



Transitievisie Warmte Veenendaal 0.5 Haalbaarheid rapport



Inhoud

1. Inleiding
2. Methodiek
3. Belangrijke algemene uitgangspunten
4. Wat zijn de resultaten
5. Resultaten Molenbrug
6. Resultaten Oosten van Veenendaal
7. Resultaten Petenbos
8. Achtergrondinformatie warmtetoel
9. Achtergrondinformatie gebieden

1. Inleiding

Dit document is opgesteld om inzicht te genereren in de financiële haalbaarheid om in het Oosten van Veenendaal, Molenbrug en Petenbos van het aardgas te gaan. Voor ieder gebied is een financieel optimum bepaald. Het optimum is een combinatie van het aandeel warmtenet vs individuele warmteoplossingen en een keuze van gebruikte technieken.

Met o.a. de resultaten van deze haalbaarheidsstudie wordt er een keuze gemaakt welk gebied er verder onderzocht wordt in de transitie visie 1.0.



2. Methodiek



2. Methodiek

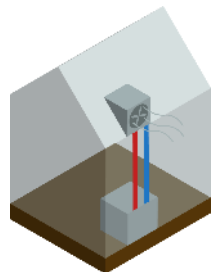
De volgende methodiek is gehanteerd:

1. Wij hebben standaard uitgangspunten gedefinieerd. Buiten de gevoeligheidsanalyse, maken wij dus gebruik van deze uitgangspunten in onze berekeningen.
2. De berekeningen geven resultaten die uitgedrukt worden met de volgende eenheden:
 - a) Totale nationale kosten (per WEQ / per jaar)
 - b) Vermeden CO2 per € (op basis van TNK)
 - c) TCO eigenaar – bewoner (per WEQ / per jaar)
 - d) Gemiddelde warmterekening (per jaar)
 - e) BAK (eenmalige kost)
 - f) Gebouwgebonden investering

2. Methodiek

3. Wij zoeken eerst het gebiedsoptimum voor een warmtenet.
 - Dat doen wij door een gevoeligheidsanalyse. Eerst kijken wij naar de TNK, daarna naar de TCO.
 - Dan toetsen wij 4 parameters: de dekkingsgraad, het rendement van de exploitant, het maatschappelijk rendement en het investeringsniveau voor pandeigenaren.
4. Op basis van het gebiedsoptimum voor het warmtenet, zoeken wij naar de technische oplossing met laagste TNK en de laagste TCO.
5. Wij vergelijken dit techniekoptimum met de referentiesituatie: All-Electric Lucht-water warmtepomp, Aardgas scenario, en (voor Petenbos) hybride warmtepomp.
6. Voor de gekozen gebiedsoptimum + techniek optimum doen wij nog een gevoeligheidsanalyse om te kijken de invloed van de parameters op de BAK.

2. Zoektocht naar het gebiedsoptimum

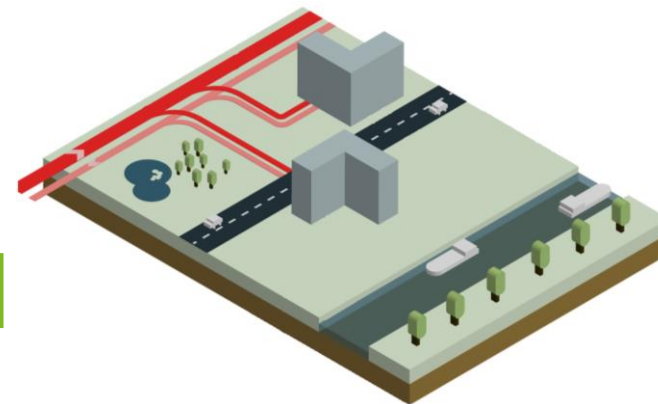


Individueel

- Lage warmtedichtheid
- Lage opstart drempel
- Gering schaalvoordeel



Optimum: CO2 en €



Collectief

- Hoge warmtedichtheid
- Hoge opstart drempel
- Groot schaalvoordeel

2. Hoe werkt de gevoeligheidsanalyse

Het uitvoeren van de gevoeligheidsanalyse geeft inzicht in de robuustheid van het resultaat. In de warmtetoel zijn tal van keuzes gemaakt van verschillende parameters waarmee gerekend wordt. De gevoeligheidsanalyse geeft de invloed is van de belangrijkste parameters op het resultaat weer.

De getoetste parameters uit de gevoeligheidsanalyse:

- Rendementseis;
- Participatiegraad;
- Maatschappelijk rendement;
- Kosten voor gebouw gebonden investeringen.

Van iedere parameter is het effect bepaald op de TNK en TCO. De verandering op het resultaat is bepaald o.b.v. een minimum en maximum scenario.

3. Belangrijke algemene uitgangspunten

Technisch

- Een centrale piekketel op aardgas voor de warmtenetconcepten voorziet 19% van de warmteproductie op jaarbasis.
 - Elke woning wordt individueel aangesloten op het warmtenet. Benodigd in pandig leidingwerk hiervoor wordt mee begroot
 - Woningen worden dermate geïsoleerd dat:
 - De woningen met individuele warmteoplossingen op maximaal 50 °C verwarmd worden.
 - De woningen met een warmtenet aansluiting op maximaal 70 °C verwarmd worden.
 - De woningen met gasreferentie op maximaal 70 °C verwarmd worden.
 - Een Woningequivalent (hierna WEQ) is 30 GJ
- Rendementseis warmtenet exploitant: 6%.
 - Discontovoet eigenaar/bewoner: 5,5%
 - Maatschappelijk rendement: 4%
 - De bijdrage aansluitkosten voor gebouweigenaren worden bepaald a.d.h.v. de rendementseis
 - ISDE Subsidie
 - Restwarmte (HT, Ardagh) kan op 80°C ingekocht worden aan 4 €/GJ
 - Restwarmte (LT, Carbongen Amcis) kan op 30°C ingekocht worden aan 2 €/GJ

Financieel

- Inflatie 2%, bovenop de inflatie komt:
 - Extra index gasprijs 2%
 - Extra index warmteprijs 1%
 - Extra index elektra 1%
- Warmtetarief kleinverbruik 21,54 €/GJ ex. BTW
- Vastrecht warmte kleinverbruik 400 € per adres ex. BTW

Andere

- 80% participatiegraad bij warmtenetten
- Vollooptijd warmtenetten: 5 jaar
- Looptijd berekening 30 jaar. Restwaarde van investeringen na 30 jaar worden meegenomen als positieve kasstroom

4. Wat zijn de resultaten

1. § Totale nationale kosten*: Alle kosten voor installaties, infrastructuur, gebouwszijdige maatregelen, onderhoud van dit alles, energie, brandstof en overhead zoals projectmanagement en administratiekosten. Binnenlandse kasstromen tussen partijen binnen Nederland , zoals subsidies, belastingen en warmtetarief, tellen hier niet in mee.
2. Vermeden CO₂- per € (totale nationale kosten): Hoe effectief iedere geïnvesteerde is in het beperken van CO₂.
3. Vermeden CO₂- %: Hoeveel CO₂ er vermeden wordt in het berekende scenario ten opzichte van de uitgangssituatie: gasinstallatie i.c.m. de huidige isolatieschil.
4.  TCO eigenaar-bewoner:
 - Rekening van eindgebruiker, opgebouwd uit inkoop van warmte of elektra, energiebelasting en btw.
 - Totale kosten initiële investeringen en onderhoud aan:
 1. Isolatie;
 2. Aanpassing afgiftesysteem;
 3. Aansluitbijdrage (indien warmtenet);
 4. Warmtepomp (indien individueel).
5. § Gemiddelde BAK kleinverbruik: De bijdrage aansluitkosten (hierna BAK) voor de kleinverbruikers.
6. § Warmterekening: De gemiddelde warmterekening voor de gebruiker. De warmterekening is niet verdisconteerd en gemiddeld over 30 jaar. Afhankelijk van het type installatie komt de warmterekening voort uit:
 - Gas/elektra/warmte verbruik
 - Het vastrecht.
7. § Gebouwgebonden investeringen (CAPEX excl. BAK): De gebouw gebonden investeringen zijn voor de gebruiker. De post bestaat alle kosten voor isolatie en installatie op het moment van aanvang (dus geen herinvesteringen). Onderdeel van de installatiekosten is de inpassing van de warmteafleverset op de binneninstallatie, plaatsen en aansluiten van een warmtepompinstallatie en het afgiftesysteem 'ready' maken t.b.v. lage temperatuurverwarming. Kosten zijn exclusief het plaatsen van een warmteafleverset, deze kosten liggen bij de warmte-exploitant.

4. Wat zijn nationale kosten?

Onderstaande definitie is overgenomen van PBL, op verandering van een aantal termen na zodat de definitie overeenkomt met de termen uit deze studie.

Nationale kosten zijn de totale kosten in Nederland van alle maatregelen die nodig zijn om een scenario uit te voeren, ongeacht wie die kosten betaalt, inclusief de baten van energiebesparing, maar exclusief binnenlandse kasstromen zoals belastingen, heffingen en subsidies. Deze kasstromen zijn betalingen van de ene groep mensen aan de andere, die de netto kosten voor beide groepen tezamen (voor de hele natie) niet beïnvloeden. Als de ene groep Nederlanders belasting betaalt die via de schatkist wordt uitgekeerd aan een andere groep Nederlanders die subsidie ontvangt, dan is er geen euro de landsgrens overgegaan en kost dat Nederland als geheel dus geen cent.

De jaarlijkse nationale kosten die gepaard gaan met investeringen (zoals afschrijvings- en rentekosten) worden bepaald op basis van de nationale discontovoet van 3 procent. Dit wijkt af van de marktrente die voor verschillende partijen van toepassing is.

In deze studie wordt een nationale discontovoet van 4% gehanteerd.

4. Wat is TCO?

TCO is het totaalbedrag aan kosten die betaald worden over een bepaalde tijd. De Total Cost of Ownership (TCO) hebben in dit onderzoek alleen betrekking op de warmtegebruiker en gebouweigenaar. In de warmtetoel wordt gerekend met een looptijd van 30 jaar. Aan het eind van de looptijd wordt mogelijke restwaarde als positieve kasstroom gerekend. Aan toekomstige kasstromen wordt minder waarde toegekend dan huidige kasstromen. De Discontovoet eigenaar/bewoner bepaald de mate waarin toekomstige kasstromen afgewaardeerd worden.

De volgende kostenposten zijn meegenomen in de TCO:

- Energiekosten (gas/elektra/warmte);
- Vastrecht;
- Onderhoudskosten;
- Installatiekosten: Aansluiten van de warmteafleverset op de binneninstallatie of een warmtepompinstallatie
- Herinvesteringen;
- Isolatiekosten;
- Aanpassingen afgiftesysteem;
- BTW.

In deze studie wordt een discontovoet eigenaar/bewoner van 5,5% gehanteerd.

4. Onzekerheid op de resultaten

Disclaimer

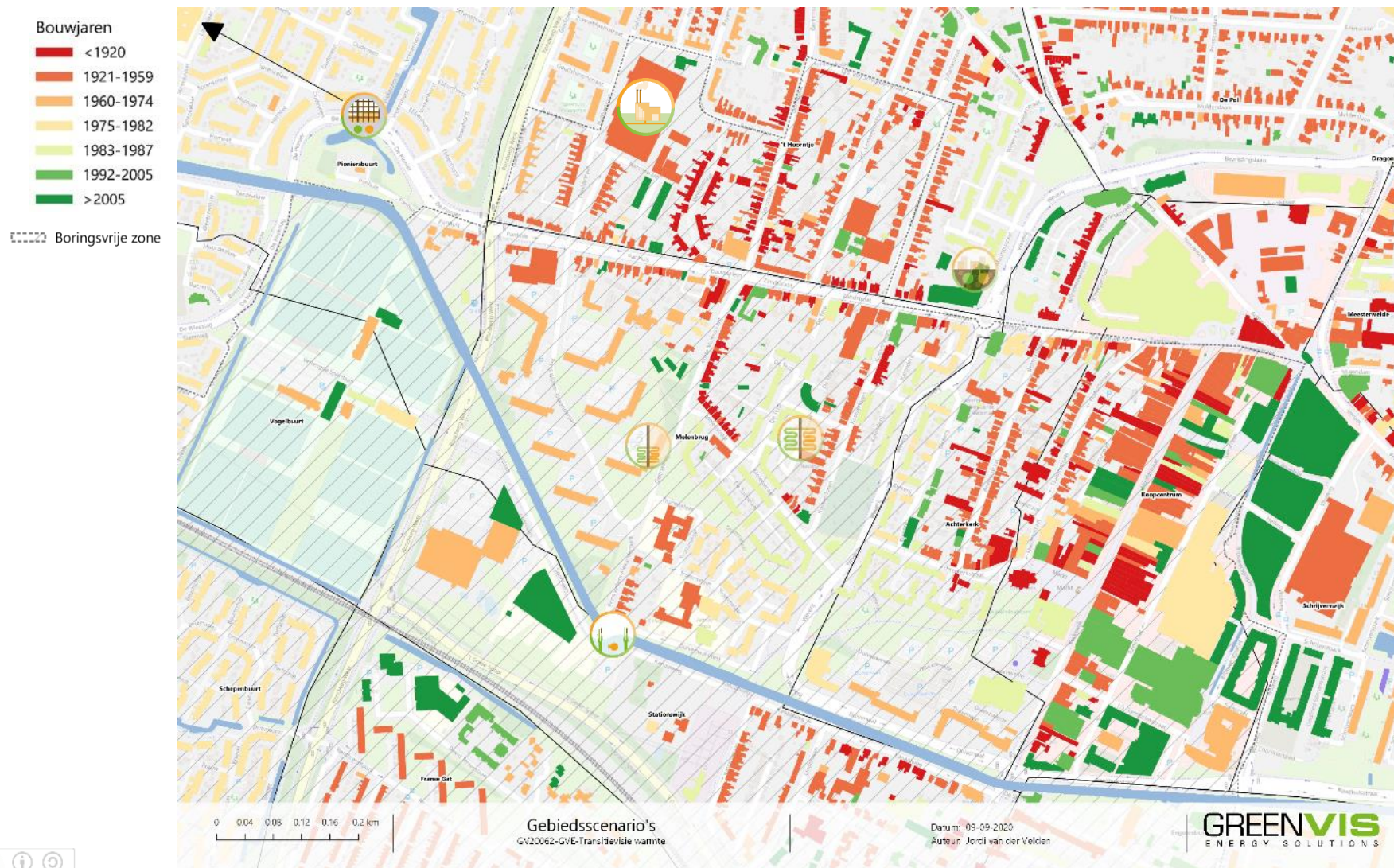
De resultaten in deze studie zijn berekend met behulp van de Greenvis Warmtetool. Deze tool is specifiek gemaakt om snel en flexibel diverse scenario's voor duurzame warmte in een gebied te definiëren en door te rekenen. Hiervoor wordt zo veel als mogelijk gekeken naar de lokale aspecten maar is het detailniveau niet hetzelfde als bij een haalbaarheidsstudie. Deze analyse is dus **geen haalbaarheidsstudie**.

De trade-off om deze snelheid en flexibiliteit te behalen is dus dat voor een groot aantal factoren **algemene i.p.v. case-specifieke kengetallen** moeten worden gehanteerd. Het resultaat hiervan is een **onzekerheidsmarge van ca. +/- 40%** op de berekende kosten.

5. Resultaten Molenbrug



Bouwjaren en bronnen - Molenbrug



Individuele bronnen



Lucht-water warmtepomp

Collectieve bronnen



RWZI



Drycooler



WKO



Lucht-water warmtepomp



TEO



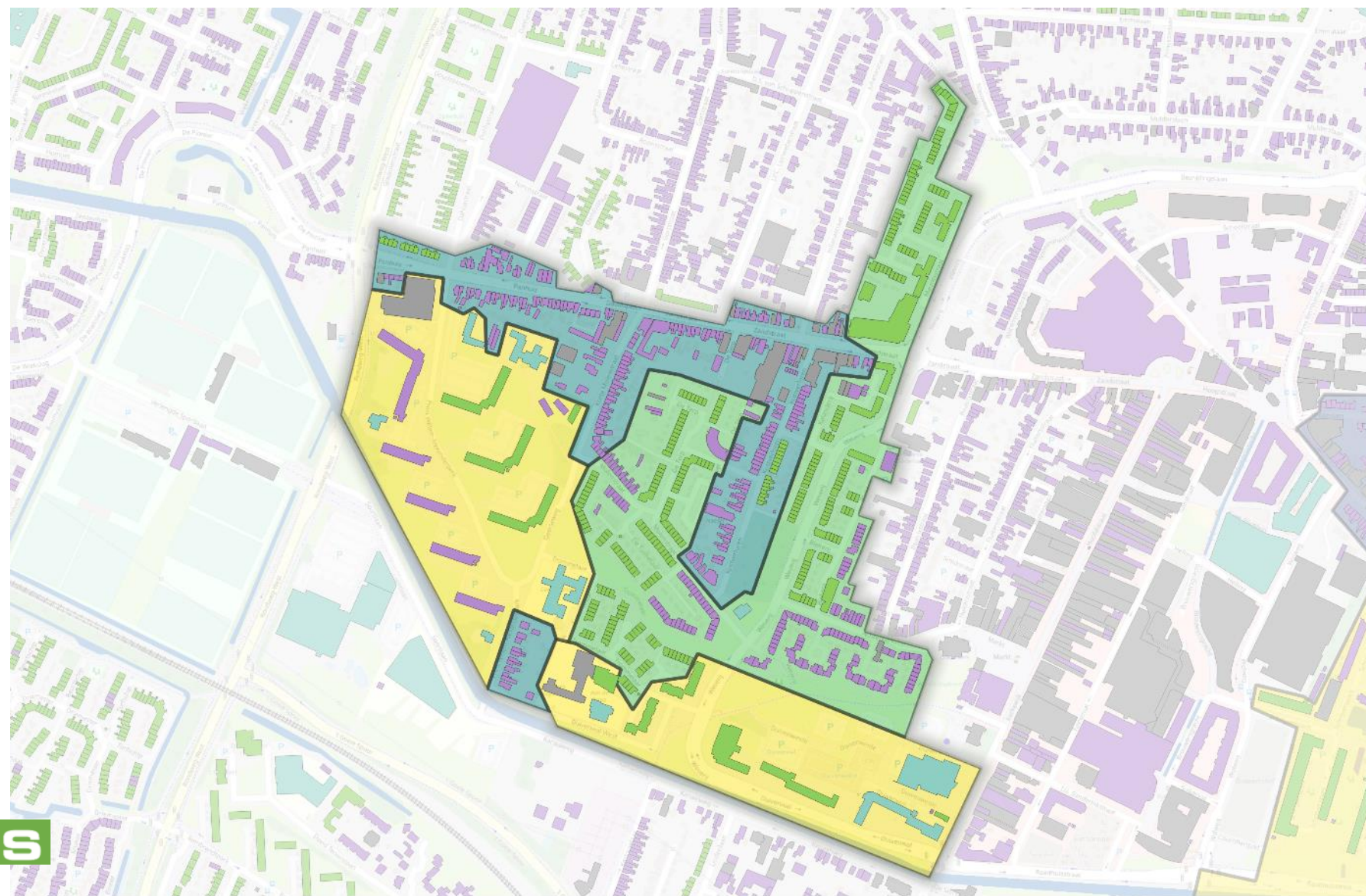
WKO



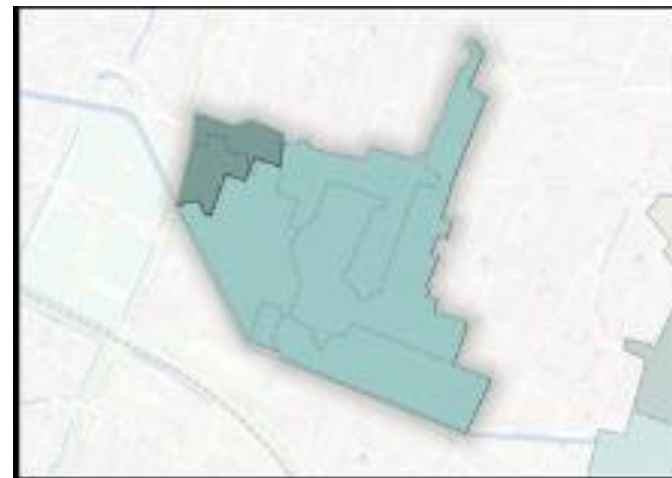
Restwarmte



Clusters en bezit - Molenbrug



Resultaten bronnen studie – Molenbrug

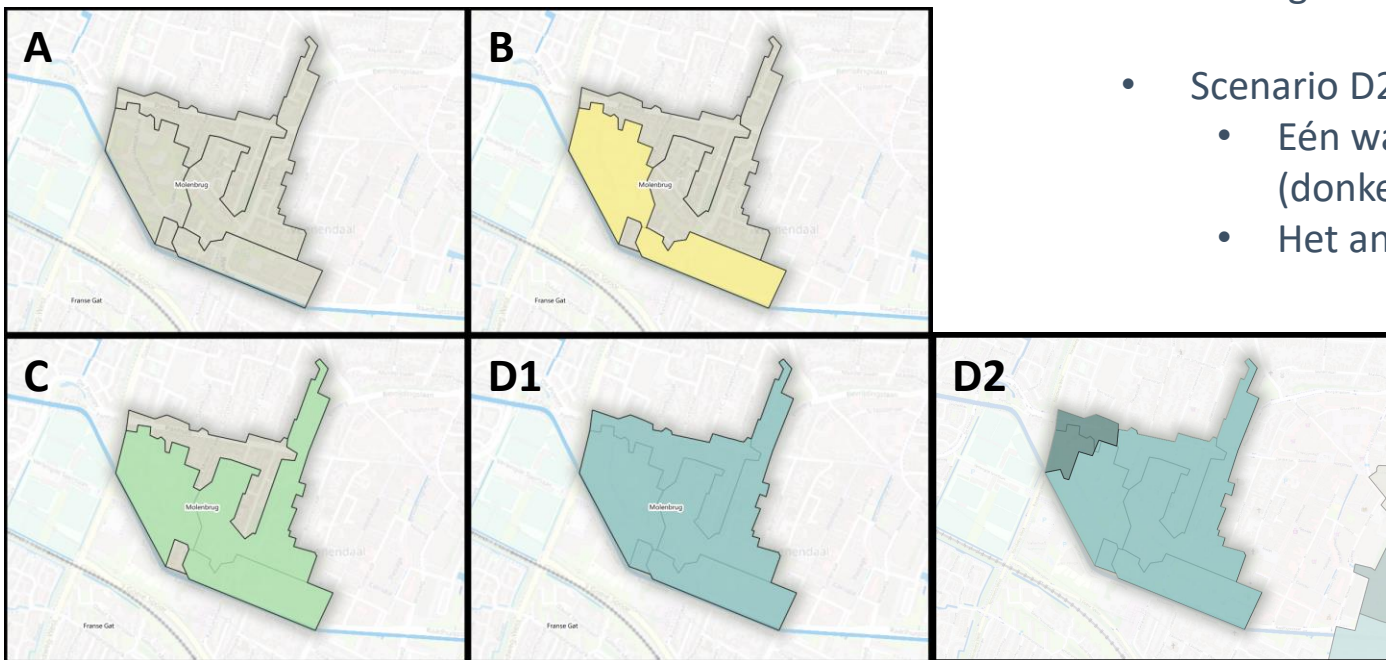


	Warmte oplossing	Drycooler-WKO	RWZI	TEO+WKO	Collectieve lucht-water warmtepomp	TEO-excl. gas	TEO+WKO+restwarmte
💰	Tot. nationale kosten*	€ 850	€ 810	€ 830	€ 850	€ 930	€ 810
💰/🌍	Vermeden CO2 per €	1,45 kg	1,50 kg	1,50 kg	1,38 kg	1,70 kg	1,57 kg
🌍	Vermeden CO2 %	65%	65%	65%	60%	85%	65%
👤+🏠	TCO eigenaar-bewoner*	€ 1.130	€ 1.020	€ 1.000	€ 1.140	€ 1.000	€ 1.000

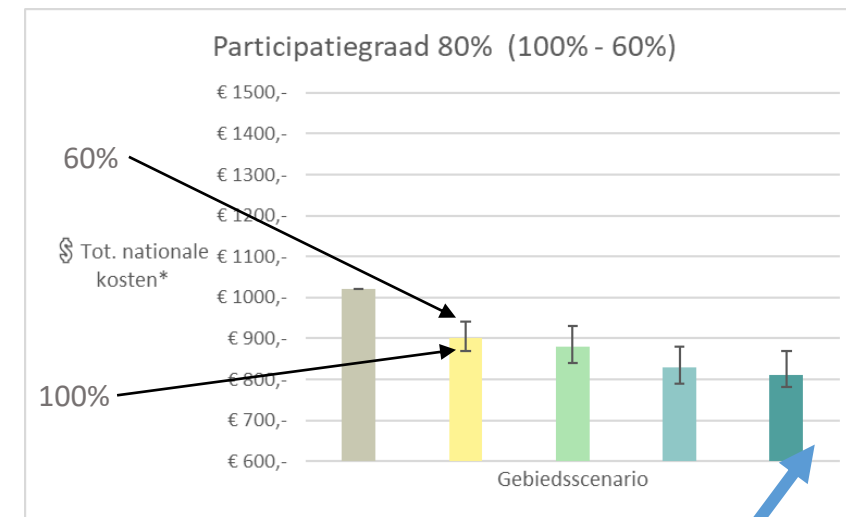
* Per WEQ per jaar

Scenario's Molenbrug

- Voor Molenbrug zijn 5 gebiedsssenario's gedefinieerd.
- In scenario A worden alle woningen aangesloten met individuele lucht water warmtepompen.
- In scenario D1 worden alle woningen aangesloten op een collectief warmtenet.
- Scenario B en C bestaat uit clusters woningen waarbij sommige clusters aangesloten worden op een warmtenet en clusters waar de woningen voorzien worden van een individuele warmte oplossing.
- Scenario D2 bestaat uit twee verschillende warmtenetten
 - Eén warmtenet wordt gevoed met restwarmte van Ardagh (donker blauw).
 - Het andere warmtenet heeft een andere warmtebron.



Gebiedsoptimum - Molenbrug



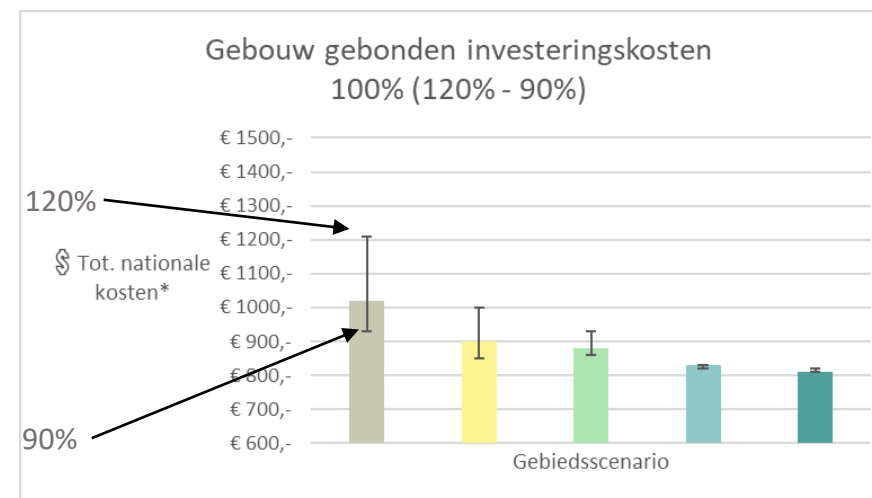
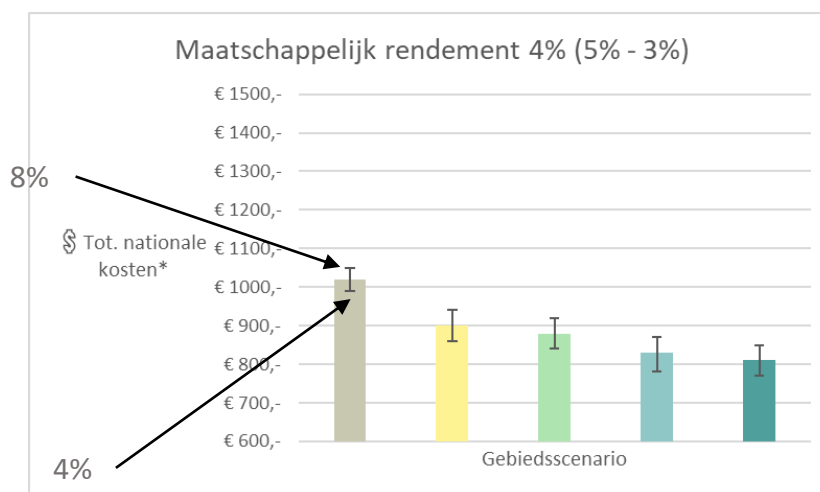
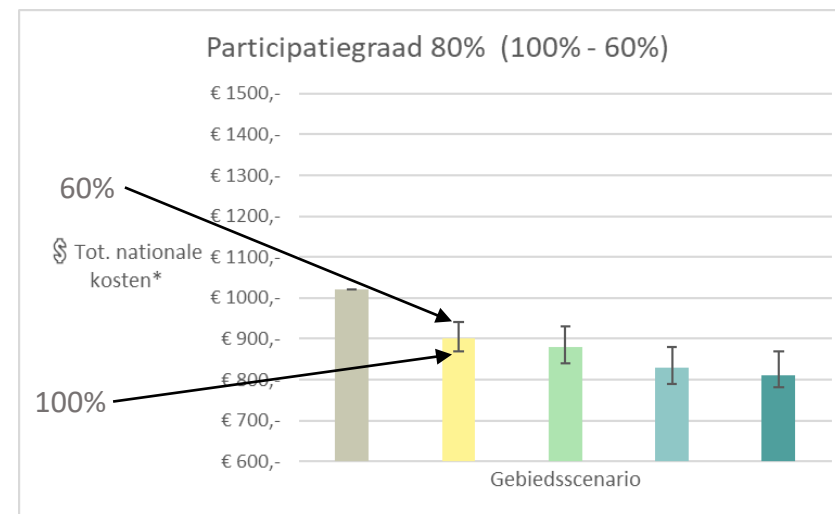
* Per WEQ per jaar

Optimum
gebiedsscenario

- Op basis van de analyse met de warmtetoel score de combinatie van restwarmte + TEO het beste
- In de bovenstaande grafiek is de TNK van restwarmte+TEO inzichtelijk gemaakt.

Gevoeligheidsanalyse TNK - Molenbrug

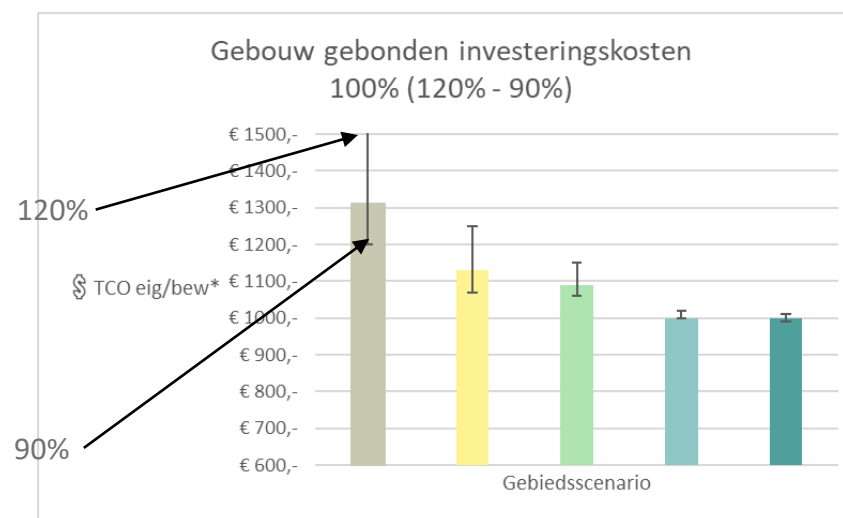
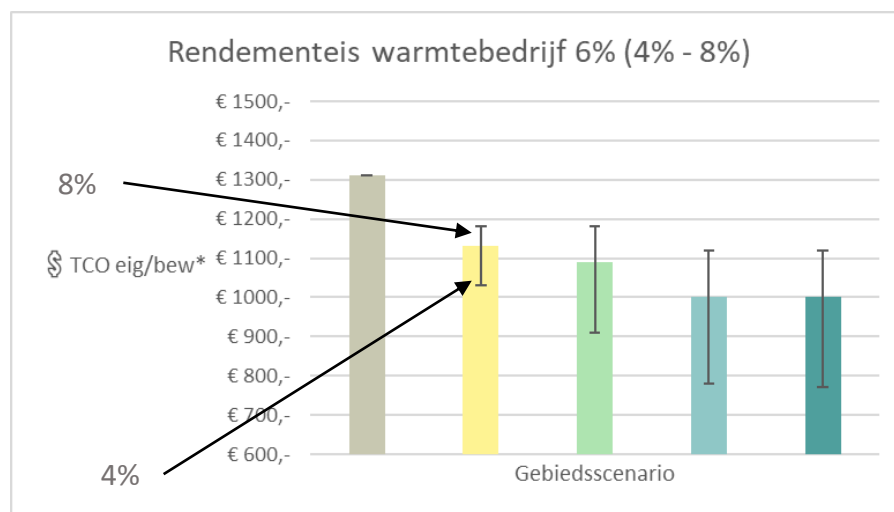
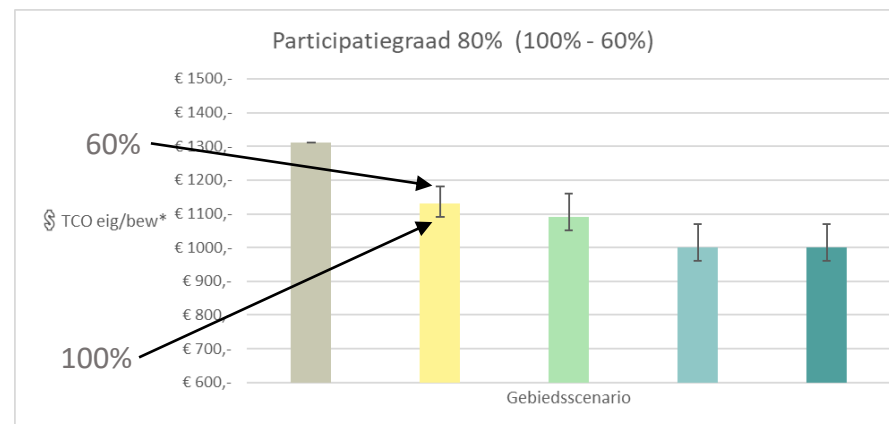
- De onderstaande grafieken geven weer wat het effect is op de totaal nationale kosten wanneer er uitgangspunten worden aangepast.
- Zoals te zien hebben de parameters voor Molenbrug maar een beperkte mate effect op de keuze van het gebiedsoptimum.



* Per WEQ per jaar

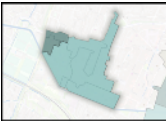
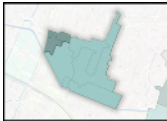
Gevoeligheidsanalyse TCO - Molenbrug

- De onderstaande grafieken geven weer wat het effect is op de Total Cost of ownership van de eigenaar/bewoner wanneer er uitgangspunten worden aangepast.
- Net als het effect op de TNK, hebben de gewijzigde uitgangspunten voor TCO ook maar in beperkte mate effect op het gebiedsoptimum.



* Per WEQ per jaar

Resultaten optimum – Molenbrug

		Gebiedsoptimum (TNK)	Gebiedsoptimum (TCO)
	Warmte oplossing	Ardagh & TEO	Ardagh & TEO
	Scenario		
	Tot. nationale kosten*	€ 810	€ 810
	Vermeden CO2 per €	1,57 kg	1,57 kg
	Vermeden CO2 %	65%	65%
	TCO eigenaar-bewoner*	€ 1.000	€ 1.000
	Gem. BAK kvb.	€ 4.500	€ 4.500
	Gem. Warmterekening**	€ 1.670	€ 1.670
	Gebouw Investerings (CAPEX excl. BAK)	€ 5.090	€ 5.090

* Per WEQ per jaar

** Incl. vastrecht en niet verdisconteerd

- In de hiernaast gevisualiseerde tabel zijn de resultaten o.b.v. TNK en TCO van het gebiedsoptimum weergegeven.
- Van alle gebiedssenario's scoort het aansluiten van alle woningen op een warmtenet met Ardagh i.c.m. TEO en WKO als bron het beste zowel o.b.v. TNK als ook TCO.

Referentie individueel en gas– Molenbrug

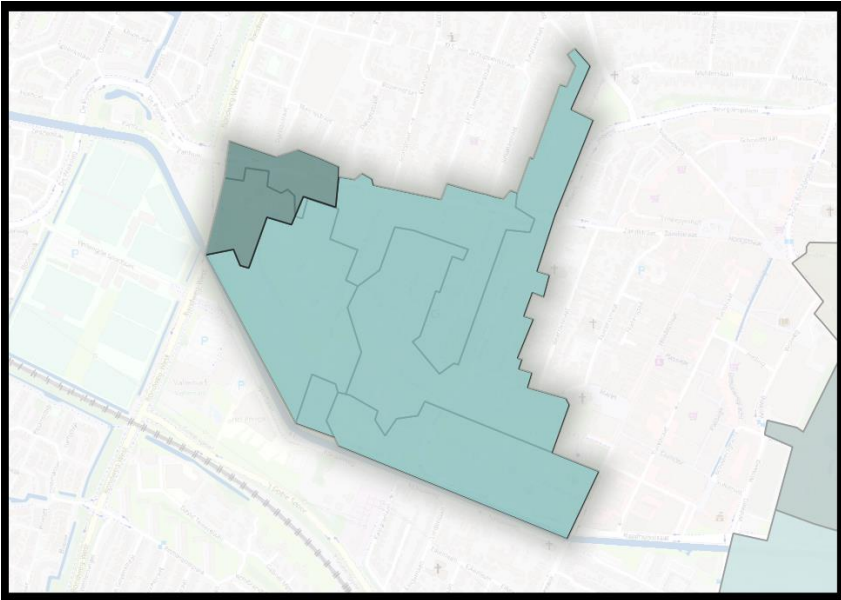
		Gebiedsoptimum (TNK)	Individuele oplossingen	Gasreferentie
	Warmte oplossing	Ardagh & TEO	Indv. LW-warmtepomp	Behoud huidige installatie
	Scenario			
	Tot. nationale kosten*	€ 810	€ 1.020	€ 340
	Vermeden CO2 per €	1,57 kg	1,69 kg	-
	Vermeden CO2 %	65%	90%	4%
	TCO eigenaar-bewoner*	€ 1.000	€ 1.310	€ 780
	Gem. BAK kvb.	€ 4.500	€ 0	€ 0
	Gem. Warmterekening **	€ 1.670	€ 670	€ 1.660
	Gebouw Investerings (CAPEX excl. BAK)	€ 5.090	€ 27.990	€ 1.910

* Per WEQ per jaar

** Incl. vastrecht en niet verdisconteerd

- De hier afgebeelde tabel geeft de resultaten weer van het gebiedsoptimum t.o.v.
 - Alle woningen aansluiten op individuele lucht-water warmtepompen;
 - Behoud van de huidige gasinstallatie.
 - De CAPEX voor de gasreferentie bestaat uit het isoleren van woningen naar 70 °C. Dit bedrag is gemiddeld voor alle woningen.
 - Het verschil van CAPEX tussen het gebiedsoptimum en de gasreferentie bestaat uit het klantzijdig aansluiten van de afleverset en de afsluit- en verwijderkosten van de gasaansluiting/ketel in de woning.
- Enkele opvallende punten:
 - Er is een groot verschil tussen de TNK en TCO eigenaar-bewoner. De reden hiervoor is de hoge mate van belasting op gas.
 - De Warmterekening is voor gas bijna gelijk als voor het warmtenet. Dit is te verklaren doordat in jaar 0 warmte duurder is maar daarna neemt de gasprijs jaarlijks met 2% toe en de warmteprijs met 1%.

Gevoeligheidsanalyse op BAK– Molenbrug



- De BAK is een middel voor de warmteleverancier om de onrendabele top af te dekken.
- Het toetsen van de gevoeligheid op de BAK laat zien wat het effect is op:
 - De initiële investeringen voor de bewoner;
- Een 4% rendementseis van het warmtebedrijf geeft als resultaat een negatieve BAK. In werkelijkheid zal dit eerder vertalen in een BAK van € 0,- waarbij het rendement hoger ligt dan 4%.

	BAK (positief scenario)	BAK (uitgangs scenario)	BAK (negatief scenario)
Participatiegraad (100% - 80% - 60%)	€ 3.230	€ 4.500	€ 6.610
Rendementseis Warmtebedrijf (4% - 6% - 8%)	-€ 2.230	€ 4.500	€ 7.920

* Per WEQ per jaar

Conclusie – Molenbrug

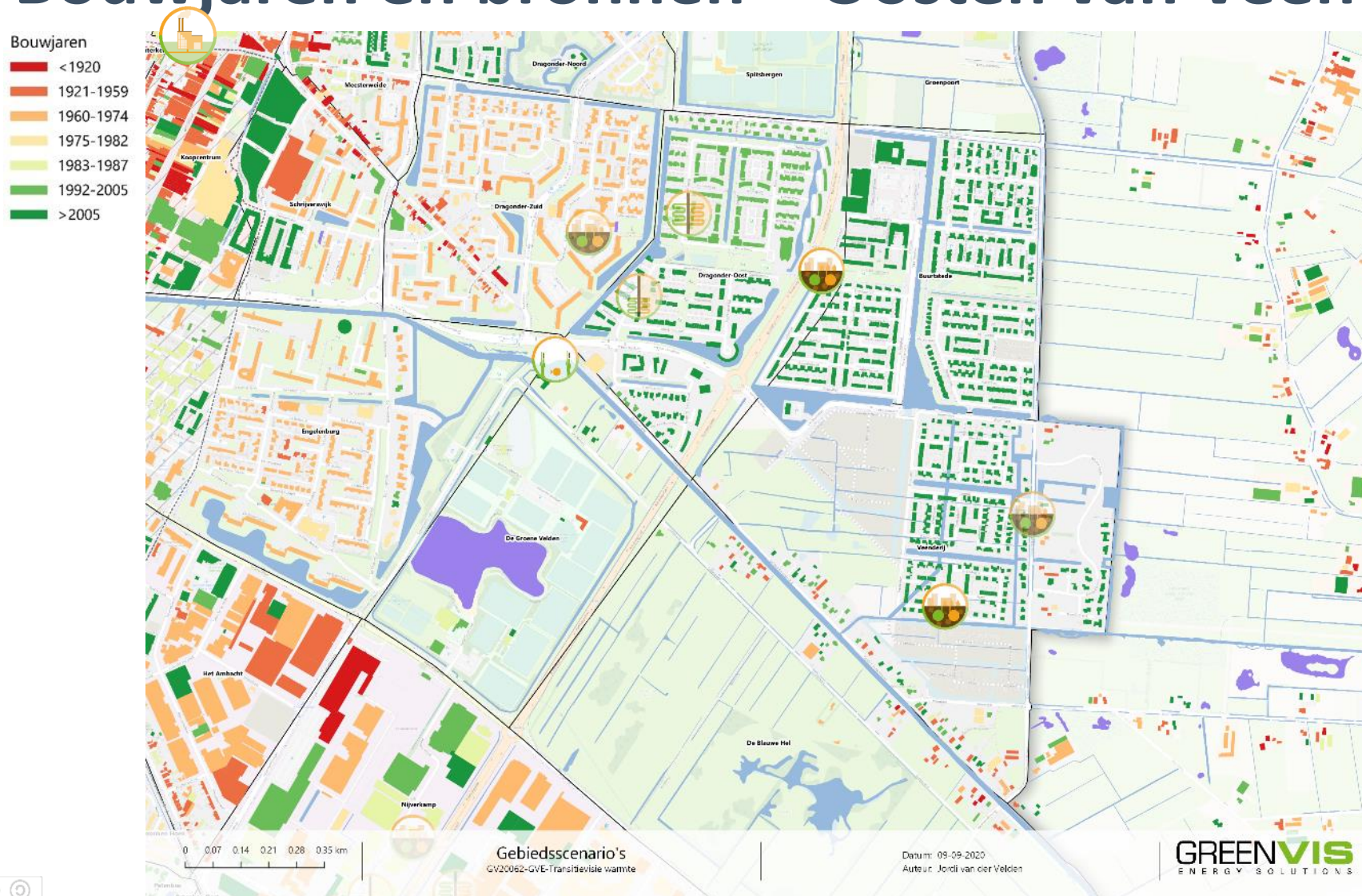


- Qua warmtebron voor een warmtenet scoort de combinatie van een warmtenet met TEO+WKO en Ardagh het beste.
- Het blauwe scenario is het gebiedsoptimum o.b.v. TNK. In het gebiedsoptimum worden alle woningen op het warmtenet aangesloten.
- Rendementseis exploitant, participatiegraad, maatschappelijk rendement en kosten voor gebouw gebonden investeringen hebben zeer beperkt invloed op de keuze van het gebiedsoptimum.
- Er is een onrendabele top per WEQ over 30 jaar van:
 - €6.160 (Het gebiedsoptimum een warmtenet)
- Vanuit financieel oogpunt heeft het de voorkeur om verder onderzoek te doen naar de haalbaarheid van een warmtenet van het blauwe scenario.

6. Resultaten Oosten van Veenendaal



Bouwjaren en bronnen – Oosten van Veenendaal



Individuele bronnen



Lucht-water warmtepomp

Collectieve bronnen



Drycooler



WKO



Lucht-water warmtepomp



TEO



WKO



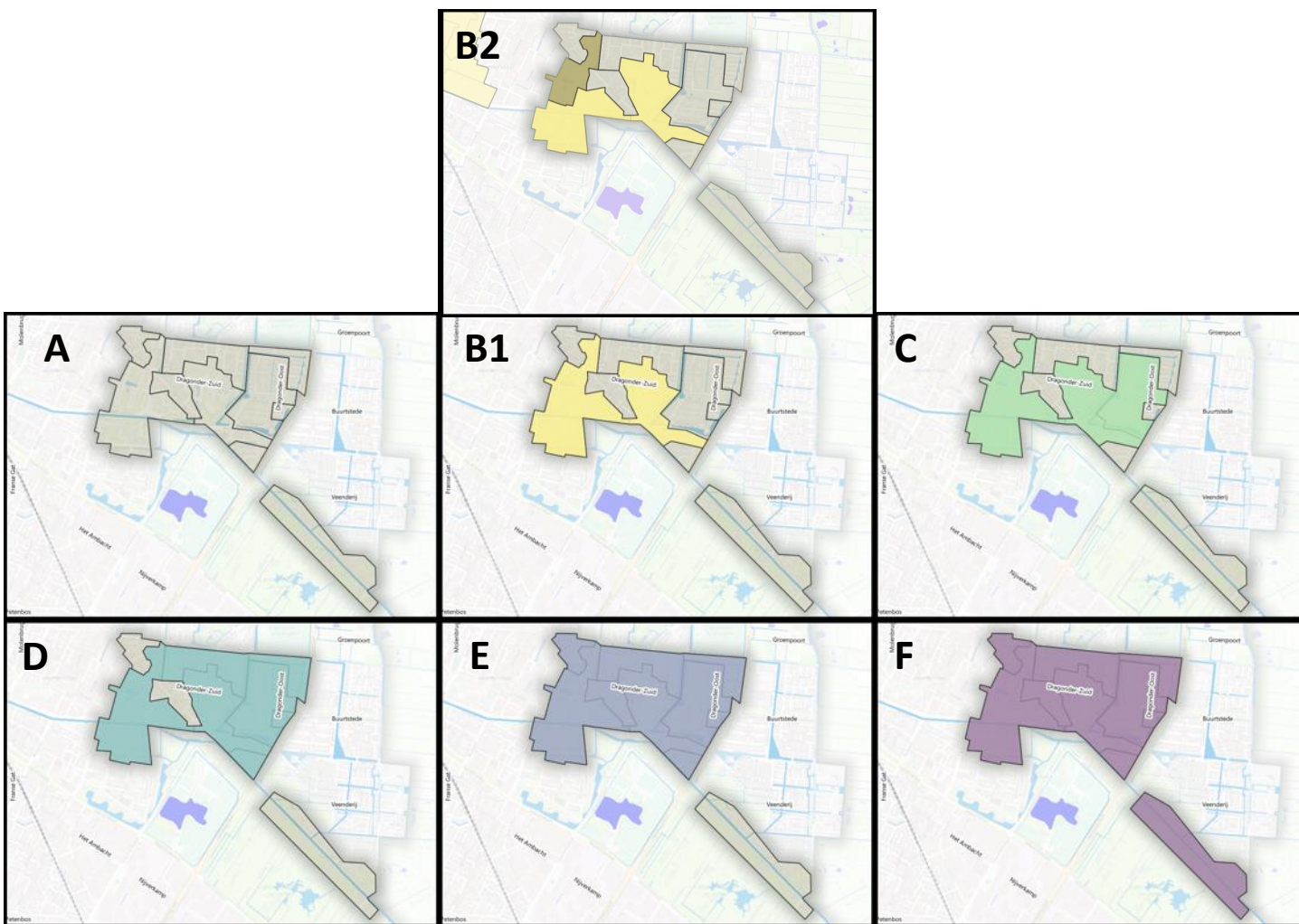
Restwarmte

Clusters en bezit - Oosten van Veenendaal

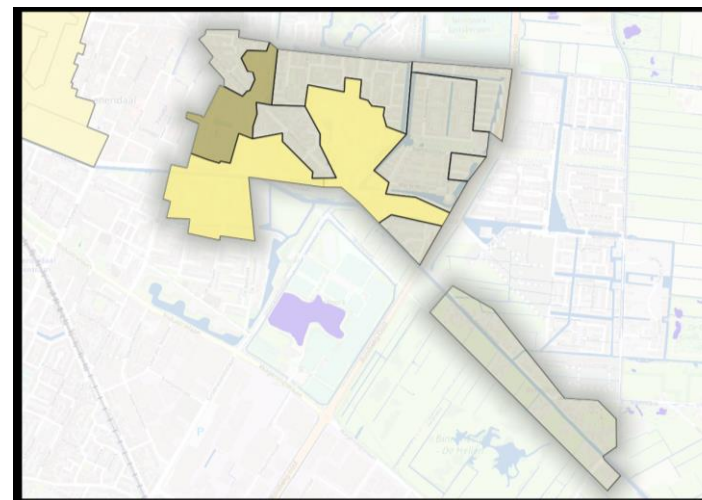
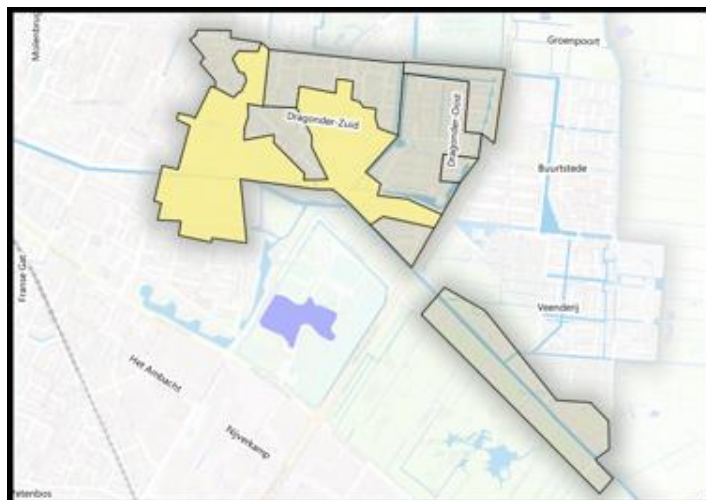


Scenario's - Oosten van Veenendaal

- Voor Molenbrug zijn 7 gebiedssenario's gedefinieerd.
- In scenario A worden alle woningen aangesloten met individuele lucht water warmtepompen.
- In scenario F worden alle woningen aangesloten op een collectief warmtenet.
- Scenario's B, C, D, en E bestaan uit clusters woningen waarbij sommige clusters aangesloten worden op een warmtenet en clusters waar de woningen voorzien worden van een individuele warmte oplossing.
- Scenario B2 bestaat uit twee verschillende warmtenetten
 - Eén warmtenet wordt gevoed met restwarmte van Carbon Amcis (donker geel).
 - Het andere warmtenet heeft een andere warmtebron.



Resultaten bronnen studie –Oosten van Veenendaal

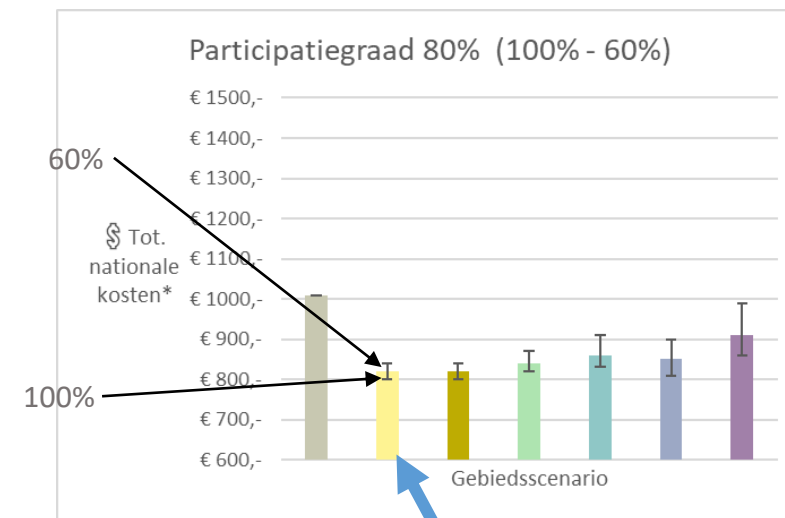
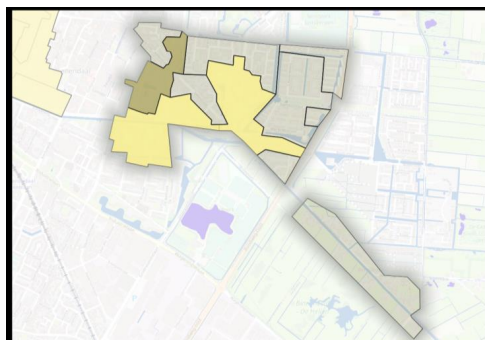


	Warmte oplossing	TEO+WKO (zonder gaspiek)			
		Drycoolers+WKO	TEO+WKO	TEO+WKO+restwarmte	
\$	Tot. nationale kosten*	€ 830	€ 820	€ 880	€ 820
\$/ 🌍	Vermeden CO2 per €	1,75 kg	1,78 kg	1,87 kg	1,77 kg
🌍	Vermeden CO2 %	75%	75%	85%	75%
👤+ 🏠	TCO eigenaar-bewoner*	€ 1.090	€ 1.030	€ 1.030	€ 1.050

* Per WEQ per jaar

Optimum bronnen

Gebiedsoptimum – Oosten van Veenendaal

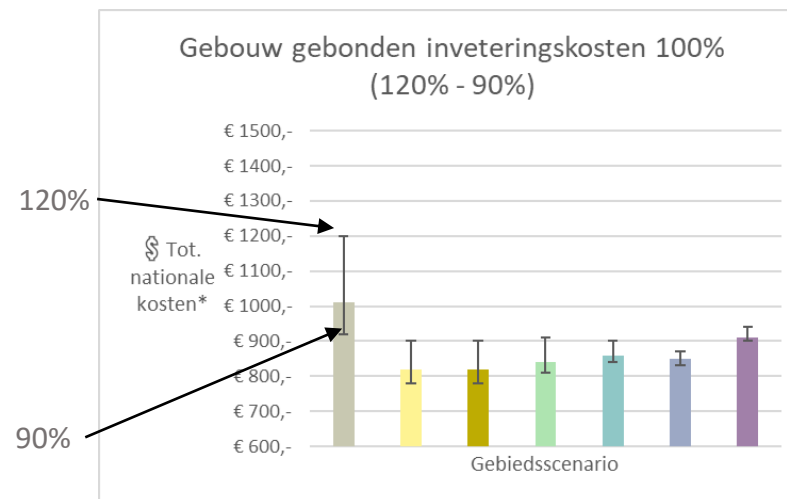
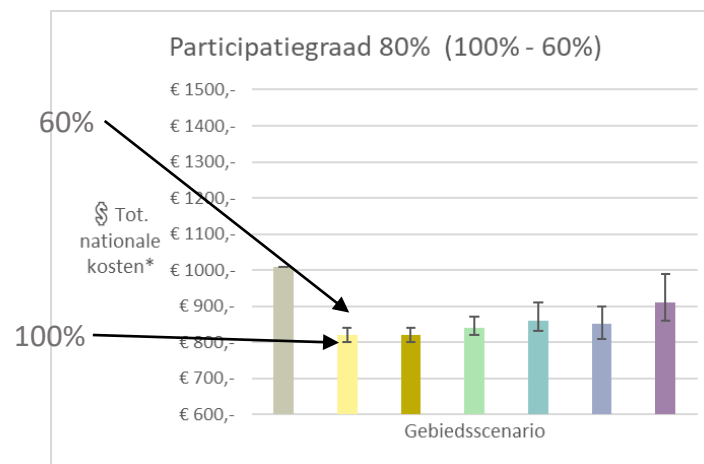
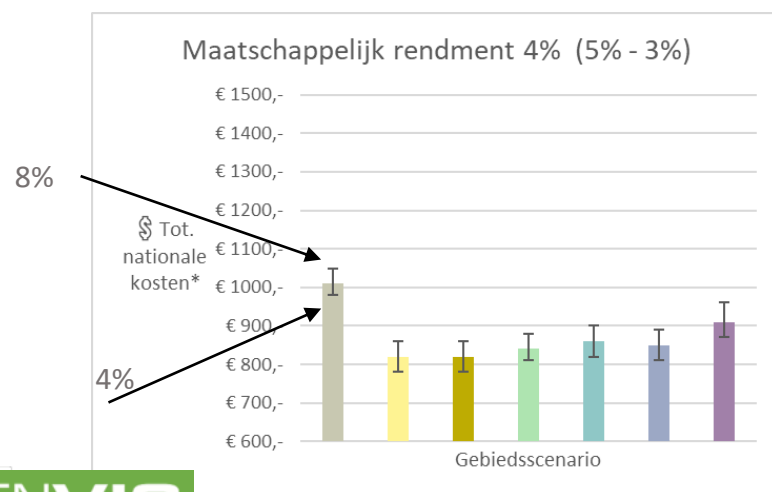


* Per WEQ per jaar

Optimum
gebiedssscenario

- Op basis van de analyse met de warmtetoel score de combinatie van restwarmte + TEO het beste
- In de bovenstaande grafiek is de TNK van restwarmte+TEO inzichtelijk gemaakt.

Gevoeligheidsanalyse TNK - Oosten van Veenendaal



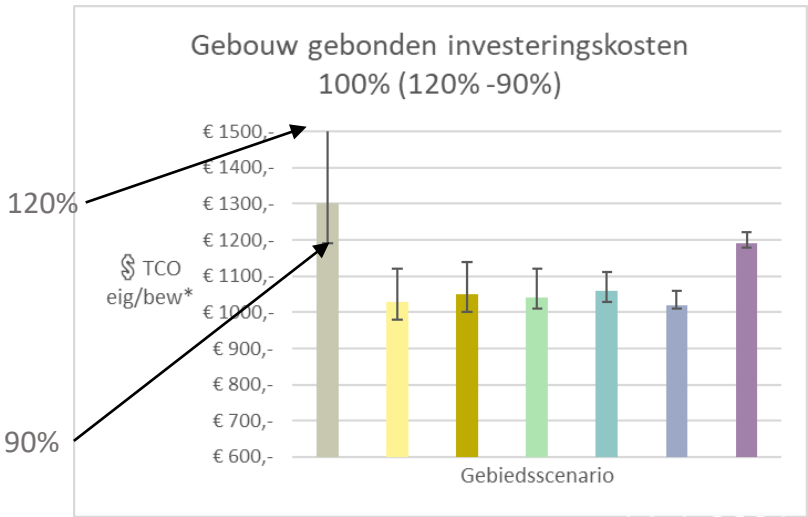
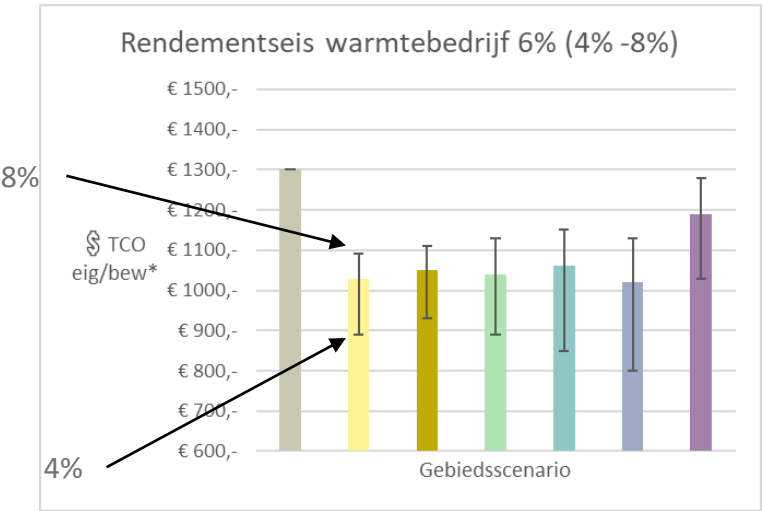
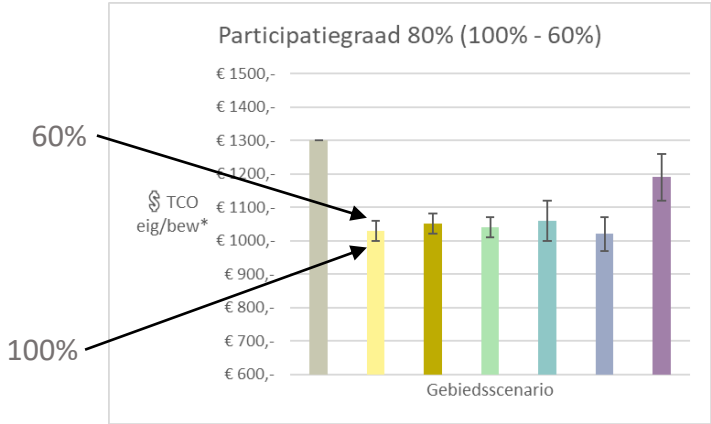
* Per WEQ per jaar

- De onderstaande grafieken geven weer wat het effect is op de totaal nationale kosten wanneer er uitgangspunten worden aangepast.
- Opvallend detail: De TNK daal bij de overgang van het lichtblauwe scenario naar het donkerblauwe. Hieruit is te concluderen dat het gebied wat toegevoegd wordt een lagere TNK heeft als het verwarmd wordt met een warmtenet t.o.v. individuele lucht-water warmtepompen. De verklaring hiervoor is:
 - Het gebied is hoofdzakelijk oudbouw
 - De kosten om dit gebied individueel aan te sluiten hoog zijn. De isolatieschil moet drastisch aangepakt worden om met een temperatuurregime van 50 °C de woningen te kunnen verwarmen.
 - Voor een aansluiting op het warmtenet hoeft de isolatieschil veel minder aangepakt te worden.
- De overige gebieden scoren substantieel slechter voor de aanleg van een warmtenet. Belangrijke oorzaken:
 - Er ligt veel asfalt in grote delen van het Oosten van Veenendaal
 - Er zijn redelijk wat woningen na 1992 gebouwd, deze woningen zijn relatief voordeliger om de schil aan te pakken t.b.v. individuele verwarming met een lucht-water warmtepomp.

Gevoeligheidsanalyse

TCO - Oosten van Veenendaal

- De onderstaande grafieken geven weer wat het effect is op de Total Cost of ownership van de eigenaar/bewoner wanneer er uitgangspunten worden aangepast.



* Per WEQ per jaar

Resultaten optimum - Oosten van Veenendaal

		Gebiedsoptimum (TNK)	Gebiedsoptimum (TCO)
	Warmte oplossing	TEO	TEO
	Scenario		
	Tot. nationale kosten*	€ 820	€ 820
	Vermeden CO2 per €	1,78 kg	1,77 kg
	Vermeden CO2 %	75%	75%
	TCO eigenaar-bewoner*	€ 1.030	€ 1.050
	Gem. BAK kvb.	€ 2.520	€ 3.750
	Gem. Warmterekening**	warmtenet € 1.690 individueel € 690	warmtenet € 1.670 Individueel € 660
	Gebouw Investerings (CAPEX excl. BAK)	warmtenet € 5.270 Individueel € 26.220	warmtenet € 5.000 Individueel € 29.050

- O.b.v. TNK scoort van alle gebiedssenario's het gele scenario het beste, het aansluiten van een beperkt aantal woningen i.c.m. TEO
- O.b.v. TCO scoort van alle gebiedssenario's het donkerblauwe scenario het beste, het aansluiten van bijna alle woningen i.c.m. TEO.

* Per WEQ per jaar

** Incl. vastrecht en niet verdisconteerd

Referentie individueel en gas - Oosten van Veenendaal

	Gebiedsoptimum (TNK)	Individuele oplossingen	Gasreferentie
 Warmte oplossing	TEO	Indv. LW-warmtepomp	Behoud huidige installatie
 Scenario			
 Tot. nationale kosten*	€ 820	€ 1.010	€ 390
 Vermeden CO2 per €	1,78 kg	1,70 kg	-
 Vermeden CO2 %	75%	90%	4%
 TCO eigenaar-bewoner*	€ 1.030	€ 1.300	€ 780
 Gem. BAK kvb.	€ 2.520	€ 0	€ 0
 Gem. Warmterekening **	warmtenet € 1.690 individueel € 690	670	€ 1.660
 CAPEX Gebouwegebonden (excl. BAK)	warmtenet € 5.270 Individueel € 26.220	€ 28.090	€ 1.920

- De hier afgebeelde tabel geeft de resultaten weer van het gebiedsoptimum t.o.v.
 - Alle woningen aansluiten op individuele lucht-water warmtepompen;
 - Behoud van de huidige gasinstallatie.
- De CAPEX voor de gasreferentie bestaat uit het isoleren van woningen naar 70 °C. Dit bedrag is gemiddeld voor alle woningen.
- Het verschil van CAPEX tussen het gebiedsoptimum en de gasreferentie bestaat uit het klantzijdig aansluiten van de afleverzet en de afsluit- en verwijderkosten van de gasaansluiting/ketel in de woning.
- Enkele opvallen heden:
 - Er is een groot verschil tussen de TNK en TCO eigenaar-bewoner. De rede hiervoor is de hoge mate van belasting op gas.
 - De Warmterekening is voor gas bijna gelijk als voor het warmtenet. Dit is te verklaren doordat in jaar 0 warmte duurder is maar daarna neemt de gasprijs jaarlijks met 2% toe en de warmteprijs met 1%.

Gevoeligheidsanalyse op BAK - Oosten van Veenendaal



- De BAK is een middel voor de warmteleverancier om de onrendabele top af te dekken.
- Het toetsen van de gevoeligheid op de BAK laat zien wat het effect is op:
 - De initiële investeringen voor de bewoner;
- Een 4% rendementseis van het warmtebedrijf geeft als resultaat een negatieve BAK. In werkelijkheid zal dit eerder vertalen in een BAK van € 0,- waarbij het rendement hoger ligt dan 4%.

	BAK (positief scenario)	BAK (uitgangs scenario)	BAK (negatief scenario)
Participatiegraad (100% - 80% - 60%)	€ 1.740	€ 2.520	€ 3.940
Rendementseis Warmtebedrijf (4% - 6% - 8%)	-€ 4.310	€ 2.520	€ 5.940

* Per WEQ per jaar

Conclusie - Oosten van Veenendaal

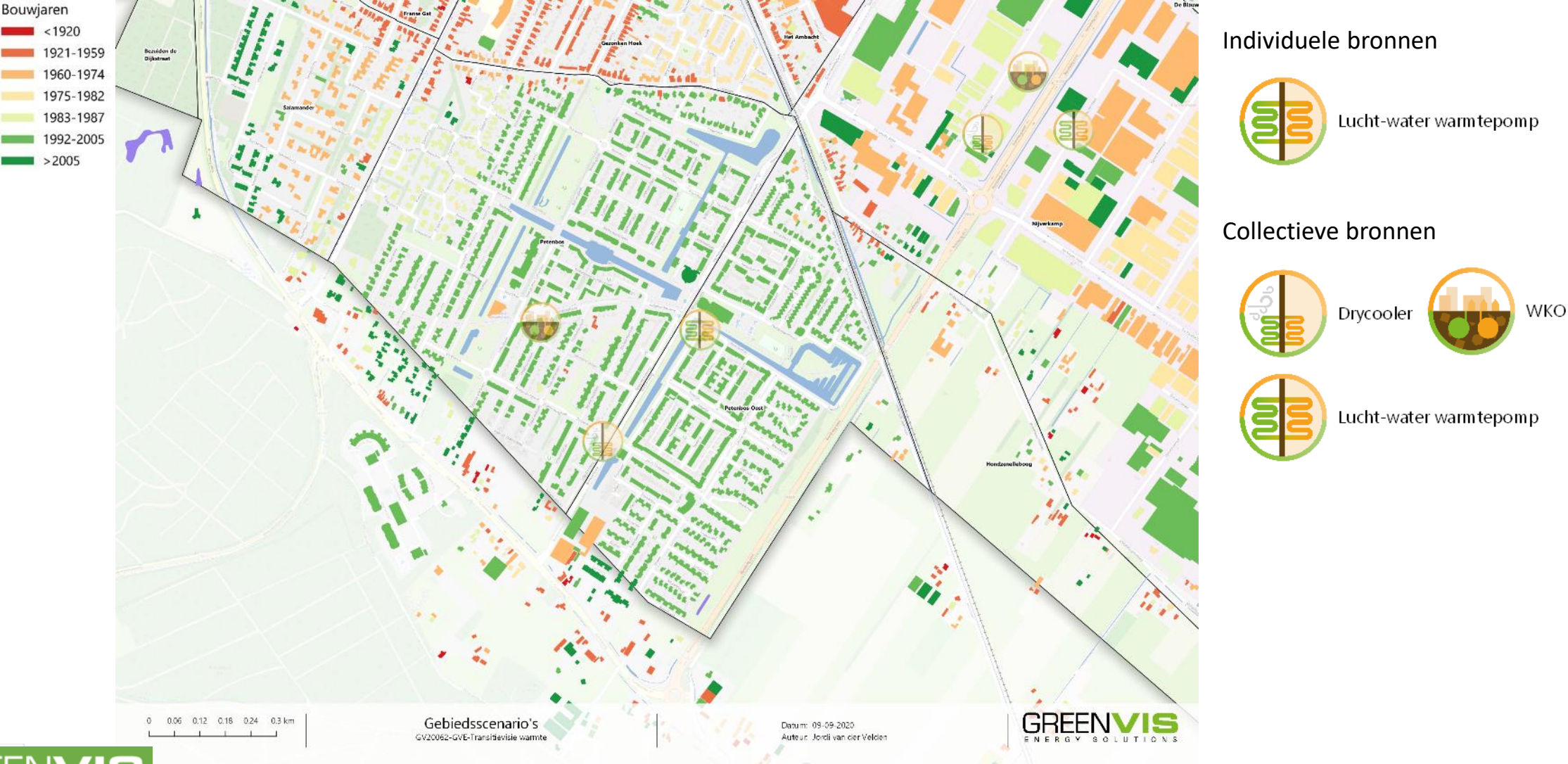


- Qua warmtebron voor een warmtenet scoort de bron: TEO+WKO het beste. De bron kan eventueel aangevuld worden met restwarmte vanuit Carbogen Amcis.
- Het gele scenario (hoofdzakelijk hoogbouw op het warmtenet) is het gebiedsoptimum o.b.v. TNK. In het gebiedsoptimum bestaat uit één cluster met een warmtenet en de overige woningen worden individueel aangesloten. Het gele scenario kan aangevuld worden met de lintbebouwing van de Schrijverswijk en Dragonder-zuid.
- Ten opzicht van alles individueel aansluiten scoort het gele scenario o.b.v. TCO en TNK beter. Voor de overige scenario's liggen resultaten dicht bij elkaar.
- Rendementseis exploitant, participatiegraad, maatschappelijk rendement en kosten voor gebouw gebonden investeringen hebben zeer beperkt invloed op de keuze van het gebiedsoptimum.
- Er is een onrendabele top per WEQ over 30 jaar van:
 - €7.000 (Het gebiedsoptimum, warmtenet+individueel)
- Vanuit financieel oogpunt heeft het de voorkeur om verder onderzoek te doen naar de haalbaarheid van een warmtenet in het gele scenario, mogelijk i.c.m. de lintbebouwing.

7. Resultaten Petenbos



Bouwjaren en bronnen - Petenbos



Clusters en bezit – Petenbos

- Potentie warmtenet
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Eigenaarschap
- Gemeentelijk vastgoed
 - WOCO
 - Particulier/non-WOCO
 - Utiliteiten
 - Gemeente Rhenen



Resultaten bronnen studie – Petenbos



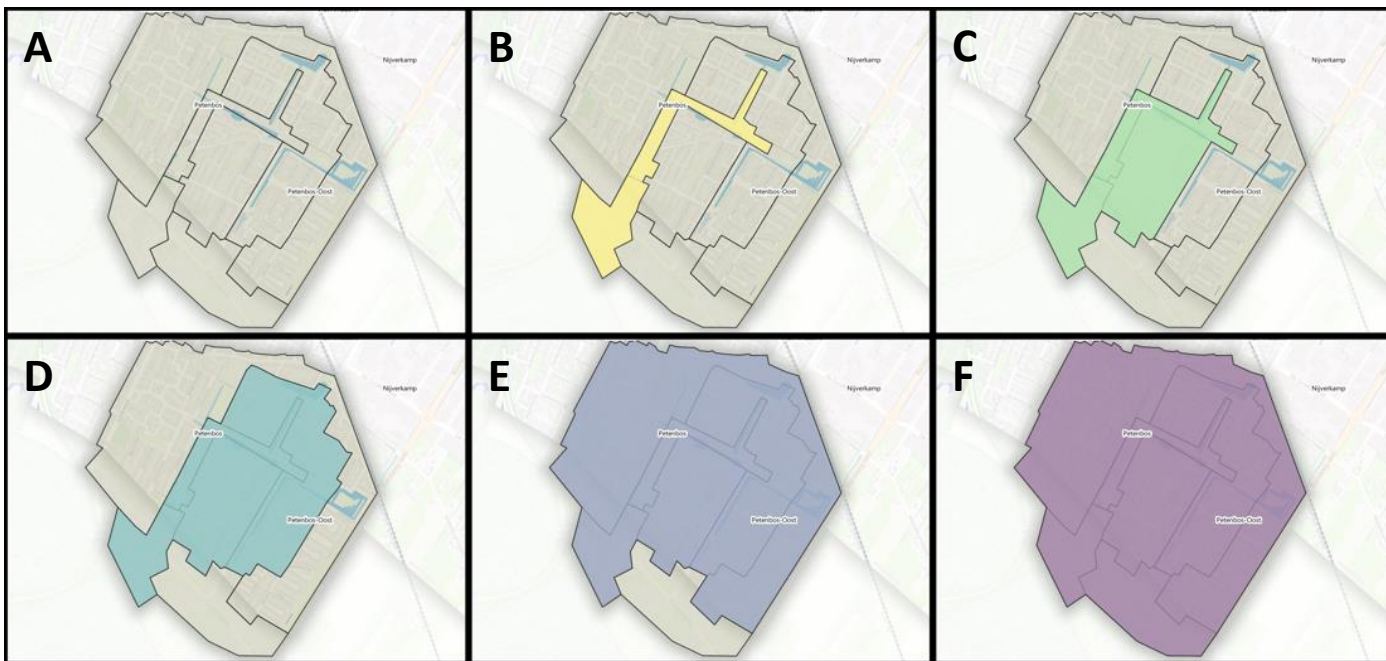
	Warmte oplossing	Collectieve lucht-water warmtepomp		
		Drycooler+WKO	Drycooler+WKO-excl. gaspiek	
💰	Tot. nationale kosten*	€ 710	€ 710	€ 810
💰/🌍	Vermeden CO2 per €	1,79 kg	1,74 kg	1,95 kg
🌍	Vermeden CO2 %	65%	65%	85%
👤+🏠	TCO eigenaar-bewoner*	€ 970	€ 970	€ 1.060

* Per WEQ per jaar

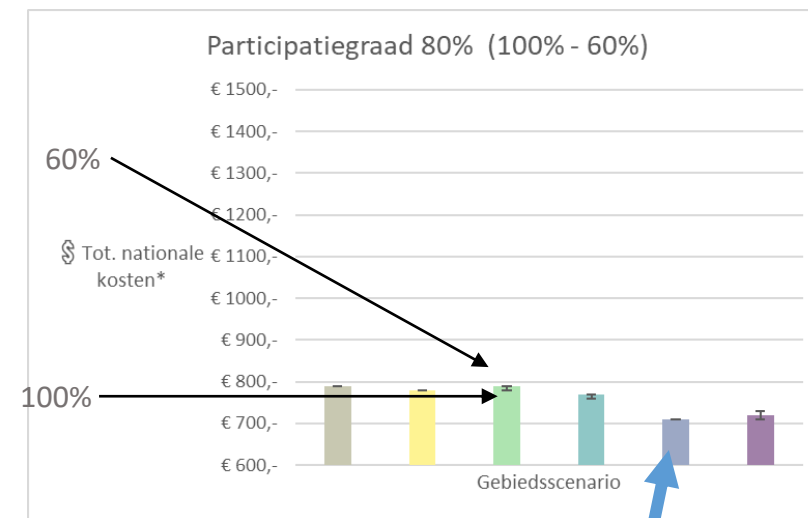
Optimum bronnen

Scenario's Petenbos

- Voor Petenbos zijn 6 gebiedssenario's gedefinieerd.
- In scenario A worden alle woningen aangesloten met individuele lucht water-warmtepompen.
- In scenario F worden alle woningen aangesloten op een collectief warmtenet.
- Scenario B, C, D en E bestaat uit clusters woningen waarbij sommige clusters aangesloten worden op een warmtenet en clusters waar de woningen voorzien worden van een individuele warmte oplossing.



Gebiedsoptimum - Petenbos

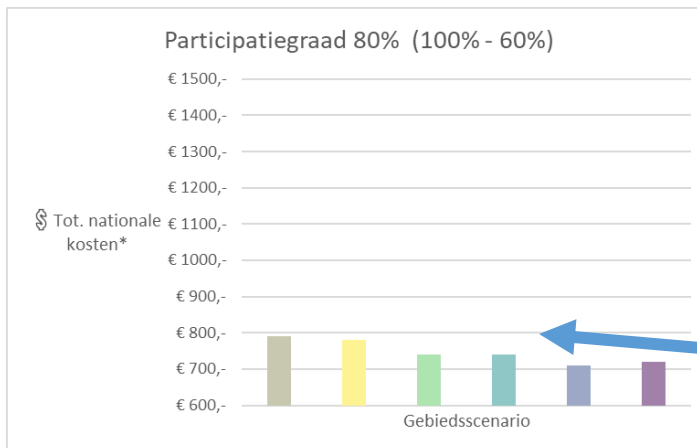
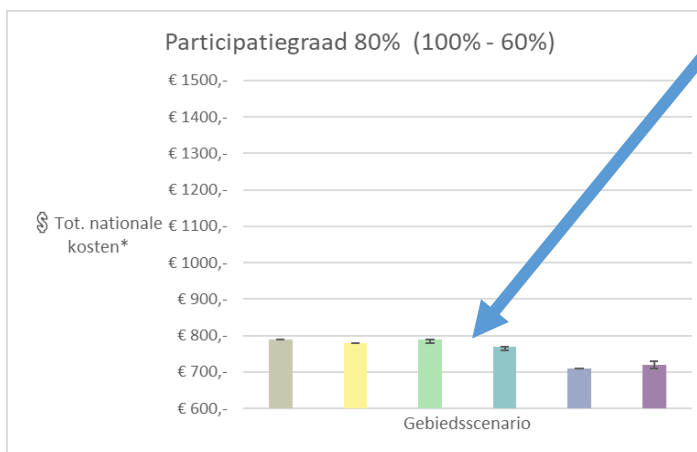


* Per WEQ per jaar

Optimum
gebiedsscenario

- Op basis van de analyse met de warmtetoel score de combinatie van een WKO+drycoolers het beste
- In de bovenstaande grafiek is de TNK van WKO+drycoolers inzichtelijk gemaakt

Alternatieve scenario's - Petenbos



Waarom stijging TNK groen scenario maar daling licht en donker blauwe scenario?

De resultaten laten zien dat De TNK daalt bij de overgang van het lichtblauwe scenario naar het donkerblauwe. Hieruit is te concluderen dat het gebied wat toegevoegd wordt een lagere TNK heeft als het verwarmd wordt met een warmtenet t.o.v. individuele lucht-water warmtepompen. De verklaring hiervoor is:

- In delen van het toegevoegde gebied is oudbouw aanwezig
- De kosten om dit gebied individueel aan te sluiten hoog zijn. De isolatieschil moet drastisch aangepakt worden om met een temperatuurregime van 50 °C de woningen te kunnen verwarmen.
- Voor een aansluiting op het warmtenet hoeft de isolatieschil veel minder aangepakt te worden.

- Voor de aanleg van een warmtenet scoren de overige gebieden slechter of vergelijkbaar als individuele oplossingen. Belangrijke oorzaken dat het warmtenet slechter of gelijkwaardig scoort:

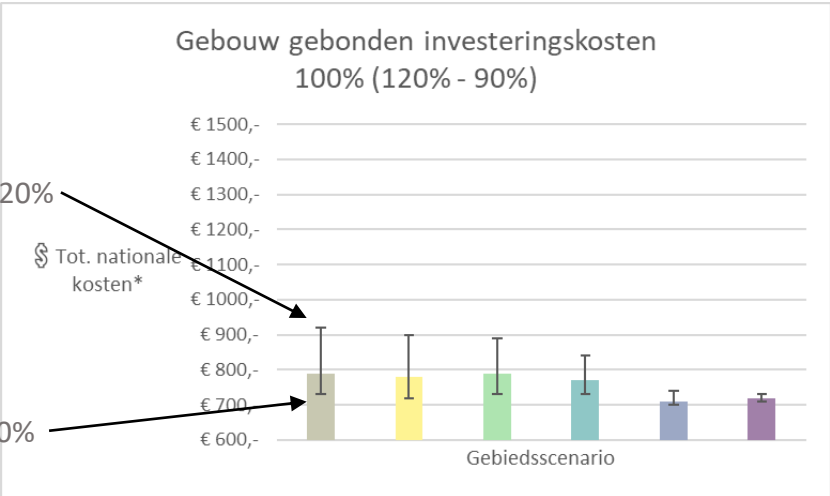
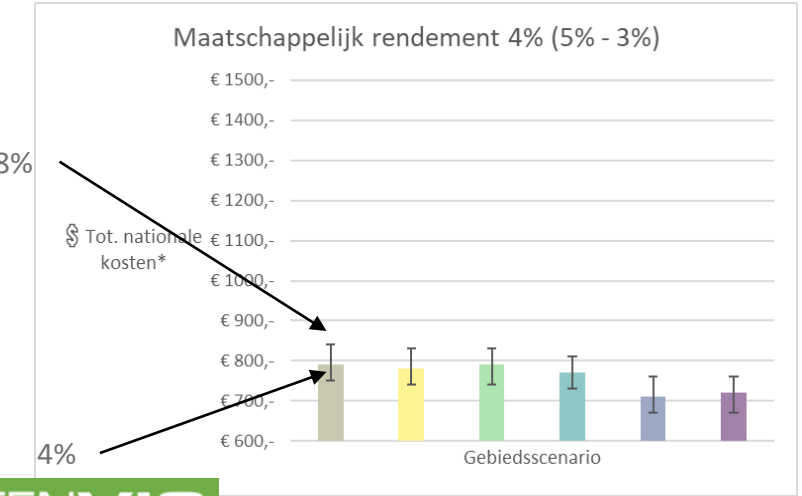
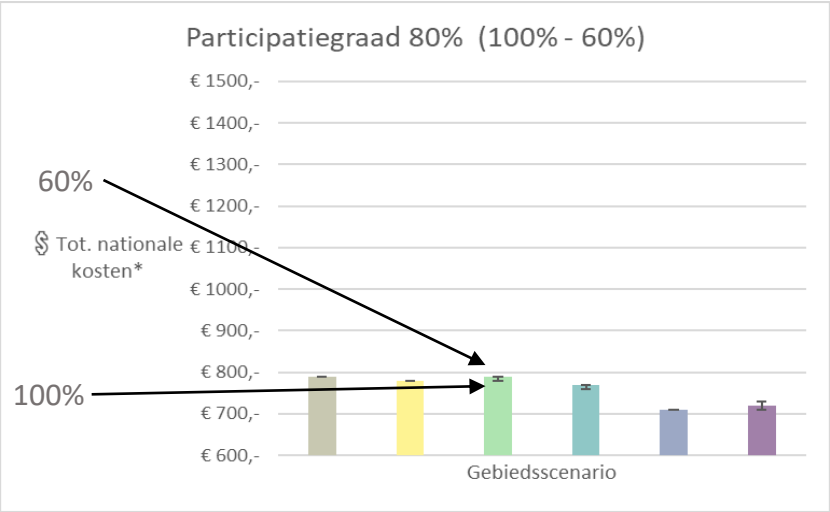
- Er zijn redelijk wat woningen na 1992 gebouwd, deze woningen zijn relatief voordeliger om de schil aan te pakken t.b.v. individuele verwarming met een lucht-water warmtepomp.
- De warmtedichtheid is laag in grote delen van Petenbos wat het aanleggen van een warmtenet duurder maakt t.o.v. de hoeveelheid warmte die er geleverd wordt.

Omdraaien clusters heeft geen effect op het optimum

Het omdraaien van de clusters in de doorrekening van de gebieden heeft geen effect op het gebiedsoptimum.

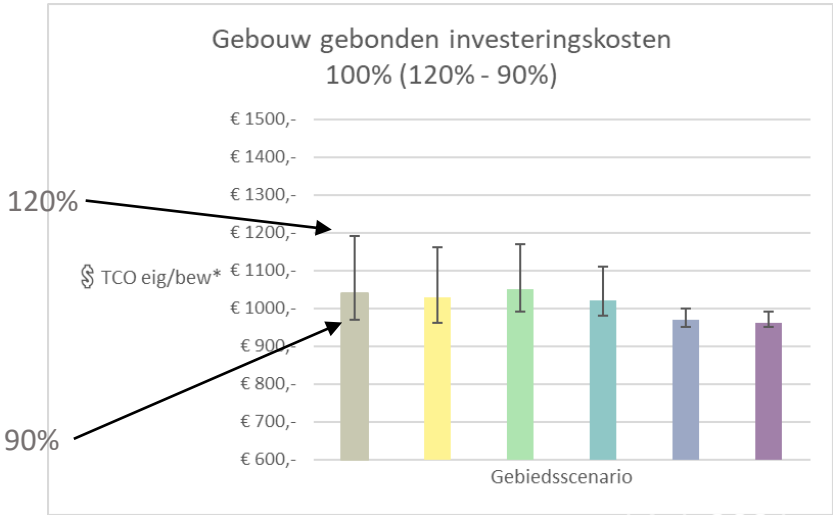
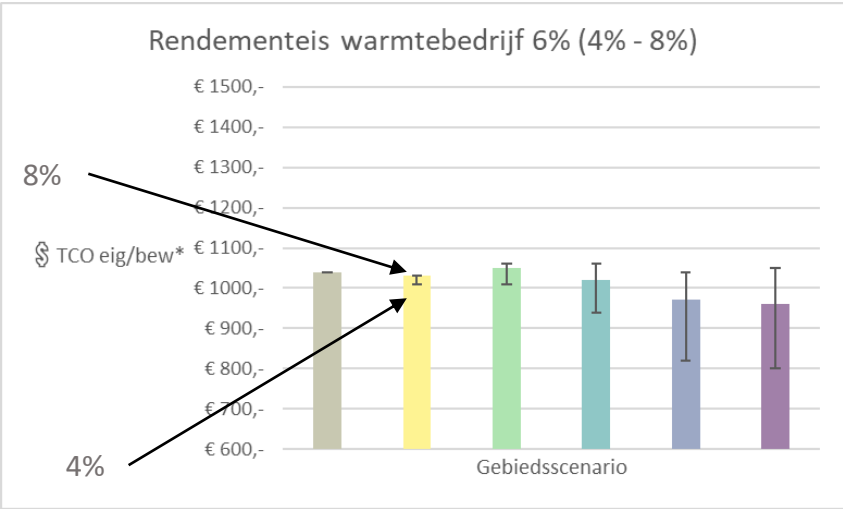
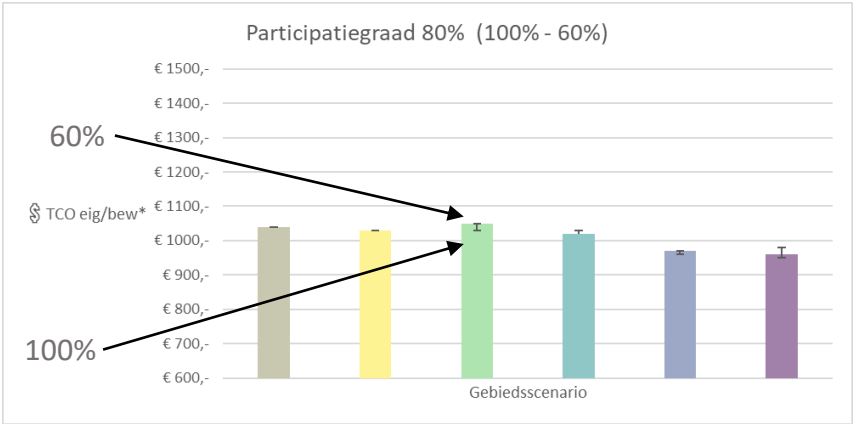
Gevoeligheidsanalyse TNK - Petenbos

- De onderstaande grafieken geven weer wat het effect is op de totaal nationale kosten wanneer er uitgangspunten worden aangepast.



Gevoeligheidsanalyse TCO - Petenbos

- De onderstaande grafieken geven weer wat het effect is op de Total Cost of ownership van de eigenaar/bewoner wanneer er uitgangspunten worden aangepast.



* Per WEQ per jaar

Resultaten optimum – Petenbos

		Gebiedsoptimum (TNK)	Gebiedsoptimum (TCO)
	Warmte oplossing	WKO met drycoolers	WKO met drycoolers
	Scenario		
	Tot. nationale kosten*	€ 710	€ 710
	Vermeden CO2 per €	1,79 kg	1,79 kg
	Vermeden CO2 %	65%	65%
	TCO eigenaar-bewoner*	€ 970	€ 970
	Gem. BAK kvb.	€ 5.510	€ 5.510
	Gem. Warmterekening**	warmtenet € 1.640 individueel € 630	warmtenet € 1.640 individueel € 630
	CAPEX Gebouwgebonden (excl. BAK)	warmtenet € 4.070 individueel € 35.910	warmtenet € 4.070 individueel € 35.910

- Van alle gebiedssenario's scoort het aansluiten van bijna alle woningen op een warmtenet met WKO i.c.m. drycoolers als bron het beste zowel o.b.v. TNK als ook TCO.

Referentie individueel en gas– Petenbos

		Gebiedsoptimum (TNK)	Individuele oplossingen	Gasreferentie	Gasreferentie
	Warmte oplossing	WKO met drycoolers	Indv. LW- warmtepomp	Hybride warmtepompen	
	Scenario				
	Tot. nationale kosten*	€ 710	€ 790	€ 540	€ 401
	Vermeden CO2 per €	1,79 kg	2,12 kg	1,54 kg	-
	Vermeden CO2 %	65%	90%	45%	1%
	TCO eigenaar- bewoner*	€ 970	€ 1.040	€ 830	€ 750
	Gem. BAK kvb.	€ 5.510	€ 0	€ 0	€ 0
	Gem. Warmterekening **	warmtenet € 1.640 individueel € 630	€ 850	€ 1.440	€ 1.610
	CAPEX Gebouwgebonden (excl. BAK)	warmtenet € 4.070 individueel € 35.910	€ 17.550	€ 5.440	€ 280

* Per WEQ per jaar

** Incl. vastrecht en niet verdisconteerd

- De hier afgebeelde tabel geeft de resultaten weer van het gebiedsoptimum t.o.v.
 - Alle woningen aansluiten op individuele lucht-water warmtepompen;
 - Het plaatsen van hybride warmtepompen.
 - Behoud van de huidige gasinstallatie.
- De CAPEX voor de gasreferentie bestaat uit het isoleren van woningen naar 70 °C. Dit bedrag is gemiddeld voor alle woningen.
- Het verschil van CAPEX tussen het gebiedsoptimum en de gasreferentie bestaat uit het klantzijdig aansluiten van de afleverzet en de afsluit- en verwijderkosten van de gasaansluiting/ketel in de woning.
 - De Warmterekening is voor gas bijna gelijk als voor het warmtenet. Dit is te verklaren doordat in jaar 0 warmte duurder is maar daarna neemt de gasprijs jaarlijks met 2% toe en de warmteprijs met 1%.

Gevoeligheidsanalyse op BAK– Petenbos



- De BAK is een middel voor de warmteleverancier om de onrendabele top af te dekken.
- Het toetsen van de gevoeligheid op de BAK laat zien wat het effect is op:
 - De initiële investeringen voor de bewoner;

	BAK (positief scenario)	BAK (uitgangs scenario)	BAK (negatief scenario)
Participatiegraad (100% - 80% - 60%)	€ 5.000	€ 5.510	€ 6.000
Rendementseis Warmtebedrijf (4% - 6% - 8%)	€ 510	€ 5.510	€ 8.210

* Per WEQ per jaar

Conclusie– Petenbos



- Qua warmtebron voor een warmtenet scoren de bronnen: drycoolers+WKO en collectieve lucht-water warmtepompen vergelijkbaar.
- Het blauwe scenario is het gebiedsoptimum o.b.v. TNK. In het gebiedsoptimum bestaat uit één individueel cluster en één groot warmtenet.
- De TCO en TNK liggen voor ieder scenario dicht bij elkaar.
- De rendementseis van het warmtebedrijf heeft grote invloed op de keuze van het gebiedsoptimum.
- Er is een onrendabele top per WEQ over 30 jaar van:
 - €6.160 (Het gebiedsoptimum met warmtenet)
 - €8.120 (alleen all electric)
- Vanwege onzekerheid van het resultaat door het behaalde detail niveau en omdat de TCO en TNK dicht bij elkaar liggen is aan te nemen dat een warmtenet in Petenbos financieel gezien geen duidelijke voorkeur heeft.

8. Achtergrond informatie warmtetoel



8. Isolatiestappen warmtetoel

De Warmtetoel gaat uit van een benodigd energielabel van de woning om deze te verwarmen met een cv temperatuur van 70 °C of 50 °C.

- **Tabel 1** geeft het benodigd energielabel in relatie tot de afgiftetemperatuur weer. Bijkomstig zijn er aanpassingen aan het afgiftesysteem nodig wanneer woningen op 50 °C verwarmd worden.
- **Tabel 2** geeft de benodigde schilmaatregelen ten behoeve van de te behalen afgiftetemperatuur weer.

Bronnen

- TNO - 2019 - Validatie Vesta MAIS model schilisolatie Woningen
- Ecofys & Greenvis – 2016 – Collectieve warmte naar lage temperatuur
- Informatie uit deze bronnen is door middel van een klein aantal kleine handmatige ‘tweaks’ compatibel gemaakt met de Greenvis Warmtetoel. De impact van deze tweaks op de kosten is over het algemeen erg klein.

* Per WEQ per jaar

Tabel 1: Minimaal benodigd energielabel in relatie tot afgiftetemperatuur

Woningtype	Bouwjaar	MT-warmte op 70 °C		LT-warmte op 50 °C	
		Woningisolatie	Afgiftesysteem	Woningisolatie	Afgiftesysteem
Hoogbouw	t/m 1974	D label	Huidig systeem	A label	LT-radiatoren
	vanaf 1974	D label	Huidig systeem	B label	LT-radiatoren
Tussen	t/m 1964 en vanaf 1999	D label	Huidig systeem	A label	LT-radiatoren
	1965 t/m 1999	D label	Huidig systeem	B label	LT-radiatoren
Hoek en 2-onder-1 kap	t/m 1974 en vanaf 1999	D label	Huidig systeem	A label	LT-radiatoren
	1975 t/m 1999	D label	Huidig systeem	B label	LT-radiatoren
Vrijstaand	t/m 1974 en vanaf 1991	D label	Huidig systeem	A label	LT-radiatoren
	1975 t/m 1991	D label	Huidig systeem	B label	LT-radiatoren

Tabel 2: Minimaal benodigde gebouwmaatregelen t.b.v. behalen afgiftetemperatuur

LT-warmte op 50 °C					
		voor 1975	1975 t/m 1991	1992 t/m 2005	na 2005
Eengezinswoningen	Aanpassingen afgifte systeem	X	X	X	X
	Ventilatie	X	X		
	HR++	X	X		
	Vloerisolatie	X	X		
	Dakisolatie	X	X		
	Spouwmuur of gevelisolatie	X			
Meergezinswoningen	Aanpassingen afgifte systeem	X	X	X	X
	Ventilatie	X	X		
	HR++	X	X		
	Vloerisolatie	X	X		
	Dakisolatie	X	X		
	Spouwmuur of gevelisolatie	X			
MT-warmte op 70 °C					
		voor 1975	1975 t/m 1991	1992 t/m 2005	na 2005
Eengezinswoningen	Aanpassingen afgifte systeem				
	Ventilatie				
	HR++				
	Vloerisolatie	X			
	Dakisolatie				
	Spouwmuur of gevelisolatie	X			
Meergezinswoningen	Aanpassingen afgifte systeem				
	Ventilatie				
	HR++	X			
	Vloerisolatie				
	Dakisolatie				
	Spouwmuur of gevelisolatie	X			

8. Kosten gebouwaanpassingen

De warmtetoel bepaalt o.b.v. het type woning, het vloeroppervlak en het huidige energielabel de kosten om een energielabel te halen.

Naast isolatiekosten zijn volgende extra posten toegevoegd:

- Aanpassing binnen installatie voor lage temperatuur (het 50 °C scenario): €2.232.
- Aanpassingen aan de binneninstallatie t.b.v. een aansluiting op het warmtenet (het 70 °C scenario):
 - €2.640 (hoogbouw)
 - €4.200 (grondgebonden woningen)

Tabel 3: Inzicht in kosten om een energielabel te halen waarmee Atriensis rekent vs de warmtetoel.

Totale kosten voor oppervlakte 100m2					
Type	70 °C (label D) Warmtetoel	50 °C (label B of A afhankelijk van typologie en bouwjaar) Warmtetoel	-	Label D Atriensis	Naar Label B Atriensis
w-hgbw_1945 G	€ 5.280	€ 31.523		€ 15.000	€ 25.000
w-hgbw_1964 E	€ 6.998	€ 38.402		€ 5.000	€ 15.000
w-hgbw_1974 F	€ 6.998	€ 31.792		€ 10.000	€ 20.000
w-hgbw_1987 C	€ 2.640	€ 9.808		€ -	€ 5.000
w-hgbw_1991 C	€ 2.640	€ 9.808		€ -	€ 5.000
w-hgbw_1999 B	€ 2.640	€ 2.232		€ -	€ -
w-hgbw_2005 B	€ 2.640	€ 2.232		€ -	€ -
w-hgbw_2050 A	€ 2.640	€ 2.232		€ -	€ -
w-tuss_1945 F	€ 6.723	€ 41.811		€ 10.000	€ 20.000
w-tuss_1964 E	€ 9.844	€ 39.068		€ 5.000	€ 15.000
w-tuss_1974 C	€ 4.200	€ 15.533		€ -	€ 5.000
w-tuss_1987 C	€ 4.200	€ 11.092		€ -	€ 5.000
w-tuss_1991 C	€ 4.200	€ 11.092		€ -	€ 5.000
w-tuss_1999 B	€ 4.200	€ 2.232		€ -	€ -
w-tuss_2005 A	€ 4.200	€ 2.232		€ -	€ -
w-tuss_2050 A	€ 4.200	€ 2.232		€ -	€ -
w-hoek_1945 F	€ 10.327	€ 48.503		€ 10.000	€ 20.000
w-hoek_1964 E	€ 8.458	€ 47.714		€ 5.000	€ 15.000
w-hoek_1974 E	€ 4.200	€ 48.445		€ 5.000	€ 15.000
w-hoek_1987 C	€ 4.200	€ 11.588		€ -	€ 5.000
w-hoek_1991 C	€ 4.200	€ 11.588		€ -	€ 5.000
w-hoek_1999 B	€ 4.200	€ 2.232		€ -	€ -
w-hoek_2005 A	€ 4.200	€ 5.191		€ -	€ -
w-hoek_2050 A	€ 4.200	€ 2.232		€ -	€ -
w-vrij_1945 G	€ 11.973	€ 71.534		€ 15.000	€ 25.000
w-vrij_1964 F	€ 8.927	€ 65.878		€ 10.000	€ 20.000
w-vrij_1974 D	€ 4.200	€ 63.218		€ -	€ 10.000
w-vrij_1987 D	€ 4.200	€ 63.218		€ -	€ 10.000
w-vrij_1991 B	€ 4.200	€ 2.232		€ -	€ -
w-vrij_1999 B	€ 4.200	€ 14.005		€ -	€ -
w-vrij_2005 A	€ 4.200	€ 2.232		€ -	€ -
w-vrij_2050 A	€ 4.200	€ 2.232		€ -	€ -

8. Ontwikkeling warmte/gas prijs

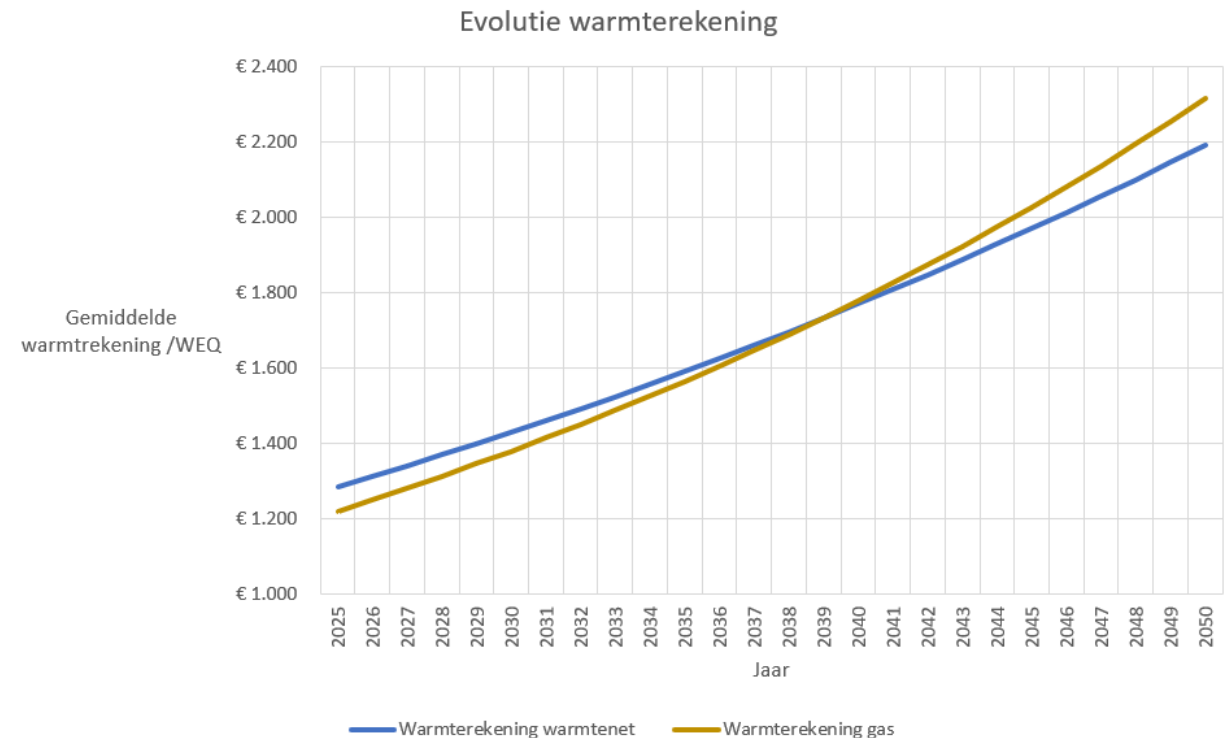
De hier afgebeelde grafiek en onderstaande tabel geeft inzicht in de ontwikkeling van de warmte of gasrekening. De grafiek en tabel is opgesteld op basis van het optimum scenario van Molenbrug.

In de warmtetoel worden de volgende aannames gemaakt:

- 5 jaar vollooptijd (niet afgebeeld in de grafiek)
- Warmtevraagreductie per jaar door autonome isolatieaanpak van woningen
 - 0,25% voor warmte
 - 0,5% voor gas
- 2% inflatie per jaar
- Extra inflatie
 - 1% warmte
 - 2% gas

Waarom is de warmte in jaar 0 duurder dan gas?

Warmte mag volgens het “niets meer dan anders” principe niet duurder zijn dan gas. De kosten voor onderhoud van de gasketel is geen onderdeel van de warmterekening maar wel van het “niets meer dan anders” principe.



9. Achtergrond informatie gebieden



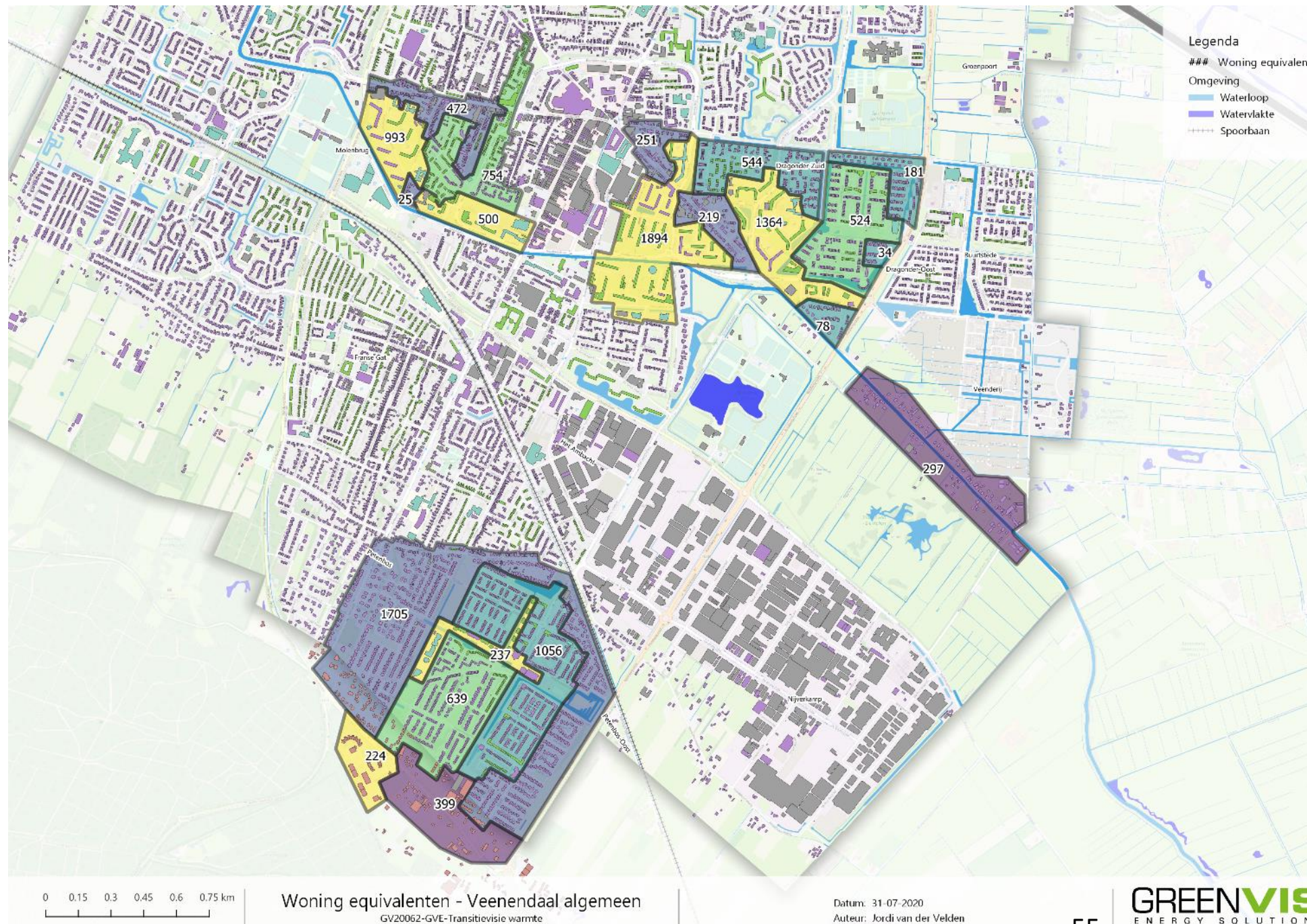
9. Aantal WEQs

- Huidige warmtevraag wordt uitgedrukt in woning equivalent (WEQ)
- 1 WEQ is 30 GJ

Door afnemende warmtevraag is de vraag in 2050 gemiddeld nog circa 21 GJ per WEQ.

De afnemende vraag komt door:

- Beter geïsoleerde woning;
- Klimaatverandering.



9. Warmtedichtheid

