



Business Case
Warmte en koude systeem
in Vught – Loyola e.o.

Datum: 7 december 2023
Versie: 1.0
Status: Eindconcept

Auteurs: Francesco Franchimon
Huub Glas
Ed Smulders

To Realize Concepts B.V.
Esschestraat 33
5262 BA VUGHT
Handelsregister: 17262254
Statutair gevestigd te Vught

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	1
1. VRAAGSTELLING EN PROCESGANG	3
2. AANPAK VAN HET ONDERZOEK	4
3. HET PLANGEBIED: LOYOLA E.O.	5
4. BEOORDELING ONDERGRONDSE RUIMTE	7
4.1. WARMTE EN KOUDE DISTRIBUTIELEIDINGEN	7
4.2. ENERGIECENTRALE EN WARMTE EN KOUDE OPSLAG (WKO)	8
5. BESCHIKBAARHEID VAN DUURZAME WARMTEBRONNEN	10
5.1. BODEMENERGIE MET WARMTE KOUDE OPSLAGSYSTEMEN	10
5.2. AQUATHERMIE	11
6. CONCEPTUEEL ONTWERP VAN HET WARMTE EN KOUDE SYSTEEM	14
6.1. KORTE UITLEG 5 ^E GENERATIE WARMTE EN KOUDE NET	14
6.2. LEVERING VAN WARM TAPWATER	16
6.3. GEVOLGEN VOOR BESTAANDE WONINGEN	16
6.4. EEN MIDDEN TEMPERATUUR NET ALS ALTERNATIEF?	18
7. RUIMTELIJK ONTWERP	20
7.1. KEUZE VAN SECTOREN	22
7.2. BEPALEN VAN WARMTEVRAAG IN SECTOREN	26
8. FINANCIËLE HAALBAARHEID, DE BUSINESS CASE	30
8.1. NETTO AANVANGSRENDEMENT (NAR)	30
8.2. SUBSIDIES EN FISCALE REGELINGEN	30
8.3. ONDERVERDELING IN SUBSECTOREN	31
8.4. OMZETBEPALING EN GEHANTEERDE ACM-TARIEVEN	31
8.5. STRUCTUUR ASSETS (BEDRIJFSMIDDELEN)	32
8.6. RESULTATEN MODELBEREKENINGEN	33
8.7. GEVOELIGHEIDSANALYSE NAR	33
8.8. OPTIMALISATIE VOOR NAR IN SECTOR B EN C	37
9. EINDGEBRUIKERSLASTEN	39
9.1. VERGELIJKING TUSSEN INDIVIDUELE LUCHT-WATER WARMTEPOMP EN COLLECTIEVE WARMTE EN KOUDE	41
10. CONCLUSIES	49
BIJLAGE FINANCIËLE DOORREKENINGEN IN SECTOREN B EN C	51
DEELSECTOREN VAN SECTOR B	51
DEELSECTOREN VAN SECTOR C	53

1. Vraagstelling en procesgang

De gemeente Vught heeft To Realize Concepts b.v. (2RC) gevraagd om, naast twee andere partijen, een aanbieding te doen voor dit onderzoek.
De opdracht is verstrekt aan 2RC op 13 juli 2023.

In de offerte aanvraag is de volgende vraagstelling meegegeven:

- Is een (midden- of (zeer) lage-temperatuur) warmtenet technisch haalbaar in deze wijk?
 - Op welke manier wordt in warm tapwater voorzien?
 - Is het werken met kleinere, afzonderlijke clusters (buurten) mogelijk?
 - Bijvoorbeeld in het wijkdeel Stadhouderspark en/of de buurt Vugtherhage
- Ga er daarbij vanuit dat de woningen in de wijk of het betreffende wijkdeel transitie gereed zijn voor een (MT/(Z)LT) warmtenet (ondanks dat dit nu niet overal het geval is).
- Indien technisch haalbaar, wat is de economische haalbaarheid van een warmtenet in deze wijk (of in delen van de wijk)?
 - Wat is de initiële benodigde investering (indicatie)?
 - Wat zouden de energiekosten worden voor een gemiddeld huishouden (uitgesplitst naar woningtype)?

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode augustus t/m oktober 2023.

De tussenresultaten zijn besproken op:

- 8 september 2023
- 28 september 2023

De eindresultaten zijn op 6 november gepresenteerd aan zo'n 100 bewoners tijdens een informatieavond.

Daar is, ter plekke, een werkgroep gevormd van zo'n 8-10 bewoners, die een vervolg willen geven aan het onderzoek naar de haalbaarheid van een warmte en koude net in de wijk.

De presentatie van die avond is openbaar gemaakt via de website Wij-in-Vught, zie [deze link](#).

De voorliggende rapportage is geschreven om als informerende bijlage deel uit te maken van het uitvoeringsplan dat voor de wijk Loyola e.o. wordt opgesteld. Over de werkwijze om tot het uitvoeringsplan te komen wordt geschreven op de informatieve website van Wij-in-Vught, zie [deze link](#).

2. Aanpak van het onderzoek

Overeenkomstig de vraagstelling is de haalbaarheid onderzocht langs twee lijnen:

1. Technisch

1. Beoordeling van de ondergrondse ruimte op geschiktheid voor de inpassing van een warmte en koude net, zie hoofdstuk 4;
2. In kaart brengen van de beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen, zie hoofdstuk 5;
3. Uitwerking van het conceptuele ontwerp van een warmte en koude systeem voor lage temperaturen (30-45°C), zie hoofdstuk 6;
4. Ruimtelijk ontwerp, zie hoofdstuk 7;
Om een en ander mogelijk te maken is een gebiedsinventarisatie uitgevoerd waarbij gegevens over de woningen en gebouwen in het gebied zijn verzameld.

2. Economisch

1. Modelberekeningen voor de business case, zie hoofdstuk 8;
2. Eindgebruikerslasten voor 5 woningtypen, zie hoofdstuk 9;
3. Vergelijking met eindgebruikerslasten van een individuele luchtwarmtepomp, zie paragraaf 9.1.

In de offerte is de optie aangeboden om een midden temperatuur warmtenet door te rekenen. Daar is in de loop van het onderzoek vanaf gezien, omdat:

- Er geen aantrekkelijke warmtebronnen zijn voor een warmtenet met distributietemperaturen van 55 – 70°C
- De vergelijking vanuit midden temperatuur met een individuele lucht-warmte pomp oplossing minder gelijkwaardig is dan met het nu doorgerkende net, omdat:
 - De individuele lucht-warmtepomp ook een aanvoertemperatuur voor ruimteverwarming heeft van 30 – 45°C
 - Daarmee dezelfde maatregelen in de woning nodig zijn om het energieverbruik van de woning te beperken als bij een individuele lucht-warmtepomp

Verderop in de rapportage wordt, zonder onderbouwende berekeningen, ingegaan op de mogelijkheden om in een transitiefase van energiebesparing bij woningen en gebouwen ook een aflevertemperatuur van 55-70°C aan te bieden in woningen. Zie hiervoor paragraaf 6.4.

3. Het plangebied: Loyola e.o.

Het plangebied komt overeen met het gebied dat is gekozen om een uitvoeringsplan te maken voor een aardgasvrije wijk. Dit gebied is in Figuur 6 weergegeven.



Figuur 1: Geografische kaart met de deelgebieden van Loyola en omgeving

Uitgesloten buurten

In **buurt A** is al een WKO-systeem met [warmtenet](#) operationeel, dat in de periode 2021 – 2022 is gerealiseerd. Dit gebied blijft buiten de scope van dit onderzoek.

In **buurt O** worden nu [nieuwe woningen](#) gebouwd. Hier stond het zorgcentrum de Braacken. Ook **buurt O** blijft buiten de reikwijdte van de studie omdat de woningen hier worden voorzien van een eigen systeem voor verwarming en koeling.

Meegenomen ontwikkelingen

In **buurt D** komen naast de in 2020 opgeleverde 53 woningen nog 120 – 160 nieuwe woningen. Die zijn wel meegenomen binnen de reikwijdte van het onderzoek.

Op **punt “d”** staat een multifunctioneel school complex, Het Kwartier. Er worden [plannen](#) ontwikkeld voor uitbreiding, eventueel verplaatsing van een van de twee basisscholen naar een andere locatie in de wijk.

4. Beoordeling ondergrondse ruimte

De benodigde ondergrondse voorzieningen voor een warmte en koude net met de distributieleidingen, de energiecentrale en Warmte en Koude Opslag (WKO) lijken op voorhand niet tot beperkingen te leiden.

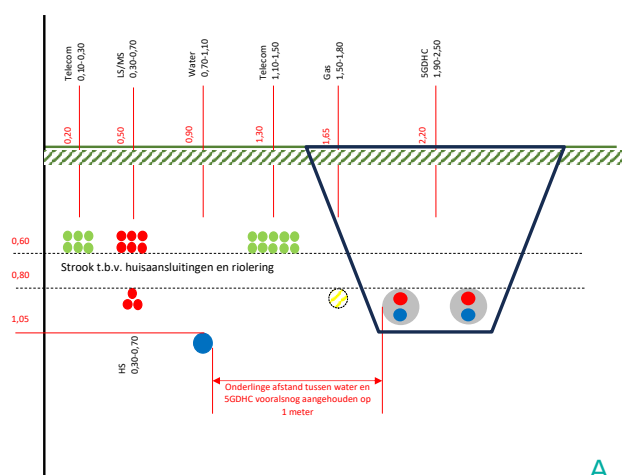
Het zal passen en meten worden in de bestaande weg- en straatprofielen (inclusief trottoirs en bermen). Dat geldt ook daar waar plantsoenen of openbaar groen moet worden doorkruist.

Obstakels kunnen de vele ondergrondse kabels en leidingen en de aanwezige (en nog geplande) bomen zijn.

De situatie in Vught-Noord is niet fundamenteel afwijkend van plaatsen waar vergelijkbare leidingen voor een warmte- en koude net zijn aangelegd. Daar waar elders oplossingen zijn gevonden kunnen die hier ook worden gecreëerd.

4.1. Warmte en koude distributieleidingen

Op 31 augustus 2023 zijn de benodigde ondergrondse voorzieningen voorgelegd aan een viertal specialisten van de gemeente Vught, die allen ervaring hebben met ondergrondse werken en gebiedsregie. Tijdens deze bespreking is het Vughtse standaard straatprofiel overhandigd, waarin de ligging van kabels en leidingen zijn meegenomen. Dit profiel, dat niet is opgenomen in deze rapportage, is krappere qua maatvoering dan de landelijke profielen, die de basis vormen voor het sleufprofiel in Figuur 2-A.

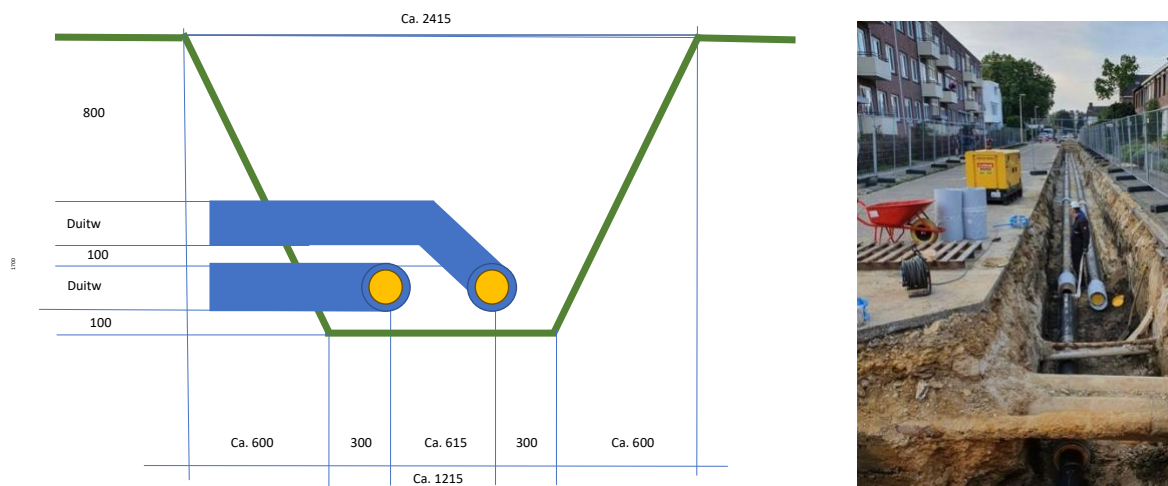


4-pijps DUO [2 parallelle leidingen]				
DN	Duitw [mm]	dekking [cm]	sleufdiepte [cm]	bodem-breedte [cm]
20	100	80	100	60
25	125	80	103	65
32	150	80	105	70
40	180	80	108	76
50	200	80	110	80
65	275	90	128	95
80	300	90	130	100

In het algemeen lopen de middellijnen uiteen van DN25 tot DN100 terwijl het netwerk wordt uitgevoerd als 2 parallelle zogenaamde DUO-buisleidingen (2 pijpen in 1 buisleiding).

Figuur 2: (A) Straatprofiel met warmte en koude net (5GDHC) en (B) tabel met effect van buisdiameter van DUO-leidingen op dekking, sleufdiepte en bodembreedte

Een concept sleufprofiel voor een 2-pijps clusterleiding is weergegeven in Figuur 3 met daarbij een foto van een gerealiseerde sleuf.

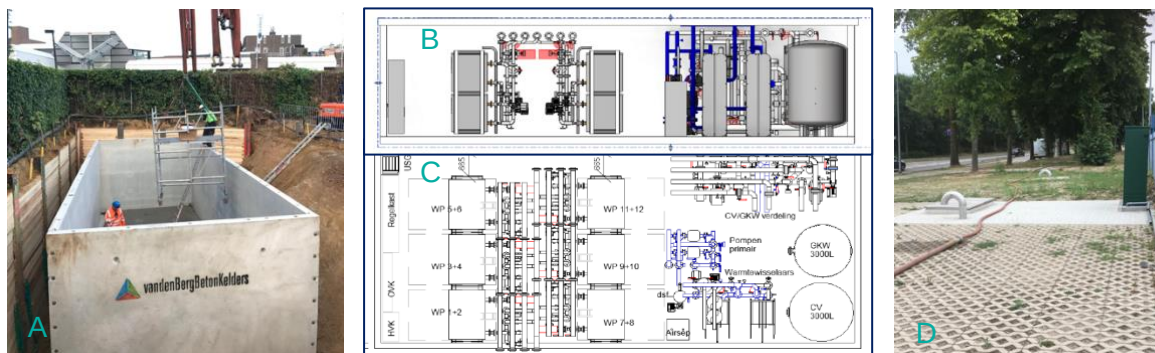


Figuur 3: Concept sleufprofiel voor DN200 duo-leiding met rechts een foto van een gerealiseerde sleuf

4.2. Energiecentrale en Warmte en Koude Opslag (WKO)

In de ondergrondse energiecentrale wordt de installatie met de collectieve warmtepompen en daarbij benodigde appendages, buffervaten en elektriciteitsvoorzieningen aangelegd. De voorbeelden in Figuur 4 zijn ontleend aan situaties in Brunssum en Heerlen, waar een vergelijkbaar systeem operationeel is.

Ter indicatie: een standaard ondergrondse energiecentrale heeft een buitenwerkse afmeting van circa 12*5,5*3,5 meter (Figuur 4-A). Afhankelijk van het op te stellen vermogen wordt de energiecentrale voorzien van het benodigde aantal warmtepompen. Een standaard ondergrondse energiecentrale heeft ruimte voor maximum 12 collectieve warmtepompen (Figuur 4-C).



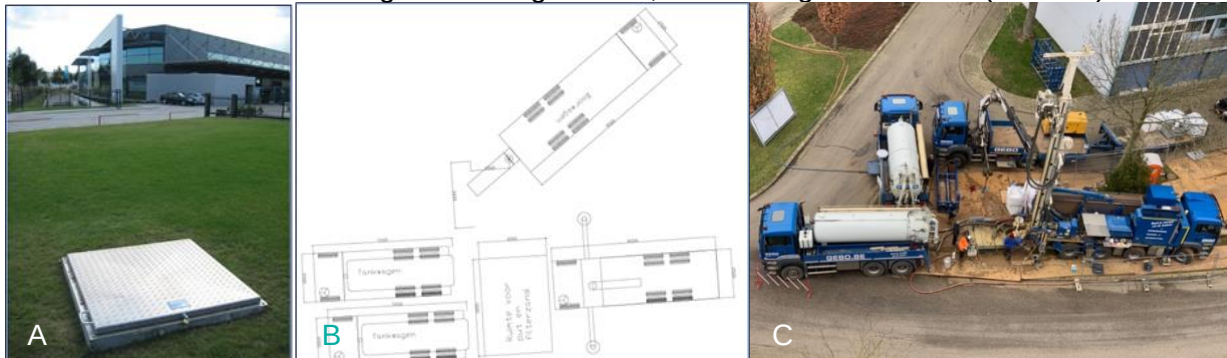
Figuur 4: (A) foto van ondergrondse kelder, (B) vooraanzicht van installatie in kelder, (C) bovenaanzicht installatie in kelder en (D) foto van straatbeeld van ondergrondse kelder

Om de warmtepompen te voorzien van duurzame energie worden die waterzijdig aangesloten op een Warmte Koude Opslagsysteem (WKO).

In het straatbeeld is alleen een putdeksel te zien (Figuur 5-A). Voor een WKO is een warme en een koude bron noodzakelijk. Iedere bron wordt op maaiveldniveau voorzien van een put (1400*1400 mm met een diepte van 1000 mm) met afsluitbaar toegangsdeksel. De put dient voor onderhoud voor vrachtverkeer bereikbaar te blijven.

Deze bronnen moeten worden geboord met boorwagens. Om te kunnen boren is er ruimte nodig voor het materieel (Figuur 5-B en Figuur 5-C). De benodigde werkruimte bedraagt tijdens het boren ca. 20*15 m². Het vraagt enkele dagen om de bronnen te boren.

De technische voorzieningen (pompen, warmtewisselaar e.d.) voor een WKO worden direct naast de kelder voor de energiecentrale gebouwd, ook ondergronds in een (kleinere) kelder.



Figuur 5: (A) Foto van straatbeeld van put met afsluitbare deksel, (B) plattegrond voor ruimtebeslag materieel voor boren van bronnen en (C) foto van gebruikt materieel (bron foto's en plattegrond: GEBO bv)

5. Beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen

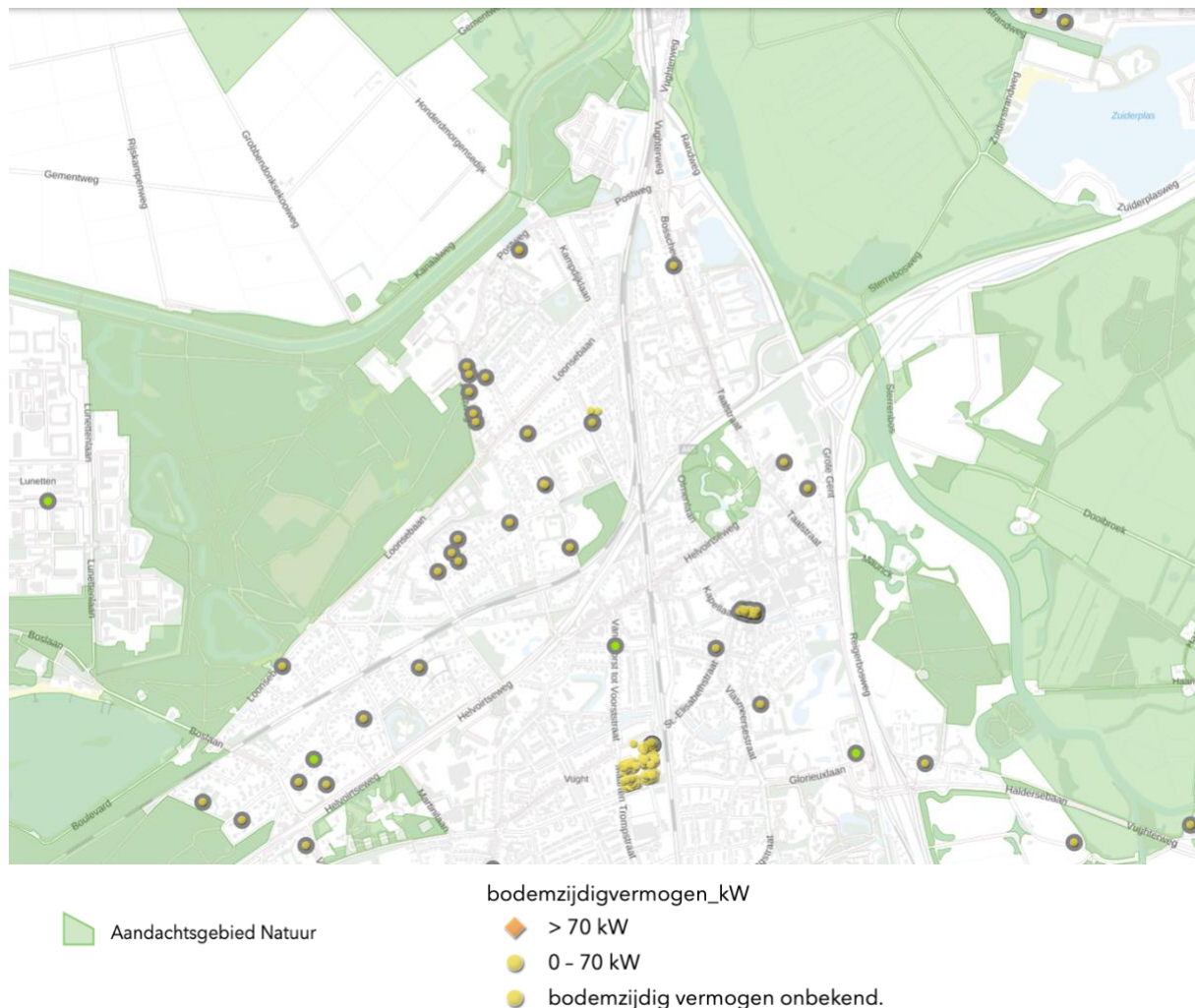
In het plangebied en de directe omgeving daarvan zijn mogelijkheden voor:

- Bodemenergie met Warmte Koude Opslagsystemen (WKO)
- Aquathermie, met name:
 - Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO)
 - Thermische Energie uit Afvalwater (TEA)

Er is (meer dan) voldoende duurzame energie beschikbaar uit de hiervoor genoemde bronnen om alle woningen en gebouwen in het plangebied te voorzien van warmte en koude voor ruimteverwarming en om verwarmd tapwater aan te bieden in de woningen.

5.1. Bodemenergie met Warmte Koude Opslagsystemen

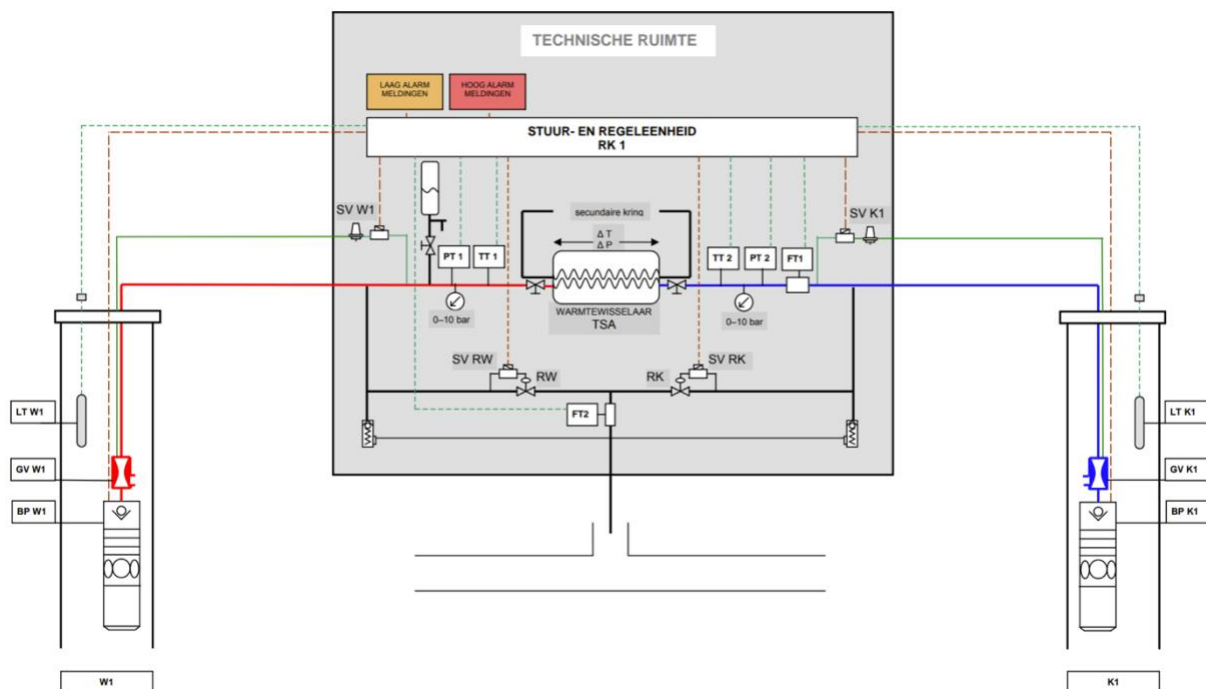
Met behulp van de landelijk beschikbare WKO-tool is gecheckt of in het plangebied een WKO-installatie in de grond mag worden gerealiseerd. Daar zijn geen beperkingen voor anders dan de Provinciale verordening, die, afhankelijk van de grondopbouw, limieten stelt aan de boordiepte. Op basis van de verordening van de Provincie Noord-Brabant levert dit geen beperking op voor de benodigde capaciteit voor warmte en koudeopslag en onttrekking. [Figuur 6](#) laat zien dat er geen beperkingen zijn. De kaart laat geen vergunde WKO's zien in het gebied.



Figuur 6: Geografische kaart met daarop aangemelde gesloten bodemenergiesystemen van de wijken in Vught (bron: WKO Tool)

Wel is bekend is dat er een WKO is in Fort Isabella. Uit contacten met de operationele beheerder van dit WKO-systeem blijkt dat de capaciteit nagenoeg volledig wordt benut voor de gebouwen van Fort Isabella. Een beperkte overcapaciteit is aanwezig. Vooralsnog is er (nog) niet op ingestoken om die te benutten voor nieuwbouw of bestaande woningen in het plangebied waarvoor deze studie wordt uitgevoerd.

Een Warmte Koude Opslagsysteem (WKO) bestaat uit een warme bron en een koude bron. In de winter halen de centrale warmtepompen warmte uit de warme bron. De warmtepompen wekken warmte op voor ruimteverwarming en warmtapwater. Daardoor ontstaat er koude die in de koude bron wordt opgeslagen. In de zomer wordt de koude uit de koude bron gehaald waarmee appartementen gekoeld kunnen worden. Door een ruimte te koelen wordt er warmte onttrokken uit de woning die vervolgens wordt opgeslagen in de warme bron. Het is wettelijk verplicht dat de warme en koude bron in balans zijn. In een woonwijk is er meer vraag naar warmte dan koude waardoor het Warmte Koude Opslagsysteem (WKO) niet in balans zal zijn. Om dit in balans te krijgen is een andere warmtebron nodig. Dit wordt ook wel de regeneratiebron genoemd, meer hiervoor in de volgende paragraaf (5.2). De werking van een WKO-installatie is geïllustreerd in Figuur 7.



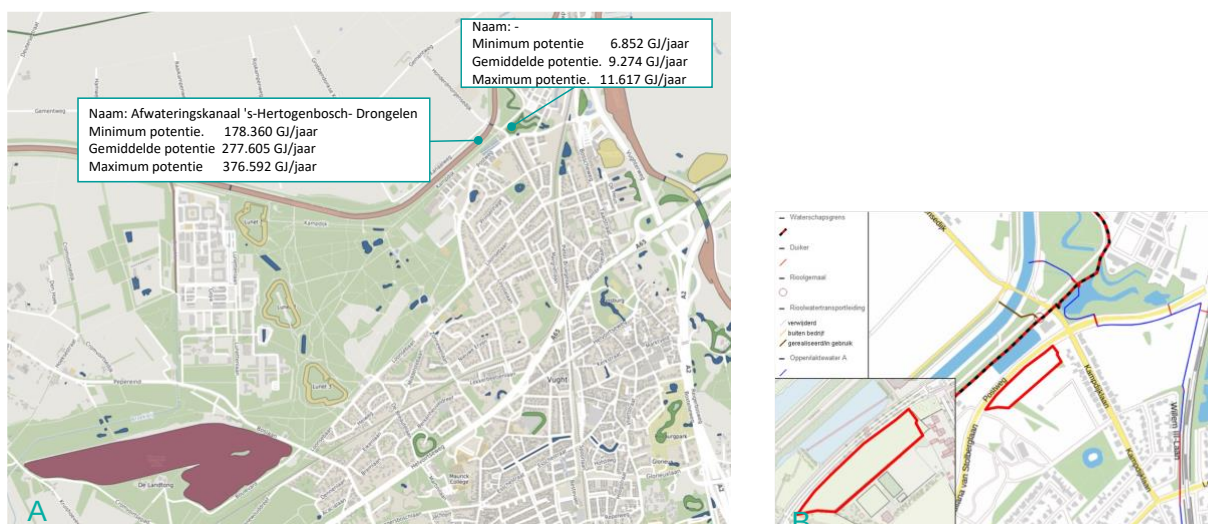
Figuur 7: Schema van een Warmte Koude Opslagsysteem (WKO) met de warme bron (links) en de koude bron (rechts). In de technische ruimte bevinden zich de warmtepompen met alle regeltechniek en de warmteoverdracht (secundaire kring) om de warmte/koude via leidingen in de schachten naar de appartementen te brengen.

5.2. Aquathermie

Voor een eerste indicatie van de mogelijkheden voor thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) is gebruik gemaakt van de digitale tool Aquaviewer.

Figuur 8 maakt duidelijk wat het potentieel is. Vooral het Drongelens Kanaal (afwateringskanaal tussen de Dommel en de Maas bij Drongelen) heeft een thermisch potentieel dat de behoefte in het plangebied ruimschoots overschrijdt.

Ook de vijver in de hoek tussen Postweg en Kampdijklaan heeft potentieel. Daarin watert de bermsloot af die ten zuiden van de Postweg loopt en ten westen van het spoor (tot aan de N65). Het hemelwater van deze bermsloot watert enkele tientallen meters noordoostelijk van de Kampdijkbrug af in het kanaal.



Figuur 8: (A) Geografische kaart met daarin het potentieel van thermische energie uit Oppervlaktewater met in de kaders de bandbreedte van het potentieel aan thermische energie van het oppervlaktewater (bron Aquathermieviewer). (B) Informatiekaart met gegevens over assets van Waterschappen (bron PDOK)

Er is nog een andere mogelijkheid om met aquathermie warmte te winnen. Nabij de Kampdijkbrug ligt zuidwestelijk het rioolgemaal Vught (Figuur 9). Met dit gemaal wordt vrijwel al het afvalwater van het dorp Vught naar het gemeentelijke rioolgemaal Helftheuvel in Den Bosch gepompt om vervolgens in de rioolwaterzuivering van Den Bosch te worden gezuiverd. Het afvalwater gaat direct met een duiker onder het kanaal door. Recent zijn de duiker en de persleiding vervangen en/of hersteld. De persleiding, zowel als het kanaal zijn in beheer bij het Waterschap Aa en Maas. Het Vughtse rioolgemaal is in beheer bij Waterschap de Dommel.



Figuur 9: (A) Foto van gemaal. (B) Locatie van gemaal uit Informatiekaart met gegevens over assets van Waterschappen (bron PDOK)

Met beide waterschappen heeft contact plaatsgevonden. De afvoergegevens van het rioolgemaal zijn bekend, maar het thermisch potentieel niet. Het waterschap Aa en Maas geeft aan dat zij het thermisch potentieel van het afvalwater wil behouden voor optimalisatie van de zuiveringsprocessen bij de waterzuivering. Bovendien is het lastiger om uit het vervuilde afvalwater warmte te winnen met warmtewisselaars dan uit oppervlaktewater. Omdat het thermisch potentieel van het oppervlaktewater in het Drongelens Kanaal ruim voldoende is wordt bij het vervolg daarvan uitgegaan.

Na het overleg met het Waterschap Aa en Maas op 27 september 2023 is informatie over het project toegestuurd voor gebruik door collega's bij het Waterschap.

De duurzame warmtebronnen (bodemenergie en aquathermie) worden beschouwd als (zeer) lage temperatuur bronnen. De temperaturen van het oppervlaktewater variëren van enkele graden boven nul in de winter tot zo'n 20°C in de zomer. De gemiddelde temperatuur van de warme bron van de WKO, waar warmte aan onttrokken wordt, varieert rond de 10-15°C.

Door de hoge onttrekkingsdebieten van het water kan door een temperatuurverschil van 3-7°C voldoende energie worden onttrokken aan het water die als duurzame warmtebron functioneert voor de collectieve warmtepompen in de energiecentrale. Dat gebeurt door middel van warmtewisselaars.

De onbalans die over een jaar ontstaat tussen de warme bron en koude bron kan in balans worden gebracht door regeneratie met deze aquathermie bron.

6. Conceptueel ontwerp van het warmte en koude systeem

In dit hoofdstuk wordt het gekozen concept voor het warmte en koude net beschreven en onderbouwd. Er is uitgegaan van een 5^e generatie warmte en koude net waarin 3 sectoren zijn opgenomen met voor elke sector een ondergrondse energiecentrale en een Warmte en Koude Opslag (WKO).

6.1. Korte uitleg 5^e generatie warmte en koude net

Een 5^e generatie warmte en koude net kenmerkt zich door maximaal energie uit te wisselen binnen het net. Binnen de sector zelf kan energie uitgewisseld worden. Zodra sectoren met elkaar verbonden worden met clusterleidingen dan kunnen de sectoren onderling ook energie uitwisselen.

Met de duurzame warmtebron en de WKO als voeding kunnen warmtepompen de temperatuur verhogen naar zo'n 30-45°C. Voor geïsoleerde woningen met een warmtevraag tussen de 30 – 60 kW/m².jaar is dat een goede aanvoertemperatuur voor ruimteverwarming in de woning of het gebouw. Deze temperatuur is onvoldoende hoog voor warm tapwater. Op de wijze waarop warm tapwater wordt gemaakt wordt ingegaan in paragraaf 6.2.

De warmtepompen worden op een centraal punt in de wijk opgesteld in een ondergrondse energiecentrale. De duurzame warmte vanuit de WKO wordt met een twee-pijps-systeem naar de energiecentrale gedistribueerd. Via de ene leiding wordt water uit de WKO-bron toegevoerd en via de andere leiding wordt water retour gestuurd richting WKO. Afhankelijk van de bedrijfssituatie van de warmtepomp (verwarmen of koelen) is de retour respectievelijk kouder of warmer dan de aanvoer.

Achter de energiecentrale is een 4-pijps-systeem voorzien. Dit wordt het sectornet genoemd. Achter de energiecentrale kunnen zo'n 200 – 300 woningen worden aangesloten. Het exacte aantal is afhankelijk van de woninggrootte, de warmte en koude vraag per woning, de gelijktijdigheid van de energievraag en de woningdichtheid (aantal woningequivalenten per oppervlakte).

Door het 4-pijps-systeem kunnen in een sector verschillende woningen op hetzelfde moment worden voorzien van koeling als van verwarming. Voor het comfort bij bewoners en gebruikers van gebouwen is dat belangrijk. Met name in de overgangsseizoenen (lente en herfst) kan de individuele vraag van bewoners sterk verschillen, afhankelijk van de gebruikssituatie van de woning of het gebouw. Wel brengt het 4-pijps-systeem hogere kosten met zich mee, maar biedt de mogelijkheid dat alle klanten van het systeem individueel hun warmte en koude behoefte kunnen regelen. Daardoor wordt het systeem, qua comfort, vergelijkbaar met een individuele warmtepomp.

Het verliest daarmee ook fundamenteel het karakter van een midden temperatuur warmtenet die een midden temperatuur warmtebron heeft, Dit type net levert alleen warmte.

In iedere energiecentrale is een buffer voorzien (2-4 m³) om piekvraag vanuit een sector te kunnen opvangen zonder dat een grotere capaciteit van de warmtepomp(en) op voorhand noodzakelijk is. Deze warmtebuffering heeft een andere functie dan de Warmte en Koude Opslag (WKO). Een WKO kan warmte en koude opslaan voor het komende seizoen terwijl een buffer in een energiecentrale vooral de piekvraag moet kunnen opvangen. In het gebied kunnen ook (ondergrondse) warmtebuffers aangelegd worden op de opslagcapaciteit significant te vergroten.

In woonwijken waar dominant woonhuizen staan zal over het algemeen meer warmte worden gevraagd dan koude over de vier seizoenen samen. De warmte en koude bron moet op basis van haar vergunning over een jaar nagenoeg in balans zijn. Dit betekent dat er warmte moet worden toegevoerd aan de WKO (regenereren) om het WKO-systeem in balans te houden.

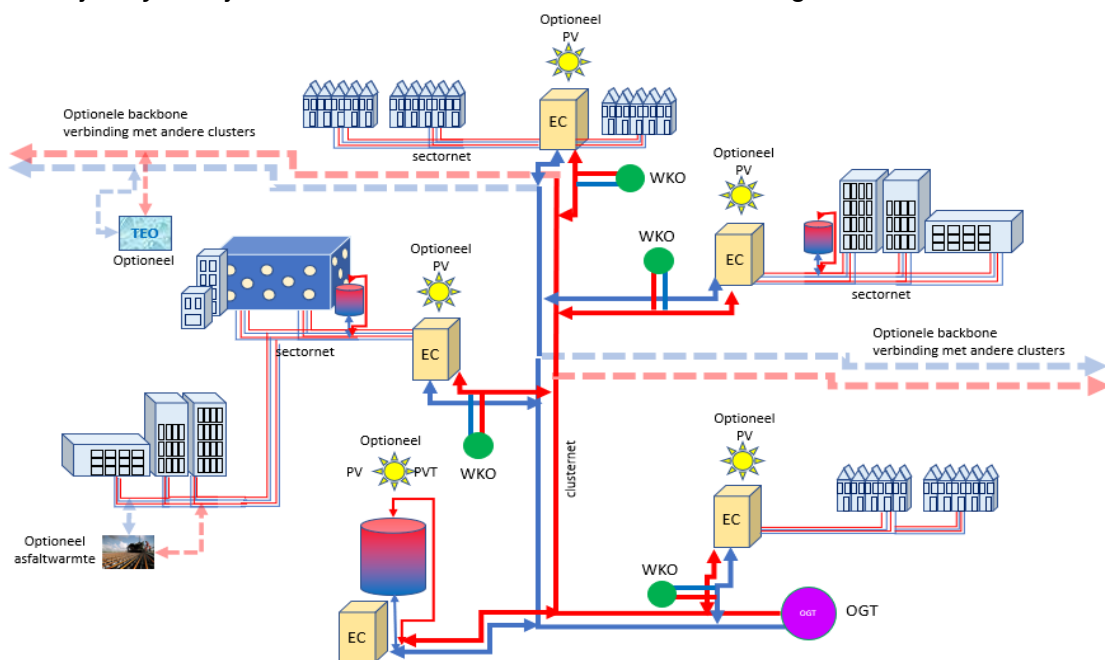
Dat kan worden gedaan door hiervoor het water vanuit de Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) te gebruiken. Wanneer een TEO-systeem, inclusief de leidingen naar de WKO's, niet haalbaar zou blijken dan kan het regenereren ook dicht bij de WKO-installatie worden gedaan met een zon-thermisch systeem of met een zogenaamde dry-cooler. Zo'n dry-cooler wordt landelijk vaak gebruikt bij WKO's, maar verbruikt meer elektriciteit dan zonthermie of TEO. Op lange termijn gaat de voorkeur niet uit naar een dry-cooler. Omdat het Drongelens Kanaal dicht bij het plangebied ligt is in het concept voor Loyola e.o. uitgegaan van TEO.

De energiecentrale is vraag gestuurd en wordt softwarematig zo aangestuurd dat kan worden geanticipeerd op regelmatig voorkomende vraagprofielen vanuit de woningen in de sector. Zo kunnen buffers in het systeem optimaal worden benut en kan zelfs worden gestuurd op het optimaliseren van inkoop van elektriciteit.

Als het systeem in het gebied zelfstandig elektriciteit kan produceren met (bijvoorbeeld) zonnepanelen dan is het mogelijk de volledige elektriciteitsvraag van het systeem duurzaam op te wekken. Daarmee wordt de CO₂-uitstoot van het systeem in de exploitatiefase nihil en is het concept volledig fossielvrij.

De totale systeemconfiguratie van een 5^e generatie warmte en koude net is geïllustreerd in Figuur 10. Een 5e generatie warmte en koude net kan naast een Warmte en Koude Opslag (WKO) en Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) ook andere duurzame warmtebronnen hebben zoals Ondiepe Geothermie (OGT), zonnecollectoren (PVT) asfaltwarmte, restwarmte van datacenters (datathermie) of andere koelprocessen (bijvoorbeeld koelingsinstallaties van supermarkten).

Voor de wijk Loyola zijn deze niet beschikbaar of niet de meest logische keuze.



Figuur 10: Systeemconfiguratie van een 5e generatie warmte en koude net (afkortingen PV: fotovoltaïsche zonnepanelen (elektrisch), PVT: fotovoltaïsche en thermische zonnepanelen (elektriciteit en warmte), WKO: Warmte en Koude Opslag, EC: Energie Centrale met collectieve warmtepompen, TEO: Thermische Energie uit Oppervlaktewater, OGT: Ondiepe Geothermie)

6.2. Levering van warm tapwater

Warm tapwater moet om volksgezondheidsredenen regelmatig boven een temperatuur van 60°C worden gebracht. Dat voorkomt het ontstaan van legionella in het warm tapwater circuit van de woning. Overigens wordt douchewater over het algemeen gebruikt op een lagere temperatuur, ordegrootte 37°C. De hogere temperatuur is dus niet gewenst vanuit comfort, maar vanwege veiligheidsredenen.

De warmtepompen in de energiecentrale worden, normaliter, ingesteld op de levering van 30-45°C. Dat is voldoende voor ruimteverwarming, maar niet voor warm tapwater in de woning. Bij deze instelling is een afzonderlijke oplossing in de woning nodig of in een gebouw waar warm tapwater wordt gebruikt.

In het voorgestelde concept is dat een boosterwarmtepomp, bijvoorbeeld een Metrotherm.

Die is, inclusief voorraadvat, in de figuur afgebeeld.

De afmetingen zijn:

- Hoogte 157 cm
- Breedte 60,3 cm
- Diepte 62,0 cm
- Gewicht 98 kg

De boosterwarmtepomp wordt direct aangesloten op het collectief systeem voor ruimteverwarming in de woning. Er is geen buitenunit nodig, zoals bij een lucht-warmtepomp voor tapwater of ruimteverwarming.

Het boilervat heeft een grootte van 190 – 260 liter, afhankelijk van het type woning en de gezinssamenstelling.

In het apparaat is de warmtepomp geïntegreerd die de temperatuur in het boilervat kan verhogen tot 60-65°C.

De boosterwarmtepomp kan in een bestaande woning worden geplaatst nabij de locatie waar nu de Cv-ketel is die voor het warme tapwater zorgt. Het apparaat heeft een drinkwater-voeding nodig, die in de regel nabij de Cv-ketel aanwezig is.

Voor de elektrische voeding in de woning wordt een afzonderlijke groep aanbevolen die vaak nog moet worden aangelegd in een bestaande woning.

Daar waar verderop in de rapportage de eindgebruikerslasten worden berekend voor een warmte en koude net zijn de kosten van aanschaf en exploitatie van de boosterwarmtepompen meegerekend. Uitgangspunt is dat de boosterwarmtepomp eigendom is van de exploitant van het warmte en koude net en dat die ook door de exploitant wordt onderhouden.



Boosterwarmtepomp met voorraadvat (bron: Nathan)

6.3. Gevolgen voor bestaande woningen

De gewenste temperatuur in een leefruimte varieert zo tussen 18 en 22°C. Dat is veel lager dan de afgiftetemperatuur aan de binnen installatie (radiatoren, convectoren, vloer- of wandverwarming, pompen en leidingen). Dat is logisch, omdat er warmte verloren gaat en omdat de warmte moet worden overgedragen aan de lucht in de woning of het gebouw.

Maar in een geïsoleerde en zorgvuldig geventileerde verblijfsruimte kan de aanvoertemperatuur veel lager zijn dan de gebruikelijke 70-90°C van de Cv-ketel.

Er zijn landelijke campagnes die de bewoners uitnodigen om hun woning (met Cv-ketel) te verwarmen op 50-55°C. Uit landelijk onderzoek in het Warming Up programma blijkt dat 60% van de Nederlandse woningen prima bij deze temperatuur verwarmd kunnen worden.

Bovendien worden niet alle ruimtes van de woning gelijktijdig benut en zijn er, afhankelijk van het gebruik en de gezinssamenstelling, maatwerk oplossingen mogelijk. Daarbij valt te denken aan meerdere thermostaatregelingen in de woning, gebruik van infrarood-panelen (IR) in ruimten die incidenteel intensief worden gebruikt of andere op één ruimte gerichte, door elektriciteit gevoede, warmtebronnen of koelingen.

Toch is het bij toepassing van het voorgestelde concept van belang om de energievraag van de woning te beperken tot de ordegrrootte van 30 – 60 kWh/m².jaar. Des te lager de energievraag is, des te compacter kan het systeem (infrastructuur en installaties) worden ontworpen. Bovendien kunnen de duurzame warmtebronnen dan veel meer mensen van energie voorzien.

In een collectief systeem is het dus gewenst om de woning voldoende te isoleren en kieren te dichten. Naarmate meer warmte wordt vastgehouden in de woning is het ook van belang om:

- Goed te ventileren en warmte terug te winnen uit ventilatielucht
- Koeling in de woning te hebben voor warme zomerdagen. Warmte door zoninval kan de woning immers moeilijk verlaten als een woning goed geïsoleerd is en kan leiden tot accumulatie en hoge binnentemperaturen, die slecht zijn voor het comfort. Bij kwetsbare mensen kan het zelfs leiden tot gezondheidsklachten.

Bij aansluiting op een warmte en koude net wordt in de woning een afleverset geplaatst. Dit is een apparaat dat in de regel wordt geplaatst dicht bij de plaats waar de vier leidingen van het sectornet de woning binnen komen (Afleverpunt). De afleverset zorgt ervoor dat de binnenkomende warmte en koude (vraag gestuurd) wordt afgegeven aan de binnen installatie en het watercircuit voedt voor de boosterwarmtepomp.

De figuur hiernaast geeft een indruk van een afleverset.



Afleverset (bron: Nibe)

In een bestaande woning is het zaak om door middel van een maatwerk aanpak oplossingen te vinden voor de plaats(ing) van:

- De afleverset (vaak in de omgeving van de meterkast)
- De boosterwarmtepomp (vaak in de omgeving van de Cv-ketel)
- Een balans ventilatiesysteem met warmteterugwinning.

Als een woning natuurlijke ventilatie heeft of een eenvoudige mechanische ventilatie (bijvoorbeeld alleen de toilet, douche en keuken) dan is het vinden van ruimte voor aanleg van een ventilatiesysteem soms een lastige opgave. Zeker als dat ook nog gecombineerd wordt met een balans ventilatiesysteem met warmteterugwinning.

De afweging om tot aanleg hiervan over te gaan is belangrijk. Wanneer de woning namelijk wordt verwarmd met een lagere temperatuur afgiftesysteem dan bestaat er een reëel risico dat bewoners koude klachten ervaren wanneer de ventilatielucht via roosters in de ramen de leefomgeving bereikt. Een balans ventilatiesysteem voorkomt deze koude klachten doordat de buitenlucht eerst wordt opgewarmd door warmte terug te winnen uit de afgezogen ventilatielucht.

Wanneer in een wijk meerdere woningen van vergelijkbaar type en bouwjaar zijn kan door een collectieve aanpak individueel maatwerk worden beperkt. Er kunnen dan gestandaardiseerde

oplossingen worden gekozen of gemodificeerd, waardoor de ingreep in de woning qua voorbereiding en uitvoering eenvoudiger (en goedkoper) wordt.

Naast een warmtevraag bestaat er in goed geïsoleerde woningen ook een koude vraag. Naast maatregelen zoals zonwering op zon-belaste ramen kan ruimtekoeling bij een warmer wordend buitenklimaat wenselijk zijn. Een warmte en koude net voorziet een woning van koeling. De capaciteit van de koeling is wel begrensd waardoor het niet dezelfde prestatie haalt als een airconditioning unit.

In veel gevallen wordt de toegevoerde ventilatielucht in een balansventilatiesysteem gekoeld. Het warmte en koude net kan zodoende koude leveren aan het ventilatiesysteem. Een andere mogelijkheid om woningen van koude te voorzien is de radiatoren te vervangen door convectoren die kunnen verwarmen en koelen.



*Warmtewisselaar voor koeling ventilatielucht
(bron: Zehnder)*



*Convactor voor verwarmen en koelen
(bron: Jaga)*

6.4. Een midden temperatuur net als alternatief?

Naast het uitgewerkte concept gebaseerd op een laagtemperatuur net (LT-net) is er nog een alternatief om de woningen van warmte en koude te voorzien, een net met hogere distributietemperaturen. Dit wordt een midden temperatuur warmtenet (MT-net) genoemd.

Veelal is er voor een midden temperatuur net een midden temperatuur warmtebron in de omgeving nodig, bijvoorbeeld Ondiepe Geothermie (OGT). Als er geen midden temperatuur warmtebron aanwezig is maar alleen laag temperatuurbronnen zoals Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) dan kunnen hoog temperatuur warmtepompen toch een midden temperatuur warmte opwekken.

De verschillen tussen een LT-net en een MT-net zijn in Tabel 1 aangeduid.

Tabel 1: Verschillen tussen LT-net en MT-net met betrekking tot aflevertemperatuur, type warmtepomp, warm tapwater bereiding en geschiktheid voor warmtevraag

Type	Aflevertemp.	Warmtepomp	Tapwater	Warmtevraag (kWh/m ² .jaar)
LT-net	30 – 45°C	Regulier	Booster WP	30 – 60
MT-net	55 – 70°C	Hoge Temp (HT)	Afleveret	60 – 90

Binnen de systeemconfiguratie zoals hiervoor uitgelegd kunnen de warmtepompen in de energiecentrale vervangen worden door een type dat hoge temperaturen (HT) kan leveren. Die warmtepompen zijn de laatste jaren technisch en technologisch goed ontwikkeld.

Het elektriciteitsverbruik van zo'n HT-warmtepomp is hoger. Daarvoor moet dus meer duurzaam op te wekken elektriciteit komen.

Bij relatief nieuwe woningen (bouwjaar na 2000) in een sector mag verwacht worden dat zonder al te grote ingrepen in de woning een LT-systeem zal voldoen.

Bij woningen met een bouwjaar na 1990 volgt dat uit een warmte-beoordeling van de woning, bijvoorbeeld met SmartTwin zoals dat in het uitvoeringsplan voor Loyola e.o. wordt aangeboden.

Als de isolatie of ruimtelijke inpassingsopgave bij oudere of minder goed geïsoleerde woningen heel groot is dan kan worden overwogen om die woningen te groeperen in één sector met eigen energiecentrale. In die energiecentrale kan dan een hogere aflevertemperatuur worden ingesteld.

Deze oplossing met lokaal middentemperatuur kan ook worden uitgewerkt als een transitie pad om bewoners zo'n 10-15 jaar extra tijd te geven om hun woning te verbeteren. Woningverbetering is immers ook in hun eigen belang omdat de energierekening bij lagere energievraag lager zal zijn.

Op andere plaatsen in het land worden MT-warmtenetten met een temperatuur van 70°C ontwikkeld, ook als er geen duurzame midden temperatuur warmtebron beschikbaar is.

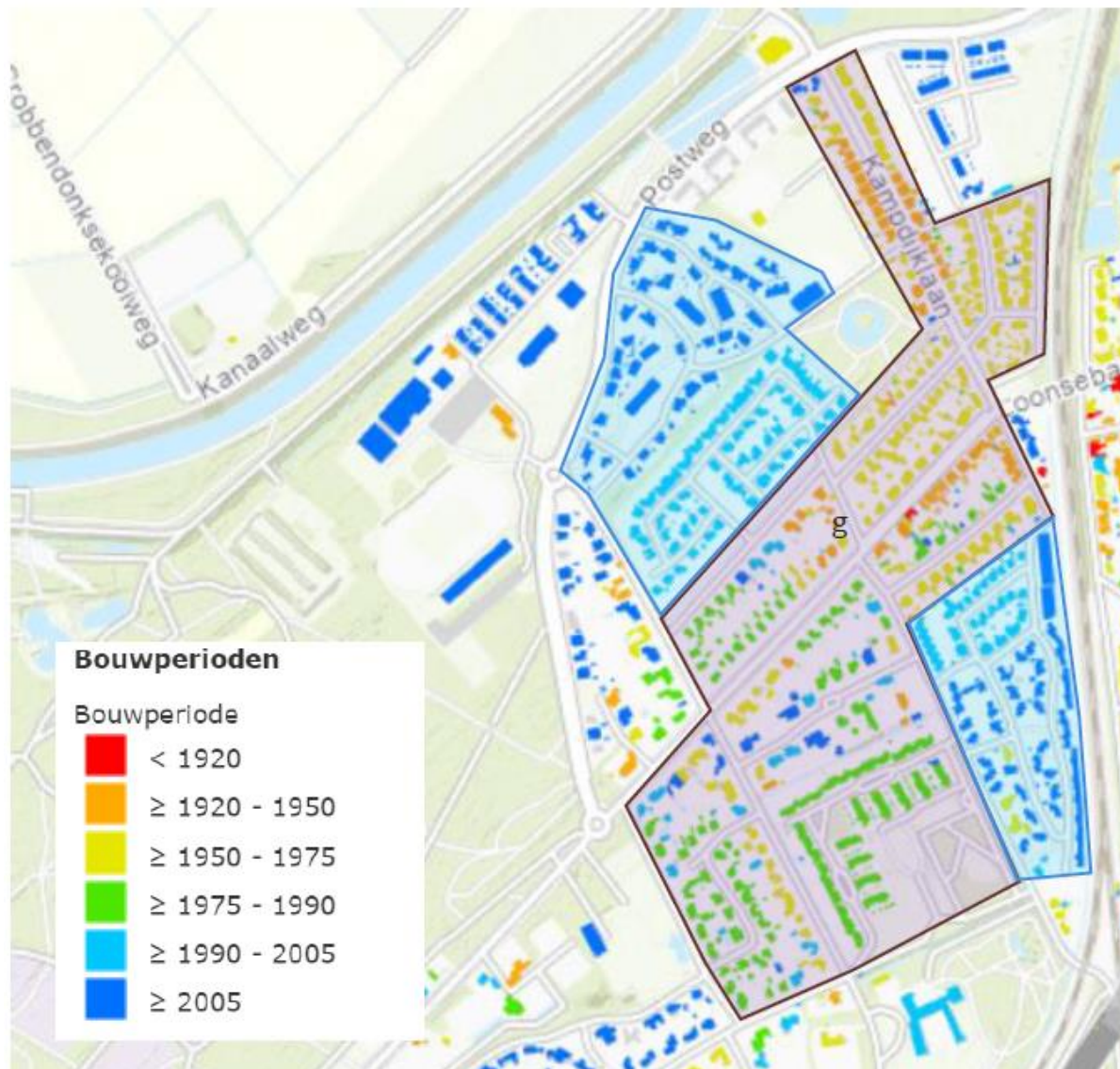
Deze oplossing biedt voordelen in wijken met veel woningcorporatiebezit, waar de corporatie geen budget kan vrijmaken in de komende 10-20 jaar om de woning geschikt te maken voor lage temperatuur warmte. In dat soort wijken is dikwijls een deel van de corporatiewoningen verkocht aan particulieren met weinig financiële mogelijkheden en zijn er vaak nog andere gebouwen in de wijk die verduurzamingsmaatregelen in het gebouw of de woning willen uitstellen. Bovendien wordt er in deze wijken ervaren dat het lastig is om systemen in de woning te installeren die koeling kunnen leveren. Daarom valt koude levering buiten de reikwijdte (scope) van zo'n 70°C-MT-warmtenet. Dit betekent waarschijnlijk dat mensen individueel oplossingen voor koeling gaan kiezen, bijvoorbeeld airco of varianten daarop, die elektriciteit verbruiken. Dit leidt op gebiedsniveau tot hogere belasting van het elektriciteitsnet.

Maatwerkoplossingen in de wijk met een energiecentrale waar HT-warmtepompen staan i.p.v. de reguliere warmtepompen voor 5^e generatie systemen kunnen in een eventuele vervolgfase voor de ontwikkeling van een warmte en koude net in Loyola e.o. worden meegenomen als variant op de in dit onderzoek doorgerekende business case.

7. Ruimtelijk ontwerp

Alvorens tot de ruimtelijk-technische uitwerking te komen zijn gegevens verzameld over de woningen, gebouwen en plannen in het gebied. Dat is gewenst om tot een logisch samengestelde indeling van sectoren te komen.

Om te beginnen is aandacht gegeven aan de bouwperioden in het plangebied. De bouwjaar van de woningen en gebouwen in het gebied zijn in Figuur 11 vermeld.



Figuur 11: Geografische kaart van de wijk Loyola en omgeving met daarin de bouwperioden van de woningen en gebouwen.

Op deze kaart wordt niet duidelijk dat de woningen in [het Buiten](#) (aan de Postweg, gebied B) ook jong zijn, oplevering in 2020.

De kaart is ontleend aan gegevens die door de gemeente Vught eerder zijn verstrekt in het kader van de bijdrage van 2RC aan de informatieavonden in april 2023.

De oorspronkelijke woongebieden aan de Kampdijklaan, Loonsebaan, Loyolalaan en Kennedylaan zijn vanaf de jaren 90 uitgebreid met nieuwe woningen. Daarom zijn er relatief veel goed geïsoleerde woningen in het plangebied. Gegevens over de woningen zijn ontleend aan kadastrale gegevens die zijn opgevraagd op woning- en straatniveau. Uit open databestanden zijn gegevens over de actuele energievraag ontleend. Van de woningen is het

bruto vloeroppervlak (BVO) opgevraagd omdat daarmee de toekomstige energievraag kan worden uitgerekend in het model dat gebruikt is voor het doorrekenen van de business case.

Er zijn niet alleen (grondgebonden) woningen in het gebied. Met name in het Stadhouderspark zijn er ook:

- Appartementencomplexen
- Een schoolgebouw met gymzaal
- Utiliteits- en kantoorgebouwen
- Een sportcomplex (atletiek)

De appartementencomplexen hebben meerdere eigenaren en de woningen worden verhuurd. In de Figuur 12 is een overzicht gegeven.



Figuur 12: Geografische kaart met eigenaren en VvE's van appartementencomplexen (Toelichting afkortingen: CvB: woningcorporatie Charlotte van Beuningen, BPD is een particuliere verhuurder/projectontwikkelaar.

Voor twee complexen zijn de huurders verenigd in een Vereniging van Eigenaren (VvE). De appartementencomplexen zijn relatief nieuw, ook als ze in historische militaire panden zijn gerealiseerd. Bij alle complexen wordt (nog) verwarmd met aardgas.

Voor het **schoolgebouw** het Kwartier worden uitbreidingsplannen gemaakt gebaseerd op renovatie en/of (ver)nieuwbouw. Er is gesproken op 28 augustus 2023 met de gemeentelijke projectleider en met de gemeentelijke beleidsmedewerker verduurzaming maatschappelijk vastgoed. Samen is doorgesproken welk te verwarmen oppervlak (BVO) aangehouden moet worden en wat de meest actuele planning is. Op dit moment is start bouw voorzien in het 3^e kwartaal 2026 en in gebruik name in 2028. Over het verwarmings- en koelingsconcept van het gebouw zijn nog geen keuzes gemaakt. Het huidige gebouw gebruikt aardgas.

Op 19 september 2023 heeft ook een gesprek plaatsgevonden met twee bestuursleden van de **stichting accommodatie Prins Hendrik** (het atletiek- en sportcomplex). Daar zijn al verduurzamingsmaatregelen genomen (zonnepanelen en een hybride luchtwarmte pomp). Het bestuur wil op een termijn van 2-3 jaar van het aardgas af zijn. Er ligt een zakelijke aanbieding voor een luchtwarmtepomp oplossing voor het gehele complex. Interesse in een WKO-oplossing is aanwezig, ook de kennis daarover bij een van de bestuursleden.

De utiliteits- en kantoorgebouwen zijn gevestigd in voormalige militaire objecten. Er hebben in dit kader geen afzonderlijke gesprekken met eigenaars en/of huurders plaatsgevonden.

In het **Isabellaveld** gaat de gemeente nieuwe woningen (laten) bouwen. Met de gemeentelijke projectleider is de planning, fasering en omvang doorgenomen. Hoewel de programmering nog niet exact bekend is wordt voor de rekendoeleinden in het business case-model uitgegaan van 145 woningen van 85 m² BVO. Die worden in twee fasen gerealiseerd. De gemeente hoopt op zeer korte termijn procedures af te ronden waarmee fase 1 bouwrijp gemaakt kan worden (mogelijk al in 2024). Daar zijn rekenkundig 85 woningen gepland. Fase 2 is aan de orde als het werk- en bouwterrein van ProRail in dit gebied is ontruimd (na de werkzaamheden aan het spoor i.h.k.v. het PHS-programma). Afronding is gepland in 2028-2029.

Er is in september 2023 een veldbezoek gebracht aan het gebied om vanuit zintuiglijke waarneming ruimtelijke verbanden te herkennen en obstakels voor een technisch-ruimtelijk ontwerp waar te nemen.

Er is een onderscheid gemaakt in het gebied naar vijf woningtypen:

- Vrijstaand
- 2/1 kap
- Rijwoningen (hoek of eind)
- Rijwoningen (tussen)
- Appartementen

7.1. Keuze van sectoren

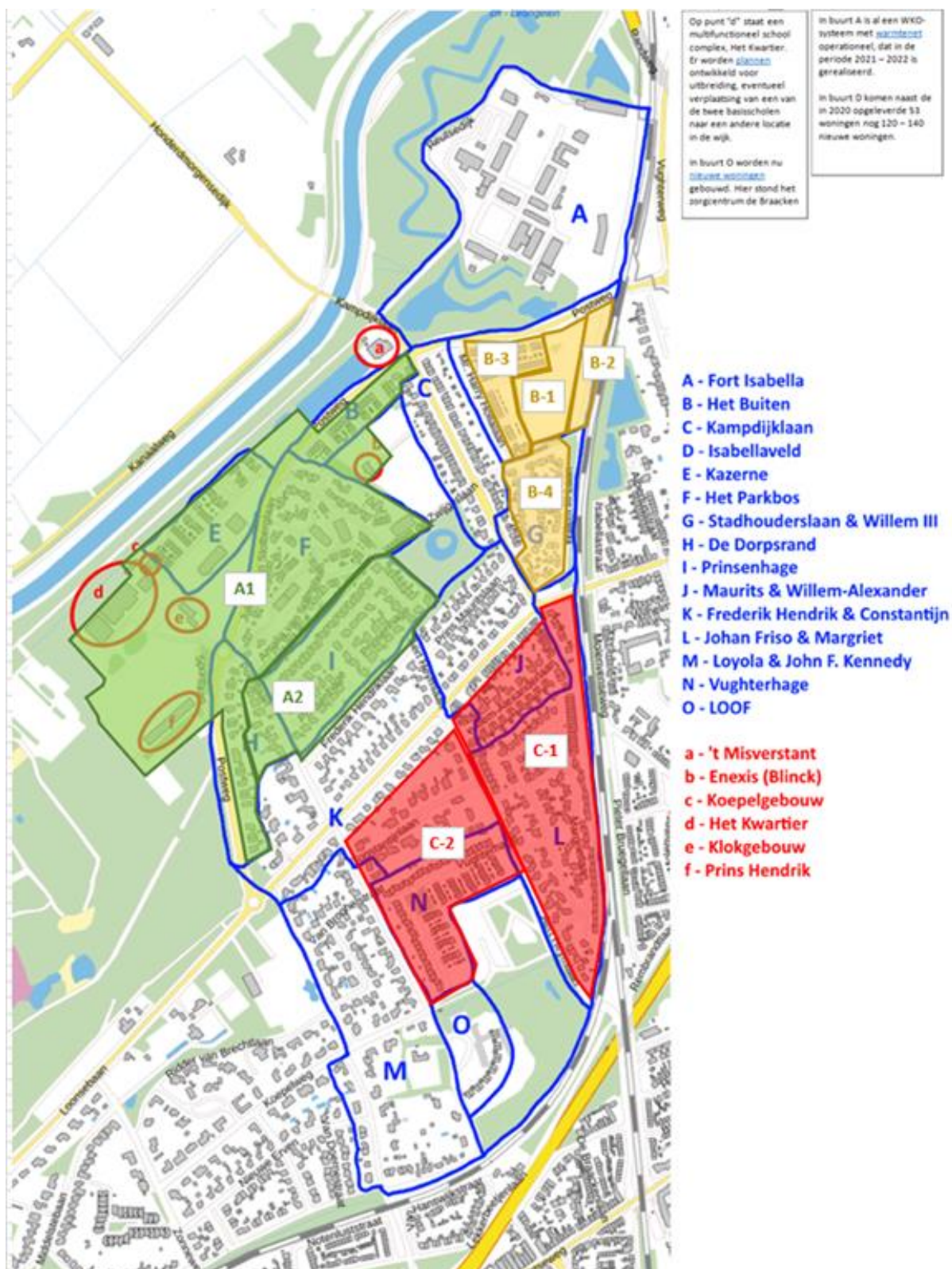
Binnen het plangebied is een keuze gemaakt voor drie gebieden die qua samenhang een sector met een eigen energiecentrale (zouden) kunnen vormen.

Die samenstelling is vooral gedaan om te kunnen rekenen. Bij een eventueel vervolg kunnen grenzen opnieuw bepaald worden en kan op detailniveau worden bekeken wat het betekent als meer of minder woningen in een sector aanwezig zijn.

Sector A omvat de buurten en objecten: Het Buiten, Het Kwartier, Het Parkbos, Kazerne, Klokgebouw, Koepelgebouw, Prins Hendrik, De Dorpsrand (A-1) en Prinsenhage (A-2). Dit is het groene gebied.

Sector B omvat: nieuwbouw in het Isabellaveld (145 woningen van 85 m² BVO, B-1 en B-2) bestaande woningen in het Isabellaveld (53, aardgasvrij, B-3) en de bestaande bebouwing in de buurt Stadhouderslaan en Willem III-laan (B-4). Dit is het gele gebied.

Sector C omvat de buurten Vugtherhage en Johan Friso en een deel van de buurten Constantijn en Alexander. Dit is het rood gemarkeerde gebied.



Het wit gemarkeerde gebied is buiten beschouwing van de eerste berekeningen gelaten. De reden hiervoor is de relatief grote afstand tussen de woningen. Op voorhand is daarmee te voorspellen dat er relatief weinig aansluitingen komen op dezelfde lengte in het sectornet als bij een sectornet waar de woningen dichter op elkaar staan.

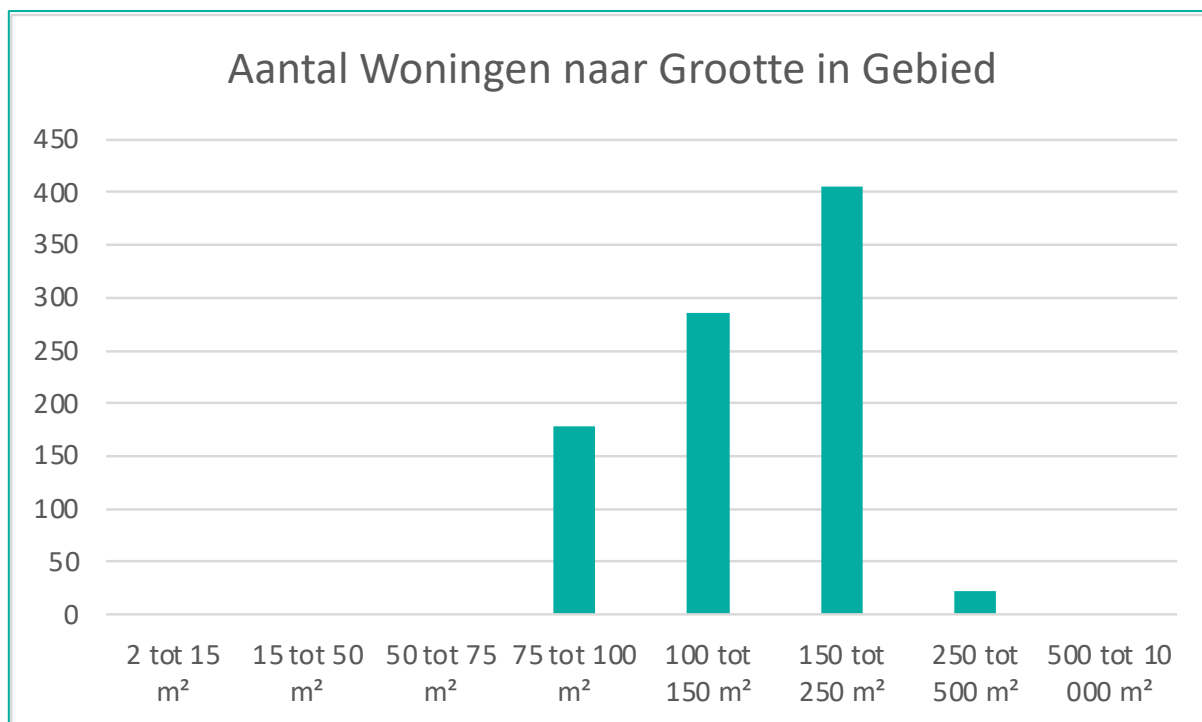
Bovendien bevinden zich hier vooral de woningen met een vroeg bouwjaar, waarbij, uitzonderingen daargelaten, verwacht mag worden dat de woningen meer moeten worden aangepast om op een laagtemperatuur warmte en koude net te kunnen aansluiten.

Bij een vervolg aan de uitwerking van een warmte en koude net in Loyola e.o. loont het de moeite om meer in detail naar het gebied te kijken om maatwerk oplossingen te zoeken op een gedetailleerder niveau dan nu mogelijk was om te komen tot een business case. Daar is op 6 november tijdens de informatieavond door enkele aanwezigen ook om gevraagd.

Samengevat gaat het in de drie geselecteerde sectoren om:

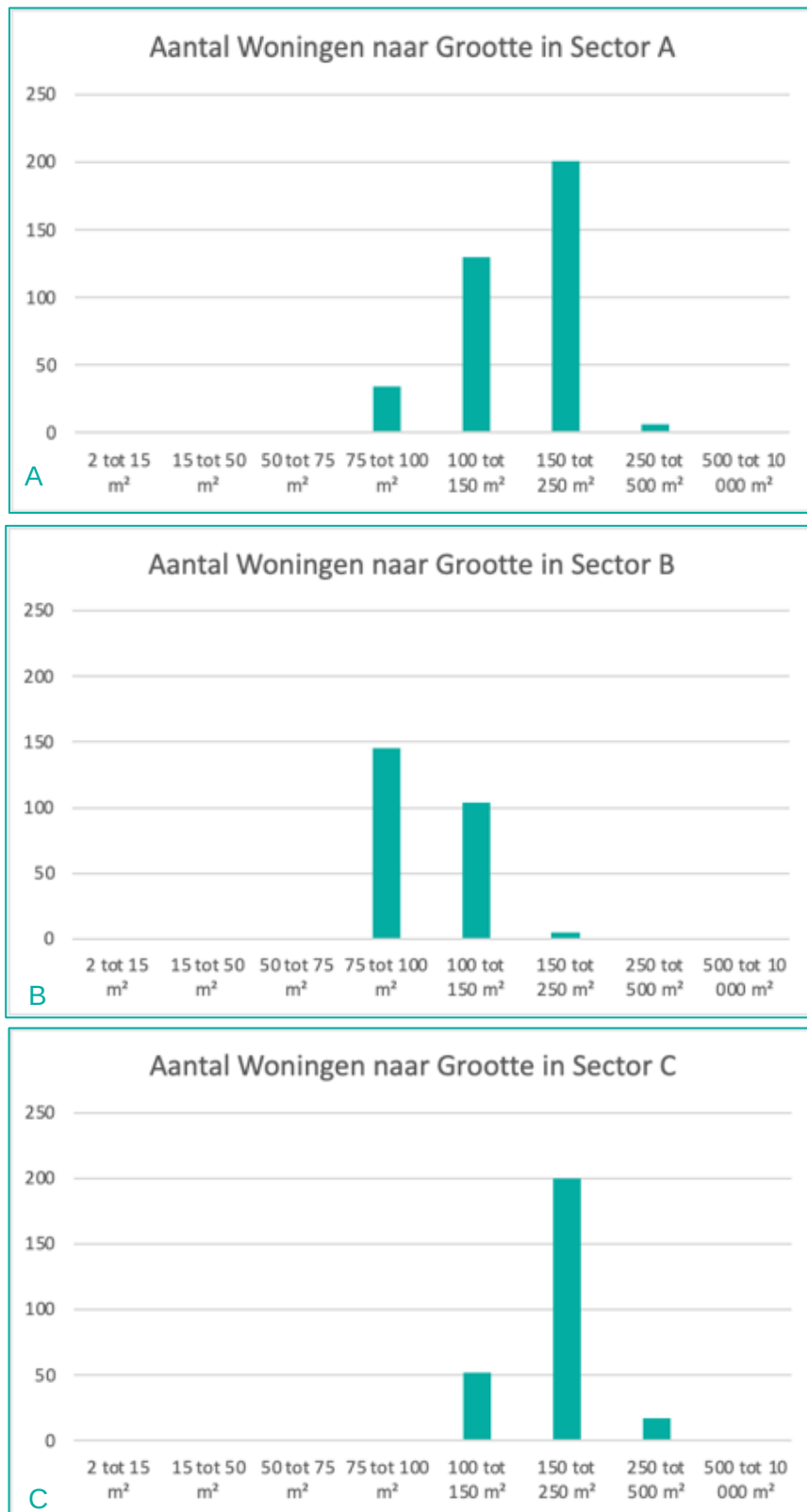
- **895 woningen** met in totaal 131.268 m² (bruto) vloeroppervlak
- **9 utiliteitsgebouwen** met in totaal 13.121 m² (bruto) vloeroppervlak

Het gaat, gemiddeld, om relatief grote woningen (gemiddeld 147 m² BVO). Een landelijke referentie is bijvoorbeeld de definitie van een woningequivalent (WEQ) die 130 m² BVO is. [Grafiek 1](#) laat de opbouw zien van woninggrootte in de wijk Loyola en omstreken.



Grafiek 1: Aantal woningen in de wijk Loyola en omgeving naar woninggrootte

Verdeeld over de drie sectoren ziet de opbouw van woninggrootte in de wijk Loyola en omstreken eruit zoals weergegeven in de Grafieken 2A-C.



Grafiek 2: (A) Aantal woningen naar woninggrootte in sector A, (B) Aantal woningen naar woninggrootte in sector A en (C) Aantal woningen naar woninggrootte in sector C

De verschillen zijn opmerkelijk. In sector C (Vugtherhage, Johan Friso) zijn de woningen gemiddeld groter dan in het Isabellaveld en de buurten Stadhouderslaan en Willem III-laan (sector B). Daarbij aangetekend dat dit beeld wordt beïnvloed door de nog te bouwen 145 woningen in het Isabellaveld. Het Stadhouderspark en Prinsenhage (sector A) houdt het midden van beiden.

7.2. Bepalen van warmtevraag in sectoren

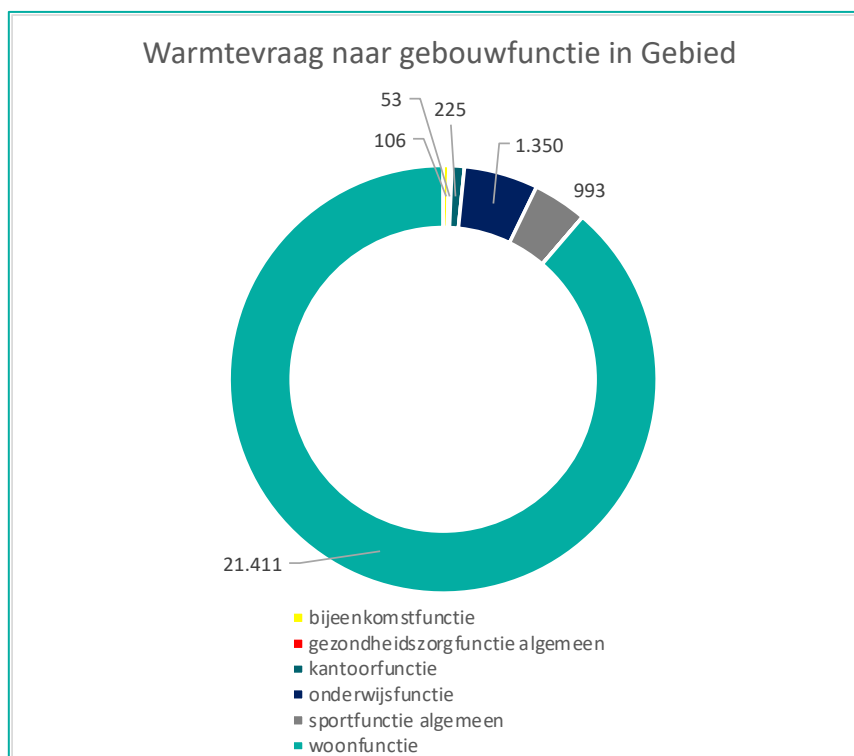
Op basis van de sectorindeling en de woonoppervlaktes is de toekomstige warmtevraag van alle woningen en gebouwen bepaald.

In de modelberekeningen voor de business case zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Woonfunctie: 45 kWh/m².jaar
- Sportfunctie: 65 kWh/m².jaar
- Onderwijsfunctie: 56 kWh/m².jaar
- Kantoorfunctie: 74 kWh/m².jaar
- Gezondheidszorgfunctie: 93 kWh/m².jaar
- Bijeenkomstfunctie: 111 kWh/m².jaar

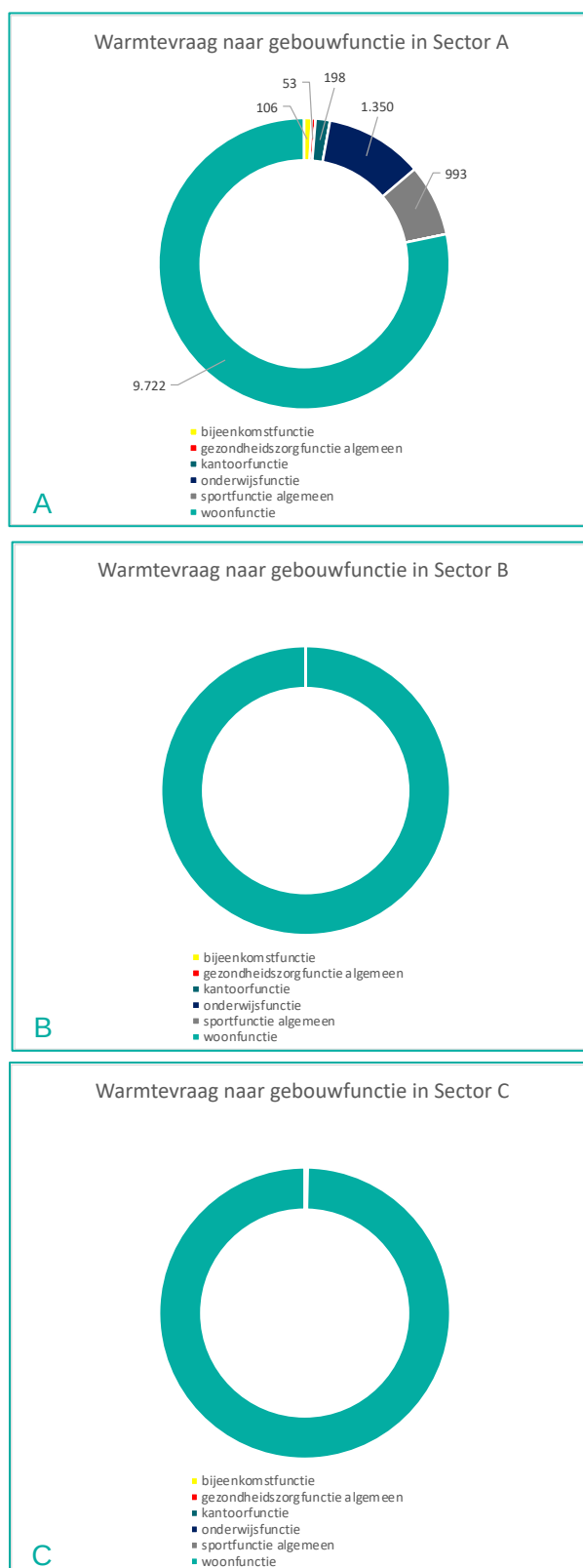
Uitgangspunt is hierbij dat woningen en gebouwen geschikt zijn gemaakt voor lage temperatuuraufgifte (30-45°C).

De berekende warmtevraag voor alle drie sectoren samen (uitgedrukt in GJ/jaar) is weergegeven in Grafiek 3.



Grafiek 3: Warmtevraag in GJ per jaar voor de wijk Loyola en omgeving naar gebouwfunctie

Tussen de drie sectoren zijn er verschillen die mogelijk van belang zijn bij de interpretatie van de uitkomsten van de business case.



Grafiek 4: (A) Warmtevraag in GJ per jaar naar gebouwfunctie in sector A, (B) Warmtevraag in GJ per jaar naar gebouwfunctie in sector B en (C) Warmtevraag in GJ per jaar naar gebouwfunctie in sector C

Samengevat voor de drie sectoren zijn de totalen:

- Sector A: 12.422 GJ/jaar
- Sector B: 3.979 GJ/jaar
- Sector C: 7.736 GJ/jaar

In ruimtelijke zin worden de sectoren met elkaar verbonden door 2-pijps clusterleidingen. **Figuur 14** laat zien hoe dat kan worden gedaan (rode lijnen). Clusterleidingen worden (pas) aangelegd als meer sectoren in gebruik worden genomen om energie-uitwisseling mogelijk te maken.

Het TEO innamepunt (gele pin) met leiding is zichtbaar in een blauwe kleur.

De rode pins zijn de indicatieve locaties van de energiecentrales. Locaties kunnen nog nader worden ingevuld



Figuur 14: Satellietbeeld met clusterleiding die sectoren verbindt (rode lijnen), clusterleiding voor inname TEO (blauwe lijn), locaties ondergrondse energiecentrales (rode pins) en innamepunt TEO (gele pin)

De schetsmatige uitwerking is gemaakt om een indicatie te krijgen voor leidingafstanden en -diameters voor het rekenmodel van de Business Case.

Voor sector A is in subsector A1 (Figuur 15) een voorbeeld uitwerking gemaakt van een mogelijk sectornet. Dat is gedaan om referentiegetallen te krijgen voor de benodigde leiding- en aansluitleidingen in een sector. Die referenties zijn gebruikt in het rekenmodel.



Figuur 15: Satellietbeeld met infrastructuur voor sector A1: clusterleiding voor inname TEO (blauwe lijn), locatie ondergrondse energiecentrale (rode pin), innamepunt TEO (gele pin) en sectornet (witte lijnen). Aansluitleidingen voor gebouwen zijn niet zichtbaar.

Met de uitwerking van het ruimtelijk-technisch ontwerp, de boordeling van mogelijkheden in de ondergrond en de aanwezigheid van duurzame warmtebronnen kan worden vastgesteld dat een warmte en koude net volgens het omschreven concept technisch haalbaar is.

In het vervolg van de rapportage wordt ingegaan op de financiële haalbaarheid.

8. Financiële haalbaarheid, de business case

In dit hoofdstuk staat vooral het perspectief van een toekomstige exploitant van het warmte en koude net centraal. In het hiernavolgende hoofdstuk wordt gekeken naar het perspectief van de eindgebruikers (bewoners en gebouweigenaren en -huurders).

Op basis van het technisch-ruimtelijk schetsontwerp is een calculatie gemaakt van:

- Bruto-Investering
- Operationele exploitatiekosten, incl. elektriciteitsinkoop (OPEX)
- Omzet (op basis van ACM-limieten, 2023)
 - Vaste kosten per aansluiting: vastrecht, meetkosten, afleverset
 - Variabele tarieven per klant (warmtevraag)
- Bijdrage Aansluit Kosten (BAK)
 - Op basis van ACM-regelgeving (2023)
 - Eenmalig projectbijdrage te betalen door klanten
- Netto-investering (bruto-investering minus BAK)

8.1. Netto aanvangsrendement (NAR)

Met een modelberekening is het Netto Aanvangsrendement (NAR) bepaald. Dit is een maat om vanuit het perspectief van een toekomstige exploitant van het warmte en koude systeem te beoordelen of exploitatie financieel mogelijk is.

Het netto aanvangsrendement (NAR) is een methode die veelal in de vastgoedsector wordt toegepast om te bepalen of een investering voor een investeerder interessant is. In exploitatieberekeningen wordt er vaak een Internal Rate of Return (IRR) berekend. In een latere fase is dat verstandig om een dergelijke berekening uit te voeren maar het aantal onzekerheden is in deze fase nog te groot om een adequate IIR te bepalen.

De NAR is een quotient dat de verhouding weergeeft tussen de jaarlijkse inkomsten (OMZET) minus de kosten (OPEX) enerzijds en de daadwerkelijke investeringen (Investering) minus de Bijdrage Aansluitkosten (BAK) anderzijds. De NAR maakt geen onderscheid in de wijze waarop de investeringen worden gefinancierd (bijvoorbeeld met eigen of vreemd vermogen).

$$NAR = \frac{Omzet - OPEX}{Brutoinvestering - BAK} * 100\%$$

Een NAR moet in ieder geval de financieringslasten kunnen dekken en een rendement bieden op het Eigen Vermogen dat de aandeelhouder inbrengt. Indien een rendement van 1% op het Eigen Vermogen als publiek aanvaardbaar wordt geacht en de financieringskosten (rente en aflossing) volledig gedekt zijn, dan is een NAR van 5,1% aanvaardbaar.

Voor het eigen vermogen dat ingebracht wordt is 30% van de netto investering aangehouden. De netto investering is de bruto investering minus de Bijdrage Aansluitkosten (BAK).

Als maat voor financiële haalbaarheid is een doelstelling gehanteerd voor de NAR van 5,1%. Deze doelstelling is enigszins arbitrair, hangt van verschillende factoren af en ook van de mate van publiek aandeelhouderschap bij de exploitant. De doelstelling van de exploitant speelt hierin ook een rol.

8.2. Subsidies en fiscale regelingen

In de business cases is er nog geen rekening gehouden met alle subsidies zoals Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++) en Warmtenetten Investeringssubsidie (WIS). Ook is er nog geen gebruik gemaakt van fiscale regelingen zoals Energie-investeringsaftrek (EIA).

Om dit te kunnen doen moet meer bekend zijn over de bestuurlijk-juridische organisatie van de exploitant. Wel is rekening gehouden met de ISDE regeling voor boosterwarmtepompen.

Ook de subsidiemogelijkheid van de BAK is buiten beschouwing gelaten. Het is niet zeker of die over enkele jaren nog geldt.

8.3. Onderverdeling in subsectoren

Het kenmerk van een 5^e generatie warmte en koude net is dat de verschillende sectoren gefaseerd gerealiseerd en in de loop van de tijd met elkaar verbonden worden.

In het ruimtelijk ontwerp is eerst het eindbeeld bepaald hoe het uiteindelijke 5^e generatie warmte en koude net er uit kan zien.

Ondanks dat de investeringen grotendeels gefaseerd worden zijn er voorinvesteringen nodig om (i) sectoren op een bepaald moment met elkaar te kunnen verbinden of (ii) collectieve voorzieningen zoals regeneratie bronnen (of thermische buffers) te realiseren die voor meer dan één sector kunnen worden ingezet.

De investeringen worden daarom opgesplitst in kosten behorende bij een (deel)sector en kosten die worden geactiveerd op de balans van de exploitant die het warmte en koude systeem beheert. Die investeringen worden later, na uitbreiding, toegekend aan andere (deel)sectoren zodra die gerealiseerd worden.

Er is niet alleen voor het hele gebied (drie sectoren) een business case opgesteld, maar juist ook voor (deel)sectoren. De onderscheiden deelsectoren zijn hierna omschreven.

Sector A is opgesplitst in twee delen:

- A-1: Stadhouderspark
- A-2: Prinsenhage

Sector B is opgesplitst in vier delen:

- B-1 Isabellaveld nieuwbouw 1^e fase
- B-2 Isabellaveld nieuwbouw 2^e fase
- B-3 Isabelleveld recente 53 woningen (aardgasvrij)
- B-4 Bestaande woningen Stadhouders- en Willem III-laan

Sector C is opgesplitst in twee delen:

- C-1 Johan Friso en een deel van Alexander
- C-2 Vugtherhage en een deel van Constantijn

8.4. Omzetbepaling en gehanteerde ACM-tarieven

In de business case is gebruik gemaakt van de maximum tarieven zoals die door de ACM zijn vastgesteld. In 2023 bestaat er voor warmte, net als voor elektriciteit en aardgas, een prijsplafond. Een verbruik tot en met 37 GJ¹ kent een laag tarief en het verbruik daarboven wordt verrekend tegen een hoog tarief. Dit hoog tarief is een maximum tarief, een hoger tarief mag een warmteleverancier voor een GJ warmte niet vragen, lager wel.

In de doorgerekende business case is uitgegaan van uitsluitend het lage tarief. Het is de verwachting dat het prijsplafond zoals het nu bestaat wordt opgeheven. Wellicht dat er een andere variant voor in de plaats komt.

De gebruikte ACM-tarieven staan in Tabel 2.

¹ Dit komt overeen met een aardgasverbruik van ongeveer 1.170 m³ aardgas

Tabel 2: ACM-tarieven Warmtemarkt 2023

Individuele Klein Aansluitingen (excl. BTW)			
Bijdrage Aansluitkosten (eenmalig)			
	basis	€	4.411,07
	meerlengte >25 m/m	€	260,66
	vermogen >25 kW/kW	€	22,92
	warmte-wisselaar	€	351,01
Energiekosten (jaarlijks)			
Vaste kosten			
Afleverset huur	basis	€	116,43
Vastrecht	warmte	€	454,20
	koude	€	226,02
	vermogen >2 kW/kW	€	54,97
Meettarief	warmte	€	25,41
Totale vaste kosten		€	822,06
Variabele kosten			
Verbruik	warmte t/m 37 GJ/jaar	€	39,16
	warmte >37 GJ/jaar	€	75,13
	koude	€	-

8.5. Structuur assets (bedrijfsmiddelen)

Het totale warmte en koude systeem valt uiteen in onderdelen (assets) die samen de operationele functionaliteit van het systeem bepalen. Voor iedere asset is een investeringsraming (CAPEX) gemaakt op basis van kengetallen en zijn op basis van ervaringen de operationele bedrijfskosten gecalculeerd (OPEX).

De assetstructuur ziet er als volgt uit:

- Infrastructuur
 - Backbone
 - Hoofdstructuur
 - Aansluitleidingen
 - Cluster
 - Net
 - Aansluitingen
 - Centrale Thermische Buffering
 - Regeneratie WKO
 - TEO
 - 4 andere varianten buiten beschouwing
 - Sector
 - Net
 - Aansluitingen
 - Installatie
 - Interne aansluitleidingen (binneninstallatie)
 - Afleverset, 2^e allocatiepunt, in pandige installatie
- Warmte en Koude Opslag (WKO-bronpaar)
- Energiecentrale
 - Installatietechnisch (collectieve warmtepompen etc.)
 - Kelder
- Warm tapwater – boosterwarmtepompen (in woningen)

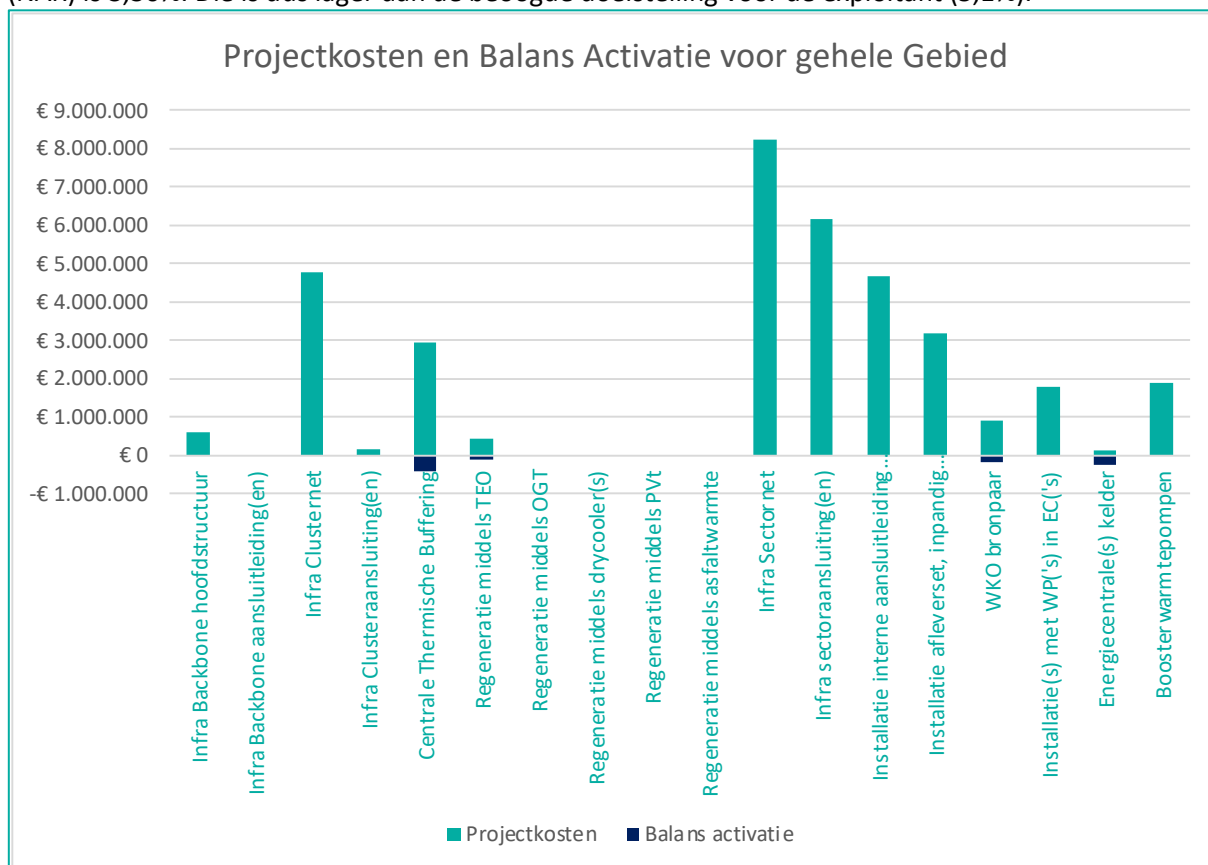
Voor een indicatie van de plaats van ieder van deze structuren kan in de figuur van de systeemconfiguratie (Hoofdstuk 6) worden gekeken.

De asset opbouw komt in de grafieken, waarin verderop de investeringen worden gepresenteerd, terug van links naar rechts.

8.6. Resultaten modelberekeningen

Voor alle drie sectoren samen ziet de investeringen eruit zoals gepresenteerd in Grafiek 5. De groene balken laten de netto-investeringen zien per asset.

Het totaal van de netto-investeringen is € 30,7 miljoen. Het berekende Netto Aanvangs Rendement (NAR) is 3,30%. Die is dus lager dan de beoogde doelstelling voor de exploitant (5,1%).



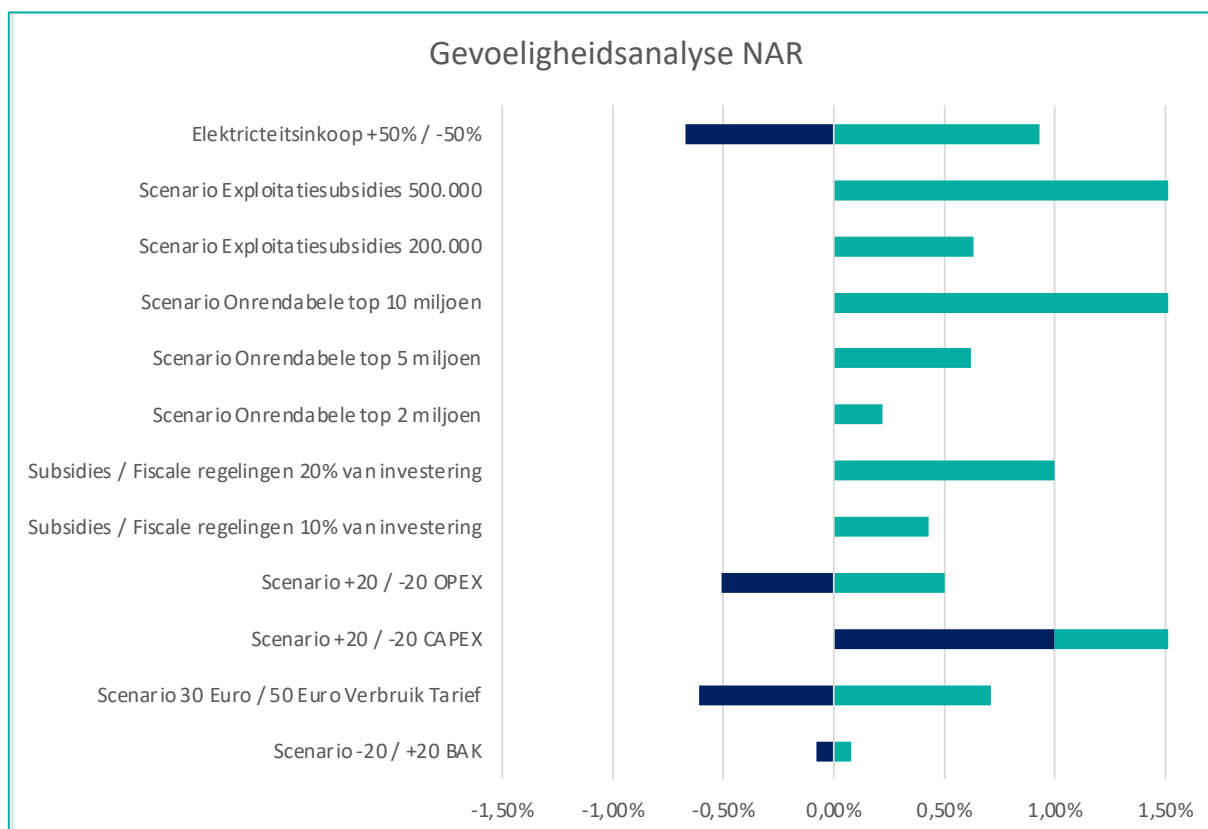
Grafiek 5: Investerings voor 5^e generatie warmte en koude net voor de wijk Loyola en omgeving naar asset en onderverdeeld in projectkosten die direct betrekking hebben op het voorzieningsgebied en balans activatie waarbij de kosten worden geactiveerd zodra de gehele potentie wat het net kan bereiken wordt behaald.

8.7. Gevoeligheidsanalyse NAR

Er zijn veel variabelen die invloed hebben op het Netto Aanvangsrendement (NAR). Aangezien er in deze fase veel aannames gebruikt zijn en de toekomst onzekerheden kent zijn er een aantal scenario's opgesteld die het effect op de NAR laten zien. Grafiek 6 laat een beeld zien tussen welke bandbreedte de NAR zich beweegt.

De grafiek laat het verschil zien tussen de NAR die uit de business case komt van alle drie sectoren samen (3,30%) en de NAR op basis van de scenario's.

In de gevallen waarin twee kleuren zichtbaar zijn is voor een bepaalde variabele een negatief en positief scenario berekend.



Grafiek 6: Gevoeligheidsanalyse met 12 scenario's op Netto Aanvangsrendement (NAR), de percentages zijn ten opzichte van een NAR van 3,30%

Omdat er grote verschillen zijn tussen de drie sectoren is ook voor iedere sector afzonderlijk de business case op een vergelijkbare manier doorgerekend.

Dat levert voor sector A-1 een positiever beeld op. Samengevoegd in Tabel 3 ziet dat er als volgt uit:

Tabel 3: Netto-investering, Netto Aanvangsrendement (NAR) zonder balans en Netto Aanvangsrendement (NAR) met balans voor de deelsectoren A1, A2 en A1 en A2 samen.

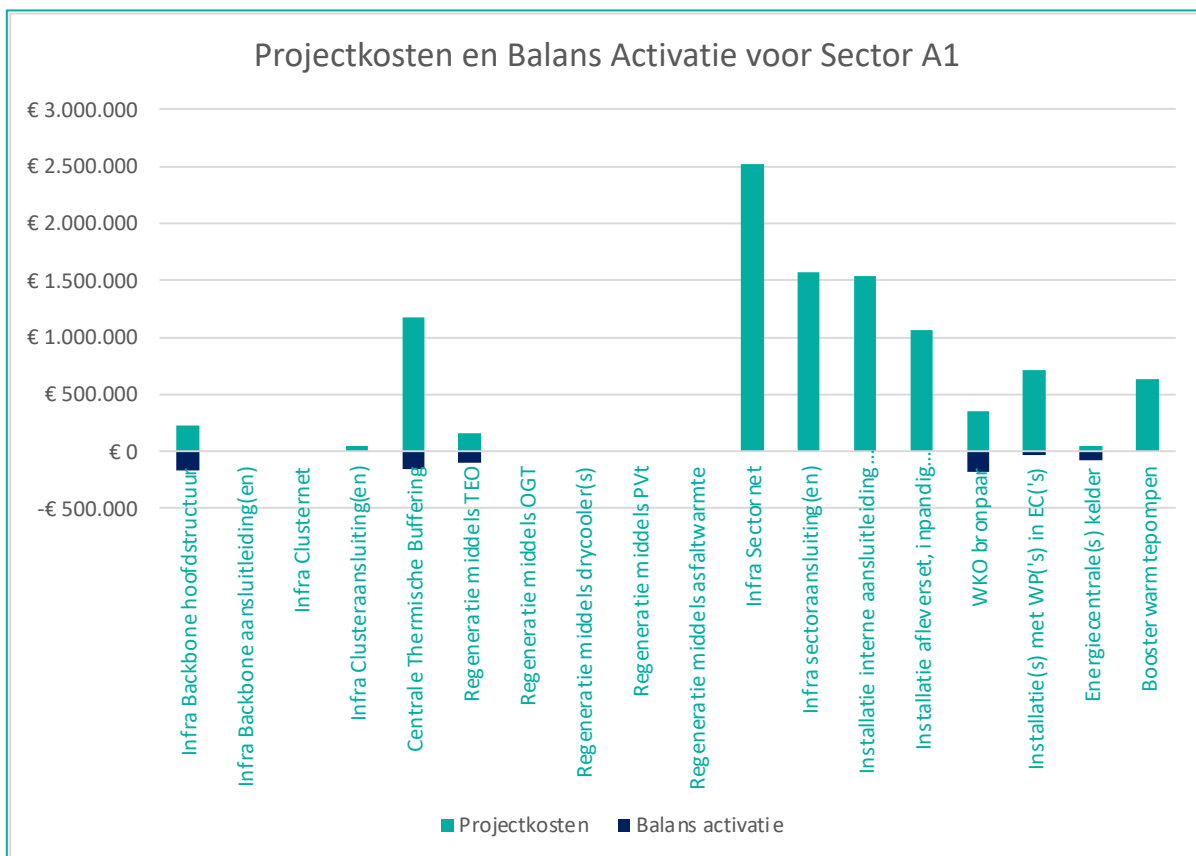
	Netto-investering (€ miljoen)	NAR (%) Zonder balans	NAR (%) Met balans
Sector A-1 (Stadhouderspark)	9,2	4,63	5,04
Sector A-2 (Prinsenhage)	5,0	1,93	2,73
Sector A-1 en A-2 samen	13,0	4,06	

De verdeling over investeringen in sector A-1 is in de navolgende figuur gepresenteerd.

Deze sector is kansrijk om hier een warmte- en koudenet te leggen. Naast draagvlak bij de bewoners is het daarvoor ook belangrijk dat de volgende objecten dan ook aan (gaan) sluiten:

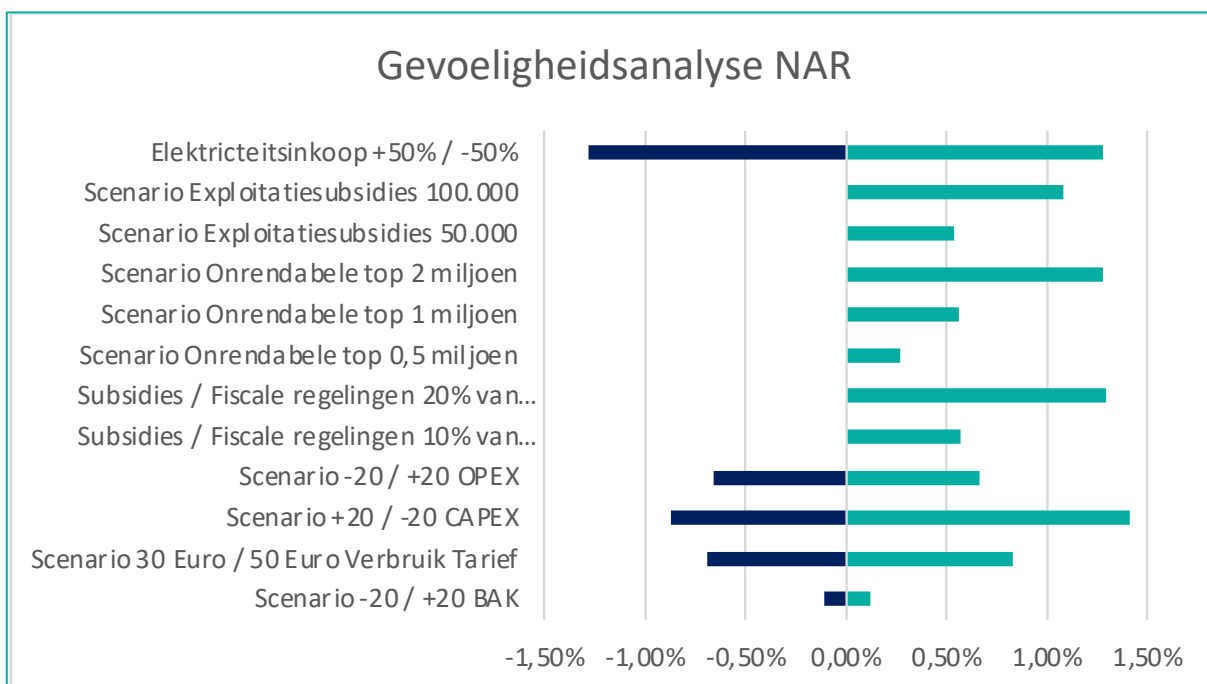
- Het scholencomplex Kwartier na renovatie
- De appartementencomplexen (6 stuks)
- De kantoor- en utiliteitsgebouwen
- Het sportcomplex van Prins Hendrik

Ieder van deze objecten, met name de school, heeft een schaalgrootte, waarbij het interessant wordt de startinvestering te doen. Als, bijvoorbeeld, voor het schoolcomplex wordt gekozen voor een WKO als warmte- en koudevoorziening ontstaat hier de kans de schaal te vergroten en een WKO-bronnet uit te bouwen als basis voor het 5^e generatie warmte en koude net.



Grafiek 7: Investerings voor 5^e generatie warmte en koude net voor deelsector A1 naar asset en onderverdeeld in projectkosten die direct betrekking hebben op het voorzieningsgebied en balans activatie waarbij de kosten worden geactiveerd zodra de gehele potentie wat het net kan bereiken wordt behaald.

Voor de kansrijke sector A-1 is ook nog een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd (Grafiek 8). De gevoeligheidsanalyse ondersteunt de strategie om in dit gebied de start te maken voor een warmte en koude net.



Grafiek 8: Gevoeligheidsanalyse met 12 scenario's op Netto Aanvangsrendement (NAR), de percentages zijn ten opzichte van en NAR van 4,63%

Vervolgens is onderzocht hoe een business case eruit ziet voor de twee andere subsectoren die kunnen worden aangesloten op sector A. Opvallend is dat iedere sector, te beginnen bij A-2 (Prinsenhage), maar ook de subsectoren in B en C de overall-business case niet versterken (Tabel 4).

Tabel 4: Netto-investering, Netto Aanvangsrendement (NAR) zonder balans en Netto Aanvangsrendement (NAR) met balans voor de deelsectoren B1, B2, B3, B4 van sector B en de deelsectoren C1 en C2 van sector C

	Netto-investering (€ miljoen)	NAR (%) Zonder balans	NAR (%) Met balans
Sector B (totaal)	7,8	2,75	
B-1	3,7	1,71	3,18
B-2	3,2	1,40	3,12
B-3	3,2	1,45	3,38
B-4	3,6	1,33	2,61
Sector C (totaal)	9,8	3,12	
C-1	6,1	2,82	3,45
C-2	5,1	2,57	3,52

Kijkend naar de cijfers heeft de lagere NAR vooral te maken met de uitrol van de infrastructuur (leidingen en sleuven) voor het sectornet en de aansluitingen op de woningen. Daarvoor zijn nu globale kengetallen gebruikt. Technisch-ruimtelijke detaillering kan leiden tot verbetering van de business mogelijkheden, maar zou die ook nog (verder) kunnen bemoeilijken.



Grafiek 9: Investerings voor 5e generatie warmte en koude net voor Sector B en Sector C naar asset en onderverdeeld in projectkosten die direct betrekking hebben op het voorzieningsgebied en balans activatie waarbij de kosten worden geactiveerd zodra de gehele potentie wat het net kan bereiken wordt behaald

Soortgelijke analyses zijn ook nog gemaakt op subsector niveau van sector B en C. De visuele presentatie ervan is opgenomen in een bijlage.

8.8. Optimalisatie voor NAR in sector B en C

Het resultaat in **sector B** wordt sterk bepaald door de wijze waarop het nieuwbouw project van 145 woningen wordt aangepakt in Isabellaveld. Daar gaat, in twee fasen, een projectontwikkelaar aan de slag om woningen, wettelijk verplicht, aardgasvrij te bouwen. Voor iedere woning wordt in de stichtingskosten voorzien in een warmte (en koude) voorziening.

Met de projectontwikkelaar kunnen gesprekken worden gevoerd over een collectieve oplossing. Daartoe staan mogelijkheden open, zoals:

- Een eigen WKO-systeem in de wijk, bijvoorbeeld op de plaats die nu geprogrammeerd is in het ruimtelijke ontwerp
- Aansluiting bij het WKO-systeem van Fort Isabella.

De NAR in sector B verbetert als een hogere Bijdrage Aansluit Kosten (BAK) kan worden gevraagd dan waar nu rekening mee gehouden is voor de bestaande bouw. Het is mogelijk om, op wettelijke gronden, op projectbasis een hogere BAK af te spreken.

De projectontwikkelaar houdt nu, wellicht, rekening met een eigen luchtwarmtepomp of een gesloten bodemwarmtewisselaar voor de relatief kleine, goed geïsoleerde, woningen. Door in dit gebied met een hogere BAK te rekenen kan een optimalisatie worden bereikt, die zowel voor de projectontwikkelaar, toekomstige bewoner(s) en een exploitant van een warmte en koude net in het gebied interessant is. Het verhogen van de BAK door het in rekening brengen van project-gerelateerde kosten hebben effect op het Netto Aanvangsrendement (NAR) (Tabel 5). Dat kan onderdeel zijn van een vervolgaanpak.

Dit zou kunnen worden versterkt door naar actuele subsidies en fiscale regelingen te kijken, omdat hier de mogelijke realisatie van een collectief systeem op korte termijn speelt vanwege de urgentie van de woningbouw plannen.

Tabel 5: Effect van project-gerelateerde kosten op Netto Aanvangsrendement (NAR) zonder balans en Netto Aanvangsrendement (NAR) met balans

	BAK 100%	BAK 200%	BAK 300%
NAR B1 zonder balans	1,71%	1,90%	2,14%
NAR B1 met balans	3,18%	3,91%	5,10%
NAR B2 zonder balans	1,45%	1,59%	1,76%
NAR B2 met balans	3,38%	4,23%	5,66%

In **sector C** ligt de situatie met vrijwel alleen bestaande bouw anders. Daar zou de insteek kunnen zijn of vanuit een [buurtwarmte](#) aanpak geaccepteerd kan worden dat er een lager netto aanvangsrendement voor exploitatie wordt gehanteerd. De gedachte hierbij is dat buurtbewoners samenwerken in de voorbereiding van het warmte en koude net en mogelijk participeren in een buurtwarmte aanpak.

Dit is een aanpak (met financieringsmogelijkheden) die wordt voorgestaan door EnergieSamen in de vorm van buurtwarmte projecten. Om hiermee een start te maken is het belangrijk om eerst, mogelijk in samenwerking met plannen om woningen te verduurzamen, hiervoor in de buurt draagvlak te ontwikkelen.

9. Eindgebruikerslasten

De lasten voor bewoners en gebruikers van gebouwen in het gebied zijn bepaald aan de hand van de tarieven die een warmtebedrijf mag hanteren volgens de ACM (Autoriteit Consument en Markt). De actuele tarieventabel (2023) is gebruikt en is opgenomen in het vorige hoofdstuk als [Tabel 2](#).

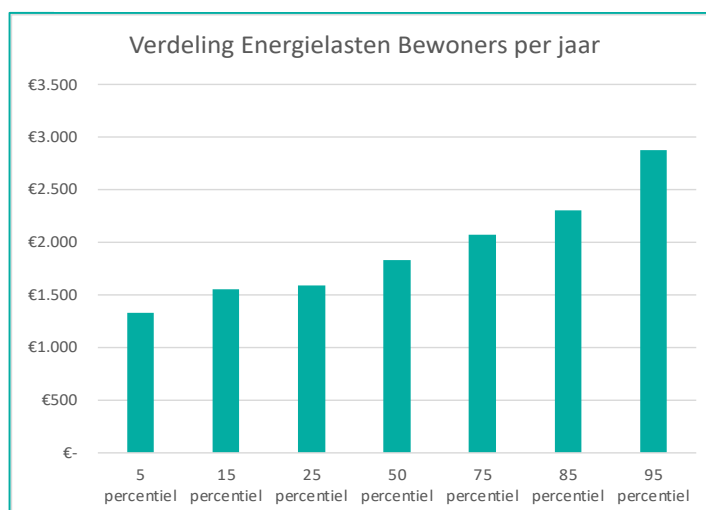
De eindgebruikerslasten voor het warmte en koude net bestaan uit twee componenten:

- De energiekosten, die periodiek en gedurende de exploitatieperiode worden afgerekend met de exploitant;
- De afschrijving over dezelfde exploitatieperiode van de Bijdrage Aansluit Kosten (BAK). De eenmalige BAK waarmee gerekend is bedraagt € 4.950 (ex BTW).

De jaarlijkse lasten variëren met het woonoppervlak. Daarom ontstaat er over het hele plangebied uit de modelberekening een verdeling van verschillende energiekosten binnen.

	Energielasten per jaar		Energielasten per maand	
5 percentiel	€	1.330	€	111
15 percentiel	€	1.556	€	130
25 percentiel	€	1.589	€	132
50 percentiel	€	1.830	€	152
75 percentiel	€	2.073	€	173
85 percentiel	€	2.308	€	192
95 percentiel	€	2.874	€	239

Tabel 6: Percentielen energielasten per jaar en maand



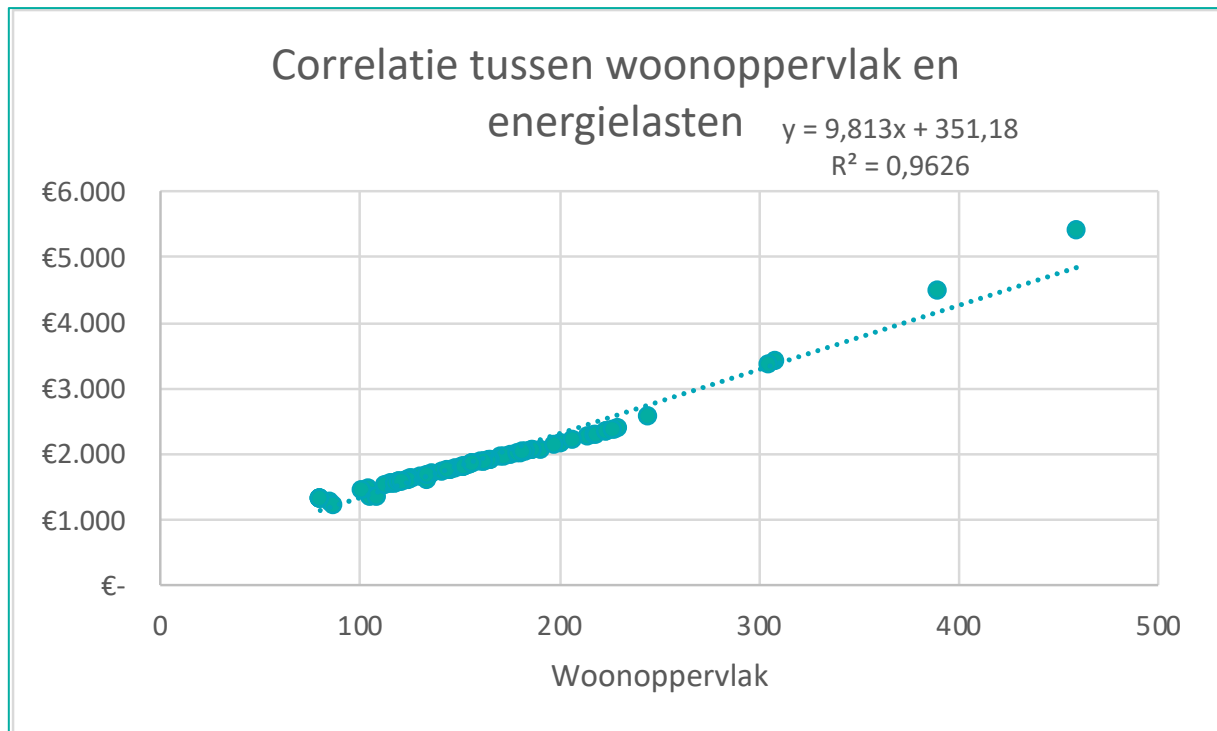
Grafiek 10: Percentielen energielasten per jaar en maand

Het begrip percentiel² is bekend uit de statistiek (kansberekening). Het 50-percentiel is het bedrag waarbij 50% van de bewoners meer en 50% van de bewoners minder dan dit bedrag aan energielasten krijgen.

In de tabel valt af te lezen dat 50% van de bewoners minder dan € 1.830 per jaar energielasten gaan betalen. Een kwart zal minder dan (afgerond) € 1.590 betalen.

² <https://nl.wikipedia.org/wiki/Percentiel>

In de [Grafiek 11](#) is de correlatie tussen het woonoppervlak en de energielasten weergegeven.

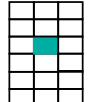


Grafiek 11: Correlatie tussen de grootte van de woning uitgedrukt in woonoppervlak en de energielasten

Met behulp van de grafiek kan een indruk worden verkregen van de energielasten voor de vijf verschillende woningtypen.

Van ieder van dit type is de gemiddelde oppervlakte zoals die in het plangebied is aangetroffen weergegeven in de Tabel 7. Tevens is daar het gemiddelde energieverbruik voor respectievelijk warm tapwater, ruimteverwarming en koeling aangegeven.

Tabel 7: Warmte vraag voor ruimteverwarming en warm tapwater en koude vraag voor ruimtekouling per woningtype en gemiddeld woonoppervlak

				
	132 m ²	6,6 GJ	21,4 GJ	4,8 GJ
	125 m ²	6,6 GJ	20,2 GJ	4,5 GJ
	157 m ²	6,6 GJ	25,5 GJ	5,6 GJ
	234 m ²	6,6 GJ	37,9 GJ	8,4 GJ
	118 m ²	6,6 GJ	18,6 GJ	4,1 GJ

Deze gegevens zijn gebruikt om een vergelijking te maken tussen de collectieve oplossing (warmte en koude net) en een individuele oplossing met een all-electric lucht-warmtepomp.

9.1. Vergelijking tussen individuele Lucht-Water warmtepomp en collectieve Warmte en Koude

Er is een doorrekening gemaakt voor twee situaties:

- Bewoners sluiten aan op het warmte en koude net met eindgebruikerslasten zoals berekend in de business casus (zie voorgaande hoofdstuk)
- Bewoners kiezen dominant voor een individuele lucht-warmtepomp

De investeringen en exploitatiekosten van de individuele oplossing zijn bepaald op basis van

- Landelijke informatie, o.a. VESTA-MAIS
- Lokale informatie via Energieloket de Meierij
- Terugkerende kosten voor:
 - Elektriciteit
 - N.B. Er zijn geen investeringen meegenomen voor zonnepanelen om elektriciteitsverbruik te compenseren
 - Onderhoud

Voor de aflossing en rente zijn uitgangspunten gehanteerd (Tabel 8)

Tabel 8: Gehanteerde rente en looptijd van lening voor Individuele Lucht-Water warmtepomp en Collectieve Warmte en Koude

	rente 	looptijd 
Individuele Lucht-Water Warmtepomp Hier gaat het om de aanschafkosten	3,0%	15 jaar
Collectieve Warmte en Koude. Hier gaat het om de eenmalige BAK	3,5%	30 jaar

Er zijn grote onzekerheden bij het maken van deze berekeningen.

Dat geldt bijvoorbeeld voor de rekenrente, maar ook voor:

- (Beschikbaarheid van) subsidies en fiscale regelingen
- Elektriciteitsprijs
- Marktprijzen
- Regelgeving
- Netcongestie en mogelijke beperkingen vanwege de belasting van het elektriciteitsnet

De vergelijking kan als volgt worden samengevat vanuit het perspectief van een bewoner of gebruiker van een gebouw:

- Individueel:
 - Bewoner investeert in een warmtepomp en (eventueel) zonnepanelen
 - Situaties verschillen per adres -> maatwerk
 - Subsidies beschikbaar en meegerekend
 - Onderhoud nodig
 - Resterende energierekening
 - Situatie-afhankelijk
 - Herinvestering nodig na 15 jaar
 - In de woning komt een binnenunit en een tapwatervoorziening; buiten de schil van de woning is een buitenunit nodig
- Collectief:
 - Bewoner betaalt eenmalig een bijdrage aansluitkosten – in 2023: € 4.950 (ex BTW)
 - Mogelijk subsidie – in 2023 was dit: € 3.325
 - Onzeker of deze subsidie in de toekomst blijft bestaan
 - Jaarlijkse tarieven op basis van landelijk regelgeving ACM en keuzes door exploitant

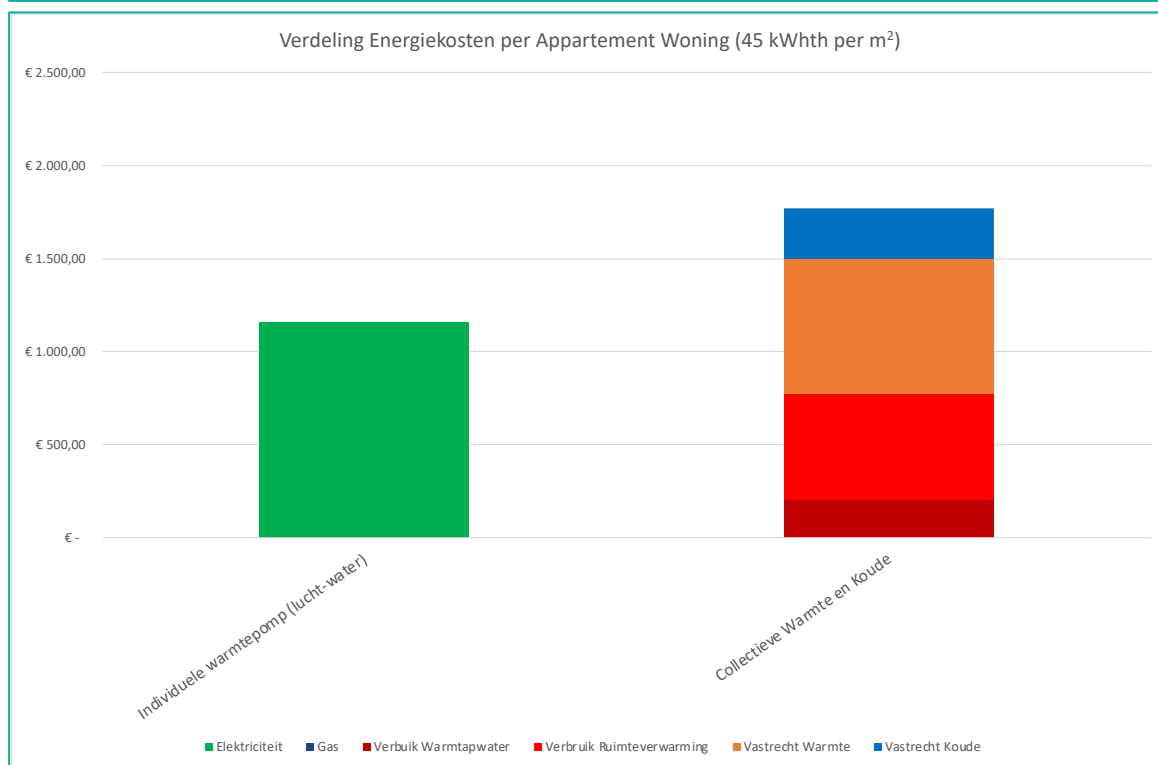
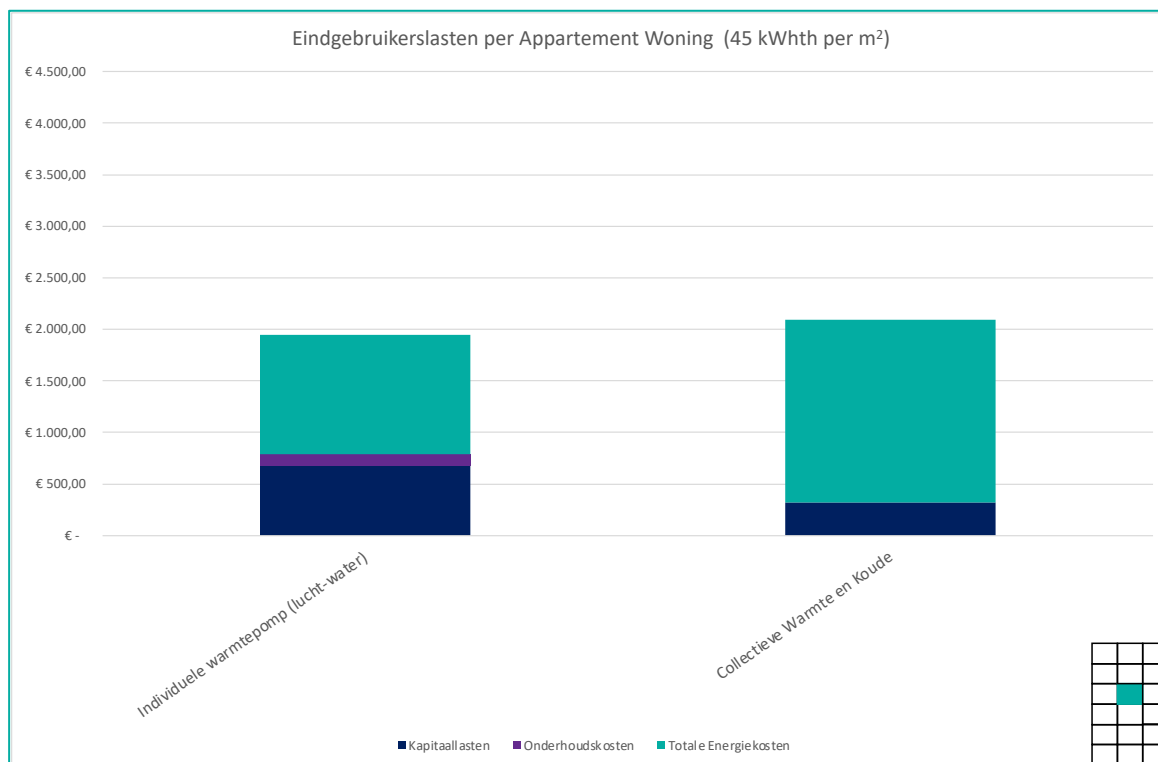
Exploitant kan, in specifieke situaties, nog een voorstel doen voor een hogere BAK, bijvoorbeeld bij de nieuwbouw in sector B.

Voor ieder van de vijf woningtypes zijn voor beide opties vergelijkingen gemaakt van:

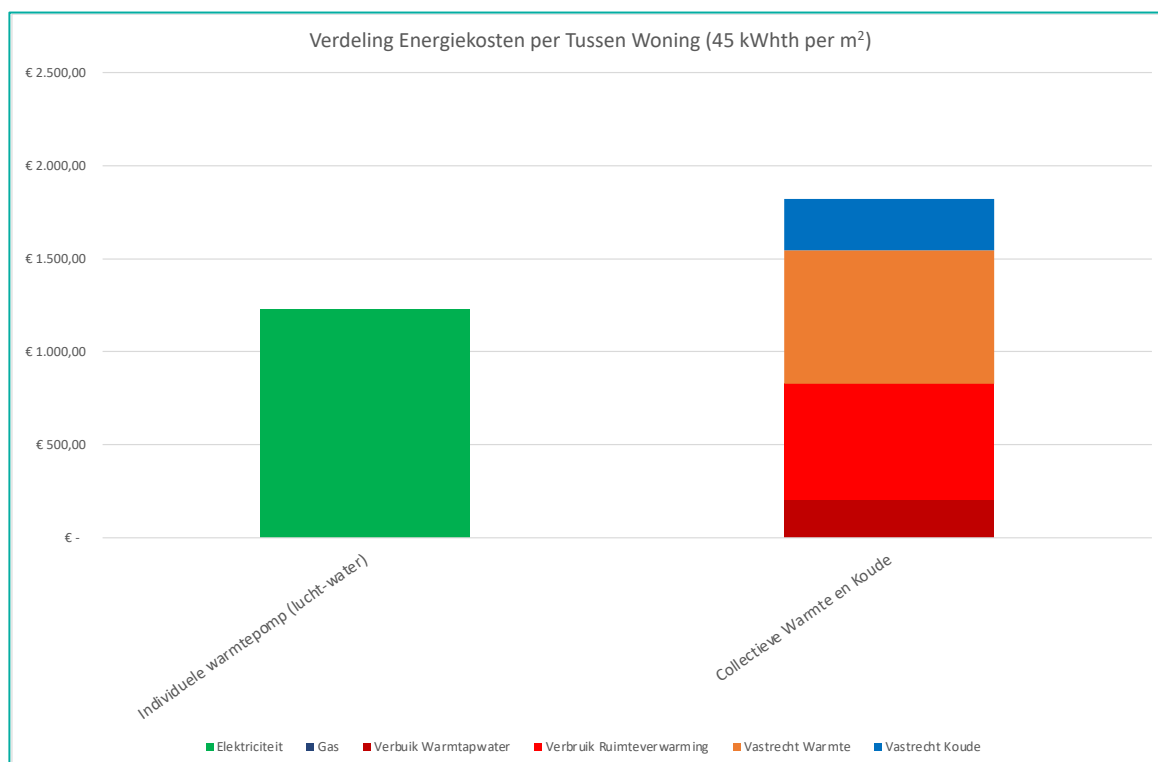
- De eindgebruikerslasten (inclusief onderhoud en rente/afschrijving van de investering (=kapitaallasten))
- De opbouw van de energielasten (te betalen jaarlijks bedrag aan energieleverancier of exploitant warmte en koude net)

De vergelijkingen zijn op de volgende pagina's gepresenteerd in grafieken.

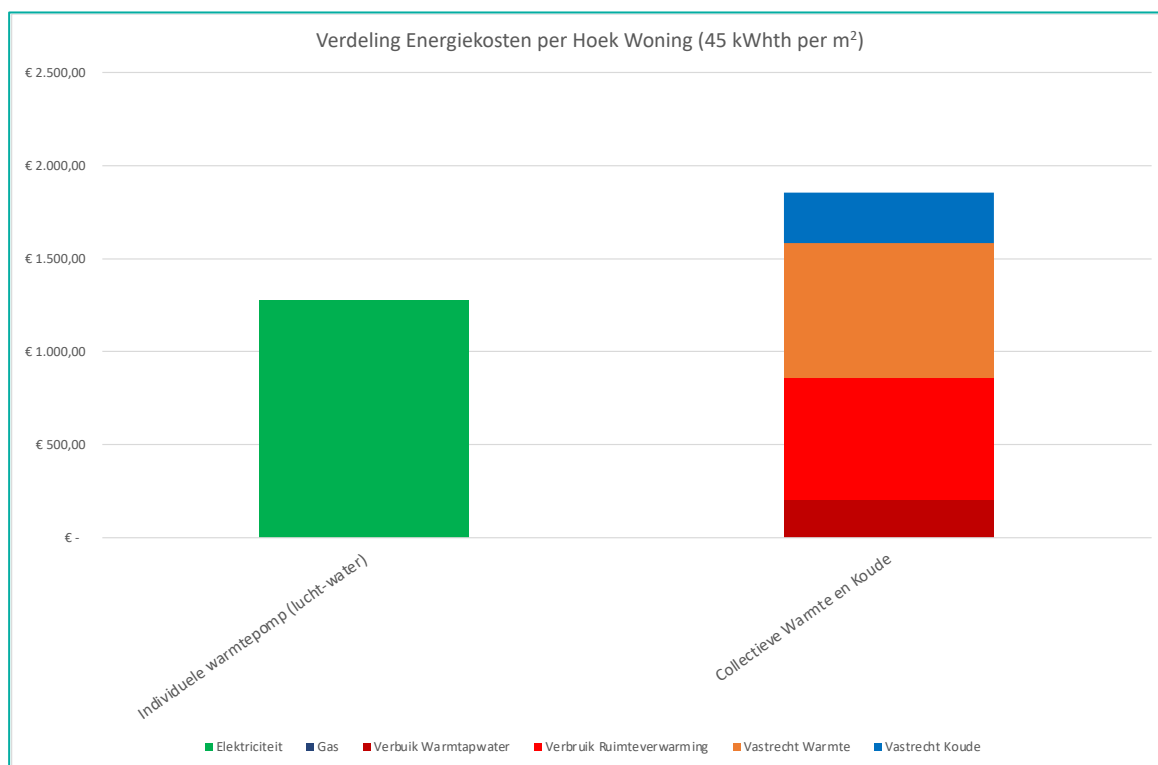
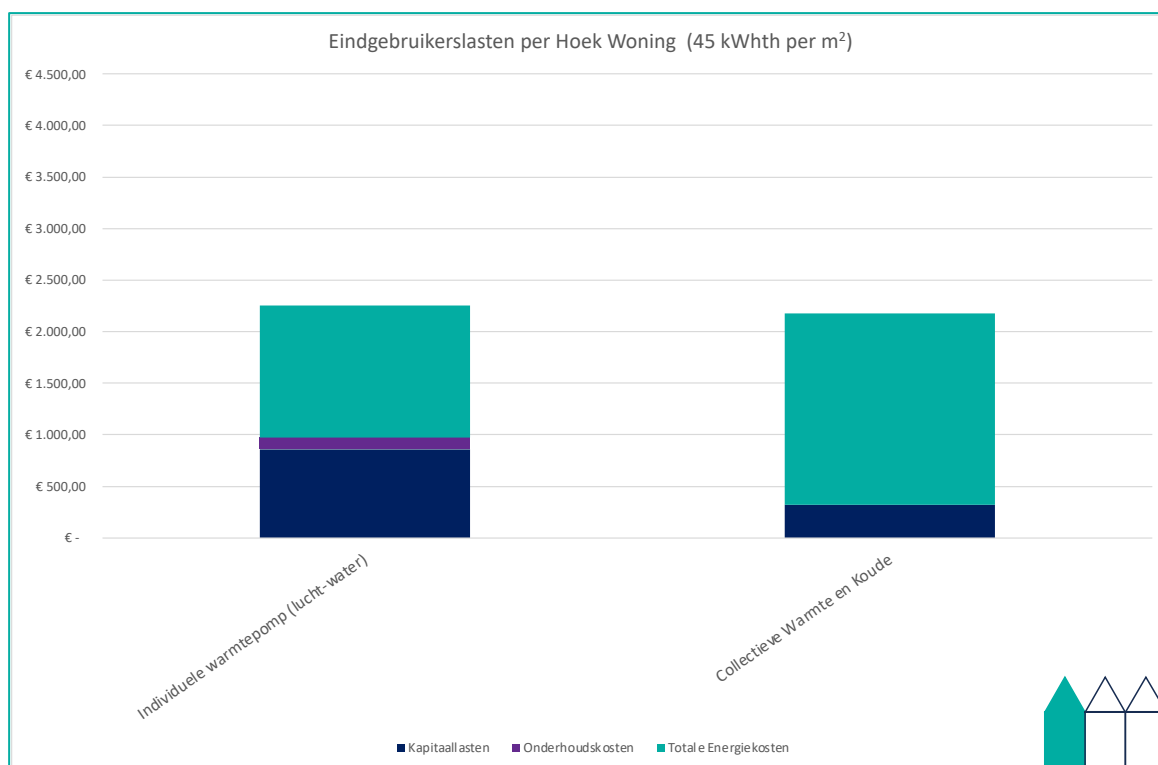
Appartementen



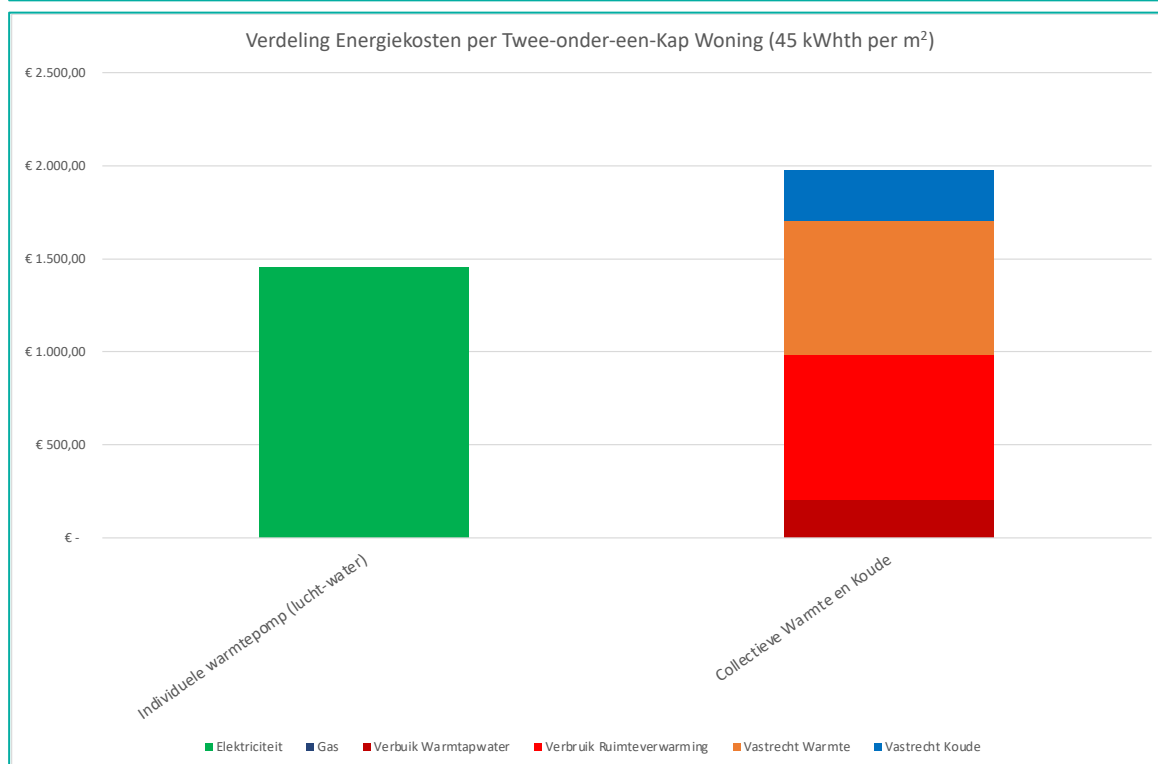
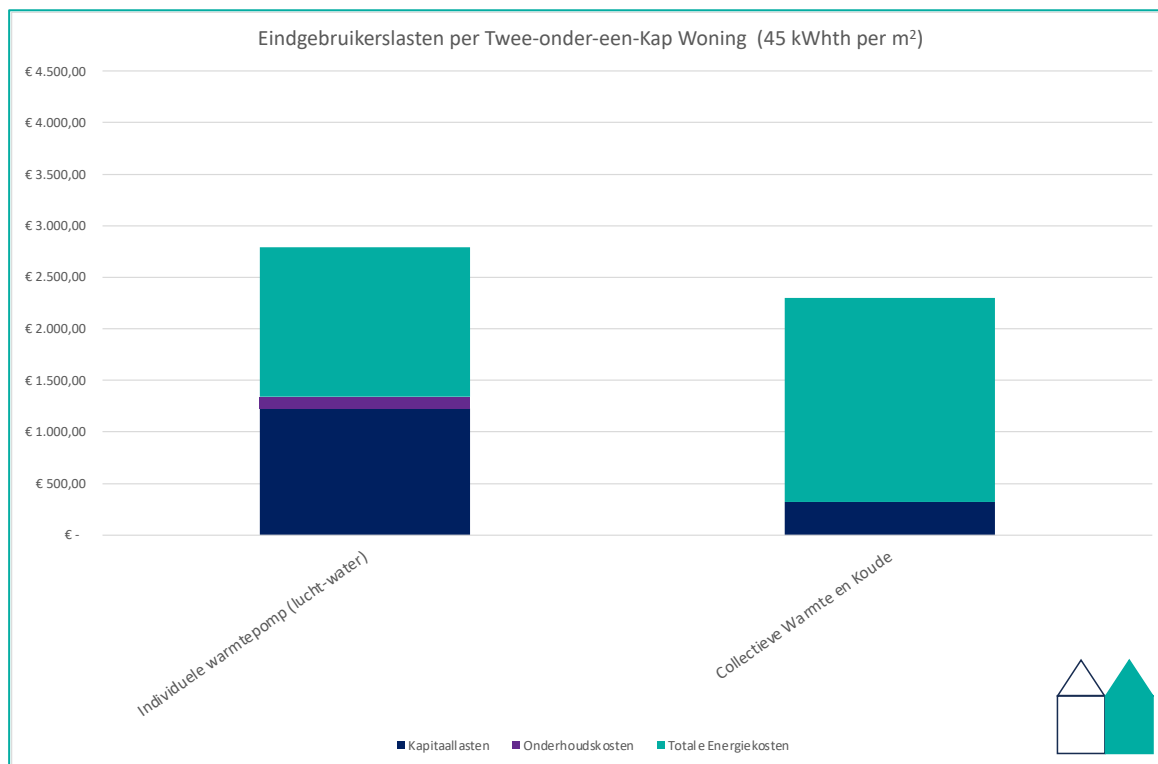
Rijwoning – tussen



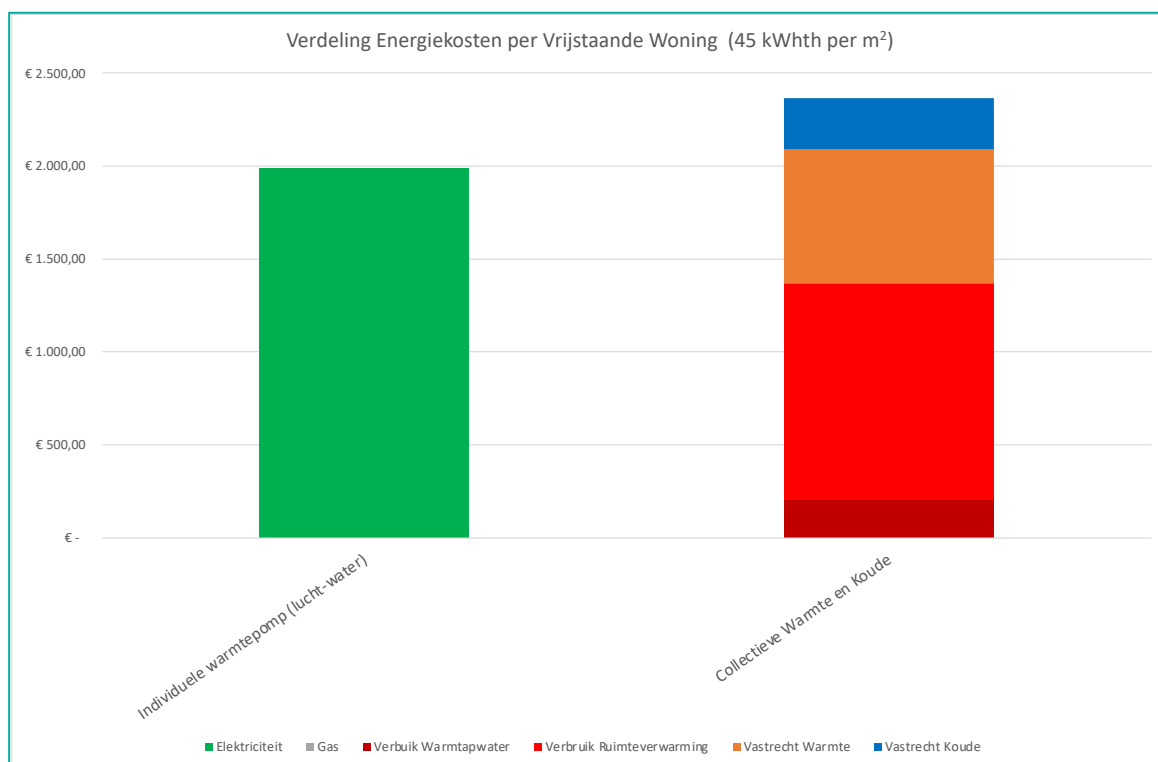
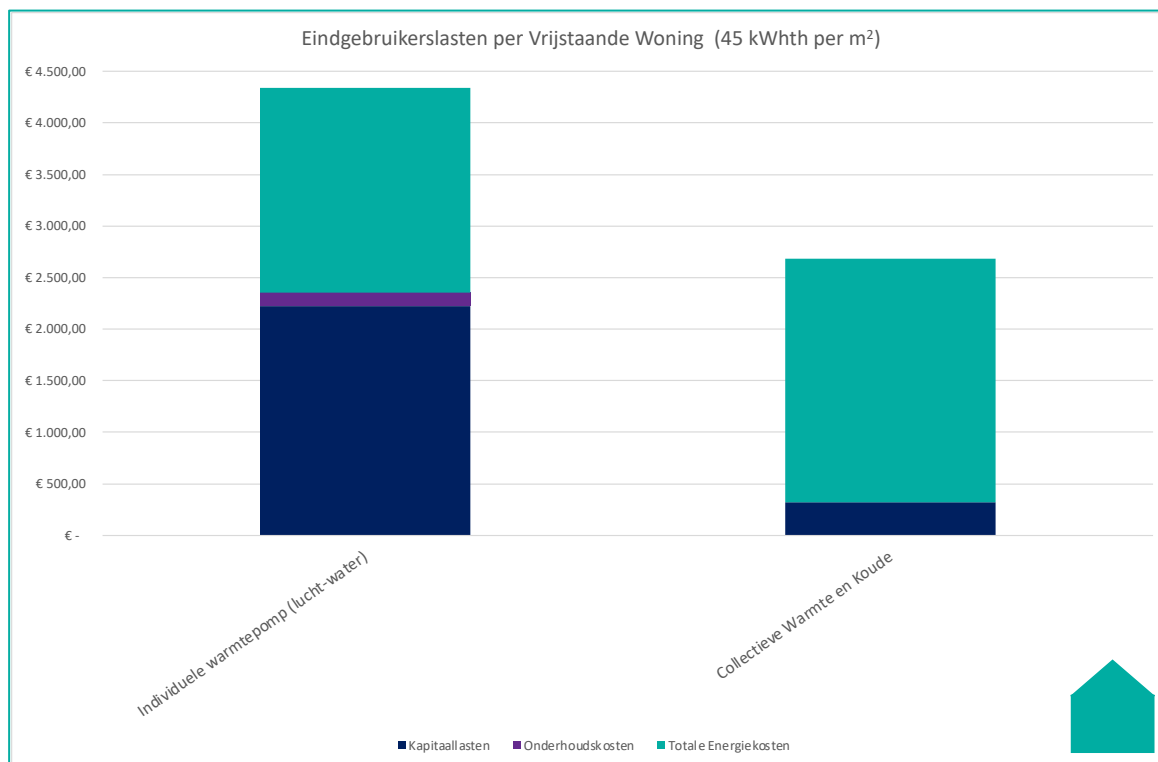
Rijwoning – hoek / eind



2 onder 1 Kap

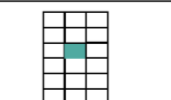


Vrijstaand



Met de focus op de eindgebruikerslasten zijn in Tabel 9 de resultaten naast elkaar gezet voor de eindgebruikerslasten (inclusief rente en afschrijving)

Tabel 9: Verschil in Eindgebruikerslasten tussen Individuele Lucht-Water warmtepomp en Collectieve Warmte en Koude naar woningtype (in Euro per jaar)

Woningtype	Warmte en koude net (collectief)	Individueel all-electric
	2.000 – 2.400	2.000 – 2.500
	2.000 – 2.300	2.000 – 2.400
	2.000 – 2.500	2.500 – 3.000
	2.500 – 3.000	4.000 – 5.000
	1.900 – 2.300	1.800 – 2.100

De conclusies uit deze tabel zijn:

Eindgebruikerslasten zijn vrijwel gelijk voor kleinere woningen

- Appartementen
- Rijwoningen (tussen, hoek)

Eindgebruikerslasten individueel all-electric (lucht-warmtepomp) zijn hoger bij grotere woningen

- 2-onder-1 kap
- Vrijstaand

In individuele gevallen zijn afwijkingen mogelijk van enkele honderden Euro's per jaar, zeker als de huidige salderingsregeling voor zonnepanelen wordt mee gerekend. Die zal volgens huidige inzichten echter worden afgebouwd in de periode tot 2031.

De vergelijking geeft voor een exploitant geen ruimte om de business casus te verbeteren, bijvoorbeeld door:

- Tarieven warmte en koude systeem te verhogen of
- Bijdrage Aansluit Kosten te verhogen

10. Conclusies

De conclusies zijn opgebouwd door een relatie te leggen met de oorspronkelijke vraagstelling van het onderzoek:

Technische haalbaarheid

Technisch is een (laagtemperatuur) warmte en koude net in het plangebied Loyola e.o. mogelijk:

- Ondergrondse infra vraagt aandacht, maar lijkt oplosbaar
- Er zijn voldoende duurzame warmtebronnen binnen en rondom het plangebied

Tapwater

Warm tapwater kan in de woningen en gebouwen worden aangeboden m.b.v. boosterwarmtepompen.

Gefaseerde aanpak

Het gebied is onderverdeeld in vier deelgebieden, waarvan 3 als een sector met een eigen energiecentrale en WKO (groen, geel en rood gearceerd). Deze drie sectoren (895 woningen en 9 utiliteitsgebouwen) zijn doorgerekend.

Het 4^e deelgebied, middengebied (wit gekleurd), is buiten beschouwing gelaten

Eindgebruikerslasten

De eindgebruikerslasten van het warmte en koude net (collectief) zijn voor kleinere woningen gelijk aan individueel all-electric; voor grotere woningen zijn die bij de collectieve oplossing iets lager.

Op individuele basis zijn grote uitzonderingen mogelijk!

Financiële haalbaarheid voor een exploitant

De exploitatie is voor een exploitant van een warmte en koude net economisch (nog) niet aantrekkelijk voor A, B en C samen:

- Het berekende rendement (NAR) is te laag om het benodigde vermogen aan te trekken
- Sub-sector A1 (Stadhouderspark) is het meest aantrekkelijk voor een exploitant
 - De gevoeligheidsanalyse wijst op kansen om het gewenste rendement te halen
 - De planning en participatie vanuit utiliteitsgebouwen en appartementencomplexen is cruciaal, naast het draagvlak van bewoners van de woningen in het gebied
- Uitbreiding met meerdere sectoren verbetert de business casus voor een exploitant niet
 - Sub-sector B1 (1^e fase uitbreiding Isabellaveld, 80 woningen) is (te) kleinschalig voor een zelfstandige start van een warmte en koude net.
Dit zou mogelijk kunnen verbeteren door:
 - Aansluiting te onderzoeken met het warmtebedrijf van Fort Isabella
 - De BAK voor de nieuwbouwwoningen hoger af te spreken in overleg met de projectontwikkelaar
 - Besluiten moeten op hele korte termijn worden genomen; er is grote druk binnen de gemeente op de tijdige start van nieuwe woningbouw
 - De wens om meer sub-sectoren (A2, (deel)sectoren in B of C) aan te sluiten hangt sterk af van:
 - Behoeft en draagvlak bij bewoners. Na de bewonersavond van 6 november is een werkgroep van circa 8 buurtbewoners geformeerd die enthousiast zijn om de collectieve oplossing verder te verkennen
 - Subsidies, fiscale regelingen en ondersteuning van de onrendabele top: Dit kan nader worden onderzocht bij voldoende belangstelling.

Benodigde investeringen

De vraag naar een indicatie van de initieel benodigde investeringen is beantwoord in de business case berekening. Hieronder worden de netto-investeringen (het verschil tussen de bruto investering en de te ontvangen Bijdrage Aansluit Kosten) gepresenteerd:

- Totale systeem (sectoren A, B én C): € 30,7 miljoen (+/- 25-30%)
 - Verspreid over 10-15 jaar, tenzij:
 - Er zeer hoog draagvlak is en een versnelling wordt ingezet
- Sub-sector A1 (Stadhouderspark): € 9,2 miljoen (+/- 25-30%)
 - Verspreid over 5-10 jaar
 - Start bij aanvang (ver)nieuwbouw scholencomplex Het Kwartier – 2026-2027?
 - Een eerdere start is mogelijk op basis van:
 - Wensen vanuit sportaccommodatie Prins Hendrik en/of VvE's en verhuurders appartementencomplexen
 - Draagvlak bij individuele bewoners

Organisatorische mogelijkheden

Ten slotte wordt een doorkijkje gegeven naar de organisatorische mogelijkheden voor de exploitatie van het warmte en koude net.

Landelijk gezien zijn er meerdere exploitanten in beeld:

- Een private partij (met ervaring in kleinschalige WKO) ⇔ Voorbeeld: Fort Isabella
- Een van de warmtebedrijven (5 in getal, vanuit 3^e, 4^e of 5^e generatie ervaring)
 - Ennatuurlijk, Eneco, Vattenfall, HVC, Mijwater
- Netbeheerders (gas, elektra), bijvoorbeeld ENPULS/Enexis
- Een zelf op te richten gemeentelijk warmtebedrijf, vaak in joint-venture met een privaat bedrijf of financier of in samenwerking met vergelijkbare initiatieven in de regio
- Buurtwarmteproject – op basis van ervaringen van en bij EnergieSamen (coöperatie)

De warmtewereld is sterk in beweging door ontwikkelingen in de Wet Collectieve Warmtevoorziening, die in november 2023 in concept is verschenen. Die gaat de huidige Warmtewet vervangen.

Aanbevelingen bij een vervolg

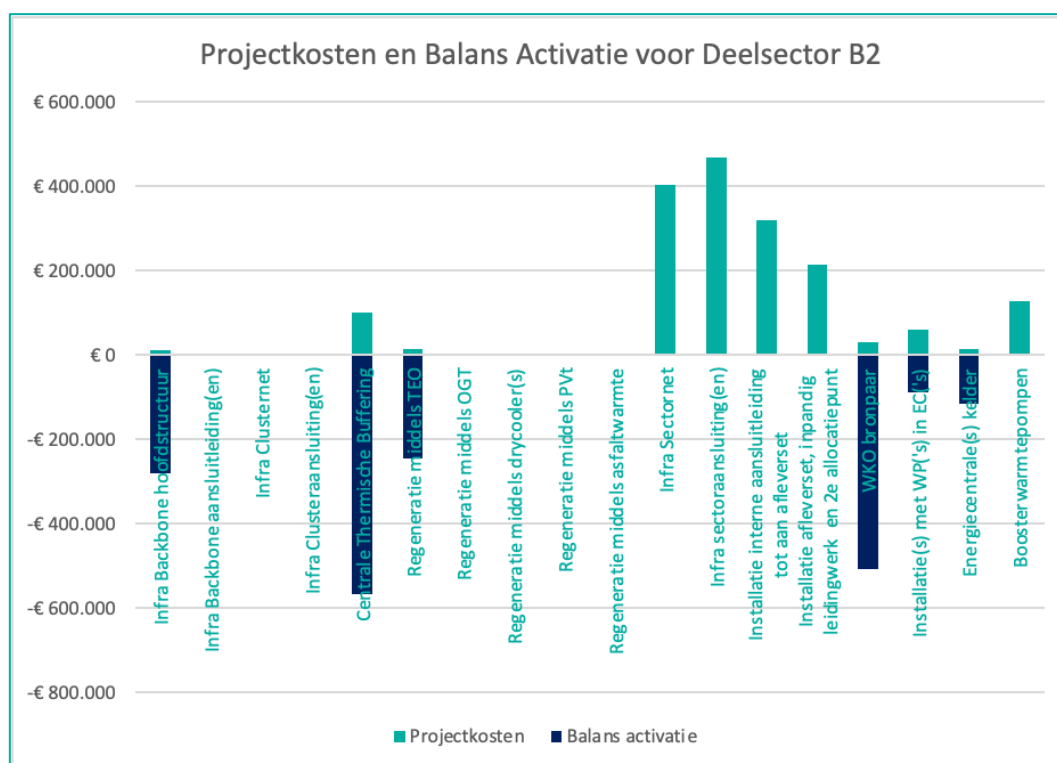
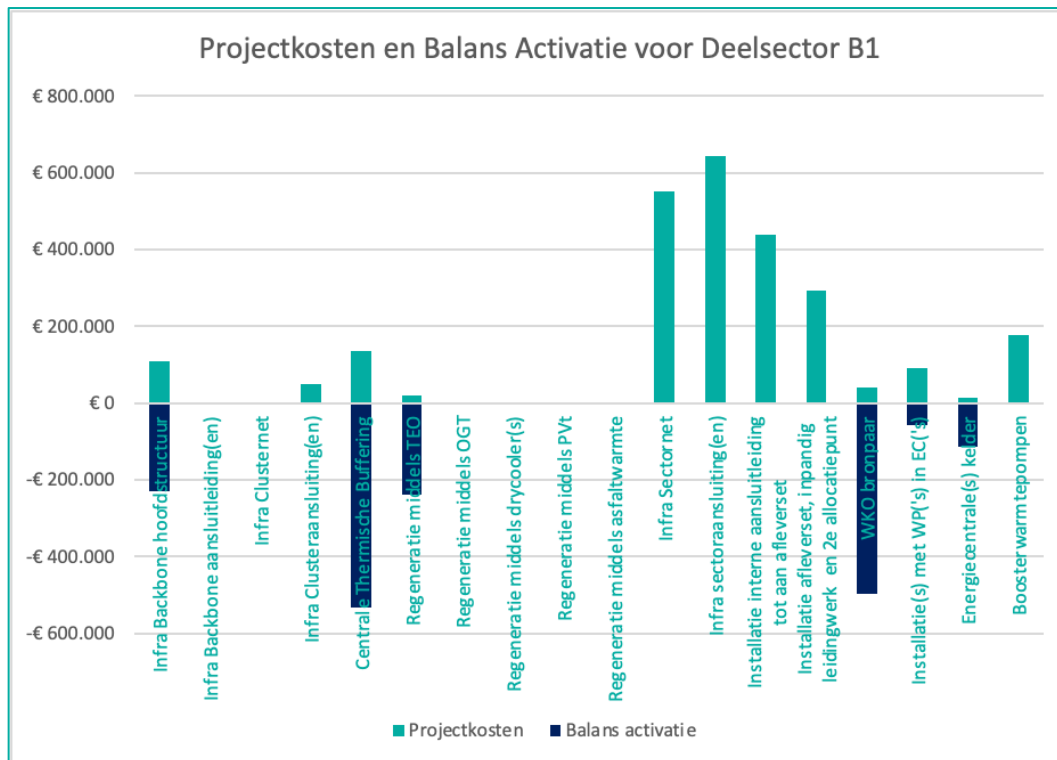
Als er interesse is in een vervolg is het nodig om de volgende zaken nader te beschouwen:

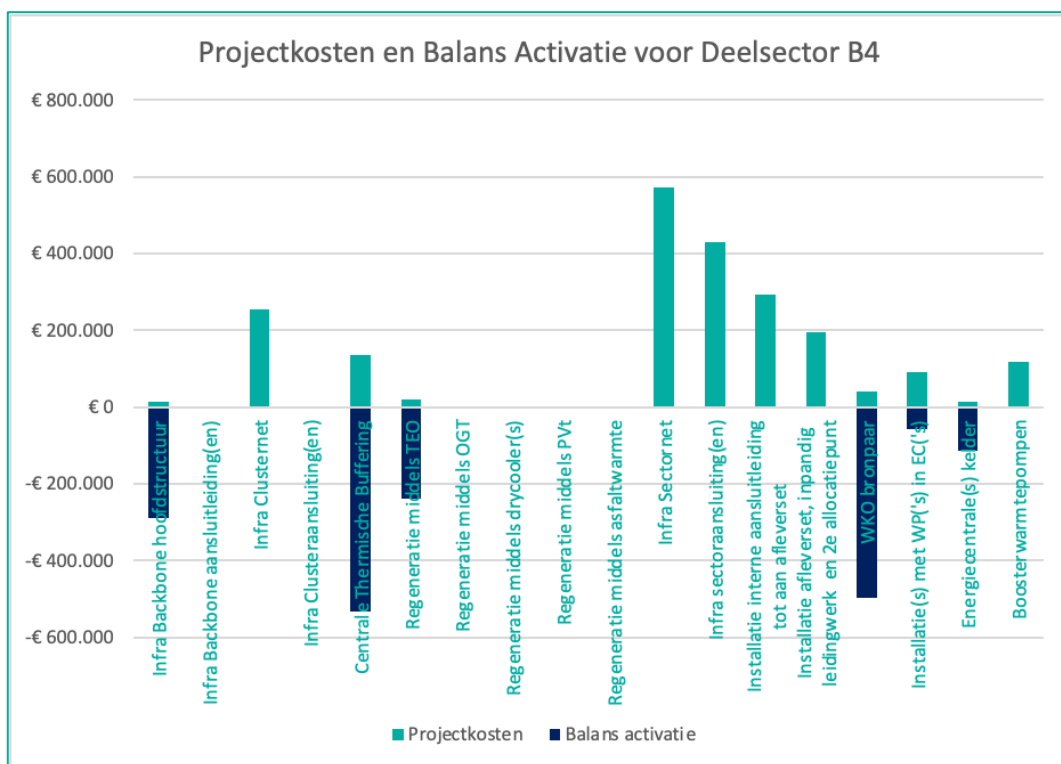
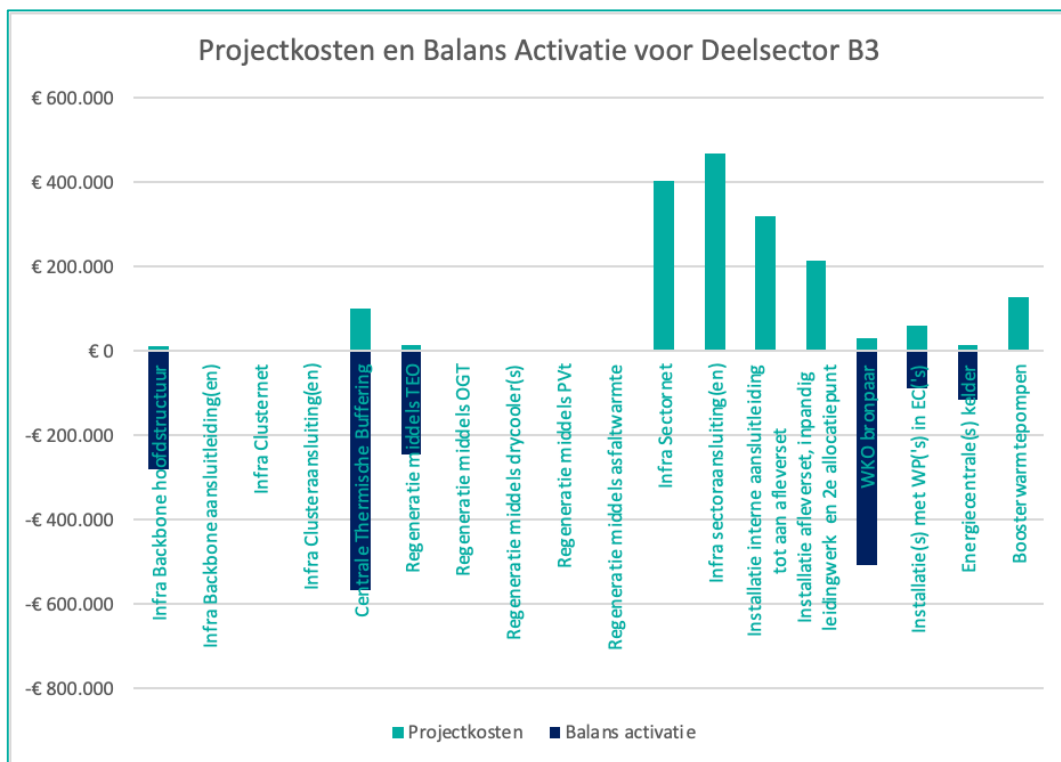
- Organisatiemodel
 - Organiseren van het volgens de concept-wet WcW benodigde publieke meerderheidsaandeel
 - Mogelijkheden van participatie: buurtwarmte-aanpak?
 - Aantrekken vreemd vermogen
- Financieringsmogelijkheden
 - Binnen gemeente, maar zeker ook:
 - Via een regionale en/of landelijk organisatie, bijv. waarborgfondsen en risicospreiding door samenwerking

Een fundamentele keuze in het uitvoeringsplan is te maken om de bewoner te zien als klant van een warmte of koude systeem of.... Als participant in zo'n systeem.

Bijlage financiële doorrekeningen in Sectoren B en C

Deelsectoren van Sector B





Deelsectoren van Sector C

