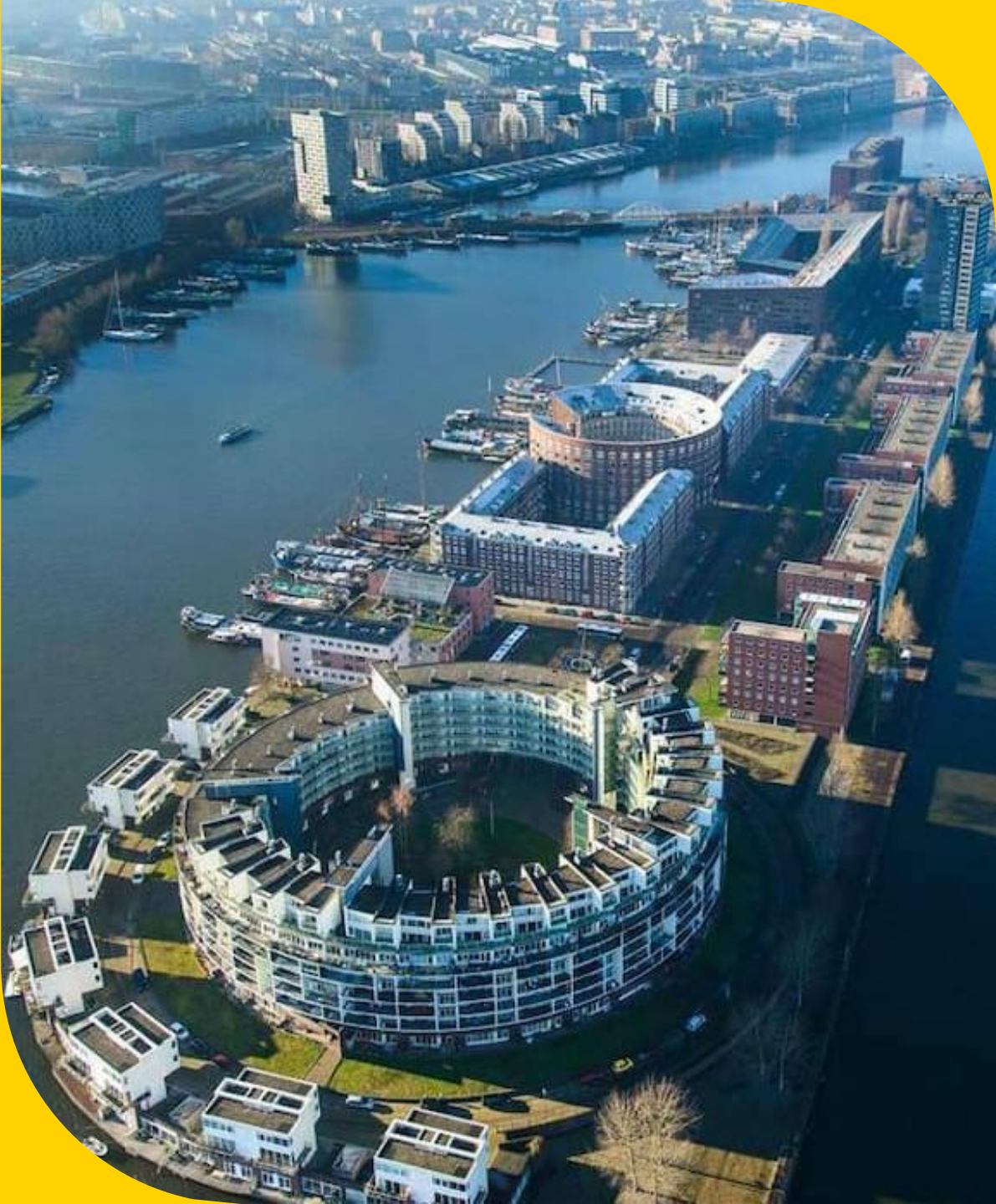




Resourcefully



 **waternet**
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam


Amsterdam
Energy City Lab

Verwarming KNSM-eiland met TEO warmtenet

mei 2021

1. Uitgangssituatie & Onderzoeksvraag

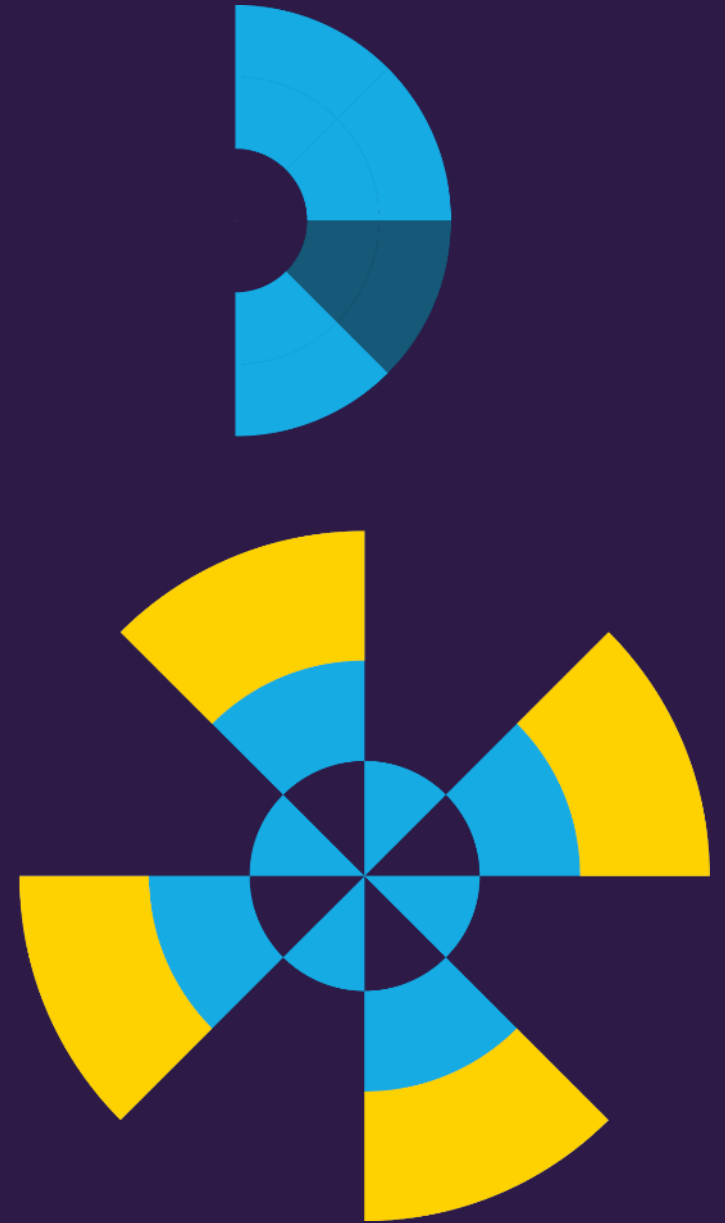
2. Mogelijke warmtenetten

3. Modellen

4. Resultaten

5. Flexibiliteit

6. Conclusies



Uitgangssituatie

KNSM-eiland

- ❑ Het KNSM-eiland wordt op dit moment verwarmd met gas. Sommige gebouwen hebben een gedeelde gasketel, maar de meeste appartementen hebben individuele ketels en buffers.
- ❑ In de omliggende eilanden Java, Sporenburg en Borneo worden verwarmd door het warmtenet van Vattenfall.
- ❑ Vanuit de energielcommissie OHG was er vraag om te onderzoeken of het mogelijk was om het KNSM-eiland te verwarmen op een andere manier dan gas of het warmtenet van Vattenfall.
- ❑ Drie partijen die betrokken zijn in het Oostelijk Havengebied, het Amsterdam Energy City Lab, Energielcommissie OHG en Waternet, streven naar duurzame en toekomstbestendige oplossingen.

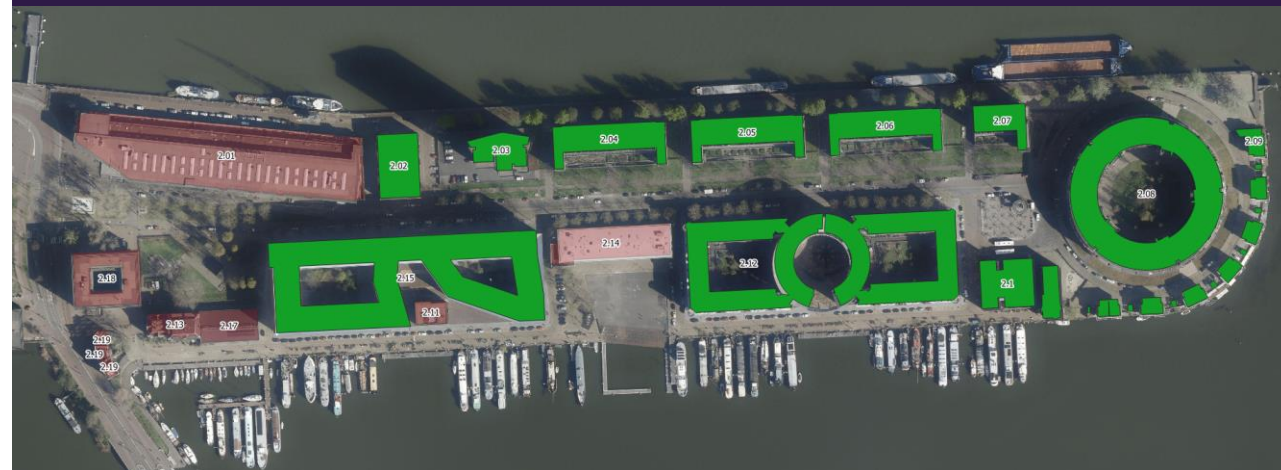
Onderzoeksvraag

- ❑ Wat zijn de mogelijke TEO-systemen voor het KNSM-eiland, en wat zijn de voor- en nadelen van ieder systeem?
- ❑ Bij TEO-systemen wordt gekeken naar aquathermie, waarbij thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) wordt gebruikt om op een efficiënte manier gebruik te maken van warmtepompen.
- ❑ Voor de beoordeling van voor- en nadelen wordt (op dit moment) gekeken naar CO₂-uitstoot, kosten, de belasting op het elektriciteitsnet en de eenvoudigheid van de implementatie.



☐ **B** Gebouwen met energielabel B zijn in principe geschikt voor verwarming met water van 55 °C.

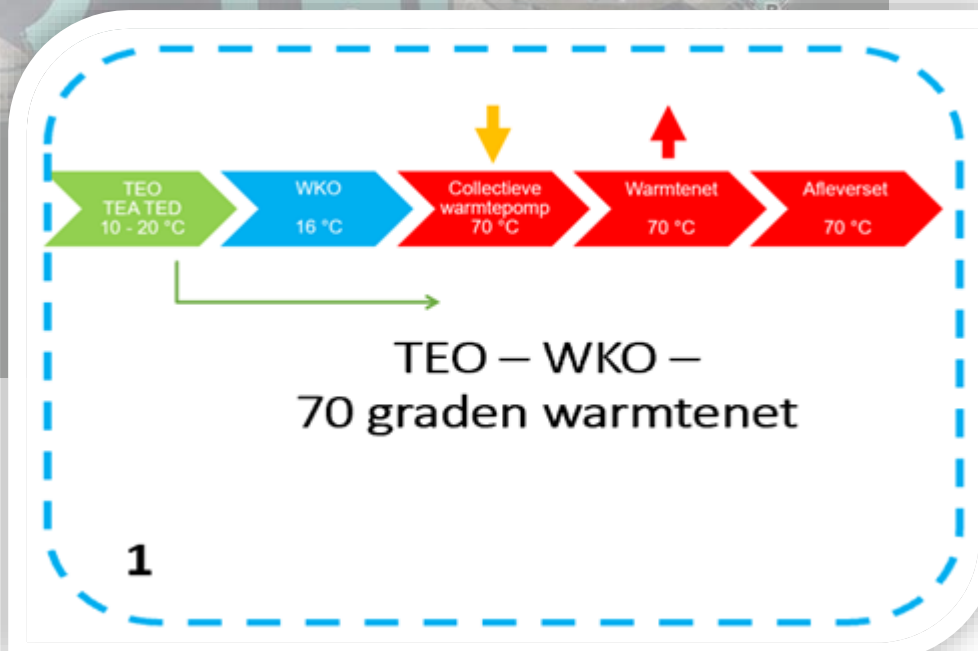
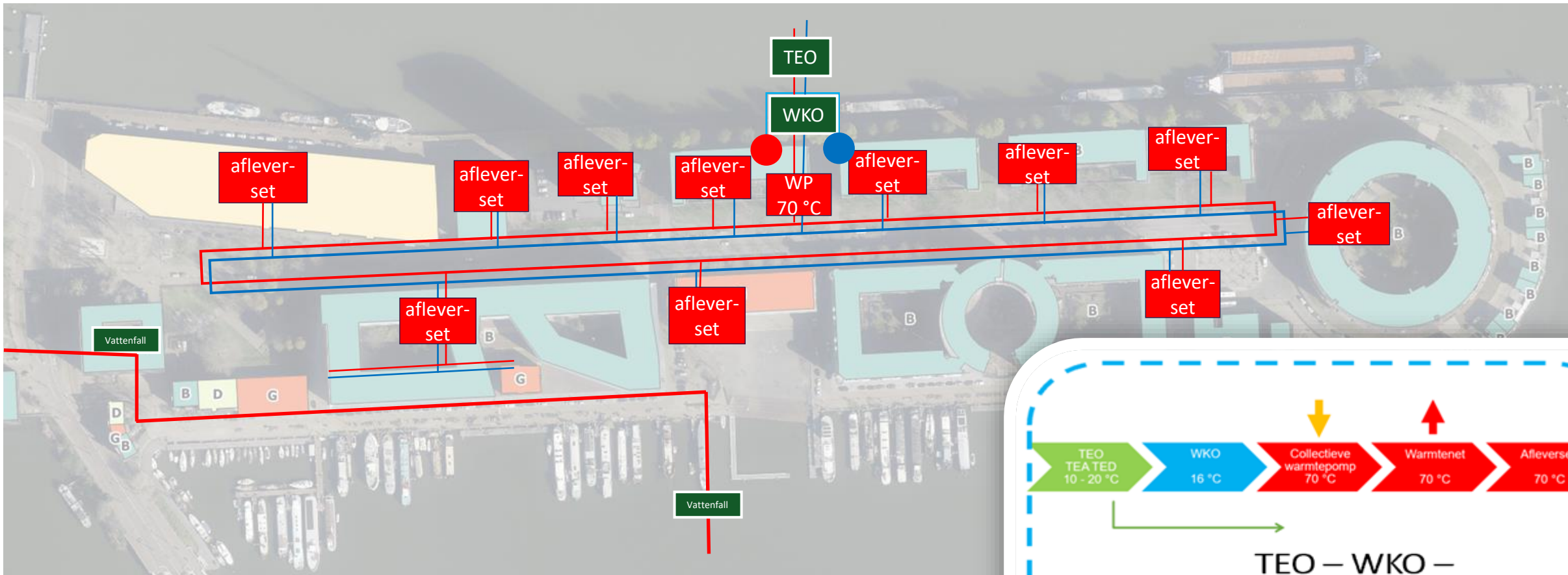
-    Gebouwen met energielabels slechter dan B moeten verwarmd worden met 70 °C verwarming, of moeten extra isoleren tot ze label B hebben.



(Deels) geschikt voor 55 °C verwarming



70 °C (MT) net



Het 70 °C net

☐ **TEO** Het TEO-systeem haalt warmte uit het oppervlaktewater.

☐ **WKO** WKO slaat warmte van oppervlaktewater op in de zomer.

☐ **WP 70 °C** Centrale warmtepomp warmt water van TEO of WKO op naar 70 °C.

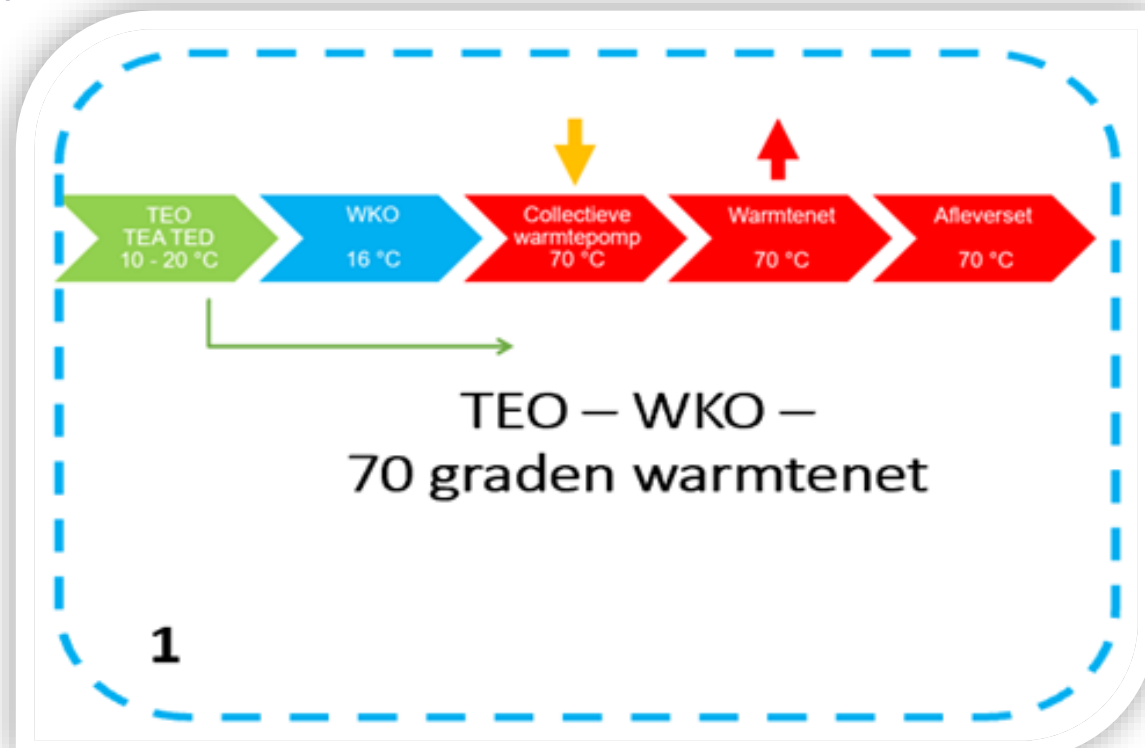
☐ De temperatuur in de leidingen is 70 °C.

☐ **aflever-set** Eén temperatuur voor ruimteverwarming en tapwater.

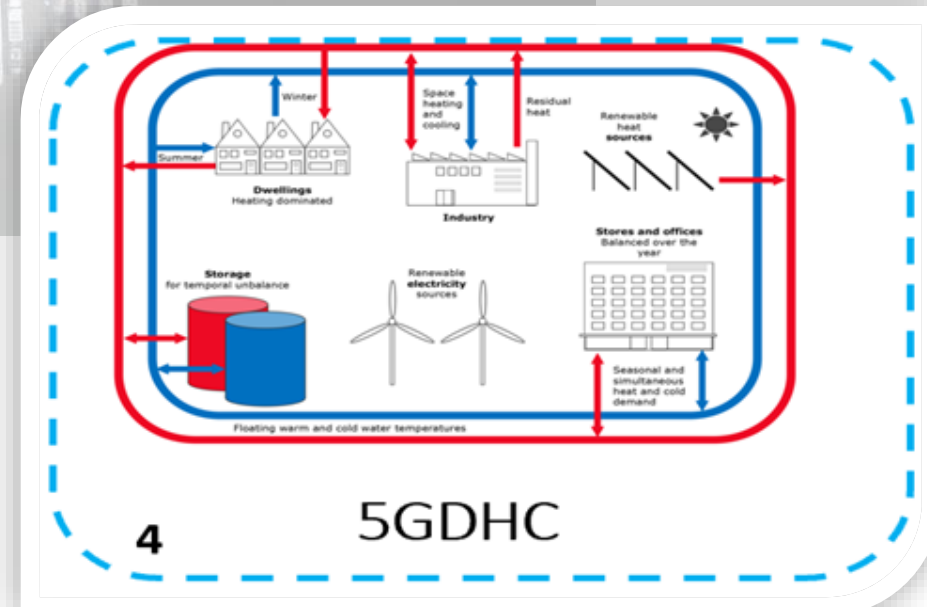
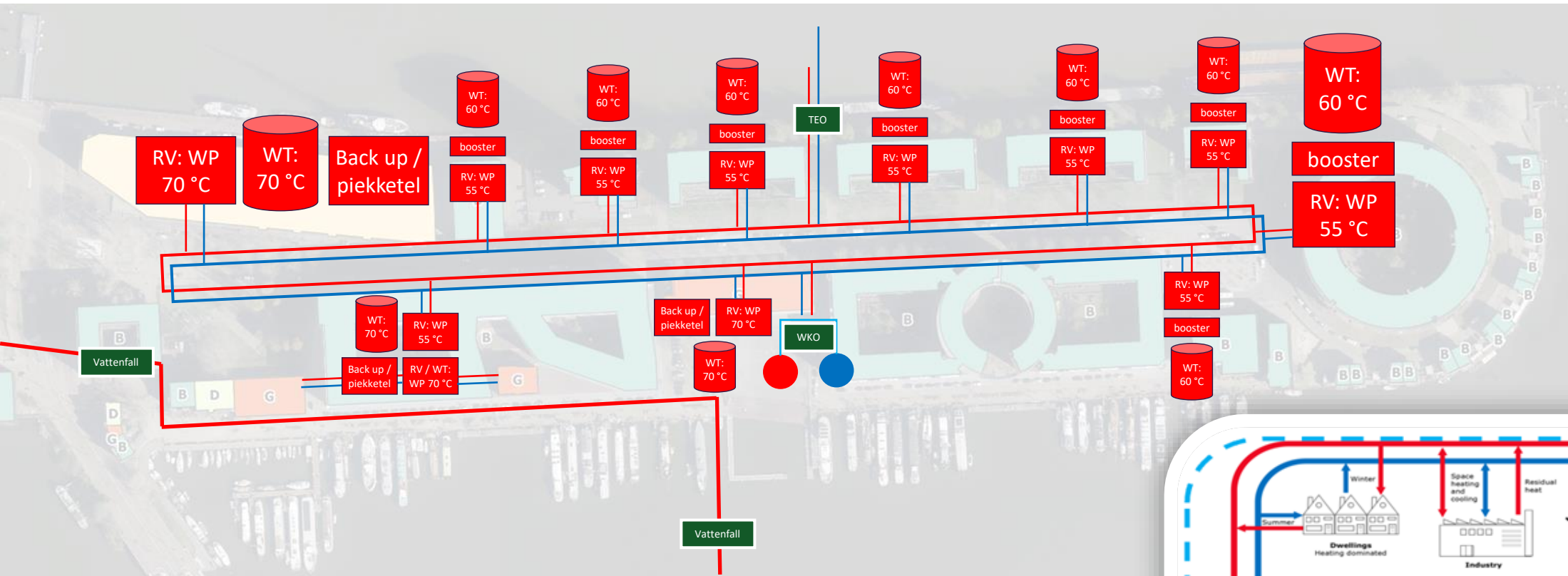
☐ + Simpel toe te passen.

☐ - Gebruikt het meeste energie.

☐ - Levert geen koeling.



5G DHC / uitwisselingsnet (LT)



Verschillende aansluitingen op uitwisselingsnet

- ☐ **TEO** Het TEO-systeem haalt warmte uit het oppervlaktewater.
- ☐ **WKO** WKO slaat warmte van oppervlaktewater op in de zomer, en slaat koude op in de winter.
- ☐ De temperatuur in de leidingen is $\sim 15^{\circ}\text{C}$.
- ☐  De warmtepomp in een gebouw warmt water op naar 70°C . Koeling is niet mogelijk in deze configuratie.
- ☐  De warmtepomp in een gebouw warmt water op naar 55°C . De boosterpomp verwarmt dit naar 60°C voor warm tapwater. Verwarming en koeling zijn mogelijk in deze configuratie.
- ☐ Gedeelde aansluitingen mogelijk: 1 aansluiting en warmtepomp bedient 2 of meer gebouwen.
- ☐ + De meest energie-efficiënte oplossing.
- ☐ + Gebouwen op 55°C -verwarming hebben meteen ook koeling.
- ☐ - Het is een veel complexer systeem dan het 70°C net.
- ☐ - Appartementen in 55°C -gebouwen die label C of slechter zijn, moeten extra isoleren of een piekketel op gas hebben.



Gebruikte modellen

❑ Warmteketenmodel Waternet

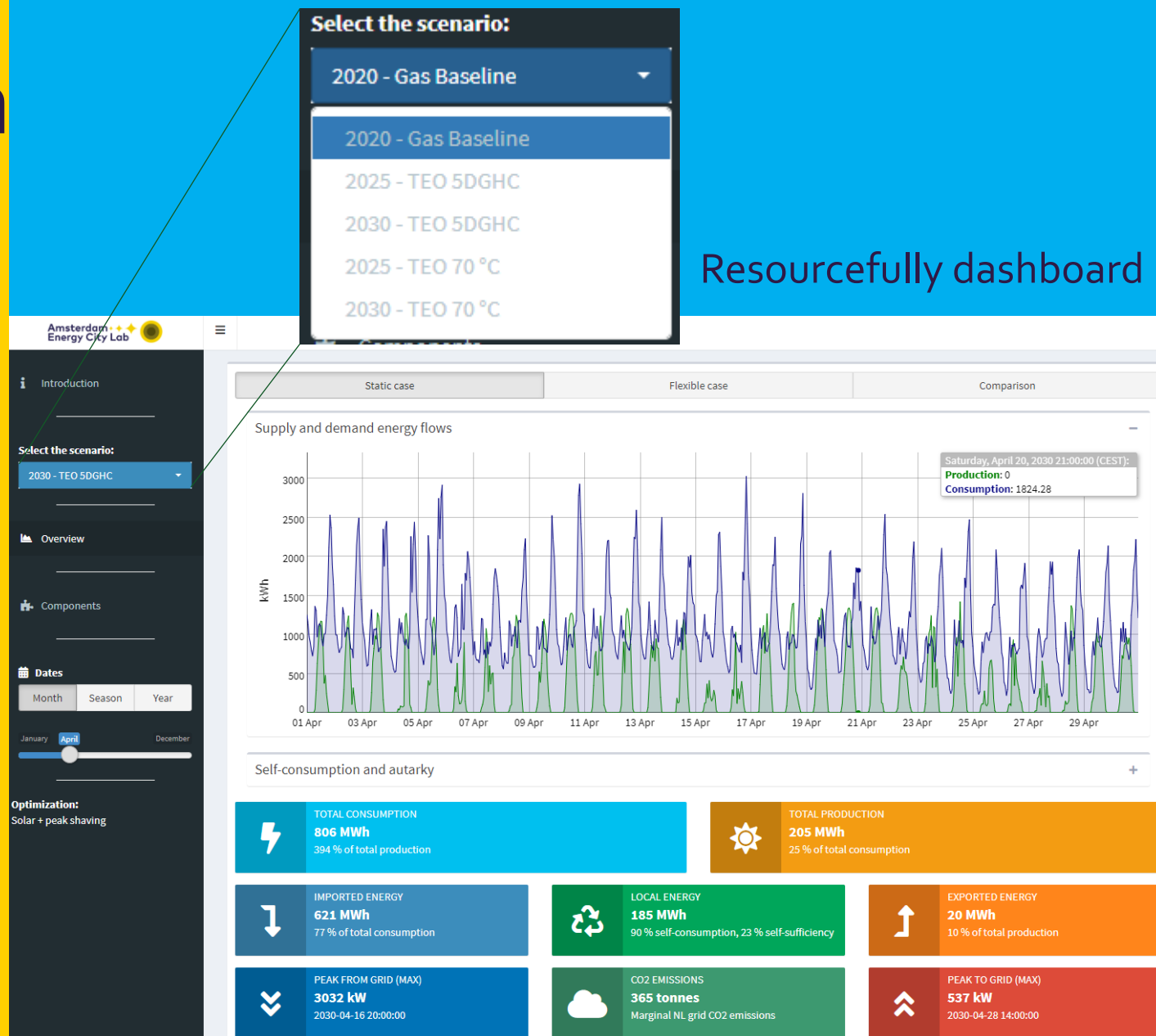
- ❑ Berekent de efficiëntie van de verschillende warmteketens

❑ Resourcefully Transition Dashboard

- ❑ Kijkt per scenario op uurschaal naar het elektriciteitsverbruik van de hele buurt

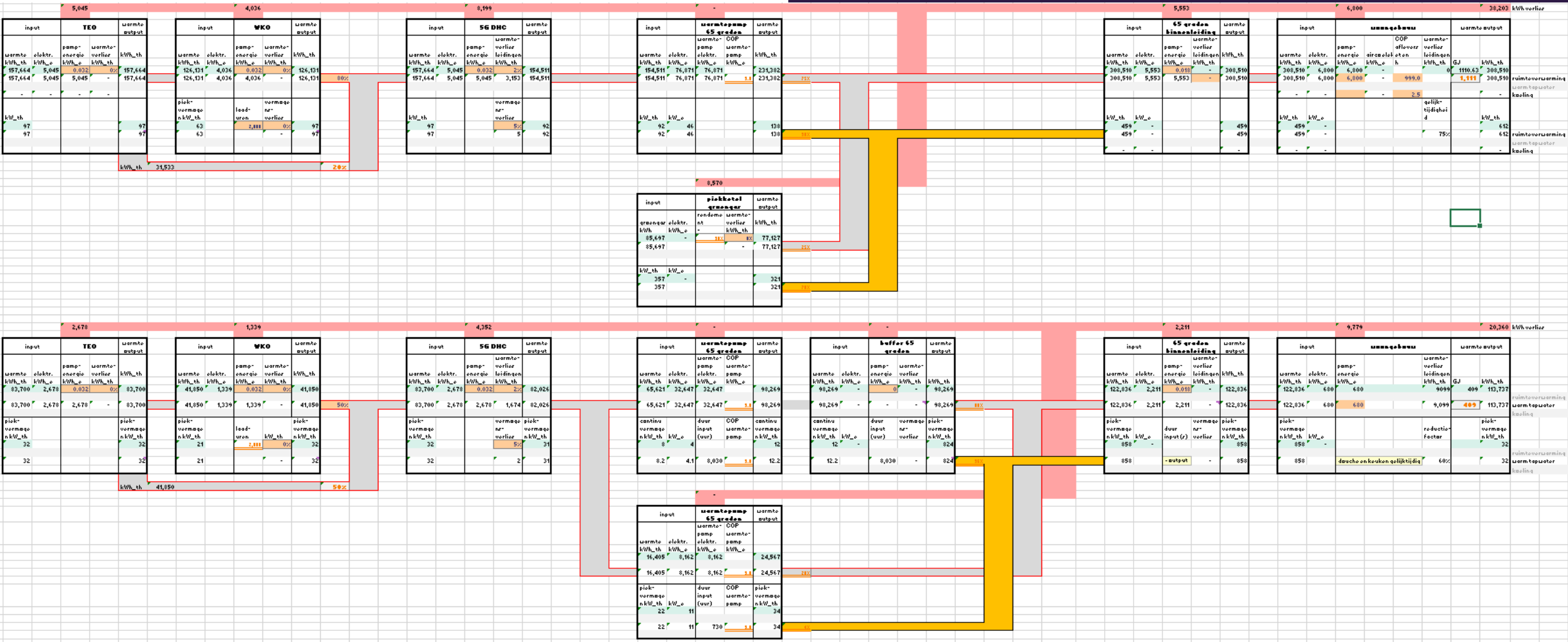
❑ TCO model Waternet

- ❑ Berekent de kosten van de verschillende systemen



Warmteketenmodel Waternet

- Voor ieder gebouw in het KNSM eiland zijn warmteketen gemaakt voor ruimteverwarming en warm tapwater. Hiermee wordt aan de hand van de warmtevraag de benodigde hoeveelheid elektriciteit (en soms gas) berekend, en hiermee wordt ook de benodigde capaciteit voor ieder gebouw berekend.



Van warmteketen naar dashboard

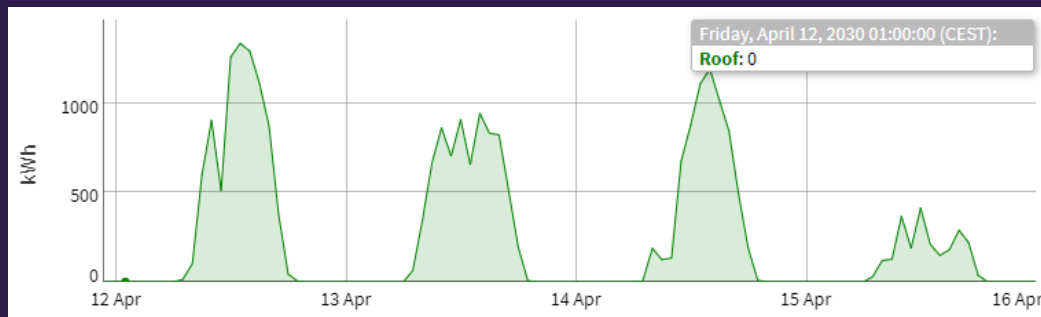
- De warmteketens helpen bij het dimensioneren van het systeem op de warmtevraag van de gebouwen, en het bepalen van de jaarlijkse elektriciteitsvraag van ieder gebouw.
- In het dashboard wordt energie opwek en verbruik per uur weergegeven. Om van de jaarwaarde uit de warmteketen in het dashboard te gebruiken, moeten deze eerst met profielen omgezet worden.
- Er worden aparte profielen gebruikt voor:
 - Huishoudens met energielabel B of G;
 - Ruimteverwarming, warm tapwater of koken;
 - Elektriciteitsgebruik van huishoudens of bedrijven door andere apparaten en verlichting;
 - Bedrijven met energielabel B of G;
 - Elektriciteitsverbruik voor ruimtekoeling

FL_HR107	FL_H_WPL	Util_L_G	Util_L_Gar	HH_Lari	Util_Lar	HH+Util_Lar
G_SH	E_SH	FL_L_SV(-PB)	FL_L_SV(PB)	r_E (-PB)	r_E	
0	0.000007543	0	0.00014539	0.000183735	4.8861E-05	8.3493E-05
0	0.000007259	0	0.00015284	0.000183735	4.5149E-05	8.4353E-05
0	0.000006932	0	0.00017348	0.000183735	3.5513E-05	8.3043E-05
0	0.000007024	0	0.00017729	0.000183735	4.2425E-05	8.2112E-05
0.000146111	0.000012418	0.000196586	0	0.00018743	5.3628E-05	8.2012E-05
0.000176635	0.000154903	0.000236602	0	0.00022027	0.000183735	0.00012806
0.000784252	0.000501859	0.0003395	0.002134786	0.00026327	0.000183735	0.00013821
0.000230237	0.000239004	0.000304663	0	0.000277	0.000183735	0.00018431
0.000220017	0.000192242	0.000293938	0	0.00029152	0.000183735	0.00010838
0.000213828	0.000183900	0.000286875	0	0.0002913	0.000183735	0.00012629
0.000113468	0.000059579	0.000152191	0	0.00028261	0.000183735	0.00014144
0.000197288	0.000159399	0.000263179	0	0.00027465	0.000183735	0.00016681
0.000178551	0.000135264	0.000237935	0	0.00026483	0.000183735	0.00013477
0.000126689	0.000070291	0.000169446	0	0.00026816	0.000183735	7.4159E-05
0.000222212	0.000187445	0.000298702	0	0.00027088	0.000183735	7.9812E-05
0.000156476	0.000105583	0.000210135	0	0.00026614	0.000183735	9.2376E-05
0.000226815	0.000193080	0.000291873	0	0.0002649	0.000183735	0.00014682
0.00044088	0.000648678	0.0003295	0.000722358	0.00025135	0.000183735	0.0001429
0.000230352	0.000252134	0.000303433	0	0.00022418	0.000183735	0.00017226
0.0002254	0.000201715	0.000200498	0	0.000206	0.000183735	0.0001476
0.000204537	0.000172368	0.000273638	0	0.0001938	0.000183735	0.00011696
0.000174852	0.000140096	0.0002342	0	0.00017772	0.000183735	0.00011052
0.000174797	0.000137870	0.00023482	0	0.0001526	0.000183735	6.7452E-05
0	0.000008930	0	0	0.00014345	0.000183735	4.8232E-05
0	0.000007410	0	0	0.00014246	0.000183735	5.0223E-05
0	0.000007055	0	0	0.00015006	0.000183735	4.4899E-05
0	0.000006642	0	0	0.00017125	0.000183735	3.6092E-05
8.5548E-07	0.000006698	9.9276E-07	0	0.00017499	0.000183735	3.4322E-05
0.000133925	0.000012219	0.000180168	0	0.00018517	0.000183735	4.8146E-05
0.000126912	0.000106128	0.00016961	0	0.0002185	0.000183735	0.00014559
0.000729202	0.000407995	0.0003395	0.001912275	0.00027402	0.000183735	0.0001331
0.000178738	0.000176440	0.000235278	0	0.00029121	0.000183735	0.00013286
0.000179173	0.000145917	0.000238908	0	0.00030596	0.000183735	0.00010559
0.000179511	0.000145418	0.00024064	0	0.00030634	0.000183735	0.00011764
0.000145821	0.000105090	0.00019578	0	0.00029775	0.000183735	8.7643E-05
0.000167434	0.000127756	0.000228257	0	0.00028848	0.000183735	8.2604E-05
0.00020616	0.000163126	0.00026901	0	0.00027757	0.000183735	9.8232E-05
0.000164448	0.000111368	0.000220319	0	0.00027873	0.000183735	8.7507E-05
0.000240253	0.000214258	0.000323009	0	0.00027914	0.000183735	6.1016E-05
0.000169032	0.00011675	0.000227052	0	0.00027439	0.000183735	7.9607E-05
0.000304951	0.000309428	0.0003395	0.000172941	0.00027306	0.000183735	0.00016248
0.000536775	0.000908593	0.0003395	0.00109959	0.00025983	0.000183735	0.00023303
0.000335126	0.000429250	0.0003395	0.000315287	0.00023356	0.000183735	0.00029289
0.000342604	0.000389785	0.0003395	0.000356727	0.0002162	0.000183735	0.00019411
0.00035193	0.000402378	0.0003395	0.000398171	0.00020429	0.000183735	0.0001222
0.000357762	0.000412792	0.0003395	0.000423412	0.00018875	0.000183735	0.00011437
0.000364811	0.000425929	0.0003395	0.000453983	0.0001632	0.000183735	6.2821E-05
0	0.000011735	0	0	0.00015298	0.000183735	4.7533E-05
0	0.000009492	0	0	0.00015136	0.000183735	3.8748E-05
0.000196357	0.000054725	0.000264394	0	0.00015862	0.000183735	4.3651E-05
0.000304505	0.000345254	0.0003395	0.000211811	0.00017843	0.000183735	4.7431E-05
0.000311608	0.000392975	0.0003395	0.000240522	0.0001824	0.000183735	4.4741E-05
0.00032749	0.000435625	0.0003395	0.000304382	0.00019257	0.000183735	4.9065E-05
0.000331132	0.000446453	0.0003395	0.000315774	0.00022585	0.000183735	0.00013579
0.000942301	0.000961014	0.0003395	0.002773608	0.00027262	0.000183735	0.00022023
0.000388285	0.000560604	0.0003395	0.000534313	0.00028979	0.000183735	0.00014512
0.000347876	0.000407548	0.0003395	0.000380114	0.00030616	0.000183735	0.00011066
0.000295694	0.000302602	0.0003395	0.000173023	0.0002988	0.000183735	0.0001092
0.000230217	0.000203379	0.000309488	0	0.00029538	0.000183735	9.3091E-05
0.000204549	0.000168362	0.000272961	0	0.00028914	0.000183735	9.5066E-05
0.000200909	0.000162936	0.000268058	0	0.00027585	0.000183735	7.9595E-05
0.000150912	0.000101416	0.000202081	0	0.00027533	0.000183735	7.1299E-05
0.000224276	0.000190131	0.000301483	0	0.00027392	0.000183735	8.8971E-05
0.000202406	0.000161306	0.000272018	0	0.00026733	0.000183735	0.00014597
0.000278214	0.000264909	0.0003395	6.52739E-05	0.0002672	0.000183735	0.00027352
0.00050481	0.000808660	0.0003395	0.000980759	0.00026316	0.000183735	0.0001918
0.000287179	0.000337494	0.0003395	0.000121487	0.0002513	0.000183735	0.00014808
0.000284002	0.000233003	0.0003395	0.00011986	0.00025088	0.000183735	0.00027158
0.000305759	0.000312574	0.0003395	0.000211549	0.00023604	0.000183735	0.00026334
0.00029028	0.000284965	0.0003395	0.000150656	0.00020967	0.000183735	0.00021836
0.000293738	0.000287934	0.0003395	0.000168872	0.00018212	0.000183735	7.021E-05
0	0.000010305	0	0	0.00016428	0.000183735	5.3389E-05
0	0.000008434	0	0	0.00016508	0.000183735	4.3174E-05
0	0.000007828	0	0	0.00016785	0.000183735	4.1825E-05

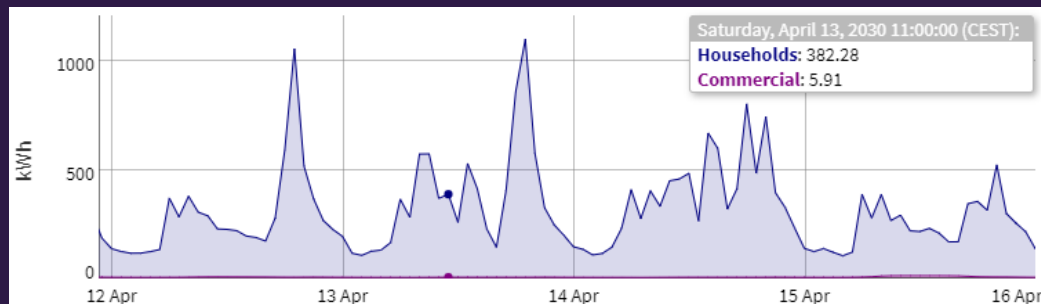
Resourcefully dashboard

- In het dashboard worden alle verschillende stromen van elektriciteit apart berekend, verwerkt en weergegeven.

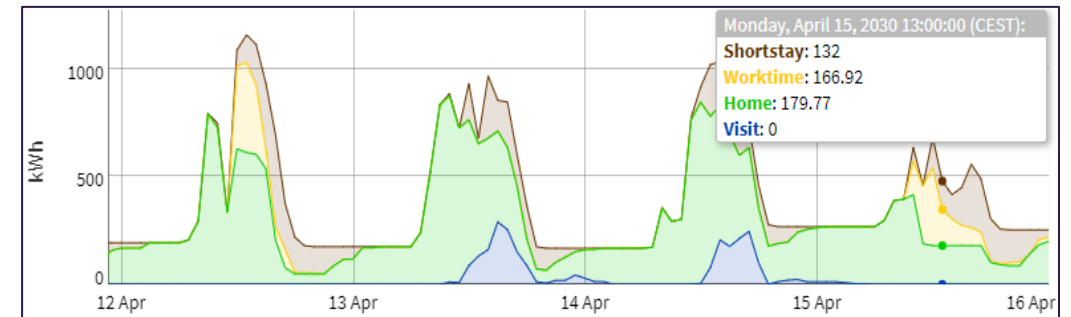
Opgewekte zonne-energie



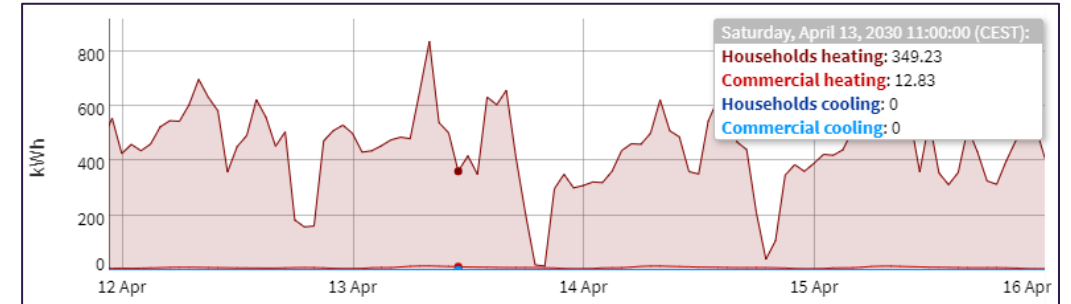
Elektriciteitsvraag van apparaten en verlichting



Elektriciteitsvraag van elektrische auto's



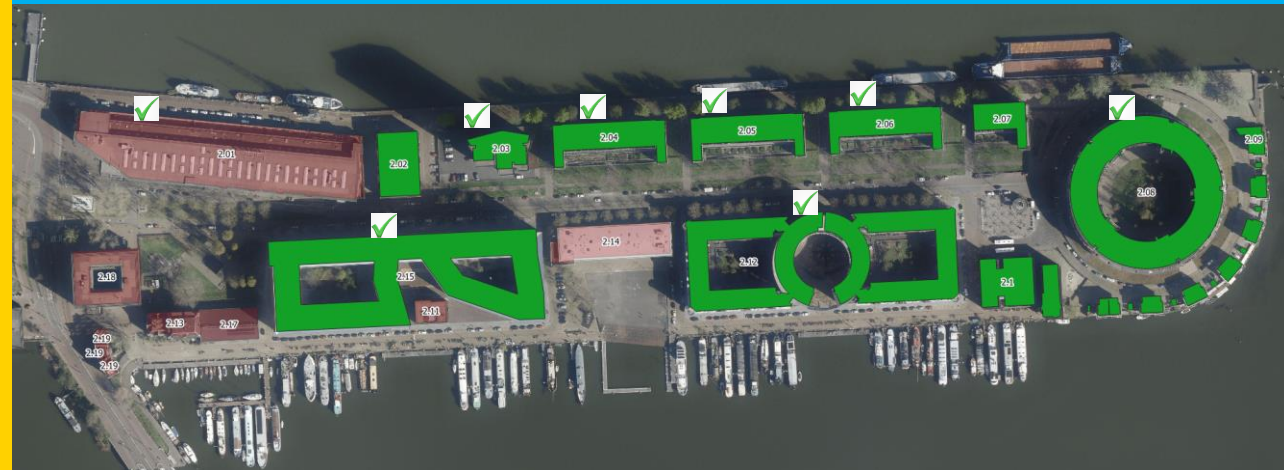
Elektriciteitsvraag voor verwarming en koeling



Overleg met bewoners KNSM eiland

Topics gesprekken:

- ☐ Beschrijving huidige verwarmingssituatie in appartement en gebouw.
 - ☐ Verbruik (kuub gas);
 - ☐ Isolatie situatie;
 - ☐ Gasketel + conventionele radiatoren;
 - ☐ Is er vloerverwarming?
- ☐ De behoefte aan koeling, nu en in de toekomst.
- ☐ Mogelijkheden voor een collectieve warmtepomp. Ruimte voor een collectieve warmtepomp in hun gebouw?
- ☐ Mogelijkheden en ruimte voor een (collectieve) warmtebuffer.
- ☐ Is er een elektrische beperking in het gebouw om een van de vier verschillende scenario's te implementeren?



Gesproken met:

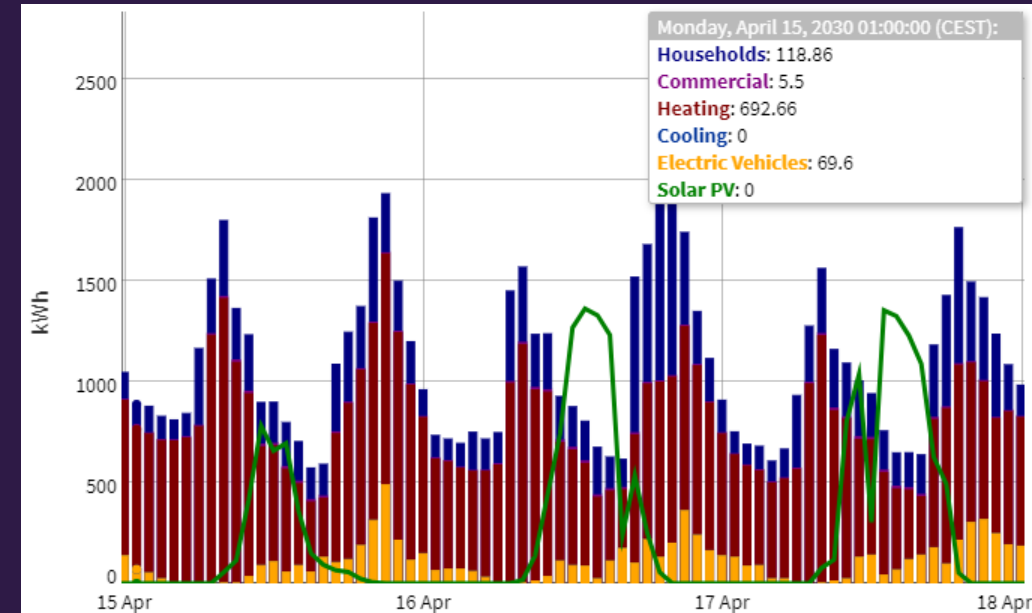
Inwoners van 8 van de gebouwen (tussen 1 – 3 personen) op het KNSM eiland. 

Zie kaartje boven.
Niet de slecht geïsoleerde gebouwen
meegenomen



Overleg met bewoners KNSM eiland, belangrijkste observaties:

- ❑ Het isolatie label B is een indicatie na 25 jaar gebruik.
- ❑ De appartementen zijn sterk verschillend, zeer afhankelijk van de investeringen gedaan door individuele eigenaren.
- ❑ Meeste gebouwen zijn bezig met verduurzamingsvraagstukken.
- ❑ Fysieke infra en het tempo verschilt aanzienlijk (Barcelona-Venetië).
- ❑ Ook tussen de gebouwen is er aanzienlijk verschil qua proces, e.g. De gebouwen Diogenes, Pericles en Archimedes
- ❑ Koeling behoefte beperkt, wel aanwezig.
- ❑ Nu niet mogelijk om enkel lage temperatuur te leveren, gezien grote aantallen appartementen niet goed geïsoleerd.
- ❑ Wellicht combi met 45 temperatuur en voorlopig gas voor koudere periodes.



Totaal verbruik

- ❑ Als we alleen kijken naar de jaargetallen is duidelijk dat er veel zal veranderen in het elektriciteitsverbruik van het KNSM-eiland.
- ❑ Afhankelijk van het gekozen warmtenet zal de elektriciteitsconsumptie 130%-200% groeien in 2030 vergeleken met nu.
- ❑ De piekbelasting van elektriciteit groeit ook substantieel met 150%-170%.

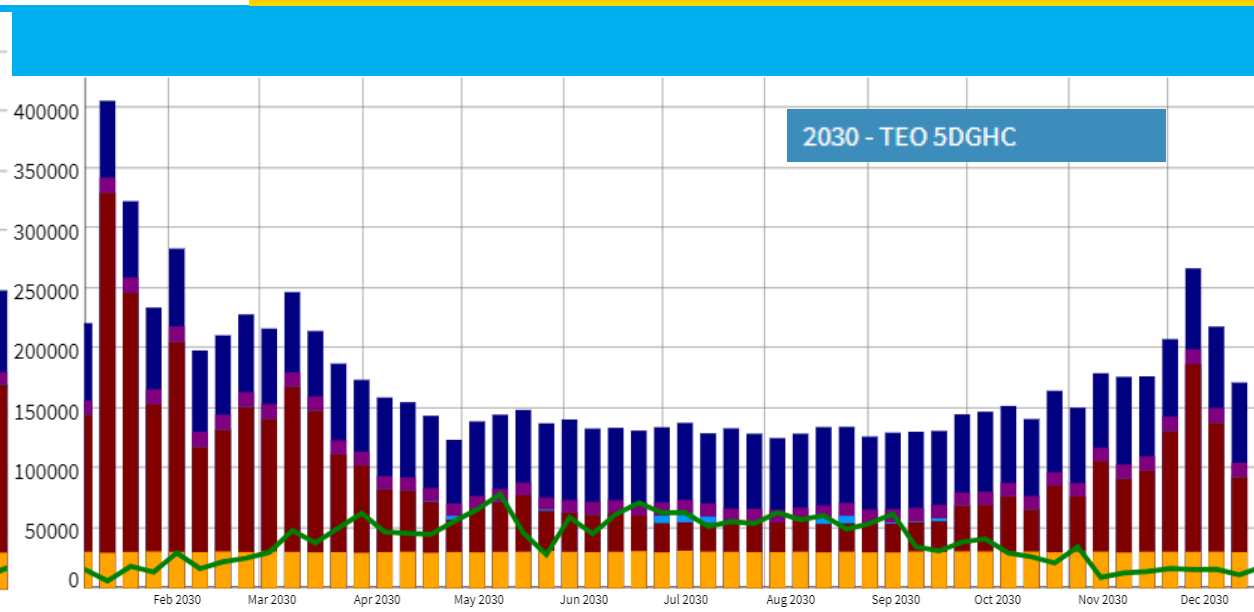
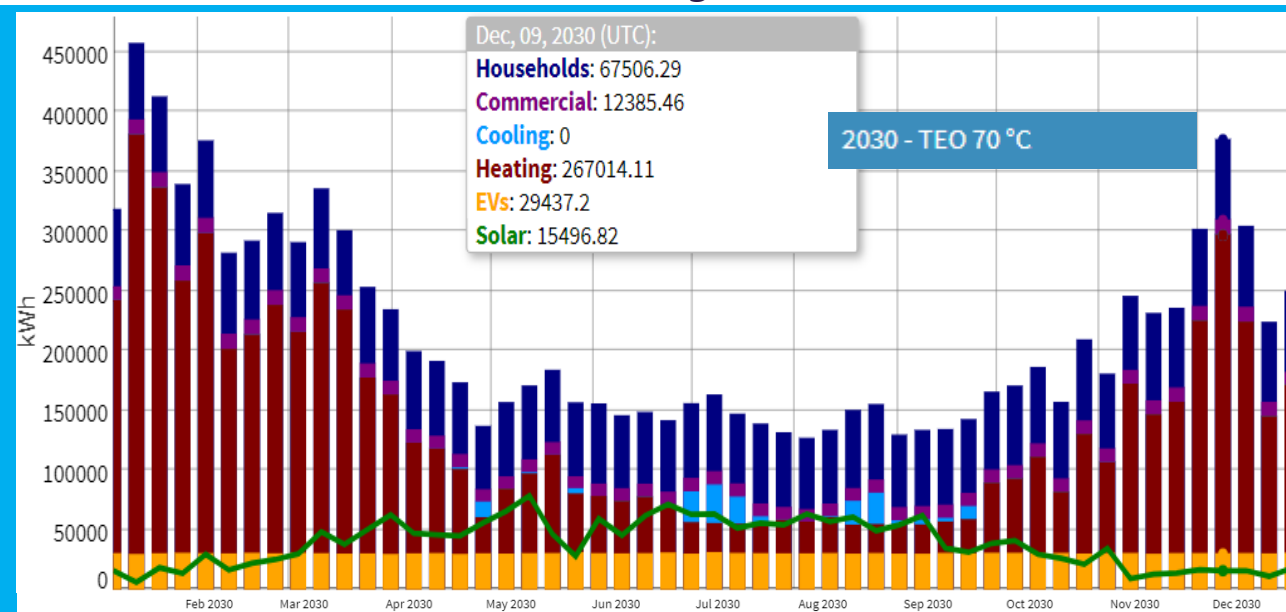
Scenario	Totale consumptie	Totale productie	Piekbelasting
2020 – Gas	3900 MWh	54 MWh	2700 kW
2025 – TEO 5 ^e gen	8100 MWh	1500 MWh	6400 kW
2030 – TEO 5 ^e gen	9000 MWh	2000 MWh	6700 kW
2025 – TEO 70 °C	10200 MWh	1500 MWh	6500 kW
2030 – TEO 70 °C	11100 MWh	2000 MWh	6900 kW
2030 – TEO 70 °C WB	11600 MWh	2000 MWh	7200 kW



Bron van elektriciteitsvraag

- ❑ In blauw is bovenaan de grafieken de huidige elektriciteitsvraag te zien. Deze verandert niet tussen nu en 2030 of tussen de scenario's. In rood, lichtblauw en geel is daaronder te zien hoe de elektriciteitsvraag oploopt door de groei van warmte, koude en mobiliteit.
- ❑ Zonne-energie (groene lijn) groeit ook, maar zal lang niet genoeg zijn om aan alle toekomstige elektriciteitsvraag te voldoen.
- ❑ De warmtevraag in de zomer is afkomstig van warm tapwater en niet van ruimteverwarming.

- ❑ De warmtevraag is een stuk hoger in het 70 °C scenario dan in het 5^e generatie scenario.



Warmtevraag en efficiëntie

- ❑ Door van gas naar een TEO-net te gaan wordt per jaar 11800 MWh aan gasverbruik in de buurt verminderd voor ruimteverwarming en warm tapwater.
- ❑ Met een 70 °C TEO-net wordt 5800 MWh elektriciteit gebruikt. Als deze elektriciteit met een gascentrale wordt opgewekt heb je ongeveer evenveel gas nodig als wanneer er direct gas voor verwarming wordt gebruikt. De bedoeling is echter dat elektriciteit in de toekomst volledig duurzaam wordt opgewekt.
- ❑ Met een 5^e generatie net is de elektriciteitsgebruik met 3500 MWh een stuk lager.
- ❑ Het verschil in efficiëntie tussen beide netten heeft twee verklaringen:
 - ❑ De warmtepompen zijn efficiënter in het 5^e generatie net omdat ze een lager temperatuurverschil moeten overbruggen (30%).
 - ❑ Er is geen energieverlies in het transport van 15 °C water door het buurtnet, terwijl dit bij 70 °C wel zo is (70%).

Scenario	Warmte en koude consumptie
Gas	11800 MWh gas
TEO 5 ^e gen	3500 MWh elektriciteit
TEO 70 °C	5800 MWh elektriciteit



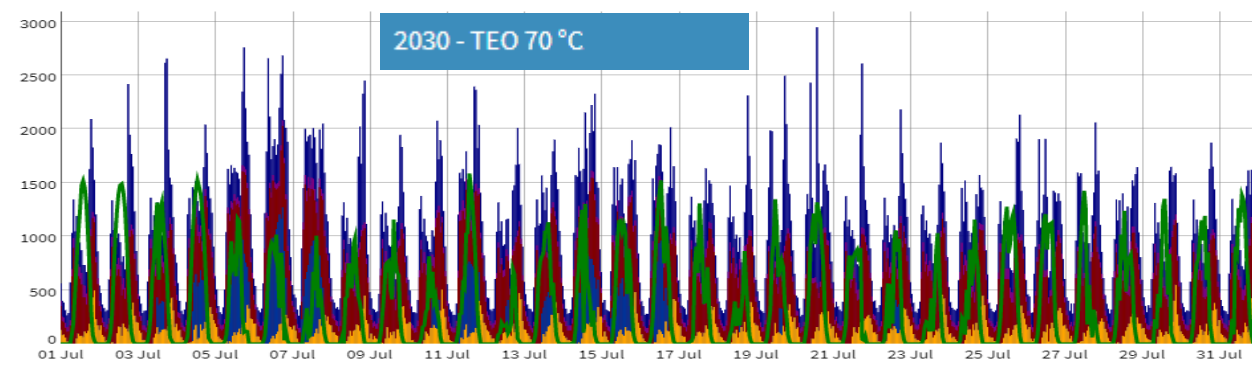
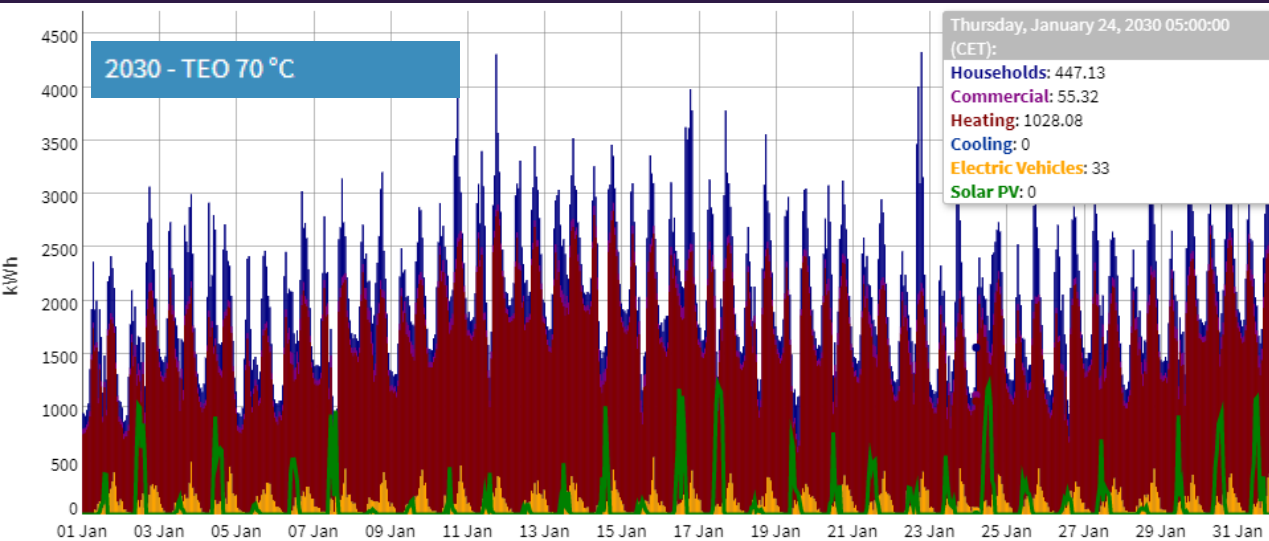
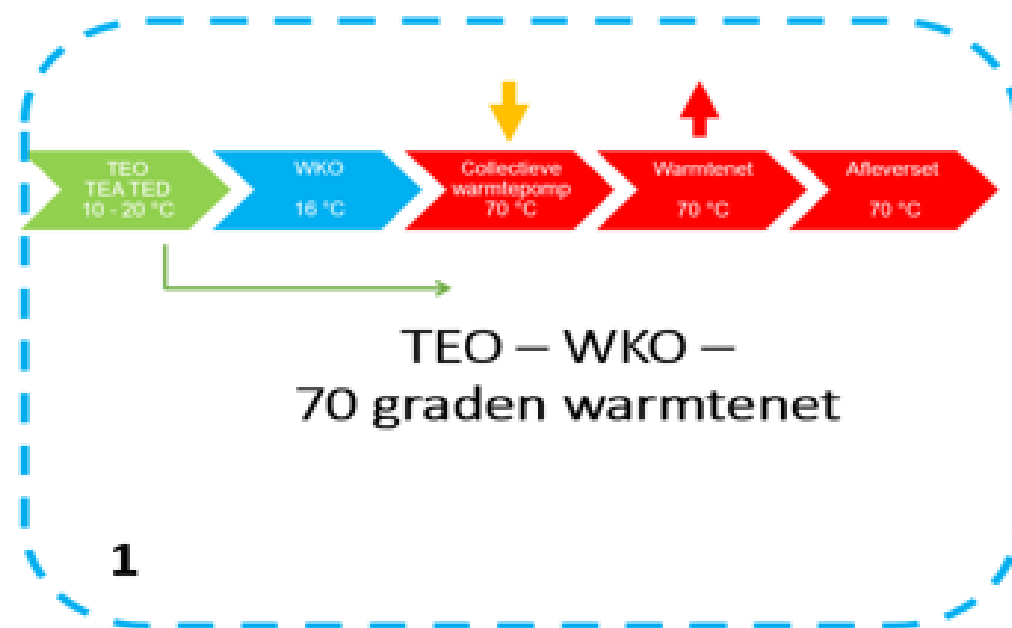
Disclaimer volgende slide

- We hebben de temperatuur in het 5^e generatie net waarop huizen worden verwarmd verhoogd van 45 graden naar 55 graden. Dit verhoogt de kans aanzienlijk dat alle huishoudens in het KNSM geschikt zijn voor de 5^e generatie optie, zonder dat er veel extra isolatiemaatregelen nodig zijn.
- Dit zullen we nog bekijken en hierop zullen we de resultaten ook aanpassen.



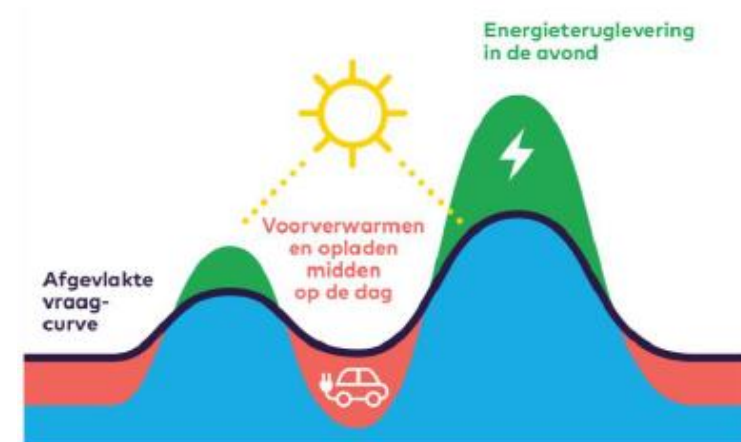
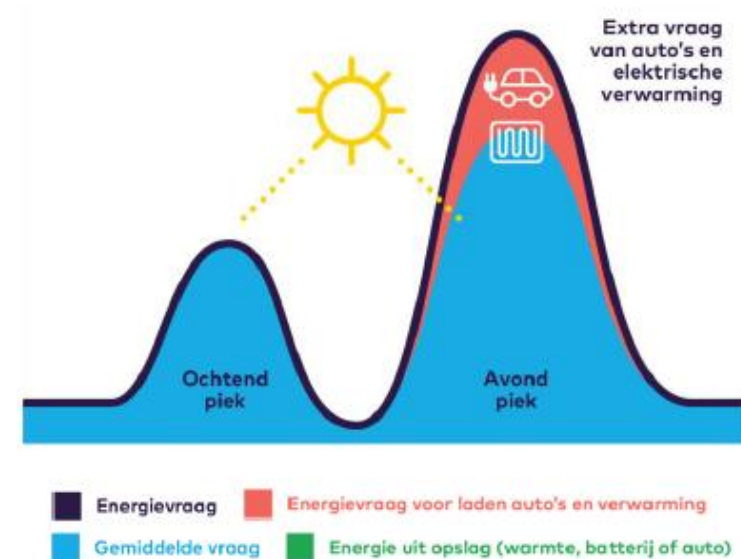
Het 70 °C net

- ❑ Omdat de gebouwen zo heterogeen zijn in de isolatie en veel appartementen op dit moment waarschijnlijk niet geschikt zijn voor lage temperatuur verwarming, is in de eerste plaats gekeken naar het 70 °C net.
- ❑ In de figuren hieronder zijn de elektriciteitsvraag van de wijk in 2030 weergegeven in januari en in juli. Het is duidelijk te zien hoe de warmtevraag veel lager is in juli en de zonne-energie een stuk hoger. Ook wordt koudevraag een significante factor in elektriciteitsvraag in deze maand.



Flexibiliteit

- ❑ Naast alleen resultaten weergeven, berekent het dashboard ook hoe het elektriciteitssysteem beter ingezet kan worden.
- ❑ Door flexibel elektrische auto's op te laden en huizen te verwarmen kan veel van de piekvraag op het elektriciteitsnet verlaagd worden en wordt lokaal opgewekte zonne-energie beter gebruikt.
- ❑ Wanneer salderen van zonne-energie wordt afgebouwd, wordt flexibel elektriciteit consumeren ook financieel aantrekkelijk.
- ❑ De maximale piek in het jaar kan met flexibiliteit potentieel met 40% verlaagd worden.



Voorlopige conclusies

- ☐ De elektriciteitsvraag zal door elektrificering flink toenemen in het KNSM-eiland (130-200%).
- ☐ Een 70 graden net vereist 65% meer elektriciteit dan een 15 graden net.
- ☐ Een 15 graden net vereist veel aanpassingen van de woningen om toe te passen.
- ☐ Flexibiliteit kan de belasting op het elektriciteitsnet met 40% verlagen.



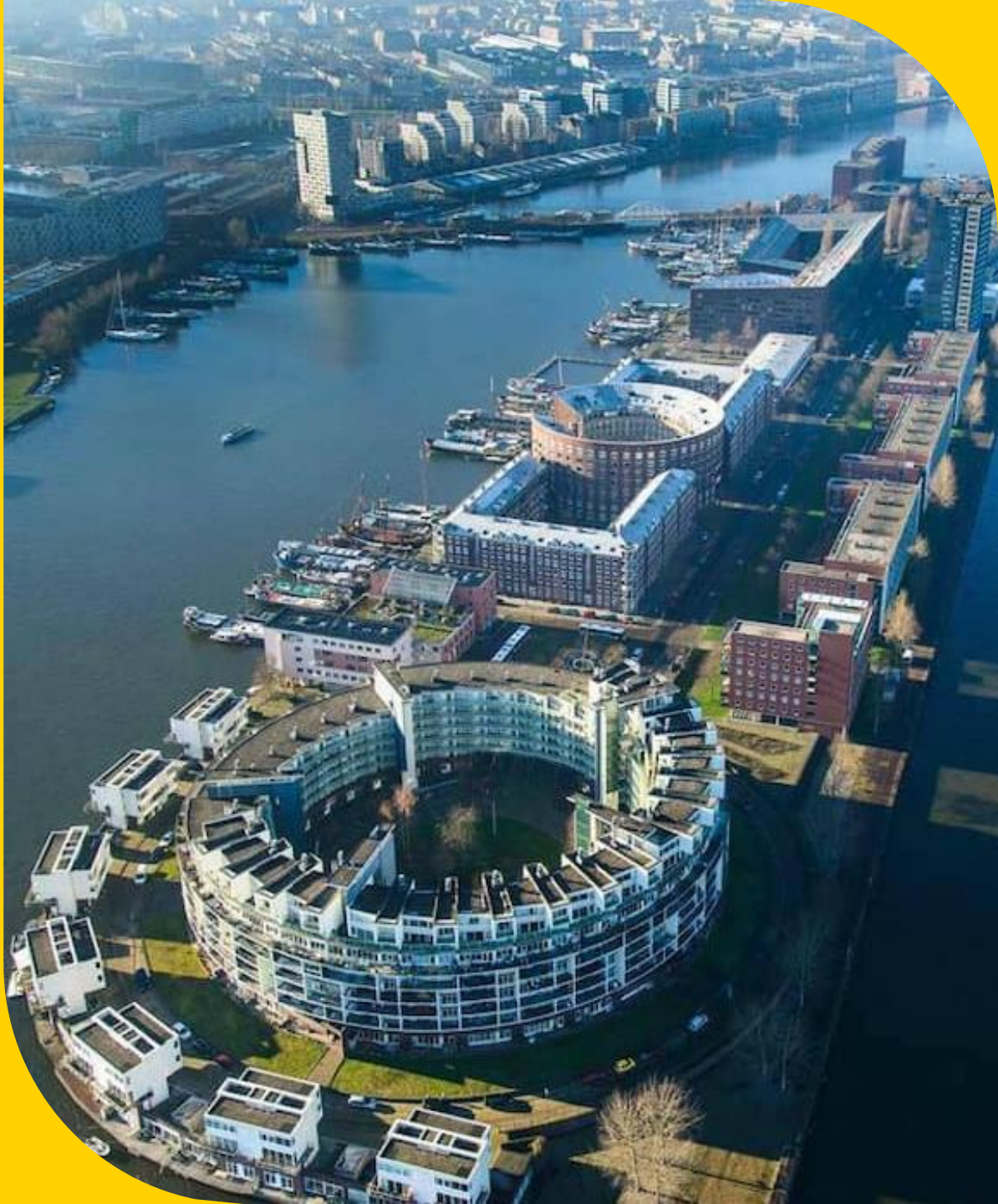
Voorlopige planning

☐ Vertragingen tot nu toe:

- ☐ De situatie is complexer dan voorheen verwacht (heterogene gebouwen en appartementen).
- ☐ Veel extra inzicht in warmtenetten, waardoor de modellen aangepast moesten worden.
- ☐ Stefan is een tijd stilgezet door Waternet

1. Kosten 70 graden net en 5^e generatie net (Stefan)
2. Herberekeningen resultaten na nieuwe inzichten (Tim)
3. Eindrapport





Resourcefully



 **waternet**
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam


Amsterdam
Energy City Lab