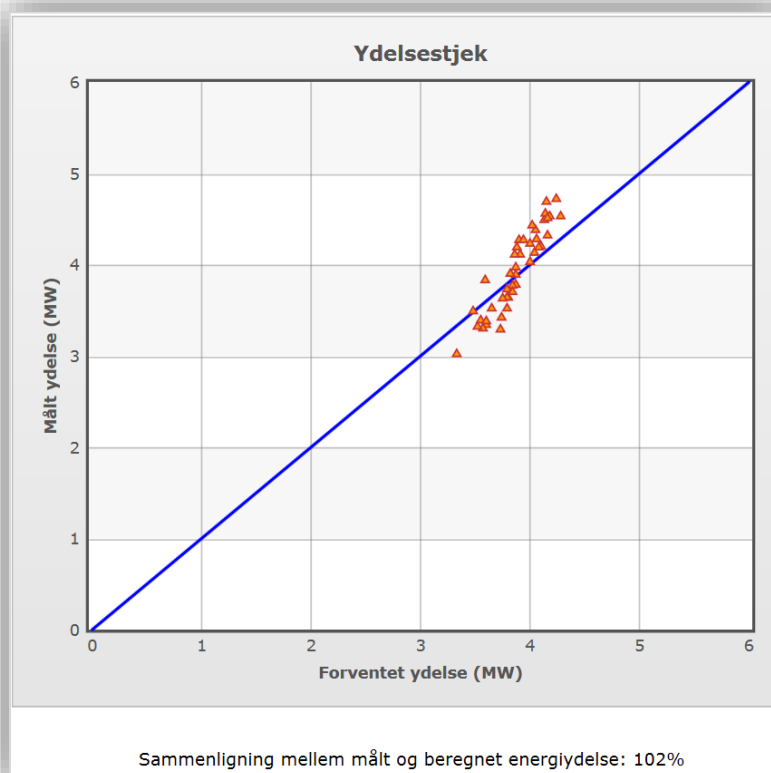
[§] Hvis $\theta_{tjek} = 1$ for ethvert målepunkt hvert 5. minut i en time, bliver summen af $\theta_{tjek} = 60 \text{ min.} / 5 \text{ min.} = 12$.

** Det er afgørende for beregningen at der holdes styr på forskellen mellem transparent areal og bruttoareal.

rens "transparente areal" (på engelsk "aperture area"), dvs. glasarealet for en plan solfanger. Efter ny international standard benyttes der dog fremadrettet bruttoareal (på engelsk "gross area"), hvilket betyder, at testrapporter fremover i nogle tilfælde kun vil have angivet effektivitetsparametre ift. bruttoarealet.

Gennemførelse af ydelsestjek

Tjekpunkternes målte effekt (efter varmeveksleren), $P_{vv,v,m\ddot{a}lt}$ plottes som funktion af den garanterede effekt P_{gar} . Et eksempelskitse ses på figur 2.4.1. Det ses at ikke alle tjekpunkterne ligger højere end forventet, dvs. ligger over linjen, der indikerer at den forventede ydelse er opnået. Ligesom udvælgelsen af målepunkter til input/output-diagrammer, kan der også her vælges en periode, der ønskes undersøgt.



Figur 2.4.1. Eksempel på illustration af ydelsestjek med tjekpunkter.

Summen af anlæggets tjekpunkter over hele driftsperioden, $Q_{tot,m\ddot{a}lt}$ sammenholdes med den tilsvarende sum af den *forventede* ydelse for disse tjekpunkter, Q_{gar} .

$$Q_{tot,m\ddot{a}lt} = \sum (P_{vv,v,m\ddot{a}lt} \cdot \Delta t) \quad [\text{Wh}]$$

hvor

$P_{vv,v,m\ddot{a}lt}$ er den målte solvarmeeffekt leveret fra varmeveksleren [W]

Δt er tidsinterval for lagring (en time^{††}) [h]

^{††} Enhed: Timer (*hours*), forkortet "h".

Tilsvarende gælder at

$$Q_{\text{gar}} = \sum (P_{\text{gar}} \cdot \Delta t) \quad [\text{Wh}]$$

Til sammenligning beregnes forholdet mellem $Q_{\text{tot,målt}}$ og Q_{gar} i procent, dvs.

$$Q_{\text{tot,målt}} / Q_{\text{gar}} \quad [\%]$$

Dette forhold angives som en procentsats under grafen på figur 2.4.1. Hvis værdien er større end 100 % leverer anlægget mere end hvad der forventes på baggrund af det simple ydelsestjek. Det understreges i den forbindelse, at der ikke er tale om en garanti, men at værkerne kan benytte beregningerne som en indikation af, hvordan værket yder^{††}.

Idet det muligvis kan betragtes som følsom information, er systemet sat op, så det kun er værket selv, der har adgang til dette ydelsestjek. Det er således kun, hvis man er logget ind, at man kan se ydelsestjekket for sig eget anlæg.

Lige så snart et værk løbende fremsender de nødvendige data og har udfyldt de generelle informationer om anlægget, vil alle hjemmesidens funktioner blive aktiveret automatisk.

2.5 Kvalitetssikring af data

Nedenstående liste af parametre kontrolleres. Der gives en fejlmeddelelse hvis værdien er større end angivet maksimum, mindre end angivet minimum eller ingen data modtaget. For alle parametre gælder desuden, at der gives en fejlmeddelelse, hvis samme værdi optræder i 24 timer i træk.

Kvalitetssikring af data løbende			
	Maks.	Min.	
- Udelufttemperaturen	60	-50 °C	
- Totalindstråling på solfangerfladen	1300	-10 W/m ²	
- Direkte indstråling på solfangerfladen ("beam") (hvis tilgængelig)	1300	-10 W/m ²	
- Diffus indstråling på solfangerfladen (hvis tilgængelig)	1000	-10 W/m ²	
- Temperaturen af solfangervæsken ved udløb fra varmeveksleren på primærsiden (mod solfangerne)	200	-50 °C	
- Temperaturen af solfangervæsken ved indløb til varmeveksleren på primærsiden (fra solfangerne)	200	-50 °C	
- Flowet i primærkredsen	0,12	-0,01 m ³ /h/m ²	
- Målt effekt på primærsiden	1300	-200 W/m ²	
- Temperaturen af væsken ved udløb fra varmeveksleren på sekundærsiden (vandsiden)	200	-50 °C	
- Temperaturen af væsken ved indløb til varmeveksleren på sekundærsiden (vandsiden)	200	-50 °C	
- Flowet i sekundærkredsen	0,12	-0,01 m ³ /h/m ²	
- Målt effekt på sekundærsiden	1300	-200 W/m ²	
Kvalitetssikring af data på dagsbasis			
	Maks.	Min.	
- Totalindstråling på solfangerfladen	10000	0 Wh/(d·m ²)	
- Direkte indstråling på solfangerfladen ("beam")	10000	0 Wh/(d·m ²)	
- Diffus indstråling på solfangerfladen	10000	0 Wh/(d·m ²)	
- Målt effekt på primærsiden	10000	0 Wh/(d·m ²)	
- Målt effekt på sekundærsiden	10000	0 Wh/(d·m ²)	
- Effektivitet	100%	0 -	

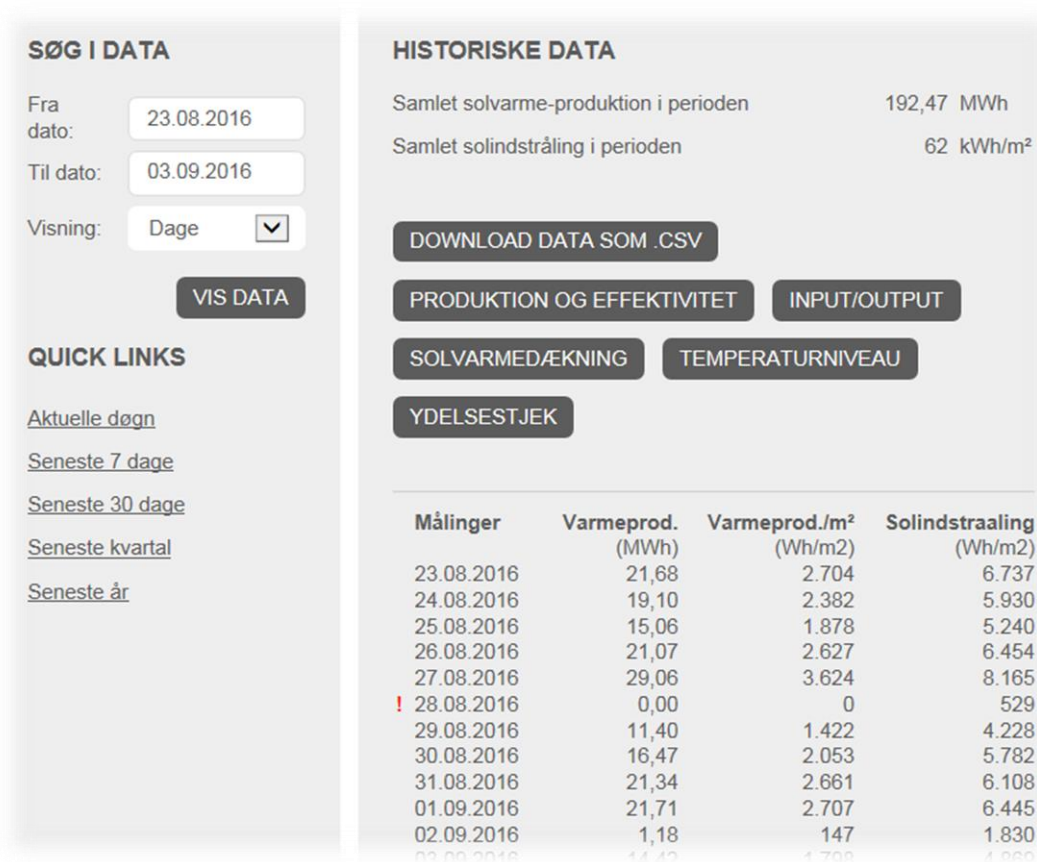
Tabel 2.5.1. Kvalitetssikring af data – grænseværdier.

^{††} Hverken nogen af projektpartnerne (inkl. easynet) eller Dansk Fjernvarme kan på nogen måde drages til ansvar for brugen af nogen af oplysningerne på solvarmedata.dk.

Hvordan håndteres fejlen?

For første timeværdi hvor en fejl optræder, rettes værdien til seneste værdi, som er i orden^{§§}. Derefter udføres ingen autokorrektion. Ved fejl kan der evt. fremsendes en mail, hvis værket har valgt denne funktion under deres login. Desuden angives et rødt udråbstegn ud for den givne datapunkt i oversigten på hjemmesiden, så man kan se, at man skal være påpasselig med at benytte dataene til analyser og hvornår fejlen er indtrådt.

Der angives tilsvarende en advarsel hvis brugeren vælger at kigge på produktionsdata *på dagsbasis* (forudsat at en timeværdi i løbet af døgnet har fået et rødt udråbstegn). På den måde kan fejlagtige data identificeres også selvom dagsværdien måske viser en plausibel værdi. Et eksempel ses på figur 2.5.1. Eftersom en eller flere timeværdier d. 28. august har et rødt udråbstegn, får også dagsværdien for samme dato et udråbstegn, når brugeren vælger at se dataene som dagsværdier.



Figur 2.5.1. Eksempel på advarsel om fejlagtige data angivet som et rødt udråbstegn ud for datoen 28.08.2016 på hjemmesiden.

2.6 Forberedelse til at inkludere udenlandske anlæg

Der har i udlandet længe været interesse for solvarmedata.dk og den engelske version af hjemmesiden er nu blevet til sin helt egen kaldet solarheatdata.eu. Forskellen mellem de to sider er, at solvarmedata.dk fokuserer på danske anlæg (som hidtil), mens solarheatdata.eu har et internationalt udgangspunkt, som gør det muligt for anlæg uden for Danmark at blive koblet på. Derfor møder man på solarheatdata.eu et europakort og engelsk tekst i stedet for et danmarkskort og dansk tekst. Hvis

^{§§} Dvs. en værdi, som ikke har givet udslag i en fejlmeddelelse.

man som dansk solvarmeanlæg er med (eller kommer med) på den danske hjemmeside, er man automatisk også med på den internationale version.

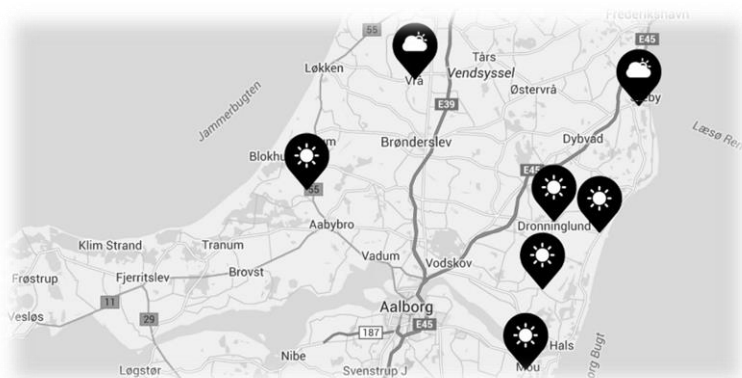
2.7 Layoutændringer

Mobilvenlig visning

Hjemmesiden er opdateret til mobilvenlig visning, som tilpasser formen og formatet af indholdet, når solvarmedata.dk bliver tilgået fra en smartphone. Herved opnås, at såvel aktuelle produktionsdata og historiske data også kan tilgås, selvom man ikke sidder ved en computer. Brugere bliver automatisk videresendt til den optimale visning afhængig af, hvilken enhed der benyttes.

Gule ikoner for solvarmeanlæg

Ikonerne for hvert solvarmeanlæg er ændret fra at være sorte til at være gule. Dette giver en intuitiv indikation af, at der er tale om solenergi, hvilket kan vise sig at være gavnligt, såfremt en tilsvarende hjemmeside med varmelagre benytter et lignende layout, vil det gøre farvekoder ekstra relevante.



Figur 2.7.1. Layout i 2015 med sorte ikoner.

Der er kommet et nyt ikon, som angiver, at der findes flere solvarmeanlæg i samme område. Hvis der eksempelvis er kort afstand mellem to byer, som begge har et solvarmeanlæg, og solikonerne derfor ville overlappende hinanden på kortet, vil hjemmesiden automatisk gruppere ikonerne og i stedet vise et "gruppeikon", som vist på figur 2.7.2. Ved at klikke på ikonet vises en liste med navnene på de tilknyttede solvarmeanlæg. Alternativt kan brugeren zoome ind indtil ikonet deler sig op.



Figur 2.7.2. Der findes fire forskellige ikoner til at indikere forskellige niveauer af indstråling – fra venstre mod højre hhv. "høj", "middel", "lav" eller "ingen". Derudover findes der nu et nyt gruppeikon (til højre), som indikerer, at der er mere end ét anlæg i området.

Vejledning for interesserede værker

En overordnet vejledning i kriterier for at blive koblet til hjemmesiden findes ved at klikke på den gule boks på forsiden, som indeholder teksten "Få jeres anlæg på kortet".

Samlet solvarmeeffekt fra alle anlæg

En anden lille detalje er, at den samlede solvarmeproduktion fra alle de tilsluttede værker vises i realtid på forsiden som en separat boks.

Bundmenu med yderligere information

Nederst på siden findes en menu, hvor man kan finde

- en kort beskrivelse af hjemmesiden
- yderligere information om solvarme inkl. relevante links
- kontaktinformation, hvis der er behov for hjælp



Figur 2.7.3. Menuen i bunden af hjemmesiden kan minimeres/maksimeres ved at klikke på de tre vandrette streger i nederste venstre hjørne.

3 Fremsendelse af data fra hvert værk

For at kunne inkludere beregninger af solvarmeydelsen som omtalt ovenfor er der behov for flere måledata fra solvarmeanlæggene. Derfor ønskes solvarmeanlæggene opsat til at fremsende yderligere data til easynets database (på samme måde som der i øjeblikket fremsendes solindstråling og solvarmeproduktion). Forespørgslen vedr. dette rundsendes til værkerne sammen med en beskrivelse af de nye tiltag, jf. bilag IV. Der er samlet set tale om solindstråling og udeluftens temperatur samt effekt, flow og temperaturer ud og ind af varmeveksleren på begge sider. Angivet som en liste som vist i tabel 3.1.

Det er vigtigt at bemærke (easynet skal informeres), hvis der i nogle tilfælde er tale om estimerede/beregnete værdier. Det kunne eksempelvis dreje sig om flowet på primærsiden, som på nogle værker ikke måles.

Parameter	Enhed	Angivet nøjagtighed (antal decimaler)
Aktuel solvarmeproduktion (målt effekt på sekundærsiden)	MW	3
Aktuel solindstråling (totalindstråling på solfangerfladen)	W/m ²	0
Udelufttemperaturen	°C	1
Diffusstråling på solfangerfladen (om muligt)	W/m ²	0
Direkte stråling på solfangerfladen (om muligt ^{***})	W/m ²	0
Temperaturen af solfangervæsken ved udløb <u>fra</u> varmeveksleren på primærsiden (mod solfangerne)	°C	1
Temperaturen af solfangervæsken ved indløb <u>til</u> varmeveksleren på primærsiden (fra solfangerne)	°C	1
Flowet i primærkredsen	m ³ /t	1
Målt effekt på primærsiden	MW	3
Temperaturen af væsken ved udløb <u>fra</u> varmeveksleren på sekundærsiden (vandsiden)	°C	1
Temperaturen af væsken ved indløb <u>til</u> varmeveksleren på sekundærsiden (vandsiden)	°C	1
Flowet i sekundærkredsen	m ³ /t	1
Varmeproduktion af værk (for at kunne beregne solvarmedækningen)	MW	3

Tabel 3.1. Data der ønskes løbende fremsendt fra hvert værk.

*** Absolut nødvendigt for CSP-anlæg.

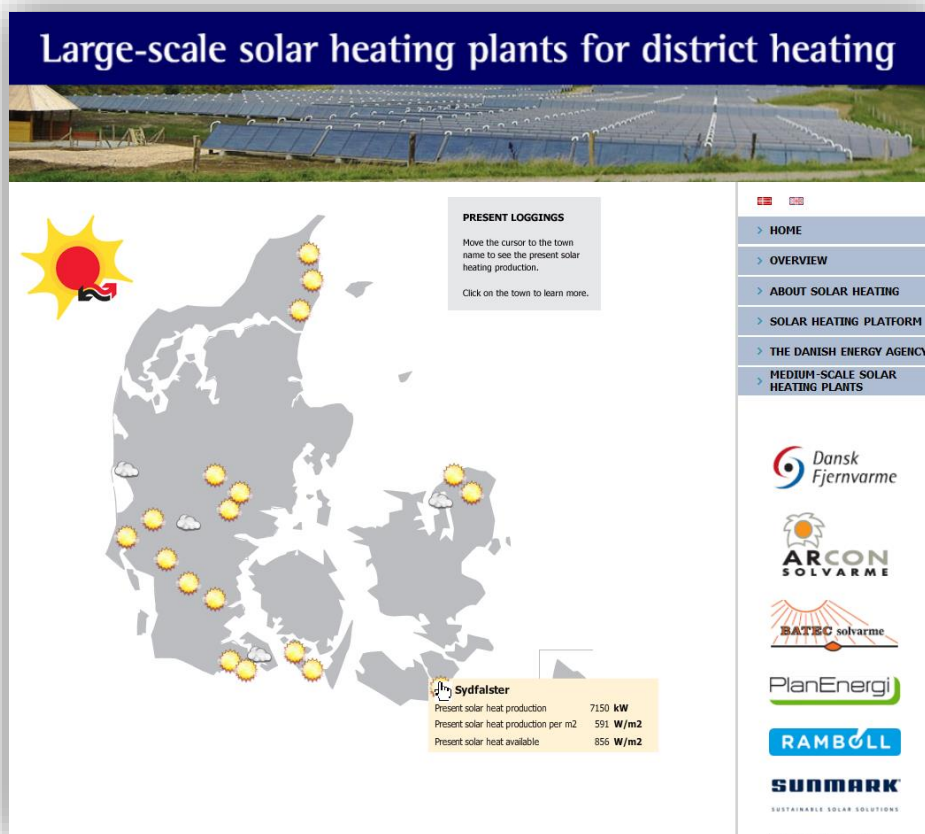
4 Finansiering

4.1 Historiske finansieringsformer

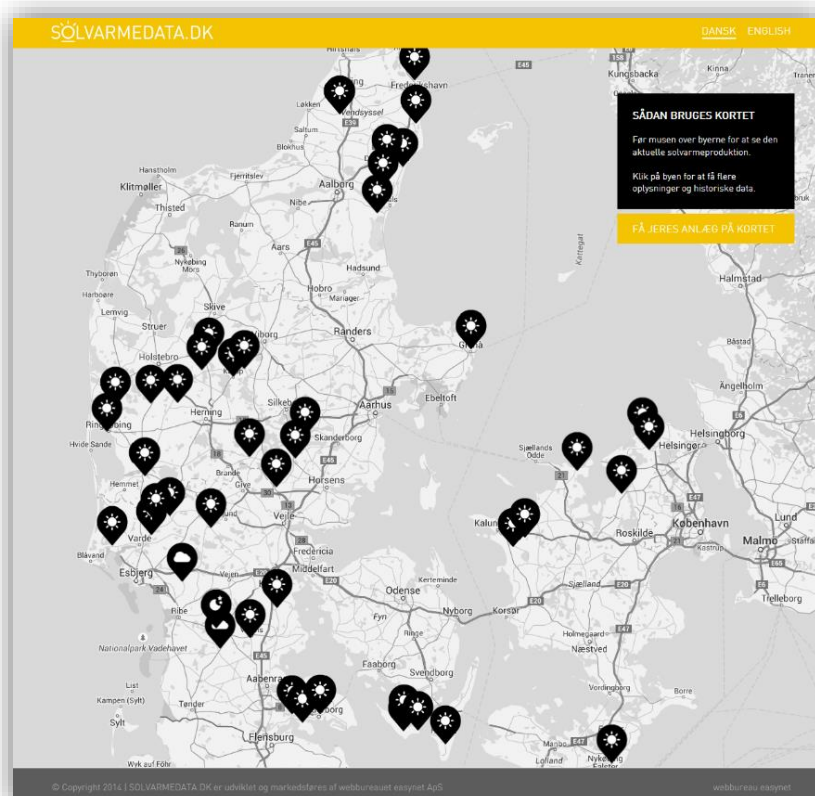
Solvarmedata.dk opstod som idé hos Brædstrup Fjernvarme umiddelbart efter værkets etablering af det første solvarmeanlæg i 2007. Da netop dette anlæg var det første, der kombinerede sol og kraftvarme, konstateredes en stor interesse for at følge produktionen og i hele taget for at vide noget mere om konceptet. Der var i 2007 etableret i alt 9 solvarmeanlæg i kombination med fjernvarme og ideen blev fostret om at etablere en fælles platform, hvor alle interesserede kunne blive orienteret om opbygningen af de enkelte anlæg – og ikke mindst følge med i de enkelte anlægs produktionsforhold. Brædstrup Fjernvarme kontaktede easynet for at høre om mulighederne for at etablere online-forbindelser til de enkelte anlæg og for således at kunne præsentere de enkelte værkers historiske og øjeblikkelige produktionsdata. Konceptet blev udviklet, sponsorer blev engageret og meget hurtigt blev de fleste af de dengang relativt få anlæg tilsluttet systemet.

Efter etableringen af Dansk Fjernvarmes Solvarmegruppe tilbød Brædstrup Fjernvarme at overdrage hjemmesiden til Dansk Fjernvarme som via erfagruppen har drevet den til dato. De oprindelige engangssponsorater kunne dog ikke blive ved med at dække omkostningerne ved driften af hjemmesiden og der blev derfor valgt at værkerne på siden betalte et abonnement for at kunne opretholde siden samt opdatere den til et mere tidssvarende design.

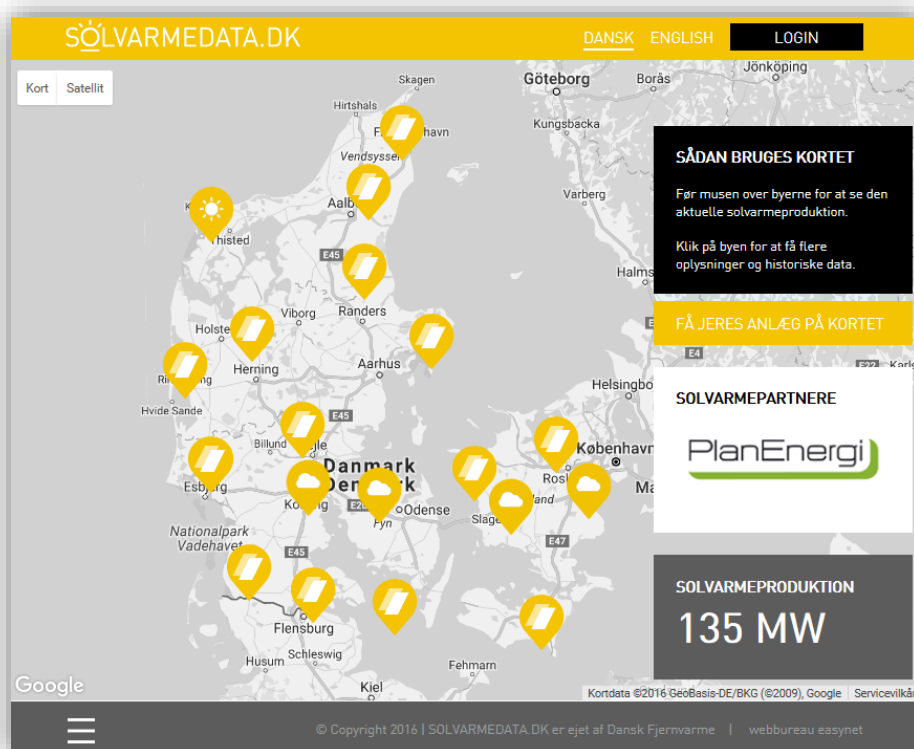
Hjemmesiden har over tid udviklet sig i takt med udbygningen af storskala solvarme i Danmark, og der kan konstateres en meget stor interesse for hjemmesiden – såvel nationalt som internationalt.



Figur 4.1.1. Eksempel på forside fra det oprindelige design af solvarmedata.dk (her i den engelske udgave).



Figur 4.1.2. Eksempel på forside fra det solvarmedata.dk før opgraderingen der beskrives i nærværende rapport.



Figur 4.1.3. Eksempel på forside fra det nye layout af solvarmedata.dk.

4.2 Ny finansieringsmodel og succeskriterier

Fremadrettet bliver det sponsorer – såkaldte SolvarmePartnere – der finansierer den løbende drift af hjemmesiden. SolvarmePartnere får til gengæld vist deres logo på forsiden og opnår dermed en reklameværdi, som netop målrettes interesserede i solvarmeteknologien. På denne måde bliver der fremadrettet ikke nogen en løbende omkostning for værkerne. Der kræves blot et engangsbeløb ved oprettelsen af et nyt værk på siden.

5 Fremtiden for solvarmedata.dk

På længere sigt vil et eventuelt overskud fra sponsorer kunne bruges til at sikre yderligere forbedringer af hjemmesiden og/eller ønskede justeringer. Derfor er forbedringsforslag velkomne omend det naturligvis ikke kan loves at ethvert af sådanne forslag efterkommes. Se kontaktinfo nederst til højre på side 1.

Relanceringen af den forbedrede udgave af solvarmedata.dk og etableringen af det internationale domæne *solarheatdata.eu* vil forhåbentlig øge interessen for solvarmeteknologien både i Danmark og udlandet og betyde, at endnu flere anlæg kobles på. Den løbende upload af rå ydelsesdata beviser, at der er tale om en moden teknologi, som kan bidrage til en samlet grøn omstilling.

Bilag

Bilag I:	Informationer fra værket – udfyldes under værkslogin
Bilag II:	Brochure til reklame for sponsoraftale
Bilag III:	Kontraktformular for sponsoraftale
Bilag IV:	Henvendelse til værker – ændring af datafremsendelse
Bilag V:	Udregning af formel for tendenslinje
Bilag VI:	Symbolliste

Bilag I – Informationer fra værket – udfyldes under værkslogin

- Navn på anlæg
- Adresse
- Kontaktperson og e-mail til brug ifm. fejlmeddelelser/uregelmæssigheder
- Øvrige produktionsenheder
- Lagre tilkoblet solvarmeanlægget
- Præcisering af idriftsættelsesdato og sluttidspunktet, hvis nedlagt [dd.mm.åååå]
- Specifik solfangertype – helst med reference til (Solar Keymark-)prøvningsrapport dvs. fx ikke bare "Arcon", men "Arcon HT HeatBoost 35/10" (Solar Keymark: SP SC0841-14)
- Antal solfangermoduler
- Areal af et solfangermodul – angivet som transparent areal og som bruttoareal [m²]
- Solfangerdimensioner (højde $\updownarrow$ og bredde $\leftrightarrow$) [m]
- Orientering af solfangere (afvigelse fra syd i grader)
- Afstand mellem solfangerrækkerne [m]
- Hældning af solfangerne [grader]
- Solfangereffektivitetsparametre
 - η_0 : Maksimumeffektivitet (/starteffektivitet) [-]
 - a_1 : Førsteordensvarmetabskoefficient [W/(K·m²)]
 - a_2 : Andenordensvarmetabskoefficient [W/(K²·m²)]
 - K_{50} : Indfaldsvinkelkorrektionsfaktor⁺⁺⁺ [-]
- Grundareal hvor solfangerne er placeret [m²]
- Sikkerhedsfaktor der tager hensyn til tab i solfangerkreds (rør og veksler) [-]
- Sikkerhedsfaktor der tager hensyn måleusikkerhed [-]
- Angivelse af udstyr benyttet til måling af solindstråling
- Angivelse af udstyr benyttet til energimåling
- Forventninger til ydelsen (varmeproduktion pr. år, maksimal effekt, CO₂-reduktion pr. år og solvarmedækning)
- Investering (pris for anlægget ekskl. lager, forventet økonomisk gevinst over 20 år, evt. tilskudsgiver og tilskudsbeløb samt simpel tilbagebetalingstid)

⁺⁺⁺ Angives som minimum ved en indfaldsvinkel 50°. Opdeles gerne i intervaller á 10° mellem 10° og 80°. En opdeling i hhv. langsgående og tværgående indfaldsvinkelkorrektionsfaktor angivet i 10°-intervaller er nødvendig, hvis der ikke er tale om flade solfangerne.

Bilag II – Brochure til reklame for sponsoraftale

For- og bagside:

SÖLVARMEDATA.DK

Der er to muligheder for at blive SolvarmePartner:
1-årig aftale: 7.500 kr./år
3-årig aftale: 15.000 kr.
(dvs. 3. år gratis)

Ved valg af en 3-årig aftale fastholdes prisen på 5.000 kr./år efter 3. år.
(Alle beløb er ekskl. moms)

www.solvarmedata.dk

Bliv SolvarmePartner!

Bidrag til en forbedret udgave af solvarmedata.dk og få jeres firma eksponeret i Danmark og udlandet

For mere information...

Bliv SolvarmePartner – kontakt Strandby Varmeværk
Tlf.: 98 48 13 58
varmevaerk@strandbyvarmevaerk.dk

Nye anlæg til hjemmesiden – kontakt Easynet
Tlf.: 70 25 03 70
info@easynet.dk

Midtersider:

SÖLVARMEDATA.DK

Bidraget fra SolvarmePartnere benyttes til en forbedret udgave af solvarmedata.dk

Planlagte forbedringer:

- Forbedring af brugeroplevelsen på hjemmesiden
- Online evaluering af anlæggenes ydelse
- Kvalitetssikring af data (kontrol af data og håndtering af fejlagtige/mangelfulde data)
- Flere måledata fra værkerne giver mulighed for flere dataudtræk
- Forbedret database til analyser over længere perioder
- Der åbnes op for registrering af solvarmeanlæg i udlandet
- Mobilvenlig visning
- Mulighed for sammenligning med andre værker

SÅDAN BRUGES KORTET:
Før musen over byerne for at se den aktuelle solvarmeproduktion. Klik på byerne for at få flere oplysninger og historiske data.

SolvarmePartnere:
PlanEnergi
[Klik her for at se alle partnere]

Eksempel

SolvarmePartnere
Beskrivende tekst der forklarer kort, hvad en SolvarmePartner er...

[Logo1] [Logo2] [Logo3]
[Logo4] [Logo5] [Logo6]
[Logo7] [Logo8] ...

Ved klik på logoet føres brugeren direkte til SolvarmePartnerens hjemmeside.

Bilag III – Kontraktformular for sponsoraftale

SOLVARMEDATA.DK

SolvarmePartneraftale

mellem

CVR: _____

som sponsor

og

Dansk Fjernvarme
(Solvarmegruppen)
Merkurvej 7
6000 Kolding

som modtager af sponsoratet

vedrørende

SolvarmePartnerskab, hvilket indebærer et økonomisk bidrag fra sponsoren til drift og forbedringer af databasen solvarmedata.dk mod at blive eksponeret på samme hjemmeside.

Eksponering

Eksponeringen bliver på flere områder af solvarmedata.dk:

- Logo i rotation på hjemmesiden**
SolvarmePartneres logoer kører i fast rotation på forsiden og bliver dermed eksponeret tydeligt for de besøgende.
- Logo på samlet oversigt**
SolvarmePartnere bliver præsenteret på en samlet firmaoversigt med logo og mulighed for at få et link til egen hjemmeside.

Eksponeringsmetoden kan ændres ved forudgående varsling af SolvarmePartnerne. Ved en sådan ændring, skal enhver SolvarmePartner have mulighed for samtidigt at opsige aftalen, såfremt ændringerne i metoden i væsentlig grad forringer SolvarmePartnerens eksponering.

Pris og betaling

Prisen for at blive SolvarmePartner afhænger af aftalens længde.

- Ved en 1-årig aftale: kr. 7.500,-
- Ved en 3-årig aftale: kr. 15.000,-

Ved en 3-årig aftale er prisen efter tredje år kr. 5.000,- pr./år.
Alle priser er ekskl. moms.

SolvarmePartneraftalen indgås ved udfyldelse af nærværende kontrakt og faktureres forud.
Perioden fremgår ud for den valgte aftalelængde herunder.

Efter den første periode (enten 1 eller 3 år) faktureres der løbende forud for 1 år ad gangen og det påhviler SolvarmePartneren selv, at udmelde sig af aftalen senest 30 dage før en ny reklameperiode træder i kraft, hvis forlængelse ikke ønskes.

Side 1 af 2

Fremsendelse af information fra SolvarmePartneren

For at komme på solvarmedata.dk skal nærværende kontrakt udfyldes og underskrives, og der skal fremsendes et digitalt logo i høj opløsning (gerne i formatet .eps).

SolvarmePartnerbeskrivelse:

Firma/selskab/forening: _____

Kontaktperson: _____

E-mail: _____

Tlf.: _____

Ønsket link på solvarmedata.dk: _____

Indledende aftaleperiode (sæt kryds): ☐ 1 år fra SolvarmePartners logo fremgår af websiden.
☐ 3 år fra SolvarmePartners logo fremgår af websiden.

Logo samt udfyldt og underskrevet kontrakt fremsendes til Dansk Fjernvarmes Solvarmegruppe med post eller som scannet version (pdf-fil) til:

*Strandby Varmeværk**Att.: Flemming Sørensen**Ravmarken 8**9970 Strandby**Mærk kuverten/e-mailen "solvarmedata.dk"*

eller

*flemming@strandbyvarmevaerk.dk***Underskrifter****For kommende SolvarmePartner:**

Dato: _____

Underskriver: _____

Underskrift og stempel

For Dansk Fjernvarmes Solvarmegruppe:

Dato: _____

Underskriver: _____

Underskrift og stempel

Bilag IV – Henvendelse til værker – ændring af datafremsendelse

Nedenfor ses et udkast til et brev, som vil blive sendt til de værker, der er koblet til solvarmedata.dk (side 1 af 3).

Til den ansvarlige for værkets solvarmeanlæg

Tak fordi jeres værk sender målinger til ***solvarmedata.dk*** og dermed bidrager til hjemmesidens voksende solvarmefællesskab!

Vi håber I også er glade for at benytte hjemmesiden og vi kan fortælle, at ***solvarmedata.dk*** nu er blevet endnu bedre. En ny version af siden inkluderer flere muligheder for at holde øje med solvarmeydelsen og for bedre at kontrollere, at de målinger der foretages er retvisende. Samtidigt ændres finansieringsstrukturen, så der ikke længere vil være et løbende abonnement for at have jeres solvarmeanlæg på hjemmesiden.

For at de nye muligheder også kan gælde for jeres værk, er der behov for lidt hjælp fra jer. Vi skal bruge

- 1) flere generelle informationer om solvarmeanlægget og
- 2) at anlægget sættes op til at fremsende nogle flere data til Easynets database (på samme måde som der i øjeblikket fremsendes solindstråling og solvarmeproduktion).

Vedr. punkt 1: På den nye side bedes I med jeres nye login udfylde generelle informationer om anlægget. Jeres login er:

Brugernavn: XXXXXXXXXX

Kodeord: XXXXXX

Vedr. punkt 2: Se de ekstra data, der skal fremsendes inkl. vejledning til dette på de næste sider.

Vi ser frem til at modtage jeres input og til at kunne tilbyde jer en forbedret brugeroplevelse på solvarmedata.dk.

Venlig hilsen

På vegne af arbejdsgruppen for opgradering af solvarmedata.dk

Rasmus Bundegaard Eriksen
rbe@danskfjernvarme.dk

Dansk Fjernvarme
Merkurvej 7
6000 Kolding
Tlf.: 7630 8000

Udkast til brev, som vil blive sendt til de værker, der er koblet til solvarmedata.dk (side 2 af 3).

Informationer der skal fremsendes løbende (fx i 5-minuttersintervaller)

#	Parameter	Enhed	Angivet nøjagtighed (decimaler)	Til egen reference: Parameter-navn ("tag")
I	Aktuel solvarmeproduktion (målt effekt på sekundærsiden)	MW	3	
II	Aktuel solindstråling (totalindstråling på solfangerfladen)	W/m ²	0	
III	Udelufttemperaturen	°C	1	
IV	Diffusstråling på solfangerfladen (om muligt)	W/m ²	0	
V	Direkte stråling på solfangerfladen (om muligt ⁺⁺⁺)	W/m ²	0	
VI	Temperaturen af solfangervæsken ved udløb <u>fra</u> varmeveksleren på primærsiden (mod solfangerne)	°C	1	
VII	Temperaturen af solfangervæsken ved indløb <u>til</u> varmeveksleren på primærsiden (fra solfangerne)	°C	1	
VIII	Flowet i primærkredsen	m ³ /t	1	
IX	Målt effekt på primærsiden	MW	3	
X	Temperaturen af væsken ved udløb <u>fra</u> varmeveksleren på sekundærsiden (vandsiden)	°C	1	
XI	Temperaturen af væsken ved indløb <u>til</u> varmeveksleren på sekundærsiden (vandsiden)	°C	1	
XII	Flowet i sekundærkredsen	m ³ /t	1	
XIII	Varmeproduktion ab værk (for at kunne beregne solvarmedækningen)	MW	3	

OBS! Vigtig info på sidste side.

⁺⁺⁺ Absolut nødvendigt for CSP-anlæg.

Udkast til brev, som vil blive sendt til de værker, der er koblet til solvarmedata.dk (side 3 af 3)

Vejledning i fremsendelse af data

VIGTIGT! Ved fremsendelse af data skal følgende opfyldes:

- Der benyttes komma som decimalseparator.
- Værdierne skal være semikolonsepareret.
- Værdierne skal leveres i den rækkefølge, de er listet i ovenfor.
- Hvis ikke alle værdier kan leveres, efterlades felterne for de manglende værdier tomme.

Det mest almindelige er, at et solvarmesystem lægger en tekstfil (.txt) op på en FTP-server hos easy-net hvert 5. minut med de aktuelle værdier. Filen skal blot indeholde én linje med ovenstående data. Eksempel:

2,055;650;12,3;250;400;... osv.

hvis

- den aktuelle solvarmeproduktion er 2,055 MW
- den aktuelle solindstråling er 650 W/m²
- udelufttemperaturen er 12,3 °C
- diffusstråling på solfangerfladen er 250 W/m²
- direkte stråling på solfangerfladen er 400 W/m²
- ...

osv.

Hvis ikke alle værdier kan leveres, er det vigtigt at felterne for de manglende værdier efterlades tomme. Hvis eksempelvis "Diffusstråling på solfangerfladen" ikke kan leveres, vil ovenstående eksempel se således ud:

2,055;650;12,3;;400;...

Sådan at der altid er **12** semikolonner/separatorer i linjen.

Bilag V – Udregning af formel for tendenslinje

Det forudsættes for de målepunkter, der omtales i det følgende, at punktet ikke allerede er frasorteret på baggrund af kvalitetssikringen angivet i tabel 2.5.1.

Beregning af tendenslinjes koefficienter

Betragtes input-output-diagrammet (I/O-diagrammet) som et koordinatsystem og ethvert målepunkt som hhv. x-koordinat (solindstrålingen) og y-koordinat (solvarmeydelsen), får hvert målepunkt et koordinatsæt i diagrammet – eksempelvis koordinatsættet (x_i, y_i) for x-værdien x_i og y-værdien y_i .

Vha. lineær regression beregnes formelen for den "bedst tilnærmede" rette linje ift. målepunkterne^{§§§}. Metoden finder et funktionsudtryk på formen $y = a \cdot x + b$ hvor a er linjens hældningstal og b er linjens skæring med y-aksen.

Pga. usikkerheder i tendensen ved lave daglige solindstrålinger dannes tendenslinjen kun vha. målepunkter, der har en x-værdi over (eller lig med) en vis størrelse – eksempelvis 3000 Wh/m²/dag. Denne grænse kaldes $x_{\text{grænse}}$.

For de målepunkter der udvælges til at kunne danne tendenslinjen, kræves nogle mellemregninger. (En streg over fx $\bar{x}$ angiver, at der er tale om gennemsnittet af denne parameter, altså er $\bar{x}$ gennemsnittet af alle x-værdierne.)

Mellemregninger:

- For hvert målepunkt (x_i, y_i) beregnes $x_i \cdot y_i$
- For hvert målepunkt beregnes $x_i \cdot x_i (= x_i^2)$
- Der beregnes løbende et gennemsnit af alle gyldige x-værdier ($\bar{x}_i$)
- Der beregnes løbende et gennemsnit af alle gyldige y-værdier ($\bar{y}_i$)
- Der beregnes løbende et gennemsnit af produktet $x_i \cdot y_i$ ($\overline{x_i \cdot y_i}$)
- Der beregnes løbende et gennemsnit af værdierne for x_i^2 ($\overline{x_i^2}$)
- Der beregnes løbende et hældningstal for tendenslinjen a_{tendens} vha. følgende formel:

$$a_{\text{tendens}} = \frac{\overline{x_i \cdot y_i} - \bar{x}_i \cdot \bar{y}_i}{\overline{x_i^2} - \bar{x}_i^2} \quad (\text{V.1})$$

- Der beregnes løbende tendenslinjens skæring med y-aksen b_{tendens} vha. følgende formel:

$$b_{\text{tendens}} = \bar{y}_i - a_{\text{tendens}} \cdot \bar{x}_i \quad (\text{V.2})$$

Formlen for tendenslinjen kan således skrives som:

$$y_{\text{tendens}} = a_{\text{tendens}} \cdot x + b_{\text{tendens}} \quad (\text{V.3})$$

^{§§§} Metoden finder det funktionsudtryk, der giver den mindste værdi af R^2 ("mindste kvadraters metode"). Beskrivelsen af R^2 gennemgås senere i dette bilag.

Beregning af tilladt afvigelse

For enhver x-værdi kontrolleres om den tilhørende y-værdi ligger rimelig tæt på tendenslinjen. Dette gøres ved at undersøge om det aktuelle målepunkt ligger inden for en bestemt tilladt afvigelse fra tendenskurven – et såkaldt "error band", dvs. om y-værdien for målepunktet enten er *større* end tendenslinjens y-værdi *plus* en tilladt afvigelse eller om målepunktet er *lavere* end tendenslinjens y-værdi *minus* en tilladt afvigelse.

Den tilladte afvigelse fastsættes for høje x-værdier^{****} som en fast koefficient (kaldet "EB"), der defineres af administrator. Som udgangspunkt sættes denne koefficient, EB til 500 Wh/m²/dag. Værdien kan senere ændres op/ned, hvis det viser sig at denne værdi ikke er hensigtsmæssig.

Vha. dette error band, kontrolleres ethvert målepunkt for, om det ligger over den øvre grænse eller under den nedre grænse. For høje værdier af x, svarer den øvre grænse til en tendenslinje, der er forskudt parallelt opad, så formelen for den øvre grænse bliver

$$y_{\text{maks}} = a_{\text{tendens}} \cdot x + b_{\text{tendens}} + \text{EB} \quad (\text{V.4})$$

Tilsvarende gælder der for den nedre grænse følgende formel:

$$y_{\text{min}} = a_{\text{tendens}} \cdot x + b_{\text{tendens}} - \text{EB} \quad (\text{V.5})$$

Formlerne (V.4) og (V.5) svarer til de stiplede linjer, der ses på figur 2.3.1.

Udtrykket (V.5) for den nedre grænse gælder for alle x-værdier. Til gengæld er den øvre grænse ikke konstant⁺⁺⁺⁺, men afhænger af x-værdien. Ovenstående udtryk for den øvre grænse (V.4) er kun gældende for x-værdier over (eller lig med) $x_{\text{grænse}}$ – en vis størrelse – eksempelvis 3000 Wh/m²/dag. Denne grænse kaldes $x_{\text{grænse}}$.

For lave x-værdier (altså mindre end $x_{\text{grænse}}$) gælder der, at den øvre grænse dannes af en ret linje mellem punkterne, som har følgende koordinatsæt:

- (0, EB)
- og
- ($x_{\text{grænse}}$, [$y_{\text{tendens,grænse}} + \text{EB}$])

hvor $y_{\text{tendens,grænse}}$ er tendenslinjeværdien for x-værdien $x_{\text{grænse}}$, dvs. $y_{\text{tendens,grænse}} = a_{\text{tendens}} \cdot x_{\text{grænse}} + b_{\text{tendens}}$. Generelt gælder der at for enhver x-værdi x_i (som har en tilhørende værdi y_i) er $y_{i,\text{tendens}}$ værdien på tendenslinjen, der kan findes vha. formel (V.3).

Formlen for den maksimale y-værdi (y_{maks}) er (for lave x-værdier):

$$y_{\text{maks}} = a_{\text{EBlav}} \cdot x + \text{EB} \quad (\text{V.6})$$

hvor hældningen a_{EBlav} beregnes som

^{****} Som angivet i den efterfølgende tekst er kontrollen for lave x-værdier lidt mere kompliceret.

⁺⁺⁺⁺ Jf. figur 2.3.2.

$$\begin{aligned}
 a_{EBlav} &= \frac{[y_{tendens,grænse} + EB] - EB}{x_{grænse} - 0} = \frac{y_{tendens,grænse}}{x_{grænse}} = \frac{a_{tendens} \cdot x_{grænse} + b_{tendens}}{x_{grænse}} \\
 &= a_{tendens} + \frac{b_{tendens}}{x_{grænse}}
 \end{aligned}
 \tag{V.7}$$

Kort formuleret resulterer formel (V.4), (V.5) samt kombinationen af (V.6) og (V.7) følgende:
 Der gives en fejlmelding, hvis en af følgende udtryk er opfyldt for ethvert målepunkt (x_i , y_i):

$$\text{Fejl hvis } \begin{cases} y_i < y_{i,tendens} - EB \\ y_i > y_{i,tendens} + EB & | \ x_i \geq x_{grænse} \\ y_i > a_{EBlav} \cdot x_i + EB & | \ x_i < x_{grænse} \end{cases}
 \tag{V.8}$$

I ovenstående udtryk betyder tegnet | at det, der står til venstre for tegnet, kun gælder, hvis udtrykket til højre er opfyldt.

Ved at indsætte udtrykket for a_{EBlav} (V.7) og (V.3) i (V.8) fås kriterierne for fejlmeddelelser alene afhængigt af x-værdien og tendenslinjens koefficienter:

Der gives således en fejlmelding, hvis en af følgende udtryk er opfyldt for ethvert målepunkt (x_i , y_i):

$$\text{Fejl hvis } \begin{cases} y_i < a_{tendens} \cdot x_i + b_{tendens} - EB \\ y_i > a_{tendens} \cdot x_i + b_{tendens} + EB & | \ x_i \geq x_{grænse} \\ y_i > \left(a_{tendens} + \frac{b_{tendens}}{x_{grænse}} \right) \cdot x_i + EB & | \ x_i < x_{grænse} \end{cases}
 \tag{V.9}$$

Bilag VI – Symbolliste

Symbol	Beskrivelse	Enhed
A	Solfanger areal ^{****} hørende til de angivne effektivitetsparametre	[m ²]
η_0	Solfangerstarteffektivitet	[-]
a_1	Solfangers 1. ordens varmetabskoefficient	[W/(K·m ²)]
a_2	Solfangers 2. ordens varmetabskoefficient	[W/(K ² ·m ²)]
G	Solindstråling på solfangerplan	[W/m ²]
T_l	Lufttemperatur (ventileret og i skygge)	[°C]
$T_{s,f}$	Fremløbtemp. fra solfangerfelt til varmevekslers primær side	[°C]
$T_{s,r}$	Returtemp. til solfanger fra varmevekslers primær side	[°C]
$T_{s,mid}$	Middeltemperatur i solfanger beregnet som $(T_{sf} + T_{sr})/2$	[°C]
f_R	Sikkerhedsfaktor der tager højde for tab i solkreds (rør og varmeveksler) [-] - kan normalt sættes til 3 %	[-]
f_U	Sikkerhedsfaktor der tager højde for den totale måleusikkerhed - kan normalt sættes til 5 %	[-]
P_{gar}	Garanteret effektydelse	[W]
$P_{vv,v}$	Effektydelsen leveret fra varmeveksleren	[W]
$Q_{tot,m\ddot{a}lt}$	Målt energiydelse i timerne hvor der udføres tjekpunkter	[Wh]
Q_{gar}	Forventet energiydelse pba. garanteret effekt i timerne med tjekpunkter	[Wh]
Δt	Tidsinterval for lagring	[h]

Indeks-forklaringer

l	Luft (udeluft målt et ventileret sted i skyggen)
s	indikerer solsiden, dvs. solfangerkredsen (primærsiden)
v	vandsiden, dvs. på anden side af varmeveksleren end solfangerkreds (sekundærsiden)
f	Fremløb
r	Returløb
R	Tab i solfangerkreds (rørtab og vekslerstab)
U	Usikkerhed
vv	Varmeveksler
målt	For parametre der både findes som beregnet og målt, angives "målt" for de målte værdier for at undgå tvivl

^{****} Normalt vil dette være solfangerens "transparente" areal (engelsk: "aperture area").

