**ВКАЗАТИ КІЛЬКІСТЬ ДЕСЯТКОВИХ ЗНАКІВ ПІСЛЯ ДЕСЯТКОВОГО РОЗДІЛОВОГО ЗНАКУ ДЛЯ ДІЙСНИХ ЗНАЧЕНЬ КОЖНОЇ ВЕЛИЧИНИ!!!**

Розрахунок виконано: 10.03.2018 15:46:02.

================================ Вихідні дані: =================================

Шлях до файлу з джерелом кліматичних даних: "C:\Users\ichet\Dropbox\myDocs\St\antStepClimaData.txt".

\*\*\*\* СО: \*\*\*\*

Середня температура найхолоднішої п'ятиденки, t\_z\_h5 = -22 град.С.

Середні температури зовнішнього повітря, t\_n\_s, град.С:

+----------------------------------------------------------------+

| t\_n\_s, град.С |

+----+----+-----+----+----+----+-----+------+----+----+----+-----+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----+----+-----+----+----+----+-----+------+----+----+----+-----+

| 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |

+----+----+-----+----+----+----+-----+------+----+----+----+-----+

Питома потужність тепловитрат, q\_0 = 0.5 Вт/(м^3\*град.С).

Об'єм будинку по зовнішніх обмірах, V\_bud = 480 м^3.

\*\*\*\* СГВ: \*\*\*\*

Кількість мешканців у будинку, N = 6.

Температура холодної води по місяцях, t\_hv, град.С:

+--------------------------------------------------------------+

| t\_hv, град.С |

+---+----+-----+----+---+----+-----+------+----+----+----+-----+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+---+----+-----+----+---+----+-----+------+----+----+----+-----+

| 5 | 4 | 3 | 4 | 6 | 10 | 16 | 17 | 14 | 11 | 8 | 6 |

+---+----+-----+----+---+----+-----+------+----+----+----+-----+

Температура гарячої води, t\_gv = 45 град.С.

Добова витрата гарячої води на 1 особу, a\_gv = 35 л/добу.

\*\*\*\* Геліоколектор: \*\*\*\*

Географічна широта, fi = 48 пн. ш.

Ступінь заміщення тепловитрат СГВ, f\_z = 0.8.

Параметр, vartheta = 1.7.

Площа 1-го геліоколектору, S\_0 = 1.723 м^2.

F\_r = 1.

Оптичний к.к.д., eta\_0 = 0.813.

UL = 4.6

a = 0.007, b = 1.27e-05.

c\_pa = 3.16.

\*\*\*\* Теплова помпа (ТП): \*\*\*\*

Тип: WW110

Теплова потужність, P\_tp = 14.1 кВт.

Тепловий к.к.д, epsilon\_tp = 5.5.

Електричний к.к.д., epsilon\_el = 0.88.

Електрична потужність, P\_el = 2.6 кВт.

Т-ра нагрітої води для СО підлоги, t\_co\_1 = 35 град.С.

Т-ра охолодженої води для СО підлоги, t\_co\_2 = 30 град.С.

К.к.д. згоряння палива, eta\_K = 0.93.

Нижча теплота згоряння палива, Q\_n\_r = 35600 кДж/м^3.

Вартість 1 м^3 газу, c\_газ = 0.55 грн/м^3.

Вартість 1 кВт\*год, c\_el = 0.25 грн/(кВт\*год).

\*\*\*\* Ґрунт і контур СО підлоги: \*\*\*\*

Температура ґрунту по місяцях, t\_gru, град.С:

+-----------------------------------------------------------------------------+

| t\_gru, град.С |

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+------+------+------+------+------+------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+------+------+------+------+------+------+

| 9.5 | 7.6 | 6.6 | 6.6 | 7.4 | 8.3 | 10.4 | 11.9 | 12.8 | 13.2 | 12.7 | 11.4 |

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+------+------+------+------+------+------+

Питома тепловіддача ґрунту, q\_gru = 21 Вт/м^2.

Внутрішній діаметр, d = 25 мм.

Питома довжина тепловідбору, l\_0 = 1.7 м/м^2.

+--------+-------+--------+--------+--------+

| Місяць | К-сть | t\_n\_s, | t\_hv, | t\_gru, |

| | днів | град.С | град.С | град.С |

+========+=======+========+========+========+

| 1 | 31 | -6.1 | 5 | 9.5 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 2 | 28 | -5.6 | 4 | 7.6 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 3 | 31 | -0.7 | 3 | 6.6 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 4 | 30 | 7.2 | 4 | 6.6 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 5 | 31 | 14.3 | 6 | 7.4 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 6 | 30 | 17.6 | 10 | 8.3 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 7 | 31 | 18.8 | 16 | 10.4 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 8 | 31 | 17.7 | 17 | 11.9 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 9 | 30 | 13.7 | 14 | 12.8 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 10 | 31 | 7.2 | 11 | 13.2 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 11 | 30 | 1.0 | 8 | 12.7 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

| 12 | 31 | -3.7 | 6 | 11.4 |

+--------+-------+--------+--------+--------+

============= Розрахунок теплового навантаження системи опалення: ==============

Максимальна потужність системи опалення, P\_op\_max = 9600 Вт.

Середньодобове теплове навантаження системи опалення, Q\_op\_d, кДж:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| Q\_op\_d, кДж |

+----------+----------+----------+----------+---------+--------+----------+--------+---------+----------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+----------+----------+---------+--------+----------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 499738.0 | 489370.0 | 387763.0 | 223949.0 | 76723.0 | 8294.0 | -16589.0 | 6221.0 | 89165.0 | 223949.0 | 352512.0 | 449971.0 |

+----------+----------+----------+----------+---------+--------+----------+--------+---------+----------+----------+----------+

Середньомісячне теплове навантаження, Q\_op\_mis, кДж:

+--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| Q\_op\_mis, кДж |

+------------+------------+------------+-----------+-----------+----------+-----------+----------+-----------+-----------+------------+------------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+------------+------------+------------+-----------+-----------+----------+-----------+----------+-----------+-----------+------------+------------+

| 15491878.0 | 13702360.0 | 12020653.0 | 6718470.0 | 2378413.0 | 248820.0 | -514259.0 | 192851.0 | 2674950.0 | 6942419.0 | 10575360.0 | 13949101.0 |

+------------+------------+------------+-----------+-----------+----------+-----------+----------+-----------+-----------+------------+------------+

Річне теплове навантаження на систему опалення, Q\_op\_r = 84381016.0 кДж.

====== Розрахунок теплового навантаження системи гарячого водопостачання: ======

Кількість мешканців у будинку N = 6 чол.,

Температура гарячої води t\_gv = 45 град.С.

Норма витрати гарячої води на одну особу a = 35 л/добу.

Помісячне середньодобове теплове навантаження системи гарячого водопостачання (СГВ), Q\_gv\_d, кДж:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| Q\_gv\_d, кДж |

+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+

| 42235.0 | 43291.0 | 44347.0 | 43291.0 | 41179.0 | 36956.0 | 30621.0 | 29565.0 | 32732.0 | 35900.0 | 39068.0 | 41179.0 |

+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+

Середньомісячне значення потужності системи гарячого водопостачання, P\_gv\_mis, кВт:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| P\_gv\_mis, кВт |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| 0.4888 | 0.5011 | 0.5133 | 0.5011 | 0.4766 | 0.4277 | 0.3544 | 0.3422 | 0.3788 | 0.4155 | 0.4522 | 0.4766 |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

Потужність резервного водонагрівача для n = 3 міс. із t\_hv\_min = 3 град.С, P\_rez\_mis\_max, кВт:

P\_rez\_mis\_max = 2.0531 кВт.

Місячне навантаження СГВ, Q\_gv\_mis, кДж:

+--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| Q\_gv\_mis, кДж |

+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

| 1309285.0 | 1212148.0 | 1374757.0 | 1298730.0 | 1276549.0 | 1108680.0 | 949251.0 | 916515.0 | 981960.0 | 1112900.0 | 1172040.0 | 1276549.0 |

+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

Річне теплове навантаження на СГВ, Q\_gv\_r = 13989364.0 кДж.

================= Розрахунок сумарного теплового навантаження: =================

Помісячне теплове навантаження системи теплопостачання (СТП), Q\_tm\_mis, кДж:

+---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| Q\_tm\_mis, кДж |

+------------+------------+------------+-----------+-----------+-----------+----------+-----------+-----------+-----------+------------+------------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+------------+------------+------------+-----------+-----------+-----------+----------+-----------+-----------+-----------+------------+------------+

| 16801163.0 | 14914508.0 | 13395410.0 | 8017200.0 | 3654962.0 | 1357500.0 | 434992.0 | 1109366.0 | 3656910.0 | 8055319.0 | 11747400.0 | 15225650.0 |

+------------+------------+------------+-----------+-----------+-----------+----------+-----------+-----------+-----------+------------+------------+

Річне теплове навантаження, Q\_tm\_r = 98370380.0 кДж.

Помісячна теплова потужність навантаження СТП, P\_tm\_mis, кВт:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| P\_tm\_mis, кВт |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| 6.2728 | 6.1651 | 5.0013 | 3.0931 | 1.3646 | 0.5237 | 0.1624 | 0.4142 | 1.4108 | 3.0075 | 4.5322 | 5.6846 |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

Максимальна потужність теплового навантаження СТП у найхолоднішу п'ятиденку, P\_tm\_max = 10.1133 кВт.

================================================================================

Таблиця розрахунку теплових навантажень гібридної системи теплопостачання:

+----+----------------+------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+-----------+

| | Назва | Місяці | |

| № | величини +-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+ |

| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |

+====+================+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+===========+

| 1 | t\_n\_s, | -6.1 | -5.6 | -0.7 | 7.2 | 14.3 | 17.6 | 18.8 | 17.7 | 13.7 | 7.2 | 1.0 | -3.7 | 0.0 |

| | град.С | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 2 | t\_hv, | 5.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 10.0 | 16.0 | 17.0 | 14.0 | 11.0 | 8.0 | 6.0 | 0.0 |

| | град.С | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 3 | Q\_op\_d, | 499.738 | 489.37 | 387.763 | 223.949 | 76.723 | 8.294 | -16.589 | 6.221 | 89.165 | 223.949 | 352.512 | 449.971 | 0.0 |

| | МДж | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 4 | Q\_op\_mis, | 15491.878 | 13702.36 | 12020.653 | 6718.47 | 2378.413 | 248.82 | -514.259 | 192.851 | 2674.95 | 6942.419 | 10575.36 | 13949.101 | 0.0 |

| | МДж | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 5 | Q\_gv\_d, | 42.235 | 43.291 | 44.347 | 43.291 | 41.179 | 36.956 | 30.621 | 29.565 | 32.732 | 35.9 | 39.068 | 41.179 | 84381.016 |

| | МДж | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 6 | Q\_gv\_mis, | 1309.285 | 1212.148 | 1374.757 | 1298.73 | 1276.549 | 1108.68 | 949.251 | 916.515 | 981.96 | 1112.9 | 1172.04 | 1276.549 | 0.0 |

| | МДж | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 7 | Q\_tm\_mis, | 16801.163 | 14914.508 | 13395.41 | 8017.2 | 3654.962 | 1357.5 | 434.992 | 1109.366 | 3656.91 | 8055.319 | 11747.4 | 15225.65 | 13989.364 |

| | МДж | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 8 | P\_gv\_mis, | 0.489 | 0.501 | 0.513 | 0.501 | 0.477 | 0.428 | 0.354 | 0.342 | 0.379 | 0.416 | 0.452 | 0.477 | 98370.38 |

| | кВт | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 9 | P\_rez\_mis\_max, | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 2.053 | 0.0 |

| | кВт | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

| 10 | P\_tm\_mis, | 6.273 | 6.165 | 5.001 | 3.093 | 1.365 | 0.524 | 0.162 | 0.414 | 1.411 | 3.008 | 4.532 | 5.685 | 0.0 |

| | кВт | | | | | | | | | | | | | |

+----+----------------+-----------+-----------+-----------+---------+----------+---------+----------+----------+---------+----------+----------+-----------+-----------+

===== Розрахунок сонячної енергії, яка надходить на горизонтальну поверхню =====

Порядковий номер дня в році станом на 15 число кожного місяця m:

+----------------------------------------------------------------------+

| m |

+----+----+-----+-----+-----+-----+-----+------+-----+-----+-----+-----+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----+----+-----+-----+-----+-----+-----+------+-----+-----+-----+-----+

| 15 | 46 | 74 | 105 | 135 | 166 | 196 | 227 | 258 | 288 | 319 | 349 |

+----+----+-----+-----+-----+-----+-----+------+-----+-----+-----+-----+

Сонячне схилення, яке дорівнює географічній широті місцевості, над якою в полудень m-го дня Сонце перебуває в зеніті, delta, град:

+-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| delta, град |

+----------+----------+---------+--------+---------+---------+---------+---------+--------+---------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+---------+--------+---------+---------+---------+---------+--------+---------+----------+----------+

| -21.2695 | -13.2892 | -2.8189 | 9.4149 | 18.7919 | 23.3144 | 21.5173 | 13.7836 | 2.2169 | -9.5994 | -19.1478 | -23.3352 |

+----------+----------+---------+--------+---------+---------+---------+---------+--------+---------+----------+----------+

Середнє значення сонячного схилення за період: день, місяць, сезон, рік, (delta\_A + delta\_B) / 2 = delta\_S, град:

delta\_S = -6.2091 град

Оптимальний кут нахилу геліоколктора до горизонту, beta = 54.2091 град.

Азимутальний кут заходу Сонця для горизонтальної площини -A\_h, град:

+----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| -Ah, град |

+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+----------+

| -64.3846 | -74.7925 | -86.8652 | -100.6120 | -112.2042 | -118.5964 | -115.9681 | -105.8104 | -92.4641 | -79.1736 | -67.3176 | -61.3724 |

+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+----------+

Азимутальний кут заходу Сонця для випадку, нахиленої площини під кутом beta до горизонту поверхні ГК -Ab, град:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| -Ab, град |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

| -92.4273 | -91.4725 | -90.3069 | -88.9663 | -87.8784 | -87.3126 | -87.5416 | -88.4706 | -89.7587 | -91.0543 | -92.1649 | -92.6901 |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| -Ab, град |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

| -64.3846 | -74.7925 | -86.8652 | -88.9663 | -87.8784 | -87.3126 | -87.5416 | -88.4706 | -89.7587 | -79.1736 | -67.3176 | -61.3724 |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

Допоміжний коефіцієнт R\_b перерахунку надходження лише прямої радіації із значення для горизонтальної поверхні на значення для нахиленої поверхні під кутом beta до горизонту і ораєнтованої в південному напрямку R\_b:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| R\_b, град |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| 3.3912 | 2.3829 | 1.6334 | 1.1053 | 0.8406 | 0.7374 | 0.7769 | 0.9718 | 1.3813 | 2.0716 | 3.0596 | 3.7822 |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

= Розрахунок кількості радіації, яка надходить на похилий геліоколектор (ГК): ==

Коефіцієнт перерахунку, R, надходження сумарної сонячної радіації із значенням для горизонтальної поверхні на значення для похилої поверхні:

Завантаження даних із файлу "C:\Users\ichet\Dropbox\myDocs\St\antStepClimaData.txt" ...

Нижче подана таблиця середньомісячних значень [H\_0, r, H\_th, H\_dh],

де H\_0 - позаатмосферна радіація, МДж/м^2,

r - альбедо,

H\_th - середньодобова повна радіація, МДж/м^2,

H\_dh - розсіяна радіація, МДж/м^2.

+--------+---------+-----+---------+---------+

| Місяць | H\_0, | r | H\_th, | H\_dh, |

| | МДж/м^2 | | МДж/м^2 | МДж/м^2 |

+========+=========+=====+=========+=========+

| 1 | 9.0 | 0.7 | 3.2604 | 2.3912 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 2 | 14.5 | 0.7 | 5.559 | 3.6786 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 3 | 22.3 | 0.7 | 10.04 | 5.5926 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 4 | 31.2 | 0.2 | 14.5962 | 7.5158 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 5 | 38.1 | 0.2 | 19.7212 | 9.171 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 6 | 41.2 | 0.2 | 22.38 | 9.7978 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 7 | 38.6 | 0.2 | 21.8114 | 9.288 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 8 | 33.8 | 0.2 | 18.2166 | 7.708 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 9 | 25.4 | 0.2 | 13.474 | 5.8102 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 10 | 16.7 | 0.2 | 7.5994 | 3.9536 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 11 | 10.3 | 0.7 | 3.0482 | 2.0658 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

| 12 | 7.6 | 0.7 | 2.3826 | 1.7806 |

+--------+---------+-----+---------+---------+

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| R |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| 1.6305 | 1.4757 | 1.3103 | 0.9857 | 0.8597 | 0.8030 | 0.8250 | 0.9374 | 1.1689 | 1.4476 | 1.6684 | 1.6931 |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

Середньоденне за місяць надходження сонячної радіації на 1 м^2 похилої поверхні, H\_b\_d, МДж/м^2:

+-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| H\_b\_d, МДж/м^2 |

+--------+--------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+--------+--------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+

| 5.3162 | 8.2036 | 13.1550 | 14.3877 | 16.9543 | 17.9706 | 17.9947 | 17.0761 | 15.7497 | 11.0011 | 5.0857 | 4.0340 |

+--------+--------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+

Помісячне та річне надходження сонячної радіації на 1 м^2 похилої поверхні ГК, H\_b\_mis, МДж/м^2, та H\_b\_r, МДж/м^2:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| H\_b\_mis, МДж/м^2 |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

| 164.8027 | 229.7011 | 407.8060 | 431.6308 | 525.5826 | 539.1172 | 557.8370 | 529.3604 | 472.4919 | 341.0338 | 152.5698 | 125.0554 |

+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+

H\_b\_r = 4476.9887 МДж/м^2

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| Місяць | H\_th, | H\_dh, | m | delta, | A\_h, | A\_b, | r | R\_b | R | H\_b\_d, | H\_b\_mis, | H\_0, | H, |

| | МДж/м^2 | МДж/м^2 | | град | град | град | | | | МДж/м^2 | МДж/м^2 | Вт/м^2 | Вт/м^2 |

+========+=========+=========+=====+==========+===========+==========+========+========+========+=========+==========+==========+==========+

| 1 | 3.2604 | 2.3912 | 15 | -21.2695 | -64.3846 | -64.3846 | 0.7000 | 3.3912 | 1.6305 | 5.3162 | 164.8027 | 104.1667 | 61.5303 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 2 | 5.5590 | 3.6786 | 46 | -13.2892 | -74.7925 | -74.7925 | 0.7000 | 2.3829 | 1.4757 | 8.2036 | 229.7011 | 167.8241 | 94.9492 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 3 | 10.0400 | 5.5926 | 74 | -2.8189 | -86.8652 | -86.8652 | 0.7000 | 1.6334 | 1.3103 | 13.1550 | 407.8060 | 258.1019 | 152.2573 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 4 | 14.5962 | 7.5158 | 105 | 9.4149 | -100.6120 | -88.9663 | 0.2000 | 1.1053 | 0.9857 | 14.3877 | 431.6308 | 361.1111 | 166.5242 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 5 | 19.7212 | 9.1710 | 135 | 18.7919 | -112.2042 | -87.8784 | 0.2000 | 0.8406 | 0.8597 | 16.9543 | 525.5826 | 440.9722 | 196.2301 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 6 | 22.3800 | 9.7978 | 166 | 23.3144 | -118.5964 | -87.3126 | 0.2000 | 0.7374 | 0.8030 | 17.9706 | 539.1172 | 476.8519 | 207.9928 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 7 | 21.8114 | 9.2880 | 196 | 21.5173 | -115.9681 | -87.5416 | 0.2000 | 0.7769 | 0.8250 | 17.9947 | 557.8370 | 446.7593 | 208.2725 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 8 | 18.2166 | 7.7080 | 227 | 13.7836 | -105.8104 | -88.4706 | 0.2000 | 0.9718 | 0.9374 | 17.0761 | 529.3604 | 391.2037 | 197.6405 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 9 | 13.4740 | 5.8102 | 258 | 2.2169 | -92.4641 | -89.7587 | 0.2000 | 1.3813 | 1.1689 | 15.7497 | 472.4919 | 293.9815 | 182.2885 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 10 | 7.5994 | 3.9536 | 288 | -9.5994 | -79.1736 | -79.1736 | 0.2000 | 2.0716 | 1.4476 | 11.0011 | 341.0338 | 193.2870 | 127.3274 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 11 | 3.0482 | 2.0658 | 319 | -19.1478 | -67.3176 | -67.3176 | 0.7000 | 3.0596 | 1.6684 | 5.0857 | 152.5698 | 119.2130 | 58.8618 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

| 12 | 2.3826 | 1.7806 | 349 | -23.3352 | -61.3724 | -61.3724 | 0.7000 | 3.7822 | 1.6931 | 4.0340 | 125.0554 | 87.9630 | 46.6903 |

+--------+---------+---------+-----+----------+-----------+----------+--------+--------+--------+---------+----------+----------+----------+

=========== Найближчий метод розрахунку площы геліоколекторів (ГК): ============

Сумарне надходження сонячної радіації на похилу поверхню ГК за сезонний період - 8 місяців, H\_b\_c = 3804.8598 МДж/м^2

Сумарне сезонне теплове навантаження СГВ, Q\_gv\_c = 9019.3420 МДж.

Сумарна площа геліоколекторів, S = 4.0298 м^2, при ступені заміщення тепловитрат СГВ, f = 0.8, та параметру vartheta = 1.7:

Кількість стандартних геліоколекторів, k = 2, площею S\_0 = 1.723 м^2:

Реальна площа, S\_k = 3.4460 м^2, та коефіцієнт vartheta = 1.4537.

============== Розрахунок теплопродуктивності сонячних установок: ==============

Середньомісячні коефіцієнти ясності, k\_j, на 15 число:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| k\_j |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| 0.3623 | 0.3834 | 0.4502 | 0.4678 | 0.5176 | 0.5432 | 0.5651 | 0.5390 | 0.5305 | 0.4551 | 0.2959 | 0.3135 |

+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

Середньомісячне значення параметру, P:

+----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| P |

+---------+---------+--------+---------+----------+----------+---------+---------+--------+--------+---------+---------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+---------+---------+--------+---------+----------+----------+---------+---------+--------+--------+---------+---------+

| 30.6404 | 25.0405 | 8.2181 | -6.8401 | -16.0350 | -13.9911 | -4.9552 | -1.2988 | 0.5655 | 8.3507 | 23.6533 | 30.9410 |

+---------+---------+--------+---------+----------+----------+---------+---------+--------+--------+---------+---------+

Значення оптичних к.к.д., eta, та витрати антифризу, G\_gk, кг/год, із c\_pa = 3.16 кДж/(кг\*град.С) по місяцях:

+---------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| eta |

+---------+---------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+---------+---------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+---------+---------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+---------+---------+

| -1.5120 | -0.6453 | 0.0668 | 0.3351 | 0.5505 | 0.5941 | 0.5546 | 0.5034 | 0.4143 | 0.0616 | -1.1798 | -2.0638 |

+---------+---------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+---------+---------+

+-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| G\_gk, кг/год |

+---------+---------+--------+--------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+---------+---------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+---------+---------+--------+--------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+---------+---------+

| -9.1311 | -5.8664 | 0.9502 | 5.3434 | 10.8730 | 13.8591 | 15.6364 | 13.9509 | 9.5639 | 0.9049 | -7.3684 | -9.6999 |

+---------+---------+--------+--------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+---------+---------+

К.к.д. для найтеплішого місяця:

Оптичний к.к.д., eta\_0 = 0.5546, для найтеплішого місяця n = 7 із t\_n\_s\_max = 18.8 град.С та I\_b\_d = 208.2725 Вт/м^2:

Мінімально необхідна продуктивність циркуляційної помпи для незамерзаючого теплоносія, G = 15.6364 кг/год.

Прийнятно колектор із подвійним заскленням і селективно-поглинаючою поверхнею із коефіцієнтами:

оптичний к.к.д. eta\_0 = 0.8130, a = 0.0070, b = 0.0000127:

Ефективність роботи ГК в реальних умовах експлуатації - питома теплопродуктивність - середньоденне (протягом місяця) виробництво теплової енергії 1 м^2 його сприймаючої поверхні, q\_gk\_d, МДж/м^2:

+------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| q\_gk\_d, МДж/м^2 |

+--------+--------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+--------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+--------+--------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+--------+

| 3.4466 | 5.5536 | 10.0890 | 12.2642 | 15.3760 | 16.0773 | 15.1417 | 14.0094 | 12.7539 | 8.4290 | 3.4794 | 2.6092 |

+--------+--------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+---------+--------+--------+--------+

Об'єм теплоакумулятора, V\_a = 0.1723 м^3.

===================== Аналіз помісячних балансів енергії: ======================

Помісячне виробництво тепла сонячною СГВ, H\_gk\_mis, МДж, загальною площею, S\_k:

+------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| H\_gk\_mis, МДж |

+----------+----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+

| 368.1869 | 535.8546 | 1077.7636 | 1267.8749 | 1642.5572 | 1662.0683 | 1617.5316 | 1496.5703 | 1318.4974 | 900.4359 | 359.7039 | 278.7323 |

+----------+----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+

+--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| Q\_gv\_mis, МДж |

+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

| 1309.2850 | 1212.1480 | 1374.7570 | 1298.7300 | 1276.5490 | 1108.6800 | 949.2510 | 916.5150 | 981.9600 | 1112.9000 | 1172.0400 | 1276.5490 |

+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

=============== Графік теплового навантаження СГВ протягом року: ===============

Визначення різниць, dH\_mis, МДж:

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| dH\_mis, МДж |

+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

| -941.0981 | -676.2934 | -296.9934 | -30.8551 | 366.0082 | 553.3883 | 668.2806 | 580.0553 | 336.5374 | -212.4641 | -812.3361 | -997.8167 |

+-----------+-----------+-----------+----------+----------+----------+----------+----------+----------+-----------+-----------+-----------+

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| Місяць | k\_j | P | q\_gk\_d, | H\_gk\_mis, | dH\_mis, |

| | | | МДж/м^2 | МДж | МДж |

+========+========+==========+=========+===========+===========+

| 1 | 0.3623 | 30.6404 | 3.4466 | 368.1869 | -941.0981 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 2 | 0.3834 | 25.0405 | 5.5536 | 535.8546 | -676.2934 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 3 | 0.4502 | 8.2181 | 10.0890 | 1077.7636 | -296.9934 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 4 | 0.4678 | -6.8401 | 12.2642 | 1267.8749 | -30.8551 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 5 | 0.5176 | -16.0350 | 15.3760 | 1642.5572 | 366.0082 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 6 | 0.5432 | -13.9911 | 16.0773 | 1662.0683 | 553.3883 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 7 | 0.5651 | -4.9552 | 15.1417 | 1617.5316 | 668.2806 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 8 | 0.5390 | -1.2988 | 14.0094 | 1496.5703 | 580.0553 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 9 | 0.5305 | 0.5655 | 12.7539 | 1318.4974 | 336.5374 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 10 | 0.4551 | 8.3507 | 8.4290 | 900.4359 | -212.4641 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 11 | 0.2959 | 23.6533 | 3.4794 | 359.7039 | -812.3361 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

| 12 | 0.3135 | 30.9410 | 2.6092 | 278.7323 | -997.8167 |

+--------+--------+----------+---------+-----------+-----------+

Розрахунок параметрів теплової помпи:

Номінальна потужність теплової помпи (ТП), P\_tp\_0 = 12.1359 кВт.

Із каталогу вибрана ТП WW110 із P\_тп = 14.1 кВт, к.к.д. epsilon\_тп = 5.5, P\_el = 2.6 кВт при t\_gru = 9.5 град.С, яка забезпечує вихідну температуру t\_co\_1 = 35 град.С.

Середньоденна, tau\_D, год, та середньомісячна, tau\_mis, год, тривалість роботи ТП:

+-------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| tau\_D, |

| год |

+---------+---------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+---------+---------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

| 10.6772 | 10.4937 | 8.5128 | 5.2648 | 2.3227 | 0.8914 | 0.2764 | 0.7050 | 2.4014 | 5.1192 | 7.7143 | 9.6759 |

+---------+---------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+--------+

+-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| tau\_mis, |

| год |

+----------+----------+----------+----------+---------+---------+--------+---------+---------+----------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+----------+----------+---------+---------+--------+---------+---------+----------+----------+----------+

| 330.9922 | 293.8240 | 263.8970 | 157.9433 | 72.0048 | 26.7435 | 8.5696 | 21.8551 | 72.0431 | 158.6942 | 231.4303 | 299.9537 |

+----------+----------+----------+----------+---------+---------+--------+---------+---------+----------+----------+----------+

Теплопомпова установка працює з 1 жовтня по 30 квітня - 7 місяців.

Помісячна, W\_el\_mis, кВт\*год, витрата електроенергії для приводу ТП:

+--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------+

| W\_el\_mis, кВт\*год |

+----------+----------+----------+----------+----------+---------+---------+---------+----------+----------+----------+----------+

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

+----------+----------+----------+----------+----------+---------+---------+---------+----------+----------+----------+----------+

| 860.5797 | 763.9425 | 686.1321 | 410.6525 | 187.2124 | 69.5331 | 22.2809 | 56.8233 | 187.3122 | 412.6050 | 601.7187 | 779.8796 |

+----------+----------+----------+----------+----------+---------+---------+---------+----------+----------+----------+----------+

Річна витрата електроенергії для приводу ТП, W\_el\_r = 4515.5100 кВт\*год

Перепад температур підлгового опалення (СО), dt\_co = 5 град.

Витрата теплоносія в СО для підбору циркуляційної помпи, G\_tp = 1737.8421 кг/год.

Необхідна потужність тепловідбору ґрунту, P\_гр. = 8.5378 кВт, при електричному к.к.д, epsilon\_el = 0.88.

Площа ґрунту, S\_гр. = 406.5625

Довжина поліетиленової труби d = 25 мм через питому довжину тепловідбору, l\_0 = 1.7 м/м^2, - l = 691.16 м.

Аналіз ефективності гібридної системи та висновки:

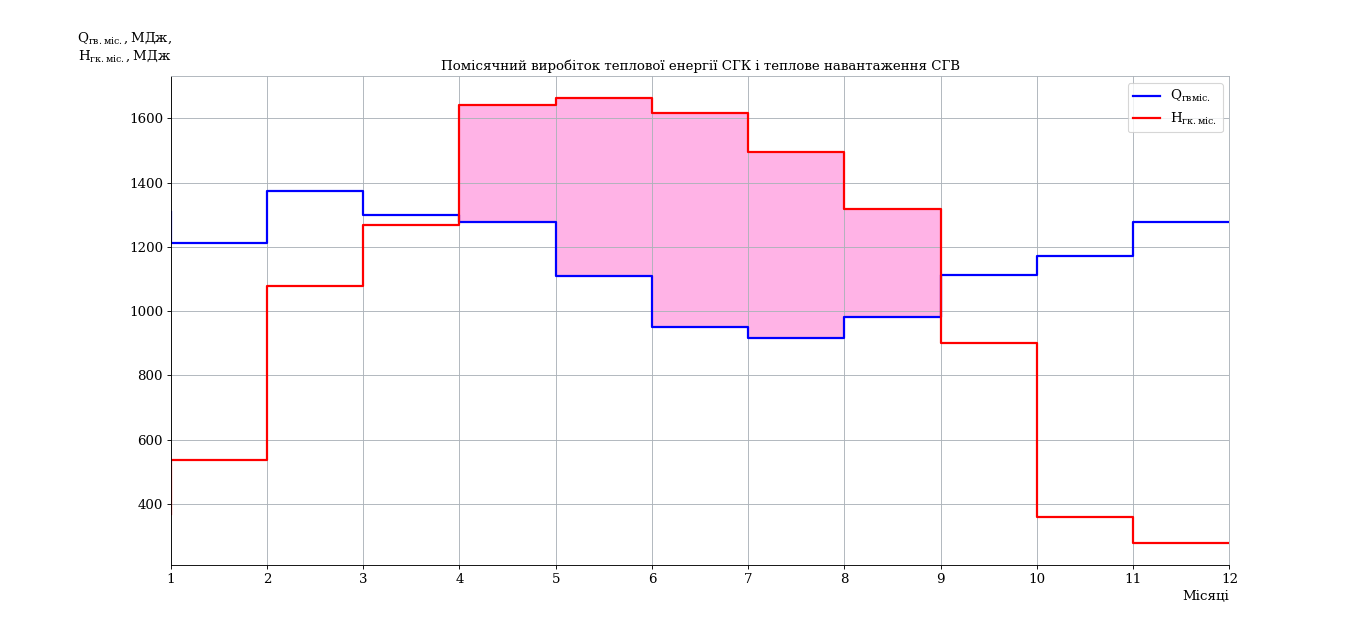
Річний об'єм зекономленого газу, V\_gaz\_r = 2971.1967 м^3, при к.к.д., eta\_K = 0.93, і Q\_n\_r = 35600 кДж/м^3.

Вартість еквівалентної кількості природнього газу, B\_газ = 1634.16 грн, та електроенергії, B\_ел = 1128.88 грн, при c\_газ = 0.55 грн/м^3 та c\_ел = 0.25 грн/(кВт\*год).

============================ Розрахунок завершено! =============================

**УВАЖНО ПЕРЕГЛЯНУТИ ГРАФІК!!! ГРАФІК У MATPLAB І MATPLOTLIB ВІДРІЗНЯЮТЬСЯ МІСЯЦЯМИ. ВІЗУАЛЬНО ВИЗНАЧИТИ, ЯК ПРАВИЛЬНО МАЄ БУТИ!!!**

**1). MATPLOTLIB (PYTHON):**



**2). MATLAB:**

