

## ScenoCalc revision history

(All but the most recent revisions are explained in Swedish. Please use Google translate. Sorry for the inconvenience!)

### Version 6.1 (2019-09-26)

**NB!** Same version that was issued in July 2019 (v6.1) with one change made,

- Corrected the comparison of maximum tested temperature and the tabulated values on page 1 for power output calculations.

### Version 6.1 (2019-07-11)

Changes caused by identified flaws from v6.0 and suggestions brought up during the 26<sup>th</sup> SKN Meeting in Stockholm in March 2019.

- Changed from “SP” to “RISE” logo on “Start” page and in the selection box for option “B” and updated hyper link reference to RISE’s web page
- Added WISC option on the scroll list on page 1 and removed the tick option on page 2.
- Modified the VBA code so that the user input of tracking mode on page 2 is registered correctly.
- Limited the collector output and radiation summarizations in the sheet “Results (hidden)” to 1.5 kWh/m<sup>2</sup> for all temperatures to avoid unrealistic output values<sup>1</sup>.
- Added user input of collector aperture area on page 2 under “Additional Informative Technical Data”
- Added calculation of “Annual efficiency,  $\eta_a$ ” on page 2 calculated as

$$\eta_a = \frac{CAO_{AG}}{H_i}$$

where  $CAO_{AG}$  is the annual collector output per collector gross area,  $A_G$ , for each modelled temperature level and  $H_i$  the annual irradiance for location “i”.

- Added “TRUE/FALSE” result returns in hidden cells on page 2 to show whether or not any of the tick boxes are ticked under “Additional collector attribute(s)”.
- Added comparison of “*Maximum temperature difference during thermal performance test*” and over temperature conditions for the power output and CAO calculations on page 1 and 2 respectively.
  - If the maximum tested temperature + 30 K is lower than any over temperature; power output and CAO for that temperature level (incl. rows for “*Power output per m<sup>2</sup> gross area*” and “*Annual output per m<sup>2</sup> gross area*”) are set to “-” and “-” respectively for all simulated models.
- Changed total radiation for Davos on page 2, new values can be found in Table 1.

Table 1 Total radiation on collector plane [kWh/m<sup>2</sup>] for each of the four locations used in ScenoCalc v6.1

	Fixed (slope = latitude - 15°; rounded to nearest 5°)	Vertical- axis tracking	2-axis tracking	NS-axis tracking	EW-axis tracking
Athens, 25°	1765	2204	2609	2386	1955
Davos, 30°	1630	1863	2052	1715	1745
Stockholm, 45°	1166	1565	1634	1408	1268
Würzburg, 35°	1244	1524	1625	1444	1318

<sup>1</sup> This was observed when weather data from other (user input) locations were used

### Version 6.0 (2018-10-30 – Approved version)

Major changes made are the adoption of terminology and changes made with the new test standard ISO 9806:2017, including,

- Update reference to climate classes – classes A+ to C. If user chooses class C, input about irradiance level and ambient temperature are required
- Update power output and CAO (Collector Annual Output) calculations using new parameter setup for both testing methods (steady state and QDT) – including VBA coding for the CAO calculations
- New standard reporting condition (SRC) are used for reporting on collector power output – “Blue Sky” conditions according to ISO 9806:2017
- New conversion of energy labelling parameter setup on page 2 as<sup>2</sup>

$$a_1 = a_1 + a_3 \cdot u' + a_8 \cdot 10^6$$

where  $u'$  is set to -1.7 m/s

$$a_2 = a_2$$

$$\eta_{col} = \frac{\dot{Q}(SRC(blue\ sky), \vartheta_m = \vartheta_a)}{1000 \cdot A_{sol}}$$

calculated as power output at 0 K temperature difference ( $\vartheta_m = \vartheta_a$ ) divided by collector reference area,  $A_{sol}$

$$\eta_0 = \frac{\dot{Q}(SRC(blue\ sky), \vartheta_m = 60^\circ C)}{1000 \cdot A_{sol}}$$

at a temperature difference of 40 K ( $\vartheta_m = 60\ K$   $\vartheta_a = 20\ K$ )

$$IAM = 0.85 \cdot K_b(\theta_L = 40^\circ, \theta_T = 0^\circ) \cdot K_b(\theta_L = 0^\circ, \theta_T = 40^\circ) + 0.15 \cdot K_d$$

- Delete user input choice for “bi-directional” IAM
- Include information about new collector classes/attributes on page 2. Classes/attributes to be chosen by user,
  - Using external power source(s) for normal operation
  - Co-generating thermal and electrical power
  - Active or passive measure(s) for self-protection
  - Wind and/or infrared sensitive collector(s) (WISC)
  - Façade collectors
- Include information about hydraulic designation code, see decision M19.D1 from the agenda to the 24<sup>th</sup> SKN meeting in Madrid
- Removed possibility to select “FPC – unglazed” on page 1. This is instead replaced by the selection of WISC<sup>3</sup> collector on page 2.

### Version 5.01 (2016-03-01 – Version for approval)

- Included name of certification body on page 1
- Minor changes in phrasing on page 1 and 2 to make it more consistent
- Changed calculation of ErP values on page 2 so that the QDT to SS conversion is included (both for zero-loss efficiency and first order loss term)

<sup>2</sup> The equation for IAM was updated in the version dated 2020-01-20

<sup>3</sup> Wind and/or infrared sensitive collectors (WISC)

#### **Version 5.01 (2015-12-30 – DRAFT)**

- Taken away the parameter conversion from SS to QDT as described below (2015-07-20).
- Enabled the possibility to choose “Air heating collectors” (page 1) and “Air” as heat transfer medium (page 2)
- Removed the ability to choose “EN 12975” as test method on page 1
- Added a comment to say that the effective thermal capacity is including the heat transfer medium (page 1)

#### **Version 5.01 (2015-08-07 – DRAFT)**

- Changed so that all collector parameters for the Energy labelling on page 2 is based on collector gross area and added the term “reference area –  $A_{sol}$ ”.
- Fixed so that the first order loss term is converted from SS to QDT equivalent in the Energy labelling summary on page 2 by including the wind dependent heat loss term,  $c_3$ .

#### **Version 5.01 (2015-07-20 – DRAFT)**

- ~~Included the calculation from SS to QDT parameters to be able to convert from  $\eta_0$  to  $\eta_{0,b}$  and to get  $K_{0,d}$  from SS evaluations. This was previously done in a hidden sheet and it was not possible to link the calculations from there to the actual spread sheet. These calculations are validated in a separate Excel sheet.~~
  - **NOTE:** This has been taken away in later updates, see Version 5.01 (2015-12-30 – DRAFT).
- Removed the possibility to calculate and evaluate collectors using the EN 12975-2 standard as a reference
- Fixed the reference calculation of “*Annual irradiation on collector*” on page 2.
- Removed the possibility to choose “Air” as the collector transfer medium under Additional information on page 2.

#### **Version 5.01 (2015-03-19 - DRAFT)**

- Added so that it is possible to choose test method (EN 12975-2 or EN ISO 9806) and that the entire data sheet is adapted accordingly depending in the chosen method, i.e. reference area ( $A_G$  or  $A_a$ ), climate class option, test standard reference text, etc.
- Collector power output is also adapted to this possibility of choosing different test method references. In the validation there is a slight difference in the results when comparing the power output for glazed collectors tested according to the steady-state method. The reasons for this is that in EN 12975-2 it is evaluated at  $G = 1000 \text{ W/m}^2$  and in EN ISO 9806 there is a division of  $G$  into  $G_b = 850 \text{ W/m}^2$  and  $G_d = 150 \text{ W/m}^2$ . See separate file for validation results.
- Changed so that the thermal performance parameters under “Data required for CDR (EU) No 812/2013” is converted from a gross area to aperture area in the right way when choosing test method “EN ISO 9806”
- Added the option to choose “Steel balls” in the drop-down menu under “Additional information”
- Added the option “Concentrated collector” when choosing collector type on page 1
- Changed so that the collector power output is calculated using  $G_b = 850 \text{ W/m}^2$  &  $G_d = 150 \text{ W/m}^2$  instead of  $G = 1000 \text{ W/m}^2$  when choosing test method option “ISO 9806:2013”.

### Version 5.0 (2014-12-16)

- The Steady-state method for unglazed collectors has been implemented. Please see “Description of ScenoCalc” for more information on the new parameters used in this case.
- “SK Certificate Evaluation” now refers to testing according to ISO 9806. During the transition period, version 4.06 will still be available for EN 12975-2 testing.
- The datasheets (page 1 and page 2) for “SK Certificate evaluation” have been replaced with new, updated versions. Energy labelling information has been added. Wind speed for “Power output per collector” has been changed to 1 m/s for some methods and collector types. The parameters used in these calculations are shown on the datasheet. The interface and colour scheme have been simplified. On page 2, illustrations of the different tracking options have been added.
- Calculations are now based on gross area, not aperture area.
- Added explanation of  $E_L$  in new location sheet and in the manual.
- New contact person for technical problems: Patrik Ollas.

Thanks to Stephan Fischer, Ulrich Fritzsche, Andreas Bohren and Jan Erik Nielsen for helping out with this version.

### Version 4.06 (2014-01-27)

- Bug fix: text encoding issues on some systems could cause ScenoCalc to stop working.
- There is now a warning on EN 12975 page 1 and page 2 if collector type “Flat plate collector - un-glazed” is chosen together with steady-state performance test methods.
- Minor formatting issues fixed:
  - Wrong default number formatting on page 1 (rows 28-40).
  - Page 1 is now printed centered on the page.
- Preferred software versions are now Excel 2010, version 14.0, and VBA 7.0.
- New contact person for technical problems.

### Version 4.05

- Fixed problem with that all the lines are not copied over from EN 12975 page 1 to page 2 (formulas were missing).
- Changed the location of the texts for the input of angular dependence ( $\theta_T$  och  $\theta_L$ ) in sheet EN 12975 page 1 to make it consistent with the calculations. Valid for evaluation using option A.

### Version 4.04

- *Included in upper part of page 1: Thermal / photovoltaic hybrid collector? (PVT collector)      Yes*  
*And in the lower part: Thermal performance parameters are given for the PV-module working with max. electrical power output ('MPP mode')*

### Version 4.0

- Project update: SK-Auto
- This is the first released version that can use Datasheet 1 and 2 for input, this type of evaluation is called SK Certificate Evaluation. The old version is called Basic Evaluation and still works.

### Version 3.24

- Project update: SK-Auto
- Changing the buttons on the Start Sheet, new location:
  - a. SK Certificate Evaluation
  - b. Basic Evaluation
- Location of the buttons changed. The result that the texts describing Start sheet adapted to match the location.
- About: The reference to the manual is rewritten to refer to the version available on the web.
- New version of the climate file for Davos added as instructed by Jan-Erik Nielsen (2013-03-15). Difference in energy output for an example collector about 10% (lower) with the new climate.

Davos weather data	$G_{hor}$	$G_{dn}$
New	1339	1352
Old	1405	1698

### Version 3.23

- Projekt för uppdateringen: SK-Auto
- Nio rader på Datablad 1 och 2 har tagits bort, det behövs inte så många olika storlekar.

### Version 3.22

- Projekt för uppdateringen: SK-Auto
- Basic Evaluation: Tabellen för  $K_{0b}$  initieras med värdena från senaste körningen. Data hämtas från resultatbladets tabell med utdata. (Detta innebär att resultatbladet måste tömmas på värden i RELEASED-versionen för att  $K_{theta\_b}$  ska initieras som tomma celler.)
- Datasheet 1 och 2 är dolda när arbetsboken öppnas. När man väljer att köra en SK Certificate Evaluation synliggörs bladen. Efter körningen döljs bladen och kopior sparas i egna blad. (originalbladen ligger kvar med senaste värdena i ScenoCalc-filen)
- Man kan hoppa över något av  $K_{theta\_b}$ -värdena. De överhoppade värdena beräknas genom linjär interpolation utifrån de närmast kända värdena.
  - En ny subrutin skrivs för detta: *Fill\_y\_by\_interpolation*.
  - I denna subrutin ges två vektorer som indata:  $x\_array$  och  $y\_array$ .
  - Vektorn  $x\_array$  innehåller i det här fallet gradtalen, som måste vara kompletta, medan vektorn  $y\_array$  kan innehålla tomma positioner som fylls med hjälp av linjär interpolation.

### Version 3.21

- Projekt för uppdateringen: SK-Auto
- Ett nytt resultatblad skapas för varje körning så att man har kvar resultaten från en viss körning. Det nya bladets namn blir "Results Stad XX" där stadens namn ersätter "Stad" och simuleringsläget ersätter XX. Simuleringsläget kan vara SS (Steady State) eller QDT (Quasi Dynamic Testing).
- Under körningen visas ett kort statusmeddelande i statusraden längst ned som beskriver vilken stad som beräkningarna görs för just nu.
- Två typer av körningar är möjliga; en vanlig körning som idag (Basic Evaluation) och en körning som anpassas för Solar Keymark-certifiering. Förändringarna i verktyget vid SK Certificate Evaluation är flera:

- Indata till beräkningarna hämtas från Datablad 1. (Bilaga 1 till certifieringsbeviset)
- Resultat från beräkningarna skrivs ut i Datablad 2. (Bilaga 2 till certifieringsbeviset)
- Alla fyra orterna körs på en gång, d.v.s. fyra körningar med en knapptryckning. Man kan också lägga till en valfri stad till beräkningarna, data för denna stad hämtas från en excelfil på nätverket eller internet.
- Rutan för  $b_0$  tas bort, option button behålls. När ”Simple, one direction” är ikryssat, gråmarkeras alla rutor förutom 50°-rutan för EW. Parametern  $b_0$  beräknas utifrån detta 50°-värde.
- Tilt angle ska inte anges fritt då *Certificate evaluation* används, då används  $\text{tilt angle} = \text{latitude} - 15^\circ$  (avrundat till närmaste  $5^\circ$ ).
- Logotyper har lagts till på Resultatbladet så att verktyget ser mer officiellt ut, och så att det blir tydligare vilka som står bakom det.
  - Supported by Intelligent Energy Europe
  - Developed by SP
  - Solar Keymark, a certification mark for solar thermal products

### Version 3.20

- Projekt för uppdateringen: SK-Auto
- Bilder läggs till för solföljningsfallen för att underlätta förståelsen. När man klickar på alternativen visas bilden för det fall man har kryssat för.
- Liten felaktighet från version 3.10 korrigeras:  $w_{corr}$  låg kvar i beräkningen av termisk värmegenerering, nu har  $w_{corr}$  tagits bort så att endast  $w_{coll}$  ligger med i ekvationen.
- Solföljningsfallen döps om för att anpassa nomenklaturen till andra dokument enligt:
  - No tracking.
  - A. Vertical axis tracking.
  - B. Two axis tracking.
  - C. Horizontal NS axis tracking.
  - D. Horizontal EW axis tracking.
- Två knappar läggs till på startbladet för att användaren ska kunna välja vilken typ av körning som ska göras:
  - A. Basic evaluation
  - B. Certificate evaluation
- Logotyper har lagts till på startbladet och i själva beräkningsfönstret (VBA Userform) som poppar upp: Solar Keymark, Intelligent Energy Europe och SP.

### Version 3.10

- Projekt för uppdateringen: Pcalc
- Slutversionen i rapporteringen av Pcalc kallas version 3.10d. Där är PVT aktiverat och verifierat så gott det går utan hantering av oglasade solfångare.
- I den sista versionen av 3.10 doldes alla PVT-rutor. Anledningen är att det ansågs nödvändigt att inkludera hantering av oglasade solfångare för steady state innan PVT-ekvationerna kan anses meningsfulla. Förändringar:
  - Nya indata tillagda i VBA-formuläret.
  - Samma beräkning som tidigare för termiska solfångardelen.

- Nyttillagda beräkningar för PV-delen. Dessa beräkningar är inlagda av Marcus Olsson utifrån förslag från Bengt Perers (förslagen har kontrollerats av Peter Kovacs).
  - Verifiering har gjorts hastigt av solgruppen inom EU.
- Verktuget döps nu till Solar Collector Energy Output Calculator med akronymen ScenoCalc.
- Ny textrad med information om azimuth-vinkeln är inlagd på resultatbladet.
- Vindhastighet mäts 10 meter upp från solfångaren. För att detta ska vara tydligare i beräkningarna ändras variabelnamnet för vindhastigheten till  $w_{10}$  när den mäts 10 meter upp. Variabeln  $w_{coll}$  är vindhastigheten vid kollektorn och beräknas som  $w_{10} \cdot w_{corr}$ . Variabeln  $w_{corr}$  är en konstant som satts till 0,5.
- Preliminärt: Sparar som xlsx för att filen ska bli mindre och mer lätthanterlig. Alla som använder verktuget har nu uppdaterat till Excel 2007 eller senare eller kan hantera xlsx-filer på annat sätt.

### Version 3.08

- Tar återigen (?) bort så att bladen inte låser sig med lösenord eller någon del i bladen (exempelvis grafer) inte går att kopiera efter en körning av programmet.
- Följande rad läggs till efter alla "Protect": `DrawingObjects:=False, Contents:=True, Scenarios:=False, AllowFormattingCells:=True, AllowFormattingColumns:=True, _AllowFormattingRows:=True, AllowSorting:=True, AllowFiltering:=True, AllowUsingPivotTables:=True`

### Version 3.07

- Versionsnumret som står på resultatbladet och i formuläret har uppdaterats, fel versionsnummer stod i version 3.06.
- Versionen som anges som LOCKED är nu mer låst än tidigare. I version 3.06 LOCKED kunde man komma åt både dolda blad och VBA-koden.
- Egenskaper för de låsta respektive olåsta versionerna av ScenoCalc (en uppdaterad text med lista på dessa egenskaper finns i samma mapp som RELEASED-versionen):
  - Den låsta filen ska vara låst i meningen att man inte kommer åt VBA-koden.
  - I båda excelfilerna ska man kunna komma åt alla blad, även de dolda. Bladen är dock skyddade (utan lösenord) så att användaren inte av misstag ändrar något.
  - Det ska gå att kopiera siffror och text från resultatbladet så att resultaten kan läggas i exempelvis en word-fil.
  - Det ska gå att kopiera diagrammet på resultatbladet.
  - Det ska också gå att kopiera hela resultatfiken till en annan excelfil utan att ange lösenord.

### Version 3.06

- Fler tilt angles på önskemål från deltagare i projektet.

### Version 3.05

1. Interpolation för konstanterna i IAM type = 3 läggs till, så att man slipper mata in data för alla vinklar. Algoritm:
  - a. En knapp läggs till för att göra interpoleringen möjlig. När knappen trycks ned interpoleras de tomma rutorna (egentligen de rutor som inte har ett numeriskt värde) utifrån de närmaste numeriska cellerna.
  - b. Check that there are values entered for -90°, 0° and 90°. Om inte, visa ett varningsmeddelande och avsluta interpoleringen.

- c. Retrieve the values from the UserForm
  - d. Count the empty (non-numeric) boxes and save the indexes of them
  - e. Count the nodes and save the indexes of them
  - f. Loop through the nodes
  - g. Ta fram den räta linjens ekvation
  - h. Fill the empty boxes with interpolated values using the linear equation
2. Bugg-korrigerering av tusentalsinmatning: Peter Kovacs fick felberäkningar när han angav någon av Ktheta med tre decimaler, exempelvis 1,275. Excel tolkar då hans siffra som 1275. Detta gäller endast steady state-beräkning och manuell inmatning av Ktheta. Lösning:
  - a. Den enda tillåtna tusentalsseparatoren är mellanslag. Varken punkt eller komma får alltså användas för att markera tusental.
  - b. En kommentar om detta läggs till i fliken About.
  - c. Text2Nr-funktionen i VBA skrivs om för att anpassas till detta skrivsätt.
  - d. Text2Nr\_XLS tas bort.

### Version 2.8

1. Arbetet med att inkludera solföljning slutförs
  - a. En fjärde flik i inmatningsrutan har lagts till för de olika solföljningsfallen.
2. Ekvationen för "power output" för varje tidssteg skrivs om för att även kunna räkna på oglasade solfångare.
  - a. Ekvationen för att beräkna instrålningen i varje tidssteg skrivs om enligt Hays modell.
    - i. Nödvändig indata från meteronorm till programmet är nu Temp,  $G_{horis}$ ,  $G_{bn}$ ,  $W_{coll}$  och  $E_L$ .
  - b. Inaktiverar  $c_5$  i koden och tar bort den från resultatarket och från inmatningsrutan då den inte används i denna version.
  - c. Ändrar namnet på "checkboxen" som tidigare hette advanced options till options for unglazed collectors.
    - i. Ändrar I koden så att programmet endast skriver ut de förlustkoefficienter som är relevanta för aktuellt fall.

### Version 2.8

1. Efforts to include solar tracking completed
    - a. A fourth tab in the input box has been added for the different tracking cases.
2. The equation of "power output" for each time step is rewritten to even be able to count on unglazed solar collectors.
  - a. The equation for calculating the amount of irradiance received in each time step is rewritten according to Hays model.
    - i. Necessary input meteronorm to the program is now Temp,  $G_{horis}$ ,  $GBN$ ,  $WCOLL$  and  $EL$ .
  - b. Disables  $c_5$  in the code and remove it from the results sheet and the input box when not in use in this version.
  - c. Changes the name of "check box" formerly known as advanced options to options for unglazed collectors.
    - i. Changes in the code so that the program only prints the förlustkoefficienter that are relevant to the current case.