

Jämförelse av Solhybrider

Uppföljning



Oskar Jonsson & Axel Nord

2014-08-19

Inledning

Denna rapport är beställd av Energirevisor Per Wickman som i ett utvecklingsarbete forskar kring hur man kan ta fram ett effektivt/lönsamt solhybridsystem. Rapporten anses kunna vara till underlag för fortsatt utveckling av solhybrider och är en uppföljning av examensarbetet "jämförelse av solhybrider". Projektledare Per Wickman (Energirevisor ERW AB).

Rapporten går igenom vilka förutsättningar solhybrider har med avseende på parallell eller seriekoppling, flöde, isolering, glas-glas eller glas-plast och även en lönsamhetsberäkning. Den går även igenom olika sorters systemlösningar och rekommenderar den som vi anser bäst.

Innehåll

Test av parallell och seriekoppling, även utvärdering av olika flöden	4
Dag 1.....	4
Dag 2.....	4
Resultat.....	5
Slutsats	5
Parallell- eller seriekoppling	5
Flöde.....	5
Värmeförluster	6
Verkningsgrader vid olika temperaturskillnader.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Slutsats	6
Solcell glas-glas eller glas-plast.....	7
Lönsamhetsberäkning	7
Elproduktion	7
Värmeproduktion	8
Energiberäkningar	9
Systemlösning.....	9
Slutsats	10
Bilaga 1	11
Bilaga2.....	13

Test av parallell och seriekoppling, även utvärdering av olika flöden

Dessa tester gjordes hos Per Wickman på en solhybrid som använder sig av en slinga i absorbatoren. Tester av parallell- och seriekoppling gjordes under en två dagar lång testperiod där parallellkopplingen testades första dagen för att sedan kopplas om under kvällen till seriekoppling. Nästa dag gjordes tester av seriekopplingen. Vid mätningarna ställdes pumpen in och när returtemperaturen stabiliserats (10- 20 min) lästes värdena av.

Dag 1

Denna testdag 21/7 var solig med enstaka moln och en temperatur på ca. 25 grader. Mätningarna startades 11.00-1300.

Tabell 1 Parallellkoppling

pump (%)	100	75	50	25	0
elåtgång (W)	127	67	27	16	0
flöde (l/h)	865	650	381	211	155
t in	12,07	12,3	12,51	12,88	12,9
t ut	18,22	19,28	20,67	26,77	27,8
elprod (W)	1298	1490	1396	1420	1502
värme (W)	6206	5293	3627	3419	2694

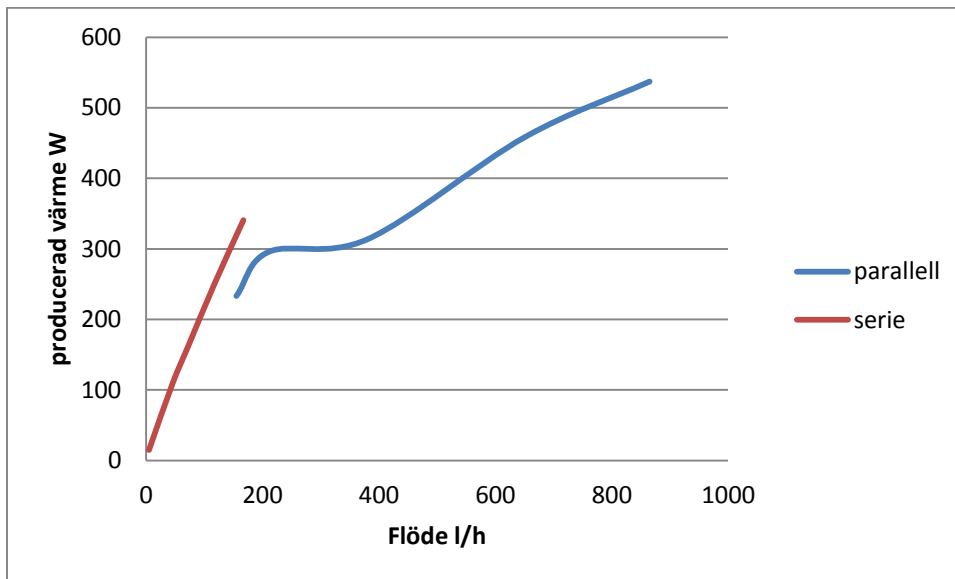
Dag 2

Denna testdag 22/7 var solig och helt molnfri med en temperatur på ca 25 grader. Mätningarna startades 11.00.

Tabell 2 Seriekoppling

pump (%)	100	75	50	25	0
elåtgång (W)	127	67	27	16	0
flöde (l/h)	167	118	72	45	5
t in	13,21	13,58	14,89	15,5	15
t ut	33,39	34,67	37,07	39,27	44,3
elprod (W)	1234	1262	1297	1319	1331
värme (W)	3932	2903	1863	1248	171

Resultat



Figur 1 Producerad värme med avseende på flödet genom solhybriderna

Slutsats

Parallell- eller seriekoppling

Seriekopplingen ger betydligt lägre flöde beroende på ett högt motstånd i systemet. Detta ger en betydligt högre returtemperatur (ca. 15 grader högre) vilket medför lägre elproduktion och även större värmeförluster.

De slutsatser som kan dras av dessa resultat är att vid de givna förutsättningarna är elproduktionen 10 % lägre och värmeproduktionen är 30- 60 % lägre vid seriekoppling än parallellkoppling.

Flöde

Det högsta flödet vid de olika kopplingarna ger så pass mycket mer värmeproduktion att det är lönt att köra pumpen på max.

Värmeförluster

Isolering

För att uppskatta när man tjänar på isolering och när man tjänar på att inte ha isolering har olika utetemperaturer uppskattats utefter de genomsnittliga max och min temperaturerna från varje månad. Dessa värden har tagits från MittResVäder.se som sammanställer data från bland annat SMHI, dessa värden kan ses i tabell 1.

Tabell 3 Sammanställd data över medeltemperaturerna över året

	dagtemp	nattemp
jan	0	-5
feb	0	-6
mar	4	-3
apr	9	0
maj	15	4
jun	20	9
jul	21	11
aug	20	10
sep	15	7
okt	11	4
nov	5	0
dec	2	-3

Vid beräkningarna märktes det att temperaturen på borrhålet hade en väldigt stor betydelse för hur mycket energi som producerades. Därför utfördes beräkningar för borrhål som hade temperaturerna 3, 5, 7, 10 och 15 °C.

De tre tabellerna 2-4 i bilaga 1 visar hur värmeproduktionen ser ut då man inkluderar den värmen som kommer från den instrålande solen.

De tre tabellerna 5-7 i bilaga 1 visar hur värmeflödet ser ut då om man räknar bort den instrålande värmen och det är dessa man ska kolla på när man ska se när isolering lönar sig eller inte.

Slutsats

Till och börja med visas det tydligt att det är mycket lönsamt att använda solhybrider vid de låga temperaturskillnader som blir då man använder ett borrhål som kylning till solhybriderna.

I tabellerna 5-7 i bilaga 1 kan det ses att värmeproduktionen är starkt beroende av vilken temperatur borrhålet har. Dessa värden är bara uppskattningar men kan ändå användas för att se när isolering lönar sig eller inte. När det är en negativ värmeproduktion lönar sig isolering och när värmeproduktionen är positiv lönar det sig att inte ha isolering.

Har man ett borrhål som har en medeltemperatur under 7 °C lönar det sig att inte ha isolering även om man kör pumpen året om vilket kan ses i tabell 6. Om man sedan stänger av pumpen vid de

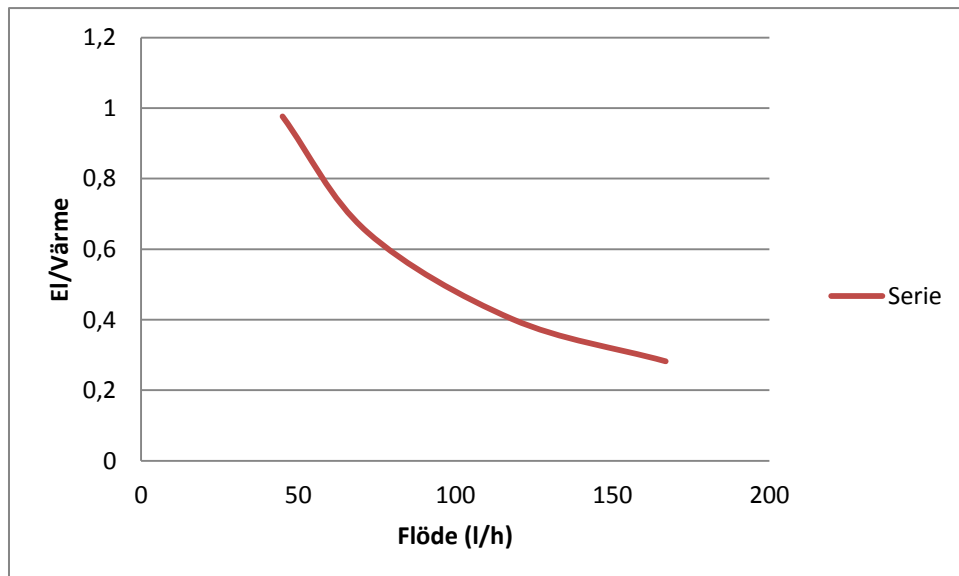
tillfällen då värmeproduktionen är negativ kommer det löna sig ännu mer och man kan ha ett varmare borrhål och ändå tjäna på att ha oisolerat. Om man till exempel har ett borrhål på 7 °C lönar det att stänga av pumpen november till mars och även stänga av på natten under oktober, april och maj.

Solcell glas-glas eller glas-plast

Mätningar med värmekamera gjordes och dessa visade att de olika sorternas solcellerna hade lika stor värmeledningsförmåga för användning till solhybrider.

Lönsamhetsberäkning

Vid beräkning av solhybrider är kvoten mellan el och värme av stor betydelse. Detta på grund av att dessa två är starkt beroende av varandra. Ett ökat flöde ger en högre elproduktion samtidigt som cirkulationspumpen drar mer, men till en följd ökar värmeproduktionen betydligt.

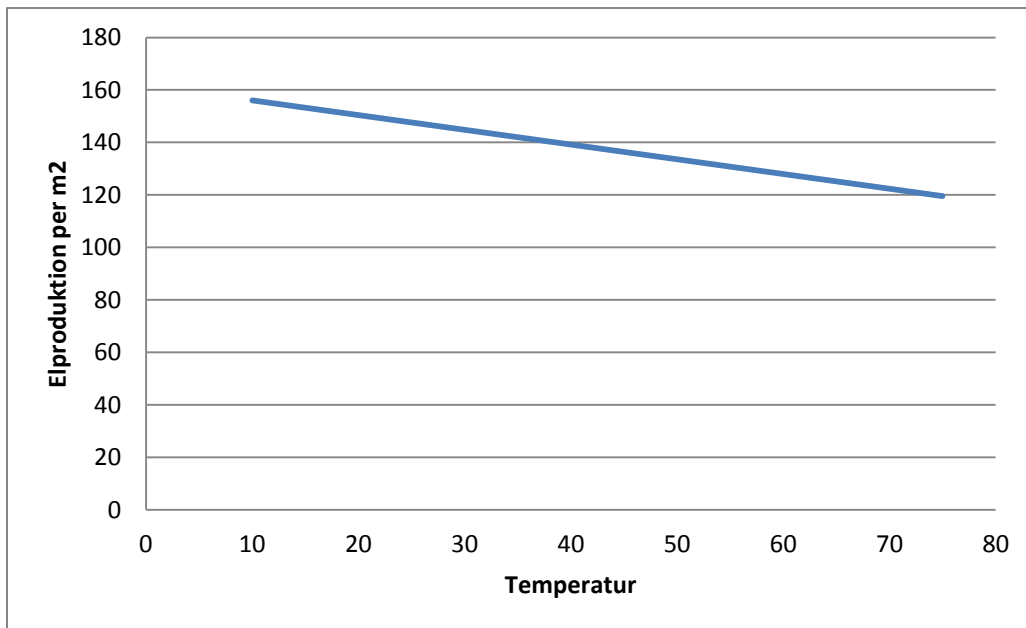


Figur 2 Hur kvoten el/värme ändrar sig med ett ändrat flöde.

I grafen ses att vid ett maximalt flöde (170 l/h) ligger kvoten runt 0,3. Detta betyder att det produceras tre gånger så mycket värme som el. Eftersom det är de förhållandena som är bäst har detta antagits för de följande beräkningarna.

Elproduktion

I figur 3 ses att med en ökad temperatur sänkt elproduktionen, denna figur är tillverkad enligt solcellstillverkarens info om solcellerna.



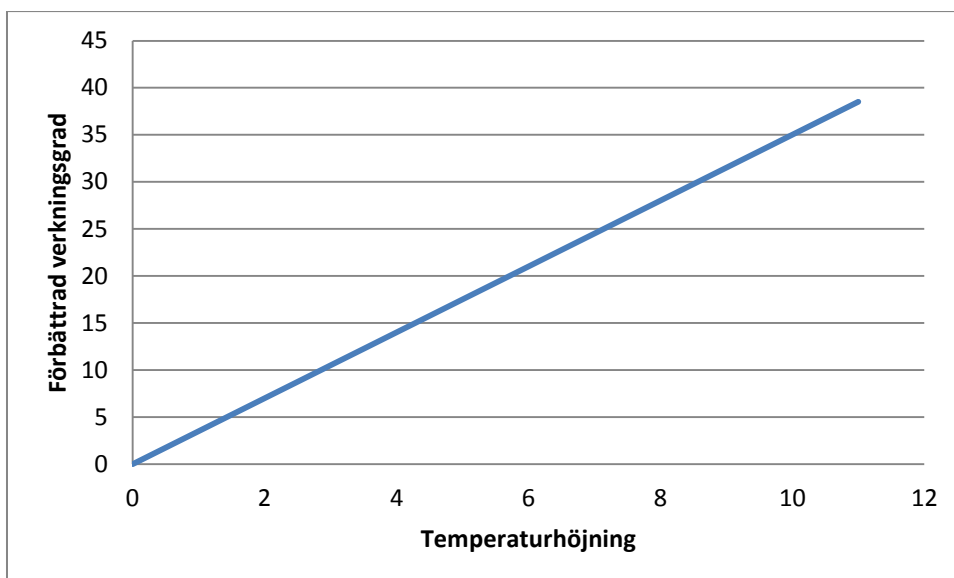
Figur 3 Hur elproduktionen ändrar sig med ändrad temperatur.

En vanlig okyld solcell kan ligga på en temperatur på cirka 50 grader. Om man lyckas sänka denna till 20 grader ökar elproduktionen med 11 %. Förutom detta utvinns värme.

Variationer av dessa värden sker över året, större skillnad på sommaren och mindre på vår och höst.

Värmeproduktion

Med den värme som produceras kan man höja temperaturen i borrhålet. För varje grad man lyckas höja temperaturen ökar effektiviteten med 3,5 %. Vid en temperaturhöjning på borrhålet på 10 grader ökar alltså verkningsgraden med 35 % vilket kan ses i figur 4.



Figur 4 Värmepumpens förbättrade verkningsgrad vid temperaturhöjning i borrhålet.

Under vår / sommar ligger uppvärmningen på ca 15 grader enl. optisk mätning..

Energiberäkningar

Under ett helt år strålar det enligt SMHI in ungefär 900 kWh/m² i Växjö. Om det antas att vanliga okylda solceller har en verkningsgrad på 16,8 % produceras 151 kWh/m² el. Med hjälp av kylning kan man få ut 11 % mer vilket motsvarar 168 kWh/m².

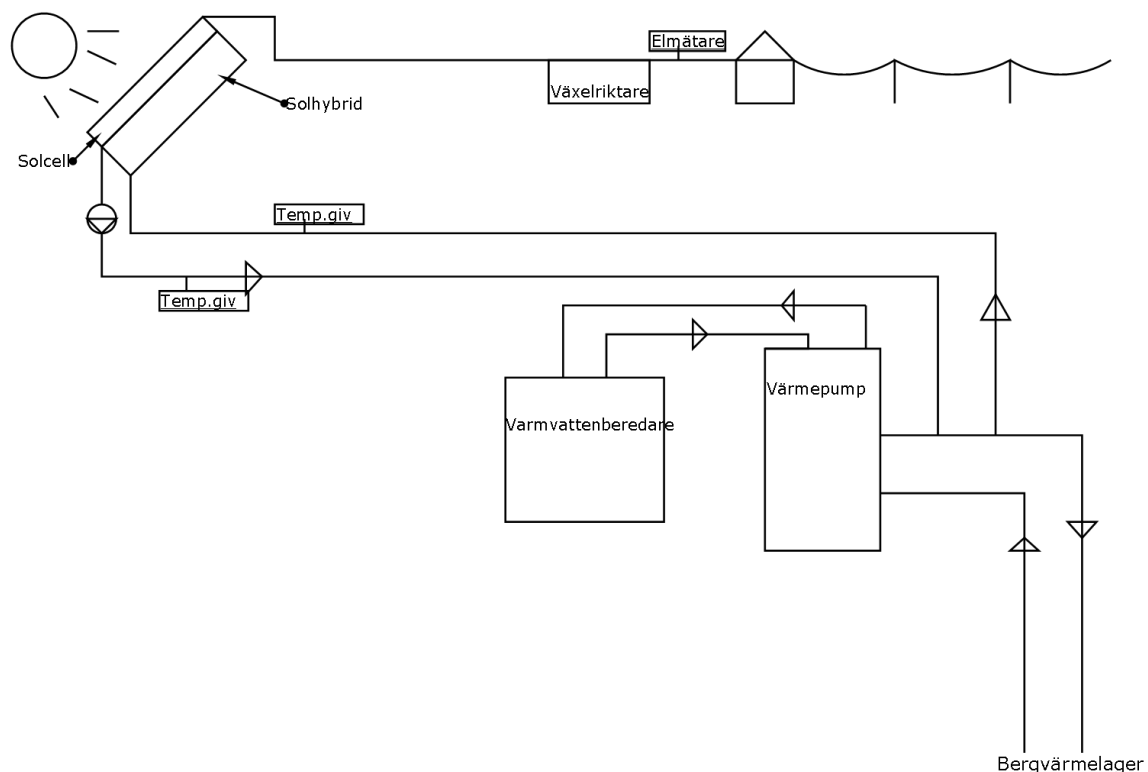
Med en anläggning på 8 solhybrider på totalt 12,8 m² tillverkas då 2150 kWh el per år vilket motsvarar 2688 kr varje år om det antas att elpriset är 1,25 kr/kWh. Vi räknar man att man säljer-utnyttjar för eget behov 1000 kwh/år

Det antas att värmepumpen drar 700 kWh per månad under sex månader (mitten av mars till mitten av oktober). Om den genomsnittliga temperaturökningen under samma period är 10 grader betyder det att elåtgången på värmepumpen minskar med 1470 kWh vilket motsvarar 1838 kr med ett elpris på 1,25 kr/kWh.

Detta betyder att man kan spara in 5526 kr varje år. Om produktionskostnaden är 40 000 kr blir payback tiden 7,4 år.

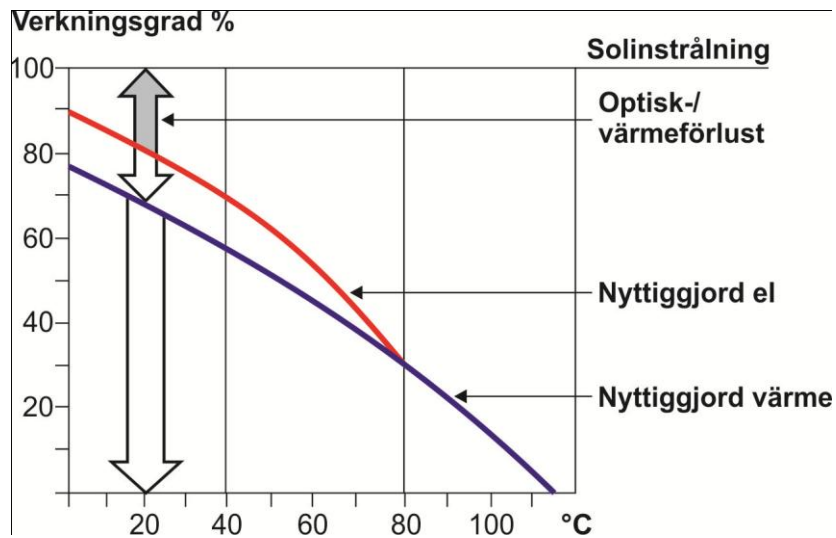
Systemlösning

Den systemlösning som finns visas i figuren nedan där man tar till vara på den tillverkade värmen genom uppvärmning av ett borrhål och samtidigt genererar mer el.



Figur 5 Ett system som använder den tillverkade värmen till uppvärmning av ett borrhål

Slutsats



Figur 2 Verkningsgrader vid olika temperaturskillnader

Verkningsgradskurva anger schematiskt hur stor del värme solhybriden omvandlar i ett system placerat på tak och matat ett borrhål.

Utbytet från solstrålning och värmeförluster vid varierande temperaturskillnader på vattnet och omgivningstemperatur. Figuren visar att vid låga temperaturskillnader är förlusterna mindre och verkningsgraderna blir i sin tur högre. Detta gör att man kan tillgodogöra sig en väldigt stor andel av solens energi på grund av de låga temperaturskillnaderna som blir om man använder sig av ett borrhål vid kylning av solhybrider. Förutom detta så får vi en ökad elproduktion på 11 % på denna solcell.

Bilaga 1

Tabell 4 Total värmeproduktion, borrhål 3 och 5°C

	borrhål	värme dag	värme natt	borrhål	värme dag	värme natt
jan	3	185	-52	5	172	-66
feb	3	280	-59	5	267	-72
mar	3	371	-40	5	358	-53
apr	3	506	-20	5	493	-33
maj	3	583	7	5	570	-7
jun	3	630	40,7	5	617	27
jul	3	634	55	5	621	41
aug	3	605	48	5	591	34
sep	3	516	27	5	503	14
okt	3	403	7	5	390	-7
nov	3	256	-20	5	243	-33
dec	3	170	-40	5	157	-53

Tabell 5 Total värmeproduktion, borrhål 7 och 10°C

	Borrhål	värme dag	värme natt	Borrhål	värme dag	värme natt
jan	7	158	-79	10	138	-100
feb	7	254	-86	10	234	-106
mar	7	345	-66	10	325	-87
apr	7	480	-47	10	460	-67
maj	7	567	-20	10	536	-41
jun	7	604	14	10	584	-7
jul	7	608	28	10	587	7
aug	7	578	21	10	558	0
sep	7	489	0	10	469	-21
okt	7	376	-20	10	356	-41
nov	7	230	-47	10	209	-67
dec	7	143	-66	10	123	-87

Tabell 6 Total värmeproduktion, borrhål 15°C

	Borrhåltemp	värme dag	värme natt
jan	15		
feb	15		
mar	15	290	-122
apr	15	426	-102
maj	15	502	-76
jun	15	549	-42
jul	15	553	-28
aug	15	523	35

sep	15	435	-55
okt	15	322	-76
nov	15	175	-102
dec	15	88	-122

Tabell 7 Värmeproduktion endast värmeskillnad, borrhål 3 och 5°C

	borrhål	värme dag	värme natt	borrhål	värme dag	värme natt
jan	3	-20	-52	5	-33	-66
feb	3	-20	-59	5	-33	-72
mar	3	7	-40	5	-7	-53
apr	3	41	-20	5	27	-33
maj	3	83	7	5	69	-7
jun	3	119	41	5	105	27
jul	3	126	55	5	112	41
aug	3	119	48	5	105	34
sep	3	83	27	5	69	14
okt	3	55	7	5	41	-7
nov	3	13	-20	5	0	-33
dec	3	-7	-40	5	-20	-53
		24,9	-1,9		18,1	-8,67
	total	23,04			9,46	

Tabell 8 Värmeproduktion endast värmeskillnad, borrhål 7 och 10°C

	borrhål	värme dag	värme natt	borrhål	värme dag	värme natt
jan	7	-47	-79	10	-67	-100
feb	7	-47	-86	10	-67	-106
mar	7	-20	-66	10	-41	-87
apr	7	14	-47	10	-7	-67
maj	7	56	-20	10	35	-41
jun	7	92	14	10	71	-7
jul	7	100	28	10	78	7
aug	7	92	21	10	71	0
sep	7	56	0	10	35	-21
okt	7	28	-20	10	7	-41
nov	7	-14	-47	10	-34	-67
dec	7	-34	-66	10	-54	-87
		11,5	-15,33		1,13	-25,71
	total	-3,83			-24,58	

Tabell 9 Värmeproduktion endast värmeskillnad, borrhål 15°C

	borrhål	värme dag	värme natt
jan	15	-102	-134
feb	15	-102	-141

mar	15	-76	-122
apr	15	-42	-102
maj	15	0	-76
jun	15	36	-42
jul	15	43	-28
aug	15	36	-35
sep	15	0	-55
okt	15	-28	-76
nov	15	-69	-102
dec	15	-89	-122
		-16,3	-43,1
	total	-59,5	

Kalkyl. Bil 2

1	<u>Kalkyl 8 st solhybrider med inverter,fästdon,pump och expansionskärl Euro 9 skr</u>							
2								
3								
4	Solhybrid i Småland Lenhovda		8 st	8 st	Solatc 8 st			
5								
6	8 st hybrider		1500	12000	12000	2980	23840	
7	1 st inverter med brytare mm		kines 2200	Tysk6700			12960	
8	1 st pump			1200	2200		5220	
9	15 m stainless stålrör med anslutning			2000	2000		5670	
10	Expansionskärl med ansl			1000	1000		3150	
11	moms			4850	5975		12710	
12	Montage el i pannrum 8 tim a 500			4000	4000		4000	
13	Montage rör i pannrum 8 tim a 500			4000	4000		4000	
14	Montage tak med fästen 8 tim			10000	10000		10000	
15	Tot exkl avdrag			39050	41175		81550	
16								
17	Uppskattat Rot avdrag			-10000	-10000		-10000	
18	Tot efter avdrag uppskattat			29025	41175		71550	
19	50% pålägg			43500				
20	<u>Snittleveranser på 15 celler sänks priset ca 8%</u>			<u>40000</u>				
21	<u>Andvänds i kalkylen exkl investeringsbidrag</u>							
22	Solcellsanläggning inkl rot bidrag			ca 35000-50000				
23	Solfångareanläggning inkl rotbidrag			ca 36200 + 20000=50000-70000				
24								
25								
26								
27	TL2200 kines -Sunnyboy							
28								