

De hydraulische en economische beperkingen van



gti

Model IV



Mediatheek HvU



0300 525 3332

Afstud
fstud



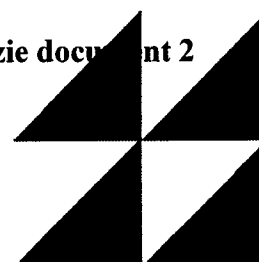
Mei 2004

Inhoudsopgave

	Blz.
1. Voorwoord	2
2. Inleiding	3
3. De installatie	
3.1 Warmtepompen	4
3.2 Aquifer	4
3.2.1 Opnemen van warmte of koude	4
3.2.2 Conserveren van warmte of koude	4
3.2.3 Afgeven van warmte en koude	5
3.3 Ontwerpgegevens	
3.3.1 Warmtepomp	6
3.3.2 Sprinklers	7
3.3.3 Tapwater	7
3.3.4 WKO-batterij	8
4. De opdracht	9
5. Energiebehoefte	10
5.1 Warmtebehoefte	10
5.2 Koelbehoefte	12
5.3 Laden/ontladen	14
6. Selectie	
6.1 Pompen	15
6.1.1 Uitsluitsels	16
6.1.1 Pompinzet	16
6.2 Kleppen	19
7. Conclusie	20
8. Plattegrond Zuidas	21

Bijlagen

zie document 2



1. Voorwoord

Het project Mahler IV is het eerste project met meerdere warmtepompen op één met meerdere afnemer in Nederland. Hierdoor was het een heel interessant project en leuk om aan mee te werken. Ik werd al in het begin stadium van het ontwerpen van de installatie betrokken bij het project en mijn uitwerkingen voor mijn scriptie werden hierbij ook toegepast.

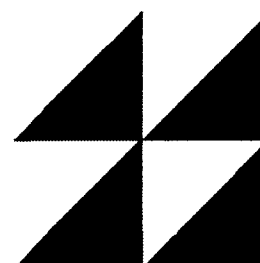
Het grote probleem hierbij was dan ook dat er geen oude projecten waren waar je op terug kon vallen als je vast liep, want dit was nooit eerder gedaan.

Een ander probleem was dat ik er al vanaf het begin bij zat en dat er steeds veranderingen werden toegepast aan het ontwerp van de gebouwen en de installatie. Hierdoor is er ook aardig wat tijd “verloren” gegaan door het corrigeren van de gegevens.

De uitwerkingen van de pompen, kleppen etc die allemaal in het verslag aan de orde komen zijn berekend in excel-bestanden waar ik een model voor heb opgezet waar je elke mogelijke voorkomende situatie uit kan testen. Hierdoor krijg je een goed beeld hoe stromingen en drukken lopen in bepaalde situaties.

Uiteindelijk was het een leuk project en erg motiverend dat mijn gegevens ook daadwerkelijk gebruikt werden. Dit geeft toch een extra stimulans om nog kritischer te werk te gaan. Verder heb ik veel plezier gehad bij GTI en genoeg hulp van de collega's wanneer ik dat nodig had.

Paul Noom



2. Inleiding

Het project Mahler IV is gelegen aan de Amsterdamse Zuidas. Het plan is om de Zuidas te ontwikkelen tot een complete, zeer compacte en dynamische stad. Het plan is vergelijkbaar met Canary Wharf in Londen en Potsdamerplatz in Berlijn, waar men plezierig kan werken, wonen en ontspannen en waar de voorzieningen optimaal zijn.

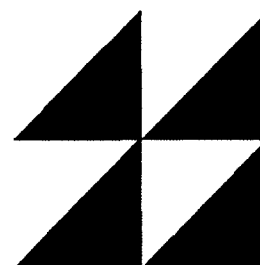
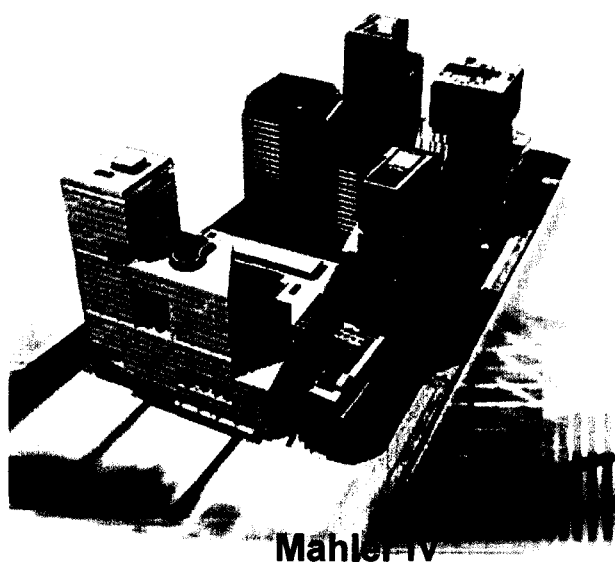
Het project Mahler IV bestaat uit negen gebouwen met daar onder een parkeergarage. De installatie die GTI bouwt voor deze panden moet zorgen voor de levering van warmte en koude aan alle gebruikers.

Het totale complex heeft een bruto vloeroppervlak van ca. 190.000 m², hiervan is het grootste gedeelte voor kantoorfunctie, ca. 30.000 m² is bestemd voor woningen en ca. 10.000 m² voor diverse voorzieningen. Onder het pand zit een parkeergarage die plaats biedt aan ca. 2100 parkeerplaatsen.

De vergunningverlener wil vanuit het milieuoogpunt geen traditionele installatie met een ketel/stadsverwarming en een compressiekoelmachine. Dit project wordt dan ook opgezet met Lange Termijn Energie Opslag (LTEO) in de bodem in combinatie met omkeerbare warmtepompen.

Het gehele project wordt in drie fases gebouwd verdeeld over 3 jaar. De eerste fase loopt nu, fase 2 over ± 1 jaar en fase 3 een jaar daarna.

In de 1^e fase worden er 2 brondoubletten (4 bronnen, 2x warmte- en 2x koudeopslag) met 2 warmtepompen geplaatst, in de 2^e fase 1 brondoublet met een warmtepomp, en in de laatste en 3^e fase weer 2 brondoubletten met 2 warmtepompen.



3. De installatie

3.1 Warmtepompen

Om warmtepompen te kunnen gebruiken moet je eerst een bron in de grond “slaan”.

De bron vormt de LTEO voor onze warmte en koeling. In een bron sla je warmte of koude op die je wanneer je hem weer nodig heb er later weer uit haal. De warmte en koeling wordt in Nederland opgeslagen in een waterhoudende zandlaag wat een aquifer wordt genoemd, deze komen zowat overal voor in Nederland. Door middel van het rondpompen van het grondwater uit de aquifer haalt men de warmte of koude uit de grond.



Warmtepomp unit

3.2 Aquifer

De aquifer is zoals hierboven is geschreven een zandlaag in de grond waar men warmte en koude in opslaat.

De aquifer heeft in principe drie doelen:

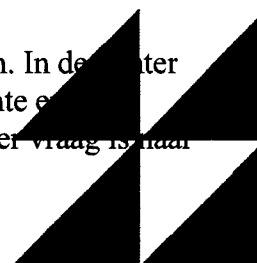
- het opnemen van warmte of koude (laden van de aquifer),
- het conserveren van warmte of koude,
- het afgeven van warmte of koude (ontladen van de aquifer).

3.2.1 Opnemen van warmte of koude

In de winter zullen de gebouwen waar de warmtepomp installatie op is aangesloten warmtevraag hebben om het gebouw te verwarmen. Op dit moment wordt er warmte uit de warmtebron gepompt en afgegeven via een warmtewisselaar aan het verwarmingmedium van het betreffende gebouw, dit worden hier ventilator convectoren. Als er warmte wordt afgegeven aan het gebouw, wordt er koude opgenomen en verpompt en opgeslagen in de koudebron. In de zomer is dit omgekeerd en wordt de warmtebron gevuld.

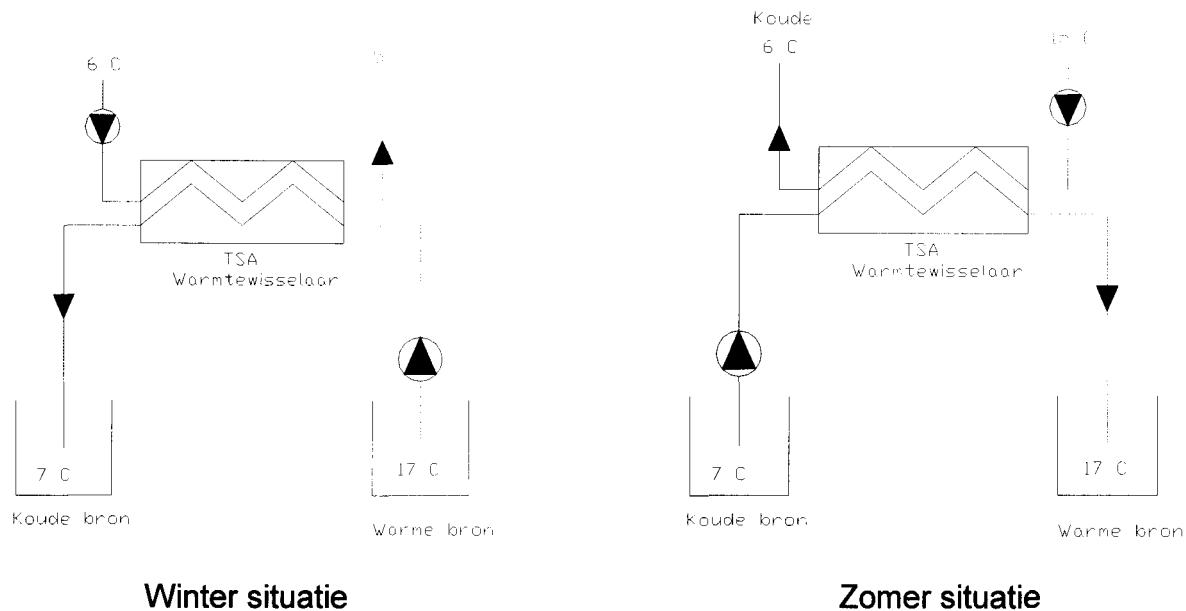
3.2.2 Conserveren van warmte of koude

De warmte of koude die aangeleverd wordt aan de bron wordt hier opgeslagen. In de winter wordt koude aangevoerd en opgeslagen in de koudebron en in de zomer warmte en wordt opgeslagen in de warmtebron. De warmte of koude blijft nu in de bron totdat er vraag is naar één van beide.



3.3.3 Afgeven van warmte en koude

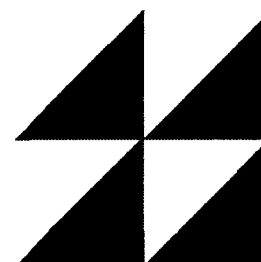
Zoals al besproken bij 3.1.1 wordt er warmte of koude afgegeven aan het gebouw wanneer hier vraag naar is en wordt de andere bron gevuld.



Het is wel heel erg belangrijk dat je er evenveel energie in de grond stopt als je er later weer uit haalt. Dit om de balans in evenwicht te houden. De balans van de energie stromen wordt over een aantal jaren bekeken, dit omdat elk jaar anders is en er dus bv het ene jaar meer koeling en het andere jaar meer warmte uit de bron wordt gehaald. Als blijkt dat er na een aantal jaar verschillen optreden in de energie stromen dan zullen de warmtepompen wordt aangezet en het verschil aangevuld worden.

Wanneer men de balans niet in evenwicht houdt zal het gevolg hieruit zijn dat de energie uit de bodem langzaam op zal raken. De bodemstructuur zal hierdoor aangetast worden en na verloop van tijd zal het klimaat en de flora veranderen.

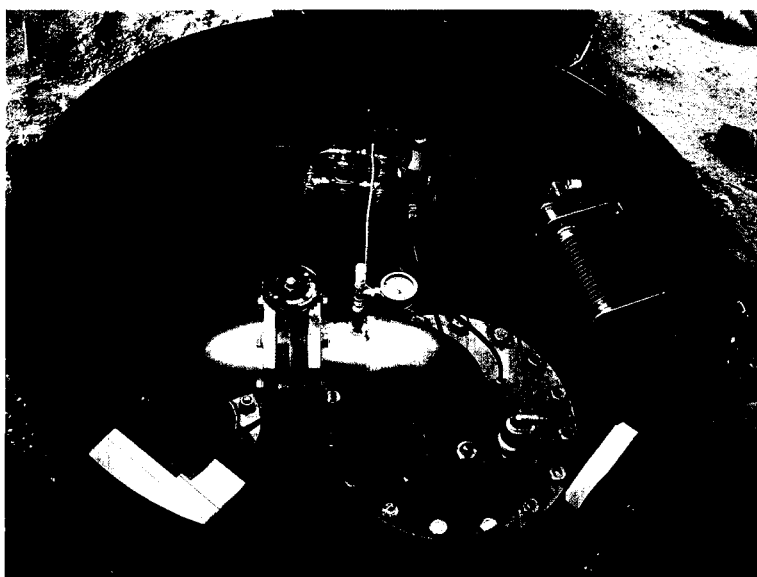
$$\text{Energie in} - \text{Energie uit} = 0$$



3.3 Ontwerpgegevens

3.3.1 Warmtepomp

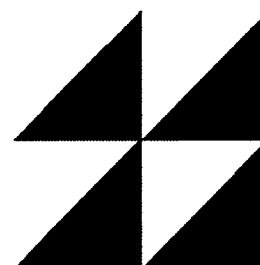
De warmte en koeling worden geleverd door vijf identieke warmtepompcentrales en zijn los van elkaar inzetbaar. Het grondwater wat deze warmtepompen omhoog pompen komt van een diepte van 140 meter en heeft afhankelijk van de warme- of koudebron een temperatuur van 15-6°C.



Bovengronds gedeelte van bronput

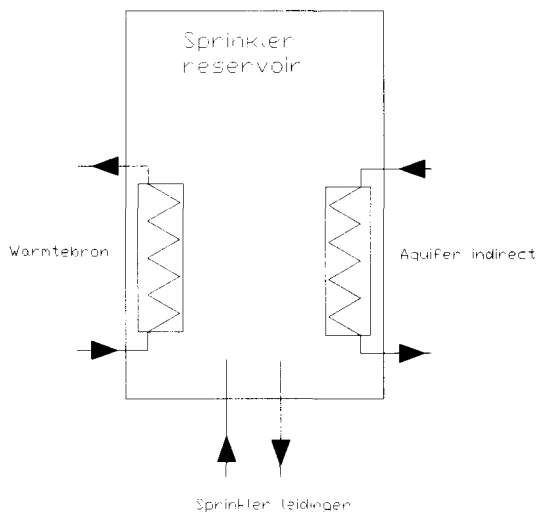
De warmtepompcentrales worden ontwikkeld op Laag Temperatuur Verwarming (LTV) en Hoge Temperatuur Koeling (HTK) en moeten een temperatuur leveren van maximale aanvoer/retour 55/40 °C bij LTV en bij HTK een temperatuur van 10/18 °C. Wanneer in de winter de omgevings temperatuur lager is dan 0°C wordt de verse buitenlucht voorverwarmd door de warmtebron.

De vijf identieke warmtepompcentrales zijn ieder individueel gekoppeld met ieder een eigen warmte en koude bron van gelijke omvang voor lange termijn opslag. Doordat het allemaal identieke warmtepompen zijn is het voordeel hierbij dat de reserveonderdelen onderling uitwisselbaar zijn.



3.3.2 Sprinklers

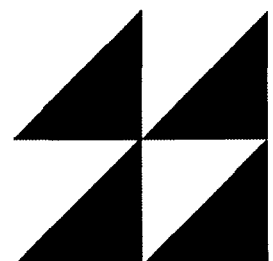
Er zijn ook drie sprinkler reservoirs in het gebouw. Deze worden ook gebruikt als korte termijn energieopslag voor koude. Ook worden de sprinklers gebruikt voor warmte opslag, maar men gebruikt deze warmte alleen voor het laden van de bron. Het voordeel van de sprinklers in het geval van koudeopslag is dat wanneer er geringe tijd een extreme koudevraag is, kortstondig een beroep kan worden gedaan op de sprinklers. De sprinkler reservoirs worden in de zomer nachts gevuld met koud water door de aquifer, deze kunnen dan tijdens kantoor uren gebruikt worden voor koeling. De reservoirs kunnen bij een maximale belasting vijf uur warmte of koude leveren en hebben een volume van 900m³ water. De installatie zit al in het huidige gebouwssysteem en worden indirect verwarmt door de warmtebron.

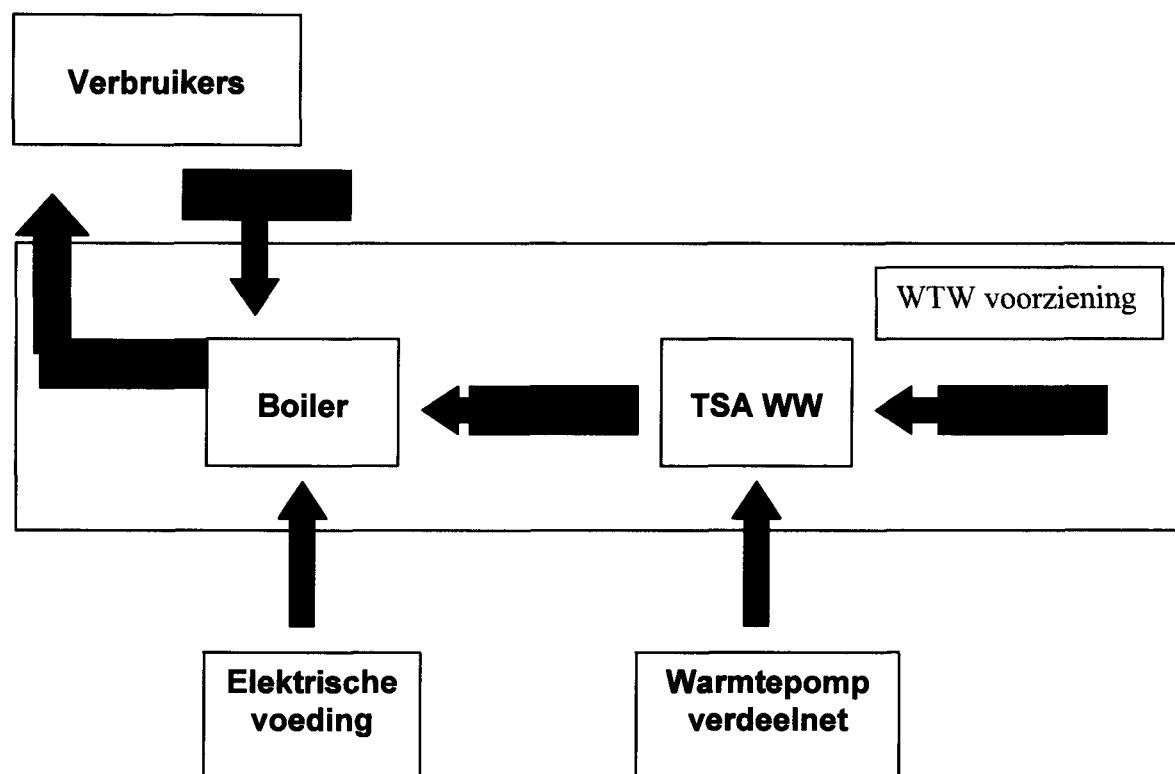


Sprinkler reservoir

3.3.3 Tapwater

Omdat een klein gedeelte van het gebouw ook als woonruimte wordt gebruikt dient er ook continu warm tapwater aanwezig te zijn. Deze tapwaterboilers worden net als de sprinklers indirect verwarmd door de warmtepompen. De warmtepompen leveren alleen LTV, een elektrisch verwarmingselement in het tapwater reservoir verwarmt het water van 50°C verder naar 70°C, dit om legionela tegen te gaan.



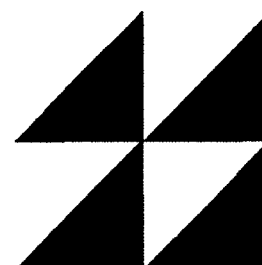


Stroomschema tapwater bereiding

3.3.4 WKO-batterij

Het laden van de bronnen gebeurt aan de hand van de restwarmte van de warmtepompen en aan de hand van Warmte Koude Opslag batterij (WKO-batterij) die in de al bestaande LBK's van de gebouwen geplaatst worden.

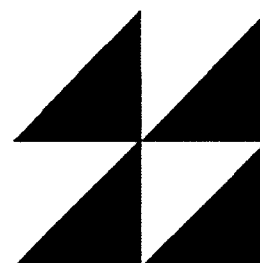
De WKO-batterij krijgt zijn water in de zomer vanuit de koudebron. Dit water van $\pm 6^{\circ}\text{C}$ zal door de batterij stromen en de lucht die door LBK stroomt koelen. In de winter verwarmt de batterij de lucht met warmte uit de warme bron. Dit gebeurt alleen wanneer de buiten temperatuur beneden de 0°C is, hierboven heeft het namelijk weinig zin om de lucht eerst voor te verwarmen.



4. De opdracht

Doordat de negen gebouwen gevoed worden bij maximale belasting door vijf warmtepompen krijg je bepaalde stromingen en weerstanden in de installatie. Wanneer er een kleinere belasting wordt gevraagd kan het zijn dat je met minder warmtepompen of in deellast kan draaien. Hierdoor zal er wel een heel andere stroming en weerstand ontstaan. Wanneer men ook nog wisselt van warmtepompen i.v.m. de draaiuren zullen er ook weer andere stromingen en weerstanden ontstaan.

De opdracht is nu: Welke hydraulische en economische beperkingen zijn er in de opzet van het totale werktuigbouwkundige ontwerp m.b.t. de inzet van de warmtepompen.



5. Energiebehoefte

Om de energiebehoefte van het gebouw te bepalen is er een specificatie aan gevraagd. Hierdoor krijg je een goed beeld van het verbruik van de gebouwen. De specificatie is afgebeeld tabel 1 in de bijlage 1.

Aan de hand van deze specificatie kan de warmte- en koelbehoefte berekend worden.

5.1 Warmtebehoefte

Aan de hand van de ontwerpgegevens komen we op een vermogen voor de warmtepompen van 6.030 kW. Zie hiervoor tabel 2 in bijlage 2.

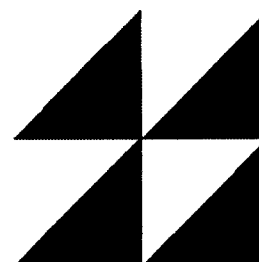
In bijlage 2 zie je ook staan dat er maar verwarmd wordt tot 18°C, dit is omdat de ruimte verder verwarmd wordt door middel van de warmteafgifte van de machines, licht, enz.

Aan de hand van deze gegevens is gekozen voor de volgende verwarmingcapaciteit.

De aquifer indirect kan maximaal 180 m³/h verpompen wat staat tot 1.890 kW. Alleen bij de verwarming wordt de aquifer indirect (sprinklerbuffers) alleen gebruikt voor het laagwaardige verwarmings gedeelte van de gebouwen. De warmte uit de sprinklers wordt dus gebruikt om de lucht door de LBK's eerst gedeeltelijk voor te verwarmen totdat de buiten temperatuur boven de 0°C komt. Hierboven heeft het namelijk weinig effect doordat de temperatuur uit de bronnen en sprinklers maar een temperatuur 15°C heeft. De lucht wordt daarna of in het geval dat de buiten temperatuur boven de 0°C is door de warmtepompen, de hoogwaardige verwarming, verwarmt tot de 18°C.

Geïnstalleerde verwarmings capaciteit			
	Vermogen kWth	Temperatuur traject (°C)	Opmerking
Warmtepompen	6.030	55/40	
Aquifer direct	3.250	15/6	inzet bij T omg < 0°C sprinkler reservoir pieklevering ca. 5 uur
Aquifer indirect	1.890	15/6	
Totaal	11.170		

De negen afnemers bestaan niet alleen uit bedrijven maar ook uit één woontoren (2A Cie). Doordat er één woontoren en acht bedrijfstorens op het zelfde systeem aangesloten zitten zal er nooit een totale gelijktijdige vraag aan warmte zijn, hierdoor kunnen we een gelijktijdigheids factor toepassen. Tevens zal alleen 's ochtends de opwarmtoeslag (de energie die nodig is om 's ochtends het bedrijf op te warmen) aangesproken worden en daarna niet meer van grote invloed zijn op de warmtevraag.



De gelijktijdigheids factor: CV- vermogen 10.893 kW
 WW-vermogen $\frac{150 \text{ kW}}{10.743 \text{ kW}}$

geïnstalleerd CV vermogen 9.030 kW
 $\frac{9.030 \text{ kW}}{10.743 \text{ kW}} = 86\%$

Doordat we een gelijktijdigheids factor toepassen, kunnen we in dit geval de hoofdtransport leiding van het verwarmings medium een reductie toepassen van 80% in diameter. De leidingen naar de afnemers zelf zijn wel op 100% capaciteit gedimensioneerd.

Totale benodigde vermogen		Vermogen per warmte pomp (86%)		
Verwarmingvermogen (kW)	Volumestroom (kg/s)	Verwarmingsvermogen (kW)	Volumestroom (kg/s)	Diameter (DN)
10.893	173	1.206	19,2	150

Uit de tabel van bijlage 1 is ook de specifieke verwarming per m² te halen. Met dit gegeven kan de specifieke benodigde verwarming per gebouw worden berekend. Dit is belangrijk om tot een bepaling te komen van de benodigde diameters. De totale verwarming wordt zoals hierboven is aangegeven niet alleen van de warmtepompen maar ook voor een deel uit de LBK's. Het gaat hier om 64,3% van het benodigde ventilatie vermogen (zie bijlage 2).

Afnemer	BVO (m ²)	Specifiek P (W/m ²)	Vermogen (kW)		Volumestroom (bij 55/40°C) (kg/s)	Diameter (DN)
				55/40°C		
Ito	34.100	46,2	1.575	881	14,0	125
SOM	12.400	55,9	693	441	7,0	100
Vinoly	28.700	61,0	1.750	1.166	18,6	150
Graves	8.600	82,6	710	535	8,5	100
2A Cie		51,3	1.540	1.540	24,5	125
2A Cie (WW)				150	2,4	65
3Al Cie	9.900	63,1	625	423	6,7	100
3Ah Cie	25.000	60,0	1.500	991	15,8	125
3Bh Cie	29.000	55,2	1.600	1.010	16,1	125
3Bl Cie	12.000	62,5	750	506	8,1	100
	159.700	59,8	10.743	7.641	121,7	

De diameters kunnen nu aan de hand van de volumestroom bepaald worden in de tabel op bijlage 5. Bij twijfel tussen 2 diameters die beide mogelijk zouden zijn is er gekozen om de grootste hiervan te kiezen. Deze keuze is zo gemaakt omdat, bij de aansluitingen bij de gebouwen er vele bochten moeten worden toegepast. Bochten hebben namelijk een grote weerstand en hierdoor wordt er een zekerheid ingebouwd.

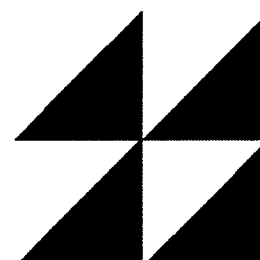
5.2 Koelbehoefte

Bij de koeling wordt er tot ± 8.500 kW koeling rechtstreeks uit de bron gehaald (zie ook blz. 19). Bij het berekenen van de warmtepomp wordt dit vermogen wel mee genomen in de berekening. De 4500 kW hieronder beschreven van de warmtepomp is het vermogen wat de verdampers hier afgeeft.

Geïnstalleerde koel capaciteit			
	Vermogen kWth	Temperatuur traject (°C)	Opmerking
Warmtepompen	4.500	10/18	
Aquifer direct	8.500	6/15	
Aquifer indirect	1.260	11/17	sprinkler reservoir pieklevering ca. 5 uur
Totaal	15.062		

Door een koppeling van de warmtepompcentrales aan de koudezijde kan er optimaal gebruik worden gemaakt van de buffers. Hierdoor verkrijgt men dus extra koelvermogen boven op de capaciteit van de warmtepompen zelf.

Totale benodigde vermogen		Vermogen per warmte pomp		
Koelvermogen (kW)	Volumestroom (kg/s)	Koelvermogen (kW)	Volumestroom (kg/s)	Diameter (DN)
13.802	412	2.760	82,4	250
Per sprinkler				
		420	16,67	125

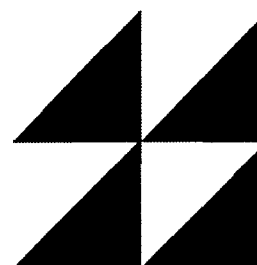


Uit de tabel van bijlage 1 is ook de specifieke koeling per m² te halen. Met dit gegeven kan de specifieke benodigde koeling per gebouw worden berekend. Dit is belangrijk om tot een bepaling te komen van de benodigde diameters.

Afnemer	BVO (m ²)	Specifiek P (W/m ²)	Vermogen (kW)	Volumestroom (bij 10/18°C) (kg/s)	Diameter (DN)
Ito	34.100	72,8	2.483	74,1	200
SOM	12.400	97,2	1.205	36,0	200
Vinoly	28.700	85,4	2.450	73,1	200
Graves	8.600	89,5	770	23,0	125
2A Cie	30.000	26,7	801	23,9	125
3Al Cie	9.900	94,7	938	28,0	150
3Ah Cie	25.000	78,0	1.950	58,2	200
3Bh Cie	29.000	71,7	2.080	62,1	200
3Bl Cie	12.000	93,8	1.125	33,6	150
	189.700	78,9	13.802	412,0	

Uit bijlage 3 kun je ook halen dat er op twee manieren gekoeld wordt. Het ene deel door de lucht te koelen die door de LBK gaat, en het andere door decentraal koelen. Het decentraal koelen gebeurt door ventilatie convectoren in de ruimtes zelf.

Zoals te zien, is het op gestelde vermogen 15.062 kW, dit is groter dan het benodigde vermogen van 13.802 kW. Er is dus overcapaciteit, hierdoor had men een kleinere warmtepomp kunnen kiezen. Daar is echter niet voor gekozen omdat men zeker wilde zijn dat de gevraagde koeling gehaald zal worden.



5.3 Laden/ontladen van bronnen

De koudebron wordt in de winter gevoed met een aanvoer/retour temperatuur van 6/15°C. Het koude water wat dus uit de WKO-batterij komt onttrekt nu warmte uit het grondwater waardoor de bodem kouder wordt.

De warmtebron wordt in de zomer gevoed met een aanvoer/retour temperatuur van 15/6°C. De warmte van het warme water wat uit de WKO-batterij wordt onttrokken uit de leiding en opgeslagen in het grondwater waardoor de bodem warmer zal worden.

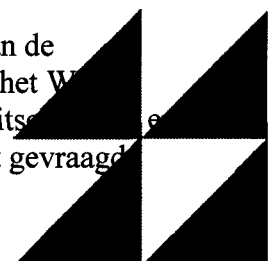
Wanneer men warmte onttrekt uit de bron wordt automatisch de koudebron gevuld met koude. Het kan nu het geval zijn dat wanneer men al veel warmte uit de bron heeft gepompt dat deze “leeg” raakt. In dit geval kan de warme bron 's nachts gevuld worden door één of meerdere warmtepompen met warmte zodat de bron weer op het juiste niveau zit. Dit geldt zowel voor de warmte, als voor de koudebron.

Totale benodigde vermogen		Vermogen per warmte pomp		
Vermogen (kW)	Volumestroom (kg/s)	Vermogen (kW)	Volumestroom (kg/s)	Diameter (DN)
4.723	139.3	665	17,6	150
		Per sprinkler		
		491	16,67	125

Uit de tabel van bijlage 4 kunnen de gegevens gehaald worden die hieronder zijn beschreven.

Afnemer	BVO (m ²)	Vermogen (kW)	Volumestroom (bij 15/6°C) (kg/s)	Diameter (DN)
Ito	37.500	1.043	27,6	150
SOM	20.000	556	14,7	125
Vinoly	32.000	890	23.5	150
Graves	11.000	306	8.1	100
2A Cie	36.000			
3Al Cie	12.500	348	9.2	100
3Ah Cie	30.000	834	22.1	125
3Bl Cie	32.000	890	23.5	150
3Bh Cie	15.000	417	11.0	100
	226.000	5.283	139.8	

Door de inbreng van de sprinklers kan er een verhoging van het rendement van de WKO-element worden toegepast. Hierdoor is niet de volledige benutting van het WKO-element nodig waardoor men in de toekomst eventueel bepaalde kasten kan uitschakelen en andere WKO-elementen in een hoger rendement kan laten draaien en toch het gevraagde vermogen kan leveren (zie bijlage 4).



6.0 Selectie

6.1 Pompen

Wanneer de diameters van de leidingen en de volumestromen bekend zijn kan men ook de weerstanden bepalen die de pompen moeten overbruggen. De warmtepompen worden geleverd door een extern bedrijf, maar de distributie pompen die de warmte of koude naar de gebouwen toe pompt moeten nog wel geselecteerd worden.

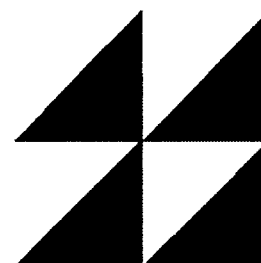
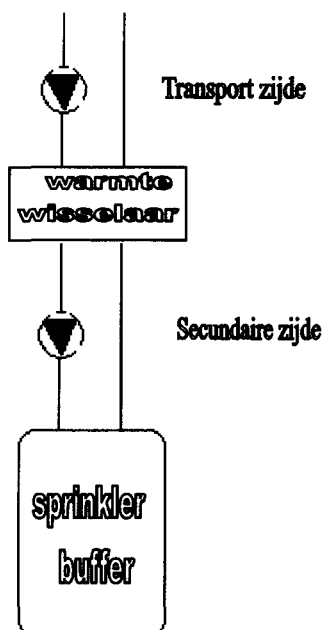
De pompen worden geselecteerd aan de hand van de grootste weerstand die de pomp moet overbruggen (opvoerhoogte).

Het gaat hier om totaal 21 pompen:

- CV : 5 x Etaline Hya Drive 80 – 160/404
- GKW : 5 x Etanorm G 150 – 315 G10
- laden/ontladen : 5 x Etaline Hya Drive 80 – 160/224
- sprinklers t-sp : 3 x Etaline Hya Drive 80 – 160/224
- sprinklers sec. : 3 x Etaline Hya Drive 100 – 125/074

Het sprinklerbuffer systeem bestaat in dit systeem uit 6 pompen. Er is namelijk één pomp per sprinkler nodig om het water in en uit het transportsysteem te pompen, de transportpomp, en één pomp om het water in de buffer te laten circuleren zodat het de gewenste temperatuur aanneemt, secundaire pomp.

De opvoerhoogte van de secundaire pomp mag hier heel laag zijn. Dit omdat er een grote warmtewisselaar gebruikt wordt met een lage snelheid door de leiding waardoor er een goede temperatuur gelaagdheid gecreëerd wordt.



6.1.1 Uitsluitels

De pompen die geselecteerd zijn kunnen bij een bepaalde volumestroom een bepaalde weerstand overwinnen (zie bijlage 6, Pompen). Door enkele situaties uit te sluiten kunnen we de bovenstaande pompen gebruiken wat dus een koste besparing en een energie besparing is.

De volgende situaties worden in de regelstrategie uitgesloten;

- verwarming: WP 1 + 2
WP 4 + 5
WP 1 + 2 + 3

- gekoeld water: WP 1 + 2
WP 2 + 3
WP 4 + 5
WP 1 + 2 + 3
WP 1 + 4 + 5
WP 3 + 4 + 5

alle WP + spr 1
alle WP + spr 1 + 3

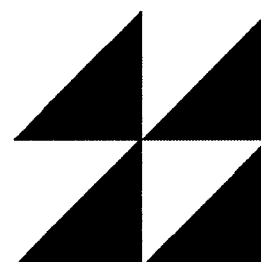
- laden/ontladen: geen

Wanneer een pomp niet de 100% capaciteit hoeft te leveren kan deze traploos terug geregeld worden tot aan 10% van de optimale volumestroom. De optimale volumestroom is aangegeven in de pomp bijlage's. De pompen voor de sprinklers worden niet aangeleverd met een variabele volumestroom, deze pompen zullen alleen aan, en dus 100% draaien, of uit staan.

6.1.2 Pomp inzet

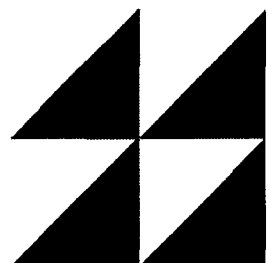
Het rendement van de warmtepompen is bepaald door de fabrikant en wordt weergegeven aan de hand van COP. Des te hoger deze COP is des te beter het rendement van de warmtepomp dus is. We streven er dus naar om z'n hoog mogelijke COP te halen en daardoor de bronnen optimaal te bevoorraden.

De inzet van de warmtepompen wordt bepaald aan de hand van de benodigde capaciteit. Bij bepaalde capaciteiten overlappen de warmtepompen elkaar en zal er normaal gesproken dus naar de meest optimale COP worden gekeken. Het kan alleen zijn dat in sommige gevallen het goedkoper is om met een mindere COP te draaien en hierdoor goedkoper te produceren (zie bijlagen 6).

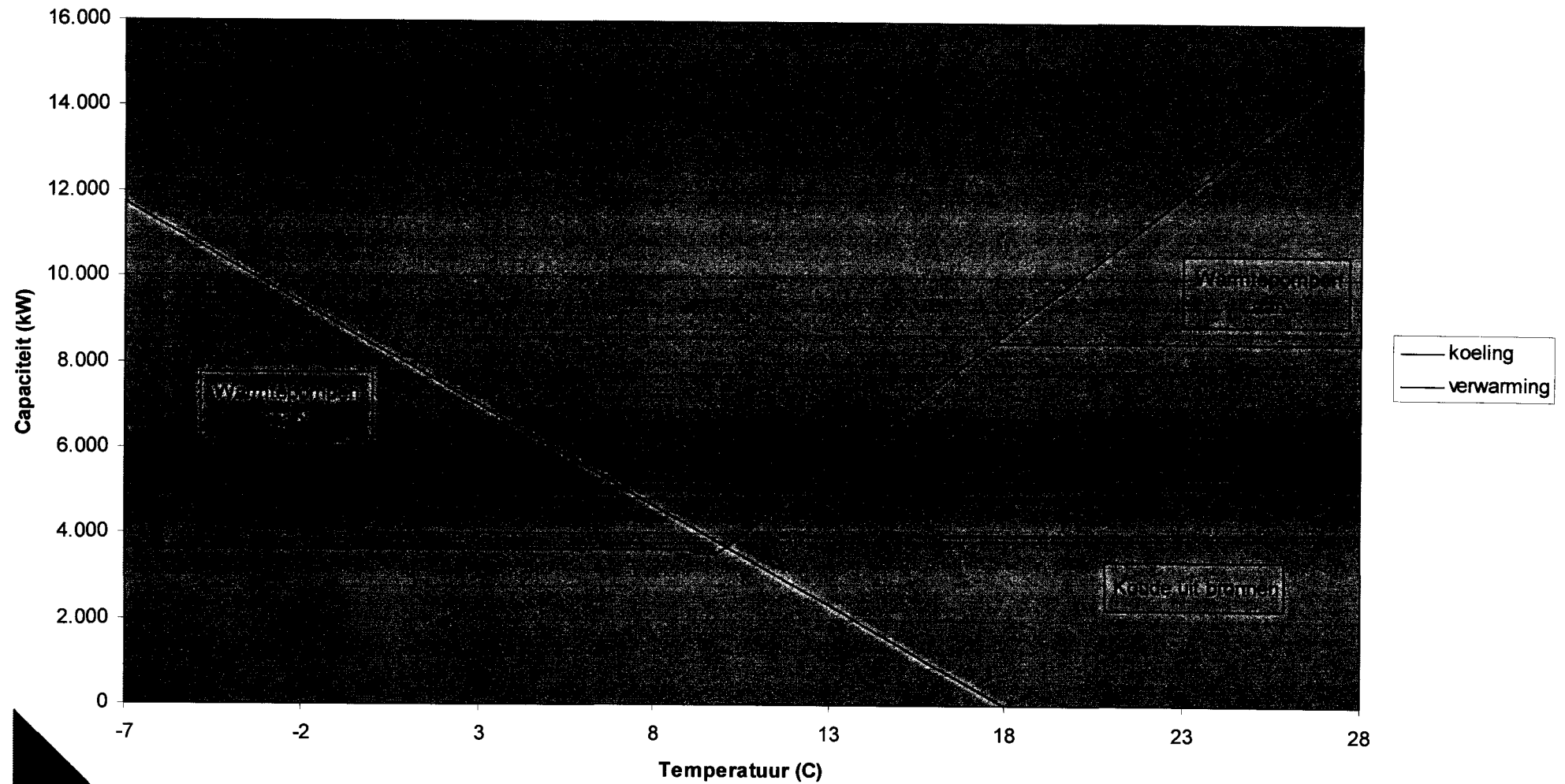


De warmte uit de bron heeft een temperatuur van $\pm 15^{\circ}\text{C}$. Deze temperatuur komt dus niet overheen met de gevraagde aanvoer temperatuur van de verwarming van 55°C . Wanneer er dus warmtevraag is van een afnemer en men gebruikt de warmte uit één of meerdere bronnen zal deze altijd nog verder verwarmd moeten worden tot 55°C door één of meerdere warmtepompen.

Bij het koelen van de ruimtes met behulp van de bronnen is dit niet het geval. Dit omdat hier een temperatuur aankomt van $\pm 6^{\circ}\text{C}$ en er gekoeld wordt met een aanvoer temperatuur van 10°C . Hierdoor kan er in dit geval wel volledig en alleen gebruik worden gemaakt van de koude bronnen (z.o.z.). Wanneer er alleen meer dan 8500 kW aan koeling gevraagd wordt zullen één of meerdere warmtepompen worden ingezet.



Warmte- en koelbelasting



6.2 Kleppen

Er is met de afnemers afgesproken dat er bij de binnenkomst in het gebouw er een druk van 0 kPa wordt aanlevert. Dit is omdat GTI alleen de energie aanlevert, de installatie en dus het verdere transport van die energie wordt in de gebouwen zelf door een ander bedrijf gerealiseerd. Doordat er dus "0 kPa" wordt aangeleverd is GTI niet verantwoordelijk voor de transport van de energie in het gebouw, maar kan hydraulisch wel constateren dat er 0 kPa wordt aangeleverd. GTI is dus verantwoordelijk voor de aanvoer tot aan het gebouw zelf en niet voor de installatie en de werking er van in het gebouw zelf.

De distributie pompen zijn geselecteerd om de grootste weerstand te kunnen overbruggen. Dit betekent dat de afnemers die bijvoorbeeld dicht bij zitten en dus minder weerstand opmaken dat er weerstand over is, er moet namelijk 0 kPa worden aangeleverd.

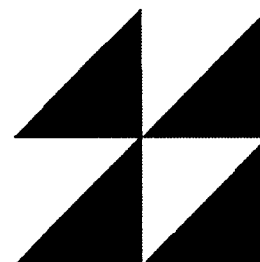
De kleppen die hier komen te zitten hebben dus als functie het overschot aan druk weg te smoren.

De kleppen zullen daarom constant in stand veranderen, omdat de situatie nooit het zelfde zal zijn. Er worden dan ook hoge eisen gesteld aan de klep, maar nog hogere aan de motor die de klep open en dicht moet sturen.

Er wordt namelijk van uit gegaan dat er minimaal 15 jaar geen onderhoud gedaan hoeft te worden aan de kleppen + de motor. Dit betekent als er vanuit wordt gegaan dat 1x maal per minuut de klep verandert dat deze in 15 jaar een kleine 8 miljoen bewegingen moet aankunnen zonder onderhoud uit te voeren.

Dit is hoge eis waardoor er niet een alledaagse motor op de klep kan. Door deze eis zal er dus een kwalitatief betere motor op moeten waardoor de prijs van de motor ook zal stijgen.

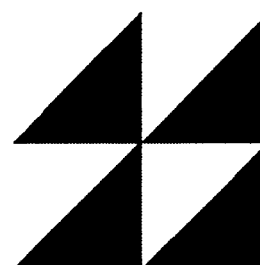
In een systeem wil men zowat altijd een lineair proces toepassen. Een lineair proces is namelijk makkelijker te regelen dan andere processen. In ons systeem staan variabele pompen opgesteld en deze zullen dus terug regelen wanneer de kleppen zullen smoren. Doordat er variabele pompen worden toegepast hoeven we geen rekening te houden met de druk en kunnen we dus zo lineaire kleppen selecteren (zie bijlage 7, blz. 20).

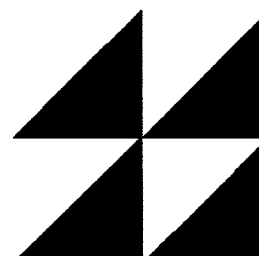


7. Conclusie

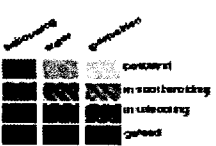
De hydrolische beperkingen van deze installatie worden veroorzaakt doordat men voor een kleinere pomp kiest. Hierdoor zijn enkele combinaties niet mogelijk, maar de kosten voor aanschaf zullen hierdoor dalen. Verder heeft het geen grote invloed op de combinaties omdat er nog genoeg combinaties over blijven om de gewenste volumestroom te leveren en toch voldoende te kunnen wisselen i.v.m. draaiuren.

De kosten voor het laten draaien van de pompen is niet mee genomen in dit verslag omdat deze nog niet helemaal duidelijk zijn. Ik hoop dat deze wel binnenkort rond zijn zodat ik dit mee kan nemen tijdens mijn presentatie op 17 Juni.





8. Plattgrond Zuidas



1. Forum



2. Rietveld Academic



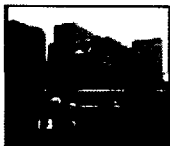
3. Atrium



4. WTC nieuwbouw



5. Zuidplein



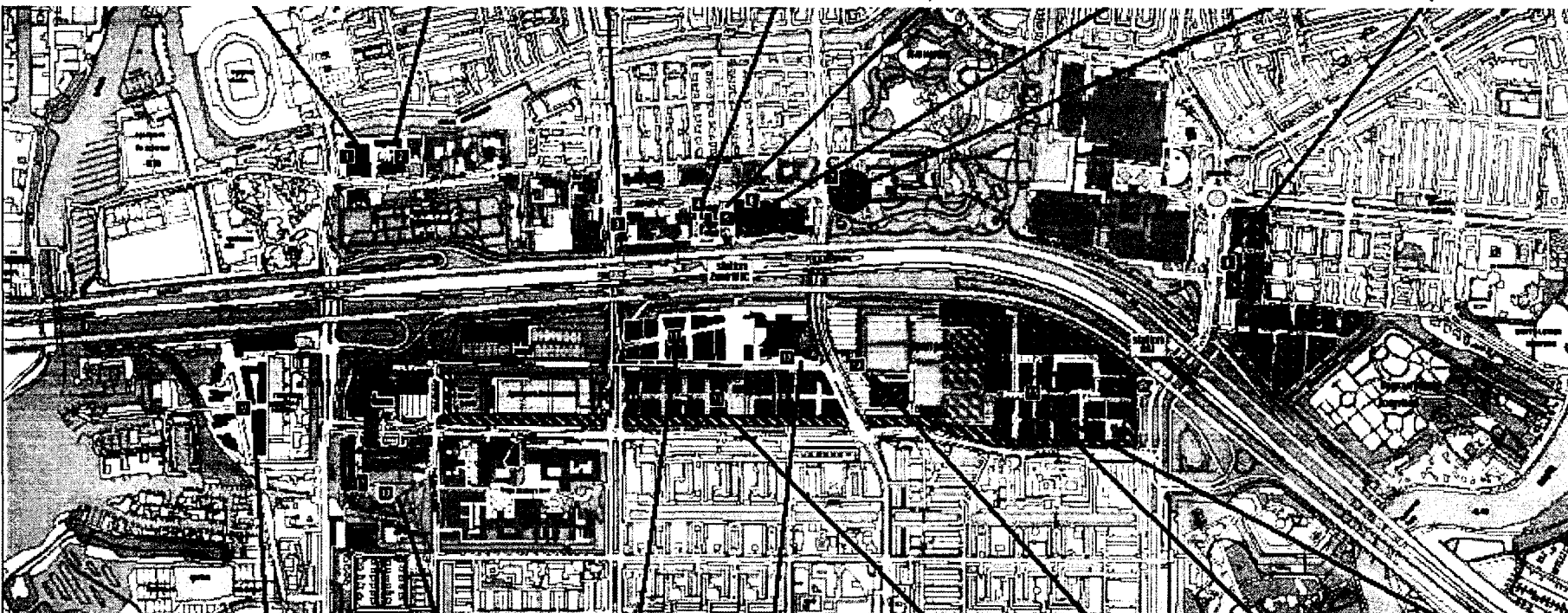
6. WTC



7. Museum locale



8. Kop rivieren buurt



9. Zuiderhof



10. VU-kwartier



11. Mahler4



12. ASN ANRO



13. Gershwin



14. Wisscherke



15. Vivaldi



16. Vivaldi



