AMS 02 Main Radiators RAM and WAKE

Dr. Frank Bodendieck,
Dr. Reinhard Schlitt

OHB-System AG, Bremen, Germany

1. Thermal Requirements

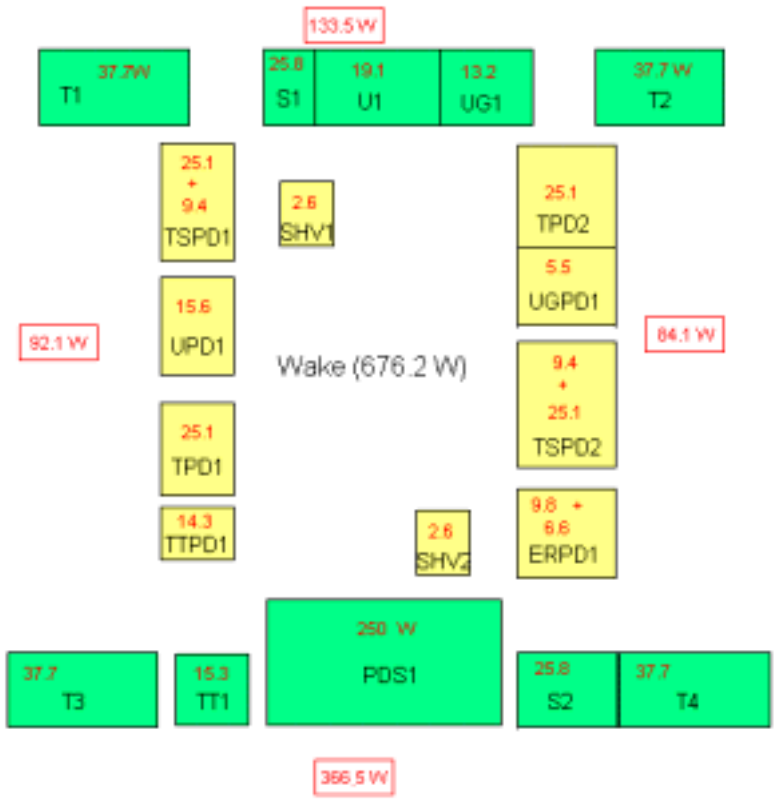
- **CRATES I/F Temperature Range defined at Radiator I/F on the Box Side:**

Item	Operational Range	Non Operational Range
Standard CRATES	-20°C ≤ T ≤ +50°C	-40°C ≤ T ≤ +80°C
CCEB	-30°C ≤ T ≤ +50°C	TBD by HPVG
PDS	-25°C ≤ T ≤ +45°C	-40°C ≤ T ≤ +80°C
GPS	-15°C ≤ T ≤ +55°C	-40°C ≤ T ≤ +70°C

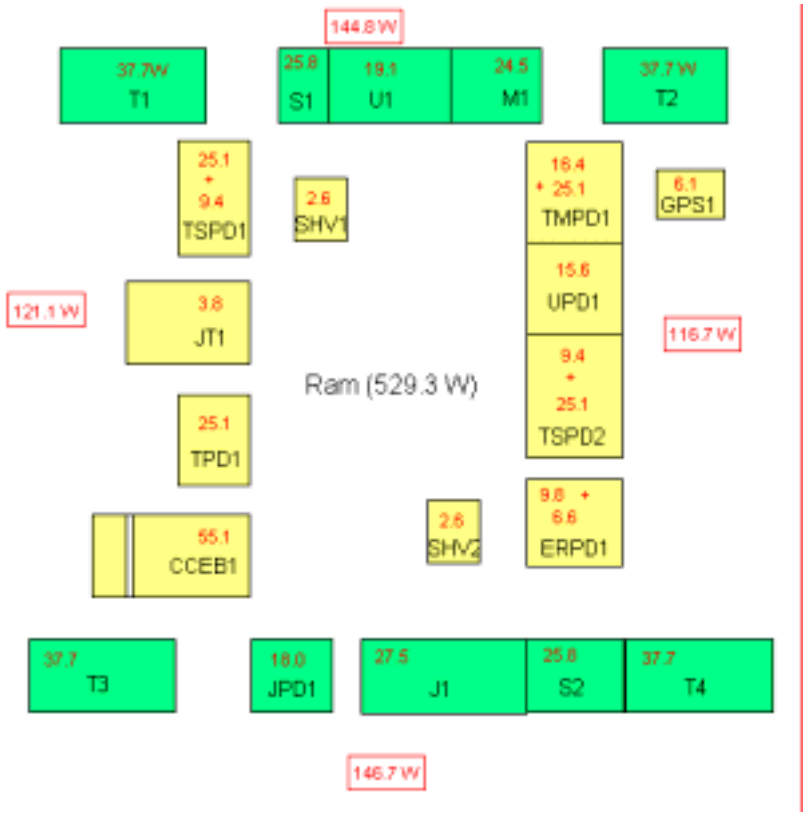
2. Heat Dissipations

- **AmsE Crate, Box Flight Design Summary, 23 Jan. '04:**

WAKE

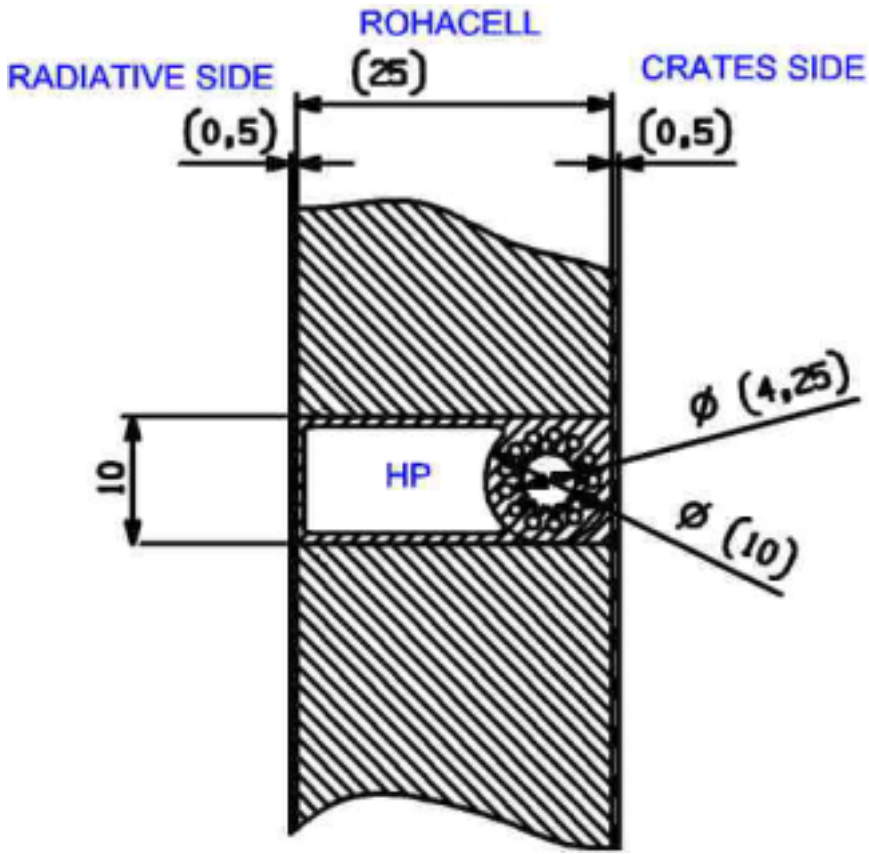


RAM



3. Model Description:

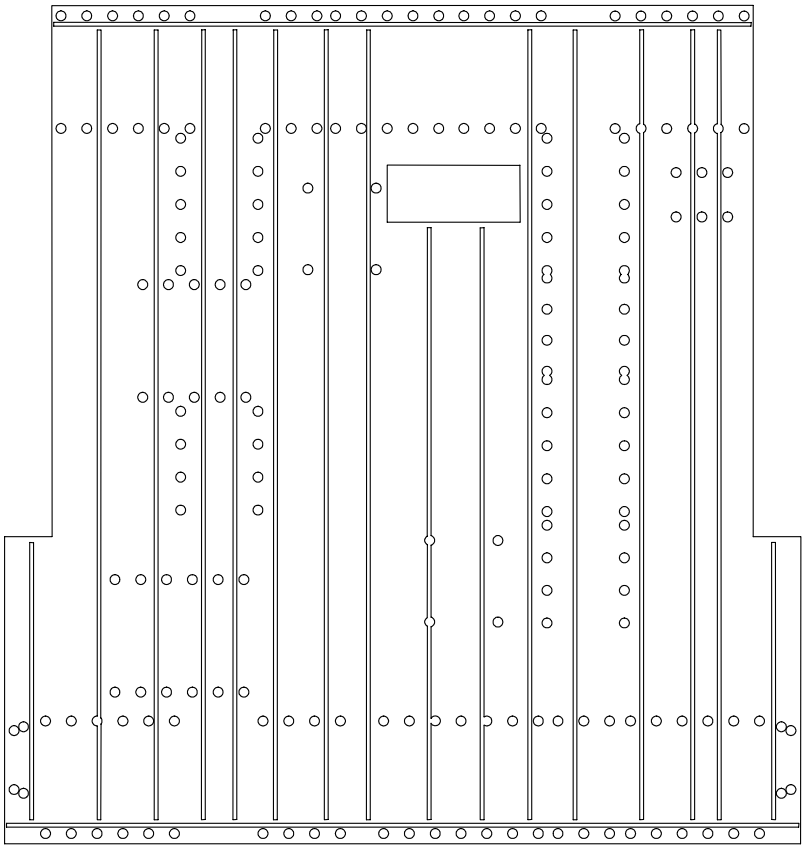
- **Main Features of the Actual Model Design:**



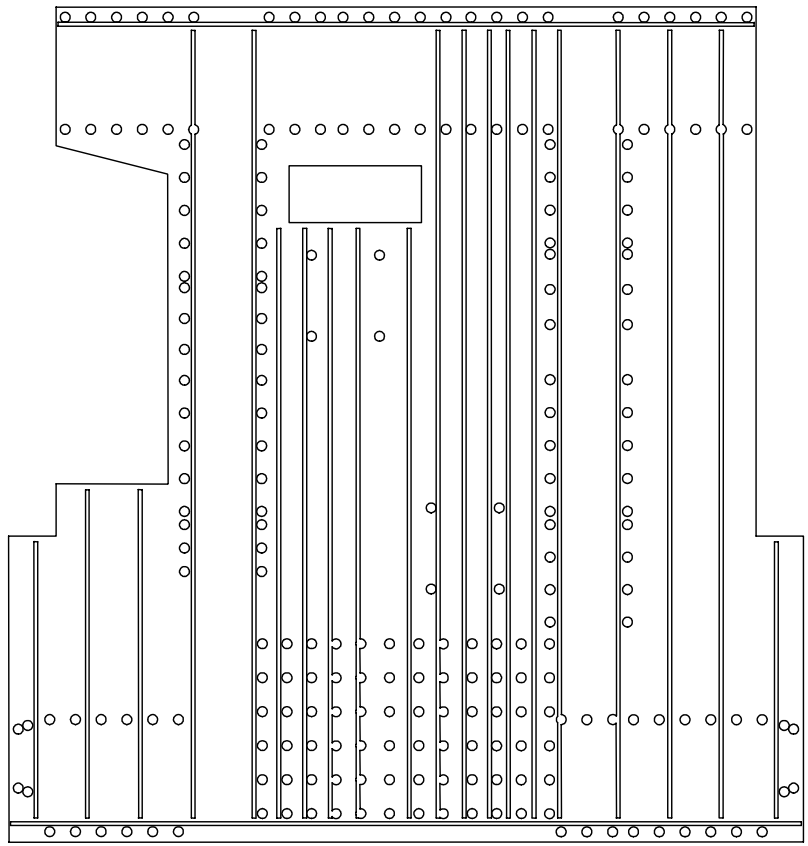
3. Model Description:

- **Actual HP Design:**

RAM (16+2 HPs)

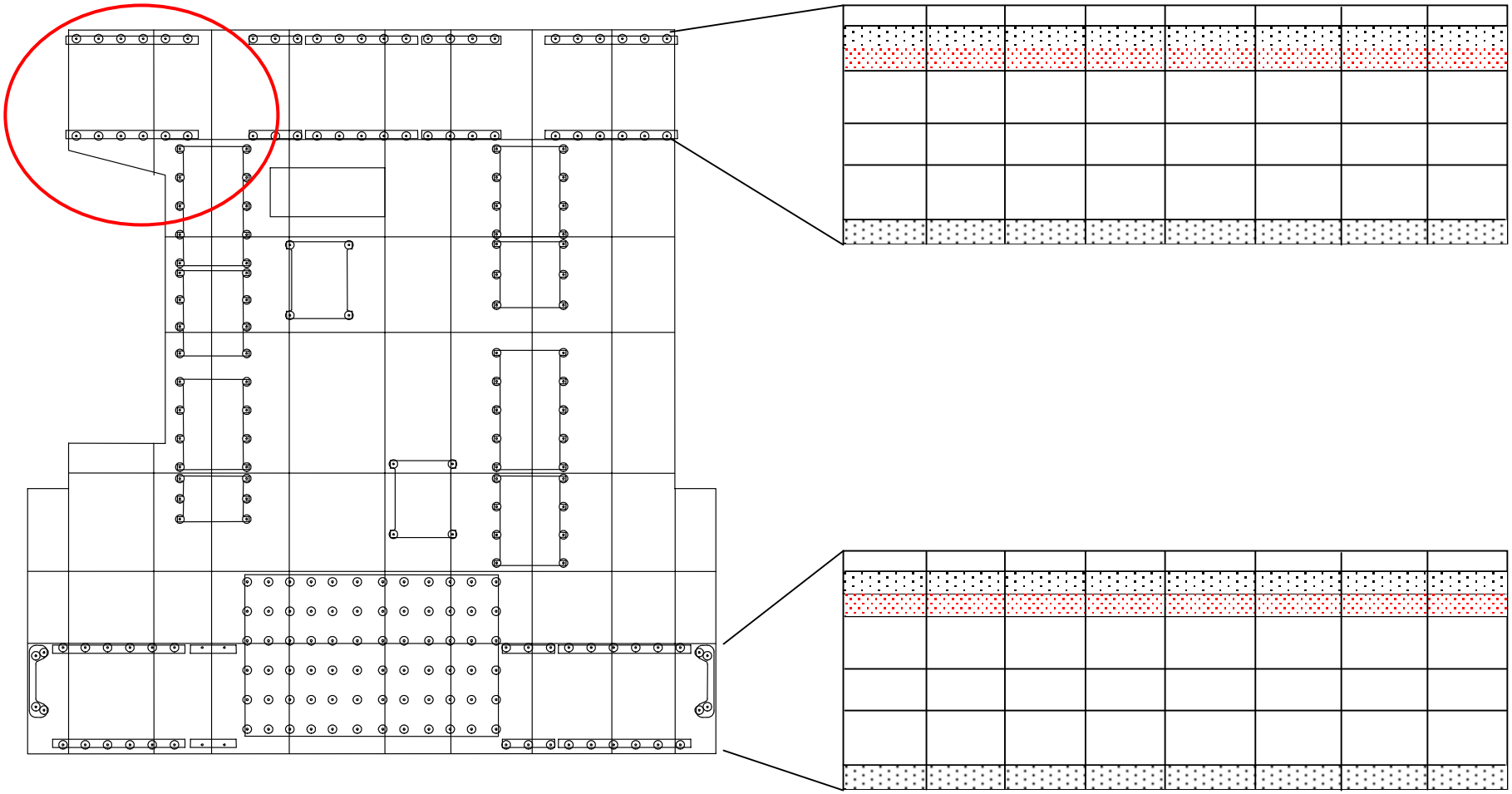


WAKE (20+2 HPs)



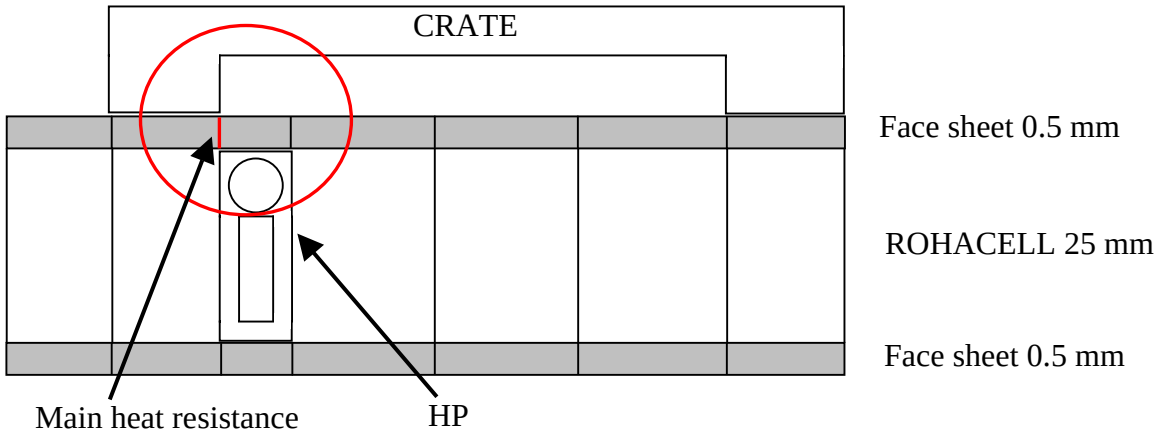
3. Model Description:

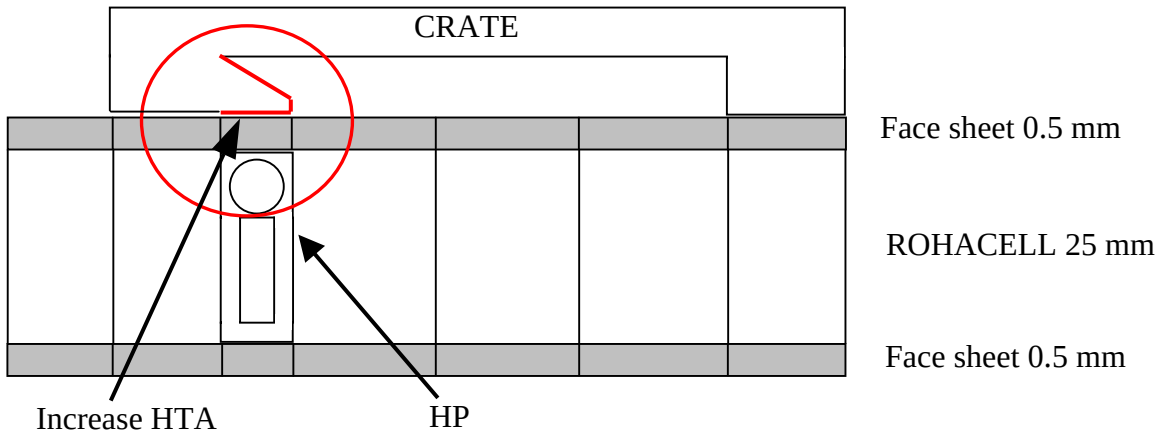
- **Nodal Breakdown:**



3. Model Description:

- **Detailed Nodal Breakdown:**





4. Thermal Environment:

- **Worst Hot and Cold Environment Cases for RAM and WAKE :**

Input file:	CASE:	Meaning			
		β	Y	P	R
IF_DATA_B_75-15-20_15_COLD_RADS.xls	COLD WAKE	**+75**	-15	-20	+15
IF_DATA_B_75-15-20_15_COLD_OFF.xls	COLD WAKE (AMS total power off)	**+75**	-15	-20	+15
IF_DATA_B-75-15_15-15_COLD_RADS.xls	COLD RAM	**-75**	-15	+15	-15
IF_DATA_B-75-15_15-15_COLD_OFF.xls	COLD RAM (AMS total power off)	**-75**	-15	+15	-15
IF_DATA_B_75-15-20-15_HOT_RADS.xls	HOT RAM	**+75**	-15	-20	-15
IF_DATA_B-75-15_15-15_HOT_RADS.xls	HOT WAKE	**-75**	-15	+15	-15

5. WAKE Radiator:

- **HOT CASE: CRATES I/F-Temperature (Face Sheets: 0.5 / 0.5):**

Actual T-Crate HTA Design

	51,7	51,0	47,4	44,8	42,9	41,2	44,2	44,4	
	51,9	51,2	47,6	45,1	43,1	41,3	44,7	44,8	
	41,5	40,8	39,9	39,3	38,4	37,9	38,7	38,1	
	39,8	34,5	35,8	37,5	33,9	34,1	32,3	28,2	
	40,2	33,6	35,0	36,7	33,5	33,7	31,5	25,9	
	44,6	36,2	37,3	39,5	34,0	34,3	33,0	28,7	
	53,4	50,5	47,5	45,8	41,5	39,8	43,5	43,5	
	40,6			34,9					
		36,9	37,1		33,1	34,3	33,7	25,5	
		36,3	36,3	33,4	33,2	33,1	32,3	25,5	
		35,7	35,8	33,3	33,4	35,0	34,6	25,9	
	28,0								
23,1	27,9	35,3	35,7	33,5	33,5	33,7	31,2	25,9	22,5
23,7	28,4	33,3	37,7	37,9	37,7	37,5	31,9	26,9	23,1
40,8	42,4	42,5	41,6	38,3	38,4	42,8	43,4	43,0	40,9
40,9	42,6	42,6	41,6	38,3	38,4	42,9	43,5	43,1	41,1
35,8	37,0	37,5	38,5	38,3	38,4	38,5	37,7	37,0	35,8
24,9	29,3	34,0	38,5	38,5	38,5	38,5	32,6	28,2	24,4
23,0	28,1	33,4	38,5	38,5	38,5	38,5	31,9	26,5	22,7
24,4	29,6	34,7	38,5	38,5	38,5	38,5	33,0	28,8	24,2
36,3	41,0	42,1	38,6	38,5	38,5	38,6	42,4	41,9	36,3

Increased HTA Design

	48,2	47,8	46,3	43,9	42,4	41,2	43,1	43,2	
	48,4	48,0	46,5	44,2	42,6	41,3	43,5	43,5	
	44,5	43,5	42,6	42,0	40,8	39,9	41,1	40,9	
	41,4	34,9	36,4	39,2	34,2	34,3	32,6	28,7	
	39,7	33,4	35,0	37,2	33,5	33,8	31,5	25,8	
	42,0	35,3	36,8	38,8	34,0	34,3	32,7	28,3	
	48,6	46,4	45,4	44,1	40,6	39,3	41,8	41,7	
	38,8			34,2					
		36,7	37,0		33,2	34,3	33,6	25,3	
		36,2	36,2	33,4	33,2	33,2	32,3	25,4	
		35,6	35,7	33,3	33,5	35,0	34,6	25,8	
	27,7								
22,8	27,6	35,2	35,6	33,6	33,6	33,7	31,1	25,8	22,3
23,3	28,0	33,1	37,8	38,0	37,8	37,6	31,7	26,6	22,8
39,8	40,9	41,2	40,7	38,5	38,5	41,7	41,9	41,4	39,9
39,9	41,0	41,3	40,7	38,4	38,5	41,7	42,0	41,5	40,1
36,9	38,6	38,9	38,6	38,4	38,5	38,7	39,3	38,7	36,9
24,8	29,2	34,1	38,6	38,6	38,6	38,6	32,7	28,4	24,4
22,6	27,8	33,2	38,6	38,6	38,6	38,6	31,8	26,4	22,4
23,9	29,1	34,2	38,6	38,6	38,6	38,6	32,7	28,3	23,8
34,7	39,1	40,4	38,6	38,6	38,6	38,7	40,5	39,8	34,7

5. WAKE Radiator:

- **COLD CASE: CRATES I/F-Temperature (Face Sheets: 0.5 / 0.5):**

Actual T-Crate HTA Design

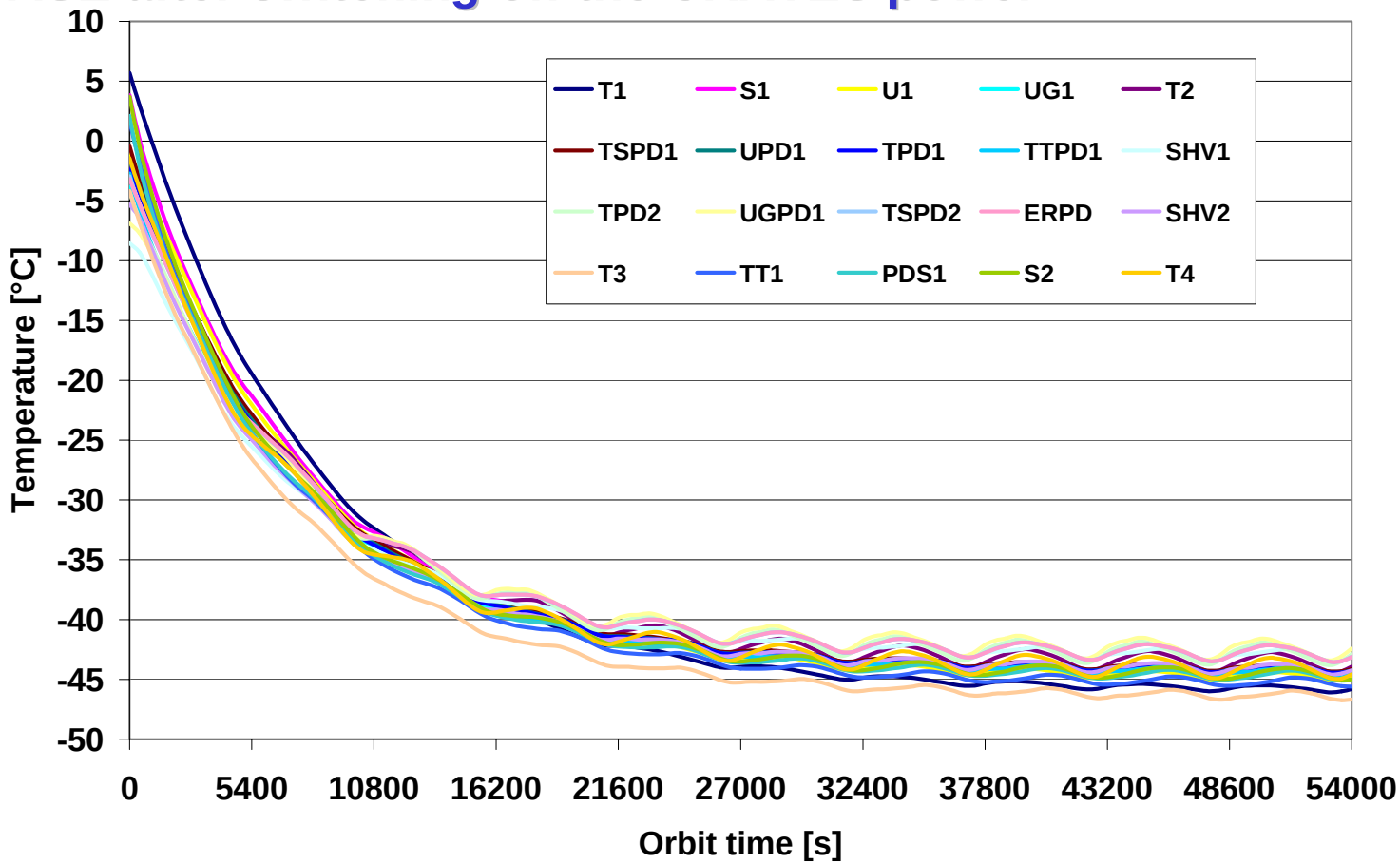
	13,9	13,2	10,0	7,5	5,5	3,6	6,5	6,7	
	14,1	13,4	10,1	7,7	5,6	3,6	6,8	6,9	
	4,0	3,2	2,5	2,0	1,0	0,5	1,2	0,5	
	2,1	-4,0	-2,3	0,5	-4,3	-4,2	-5,9	-10,9	
	2,3	-5,0	-3,3	-0,1	-4,8	-4,7	-6,9	-13,3	
	6,7	-2,4	-0,9	2,7	-4,2	-4,1	-5,4	-10,5	
	15,4	12,5	9,8	8,4	3,8	1,9	5,4	5,3	
	-1,4	-2,2	-1,9	-1,4	-5,2	-4,1	-4,7	-14,0	
		-2,8	-2,8	-5,8	-5,3	-5,4	-6,2	-14,6	
		-3,6	-3,4	-6,0	-5,1	-3,6	-4,0	-14,5	
	-18,0								
-22,4	-18,1	-4,3	-3,6	-5,9	-5,0	-5,0	-7,7	-14,8	-18,0
-21,9	-17,6	-6,8	-1,2	-1,1	-1,2	-1,4	-7,3	-13,9	-17,4
-0,7	1,1	1,8	1,9	-0,9	-0,7	3,5	3,9	3,5	1,4
-0,4	1,2	1,9	2,0	-0,8	-0,7	3,7	4,1	3,7	1,6
-4,7	-3,6	-2,3	-0,5	-0,7	-0,7	-0,5	-1,7	-2,5	-3,6
-19,3	-15,1	-5,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-6,4	-12,0	-15,5
-21,3	-16,8	-6,2	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-7,1	-13,8	-17,3
-19,6	-15,1	-5,2	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-5,9	-11,3	-15,7
-6,3	-1,1	1,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,4	3,1	2,3	-3,4

Increased HTA Design

	10,5	10,1	8,9	6,6	5,0	3,6	5,5	5,6	
	10,7	10,3	9,1	6,8	5,1	3,7	5,8	5,8	
	6,9	5,9	5,2	4,7	3,3	2,4	3,5	3,2	
	3,7	-3,6	-1,6	2,2	-4,0	-3,9	-5,6	-10,5	
	1,9	-5,2	-3,2	0,4	-4,7	-4,6	-6,9	-13,4	
	4,1	-3,3	-1,3	2,0	-4,1	-4,1	-5,7	-10,9	
	10,7	8,5	7,7	6,7	2,9	1,5	3,8	3,6	
	-3,3	-2,3	-2,0	-2,1	-5,1	-4,1	-4,7	-14,1	
		-2,9	-2,8	-5,7	-5,2	-5,4	-6,2	-14,7	
		-3,7	-3,4	-6,0	-5,0	-3,6	-4,0	-14,6	
	-18,3								
-22,7	-18,4	-4,3	-3,6	-5,8	-4,9	-4,9	-7,8	-15,0	-18,3
-22,2	-17,9	-7,0	-1,2	-1,0	-1,1	-1,3	-7,4	-14,2	-17,8
-1,4	-0,1	0,7	1,2	-0,7	-0,6	2,4	2,4	1,8	0,3
-1,1	0,0	0,8	1,2	-0,7	-0,6	2,5	2,5	2,0	0,6
-3,7	-2,2	-1,1	-0,4	-0,6	-0,5	-0,3	-0,1	-0,8	-2,6
-19,4	-15,1	-5,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-6,3	-11,8	-15,6
-21,6	-17,1	-6,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-7,2	-14,0	-17,7
-20,1	-15,5	-5,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-6,2	-11,8	-16,2
-7,6	-2,7	0,0	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	1,2	0,2	-5,0

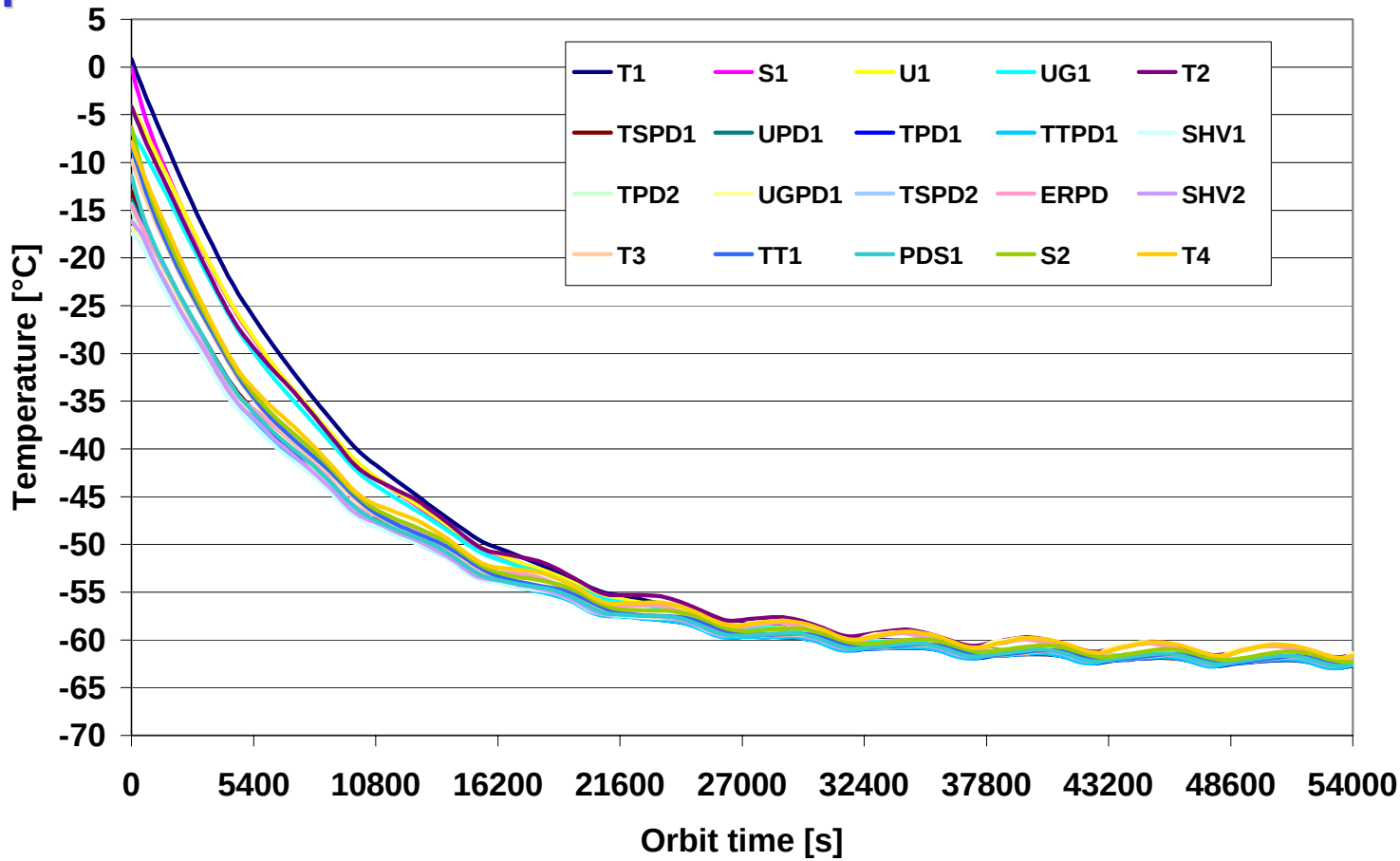
5. WAKE Radiator:

- **Cool down behaviour of the CRATES for the WORST COLD CASE after switching off the CRATES power**



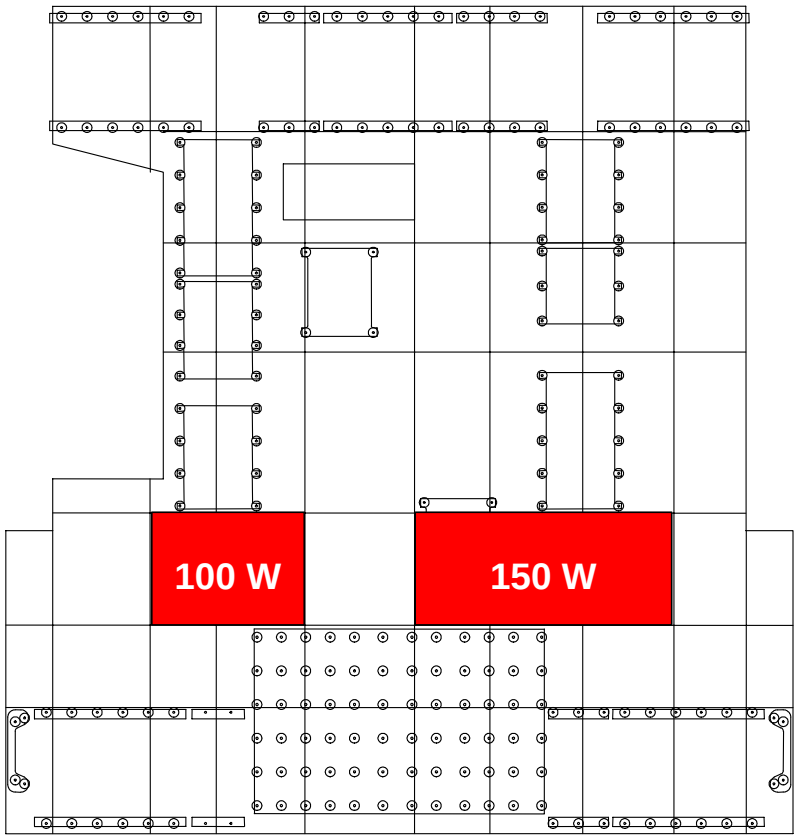
5. WAKE Radiator:

- **Cooling Down Behaviour of the CRATES if AMS is total powered off:**



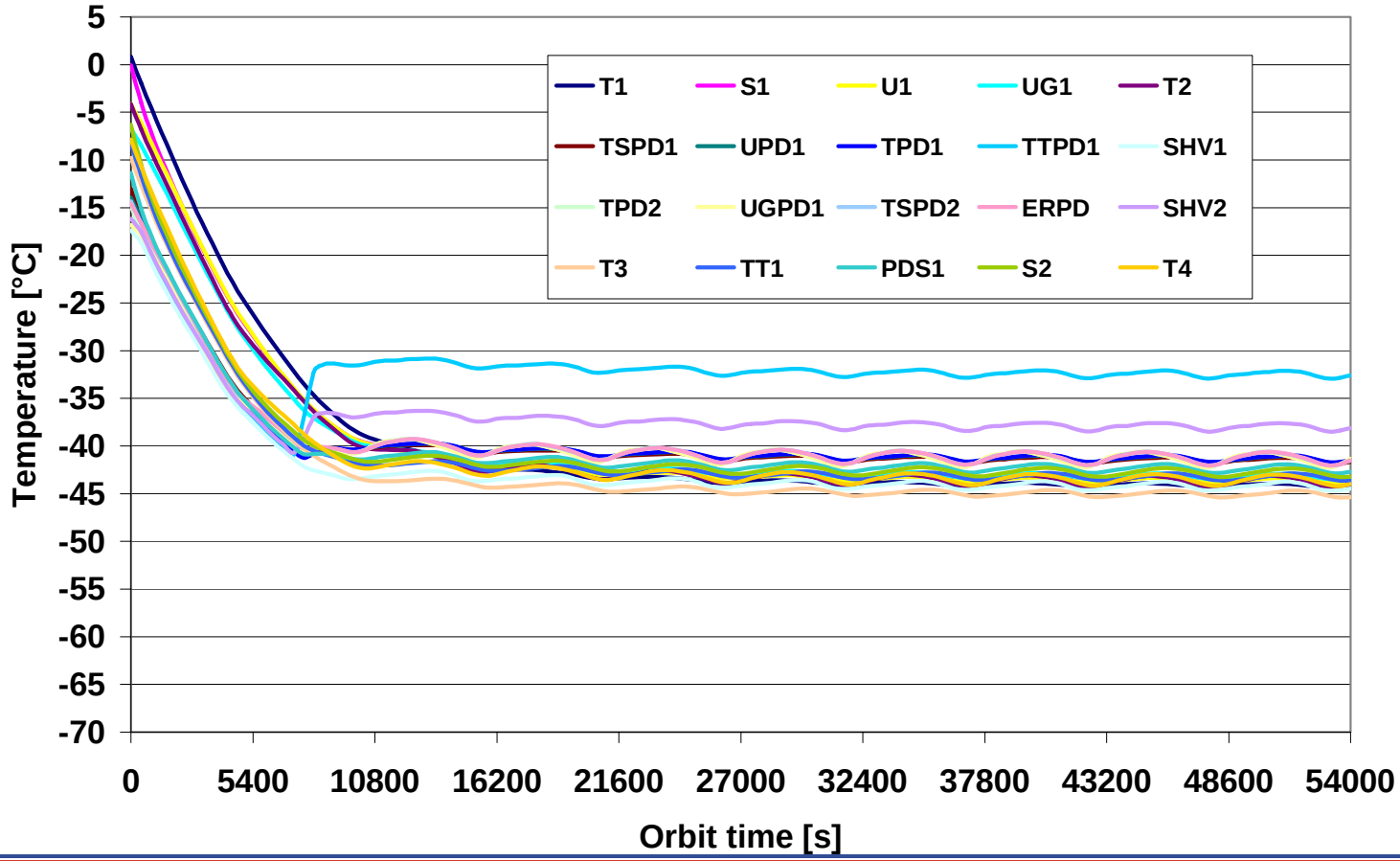
5. WAKE Radiator:

- **Substitution Heaters Location:**



5. WAKE Radiator:

- **Heating with 250 W after power-off when one CRATE reached – 40°C (AMS total powered off):**



6. RAM Radiator:

- **HOT CASE: CRATES I/F-Temperature (Face Sheets: 0.5 / 0.5):**

Actual T-Crate HTA Design

	43,2	42,7	43,2	42,8	41,2	40,0	
	43,3	42,6	43,3	42,9	41,3	40,1	
	40,3	39,4	40,0	40,4	39,0	37,7	
	33,1	33,6	28,9	38,7	33,3	21,6	
	31,9	32,7	27,0	37,8	32,3	19,4	
	33,1	33,3	29,1	39,6	33,3	21,0	
	42,1	40,0	41,4	43,0	40,0	36,5	
	33,1	34,8	27,5		36,1	19,4	
	32,5	34,1	26,8	23,3	35,4	18,0	
	32,7	34,2	27,0	22,9	35,2	17,7	
19,1	34,2	34,5	27,0	23,0	33,4	17,6	6,8
19,4	34,2	34,4	27,1	23,2	30,8	18,0	7,1
35,9	37,4	35,9	35,7	35,8	37,3	33,4	31,9
36,1	37,6	35,8	35,8	35,9	37,5	34,0	32,0
32,5	35,0	33,6	33,5	33,5	34,9	32,2	29,9
19,9	31,1	32,5	27,5	24,6	32,3	20,7	10,7
17,9	30,8	32,4	26,3	23,0	31,8	19,1	7,4
19,4	31,9	32,7	27,4	24,5	32,5	20,3	9,4
31,0	37,2	35,2	34,5	34,2	37,1	31,4	24,2

Increased HTA Design

	44,6	43,5	44,8	44,3	42,1	40,8	
	44,7	43,5	44,9	44,4	42,3	41,0	
	37,5	37,2	37,1	37,8	36,8	35,1	
	32,6	33,4	28,5	37,1	33,0	21,2	
	32,0	32,8	27,1	37,6	32,3	19,4	
	33,5	33,6	29,5	40,9	33,7	21,2	
	44,1	41,6	43,7	45,4	41,7	37,9	
	33,3	35,0	27,7		36,2	19,4	
	32,6	34,2	26,9	23,3	35,5	18,0	
	32,8	34,3	27,1	23,0	35,3	17,7	
19,2	34,3	34,6	27,1	23,1	33,5	17,6	6,8
19,5	34,4	34,6	27,2	23,3	31,0	18,1	7,1
36,5	38,7	36,3	36,5	37,0	38,7	34,2	32,0
36,7	38,9	36,2	36,6	37,1	38,9	34,8	32,2
30,3	32,5	31,9	31,4	31,2	32,5	30,1	27,9
19,7	30,8	32,4	27,1	24,2	31,9	20,4	10,3
18,0	30,9	32,5	26,4	23,0	31,8	19,1	7,3
19,7	32,2	32,9	27,7	24,9	32,9	20,5	9,5
32,4	39,1	36,3	35,8	35,9	39,0	32,6	25,1

6. RAM Radiator:

- **COLD CASE: CRATES I/F-Temperature (Face Sheets: 0.5 / 0.5):**

Actual T-Crate HTA Design

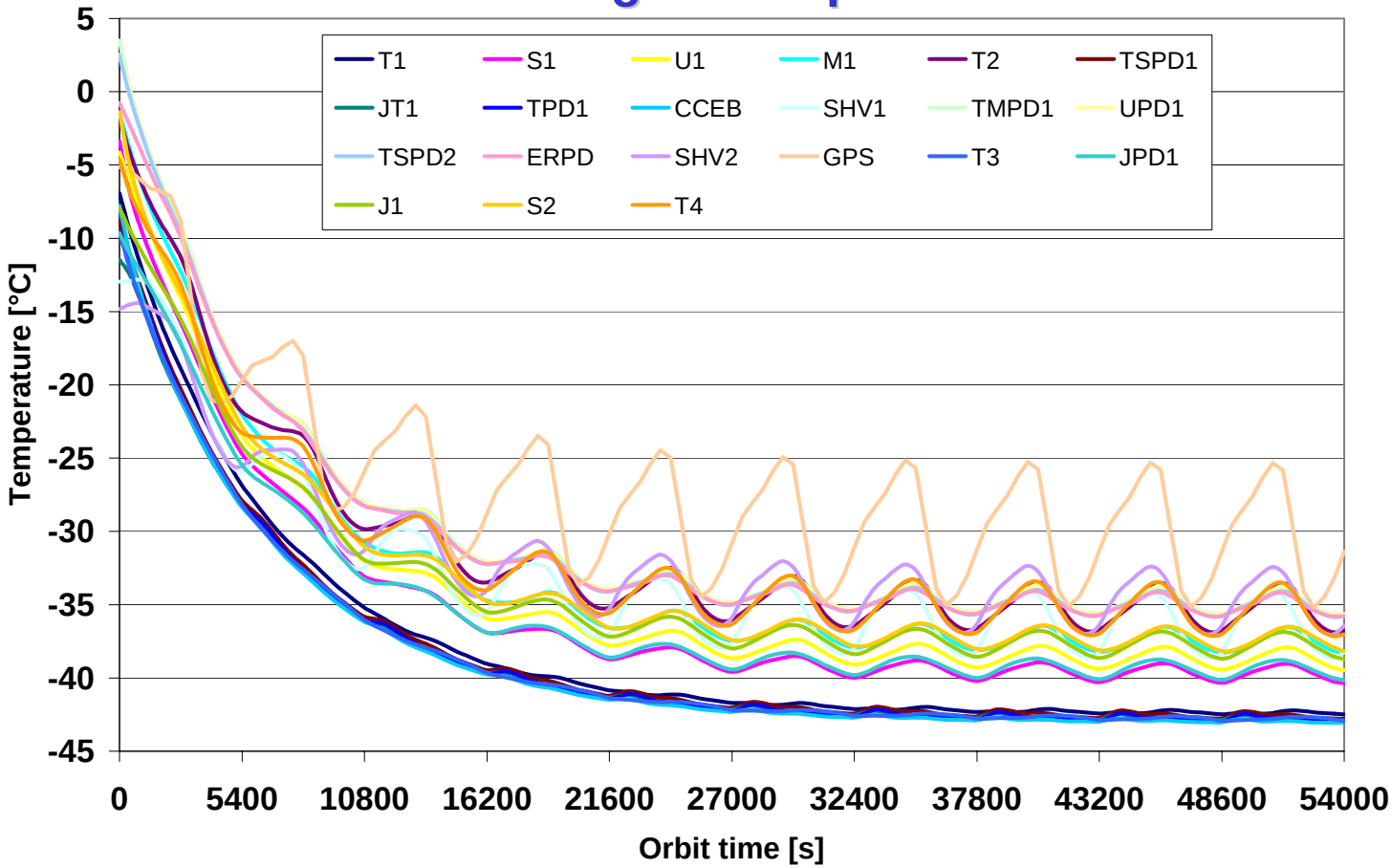
	1,4	1,2	5,0	5,9	5,6	6,2	
	1,5	1,4	5,2	6,0	5,7	6,3	
	-3,8	-3,4	-2,6	-1,2	-1,1	-1,6	
	-14,4	-11,3	-13,2	-1,8	-1,5	-7,2	
	-16,3	-12,3	-15,0	-1,0	-1,5	-7,8	
	-14,0	-11,3	-12,5	2,3	-0,4	-6,5	
	-0,2	-2,1	3,5	7,0	6,2	5,1	
	-17,0	-10,5	-14,6		3,2	-6,2	
	-16,4	-11,4	-15,3	-14,8	2,6	-6,9	
	-16,7	-11,3	-15,4	-15,3	2,4	-7,5	
-27,1	-14,7	-11,6	-15,7	-15,4	0,8	-7,5	-17,6
-26,8	-13,9	-11,3	-15,1	-14,7	-1,2	-7,6	-17,5
-5,4	-3,4	-4,3	-2,7	-0,3	2,8	1,6	-0,3
-5,0	-3,3	-4,3	-2,7	-0,3	2,9	1,9	-0,6
-9,5	-7,7	-7,6	-7,4	-6,8	-4,5	-5,4	-7,3
-24,5	-15,0	-11,9	-14,2	-14,0	-2,4	-7,8	-16,5
-26,8	-16,3	-12,3	-15,5	-15,3	-1,9	-8,0	-17,9
-25,0	-14,7	-11,8	-13,8	-13,4	-1,0	-7,0	-16,3
-11,2	-4,5	-6,7	-4,1	-1,5	3,7	1,4	-4,4

Increased HTA Design

	0,8	0,9	3,5	4,2	4,3	4,5	
	0,9	1,0	3,6	4,2	4,3	4,6	
	-1,1	-1,3	0,4	1,6	1,2	1,4	
	-13,8	-11,0	-12,7	0,0	-1,3	-7,0	
	-16,1	-12,2	-15,0	-0,8	-1,8	-8,1	
	-14,1	-11,4	-12,9	0,9	-0,9	-7,0	
	-1,3	-3,1	1,3	4,4	4,0	2,8	
	-16,9	-10,4	-14,6		2,9	-6,5	
	-16,3	-11,3	-15,3	-14,9	2,3	-7,2	
	-16,6	-11,2	-15,4	-15,4	2,1	-7,8	
-26,9	-14,6	-11,5	-15,7	-15,5	0,5	-7,8	-17,9
-26,6	-13,8	-11,2	-15,2	-14,9	-1,5	-7,9	-17,8
-5,2	-3,8	-4,2	-3,3	-1,6	1,1	0,0	-1,2
-4,9	-3,7	-4,3	-3,3	-1,6	1,2	0,2	-1,4
-7,4	-5,5	-5,9	-5,3	-4,3	-2,0	-2,8	-5,1
-24,1	-14,5	-11,6	-13,8	-13,6	-2,1	-7,7	-16,3
-26,6	-16,1	-12,2	-15,4	-15,3	-2,1	-8,3	-18,1
-25,0	-14,7	-11,8	-14,0	-13,8	-1,6	-7,6	-16,7
-11,8	-5,3	-7,3	-5,3	-3,3	1,3	-0,9	-6,2

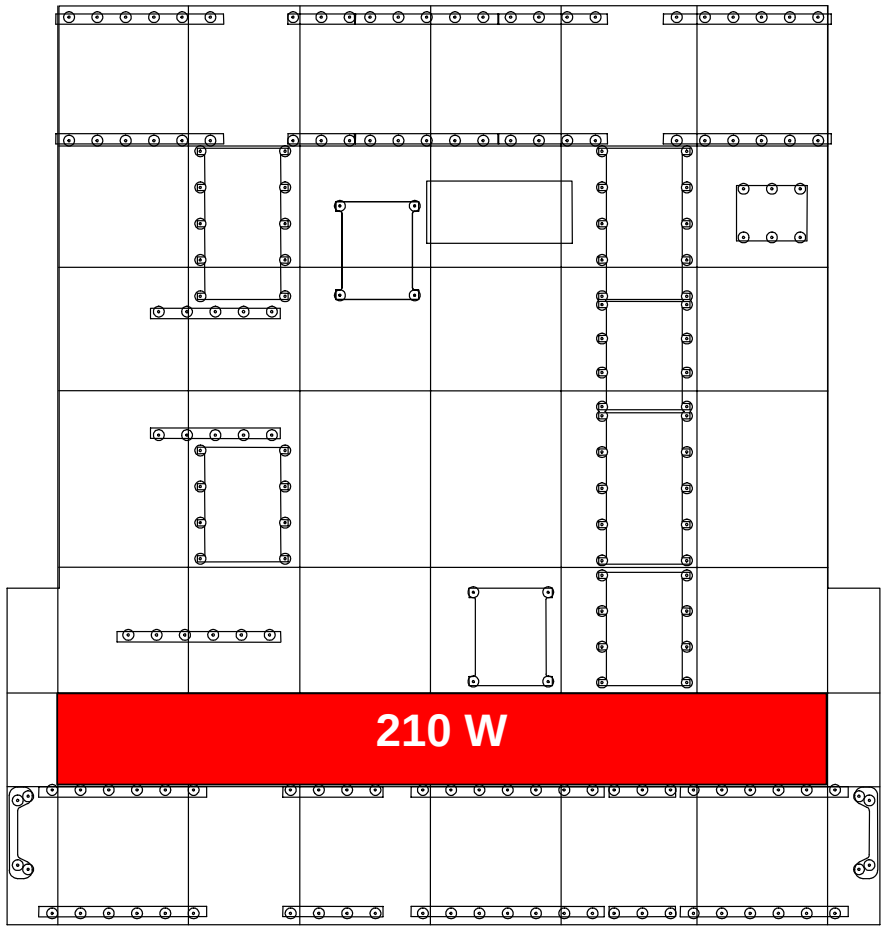
6. RAM Radiator:

- **Cool down behaviour of the RAM CRATES for the WORST COLD CASE after switching off the power**



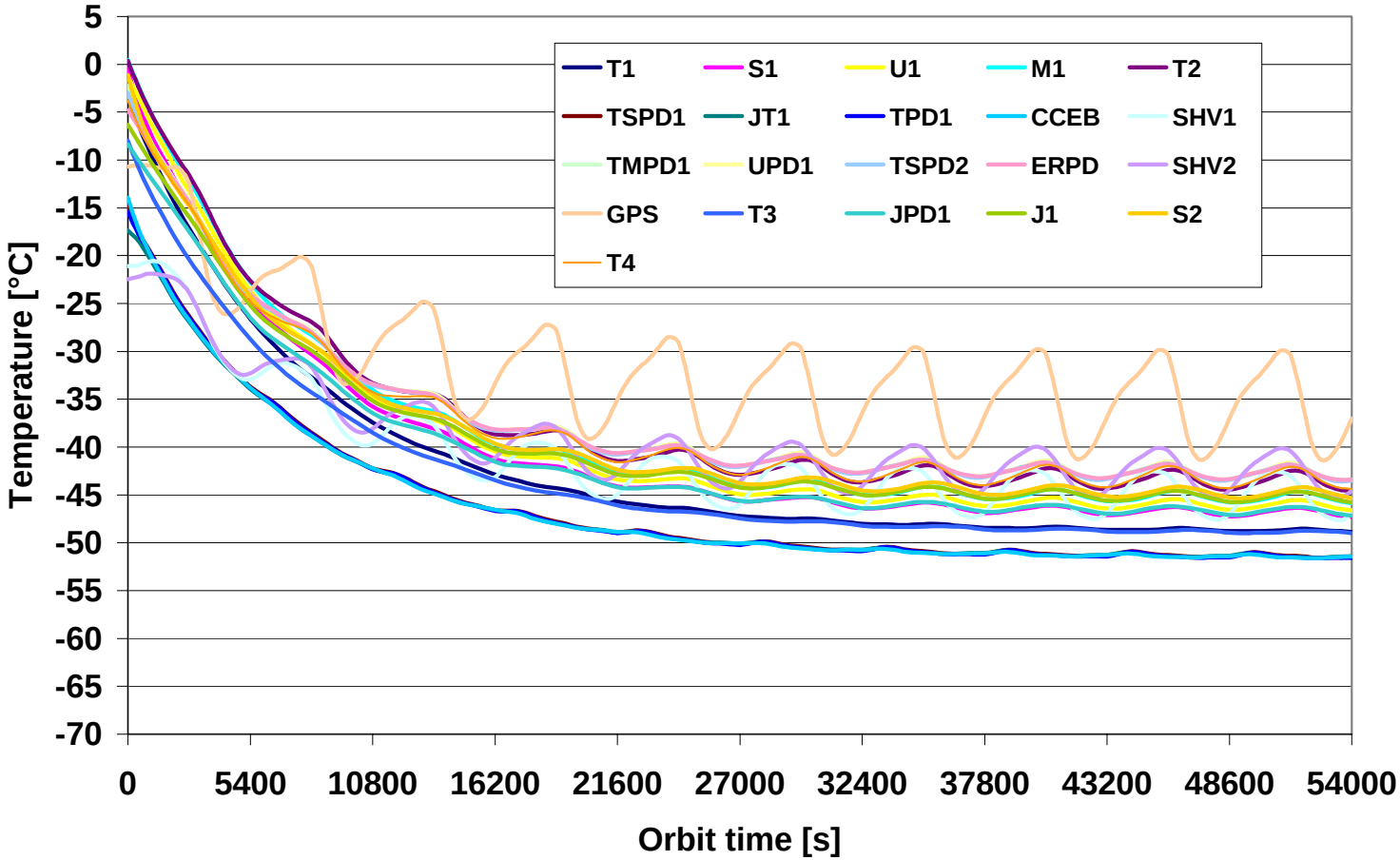
6. RAM Radiator:

- **Substitution Heaters Location:**



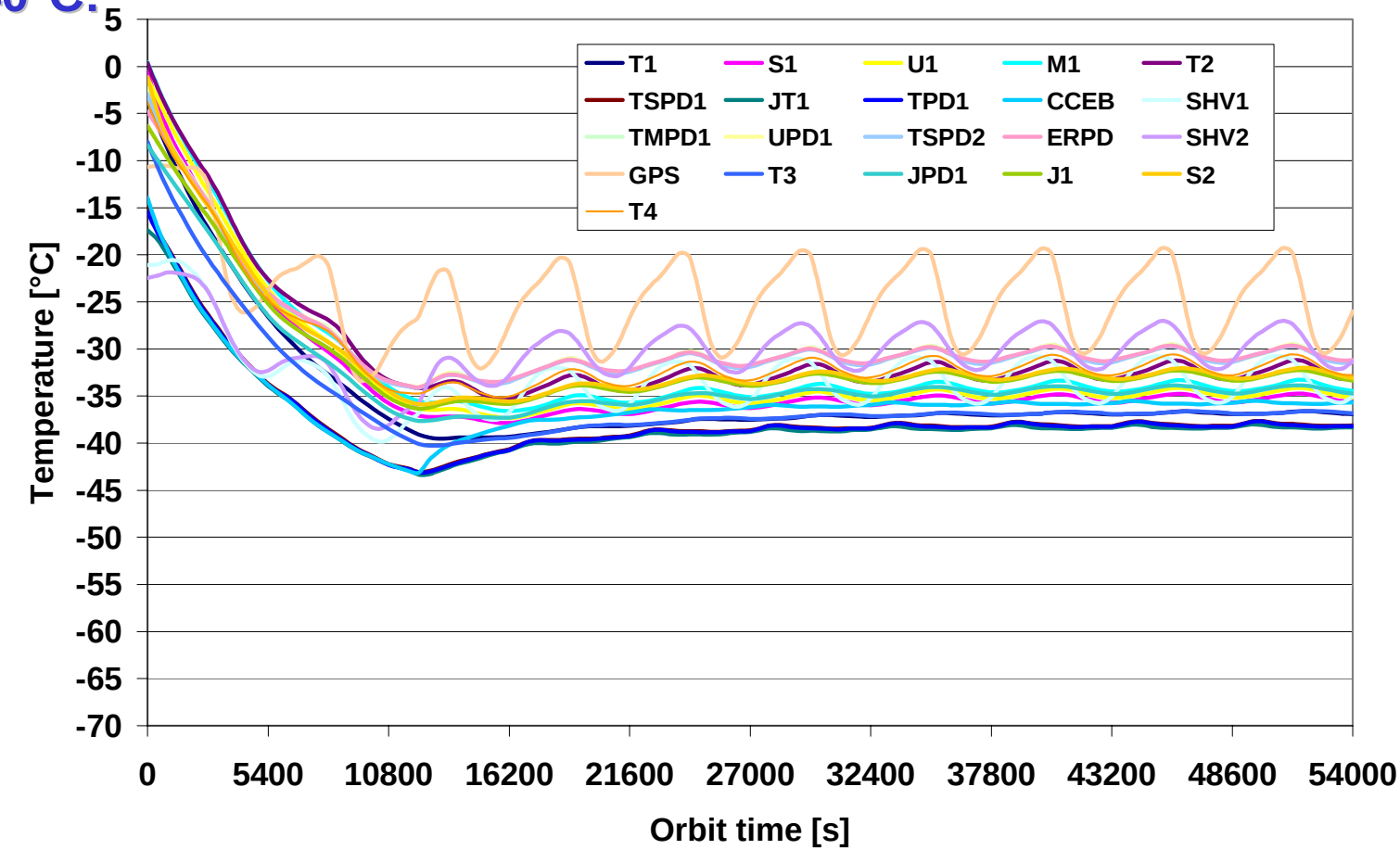
6. RAM Radiator:

- **Cooling Down Behaviour of the CRATES if AMS is total powered off:**



6. RAM Radiator:

- **Heating with 210 W after power-off when one CRATE reached – 40°C:**



7. Conclusion:

- **With the actual HP layout the temperature requirements for the CRATES can be fulfilled for the defined worst hot and cold environment cases for the RAM radiator and for the cold environment cases for the WAKE radiator.**
- **The I/F temperature requirement of the T1-CRATE on the WAKE radiator for the worst hot case can not be reached with the actual face sheet HTA design.**
- **Under AMS power off conditions it is only possible to reach with the WAKE radiator substitution heaters (250 W) a temperature of –45.2 °C, which is lower than the CRATES non-operational temperature limit of –40°C.**