



Update Delft Geothermal Project



Chris Hellinga
TU Delft sustainability program manager
Geothermal well project leader

15-03-2017



Geothermal source at the TU Delft

Research & education (national infrastructure)

(IEA: 3-5% geothermal energy in 2050 Europe
= x0.000 wells.... = y000 engineers...)

Innovations

- composite piping/AKIET)
- embedding in existing urban environment

Campus CO2 emission reductions

**“Pearl” in Delft/South Holland energy transition
heat roundabout; Delft Energy neutral in 2050**

✓ Research opportunities

The scientific questions to be addressed by DAPWELL:

1. Well completion – casing material
2. Monitoring of travelling fluid and cold fronts
3. Chemistry of geothermal fluids and their interaction with reservoir rocks and technical installations
4. Effect of human activities in the subsurface on the natural and built environment at surface
5. Integrated domestic heat management
6. Site specific aspects to be addressed

Operational well important!

Windpark Eneco Luchterduinen

Een samenwerking tussen Mitsubishi Corporation en Eneco levert
Hollandse windstroom aan NS en TU Delft

TUD emissions

40 kton CO₂; 12 kton for heating;

TUD goal 2020: 50% CO₂ emission reduction

Geothermal heating	: - 8 kton	(-20%)
Sustainable electricity purchase	: -20 kton	(-50%)
	-28 kton	(-70%)



Implementation issues

Money

Sufficient demand

- *The TUD buildings (500.000 m²) are too small*
- *Hardly summer heat requirements*

Space requirements

- *4-5.000 m³ storage for rejection water (?)*
- *Gas separation, large heat exchangers*

Supply and return temperatures

- *Campus: 100-130 C supply/80C return =>
80C supply / <55C return*

Legal

- *The TUD is not an energy service company*



Perpetuum Energy Partners

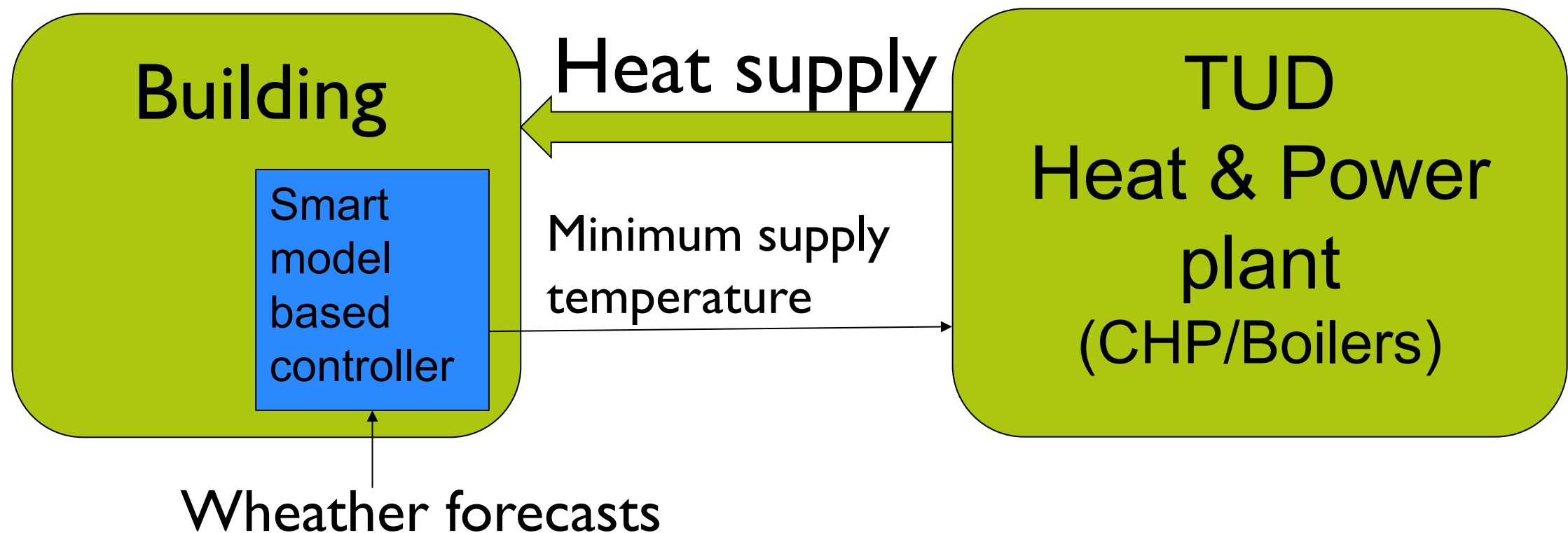
Lowering campus supply/return temperature

IPIN project

“A Smart Thermal Grid for the TUD campus”

2012-2017

TUD, Deerns, Priva, Kuijpers, van Beek, Deltares



Promising test is running (1/4 campus)

Central TUD heat & power plant modified

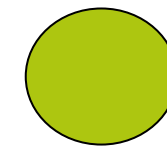
Investments

**Geothermal well +
above surface equipment +
development costs**

18 M€

**Campus/Building adjustments
M€**

Control strategy
(80C/55C?)



1,5 – 14

Heat exchangers
Air treatment systems
Radiators
Better insulation
(80C/35C?)

Operational incomes

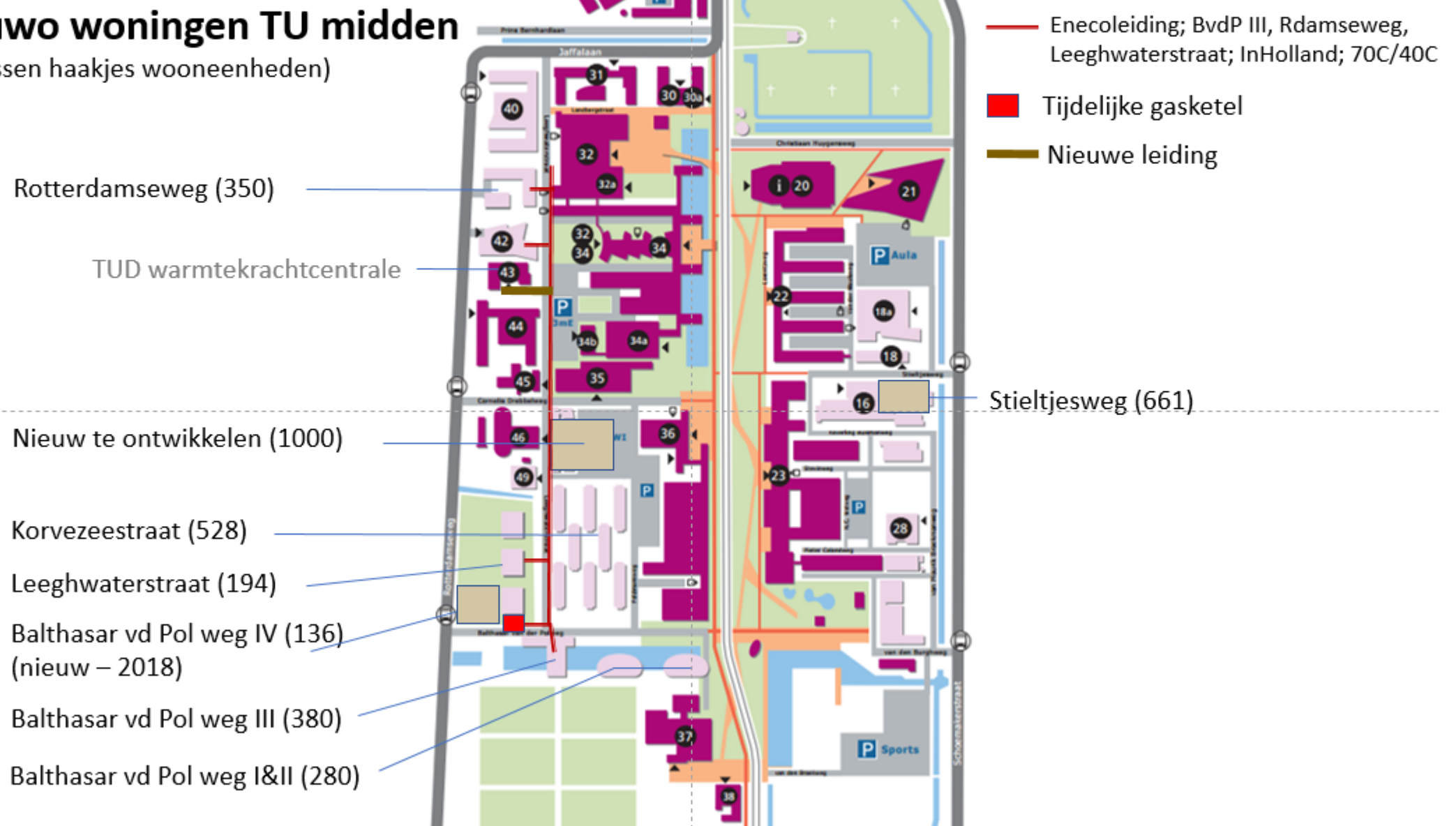
**Selling price : equivalent to gas
SDE+**

Increase demand side

Duwo woningen/complexen TU Noord (tussen haakjes wooneenheden)



Duwo woningen TU midden (tussen haakjes wooneenheden)

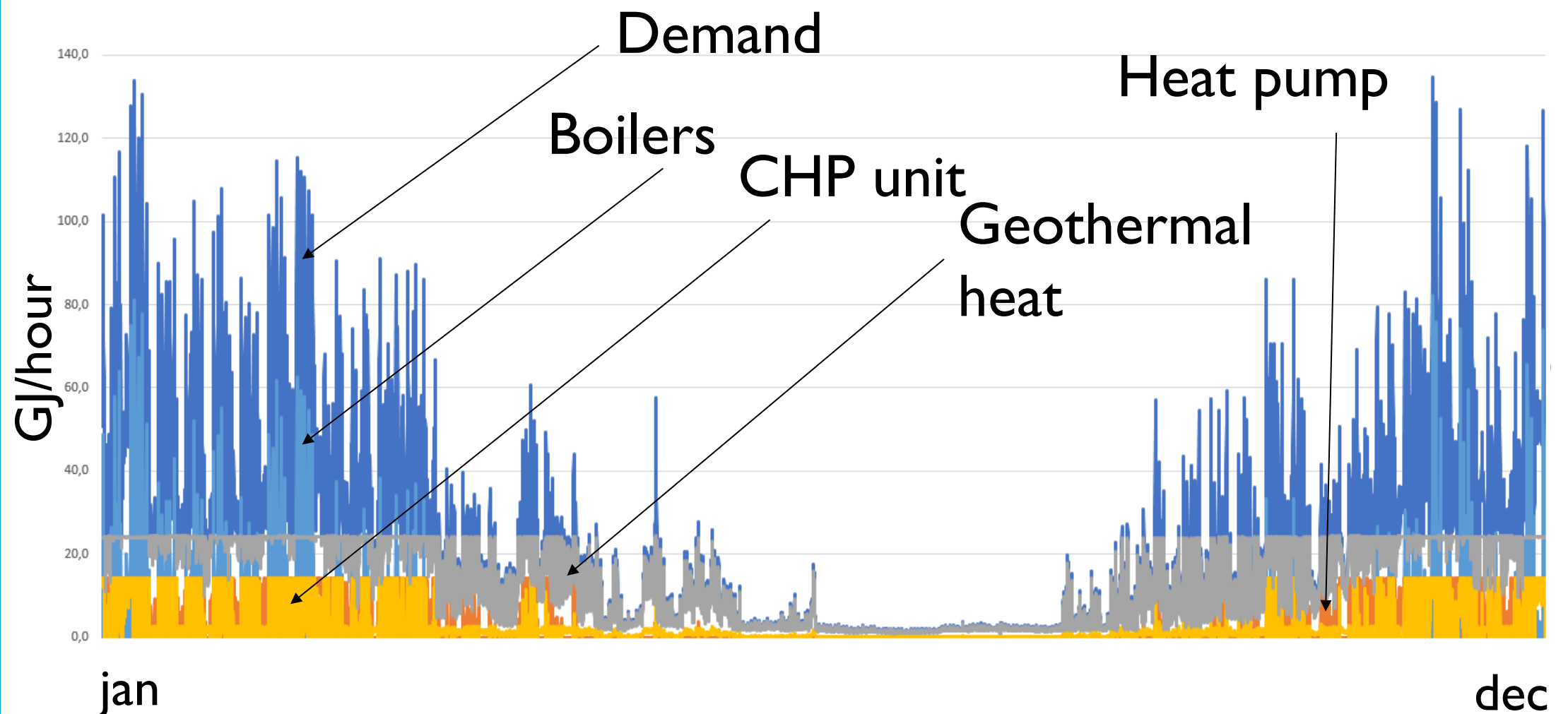


Increase demand side



South Holland heat roundabout?

Calculations – hourly based



A typical scenario

TUD buildings + campus student dwellings

Many buttons to turn...

Return on investments, CO₂ emission savings

Status / time path

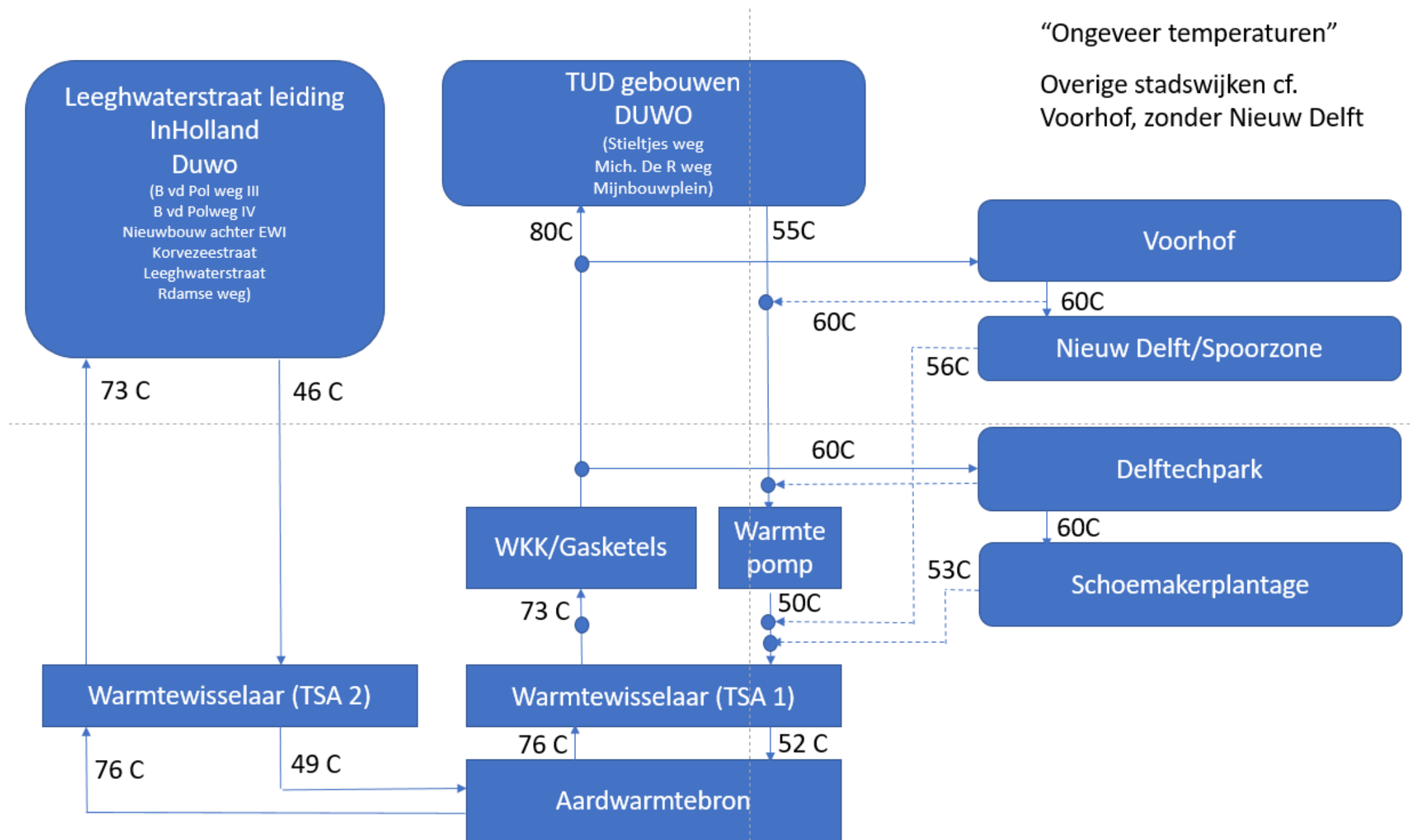
2014: No EBN participation

2016: New SDE+ subsidy acquired
(max. 45/M€ / 15 years over produced heat)
New doublet assessment
(Panterra)

May 2017: TUD Executive Board decision

<June 2020: Source operational

Scenarios.....



Extensive XLS workbook

Demand side / supply side options

Calculations on an hourly basis

Source profit; CO₂

Relation with TUD investments in buildings

Geothermie afzet_10032017.xlsx - Excel

Chris Hellinga

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Tell me what you want to do

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing

AK1

1	Invoer van de parameters via sheet "Invoer en resultaten"																																					
2																																						
3	Aanvoer T CampusP	80	C	warmtecapaciteit water	4,39	MJ/m3/C	Max.aardwarmte	240	m3/uur	VKK th. vermogen	4	MW																										
4				Bijvangst gas	1,0	m3/m3 water	T bron uit	78,47	C	VKK th. rendement	36,3%																											
5				Warmteinhoud gas	31,65	MJ/m3	W/P vermogen	4	MW	VKK elektrisch rend	40,1%																											
6	W/P aan	1		Ketelrendement	90%		W/P COP	4		dt TSA1 koude kant	3	C																										
7																																						
8																																						
9																																						
10																																						
11																																						
12	Warmtevraag per uur												Debiten				Retour temperaturen			Aardwarmte		Resteert		Warmtepomp			Resteert		VKK									
13	Leeghwaterst		Campus		Voorhof /		Schoemaker pl. /		Overig		Totaal		Lghws	Camp	park	Voorhof	Overige	Campus	T retour	bron	T retour	Max	Actuele	Warmte	Leverin	Uit AV	Elektri	Vermo	Warmte	Max	Actue	Gas	V.v.	Gas				
14	DUVO		DUVO		DUVO		DUVO		DUVO		DUVO		tr	us	Schm	/ Nw	wijken	ide TSA1	TS	zonder	bron met	AV	AV	vraag	g	retour	sch	gen	vraag	thermi	el	vraag	bijvan	uit ne				
15	GJ		GJ		GJ		GJ		GJ		GJ		m3/uur	m3/uur	m3/uur	m3/uur	m3/uur	m3/uur	C	C	C	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ			
16	1	4,6	1,9	41,4	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,6	14,1	57,6	351,0	0,0	0,0	0,0	351,0	50,0	52,5	45,2	24,1	6,8	30,9	240,0	24,1	26,5	14,4	10,8	3,6	4,0	12,1	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
17	2	4,5	2,1	45,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	15,4	59,3	387,3	0,0	0,0	0,0	387,3	50,0	52,5	45,9	24,1	6,8	30,9	240,0	24,1	31,3	14,4	10,8	3,6	4,0	16,9	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
18	3	4,6	2,4	51,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,1	17,0	62,0	430,1	0,0	0,0	0,0	430,1	50,0	52,6	46,6	24,0	6,8	30,9	240,0	24,0	37,0	14,4	10,8	3,6	4,0	22,6	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
19	4	4,6	2,5	52,5	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,3	17,3	62,5	439,7	0,0	0,0	0,0	439,7	50,0	52,6	46,7	24,0	6,8	30,9	240,0	24,0	38,3	14,4	10,8	3,6	4,0	23,9	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
20	5	4,7	3,0	64,5	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0	20,8	68,1	535,8	0,0	0,0	0,0	535,8	50,0	52,6	47,8	24,0	6,8	30,8	240,0	24,0	51,0	14,4	10,8	3,6	4,0	36,6	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
21	6	4,7	3,0	65,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,8	21,1	68,5	541,6	0,0	0,0	0,0	541,6	50,0	52,6	47,9	24,0	6,8	30,8	240,0	24,0	51,8	14,4	10,8	3,6	4,0	37,4	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
22	7	4,7	2,9	62,9	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,3	20,4	67,5	522,9	0,0	0,0	0,0	522,9	50,0	52,6	47,7	24,0	6,8	30,8	240,0	24,0	49,3	14,4	10,8	3,6	4,0	34,9	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
23	8	4,9	3,2	68,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	22,0	71,5	564,5	0,0	0,0	0,0	564,5	50,0	52,6	48,0	24,0	6,8	30,8	240,0	24,0	55,0	14,4	10,8	3,6	4,0	40,6	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
24	9	4,9	4,2	89,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	101,6	28,2	80,9	735,8	0,0	0,0	0,0	735,8	50,0	52,7	49,2	23,9	6,8	30,8	240,0	23,9	77,7	14,4	10,8	3,6	4,0	63,3	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
25	10	5,0	3,7	78,4	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,1	25,0	77,0	647,7	0,0	0,0	0,0	647,7	50,0	52,6	48,7	24,0	6,8	30,8	240,0	24,0	66,1	14,4	10,8	3,6	4,0	51,7	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
26	11	5,1	3,4	72,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,6	23,2	75,2	597,4	0,0	0,0	0,0	597,4	50,0	52,6	48,3	24,0	6,8	30,8	240,0	24,0	59,6	14,4	10,8	3,6	4,0	45,2	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
27	12	5,2	3,2	67,7	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,2	22,0	74,1	563,3	0,0	0,0	0,0	563,3	50,0	52,6	48,0	24,0	6,8	30,8	240,0	24,0	55,2	14,4	10,8	3,6	4,0	40,8	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
28	13	5,3	2,8	60,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,5	19,9	71,8	504,3	0,0	0,0	0,0	504,3	50,0	52,6	47,5	24,0	6,8	30,9	240,0	24,0	47,5	14,4	10,8	3,6	4,0	33,1	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
29	14	5,2	2,4	51,8	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5	17,4	67,4	437,1	0,0	0,0	0,0	437,1	50,0	52,5	46,6	24,1	6,8	30,9	240,0	24,1	38,5	14,4	10,8	3,6	4,0	24,1	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
30	15	5,2	2,1	45,9	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,4	15,7	65,0	390,0	0,0	0,0	0,0	390,0	50,0	52,5	45,9	24,1	6,8	30,9	240,0	24,1	32,3	14,4	10,8	3,6	4,0	17,9	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
31	16	5,2	1,7	37,1	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,2	13,1	61,7	320,0	0,0	0,0	0,0	320,0	50,0	52,4	44,4	24,2	6,8	31,0	240,0	24,2	23,0	14,4	10,8	3,6	4,0	8,6	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
32	17	5,2	1,4	29,6	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,3	10,9	58,3	260,4	0,0	0,0	0,0	260,4	50,0	52,4	42,5	24,2	6,8	31,1	240,0	24,2	15,1	14,4	10,8	3,6	4,0	0,7	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
33	18	5,4	1,2	26,7	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,6	10,2	58,9	238,3	0,0	0,0	0,0	238,3	50,0	52,3	43,1	24,3	6,8	31,1	240,0	24,3	12,3	12,3	9,2	3,1	3,4	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6	
34	19	5,3	1,2	25,4	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	9,7	57,1	227,0	0,0	0,0	0,0	227,0	50,0	52,3	43,9	24,3	6,8	31,1	240,0	24,3	10,7	10,7	8,0	2,7	3,0	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6	
35	20	5,4	1,1	24,3	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	9,5	57,6	219,1	0,0	0,0	0,0	219,1	50,0	52,3	44,4	24,3	6,8	31,2	240,0	24,3	9,7	9,7	7,3	2,4	2,7	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6	
36	21	5,3	1,3	27,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,8	10,2	58,4	240,1	0,0	0,0	0,0	240,1	50,0	52,3	43,0	24,3	6,8	31,1	240,0	24,3	12,5	12,5	9,4	3,1	3,5	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6	
37	22	5,4	1,4	30,8	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,8	11,3	60,3	270,5	0,0	0,0	0,0	270,5	50,0	52,4	42,8	24,2	6,8	31,1	240,0	24,2	16,6	14,4	10,8	3,6	4,0	2,2	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
38	23	5,3	0,8	16,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,5	7,1	54,0	154,6	0,0	0,0	0,0	154,6	50,0	52,1	52,1	24,5	6,8	31,3	195,4	20,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	6,2	-6,2
39	24	5,1	0,2	4,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	3,5	47,3	56,9	0,0	0,0	0,0	56,9	50,0	51,4	51,4	25,2	6,8	32,0	93,6	9,8	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	3,0	-3,0
40	25	4,9	0,2	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	3,4	44,9	57,1	0,0	0,0	0,0	57,1	50,0	51,5	51,5	25,1	6,8	32,0	91,9	9,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	2,9	-2,9
41	26	4,7	0,4	8,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	4,5	45,4	87,9	0,0	0,0	0,0	87,9	50,0	51,8	51,8	24,8	6,8	31,6	122,8	12,7	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	3,9	-3,9
42	27	4,7	0,6	12,5	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,6	5,7	46,8	122,1	0,0	0,0	0,0	122,1	50,0	52,0	52,0	24,6	6,8	31,4	157,5	16,1	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	5,0	-5,0
43	28	4,6	0,8	17,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0	7,2	48,6	163,6	0,0	0,0	0,0	163,6	50,0	52,2	52,2	24,4	6,8	31,2	200,1	20,3	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	6,3	-6,3
44	29	4,7	1,1	22,5	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,2	8,7	51,2	201,9	0,0	0,0	0,0	201,9	50,0	52,3	46,2	24,3	6,8	31,1	240,0	24,3	6,9	6,9	5,1	1,7	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
45	30	4,7	1,3	27,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,2	10,0	52,9	240,2	0,0	0,0	0,0	240,2	50,0	52,4	43,5	24,2	6,8	31,1	240,0	24,2	11,9	11,9	8,9	3,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
46	31	4,7	1,4	28,9	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,8	10,5	53,4	252,4	0,0	0,0	0,0	252,4	50,0	52,4	42,8	24,2	6,8	31,0	240,0	24,2	13,6	13,6	10,2	3,4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
47	32	4,9	1,4	30,4	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,8	11,0	55,6	264,9	0,0	0,0	0,0	264,9	50,0	52,4	42,7	24,2	6,8	31,0	240,0	24,2	15,4	14,4	10,8	3,6	4,0	1,0	0,0	0,0	0,0	7,6	-7,6
48	33	5,0	1,7	36,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,3	12,9	59,8	314,8	0,0	0,0	0,0	314,8	50,0	52,4	44,3	24,2	6,8	31,0	2												