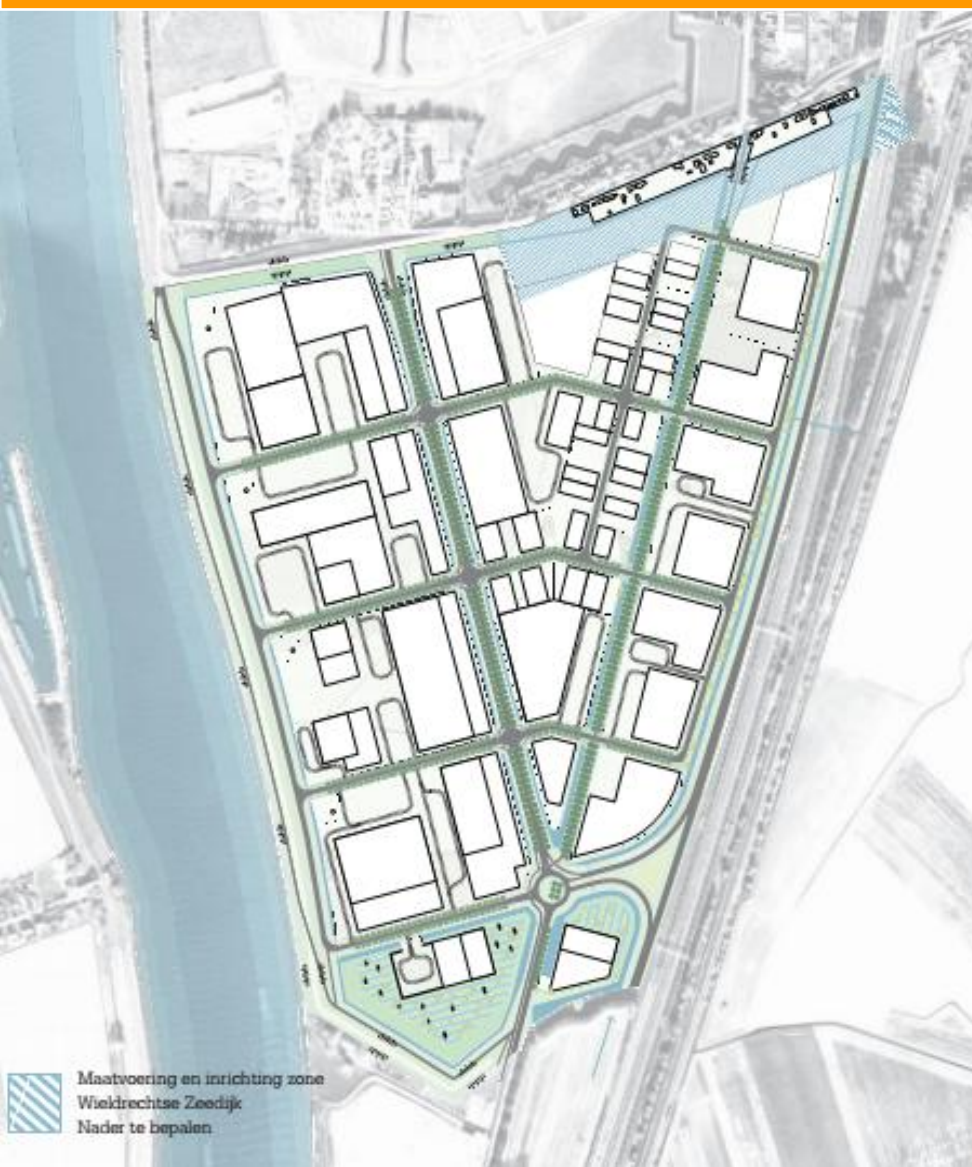


Energievisie Dordtse Kil IV

rapportage



Energievisie Dordse Kil IV

Opdrachtgever:	Gemeente Dordrecht
Contactpersonen opdrachtgever:	dhr. N. Klinken, projectleider WDO mevr. R. Sweers, beleidsmedewerker energie
Datum:	15 mei 2015
Status:	Definitief
Contactpersoon Innoforte:	Wim Mans
Contactgegevens:	adviesbureau Innoforte Van Heemstraweg 56 d 6651 KH Druten 0487-510227 wim.mans@innoforte.nl

Adviesbureau Innoforte ondersteunt de ontwikkeling van duurzame energieprojecten met meerwaarde voor alle betrokkenen. Vanuit een gedegen technisch, economisch en organisatorisch inzicht, adviseren wij overheden, industrieën, zorginstellingen, woningcorporaties en tuinbouwbedrijven bij het ontwikkelen van projecten op het gebied van duurzame energie.

Innoforte werkt gestructureerd en efficiënt met gevalideerde methoden, modellen en kengetallen. Ons kwaliteitszorgsysteem staat den dienste van de klanttevredenheid met bijzondere aandacht voor onze toegevoegde waarde in relatie tot de kosten.

INHOUDSOPGAVE

MANAGEMENT SAMENVATTING EN CONCLUSIES	6
LEESWIJZER	12
1 INLEIDING	13
1.1 DORDTSE KIL ENERGIENEUTRAAL?	13
1.2 DE ROL VAN GEMEENTE DORDRECHT	13
1.3 DOELSTELLING ENERGIEVISIE	14
1.4 PROCESMATIGE AANPAK	14
1.5 INHOUDELIJKE AANPAK	15
2 BEBOUWING EN BEDRIJVIGHEID	16
2.1 PLANGEBIED DORDTSE KIL IV	16
2.2 AANTALLEN EN GROOTTE VAN DE BEBOUWING	17
2.3 GEBOUW TYPEN	17
2.4 BOUWSCENARIO'S (BEDRIJVENMIX)	18
2.5 ONTWIKKELSCENARIO'S	19
3 ENERGIEVRAAG	20
3.1 WARMTE- EN KOUDEVRAAG	20
3.2 ELEKTRICITEITSVRAAG GEBOUWEN	22
3.3 ELEKTRICITEITSVRAAG ELEKTRISCH VERVOER.....	24
3.4 ELEKTRICITEITSVRAAG GEBIEDSVERLICHTING	25
4 ENERGIE-INFRASTRUCTUUR	26
4.1 INTRODUCTIE TYPEN ENERGIE-INFRASTRUCTUUR.....	26
4.2 KLASSIEK FOSSIEL: CONVENTIONEEL ELEKTRICITEIT EN GAS	27
4.3 SMART FOSSIEL: SMART ELEKTRICITEIT EN GAS	28
4.4 SMART WARMTE: SMART ELEKTRICITEIT EN WARMTENET HVC	29
4.5 SMART BRONWATER: SMART ELEKTRICITEIT EN WKO BRONNENNET.....	31
4.6 ALL ELECTRIC: SMART ELEKTRICITEIT	32
5 DUURZAAMHEID	33
5.1 ENERGIEVRAAG GEBIED	33
5.2 ENERGIE-OPWEKKING GEBIED	35
5.3 ENERGIENEUTRALITEIT EN SYSTEEMINTEGRATIE	37
6 BETAALBAARHEID	39
6.1 UITGANGSPUNTEN	39
6.2 INVESTERINGEN.....	41
6.3 BEHEER- EN ONDERHOUDSKOSTEN	44
6.4 OVERZICHT INTEGRALE KOSTEN	44
6.5 PRIMAIR ENERGIEVERBRUIK	46
7 FLEXIBILITEIT	49
7.1 SYSTEEMINTEGRATIE	49
7.2 KANSSEN SYSTEEMINTEGRATIE	49
7.3 RISICO'S.....	51

BIJLAGE 1: WORKSHOPS	53
BIJLAGE 2: GEBIED DORDTSE KIL IV	54
BIJLAGE 3: GEBOUWTYPEN EN BEDRIJVENMIXEN	55
BIJLAGE 4: EPC BEREKENING REFERENTIEKANTOOR.	56
BIJLAGE 5: BLAD 1: WARMTEVRAAG 2015 BEDRIJFSGEBOUWEN KLEIN.....	58
BIJLAGE 5: BLAD 2: WARMTEVRAAG 2015 BEDRIJFSGEBOUWEN MIDDEL.....	59
BIJLAGE 5: BLAD 3: WARMTEVRAAG 2015 BEDRIJFSGEBOUWEN GROOT.	60
BIJLAGE 6: BLAD 1: ELEKTRICITEITSVRAAG BOUWSCENARIO "BASIS".	62
BIJLAGE 6: BLAD 2: WARMTEVRAAG BOUWSCENARIO "BASIS".	63
BIJLAGE 6: BLAD 3: KOUDEVRAAG BOUWSCENARIO "BASIS".	64
BIJLAGE 6: BLAD 4: ELEKTRICITEITSVRAAG BOUWSCENARIO "WORST CASE".....	65
BIJLAGE 6: BLAD 5: WARMTEVRAAG BOUWSCENARIO "WORST CASE".....	66
BIJLAGE 6: BLAD 6: KOUDEVRAAG BOUWSCENARIO "WORST CASE".....	67
BIJLAGE 6: BLAD 7: ELEKTRICITEITSVRAAG BOUWSCENARIO "BEST CASE".	68
BIJLAGE 6: BLAD 8: WARMTEVRAAG BOUWSCENARIO "BEST CASE".	69
BIJLAGE 6: BLAD 8: KOUDEVRAAG BOUWSCENARIO "BEST CASE".	70
BIJLAGE 7: BLAD 1: ENERGIEVERBRUIK ENERGIEDRAGERS "KLASSIEK FOSSIEL".	72
BIJLAGE 7: BLAD 2: ENERGIEVERBRUIK ENERGIEDRAGERS "SMART FOSSIEL".	73
BIJLAGE 7: BLAD 3: ENERGIEVERBRUIK ENERGIEDRAGERS "SMART WARMTE".	74
BIJLAGE 7: BLAD 4: ENERGIEVERBRUIK ENERGIEDRAGERS "SMART BRONWATER".	75
BIJLAGE 7: BLAD 5: ENERGIEVERBRUIK ENERGIEDRAGERS "ALL ELECTRIC".	76
BIJLAGE 8, BLAD 1: INFRASTRUCTUUR ELEKTRICITEIT EN AARDGAS	77
BIJLAGE 8, BLAD 2: INFRASTRUCTUUR ELEKTRICITEIT EN WARMTENET	78
BIJLAGE 8, BLAD 3: INFRASTRUCTUUR ELEKTRICITEIT EN WKO BRONNENNET	79
BIJLAGE 8, BLAD 4: INFRASTRUCTUUR ALL-ELECTRIC	80
BIJLAGE 9: OVERZICHT ENERGIEVRAAG.....	81
BIJLAGE 10 BLAD 1: ENERGIENEUTRALITEIT DK IV, SCENARIO GEMIDDELD	82
BIJLAGE 10 BLAD 2: ENERGIENEUTRALITEIT DK IV, SCENARIO MAXIMAAL.....	83
BIJLAGE 10 BLAD 3: ENERGIENEUTRALITEIT DK IV, SCENARIO MINIMAAL	84
BIJLAGE 11 BLAD 1: ONTWERP EN INVESTERINGSRAMING ELEKTRISCHE INFRASTRUCTUUR.	85
BIJLAGE 11 BLAD 2: ONTWERP EN INVESTERINGSRAMING GAS INFRASTRUCTUUR.	86
BIJLAGE 11 BLAD 3: ONTWERP EN INVESTERINGSRAMING WARMTENET INFRASTRUCTUUR... ..	87
BIJLAGE 11 BLAD 4: ONTWERP EN INVESTERINGSRAMING WARMTENET INFRASTR. 2.....	88
BIJLAGE 12 BLAD 1: INTEGRALE KOSTEN GEBIED EN GEBOUW	89
BIJLAGE 12 BLAD 2: INTEGRALE KOSTEN GEBIED EN GEBOUW	90
BIJLAGE 13 KOSTENKENGETALLEN WARMTE-/KOUDE OPWEKKING IN DE GEBOUWEN.....	92
BIJLAGE 14 BLAD 1: OVERZICHT TOTALE KOSTEN GEBOUWEN EN GEBIED	93
BIJLAGE 14 BLAD 2: OVERZICHT TOTALE KOSTEN GEBOUWEN EN GEBIED	94
BIJLAGE 15 BLAD 1: SYSTEEMINTEGRATIE, OPTIE ELEKTRICITEIT	96
BIJLAGE 15 BLAD 2: SYSTEEMINTEGRATIE, OPTIES WARMTE	97

Management samenvatting en conclusies

Gemeente Dordrecht wil Dordtse Kil IV ontwikkelen tot een energieneutraal bedrijventerrein met een aantrekkelijk vestigingsklimaat voor ambitieuze logistieke dienstverleners en regionale bedrijven. Energieneutraliteit vormt een belangrijke peiler onder duurzaam ondernemen en noopt tot het maken van principiële keuzes met betrekking tot de aanleg van de energie-infrastructuur. Op basis van uitgebreid onderzoek, uitgevoerd door adviesbureau Innoforte in samenwerking met onder andere HVC, Stedin, projectontwikkelaars en gemeente Dordrecht, komt de **all-electric** variant als beste naar voren. All-electric houdt in dat geen aardgas of warmte wordt aangeboden. De gebouwen worden verwarmd en gekoeld met zonnewarmte en warmtepompen, voorzien van individuele of collectieve bronnen en opslagsystemen.

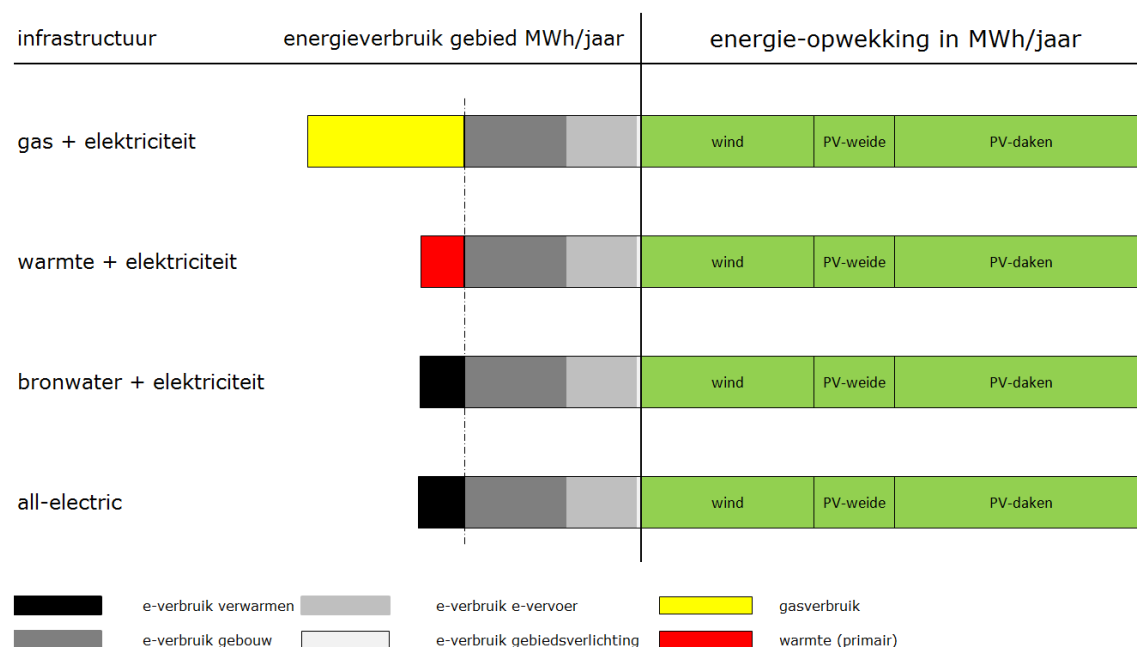
In onderstaande tabel is te zien hoe de varianten aardgas, warmtenet, WKO-bronnennet en all electric scoren op de criteria duurzaamheid, betaalbaarheid en flexibiliteit:

	duurzaamheid	betaalbaarheid	flexibiliteit
Aardgas	-	+	0
Warmtenet	++	+	-
Bronnennet	+	0	-
All electric	+	+	+

All-electric scoort integraal het beste op de criteria duurzaamheid, betaalbaarheid en flexibiliteit en ondersteunt zodoende het vestigingsklimaat maximaal. Een keuze voor all electric op dit moment behoudt de mogelijkheid om in een latere fase van ontwikkeling alsnog te kiezen voor een warmtenet of bronnennet in een deel van het gebied, indien dat aantrekkelijk is op basis van de op dat moment concreet zichtbare warmte- en koudevraag.

Duurzaamheid

Het energieverbruik in onderstaand schema betreft alle energie voor de opwekking van warmte, koude en processen en dient voor energieneutraliteit te worden gecompenseerd met opwekking in de vorm van bijvoorbeeld wind-energie en zonne-energie (PV-panelen in een PV-weide of op daken).



Figuur 8.1. overzicht energieverbruik en opwekking (vraagvariant: maximaal)

Indien de geschetste plannen voor de opwekking van duurzame elektriciteit op DK IV doorgaan, ligt energieneutraliteit onder handbereik, ook bij de relatief onzuinige variant met aardgas. Het is echter goed om hierbij bewust te zijn van het feit dat deze weergave alleen de totale energievraag en totale productie van duurzame energie op jaarbasis weergeeft. Gedurende grote delen van het jaar zal DK IV energie leveren aan de rest van Nederland, met name als het waait en zonnig is. Op donkere en windstille dagen zal DK IV echter een beroep doen op het nationale elektriciteitspark. Ervan uitgaande dat ook in de rest van Nederland op dat moment weinig duurzame elektriciteit produceert, zal Nederland een grote opwekcapaciteit op basis van fossiele energie achter de hand moeten houden.

De in april 2015 gepresenteerde studie "ROUTEKAART ENERGIEOPSLAG NL 2030, Systemintegratie en de rol van energieopslag" (DNV GL, Berenschot en TU-Delft) wijst uit dat deze onbalans in elektriciteitsvraag en -aanbod niet kosteneffectief kan worden opgelost door grote, nationale elektriciteitsopslag. Men geeft aan dat energie-opslag "achter de meter" of op gebiedsniveau rendabeler zijn. Op dit moment ontbreekt het marktmechanisme echter om

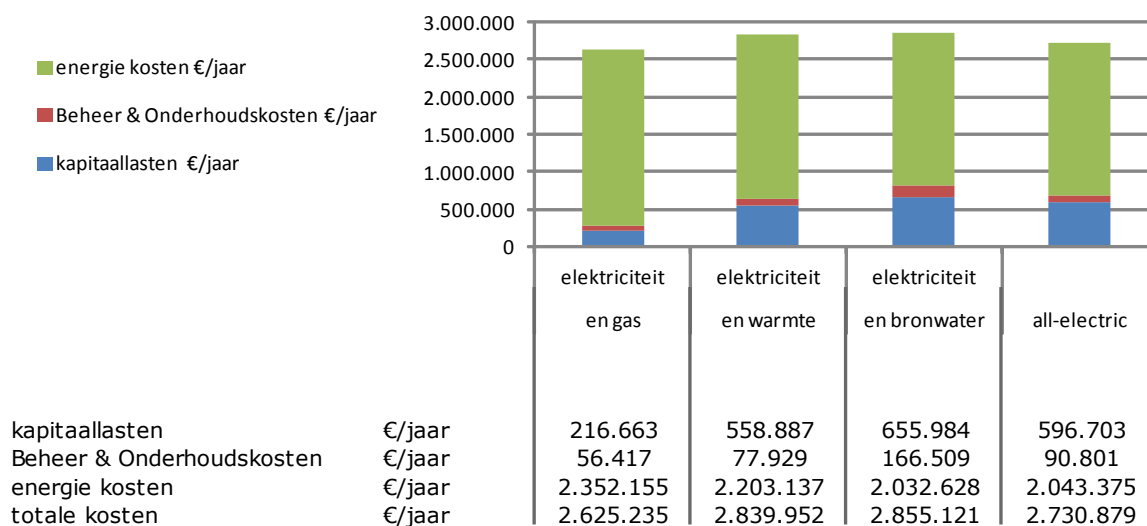
investeringen in decentrale energie-opslag mogelijk te maken. Zodra er sprake is van "dynamic pricing" van elektriciteit en eventueel ook van aardgas, ontstaan interessante businesscases voor vraagsturing (verschuiven van het moment van de energievraag) en opslag van elektriciteit en warmte. Energieneutraliteit van een gebied komt op een hoger plan naarmate dit gebied beter in staat is om autonoom of autarkisch te opereren. De variant met aardgas is hier in het nadeel vanwege de hogere energievraag.

Betaalbaarheid

De betaalbaarheid is onderzocht op nationale macro-economische schaal en op micro-economische schaal (het perspectief van ondernemingen).

De macro-economische schaal is gekozen omdat deze abstraheert van momentane energiebelastingen en subsidies, zodat de lange termijn betaalbaarheid van de verschillende energie-infrastructuren met elkaar kunnen worden vergeleken. Hiertoe zijn de integrale kosten voor de infrastructuur en voor de opwekking van warmte en koude in de gebouwen in kaart gebracht bij huidige energieprijzen en bij verdubbelde energieprijzen. De ontwikkeltermijn van Dordtse Kil IV is immers voorzien tot circa 2032 à 2050. De integrale kosten bestaan uit kapitaallasten (rente en afschrijving), beheer en onderhoud van de energie-infrastructuur en van de daar uit voortvloeiende installaties bij de bedrijven en de kosten voor energie.

Integrale macro-economische kosten bij verdubbelde energieprijzen

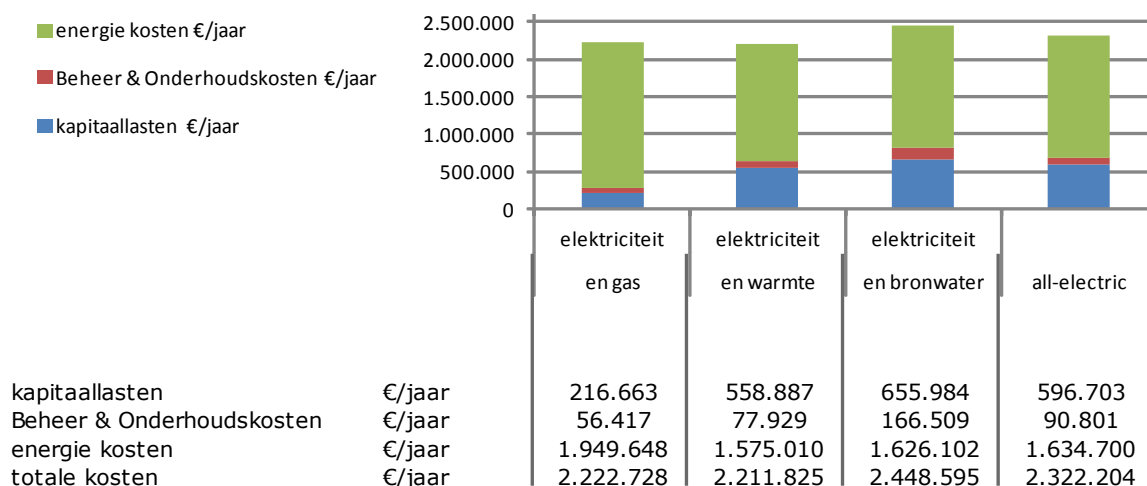


Aardgas biedt nog steeds de laagste integrale kosten, ondanks dat de aardgasvariant de hoogste energiekosten kent. Indien de energieprijzen echter verder zullen stijgen, zal aardgas relatief gezien steeds duurder

worden. Maatschappelijke effecten als werkgelegenheid (toegevoegde waarde in Nederland versus import van gas vanuit het buitenland), bijdrage aan de CO₂ reductie, grotere onafhankelijkheid van het buitenland zijn in deze vergelijking nog niet verdisconteerd. Aardgas gaat hierdoor economisch gezien slechter scoren. Tijdens een workshop met marktpartijen bleek bovendien dat het draagvlak voor een aardgasnet laag is. Minister Kamp van Economische zaken geeft in zijn "kamerbrief warmtevisie" (dd. 2 april 2015) aan dat hij gaat sturen op verduurzaming van de warmtevoorziening, "gelet op de vermindering van de gaswinning en het afnemen van de gasvoorraden in Nederland, waarbij het kabinet zoveel mogelijk wil voorkomen dat de importafhankelijkheid vanuit politiek-instabiele regio's toeneemt."

Onderstaand plaatje toont de voor ondernemingen zichtbare kosten (inclusief energiebelasting) op korte termijn (huidige energieprijzen). Het warmtenet heeft de laagste kosten voor ondernemingen, mede vanwege het ontbreken van energiebelasting. De lange aanloopkosten en dito risico's maken de aanleg van een warmtenet echter onrendabel. Een warmtenet kan eventueel worden toegevoegd aan de all electric variant zodra de warmtevraag in de toekomst beter bekend is en/of de aanleg van het warmtenet verder gevorderd is en/of het warmtenet wordt uitgebreid via grote warmtevragers in het bestaande WDO gebied.

Integrale kosten voor ondernemingen bij huidige energieprijzen



Flexibiliteit

Er is sprake van een lange ontwikkelperiode (circa 20 tot 30 jaar). De aard van de toekomstige bedrijvigheid, de technologische ontwikkelingen en de toekomstige energieprijzen zijn onzeker. Een elektriciteitsinfrastructuur kan hierop flexibel inspelen. Voor toekomstige vormen van opwekking en opslag

van duurzame energie is elektriciteit onontbeerlijk. Afhankelijk van de toekomstige ontwikkelingen kan deze ook in een latere fase nog geheel of gedeeltelijk worden gecombineerd met warmtedistributie of een bronnennet.

Kansen all electric

- Maximale facilitering van de verdere ontwikkeling van elektrisch vervoer;
- Facilitering van de ontwikkeling van systemen voor productie, opslag of omzetting van elektrische energie. Denk bijvoorbeeld aan waterstof;
- Aanvulling met opwekking van duurzame warmte uit bijvoorbeeld zonne-collectoren (individueel per gebouw of collectief);
- Aanvulling van de infrastructuur met bronwaterdistributie of warmtedistributie (afhankelijk van de prijsontwikkelingen, aard van de warmtevraag en ontwikkelingen op WDO als geheel);
- Mogelijkheden voor Demand Side Management, dynamic pricing, energie opslag bij de bedrijven als opmaat voor verdere reductie van kosten, verhoging van de duurzaamheid en vergroting van de autonomie.

Risico's all-electric

- Voor productiebedrijven die proceswarmte nodig hebben, kan all electric onaantrekkelijk zijn. Voor hen is echter nog ruimte op WDO (DK III);
- De kans op over- of onderdimensionering van het elektriciteitsnetwerk (financieel risico).

Ter voorbereiding van het maken van een definitieve keuze is een maatschappelijk debat voorzien. Behoudens het toetsen van de conclusies uit dit rapport stellen wij de volgende verdiepingsthema's voor.

Verdiepingsthema's

- Hoe past all electric bij integrale duurzaamheid (Breeam score)?
- Is er draagvlak bij marktpartijen voor all electric? Ondersteunt deze keuze inderdaad het vestigingsklimaat? Past all electric bij de (latente) behoefte van marktpartijen?
- Is er in de gedefinieerde doelgroep (logistiek en regionale bedrijven) voldoende bereidheid om te investeren in duurzaamheid?
- Welke vragen leven bij de marktpartijen met betrekking tot deze keuze en hoe zijn deze vragen te verwerken bij verder ontwikkeling van de energie-infrastructuur of bij de positionering (USP's), marketing en verkoop van DK IV?

- Is er draagvlak bij de gemeente voor all electric? Zijn kansen en risico's voldoende (financieel) in beeld?
- In hoeverre samen te werken met marktpartijen (launching customer) bij de verdere ontwikkeling en inrichting van DK IV?

Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de ontwikkeling van een energievisie voor het nieuw te ontwikkelen bedrijventerrein Dordtse Kil IV. Het rapport bestaat uit 3 delen:

- De **management samenvatting** beschrijft de conclusies op hoofdlijnen (de keuze voor all electric) en geeft een onderbouwing aan de hand van de criteria duurzaamheid, betaalbaarheid en flexibiliteit
- Het **hoofddocument** (hoofdstuk 1 tot en met 7) is geschreven voor de lezer die zich wat meer wil verdiepen in de analyse waar de energievisie op is gefundeerd.
 - Hoofdstuk 1 beschrijft kort Dordtse Kil, de doelstelling voor energieneutraliteit, de rol van de gemeente en de aanpak waarlangs de energievisie tot stand is gekomen.
 - Hoofdstuk 2 beschrijft de diverse projecties van de toekomstige bebouwing van Dordtse Kil IV.
 - Hoofdstuk 3 gaat over de vertaling van de bebouwing naar energievraag voor verwarming, koeling, elektriciteitsverbruik in de gebouwen, elektrisch vervoer en openbare verlichting.
 - Hoofdstuk 4 beschrijft een aantal mogelijke keuzes voor energiedragers en energie-infrastructuur. Het gaat hier om mogelijke alternatieven voor het "klassieke duo" gas en elektriciteit.
 - Hoofdstuk 5 beschrijft de mogelijkheden die deze infrastructuren bieden voor Dordtse Kil IV op het gebied van energieneutraliteit en onafhankelijkheid.
 - Hoofdstuk 6 beschrijft de integrale kosten van de diverse energie-infrastructuren inclusief de kosten voor de opwekking van warmte en koude in de gebouwen. Deze kosten worden herleid vanuit nationaal macro-economisch perspectief en vanuit het perspectief van de ondernemingen.
 - Hoofdstuk 7 gaat in op de mogelijkheden die de infrastructuren in de toekomst bieden in de vorm van het kunnen toevoegen van innvaties teneinde verder te kunnen groeien in duurzaamheid en systeemintegratie.
- De **bijlagen** bieden enerzijds uitgebreide informatie omtrent berekeningen voor een specialist, maar bieden ook verhelderende schema's voor de generieke lezer. Met name bijlage 8 en 15 zijn dit verband te memoreren.

1 Inleiding

1.1 Dordtse Kil energieneutraal?

Bedrijventerrein Dordtse Kil IV (DK IV) op de Westelijke Dordtse Oever (WDO) wordt ontwikkeld tot een nieuw regionaal bedrijventerrein met een overwegend logistieke invulling. Op dit moment bestaat het terrein nog grotendeels uit weiland en is er nog slechts een beperkte infrastructuur.

Er is sprake van een lange ontwikkelperiode (circa 20 tot 30 jaar). In deze periode zal Nederland grote stappen zetten op het gebied van duurzame energie. Het is dan ook de ambitie om Dordtse Kil IV te ontwikkelen tot een volledig energieneutraal bedrijventerrein. Zeker nu de eindigheid van onze nationale aardgasvoorraad in zicht is, kan energieneutraliteit een belangrijk onderdeel vormen van de aantrekkelijkheid van de kavels.

Energieneutraliteit is hierbij gedefinieerd als het op jaarbasis op het bedrijventerrein minimaal zo veel duurzame energie opwekken als wordt verbruikt. Het is binnen deze definitie mogelijk dat tijdelijk energieoverschotten worden afgevoerd (op een zonnig en winderig moment) en dat op andere tijden (op een donker, koud en windstil moment) energie van buiten het gebied wordt toegevoerd. Een gebied dat geen gebruik hoeft te maken van de zijn omgeving is niet alleen energieneutraal, maar ook autonoom.

Behoudens energieneutraliteit is het voornemen van Gemeente Dordrecht om de duurzaamheid in bredere zin in kaart brengen en laat daartoe een Breeam NL gebiedscertificaat opstellen.

1.2 De rol van gemeente Dordrecht

De gemeente maakt het terrein bouwrijp en laat de nutsvoorzieningen, waaronder de energie-infrastructuur, aanleggen. Deze nutsvoorziening dient de duurzame ontwikkeling maximaal te stimuleren tegen minimale kosten en met zo laag mogelijke risico's.

De gemeente Dordrecht staat voor de keuze welke energie-infrastructuur aan te leggen en welke randvoorwaarden en stimuleringskaders worden gehanteerd bij de acquisitie en kaveluitgifte. De gemeente heeft behoefte aan een energievisie met draagvlak als fundament voor deze keuzes.

Gemeente Dordrecht is niet alleen ontwikkelaar van Dordtse Kil IV, maar heeft ook een rol als facilitator en begeleider van duurzaamheidsinitiatieven van marktpartijen. Het creëren van duurzaamheid is bij uitstek een lokaal,

bottom-up proces waarin gedreven, goed geïnformeerde en pro-actief handelende actoren op een eigentijdse manier vorm geven aan een nieuwe, circulaire economie.

1.3 Doelstelling energievisie

Gemeente Dordrecht beoogt met deze energievisie de mogelijke energie-infrastructuren inzichtelijk te maken en op basis van de criteria **duurzaamheid, betaalbaarheid** en **flexibiliteit** een beslissing voor te bereiden samen met alle betrokkenen.

1.4 Procesmatige aanpak

Het ontwikkelen van een energievisie met vergaande ambities in combinatie met een lange ontwikkeltermijn (circa 20 tot 30 jaar) in een dynamische wereld is een complex proces dat met de nodige onzekerheden gepaard gaat. Het ontwikkelproces van de energievisie waarlangs deze complexiteit kan worden beteugeld en waarbij het brede scala aan mogelijkheden convergeert tot inzichtelijke karakteristieken (duurzaamheid, betaalbaarheid en flexibiliteit), rust op twee peilers die elkaar via een organisch, iteratief proces versterken:

- A. Slimme keuzes door integraal zicht op de kansen, duurzaamheid, kosten, risico's, de mogelijkheden tot beheersing van kosten en risico's en vergroting van de flexibiliteit. De basis voor dit zicht is de vorming van een technisch-economisch model ingebed in een kwalitatieve visie;
- B. Draagvlak op basis van vertrouwen, transparantie en input: vertaling en acceptatie van kansen, kosten en risico's in relatie tot de doelstellingen en percepties van de betrokken stakeholders.

Tijdens de ontwikkeling van de energievisie hebben 3 workshops plaatsgevonden waarbij (toekomstige) stakeholders hun visie en reactie hebben gegeven. Zie bijlage 1 voor de deelnemerslijsten. In overleg met marktpartijen zal gemeente Dordrecht deze energievisie toetsen en verder ontwikkelen. Transparantie, vertrouwen en samenwerking staan aan de basis van een nieuwe economie. Gemeente Dordrecht nodigt marktpartijen van harte uit.

1.5 Inhoudelijke aanpak

De energievisie is gebaseerd op de totale energievraag op het bedrijventerrein:

- verwarming en koeling van gebouwen;
- elektriciteitsvoorziening van gebouwen;
- elektrisch vervoer;
- openbare verlichting.

Teneinde de doelstelling van energieneutraliteit te bereiken is een groot scala aan maatregelen denkbaar. Binnen de energievisie is er aandacht voor:

- reductie van de energievraag, zoals verdergaande isolatie en warmteterugwinning;
- de mogelijkheden voor vraagsturing zodat de dynamiek van energievraag en aanbod beter op elkaar worden afgestemd;
- opslag van energie in de vorm van tijdelijke opslag van energie in bijvoorbeeld de bodem (WKO), elektrische of thermische accu's;
- opwekking van duurzame energie, zoals bijvoorbeeld windmolens, een PV-weide (zonnecellen), zonnecollectoren (warmte), bodemwarmte en biomassa

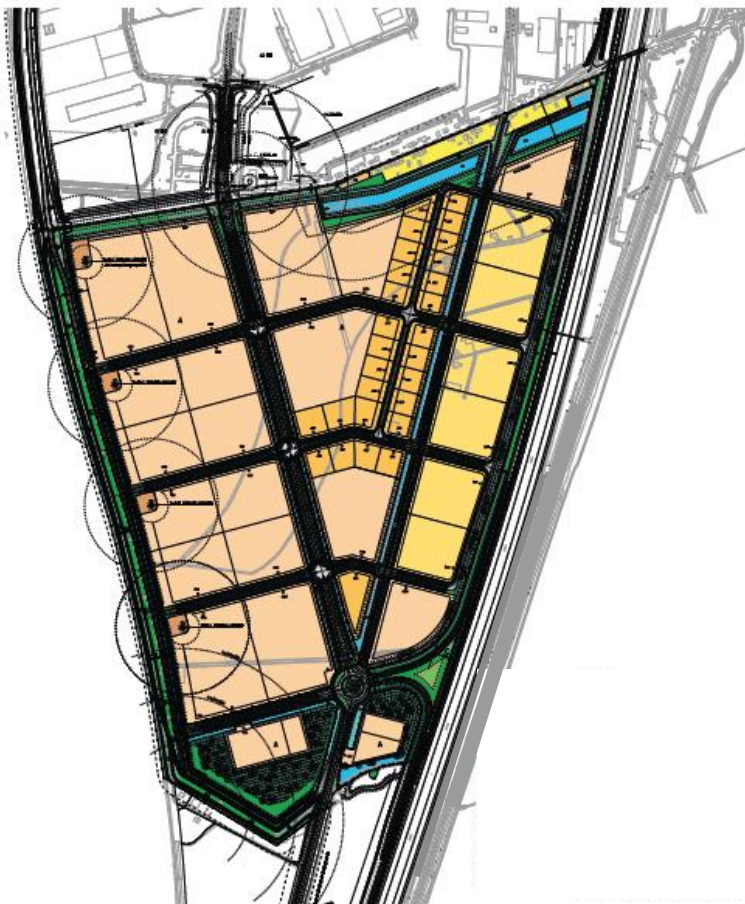
De gemeente noemt in dit kader een aantal bijzondere gegevens met betrekking tot het te ontwikkelen bedrijventerrein:

- de nabijheid van het warmtenet van Dordrecht, geëxploiteerd door HVC;
- de geplande realisatie van 4 windmolens en mogelijk meer;
- een particulier initiatief voor een zonneweide;
- de aanwezigheid van oppervlaktewater nabij het bedrijventerrein;
- de mogelijkheid tot ruimtelijke segmentering, zodat gebiedsdelen ontstaan met eigen energie-infrastructuren;
- Energie is een belangrijk onderdeel van de voorgenomen BREEAM-gebied certificering voor DK IV.

2 Bebouwing en bedrijvigheid

2.1 Plangebied Dordtse Kil IV

Het plangebied ligt aan de zuidwest flank van Dordrecht (zie bijlage 2). De in noord-zuid richting lopende zware infrastructuur (spoorlijn op een dijk en snelweg A16) aangevuld met de rivier de Dordtsche Kil kaderen het plangebied in een lang uitlopende driehoekige configuratie. In figuur 1.1. is het plangebied Dordtse Kil IV weergegeven, en hierin een mogelijke kavelindeling aangegeven.



Figuur 1.1: Plattegrond Dordtse Kil IV met een mogelijke kavelindeling

2.2 Aantallen en grootte van de bebouwing

De ambitie is om Dordtse Kil IV te ontwikkelen tot een nieuw regionaal bedrijventerrein.

Het gebied omvat ca. 100 ha bruto terrein oppervlakte. Ca. 67,5 ha (netto gronduitgifte) wordt door de gemeente uitgegeven voor bedrijven. De overige oppervlakte (ca. 32,5 ha) bestaat uit verkeerswegen, groenvoorzieningen en water. De gebouwoppervlakte zal naar verwachting ca. 65% van de netto gronduitgifte in de eindsituatie bedragen (ca. 440.000 m² gebouwoppervlakte). In overleg met de Gemeente is een "best guess" gemaakt van het aantal en grootte van de gebouwen in de eindsituatie. In tabel 2 is dit weergegeven.

aantal gebouwen	grootte gebouw	per gebouw m ²	alle gebouwen m ²	% m ² /totaal
7	groot	31.339	219.375	50%
10	middel	10.969	109.688	25%
26	klein	4.219	109.688	25%
43	totaal		438.750	100%

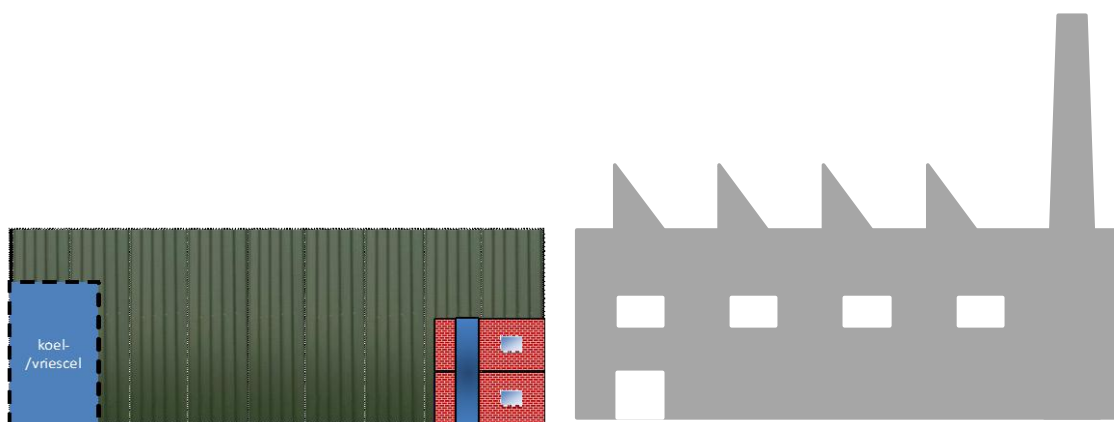
Tabel 2: aantal en grootte van de gebouwen in de eindsituatie.

De invloed van een afwijkende mix van gebouwgroottes is gering in relatie tot de invloed van de typen te realiseren gebouwen. In dit onderzoek worden dan ook diverse varianten van te realiseren gebouwen onderzocht.

2.3 Gebouw typen

Zoals aangegeven zal het bedrijventerrein een overwegend logistieke invulling krijgen. Het beleid van de gemeente luidt dat behalve logistieke bedrijven ook andere soorten bedrijven zich kunnen vestigen op het bedrijventerrein. Dit kunnen bijvoorbeeld high tech assemblage bedrijven zijn, waarbij de gebouwen een overwegend industriële gebruiksfunctie hebben of bedrijven met koel-/vriescellen.

Geschikte bedrijfsgebouwen hiervoor zijn veelal grote gebouwen voorzien van (grote) opslag- en transportruimten (8 à 10 meter hoog) en bijbehorende (kleinere) kantoorruimten. Afhankelijk van de aard van de bedrijven zijn een 3-tal temperatuur regimes gekozen voor de gewenste temperatuur van de bedrijfshallen: vorstvrij (ca. 5°C), matig verwarmd (ca. 10°C) en verwarmd (ca. 18°C). In figuur 2.1 is een afbeelding weergegeven van een logistiek bedrijf en een assemblage bedrijf, zoals deze binnen dit rapport worden gehanteerd.



Figuur 2.1.
Logistiek bedrijf

Assemblage bedrijf

De energievraag voor warmte (W), koude (K) en elektriciteit (E) is afhankelijk aan de gebruiksfunctie. De bedrijfsgebouwen beschikken vaak over meerdere gebruiksfuncties. Innoforte heeft een 6-tal gebouwtypen (GT 1 t/m GT 6) gedefinieerd, opgebouwd uit een 4-tal gebruiksfuncties (kantoor-, hal/opslag-, industrie- en koel/vriesfunctie) zoals weergegeven in tabel 2.1.

Gebouw type	gebruiksfunctie en specifieke energievraag W= warmte; K = koude; E = elektriciteit 5-10-18 is de ruimtetemperatuur	functie kantoor aandeel	functie hal aandeel	functie industrie aandeel	functie koel/vries aandeel
GT1 (hal 5°C)	hal 5 (W,E), kantoor (W,K,E)	9,5%	90,5%		
GT 2 (hal 10°C)	hal 10 (W,E), kantoor (W,K,E)	9,5%	90,5%		
GT 3 (hal 18°C)	hal 18 (W,K,E), kantoor (W,K,E)	9,5%	90,5%		
GT 4 (koelcel)	hal 10 (W,E), koelcel (E), kantoor (W,K,E)	9,5%	75,5%		15%
GT 5 (vriescel)	hal 10 (W,E), vriescel (E), kantoor (W,K,E)	9,5%	80,5%		10%
GT 6 (industrie)	assemblage industrie	9,5%		90,5%	

Tabel 2.1. gebouwtypen en gebruiksfuncties.

Toelichting:

Voorbeeld GT1: Het gebouw bestaat grotendeels (90,5% van het gebruiksoppervlak) uit een bedrijfshal, met een temperatuur van 5°C, en een kantoor (9,5% van het gebruiksoppervlak).

2.4 Bouwscenario's (bedrijvenmix)

In de eindsituatie, het bedrijventerrein Dordtse Kil IV is volgebouwd, zal het gebied voorzien zijn van verschillende soorten bedrijven. Hoe deze invulling precies zal zijn is niet bekend. Gezien de ontwikkeltermijn (eindscenario tot 2050) is het niet realistisch om enkelvoudige aannamen te doen. Om grip te krijgen op deze onzekerheid heeft Innoforte voor het bedrijventerrein in de eindsituatie een 7-tal verschillende bedrijvenmixen opgesteld. Zes bedrijvenmixen zijn bepaald waarbij één gebouwtype dominant aanwezig is, de 7^e bedrijvenmix is een gelijkmatige mix van de 6 gebouwtypen. In tabel 2.2. zijn de 7 verschillende bedrijvenmixen (varianten A t/m G) weergegeven.

Bedrijvenmix	naam	GT 1	GT 2	GT 3	GT 4	GT 5	GT 6
A	hal laag temp	60%	20%				20%
B	hal midden temp		60%	20%			20%
C	hal hoge temp		20%	60%			20%
D	industrie		50%				50%
E	koel		20%		80%		
F	vries		20%			80%	
G	mix	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%

Tabel 2.2. varianten bedrijvenmixen in de eindsituatie van Dordtse Kil IV.

Toelichting:

Voorbeeld bedrijven mix A: deze is genoemd "hal laag temperatuur" naar het dominant aanwezige GT 1. Het bedrijventerrein zal in deze bedrijvenmix met 60% GT 1 (hal 5°C met kantoor), 20% GT 2 (hal 10°C met kantoor) en 20% GT 6 (industrie) volgebouwd zijn.

Een bedrijvenmix is dus opgebouwd uit een mix van bouwtypen. Omdat elk bouwtypen weer is opgebouwd uit een mix van bedrijfsfuncties, is het mogelijk om verband te leggen tussen bedrijvenmix en bouwfuncties. Dit resulteert uiteindelijk in een overzicht van de verdeling van het totale bebouwde oppervlak naar bedrijfsfunctie. Zie tabel 2.3.

Varianten bedrijvenmix	Bedrijvenmix eindsценario DKIV dominante gebruiksfunctie van de bedrijvenmix:	kantoor %oppervl.	hal 5°C %oppervl.	hal 10°C %oppervl.	hal 18°C %oppervl.	industrie %oppervl.	koelcel %oppervl.	vriescel %oppervl.
A	hal laag temperatuur	9,5%	54%	18%	18%	18%		
B	hal midden temperatuur	9,5%		54%	18%	18%		
C	hal hoge temperatuur	9,5%		18%	54%	18%		
D	industrie	9,5%		45%		45%		
E	koel	9,5%		79%			12%	
F	vries	9,5%		83%				8%
G	mix	9,5%	24%	24%	24%	15%	2%	2%

Varianten bedrijvenmix	Bedrijvenmixen eindsценario DKIV dominante gebruiksfunctie van de bedrijvenmix:	kantoor m ²	hal 5°C m ²	hal 10°C m ²	hal 18°C m ²	industrie m ²	koelcel m ²	vriescel m ²
A	hal laag temperatuur	41.506	238.347	79.449	0	79.449	0	0
B	hal midden temperatuur	41.506	0	238.347	79.449	79.449	0	0
C	hal hoge temperatuur	41.506	0	79.449	238.347	79.449	0	0
D	industrie	41.506	0	198.622	0	198.622	0	0
E	koel	41.506	0	344.594	0	0	52.650	0
F	vries	41.506	0	362.144	0	0	0	35.100
G	mix	41.506	104.252	104.252	104.252	66.207	9.141	9.141

Tabel 2.3. Verdeling bedrijvenmixen naar functie

Toelichting:

Voorbeeld bedrijven mix A: deze is opgebouwd uit 9,5% kantooroppervlak, 54% hal 5°C, 18% hal 10°C en 18% industriehal hetgeen uiteindelijk resulteert een een concrete verdeling van de 438.750 m² bebouwing.

2.5 Ontwikkelscenario's

Het ontwikkelscenario van het bedrijventerrein, de snelheid waarmee het bedrijventerrein wordt bebouwd, is afhankelijk van vele factoren en onzekerheden. In deze rapportage is een 3-tal ontwikkelscenario's gehanteerd:

- "Basis" scenario 1: gelijkmatige bouwontwikkeling van 2018 tot 2040;
- "Worst case scenario: gelijkmatige bouwontwikkeling van 2018 tot 2050;
- "Best case" scenario: gelijkmatige bouwontwikkeling van 2018 tot 2032.

3 Energievraag

De keuze welke energie-infrastructuur te kiezen en welke capaciteit deze dient te hebben in de eindsituatie dient uiteraard te zijn gebaseerd op de energievraag van het bedrijventerrein. Energievragers zijn de gebouwen, het elektrische vervoer en de openbare verlichting.

Voor het dimensioneren van de infrastructuur en het bepalen van de benodigde investeringen, is het te leveren (maximaal gelijktijdige) vermogen (P in kW) van belang. Het jaarlijkse energieverbruik dat in dit hoofdstuk wordt bepaald is (Q in GJ/jaar en kWh/jaar) is mede afhankelijk van het type infrastructuur. Een voorbeeld ter onderbouwing: indien wordt gekozen om geen gasnet aan te leggen, maar de verwarming te laten plaatsvinden met elektrische warmtepompen, zal de elektriciteitsvraag hoger worden.

3.1 Warmte- en koudevraag

De warmte- en koudevraag van de gebouwen zijn afhankelijk van de functie van het gebouw (kantoor-, opslag-/transport- en industriefunctie) en van het bouwjaar. De verwachting hierbij is dat de warmte- en koudevraag van toekomstige gebouwen verder zullen afnemen.

kantoorfunctie

Voor de kantoorfunctie is de warmte- en koudevraag bepaald op basis van een EPC berekening. EPC staat voor EnergiePrestatieCertificaat en is een voorgeschreven (Bouwbesluit) rekenwijze ter bepaling van de energiezuinigheid van een nieuwe te realiseren gebouw. Deze EPC is berekend voor een referentie kantoorgebouw met een vloeroppervlakte van 3.223 m² (zie bijlage 4). De resultaten van de EPC berekening (warmte- en koudeverbruik) zijn per m² vloeroppervlakte en omgerekend tot warmte- en koudevraag. Per 2015 zijn de EPC-eisen verder aangescherpt en de verwachting is dat in 2020 de EPC-eis voor gebouwen met een kantoorfunctie nagenoeg nul zal zijn zoals vastgelegd in het "Lente-akkoord". In tabel 3.1.1. is de warmte- en koudevraag van een gebouw met een kantoorfunctie weergegeven afhankelijk van het bouwjaar. We gaan er van uit dat de vraag na 2020 niet meer zal veranderen.

Warmte en koudevraag kantoren Q (hoeveelheid)							
bouwjaar		2010	2015	2020	2030	2040	2050
warmtevraag	MJ/m ²	71	56	43	43	43	43
koudevraag	MJ/m ²	61	45	31	31	31	31

Warmte en koudevraag kantoren P (vermogen)							
bouwjaar		2010	2015	2020	2030	2040	2050
warmtevraag	W/m ²	25	22	20	20	20	20
koudevraag	W/m ²	38	34	28	28	28	28

Tabel 3.1.1. warmte en koudevraag kantoorfunctie

Bedrijfshallen voor opslag en transport

Voor bedrijfshallen, met als functie opslag en transport, zijn geen EPC-eisen opgenomen in het Bouwbesluit. Voor deze gebouwen is de rekenmethode van de EPG volgens de NEN 7120 niet geschikt. Innoforte heeft de warmtevraag bepaald op basis van 3 fictieve bedrijfshallen (klein, middel, groot) rekening houdend met de gewenste ruimtetemperatuur (5°C, 10°C en 18°C), isolatie (toenemende isolatie in de toekomst $R_c=3,5$; $R_c=5$; $R_c=7$ m²K/W), ventilatiehoeveelheid (buitenluchthoeveelheid gebaseerd op de gebouwinhoud per uur: 0,25, 0,5 en 1x inhoudgebouw per uur) en geproduceerde warmte door verlichting. Na analyse van de 27 variant berekeningen voor het jaar 2015 (zie bijlage 5) is gekozen, als referentie voor de warmtevraag, voor een gemiddelde bedrijfsgrootte en een ventilatievoud van 0,5x per uur. Van 2015 tot 2030 zal de warmtevraag dalen als gevolg van een betere gebouwisolatie. De daling van de warmtevraag is gecompenseerd voor een lagere warmteproductie van de verlichting. Na 2030 is aangenomen dat de warmtevraag gelijk zal blijven. De resultaten van de berekeningen zijn in tabel 3.1.2. weergegeven.

Resultaten Q (hoeveelheid)	2015 MJ/m ²	2020 MJ/m ²	2030 MJ/m ²	2040 MJ/m ²	2050 MJ/m ²
bedrijfshal 5°C gem.	10	9	8	8	8
bedrijfshal 10°C gem.	74	65	61	61	61
bedrijfshal 18°C gem.	365	339	328	328	328

Resultaten P (vermogen)	2015 W/m ²	2020 W/m ²	2030 W/m ²	2040 W/m ²	2050 W/m ²
bedrijfshal 5°C gem.	30	27	25	25	25
bedrijfshal 10°C gem.	40	36	33	33	33
bedrijfshal 18°C gem.	55	50	46	46	46

Tabel 3.1.2. warmte en koudevraag bedrijfshallen

De koudevraag van dit soort bedrijfshallen is veelal minimaal en afhankelijk van het type bedrijf (bv. opslag van verse groente). In de analyse is daarom

geen koudevraag meegenomen voor bedrijfshallen. Koudevraag (en voor de compressoren benodigde elektrische energie) voor koel- en vriescellen is separaat opgenomen bij de elektriciteitsvraag van gebouwen.

Industriefunctie

Voor gebouwen met een industriële functie is geen warmte- en koudevraag opgenomen.

Een eventuele vraag naar (hoge druk) aardgas voor industriële thermische processen is niet meegenomen. Enerzijds zal de industrie op termijn alternatieven voor aardgas ontwikkelen (biomassa, geothermie, solarthermie, elektrificatie). Anderzijds kunnen bedrijven die op dit moment nog afhankelijk zijn van aardgas voor hun processen zich vestigen in het gebied Dordtse Kil III.

3.2 Elektriciteitsvraag gebouwen

De elektriciteitsvraag van de gebouwen bestaat uit gebouwgebonden vraag (bijvoorbeeld verlichting, en ventilatoren) en gebruiksgebonden vraag (bijvoorbeeld kantoorapparatuur en productieprocessen).

Kantoorfunctie

De elektriciteitsvraag van een kantoor bestaat uit gebruiksgebonden vraag (verlichting en ventilatie) en gebouwgebonden vraag (kantoorapparatuur). De elektriciteitsvraag voor verlichting en ventilatie is bepaald uit de EPC berekening (referentie kantoor bijlage 4). In 2020 is de verwachting dat de EPC-eis voor kantoorfuncties nagenoeg nul zal zijn. Voor de energetische compensatie van de energievraag zijn PV-panelen opgenomen waardoor het elektriciteitsverbruik sterk zal dalen. De elektriciteitsvraag van kantoorapparatuur is in 2015 bepaald op basis van gegevens uit de Uniforme Maatlat. De verwachting is dat deze elektriciteitsvraag in de toekomst zal dalen. In tabel 3.2.1. is de elektriciteitsvraag van een kantoor weergegeven.

Elektriciteitsvraag kantoor Q (hoeveelheid)							
bouwjaar		2010	2015	2020	2030	2040	2050
Elektriciteitsvraag	kWh/m ²	39	30	3	3	3	3

Elektriciteitsvraag kantoor P (vermogen)							
bouwjaar		2010	2015	2020	2030	2040	2050
Elektriciteitsvraag	We/m ²	18	15	12	12	12	12

Tabel 3.2.1. elektriciteitsvraag kantoorfunctie

Bedrijfshallen voor opslag en transport

De elektriciteitsvraag van een bedrijfshal is gebaseerd op verlichting (gebouwgebonden vraag) en machines (gebruiksgebonden vraag). De

verwachting is dat deze elektriciteitsvraag in de toekomst zal dalen. In tabel 3.2.2. is de elektriciteitsvraag van een bedrijfshal weergegeven.

Elektriciteitsvraag bedrijfshal Q (hoeveelheid)						
bouwjaar		2015	2020	2030	2040	2050
Elektriciteitsvraag (G)	kWh/m ²	18	15	12	12	12
Elektriciteitsvraag (P)	kWh/m ²	12	11	9	9	9

Elektriciteitsvraag bedrijfshal P (vermogen)						
bouwjaar		2015	2020	2030	2040	2050
Elektriciteitsvraag (G)	We/m ²	12	10	8	8	8
Elektriciteitsvraag (P)	We/m ²	8	7	6	6	6

Tabel 3.2.2. elektriciteitsvraag bedrijfshal, G: gebouwgebonden elektriciteitsvraag; P: gebruiksgebonden elektriciteitsvraag.

Industriefunctie

De elektriciteitsvraag van een gebouw met een industriële functie is gebaseerd op verlichting (gebouwgebonden vraag) en machines (gebruiksgebonden vraag van het productieproces). De verwachting is dat deze elektriciteitsvraag in de toekomst zal dalen. In tabel 3.2.3. is de elektriciteitsvraag van een bedrijfshal weergegeven

Elektriciteitsvraag industrie Q (hoeveelheid)						
bouwjaar		2015	2020	2030	2040	2050
Elektriciteitsvraag (G)	kWh/m ²	22	18	14	14	14
Elektriciteitsvraag (P)	kWh/m ²	36	32	27	27	27

Elektriciteitsvraag industrie P (vermogen)						
bouwjaar		2015	2020	2030	2040	2050
Elektriciteitsvraag (G)	We/m ²	12	10	8	8	8
Elektriciteitsvraag (P)	We/m ²	20	17,5	15	15	15

Tabel 3.2.3. elektriciteitsvraag gebouw met industriefunctie. G: gebouwgebonden elektriciteitsvraag; P: gebruiksgebonden (productieproces) elektriciteitsvraag.

Koel- en vriescellen.

De koudevraag (2015) van koel- en vriescellen zijn gebaseerd op kengetallen van Innoforte. De elektriciteitsvraag (2015) is bepaald met een COP van 2,5 (koelcel) en 1,5 (vriescel) en een (vollast)tijd van 1.000 uur/. De verwachting is dat door nog betere isolatie en energiezuinigere koel-/vriesinstallaties het verbruik in de toekomst zal afnemen. De koudevraag en elektriciteitsverbruik van koel- en vriescellen zijn in tabel 3.2.4. weergegeven.

koelcel (P vermogen en Q hoeveelheid)							
			2015	2020	2030	2040	2050
koelcapaciteit	P	W/m ²	150	135	122	122	122
elektriciteitsverbruik	Q	kWh/m ² /jaar	60	54	49	49	49

vriescel (P vermogen en Q hoeveelheid)							
			2015	2020	2030	2040	2050
vriescapaciteit	P	W/m ²	200	180	162	162	162
elektriciteitsverbruik	Q	kWh/m ² /jaar	133	120	108	108	108

Tabel 3.2.4. koudevraag en elektriciteitsverbruik koel- en vriescel.

3.3 Elektriciteitsvraag elektrisch vervoer

Voor de berekening van de elektrische infrastructuur en de energieneutraliteit van het gebied is een forse toename van het aantal elektrische voertuigen voorzien. Belastingvoordelen, strengere milieu-eisen en toegenomen acceptatie en actieradius van elektrische auto's liggen hieraan ten grondslag.

De groei wordt vooral gezien in elektrische personenauto's en bestelauto's. In het ontwerp van de elektrische infrastructuur van Dordtse Kil IV is hiermee rekening gehouden. In zeer beperkte mate wordt ook rekening gehouden met elektrische vrachtwagens. Alternatieve duurzame energie voor vervoer is waterstof (er komen binnen enkele jaren personenauto's op de markt) en LNG (met name voor vrachtovervoer).

Van 3 verschillende typen voertuigen (personenauto, bedrijfsauto en vrachtwagen) zijn, op basis van de fabrikant gegevens, de elektrische aansluitcapaciteiten en de jaarlijkse verbruik van elektriciteit per type voertuig vastgesteld (tabel 3.3.1.).

elektrisch vervoer en transport				
fabrikaat		Nissan	Nissan	DAF
type		Leaf	e-NV200	LF 55 18t
aansluitcapaciteit	kW	11	11	44
spec. elektrisch verbruik	kWh/km	0,18	0,14	1,04
afstand	km/jaar	15.000	30.000	100.000
elektrisch verbruik	kWhe/jaar	2.700	4.235	104.348

Tabel 3.3.1. elektrisch vervoer en transport personenauto, bedrijfsauto en vrachtwagen

Deze ontwikkelingen zijn gebaseerd op het verwachte aantal werknemers, het aantal kilometers en type elektrische voertuig zoals personenauto, bestelauto en vrachtwagen. In tabel 2.4. zijn de 3 scenario's (laag, gemiddeld, hoog) weergegeven zoals verwacht in de eindsituatie.

Elektrisch vervoer DKIV	scenario laag	scenario gemiddeld	scenario hoog
<i>personenvervoer</i>			
aantal werknemers	2.000	3.000	4.000
aantal E-auto per werknemer	5%	30%	70%
aantal elektrische personen auto's	100	900	2.800
aantal km per jaar per auto op te laden op locatie	7.500	10.000	12.500
<i>elektrische bestelauto's</i>			
aantal elektrische bestelauto's	30	450	1.960
aantal km/jaar per bestelauto op te laden op locatie	30.000	30.000	30.000
<i>elektrische vrachtwagens</i>			
aantal elektrische vrachtwagens	0	5	10
aantal km/jaar per vrachtwagen op te laden op locatie	100.000	100.000	100.000

Tabel 3.3.2. elektrisch vervoer en transport Dordtse Kil IV

3.4 Elektriciteitsvraag gebiedsverlichting

Volgens het stedenbouwkundig plan van Dordtse Kil IV van de Gemeente Dordrecht zal ca. 2,8 ha. van het gebied worden voorzien van verkeerswegen. De verwachting is dat het elektriciteitsverbruik van gebiedsverlichting in de toekomst zal afnemen door energiezuinigere lampen en slimmere regelingen. In tabel 3.4. is de elektriciteitsvraag van het gebied weergegeven, zoals opgenomen in de bepaling van de energieinfrastructuur. Zonder het belang van energiezuinige straatverlichting te willen bagatelliseren, merken we op dat de invloed op de capaciteit van de infrastructuur gering is.

gebiedsverlichting (P vermogen en Q hoeveelheid)						
Vermogens vraag (P)	kW	420	336	280	280	280
elektriciteitsverbruik (Q)	kWh/jaar	840.000	672.000	560.000	560.000	560.000

Tabel 3.4. elektriciteitsvraag gebiedsverlichting

4 Energie-infrastructuur

4.1 Introductie typen energie-infrastructuur

Lange tijd was er nauwelijks sprake van keuze in energie-infrastructuur voor een nieuw te ontwikkelen bedrijventerrein. Elektriciteit en aardgas waren vanzelfsprekend. In het kader van de verduurzaming van Nederland enerzijds en het uitgeput raken van de Nederlandse aardgasbronnen anderzijds is deze keuze niet meer vanzelfsprekend.

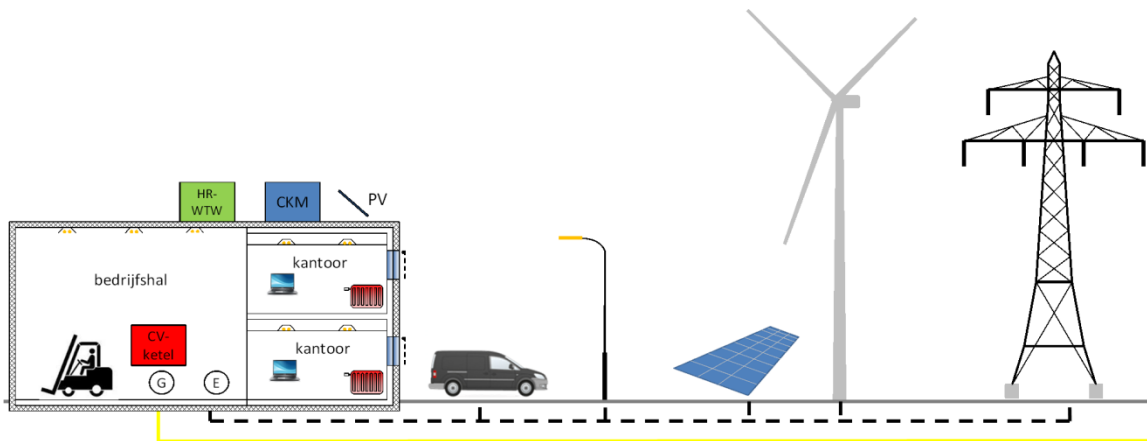
Elektriciteit als energiedrager staat niet ter discussie, maar aardgas daarentegen wel. Aardgas wordt vooral gebruikt voor het verwarmen van gebouwen en industriële processen. Aangezien Dordtse Kil IV primair gericht is op logistiek, zijn in deze een drietal alternatieven voor verwarming van gebouwen onderzocht:

- het doortrekken van het warmtenet van Dordrecht naar DK IV (zo mogelijk in combinatie met de gehele Westelijke Dordtse Oever). Zie bijlage 8, blad 2;
- het aanleggen van een bronnennet waarbij een aantal gezamenlijke WKO bronnen via een leidingnet onderling worden verbonden en worden verbonden met alle gebouwen voor verwarming en koeling. Zie bijlage 8, blad 3;
- een variant waarbij alleen sprake is van elektriciteitsdistributie. De gebouwen kunnen voorzien in hun behoefte aan verwarming en koeling via diverse typen elektrisch aangedreven verwarming- en koelapparatuur. Zie bijlage 8, blad 4.

In de volgende paragrafen zijn deze infra-structuren nader omschreven. Het is in de praktijk denkbaar dat in verschillende deelgebieden van Dordtse Kil IV verschillende infra-structuren zullen worden gekozen. Omwille van een goede vergelijkbaarheid zal in dit rapport allereerst worden uitgegaan van eindsituaties die geheel met elk van deze vijf infra-structuren zijn uitgevoerd. In hoofdstuk 7 maken we zichtbaar welke mogelijkheden deze infra-structuren hebben om toekomstige ontwikkelingen te faciliteren.

4.2 Klassiek fossiel: conventioneel elektriciteit en gas

Onderstaand plaatje geeft weer op welke wijze de gebouwen kunnen voorzien aan hun behoefte aan elektriciteit, verwarming en koeling op basis van de klassieke energie-infrastructuur: elektriciteit en gas.



Figuur 4.1. klassieke energie-infrastructuur

De infrastructuur "Klassiek fossiel" is gekozen als referentie infrastructuur.

De gebouwen worden verwarmd met gasgestookte cv-ketels. De gas-infrastructuur bestaat uit een hogedruk (HD) toevoerleiding naar een gasonderstation centraal gelegen in het gebied. Vanuit dit onderstation is een ringleiding geprojecteerd in het gebied. De ringleiding is voorzien van 2 aansluitingen (Noordelijk en Westelijk) op naastgelegen gasnetten buiten het gebied om hiermee, in geval van een calamiteit of storing aan het onderstation, een extra zekerheid te hebben over de levering van gas. Het elektriciteitsnet is primair afgestemd op de elektriciteitsvraag van gebouwen, openbare verlichting en elektrisch vervoer en op de geproduceerde elektriciteit (voorgenomen windmolens). Uitbreiding van de opwekking

van elektriciteit (PV-weide en PV-panelen op daken van gebouwen) zal leiden tot extra benodigde investeringen. Het gebied is aangesloten (netopening) op een onderstation. Vanuit het onderstation is een ringleiding (midden spanning) geprojecteerd in het gebied. Verdeeld over het gebied zijn onderstations toegepast om de middenspanning (MS) om te zetten naar lage

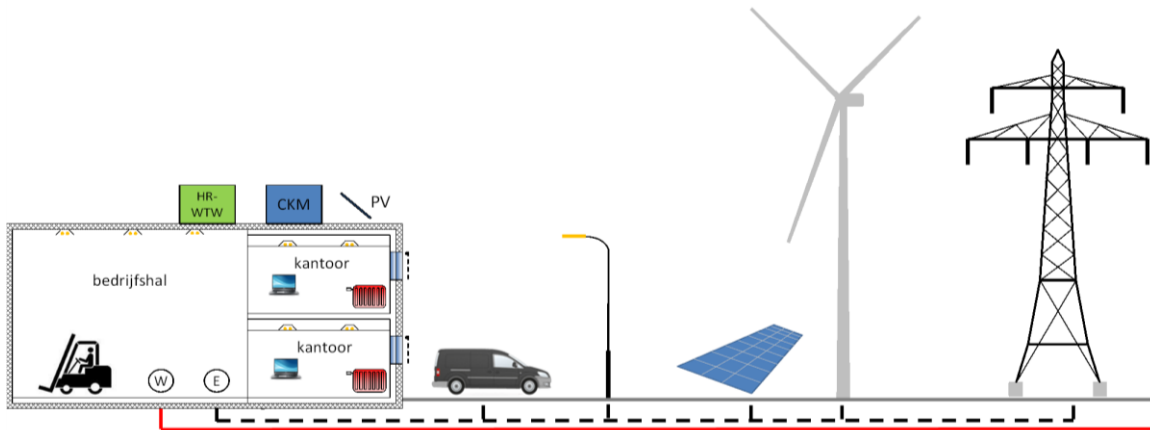
spanning (LS) geschikt voor de aangesloten gebouwen. In het geval van een storing kan de netopening worden verplaatst om zodoende het gestoorde netdeel af te kunnen schakelen. De aanleg van dit net zal in nadere afstemming moeten plaatsvinden op basis van de fasering en gebruik makend van de bedrijfsterreinregeling. Buiten de investeringen in het gebied Dordtse Kil IV moet netbeheerder nog investeringen plegen buiten het plangebied. Deze investering zijn voornamelijk onzeker, Stedin kijkt in haar plannen ongeveer 7 jaar vooruit. Mede vanwege de huidige "over"capaciteit op DKIII is het waarschijnlijk dat voor DKIV momenteel voldoende capaciteit beschikbaar is.

4.3 Smart fossiel: smart elektriciteit en gas

Bij de infra structuur "Smart fossiel" wordt elektriciteitsvraag en -aanbod "smart" geregeld. Door een onderlinge afstemming in het gebied voor de vraag en aanbod van elektriciteit kan met een kleinere elektrische infrastructuur dezelfde elektriciteitsvraag geleverd worden. Voorbeeld hiervoor is het gelijktijdig beschikbaar zijn van elektriciteit uit de windmolens en PV panelen en de vraag naar elektriciteit voor het opladen van elektrische voertuigen. In de rapportage is uitgegaan van een kleiner elektriciteitsnet door de toepassing van een "smart" elektriciteitsnet ten opzicht van het referentie elektriciteitsnet (60 % van de gelijktijdige elektriciteitsvraag van alle gebouwen in plaats van 80%). Vanwege de voorziene groei van de mogelijkheden voor loadmanagement en de komst van dynamic pricing van elektriciteit gaan we voor de alternatieve energie-infrastructuren uit van een Smart elektriciteitsnetwerk.

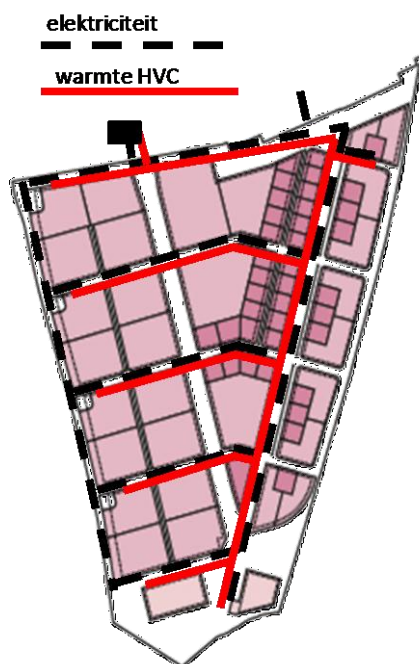
4.4 Smart warmte: smart elektriciteit en warmtenet HVC

Onderstaand plaatje geeft weer op welke wijze de gebouwen kunnen voorzien aan hun behoefte aan elektriciteit, verwarming en koeling op basis van een warmtenet.



Figuur 4.2. energie-infrastructuur op basis van elektriciteit en warmtenet

In deze variant wordt in plaats van een gasinfrastructuur een warmtenet



geprojecteerd. Dit warmtenet is aangesloten op het warmtenet van Dordrecht. Het warmtenet van Dordrecht wordt gevoed door de afvalenergiecentrale van HVC aan de Baanhoekweg. In 2011 ging de eerste leiding van het warmtenet in Dordrecht de grond in. De komende jaren sluit HVC in overleg met gemeente en corporaties delen van de stad aan op het net. Het hoofdnet/primaire net zal in de toekomst zo'n 10.000 woningen en bedrijven van duurzame warmte voorzien zoals vastgelegd in het warmteplan van Dordrecht. Het equivalente opwekkingsrendement van dit warmtenet, bepaald volgens de NVN

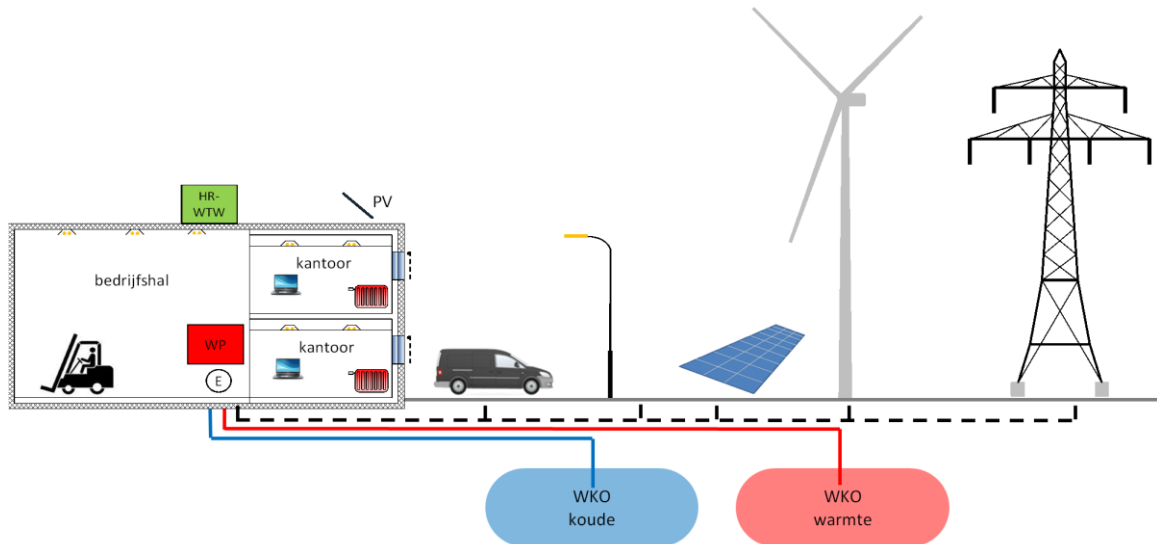
7125 "Energieprestatie norm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG)", is op dit moment 395%. Voor het aansluiten van het geplande warmtenet op het bedrijventerrein Dordtse Kil IV is een warmtetransportleiding van ca. 3 kilometer en pompstation voor het leveren van voldoende druk nodig. Hiermee zou ook een warmtenet op het bedrijventerrein Dordtse Kil III gevoed kunnen worden. Een andere mogelijkheid is het leveren van (HVC)

warmte via opslag in containers en getransporteerd door vrachtwagens of binnenvaart schepen. Dit systeem heet "varende warmte". Hiermee is een kapitaalintensieve transportleiding niet nodig en kan flexibel op de vraag van warmte worden ingespeeld (verschillende ontwikkelscenario's en de verschillende typen gebouwen en warmtevragers).

De temperatuur van de HVC warmte in de transportleiding is relatief hoog (maximaal 120°C). In de onderstations wordt de temperatuur gereduceerd tot ca. 70 °C waarna de warmte via distributieleidingen wordt geleverd aan de afnemers. De temperatuur van 70 °C is nodig in woningen om warmtapwater te kunnen leveren. Een bedrijventerrein heeft met name een warmtevraag voor ruimteverwarming. Een Laag-Temperatuur (LT) warmtenet is toekomstbestendiger vanwege de betere mogelijkheden voor duurzame warmtebronnen als geothermie en solarthermie (met seizoensopslag). Een Laag-Temperatuur net kan bij de aanvang van een nieuw gebied worden gekozen, latere daling van de levertemperatuur is niet mogelijk zonder aanpassingen in de gebouwinstallaties.

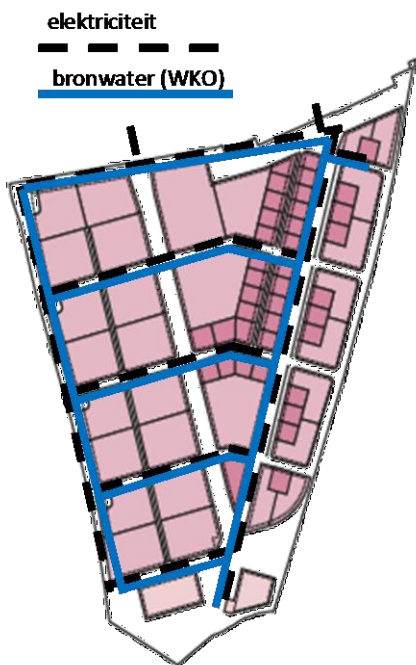
4.5 Smart bronwater: smart elektriciteit en WKO bronnennet

Onderstaand plaatje geeft weer op welke wijze de gebouwen kunnen voorzien aan hun behoefte aan elektriciteit, verwarming en koeling op basis van een WKO bronnennet.



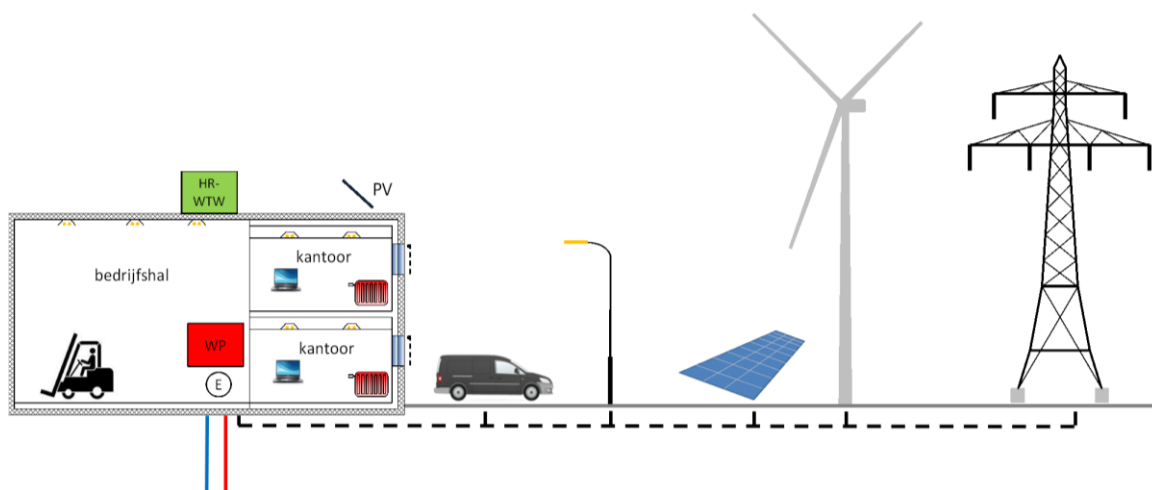
Figuur 4.3. energie-infrastructuur op basis van elektriciteit en WKO bronnennet

In deze variant wordt in plaats van een gasinfrastructuur Warmte-Koude-Opslag bronnennet (WKO) geprojecteerd. Het WKO bronnennet bestaat uit een ringleiding waar bronwater wordt rondgepompt. Op een aantal plaatsen in het gebied worden onttrekkings- en infiltratie bronnen gemaakt. Het gebied is geschikt voor WKO bronnen. Uit onderzoek van IF Technology zijn bronnen te realiseren met een capaciteit van 75 m³/h per bron. Het WKO bronwater wordt gebruikt voor ruimteverwarming met behulp van warmtepompen in de gebouwen. In de zomer worden de gebouwen (met een kantoorfunctie) passief gekoeld met dit bronwater (via een warmtewisselaar). Omdat in het gebied meer warmtevraag dan koudevraag is voorzien, worden de bronnen in de zomer energetisch in balans gebracht (regeneratie) door het laden van warmte uit de buitenlucht. De groei van het bronnennet zal parallel gaan met de ontwikkeling van de bebouwing in het gebied.



4.6 All electric: smart elektriciteit

Onderstaand plaatje geeft weer op welke wijze de gebouwen kunnen voorzien aan hun behoefte aan elektriciteit, verwarming en koeling op basis van all electric.



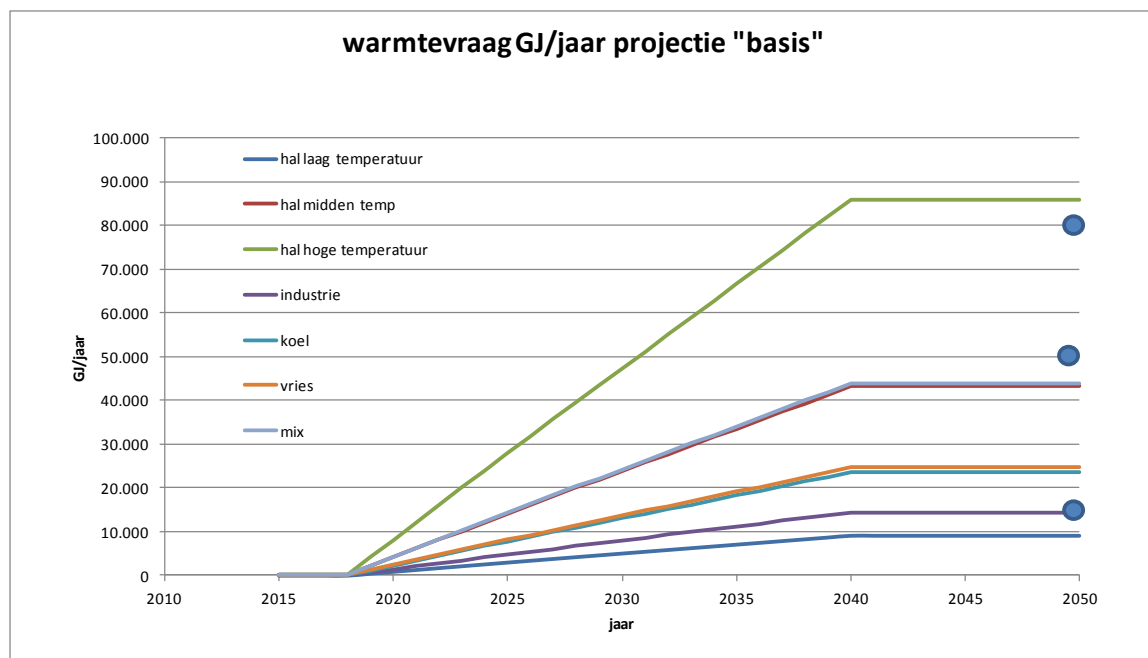
Figuur 4.4. energie-infrastructuur op basis van all electric

In deze variant wordt in het gebied alleen een elektrische infrastructuur aangelegd. De gebouwen worden verwarmd (en gekoeld) met warmtepompen. De bronwarmte van de warmtepompen wordt verkregen uit de buitenlucht, bodemwarmtewisselaars en/of grondwater. De keuze voor het type bron voor de warmtepomp wordt gemaakt door de ontwikkelaar van het gebouw. Het grote verschil met de vorige variant (smart bronwater) is dat een eventuele WKO pas wordt ontwikkeld als de bebouwing plaatsvindt, afgestemd op de specifieke behoefte. De bronwarmte voor de warmtepomp en de koude kan gerealiseerd worden met WKO bronnen op het eigen perceel of met een collectieve WKO door samen te werken met de burens. Bij dit laatste is het belangrijk dat dit plaatsvindt onder het regime van een masterplan bodemwarmte, zodat de beschikbare bodemcapaciteit eerlijk wordt verdeeld en men elkaars mogelijkheden niet ondermijnt.

5 Duurzaamheid

5.1 Energievraag gebied

De energievraag van het gebied zal, in lijn met het bouwtempo, toenemen tot de eindsituatie. Voor het bouwtempo zijn 3 bouwscenario's vastgesteld in overleg met de Gemeente Dordrecht (zie paragraaf 2.3). Het bouwscenario "best case" voorziet een snellere bouw (in 2032 volgebouwd) dan het bouwscenario "worst case" (2050 volgebouwd). In bijlage 6 zijn van de 3 bouwscenario's het verloop in de tijd weergegeven van de warmte-, koude en elektriciteitsvraag van het gebied. Doordat de specifieke energievraag volgens de gekozen uitgangspunten na 2030 niet zal dalen, is de invloed van het ontwikkelscenario op de eindvraag minimaal. In grafiek 5.1.1. is het verloop van de warmtevraag weergegeven volgens het ontwikkelscenario "basis".



Grafiek 5.1.1. verloop van de warmtevraag volgens ontwikkelscenario "basis".

Ten behoeve van de dimensionering van de infrastructuur en de bepaling van de energieneutraliteit is deze grote variëteit teruggebracht tot 3 scenario's energievraag: hoog, gemiddeld en laag. Deze 3 scenario's energievraag (vermogen P en hoeveelheid Q) van het gebied zijn in tabel 5.1.2. weergegeven. Deze energievragen zijn afgeleide energievragen van de 3 ontwikkelscenario's en met blauwe punten aangegeven (zie voorbeeld warmtevraag projectie "basis" in de grafiek 5.1.1.) in bijlage 6 blad 1,2 en 3. De energievraag in het eindjaar is nauwelijks afhankelijk van het bouwscenario (volgebouwd in 2032, 2040 of 2050).

functionele energievraag				
		P	Q	
		kW	GJ/jaar	MWhe per jaar
totaal warmtevraag	hoog	15.000	80.000	
	gemiddeld	12.000	50.000	
	laag	8.000	10.000	
totaal koudevraag	hoog	1.600	1.600	
	gemiddeld	1.200	1.400	
	laag	800	1.200	
totaal elektriciteitsvraag	hoog	19.913		27.593
	gemiddeld	9.688		15.652
	laag	5.459		10.736

Tabel 5.1.2. energievraag hoog, gemiddeld en laag voor het gebied Dordtse Kil IV in de eindsituatie

De energievraag (hoog, gemiddeld en laag), de gelijktijdigheidfactor voor het gebied en het omzettingsrendement voor verwarmen/koelen bepaalt de capaciteit en het verbruik van de verschillende energiedragers voor de verschillende infrastructuur. De capaciteit is van belang in verband met de dimensionering van de aan te leggen infrastructuur. Het verbruik is van belang in verband met het bepalen van de energiekosten en de mate van de te bereiken energieneutraliteit.

In bijlage 7 zijn de resultaten van de berekeningen opgenomen. In tabel 5.1.3. en 5.1.4. is een samenvatting van deze resultaten weergegeven.

Energieverbruik (Q hoeveelheid) gemiddeld						
energie aandeel	eenheid	klassiek fossiel	smart fossiel	smart warmte	smart bronwater	all-electric
gasverbruik verwarmen	m ³ /jaar	1.579.629	1.579.629			
warmteverbruik verwarmen	GJ/jaar			62.500		
elektrisch verbruik verw. + koelen	MWhe/jaar				4.545	4.652
elektrisch verbruik gebouwen	MWhe/jaar	12.130	12.130	12.130	12.130	12.130
elektrisch verbruik vervoer	MWhe/jaar	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952
elektrisch verbruik gebiedsverlichting	MWhe/jaar	700	700	700	700	700
totaal elektrisch verbruik	MWhe/jaar	15.781	15.781	15.781	20.326	20.434

Tabel 5.1.3. energieverbruik Q (hoeveelheid) gemiddeld voor Dordtse Kil IV in de eindsituatie.

Vermogensvraag (P vermogen) gemiddeld						
energie aandeel	eenheid	klassiek fossiel	smart fossiel	smart warmte	smart bronwater	all-electric
verwarmen gas	kWth	10.667	10.667			
verwarmen warmte	kWth			9.600		
verwarmen elektriciteit	kWe				2.640	2.743
koelen elektriciteit	kWe	1.200	1.200	1.200	0	0
bronwater	m ³ /uur				1.237	
elektriciteit gebouwen	kWe	5.600	4.200	4.200	4.200	4.200
elektriciteit elektrisch vervoer	kWe	1.870	1.169	1.169	1.169	1.169
elektriciteit openbare verlichting	kWe	280	210	210	210	210
totaal elektriciteit gelijktijdig gebied	kWe	8.950	6.779	6.779	8.219	8.322

Tabel 5.1.4. vermogensvraag P (vermogen) gemiddeld voor Dordtse Kil IV in de eindsituatie.

Analyse van deze resultaten.

- De elektriciteitsvermogens vraag van het gebied bedraagt tussen de ca. 6,8 en 9 MWe. Uitgaande van een gronduitgifte van het gebied van ca. 67,5 ha is de gemiddelde vermogensvraag tussen de ca. 100 en 140 kW/ha. Het gebruik is hiermee hoger dan de verwachting door Stedin aangegeven (80-100 kW/ha). Een gedeelte hiervan is verklaarbaar doordat in Dordtse Kil IV rekening is gehouden met een groei van het elektrisch vervoer. Stedin heeft voor elektrisch vervoer nog geen historische gegevens.
- Het aantal vollasturen voor elektriciteit ligt tussen de 1.750 en 2.475 uur/jaar. Dit is bepaald door de totale elektriciteitsvraag te delen door de vermogensvraag.

5.2 Energie-opwekking gebied

Om het verbruik van de verschillende energiedragers (paragraaf 5.1.) te compenseren is opwekking van duurzame energie nodig.

Op dit moment (2015) is sprake van enkele belangrijke initiatieven op het gebied van windenergie (windmolens) en zonne-energie (PV-weide). Ter aanvulling kan het dakoppervlak van de bedrijfshallen nog worden ingezet voor PV-panelen.

Windenergie:

Het voornemen is 4 windmolens in DK IV te plaatsen. Provinciale Staten heeft deze locatie in 2012 omgezet van studielocatie naar gewenste locatie. Kilwind heeft bij de provincie (bevoegd gezag) een omgevingsvergunning aangevraagd. De situering van de windmolens is afgestemd op de plannen voor DK IV. Naar verwachting hebben de 4 windmolens een vermogen van ieder 3 MWe. Hiermee kan een jaarlijkse hoeveelheid elektriciteit worden opgewekt van ca. 26.400 MWh.



Zonne-energie (PV-weide):

De gemeente is – namens de eigenaren – benaderd voor een particulier initiatief om op de locatie Transberg een zonne-energiecentrale te realiseren. Gezien de ligging van de locatie en de gebruiksbependingen vanwege de bodem kwaliteit van deze voormalige vuilstort, wordt realisering van een

zonne-energiecentrale als een geschikte ontwikkeling gezien, die bovendien aansluit bij het beoogde duurzame karakter van DK IV. Inzet is om bij realisering afname en gebruik van ter plaatse gewonnen duurzame energie



waar mogelijk te stimuleren. Voorgesteld wordt de realisering van dit initiatief in de verdere planvorming mee te nemen en te zijner tijd bij gebleken haalbaarheid in het op te stellen bestemmingsplan mogelijk te maken.

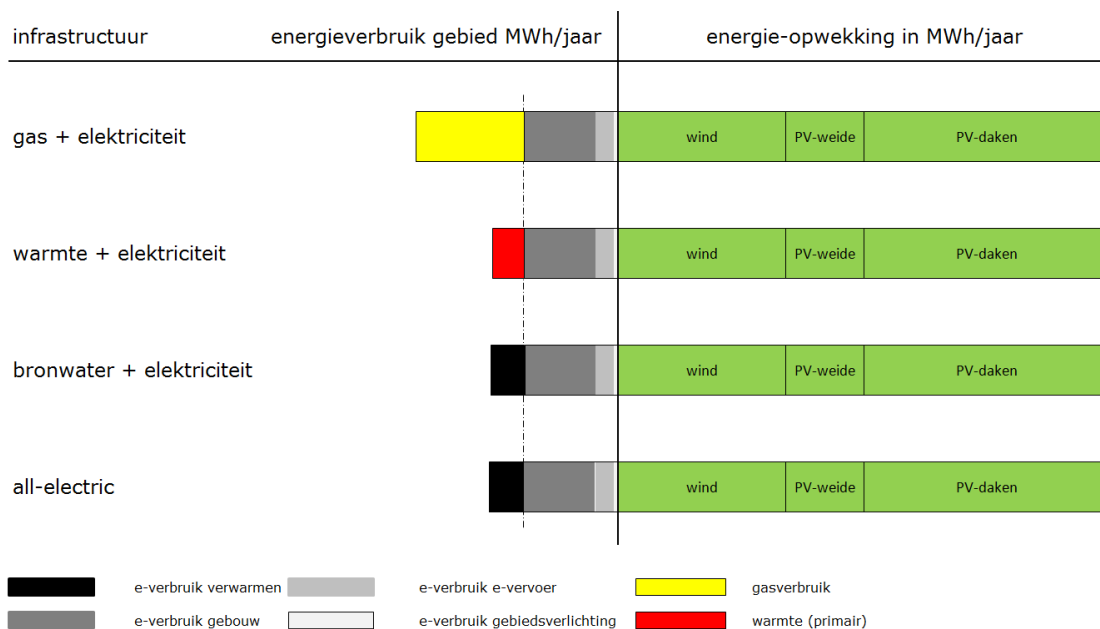
Aandachtspunt is hierbij, dat de locatie Transberg buiten de in de Verordening Ruimte (provincie Zuid-Holland) vastgestelde verstedelijkingscontour ligt. Gezien het nog niet definitieve karakter van deze ontwikkeling wordt in deze rapportage de zonne-energiecentrale (PV-weide) daarom als optie toegevoegd voor het bereiken van de energieneutraliteit van Dordtse Kil IV. De locatie Transberg is ca. 10 ha.. Met een volledige bezetting aan PV-panelen kan hier jaarlijks ca. 12.750 MWh duurzame elektriciteit worden opgewekt.

Zonne-energie (PV-op daken bedrijfsgebouwen).

Het bedrijventerrein zal een overwegend logistieke invulling krijgen. Geschikte gebouwen hiervoor zijn veelal grote gebouwen en beschikken over een groot dakoppervlak in relatie tot het gebruiksoppervlak. Bij de ontwikkeling van de gebouwen is het daarom van belang dat daken (oriëntatie hellende vlakken) en dakconstructie (sterkte) geschikt zijn voor het plaatsen of naderhand plaatsen van PV-panelen. Indien 70% van het gebruiksoppervlak van de gebouwen geschikt is voor PV-panelen is er een potentieel van 300.000 m² PV panelen en een opwekking van ca. 38.250 MWh duurzame elektriciteit per jaar aanwezig.

5.3 Energieneutraliteit en systeemintegratie

In onderstaand schema is voor het gemiddelde scenario de mate van energieneutraliteit van DK IV weergegeven:



Tabel 5.3.1. energieneutraliteit DK IV gemiddeld vraagscenario.

In bijlage 10 zijn deze schema's weergegeven voor alle vraagscenario's: maximaal, gemiddeld en minimaal.

Indien de geschetste plannen voor de opwekking van duurzame elektriciteit op DK IV doorgaan, ligt energieneutraliteit onder handbereik, ook bij de variant met aardgas. Het is echter goed om hierbij bewust te zijn van het feit dat deze weergave alleen de totale energievraag en totale productie van duurzame energie op jaarbasis weergeeft. Gedurende grote delen van het jaar zal DK IV energie leveren aan de rest van Nederland, met name als het waait en zonnig is. Op donkere en windstille dagen zal DK IV echter een beroep doen op het nationale elektriciteitspark. Ervan uitgaande dat ook in de rest van Nederland op dat moment weinig duurzame elektriciteit produceert, zal Nederland een grote opwekcapaciteit op basis van fossiele energie achter de hand moeten houden.

De in april 2015 gepresenteerde studie "ROUTEKAART ENERGIEOPSLAG NL 2030, Systeemintegratie en de rol van energieopslag" (DNV GL, Berenschot en TU-Delft) wijst uit dat deze onbalans in elektriciteitsvraag en -aanbod niet kosteneffectief kan worden opgelost door grote, nationale elektriciteitsopslag. Men geeft aan dat energie-opslag "achter de meter" of op gebiedsniveau

rendabeler zijn. Op dit moment ontbreekt het marktmechanisme echter om investeringen in decentrale energie-opslag mogelijk te maken. Zodra er sprake is van "dynamic pricing" van elektriciteit en eventueel ook van aardgas, ontstaan interessante businesscases voor vraagsturing (verschuiven van het moment van de energievraag) en opslag van elektriciteit en warmte.

In hoofdstuk 7 ("Flexibiliteit") zijn deze kansen kwalitatief in kaart gebracht, zowel voor elektriciteit als voor warmte.

6 Betaalbaarheid

6.1 Uitgangspunten

Teneinde de kosten van de verschillende energie-infrastructuren helder in beeld te krijgen is een integraal economisch rekenmodel is gemaakt. In dit model zijn volgende kosten opgenomen:

- Kapitaallasten (rente en afschrijving) samenhangend met de investeringen;
- Beheer- & onderhoudskosten;
- Energiekosten.

Vooralsnog gaan wij uit van de te bereiken eindsituatie. Dit houdt in dat wij op dit moment abstraheren van aanloopverliezen als gevolg van de tijdsverschillen tussen de aanleg van de infrastructuur en de realisatie van de aan te sluiten gebouwen. De gedachte is dat de energievisie vooral gebaseerd dient te zijn op de te bereiken duurzaamheid en integrale kosten tijdens de exploitatie. Mogelijkheden voor gefaseerde investering, en daarmee reductie van het risico, is kwalitatief beschreven in hoofdstuk 7 ("Flexibiliteit").

De investeringen en de beheer- & onderhoudskosten) van de verschillende infrastructuren (gas, elektriciteit, warmte en bronwater) zijn gecontroleerd door respectievelijk Stedin, HVC en IF technology. Samenvattingen van de investeringen zijn weergegeven in bijlage 11.

Hoewel de investeringen in eerste instantie door projectontwikkelaar (gemeente Dordrecht) of netbeheerder worden voorgefinancierd, gaan wij er van uit dat de kosten uiteindelijk in principe allemaal gedragen dienen te worden door de gebouweigenaren. De kosten- en risicoverdeling tussen gemeente en Stedin zijn vastgelegd in de bedrijventerreinregeling en hangt af van de zekerheid over aansluitingen vooraf en binnen 5 jaar te realiseren.

Om de verschillende energie-infrastructuren fair met elkaar te kunnen vergelijken zijn de kosten voor opwekking van warmte en koude in de gebouwen in kaart gebracht. Bij een warmtenet bijvoorbeeld zijn deze kosten vrijwel nihil, maar bij de all electric variant moeten de gebouweigenaren investeren in bijvoorbeeld warmtepompen. In bijlage 12 is gespecificeerd welke investeringen zijn meegenomen bij de diverse energie-infrastructuren.

In bijlage 13 zijn overzichten opgenomen van integrale kostenverdeling per stakeholder:

- Gemeente Dordrecht;
- HVC (warmte);
- Stedin (gas en elektriciteit);
- Gebouweigenaar/ontwikkelaar (die uiteindelijk ook de kosten van de gemeente en netbeheerder voor zijn rekening krijgt).

Verder gehanteerde uitgangspunten:

- Kapitaalrente: 4%;
- Afschrijftermijn afhankelijk van de installatie onderdelen tussen de 20 en 50 jaar;
- Beheer- en onderhoudskosten per jaar gebaseerd op een percentage van 0,5 en 5% van de investeringen afhankelijk van het installatie onderdeel;
- Investering smart regeling van het elektriciteitsnet: 20% toeslag op de investering van de elektrische infrastructuur;
- Energiekosten gas, elektriciteit en warmte op basis van kostprijsniveau levering gebied:
 - Gas: 0,245 €/m³ (excl. EB) of 0,435 €/m³ (incl. EB);
 - Elektriciteit: 0,05 €/kWh (excl. EB) of 0,08 €/kWh (incl. EB);
 - Warmte: 5 €/GJ;
 - Energiebelasting inclusief als basis variant.

Toelichting energiebelasting: deze werkt kostprijsverhogend voor een onderneming op DK IV (micro niveau), maar is voor Nederland (macro niveau) kostenneutraal. Energiebelasting en subsidies zijn beleidsinstrumenten voor de overheid om gebruik te stimuleren of te beperken en zijn daarnaast natuurlijk ook een inkomstenbron. Energiekosten, energiesubsidies en energiebelastingen vormen een grote onzekerheid. Ze zijn immers het gevolg van mondiale en nationale ontwikkelingen op het gebied van onder andere energievoorraden, politieke verhoudingen en technologische ontwikkelingen (zowel fossiel als duurzaam).

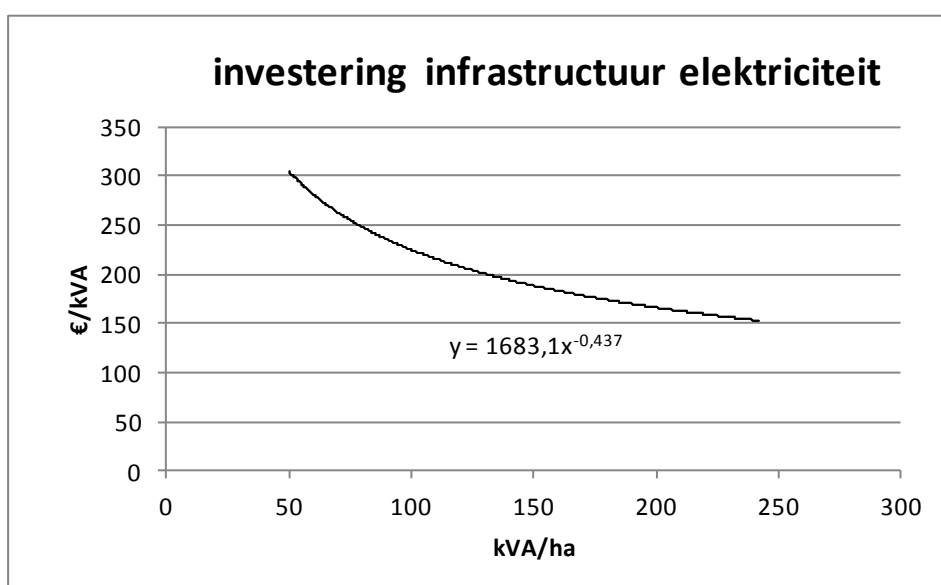
In dit rapport zijn de integrale kosten op drie verschillende wijzen berekend:

- Macro-economisch op basis van de huidige energieprijzen;
- Macro-economisch op basis van verdubbelde energieprijzen;
- Micro-economisch op basis van de huidige energieprijzen.

6.2 Investerings

Infrastructuur elektriciteit

De specifieke investering (€/kWe) voor de elektrische infrastructuur is afhankelijk van de capaciteitsdichtheid van het gebied (kVA/ha) zoals weergegeven in grafiek 6.1.1.. Deze specifieke investering is gebaseerd op een systeemontwerp van de elektriciteitsinfrastructuur van Dordtse Kil IV in de eindsituatie (ontwerpgegevens en investeringen zie bijlage 11 blad 1). De capaciteitsdichtheid is afhankelijk van de elektriciteitsvraag (hoog, gemiddeld en laag) van het gebied, het type infrastructuur (klassiek fossiel, smart fossiel, smart warmte, smart bronwater en all-electric) en de ontwikkelingen van het elektrische vervoer.

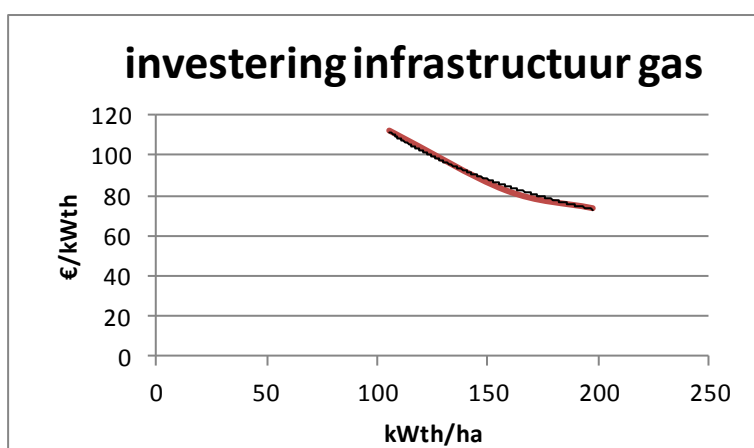


Grafiek 6.1.1. investering infrastructuur elektriciteit.

De capaciteitsdichtheid voor het gebied DK IV ligt tussen de 50 en 250 kVA/ha. Investerings voor de elektrische infrastructuur zijn hiermee tussen de ca. € 1.000.000 en € 2.500.000. Door het "smart" regelen (het afstemmen van elektriciteitsvraag en -aanbod) is, bij een gelijke elektriciteitsvraag, de capaciteit van de elektrische infrastructuur kleiner. Uitgegaan is van een daling van de gelijktijdigheidfactor (gelijktijdige capaciteitsvraag van alle gebouwen) van 80% naar 60%. Investering in een smart elektriciteitsnet is bepaald op basis van een toeslag van 20% op de investering in het elektriciteitsnet.

Infrastructuur gas

Gas wordt in DKIV gebruikt voor verwarming van gebouwen (geen gas voor productieprocessen). De specifieke warmtevraag en de hieraan gerelateerde gasvraag van het gebied is een maat voor de investering van een gasnet. De specifieke investering is gebaseerd op een systeemontwerp van de gasinfrastructuur van Dordtse Kil IV in de eindsituatie (ontwerpgegevens en investeringen zie bijlage 11 blad 2). In grafiek 6.1.2. is de specifieke investering (€/kWth) voor de gas infrastructuur weergegeven afhankelijk van de warmtevraagdichtheid.



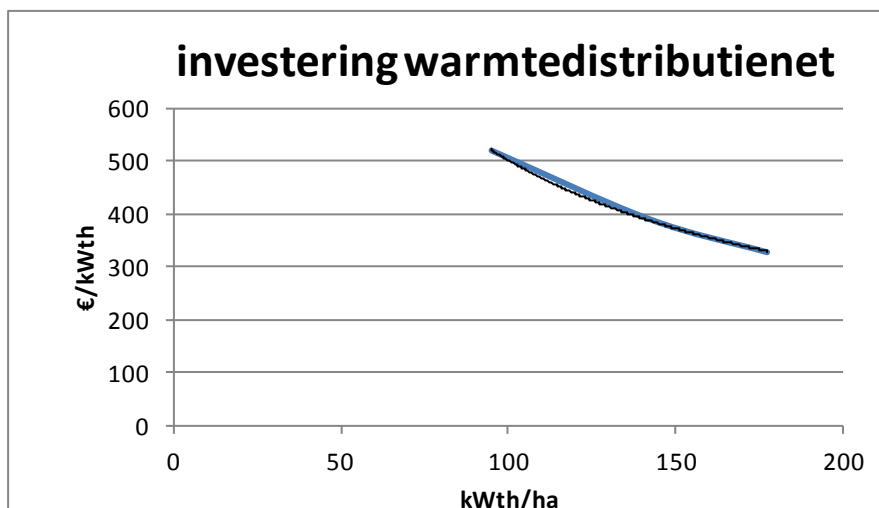
Grafiek 6.1.2. investering infrastructuur gas.

De verwachting is dat de warmtevraag van gebouwen zal afnemen (zie paragraaf 3.1). De capaciteitsdichtheid is, in relatie tot historische cijfers van andere bedrijventerreinen, relatief laag. De capaciteitsdichtheid voor het gebied DK IV ligt tussen de 100 en 200 kWth/ha. Investeringen voor de gas infrastructuur zijn hiermee tussen de ca. € 800.000 en € 1.000.000.

Infrastructuur warmtenet (HVC)

De investering in een warmtenet is te verdelen in een transportleiding naar Dordtse Kil IV en een distributienet in Dordtse Kil IV.

De benodigde transportleiding van ca. 3 kilometer inclusief pompstation voor het leveren van voldoende druk is geraamd op ca. 5,6 miljoen euro. Hiermee zou ook een warmtenet op het bedrijventerrein Dordtse Kil III gevoed kunnen worden. De specifieke warmtevraag is een maat voor de investering van het warmtenet in het gebied. De specifieke investering is gebaseerd op een systeemontwerp van de warmte-infrastructuur van Dordtse Kil IV in de eindsituatie (ontwerpgegevens en investeringen zie bijlage 11 blad 3 en 4). In grafiek 6.1.3. is de specifieke investering (€/kWth) voor het warmtedistributienet weergegeven.



Grafiek 6.1.3. investering warmtedistributienet.

De warmtevraag voor het gebied DKIV ligt tussen de 95 en 180 kWth/ha. Investeringskosten voor het warmtenet zijn hiermee tussen de ca. € 3.300.000 en € 3.900.000 (exclusief transportleiding). De totale investering (transportleiding en distributienet) is daarmee geraamd op ca. € 9.500.000. Indien de investering van de aansluitleiding voor 50% wordt toegerekend aan DK IV bedragen de totale investeringen voor het warmtenet ca. € 6.700.000. Dit laatste zou het geval kunnen zijn indien een warmtenet voor heel WDO wordt aangelegd. Vooralsnog is daarmee niet gerekend.

Infrastructuur bronwatersnet (WKO)

In overleg met IF Technology zijn de investeringskosten geraamd voor een bronnennet met Warmte en Koude Opslag (WKO) in de bodem. Gezien de bodemopbouw en lokale omstandigheden is de verwachting dat de capaciteit van een bronnenpaar ca. 75 m³/h zal zijn. De investeringskosten per bronnenpaar (met een capaciteit van 75 m³/h), toerengeregelde pompen, een ringleidingnet en scheidingswisselaars bedragen ca. € 200.000. Afhankelijk van het vraagscenario (hoog, gemiddeld en laag) bedraagt de investering voor het bronwatersnet inclusief bronnen tussen de € 2.200.000 en € 4.100.000.

Gebouwaansluitingen (gas, elektriciteit, warmte, bronwater)

De gebouwaansluitingen voor gas, elektriciteit en warmte zijn voor rekening van de gebouweigenaar. De gebouwaansluitingen voor gas zijn gebaseerd op de capaciteit van de gebouwaansluiting en de standaard aansluittarieven van Stedin. De investeringen hiervan zijn afgetrokken van de totale investering van de gasinfrastructuur volgens grafiek 6.1.2. De investering voor de elektriciteitsaansluiting is geraamd op 50% van de investering van de

elektriciteitsinfrastructuur volgens figuur 6.1.1. De aansluiting voor warmte en bronwater is gebaseerd op een aansluitafstand van 15 meter en een diameter behorende bij de capaciteit van de aansluiting. De investering hiervan is afgetrokken van de totale investering voor het warmtenet (volgens grafiek 6.1.3) en het WKO-bronwaternet.

Warmte- en koudeopwekking (in gebouwen)

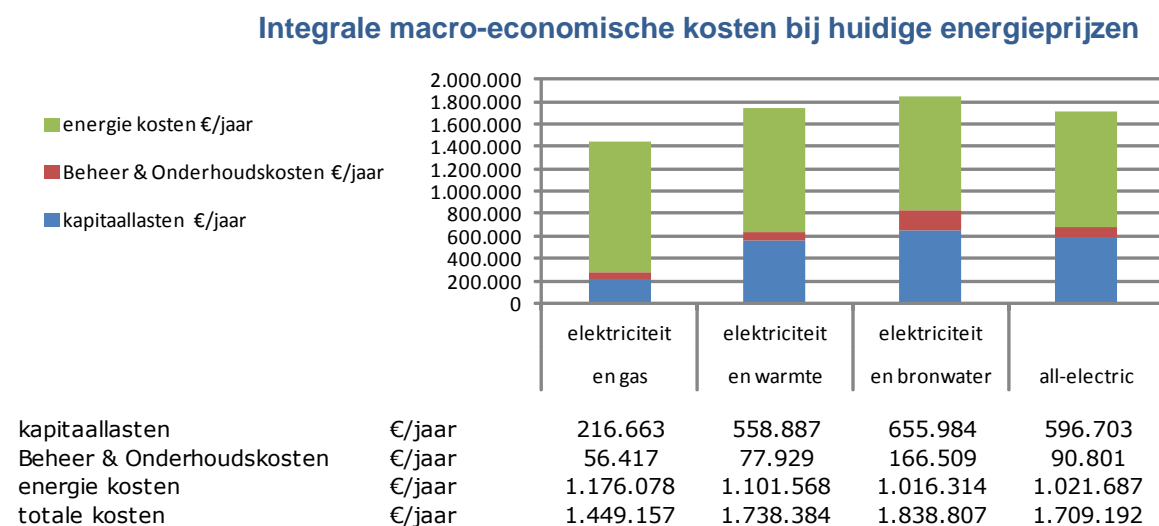
De gebouwinstallaties voor de warmte-/koudeopwekking zijn afhankelijk van het type infrastructuur in het gebied. Om de verschillen tussen de verschillende infrastructuren economisch te beschouwen zijn deze investeringen meegenomen. De investeringen in de warmte- en koudeopwekking in de gebouwen zijn gebaseerd op kengetallen van Innoforte en in bijlage 13 weergegeven.

6.3 Beheer- en onderhoudskosten

De beheer- en onderhoudskosten zijn bepaald op basis van een percentage ten opzichte van de investering per installatiedeel en in bijlage 12 weergegeven.

6.4 Overzicht integrale kosten

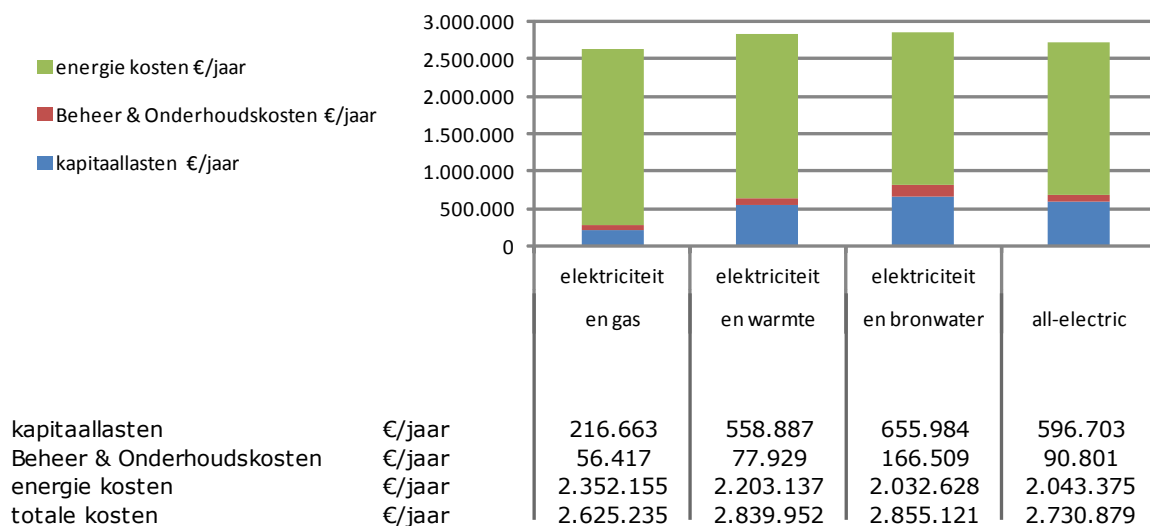
In figuur 6.5.1. zijn de integrale macro-economische kosten voor de vier energie-infrastructuren afgebeeld. In bijlage 14 zijn deze kosten gesplitst in een deel gebouwen (direct voor rekening van de gebouweigenaar) en gebied (direct voor rekening van de ontwikkelaar van het gebied en indirect voor de gebouweigenaar).



Figuur 6.5.1. integrale, macro-economische kosten, huidige energieprijzen.

De integrale, macro economische kosten van elektriciteit en gas zijn het laagst. Indien we focussen op de energiekosten, dan blijkt "bronwater" (WKO) het laagst en nagenoeg gelijk aan "all electric". In deze beide concepten zijn warmtepompen toegepast waarbij de bronwater variant lagere energiekosten heeft door een betere energetische prestatie (C.O.P.) van de warmtepomp. Het energiedeel van de totale kosten is van alle infrastructuren dominant. Om de invloed en de gevoeligheid van de energiekosten weer te geven is in figuur 6.5.2 de totale kosten bij een verdubbeling van de energiekosten weergegeven. De achterliggende gedachte is dat tijdens de ontwikkeling en exploitatie van de gebouwen met sterk verhoogde energieprijzen rekening moet worden gehouden.

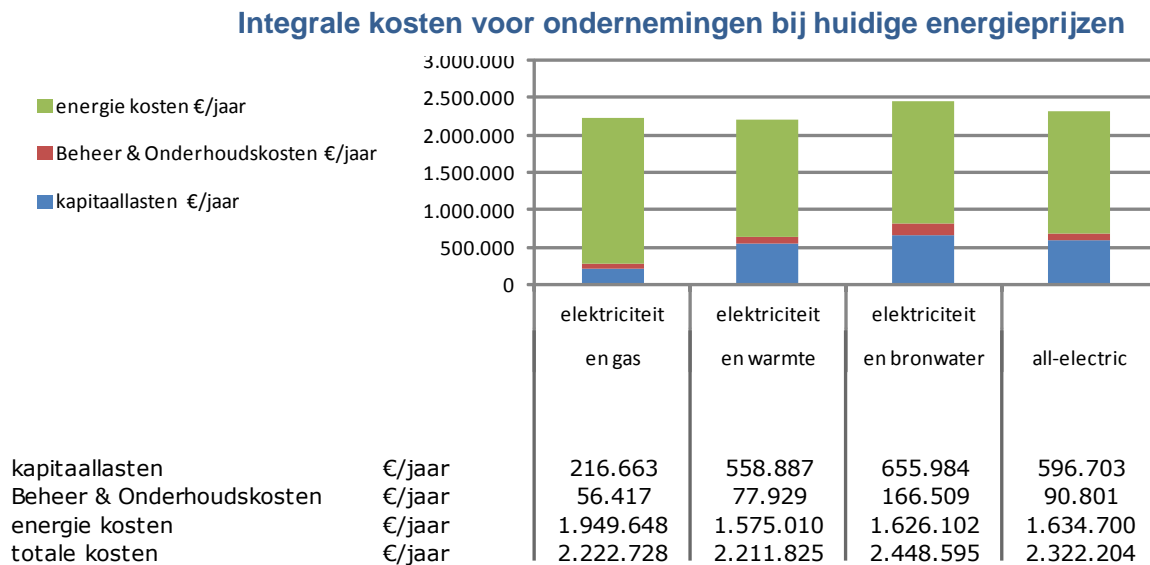
Integrale macro-economische kosten bij verdubbelde energieprijzen



Figuur 6.5.2. integrale, macro-economische kosten, verdubbelde energieprijzen.

Hoewel bij verdubbelde energieprijzen de verschillen kleiner worden, is de combinatie elektriciteit en aardgas nog steeds het goedkoopst, macro-economisch gezien (voor de BV Nederland). Maatschappelijke effecten als werkgelegenheid (toegevoegde waarde in Nederland versus import van gas vanuit het buitenland), bijdrage aan de CO₂ reductie, grotere onafhankelijkheid van het buitenland zijn in deze vergelijking nog niet verdisconteerd. Deze factoren vertegenwoordigen ook een economisch waarde die via een MKBA (Maatschappelijke Kosten- en Baten Analyse) kan worden geëxpliciteerd.

In figuur 6.5.3 zijn de voor de ondernemingen zichtbare kosten op basis van de huidige energiebelasting weergegeven.

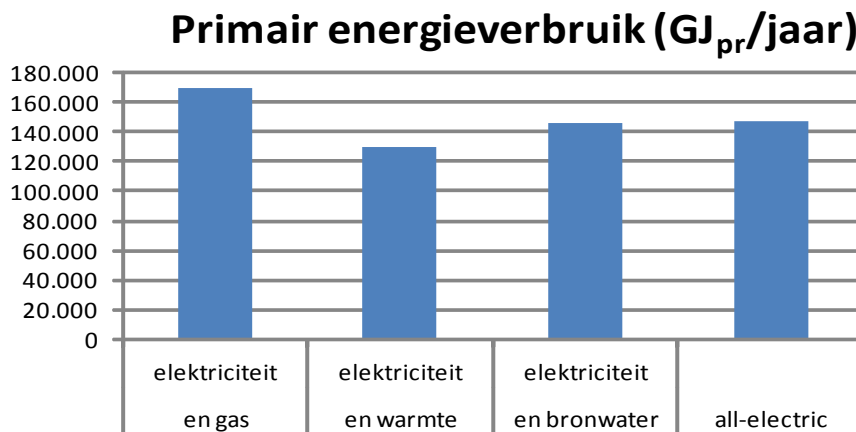


Figuur 6.5.3. overzicht integrale kosten voor ondernemingen bij huidige energieprijzen.

Ten opzichte van de macro-economische kosten, liggen de kosten de verschillende infrastructures voor ondernemingen dicht bij elkaar. Vanwege het ontbreken van EB (energiebelasting) op warmtedistributie is deze variant het goedkoopst. Dit druist in tegen de heersende gedachte dat warmtedistributie bij nieuwbouw en bij bedrijventerreinen te duur is. Het voordeel van een warmtenet zijn de lage energiekosten en de lagere investeringen in vergelijking met het WKO bronnennet en de all electric variant (met de relatief dure warmtepompen). De grote risico's van de onzekere warmtevraag en de voorziene langdurige en onzekere ontwikkeltermijn maken de investeringen in een warmtenet op dit moment niet haalbaar. Het spreekt voor zich dat bij stijgende energieprijzen de duurzame varianten waarde creëren die op dit moment slechts latent aanwezig is.

6.5 Primair energieverbruik

In figuur 6.6.1. is een overzicht gegeven van het totale primaire energieverbruik voor de gebouwen voor de verschillende typen infrastructures. Primaire energie is de energie die nodig is voor de opwekking van de verbruikte warmte en de elektriciteit. Dit staat los van de in het gebied opgewekte duurzame elektriciteit.

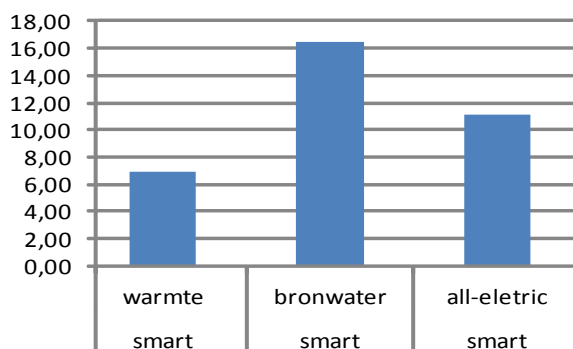


GJ_{pr}/jaar 169.181 129.449 146.349 147.123
 Figuur 6.6.1. overzicht primaire energieverbruik (zonder compensatie duurzame elektriciteit).

De verschillen tussen het primaire energieverbruik van de verschillende energie-infrastructuren zijn te herleiden uit:

- De verschillende wijzen van opwekking van warmte: warmtenet, CV-ketel of warmtepomp;
- De verschillende wijzen van opwekking van koude: koelmachine of vrije koeling (WKO).

Een duurzaam warmtenet (HVC heeft een E.O.R. van 395%) scoort hierin het beste met het laagste primaire energieverbruik. Om inzicht te krijgen in de macro-economische kosten van een duurzamere energie-infrastructuur is de relatie tussen de (meer)kosten en de (lagere) primaire energie in grafiek 6.6.2. weergegeven. De infrastructuur "klassiek fossiel" is gebruikt als referentie.



€/GJ_{pr} 6,91 16,43 11,13

Figuur 6.6.2. meerkosten verlagen primair energieverbruik.

De meerkosten voor het verlagen van de primaire energievraag van het gebied zijn voor een duurzaam warmtenet het laagst. Anders gesteld: een duurzaam warmtenet heeft de laagste financiële prikkel nodig om te verduurzamen. Vanwege het ontbreken van energiebelasting is op dit moment aan deze voorwaarde voldaan. Micro-economisch (perspectief onderneming) kent warmte immers de laagste kosten (zie figuur 6.5.3).

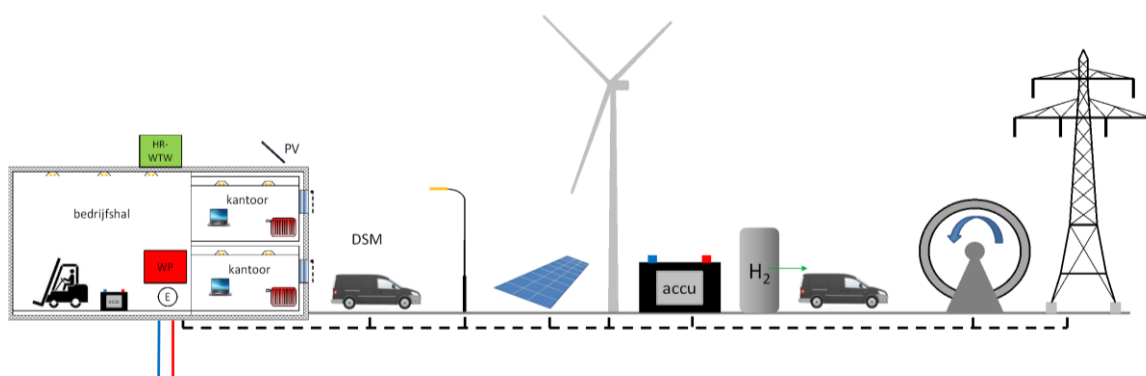
7 Flexibiliteit

7.1 Systeemintegratie

Zoals beschreven in paragraaf 5.3 ("Energieneutraliteit en systeemintegratie") staat Nederland voor een grote opgave om de groeiende productie van duurzame energie dynamisch af te stemmen op de energievraag. De ontwikkeling van een SMART-grid is onderdeel van dit streven: het verlaagt de gelijktijdigheid van de vraag. Systeemintegratie gaat echter verder: het stemt de vraag af op het lokale aanbod en/of op de prijzen van elektriciteit die van buiten het gebied kan worden ingekocht. Een en ander vereist nieuwe vormen van samenwerking en nieuwe optimalisatie en regelstrategieën. In dit hoofdstuk laten we zien welke mogelijkheden momenteel zijn voorzien voor een all electric variant en voor de warmtevariant (warmtenet of WKO bronnennet).


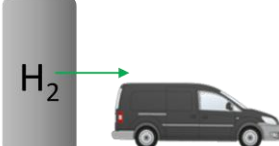
7.2 Kansen systeemintegratie

In onderstaand plaatje zijn enkele mogelijkheden voor systeemintegratie op basis van **elektriciteit** afgebeeld.



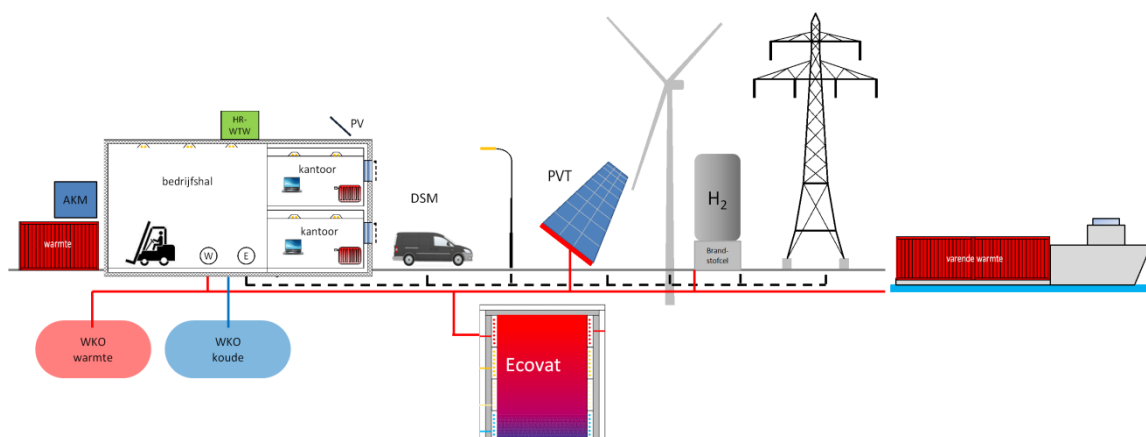
Figuur 7.2.1 enkele mogelijkheden voor systeemintegratie op basis van elektriciteit.

Toelichting:

	Accu's voor de opslag van electriciteit kunnen de benodigde energie voor enkele uren of dagen opslaan. In Nedeland kan een markt ontstaan zodra de huidige salderingsregeling voor de teruglevering van opgewekte elektriciteit wordt versoerd. Accu's zijn zowel mogelijk in een gebouw als op grotere schaal in een gebied.
	Waterstofauto's zullen de komende jaren op de markt komen. Een grote actieradius is een voordeel ten opzichte van elektrische auto's. De infrastructuur voor waterstof is nog beperkt. De dynamische productie van waterstof uit elektriciteit (elektrolyse) is een mogelijkheid om tijdelijke


	<p>overschotten van energie op te slaan.</p> <p>In een vliegwiel dat met hoge toerentallen kinetische energie opslaat kan men energie enkele uren opslaan. Momenteel wordt in Ierland de installatie van een groot vliegwiel voorbereid.</p>
<p>DSM</p> 	<p>DSM staat voor Demand Side Management: het sturen van de energievraag op basis van het momentane aanbod en/of de momentane energieprijzen. Een concreet voorbeeld is het uitstellen van het opladen van een elektrische auto met enkele uren.</p>


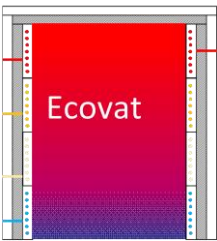
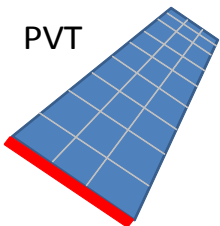

In onderstaand plaatje zijn enkele mogelijkheden voor systeemintegratie op basis van **warmte** afgebeeld. In het plaatje is duidelijk te zien dat de varianten "bronnennet" en "warmtenet" die op dit rapport als aparte infrastructures zijn benoemd in de toekomst met elkaar verweven kunnen worden. Dit is mogelijk als een warmtenet op lage temperatuur wordt bedreven en/of als warmte opslag in aquifers op een hogere temperatuur mogelijk wordt.



Figuur 7.2.2 enkele mogelijkheden voor systeemintegratie op basis van warmte.

Toelichting:

	<p>Een Absorptie (of Adsorptie) KoelMachine zet warmte om in koude. Deze techniek biedt enerzijds de mogelijkheid om koude te produceren op basis van warmte uit een warmtenet. Anderzijds kan een AKM worden ingezet in tijden van dure elektriciteit. Een variant van een AKM is een warmte aangedreven warmtepomp waarmee de elektriciteitsvraag in de winter kan worden gereduceerd, maar waarmee ook de procesindustrie hoge temperatuur stoom kan produceren</p>
---	--

	<p>Warmte opslag in water, PCM (phase change materials) of TCO (thermo chemische opslag) ter bewaring van zomerwarmte voor de winter. Het is duidelijk dat hierdoor in de winter een veel kleiner beroep op de andere energiedragers (elektriciteit) wordt gedaan. Ook is (tijdelijk) aanvoer van warmte per schip mogelijk (varende warmte).</p>
	<p>Eco-Vat is een Nederlandse innovatie: een warmte- en koudeopslag vat dat door zijn slimme gelaagdheid bijzondere mogelijkheden biedt.</p>
	<p>PVT panelen produceren elektriciteit en warmte uit zonne-energie. Door te variëren in de temperatuur van de warmteproductie is beïnvloeding mogelijk van de verhouding geproduceerde warmte en elektriciteit. De markt voor PVT kan tot ontwikkeling komen als de salderingsregeling gaat versoberen.</p>
	<p>Waterstof biedt de mogelijkheid om energie op te slaan. Behalve de toepassing van vervoermiddelen, is waterstof een ideale brandstof voor diverse typen brandstofcellen die werken als een WKK: ze produceren elektriciteit en warmte met een hoog rendement.</p>

Ook voor een aardgasinfrastructuur zijn er mogelijkheden voor systeemintegratie en energie opslag. Het is mogelijk om uit H₂ weer methaan (CH₄) te produceren dat in het aardgasnet kan worden ingevoed en kan worden opgeslagen in lege aardgasvelden.

7.3 Risico's

Gas-infrastructuur

De aanleg van een gasinfrastructuur is niet zonder risico's. Deze risico's zijn enerzijds het gevolg van de grootte bandbreedte in de geraamde warmtevraag en de lange ontwikkelperiode. Anderzijds zullen steeds meer afnemers alternatieven voor gasverwarming overwegen, al dan niet om te voldoen aan de wettelijke eisen.

De workshop met marktpartijen (zie bijlage 1, workshop II, 15 januari) leerde dat een aardgasnet niet de voorkeur had. Indien de aanleg van een aardgasnet zou betekenen dat bedrijven verplicht op dit net moeten aansluiten, zouden deze marktpartijen dat als een belemmering zien.

Warmte-infrastructuur

Hoewel het geschetste economische perspectief voor een warmtenet op DK IV aantrekkelijk is, brengt de aansluiting van Dordtse Kil IV op het warmtenet van Dordrecht hoge aanloopkosten voor de aansluitleiding (ca. 5,4-5,8 miljoen €) met zich mee. Vanwege de lange ontwikkelperiode (circa 20 tot 30 jaar) en de onzekerheid van de toekomstige bedrijvigheid is het risico op over- en onderdimensionering van een warmtenet groot.

Bronwater-infrastructuur

De aanleg van WKO bronnen en een bronnennet als onderdeel van de gebiedsinfrastructuur kent dezelfde risico's als een warmtenet: hoge aanloopkosten en de kans dat deze niet kunnen worden terugverdiend. De aanleg van WKO bronnen kunnen daarom veel beter worden gerealiseerd zodra duidelijk is dat de warmte- en koudevraag van de te realiseren gebouwen een dergelijke investering rechtvaardigen. In hoeverre er dan nog sprake zal zijn van een collectief net dan wel van een individuele systemen is nog niet te bepalen. Gemeente Dordrecht ontwikkelt een masterplan bodemenergie WDO waarin DK IV is opgenomen zodat de kans op onderlinge verstoring (interferentie) wordt verkleind.

Electriciteit-infrastructuur

Voor productiebedrijven die proceswarmte nodig hebben, kan all electric onaanvaardbaar zijn. Alternatieven voor deze bedrijven zijn: biomassa, geothermie en elektrificatie. Op korte termijn zijn deze varianten economisch gezien nog risicovol. Voor bedrijven die daarom toch graag aardgas willen, is er nog ruimte elders op WDO (DK III);

Bijlage 1: Workshops

Workshop I 20 november 2014:

- N. van Klinken Gemeente/Projectmanager
- W. Mans Innoforte
- R. Hogeveen HVC
- M. van Cutsen Stedin
- Bosma Provincie Zuid Holland
- W. v.d. Linden Gemeente/beleid
- M. Bras Gemeente/IBD
- R. Mank Gemeente/Beleid
- Kloet Rijnboutt/Stedenbouwkundige
- M. v.d. Bosch Gemeente/Beleid
- W. v.d. Putten Gemeente/Grondbedrijf
- Verschuren Gemeente/Kabels&Leidingen
- R. Sweers Gemeente/Beleid
- P. de Deugd Gemeente/Projectsecretaris

Workshop II 15 januari 2015:

- N. van Klinken Gemeente/Projectmanager
- W. Ising Kadans Vastgoed
- v.d. Berg Parktrust
- v.d. Mark Hercuton
- W. Mans Innoforte
- ten Veen Gemeente/Acquisitie
- R. Sweers Gemeente/Beleid
- W. v.d. Linden Gemeente/Beleid
- P. de Deugd Gemeente/Projectsecretaris
- I. Janssens Pelican Rouge (tel. onderhoud 14 januari)

Workshop III 19 januari 2015:

- N. van Klinken Gemeente/Projectmanager
- W. Mans Innoforte
- R. Hogeveen HVC
- M. van Cutzen Stedin
- W. v.d. Linden Gemeente/Beleid
- P. Bezemer Gemeente/Beleid
- R. Mank Gemeente/Beleid
- M. v.d. Bosch Gemeente/Beleid
- Verschuren Gemeente/Kabels& Leidingen
- R. Sweers Gemeente/Beleid
- P. de Deugd Gemeente/Projectsecretaris
- Kloet Rijnboutt/Stedenbouwkundige
- W. v.d. Putten Planeconoom
- M. Bras Ingenieursbureau
- Bosma Provincie Zuid-Holland

Bijlage 2: Gebied Dordtse Kil IV



Bijlage 3: Gebouwtypen en bedrijvenmixen

Bedrijven	gebruiksfunctie en specifieke energievraag W= warmte; K = koude; E = elektriciteit 5-10-18 is de ruimtetemperatuur	functie kantoor aandeel	functie hal aandeel	functie industrie aandeel	functie koel/vries aandeel
bedrijf 1	hal 5 (W,E), kantoor (W,K,E)	9,5%	90,5%		
bedrijf 2	hal 10 (W,E), kantoor (W,K,E)	9,5%	90,5%		
bedrijf 3	hal 18 (W,K,E), kantoor (W,K,E)	9,5%	90,5%		
bedrijf 4	hal 10 (W,E), koelcel (E), kantoor (W,K,E,)	9,5%	75,5%		15%
bedrijf 5	hal 10 (W,E), vriescel (E), kantoor (W,K,E)	9,5%	80,5%		10%
bedrijf 6	assemblage industrie	9,5%		91%	

Varianten bedrijvenmix		bedrijf 1	bedrijf 2	bedrijf 3	bedrijf 4	bedrijf 5	bedrijf 6
A	hal laag temp	60%	20%				20%
B	hal midden temp		60%	20%			20%
C	hal hoge temp		20%	60%			20%
D	industrie		50%				50%
E	koel		20%		80%		
F	vries		20%			80%	
G	mix	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%

Varianten bedrijvenmix	Bedrijvenmix eindscenario DKIV dominante gebruiksfunctie van in de bedrijvenmix:	kantoor functie %oppervl.	hal 5°C functie %oppervl.	hal 10°C functie %oppervl.	hal 18°C functie %oppervl.	industrie functie %oppervl.	koelcel functie %oppervl.	vriescel functie %oppervl.
A	hal laag temperatuur	9,5%	54%	18%		18%		
B	hal midden temperatuur	9,5%		54%	18%	18%		
C	hal hoge temperatuur	9,5%		18%	54%	18%		
D	industrie	9,5%		45%		45%		
E	koel	9,5%		79%			12%	
F	vries	9,5%		83%				8%
G	mix	9,5%	24%	24%	24%	15%	2%	2%

Varianten bedrijvenmix	Bedrijvenmixen eindscenario DKIV dominante gebruiksfunctie van de bedrijvenmix:	kantoor functie m ²	hal 5°C functie m ²	hal 10°C functie m ²	hal 18°C functie m ²	industrie functie m ²	koelcel functie m ²	vriescel functie m ²
A	hal laag temperatuur	41.506	238.347	79.449	0	79.449	0	0
B	hal midden temperatuur	41.506	0	238.347	79.449	79.449	0	0
C	hal hoge temperatuur	41.506	0	79.449	238.347	79.449	0	0
D	industrie	41.506	0	198.622	0	198.622	0	0
E	koel	41.506	0	344.594	0	0	52.650	0
F	vries	41.506	0	362.144	0	0	0	35.100
G	mix	41.506	104.252	104.252	104.252	66.207	9.141	9.141

Bijlage 4: EPC berekening referentiekantoor.

Voorbeeld kantoorgebouw.epg - ENORM V1.5 - Woning- en Utiliteitsbouw

Bestand Bewerken Database Help

dGm^R

Projectgegevens
Schematisering
Bouwkundig
Installaties
Zonne-energie
Verlichting
Resultaten

Primair energiegebruik [MJ]	Waarde
Verwarming	290 344
Warm tapwater	55 006
Koeling	167 820
Bevochtiging	74 857
Ventilatoren	193 757
Verlichting	468 440
Totaal	1 250 224
Electriciteitsproductie gebouwgebonden	0
Algemeen energie	1 250 224
Geëxporteerde energie	0
Electriciteitsproductie niet gebouwgebonden	0
EPTot	1 250 224
EP _{admj} tot	1 298 903

Ep_{tot} 0,963
EP_{admj}tot,rb
Ep_{tot} [MJ] 1 250 224

Primair energiegebruik CO2 en schil Energiegebruik

Deelpost	Energiegebruik - niet primair [MJ]					
	elektriciteit	aardgas	stookolie	hout, biomassa	externe warmte	externe koude
Verwarming	0	255 501	0	0	0	0
(hulpenergie)	13 611					
Warm tapwater	21 487	0	0	0	0	0
(hulpenergie)	0					
Koeling	53 637	0	0	0	0	0
(hulpenergie)	11 918					
Zomercomfort	0					
Bevochtiging	29 241	0	0	0	0	0
Ventilatoren	75 686					
Verlichting	182 904					
Totaal	388 564	255 501	0	0	0	0
Geproduceerd (EP _{us})	0					
Geproduceerd (nEP _{us})	0					

Specificatie verwarming Per maand Transmissie Ventilatie Zontoetreding Interne warmte Zonne-energie

Omschrijving	Verwarmingssysteem 1
EH _{cl} [MJ]	255 501
EH _{ig} [MJ]	
QH _{dis;ren} (= QH _{dis}) [MJ]	229 951
FH _{toen;cl} [-]	

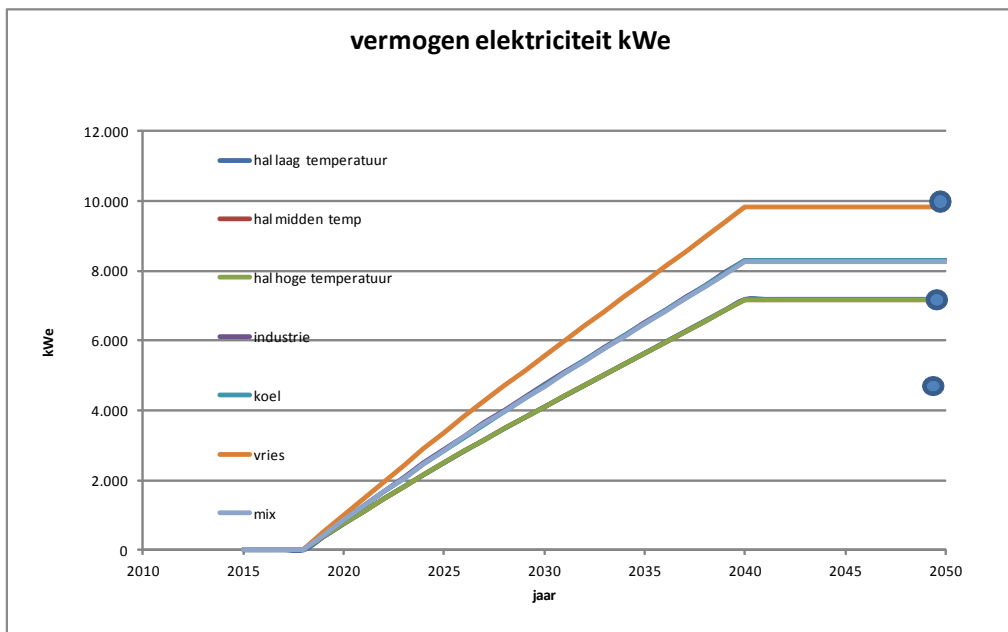
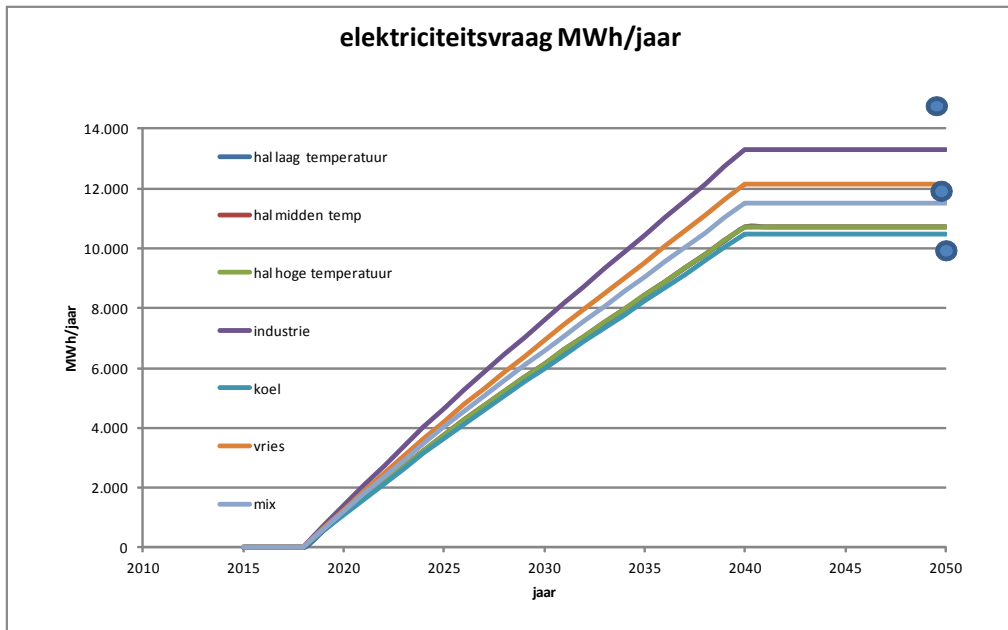
Versie V1.5 Woning- en Utiliteitsbouw

Bijlage 5: Blad 3: Warmtevraag 2015 bedrijfsgebouwen groot.

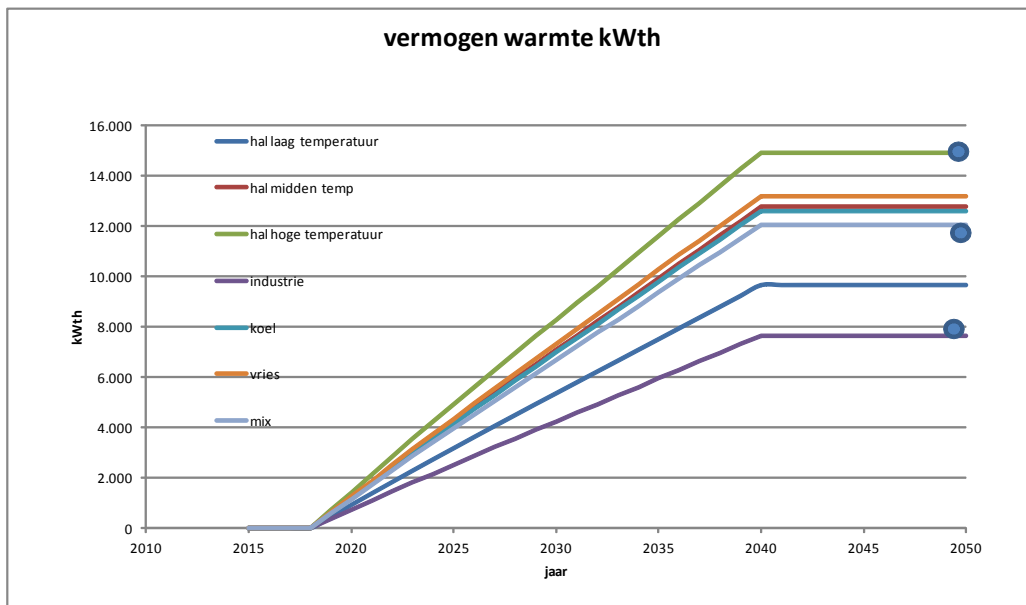
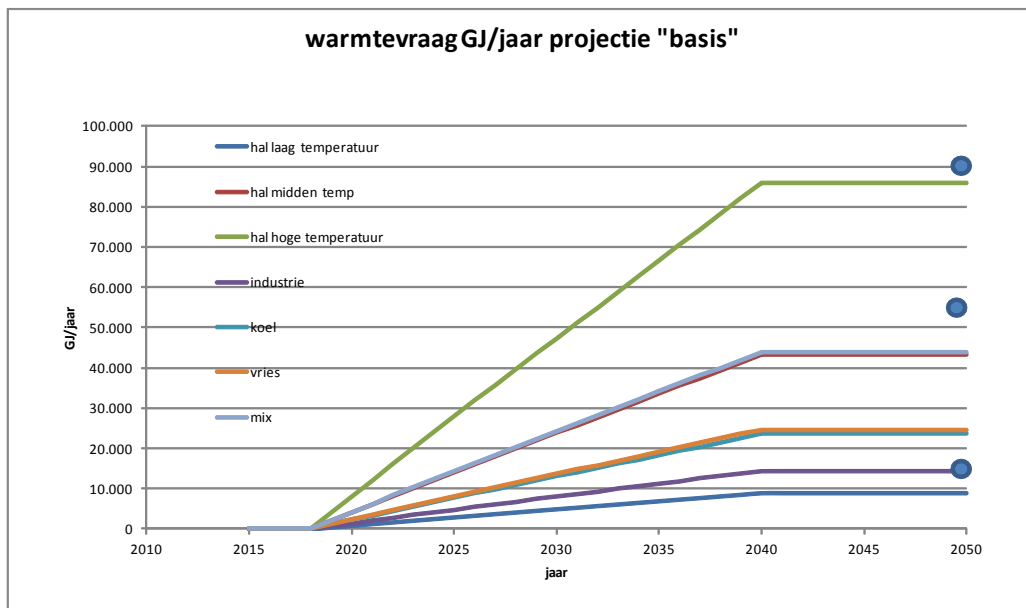
maand	bedrijfshal 5 grC gebouw nr 19										bedrijfshal 10 grC gebouw nr 22										bedrijfshal 18 grC gebouw nr 25									
	t= 5 °C bedrijfshal groot 2015 Rc=3,5										t= 10 °C bedrijfshal groot 2015 Rc=3,5										t= 18 °C bedrijfshal groot 2015 Rc=3,5									
	vent.v 2015 internW 0,800										vent.v 2015 internW 0,800										vent.v 2015 internW 0,800									
	t _{mi} Ms	Q _{e,avg,mi} °C	Q _{tr} MJ/m²	Q _{vent} MJ/m²	Q _{verlichting} MJ/m²	licht aan MJ/m²	licht uit MJ/m²	warmtevraag MJ/m²	warmtevraag MJ/m²	warmtevraag MJ/m²	t _{mi} Ms	Q _{e,avg,mi} °C	Q _{tr} MJ/m²	Q _{vent} MJ/m²	Q _{verlichting} MJ/m²	licht aan MJ/m²	licht uit MJ/m²	warmtevraag MJ/m²	warmtevraag MJ/m²	warmtevraag MJ/m²	t _{mi} Ms	Q _{e,avg,mi} °C	Q _{tr} MJ/m²	Q _{vent} MJ/m²	Q _{verlichting} MJ/m²	licht aan MJ/m²	licht uit MJ/m²	warmtevraag MJ/m²	warmtevraag MJ/m²	warmtevraag MJ/m²
januari	2,6784	2,6	4	17	43	0	21	10,4	0	0	2,6784	2,6	11	53	43	21	64	42,6	39	19,7	2,6784	2,6	23	110	43	90	133	111,9		
februari	2,4192	5	0	0	39	0	0	0,0	0	0	2,4192	5	7	32	39	0	39	19,7	0	0	2,4192	5	18	84	39	63	102	82,3		
maart	2,6784	6,8	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	6,8	5	23	43	0	28	13,9	0	0	2,6784	6,8	17	80	43	54	97	75,5		
april	2,5920	9,3	0	0	41	0	0	0,0	0	0	2,5920	9,3	1	5	41	0	6	2,9	0	0	2,5920	9,3	13	60	41	31	73	52,2		
mei	2,6784	13,3	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	13,3	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	13,3	7	34	43	0	41	0,0		
juni	2,5920	16	0	0	41	0	0	0,0	0	0	2,5920	16	0	0	41	0	0	0,0	0	0	2,5920	16	3	14	41	0	17	0,0		
juli	2,6784	17,4	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	17,4	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	17,4	1	4	43	0	5	0,0		
augustus	2,6784	17,4	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	17,4	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	17,4	1	4	43	0	5	0,0		
september	2,5920	14,6	0	0	41	0	0	0,0	0	0	2,5920	14,6	0	0	41	0	0	0,0	0	0	2,5920	14,6	5	24	41	0	28	0,0		
oktober	2,6784	11,3	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	11,3	0	0	43	0	0	0,0	0	0	2,6784	11,3	10	48	43	15	58	36,6		
november	2,5920	7,1	0	0	41	0	0	0,0	0	0	2,5920	7,1	4	20	41	0	24	12,1	0	0	2,5920	7,1	16	75	41	50	91	70,6		
december	2,6784	4	2	7	43	0	9	4,3	0	9	2,6784	4	9	43	43	9	52	30,5	0	0	2,6784	4	21	100	43	78	121	99,8		
totaal	31,5360	10,4	5	24	0	29	14,7	0	29	176	10,4	37	176	31	213	121,8	135	637	382	772	10,4	135	637	382	772	528,8				
gemiddeld	gewogen temperatu	10,4									10,4										10,4									

gebouw groot

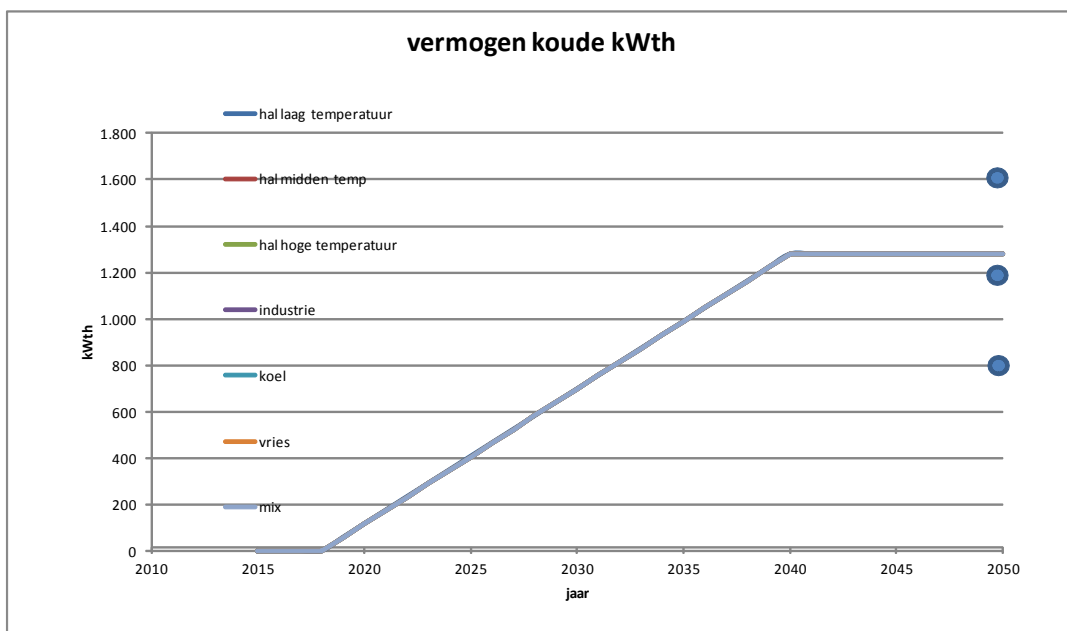
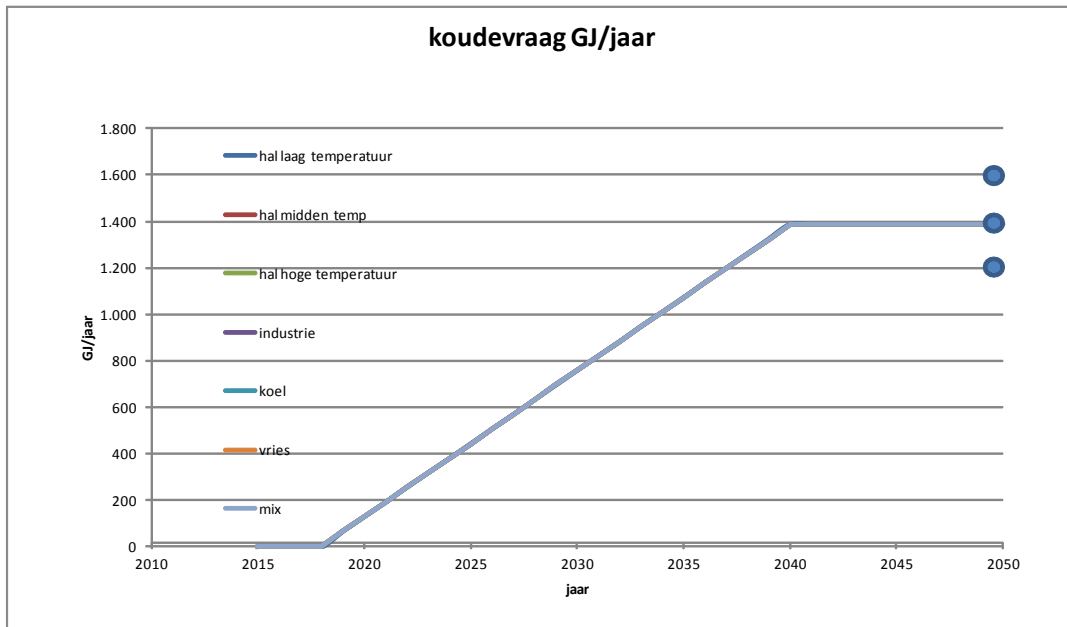
Bijlage 6: Blad 1: Elektriciteitsvraag bouwscenario "basis".



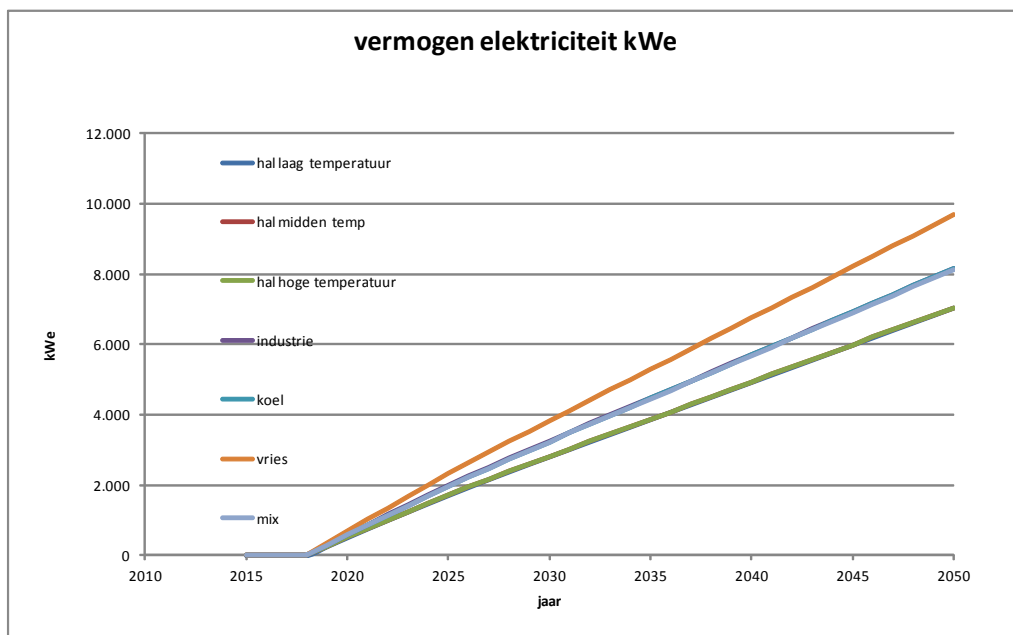
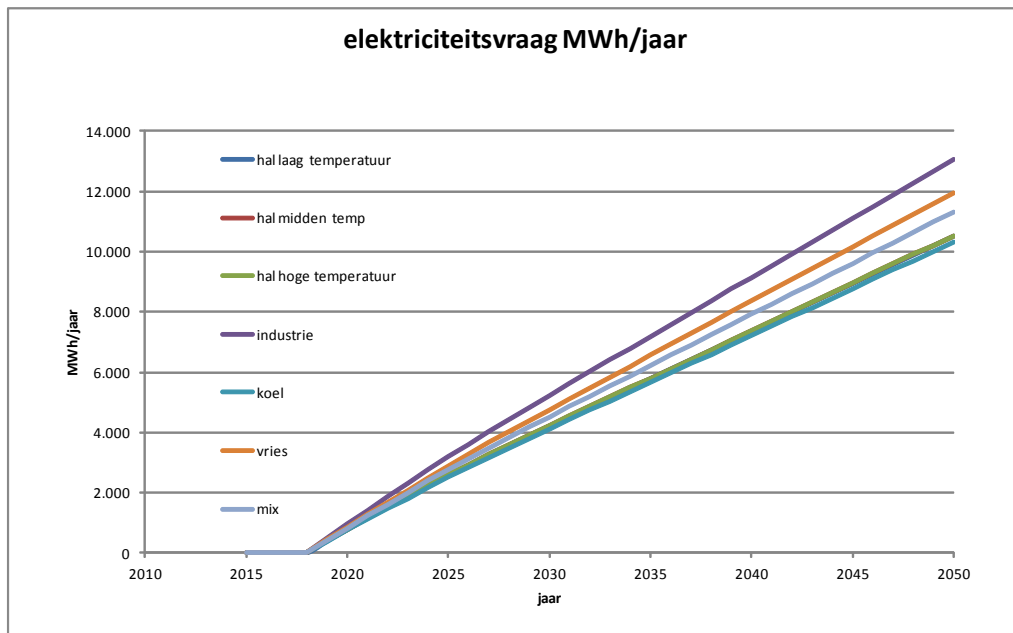
Bijlage 6: Blad 2: Warmtevraag bouwscenario "basis".



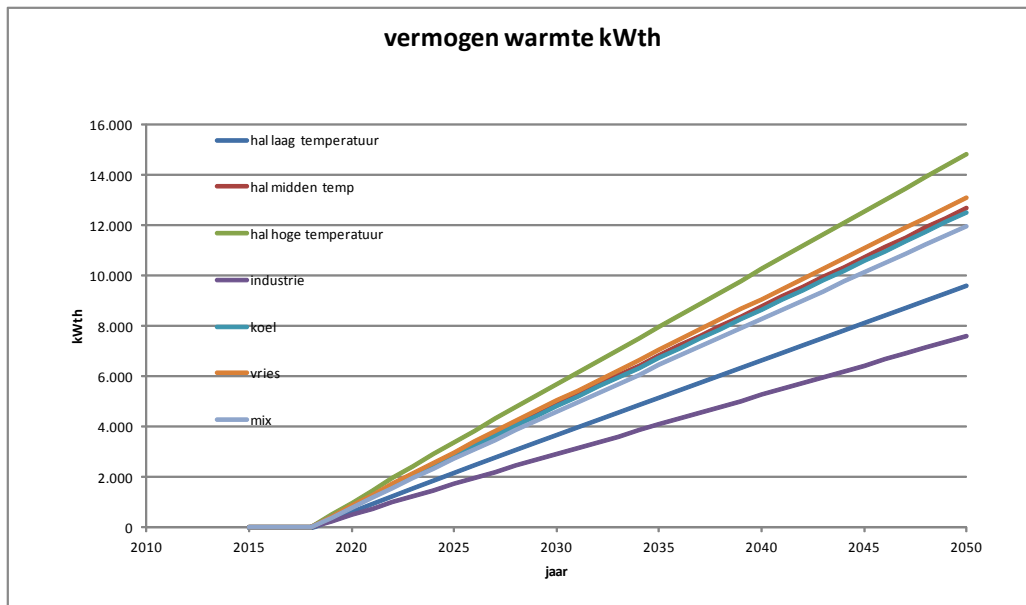
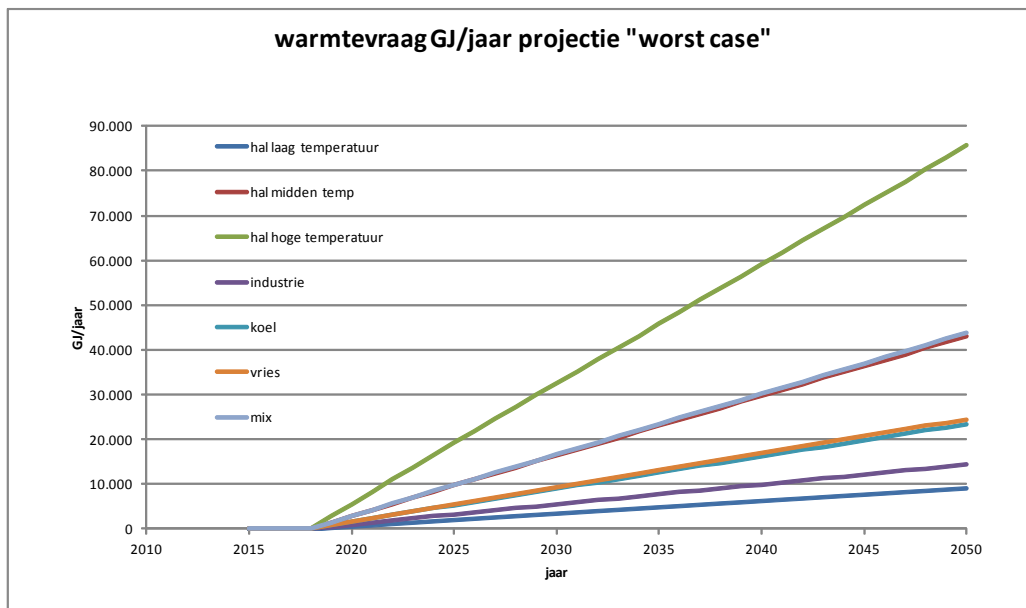
Bijlage 6: Blad 3: Koudevraag bouwscenario "basis".



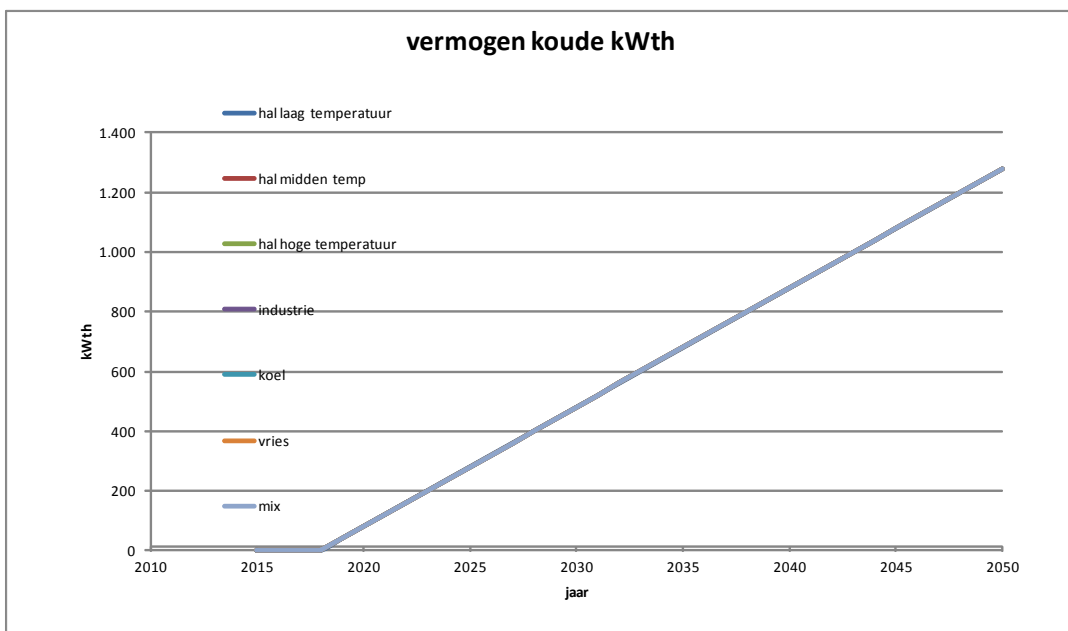
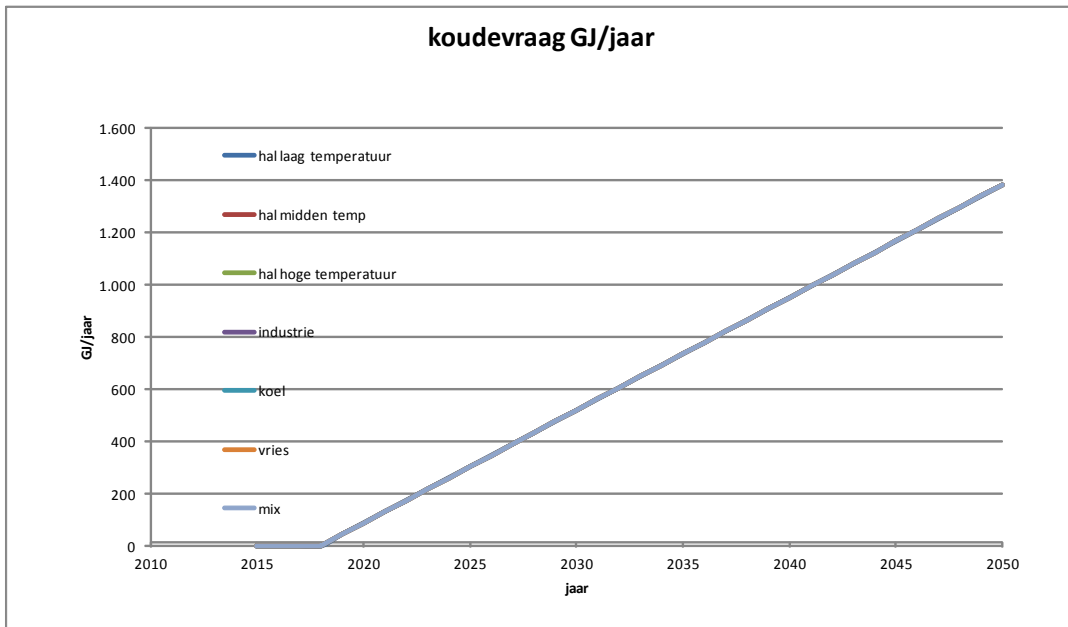
Bijlage 6: Blad 4: Elektriciteitsvraag bouwscenario "worst case".



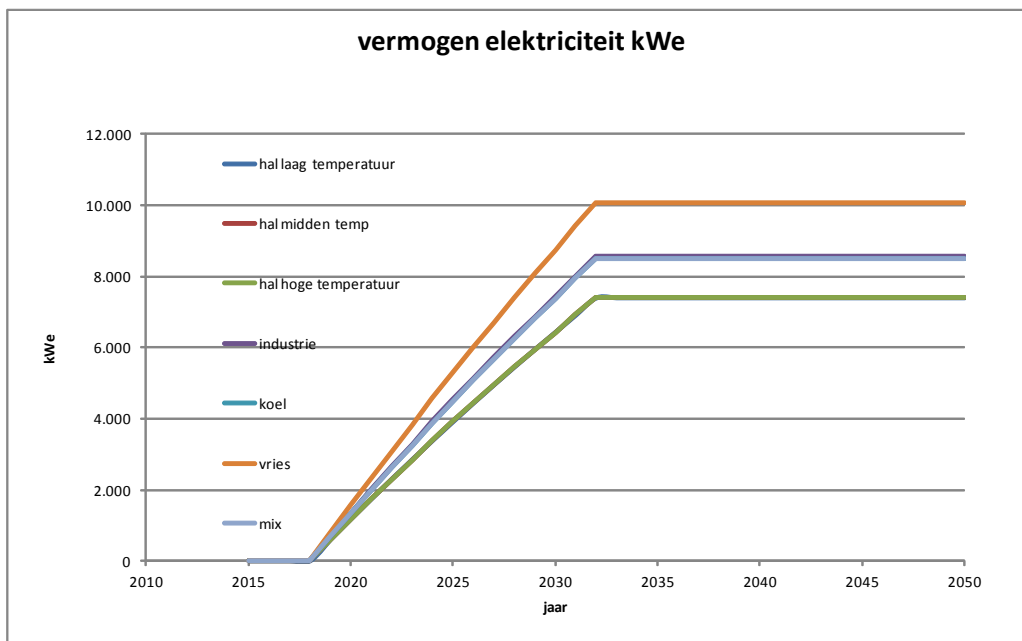
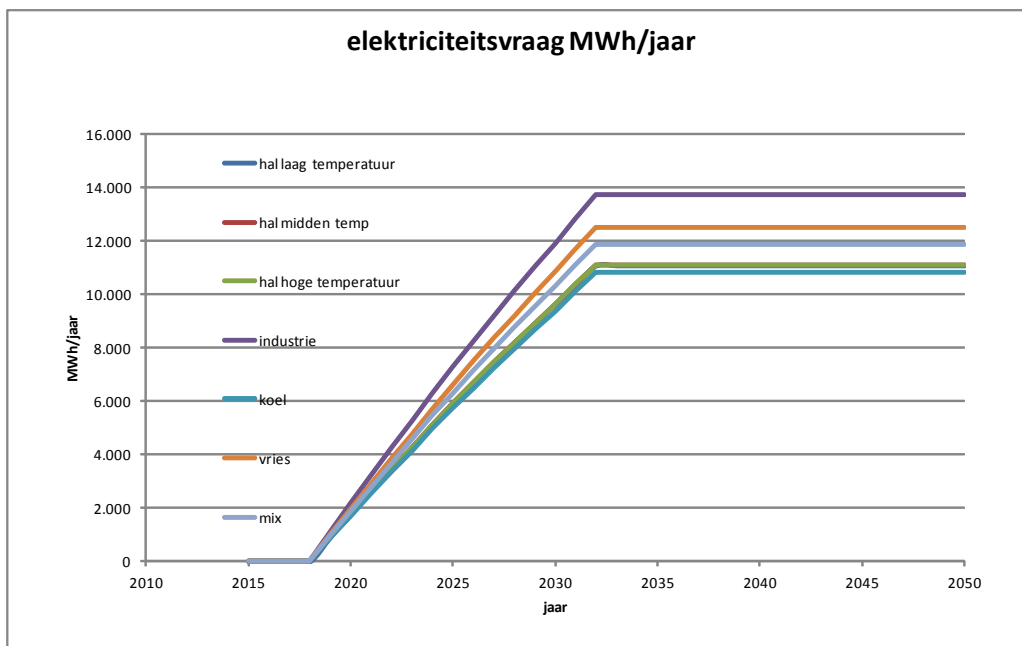
Bijlage 6: Blad 5: Warmtevraag bouwscenario "worst case".



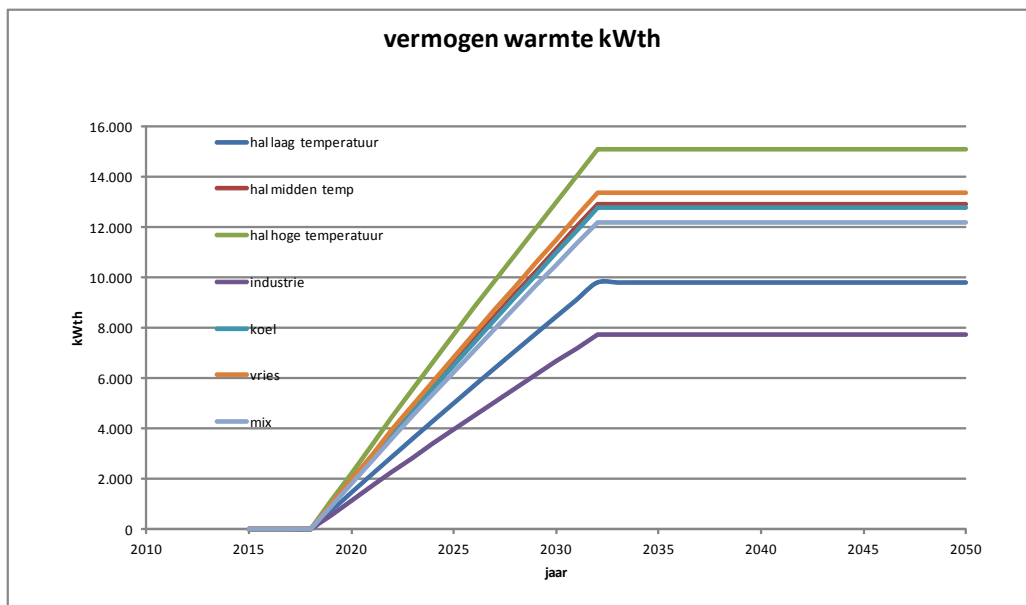
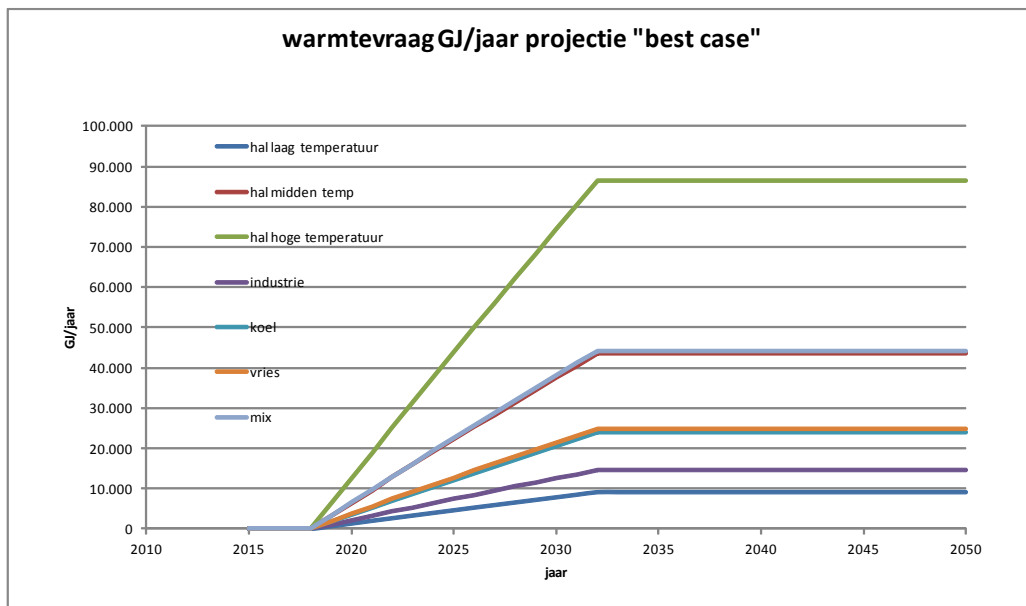
Bijlage 6: Blad 6: Koudevraag bouwscenario "worst case".



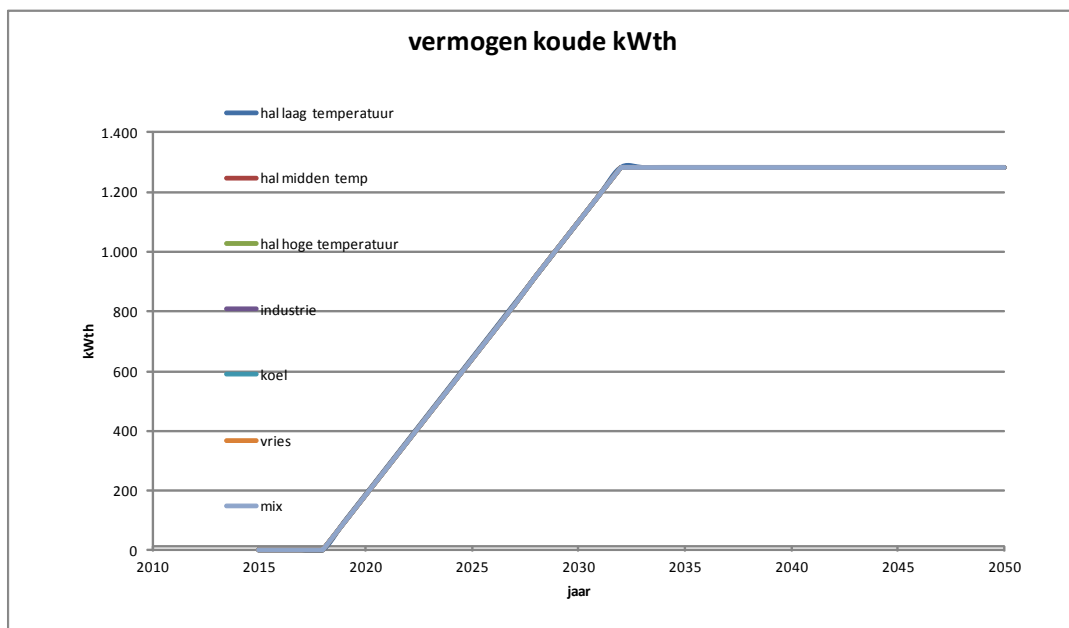
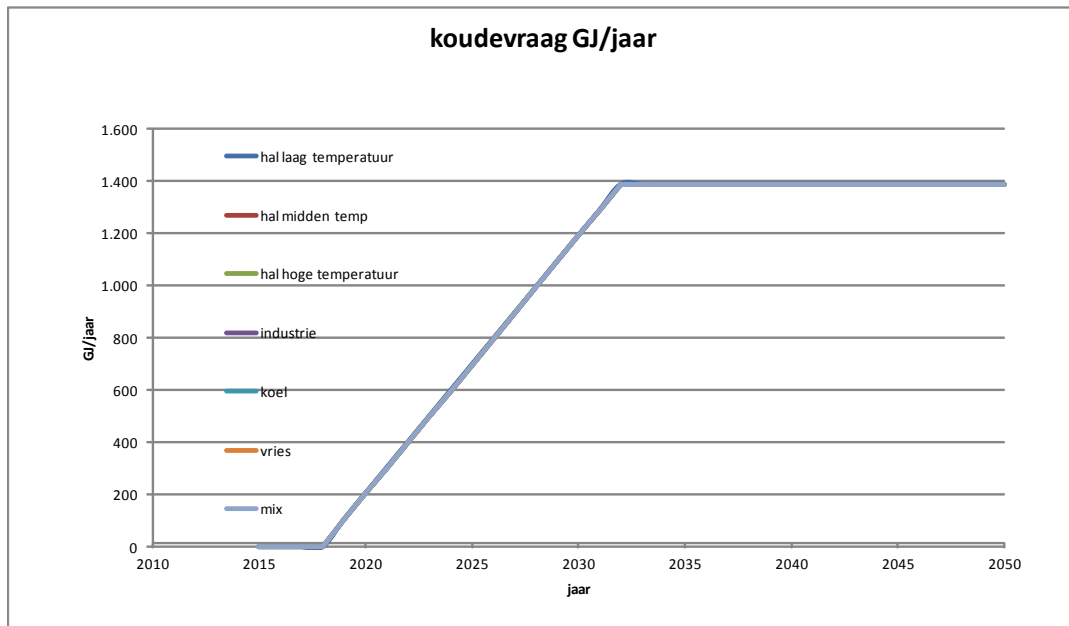
Bijlage 6: Blad 7: Elektriciteitsvraag bouwscenario "best case".



Bijlage 6: Blad 8: Warmtevraag bouwscenario "best case".



Bijlage 6: Blad 8: Koudevraag bouwscenario "best case".



Bijlage 7: Blad 1: Energieverbruik energiedragers "Klassiek Fossiel".

functionele energievraag				rendement			verbruik energiedragers							
		P		Q		gebied			Klassiek Fossiel					
		kW	GJ/jaar	MWhe per jaar	naam	energetisch rendement	gelijktijdigheid	P		Q				
								energiedrager		kWth	kWe	m³/jaar	MWhe/jaar	
warmtevraag gebouwen	hoog	15.000	80.000		HR-ketel	90%	80%	Gas	hoog	13.333		2.527.407		
	gemiddeld	12.000	50.000						gemiddeld	10.667		1.579.629		
	laag	8.000	10.000						laag	7.111		315.926		
koudevraag gebouwen	hoog	1.600	1.600		E-KM	3	80%	Elektriciteit	hoog		427		148	
	gemiddeld	1.200	1.400						gemiddeld		320		130	
	laag	800	1.200						laag		213		111	
elektriciteitsvraag gebouwen	hoog	10.000		15.000			80%	Elektriciteit	hoog		8.000		15.000	
	gemiddeld	7.000		12.000					gemiddeld		5.600		12.000	
	laag	5.000		10.000					laag		4.000		10.000	
E-transport	hoog	9.493		11.753			80%	Elektriciteit	hoog		7.594		11.753	
	gemiddeld	2.338		2.952					gemiddeld		1.870		2.952	
	laag	179		176					laag		143		176	
gebiedsverlichting	hoog	420		840			80%	Elektriciteit	hoog		336		840	
	gemiddeld	350		700					gemiddeld		280		700	
	laag	280		560					laag		224		560	
										P		Q		
										kWth	kWe	m³/jaar	MWhe/jaar	
								totaal G	hoog	13.333		2.527.407		
								gemiddeld	10.667		1.579.629			
								laag	7.111		315.926			
								totaal E	hoog		16.357		27.742	
								gemiddeld		8.070		15.781		
								laag		4.580		10.847		

Bijlage 7: Blad 2: Energieverbruik energiedragers "Smart Fossiel".

functionele energievraag				rendement			verbruik energiedragers								
		P		Q		naam	energetisch rendement	gelijktijdigheid	Smart Fossiel						
		kW	GJ/jaar	MWhe per jaar	energiedrager				P		Q				
									hoog	gemiddeld	laag	kWth	kWe	m³/jaar	MWhe/jaar
warmtevraag gebouwen	hoog	15.000	80.000		HR-ketel	90%	80%	Gas	hoog	13.333				2.527.407	
	gemiddeld	12.000	50.000						gemiddeld	10.667				1.579.629	
	laag	8.000	10.000						laag	7.111				315.926	
koudevraag gebouwen	hoog	1.600	1.600		E-KM	3	60%	Elektriciteit	hoog				320		148
	gemiddeld	1.200	1.400						gemiddeld				240		130
	laag	800	1.200						laag				160		111
elektriciteitsvraag gebouwen	hoog	10.000		15.000			60%	Elektriciteit	hoog				6.000		15.000
	gemiddeld	7.000		12.000					gemiddeld				4.200		12.000
	laag	5.000		10.000					laag				3.000		10.000
E-transport	hoog	9.493		11.753			50%	Elektriciteit	hoog				4.747		11.753
	gemiddeld	2.338		2.952					gemiddeld				1.169		2.952
	laag	179		176					laag				89		176
gebiedsverlichting	hoog	420		840			60%	Elektriciteit	hoog				252		840
	gemiddeld	350		700					gemiddeld				210		700
	laag	280		560					laag				168		560
										P		Q			
												kWth	kWe	m³/jaar	MWhe/jaar
totaal G								hoog	13.333					2.527.407	
								gemiddeld	10.667					1.579.629	
								laag	7.111					315.926	
totaal E								hoog			11.319				27.742
								gemiddeld			5.819				15.781
								laag			3.417				10.847

Bijlage 7: Blad 3: Energieverbruik energiedragers "Smart Warmte".

functionele energievraag				rendement			verbruik energiedragers							
		P		Q		naam	energetisch rendement	gelijktijdigheid	Smart Warmte					
		kW	GJ/jaar	MWhe per jaar	energie drager				P		Q			
										kWth	kWe	GJ/jaar	MWhe/jaar	
warmtevraag gebouwen	hoog	15.000	80.000		Warmte	80%	80%	Warmte	hoog	12.000		100.000		
	gemiddeld	12.000	50.000						gemiddeld	9.600		62.500		
	laag	8.000	10.000						laag	6.400		12.500		
koudevraag gebouwen	hoog	1.600	1.600		E-KM	3	60%	Elektriciteit	hoog		320		148	
	gemiddeld	1.200	1.400						gemiddeld		240		130	
	laag	800	1.200						laag		160		111	
elektriciteitsvraag gebouwen	hoog	10.000		15.000			60%	Elektriciteit	hoog		6.000		15.000	
	gemiddeld	7.000		12.000					gemiddeld		4.200		12.000	
	laag	5.000		10.000					laag		3.000		10.000	
E-transport	hoog	9.493		11.753			50%	Elektriciteit	hoog		4.747		11.753	
	gemiddeld	2.338		2.952					gemiddeld		1.169		2.952	
	laag	179		176					laag		89		176	
gebiedsverlichting	hoog	420		840			60%	Elektriciteit	hoog		252		840	
	gemiddeld	350		700					gemiddeld		210		700	
	laag	280		560					laag		168		560	
										P		Q		
										kWth	kWe	GJ/jaar	MWhe/jaar	
totaal W										hoog		12.000		
										gemiddeld		9.600		
										laag		6.400		
totaal E											11.319		27.742	
											5.819		15.781	
											3.417		10.847	

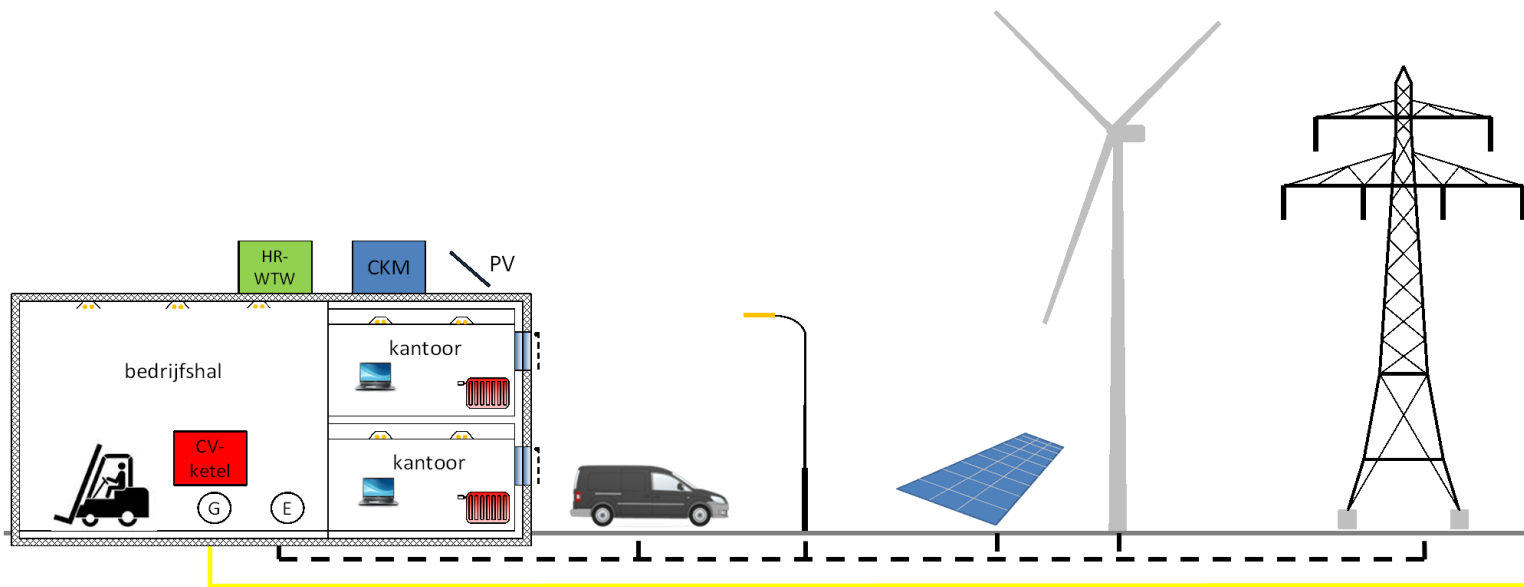
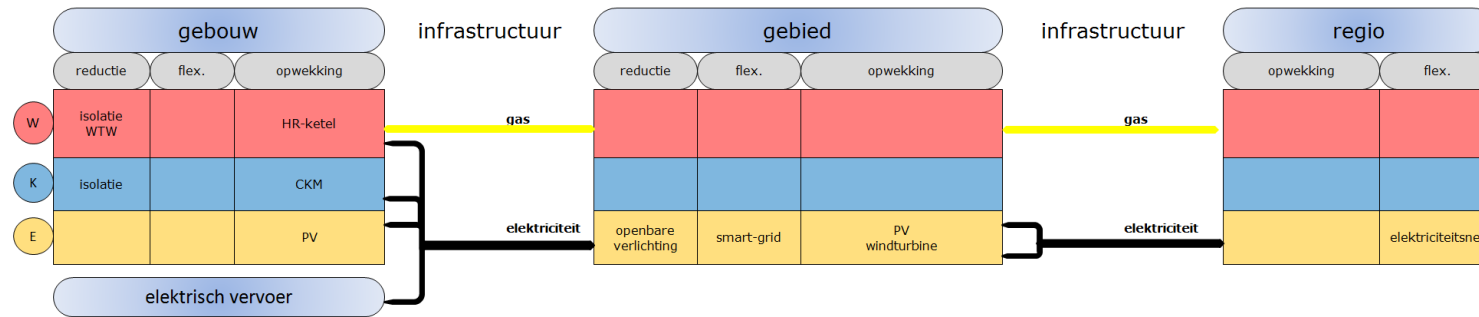
Bijlage 7: Blad 4: Energieverbruik energiedragers "Smart bronwater".

functionele energievraag				rendement			verbruik energiedragers									
		P		Q		naam	energetisch rendement	gelijktijdigheid	Smart Bronwater							
		kW	GJ/jaar	MWhe per jaar	P				Q		Smart Bronwater					
								energiedrager	hoog	gemiddeld	laag	kWth	kWe	m³/jaar	MWhe/jaar	
warmtevraag gebouwen	hoog	15.000	80.000		WP	400%	80%	Bronwater dT= 5K	hoog	9.000	300	2.863.962	556			
	gemiddeld	12.000	50.000						gemiddeld	7.200	240	1.789.976	347			
	laag	8.000	10.000						laag	4.800	160	357.995	69			
koudevraag gebouwen	hoog	1.600	1.600		Bronwater	20	60%	Elektriciteit	hoog		3.000		5.556			
	gemiddeld	1.200	1.400						gemiddeld		2.400		3.472			
	laag	800	1.200						laag		1.600		694			
bodem balans							0%	Elektriciteit	hoog					1.352		
elektriciteitsvraag gebouwen	hoog	10.000		15.000				Elektriciteit	hoog		6.000		15.000			
	gemiddeld	7.000		12.000					60%	gemiddeld		4.200		12.000		
	laag	5.000		10.000					laag		3.000		10.000			
E-transport	hoog	9.493		11.753				Elektriciteit	hoog		4.747		11.753			
	gemiddeld	2.338		2.952					50%	gemiddeld		1.169		2.952		
	laag	179		176					laag		89		176			
gebiedsverlichting	hoog	420		840				Elektriciteit	hoog		252		840			
	gemiddeld	350		700					60%	gemiddeld		210		700		
	laag	280		560					laag		168		560			
										P		Q				
										kWth	kWe	m³/jaar	MWhe/jaar			
totaal BW		hoog						hoog		9.000		2.863.962				
		gemiddeld						gemiddeld		7.200		1.789.976				
		laag						laag		4.800		357.995				
totaal E		hoog						hoog			14.299		35.079			
		gemiddeld						gemiddeld			8.219		20.326			
		laag						laag			5.017		11.662			

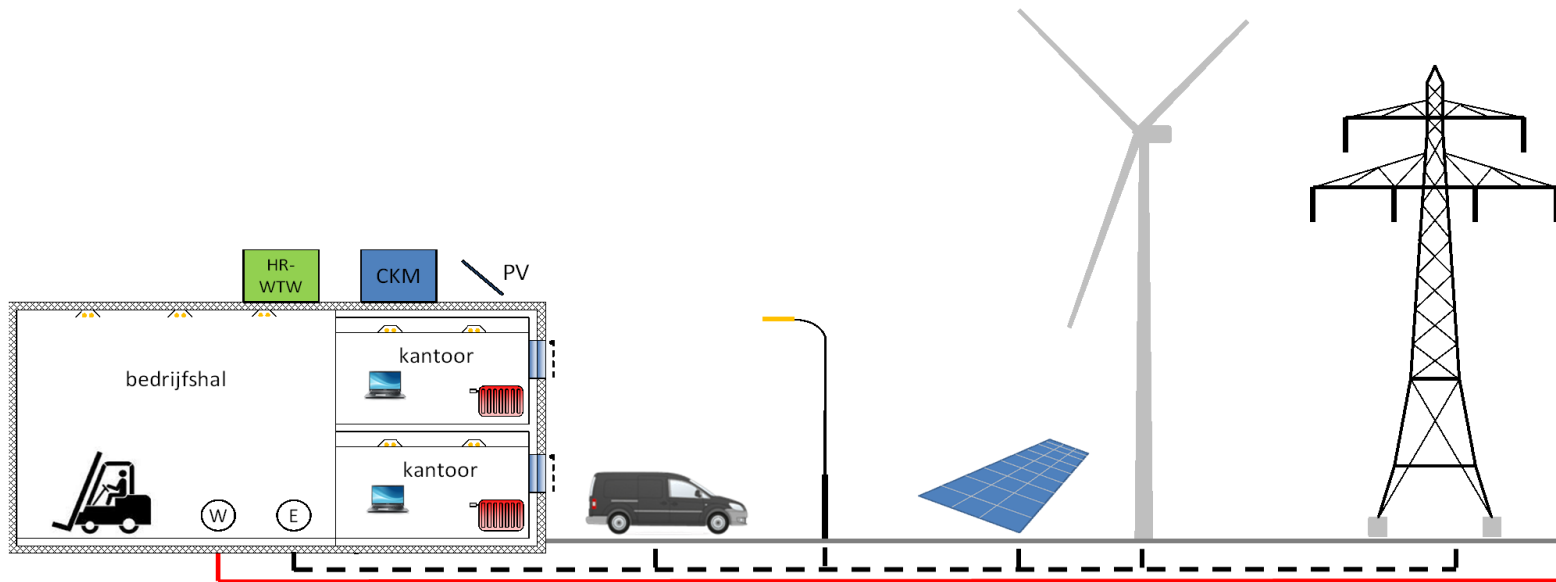
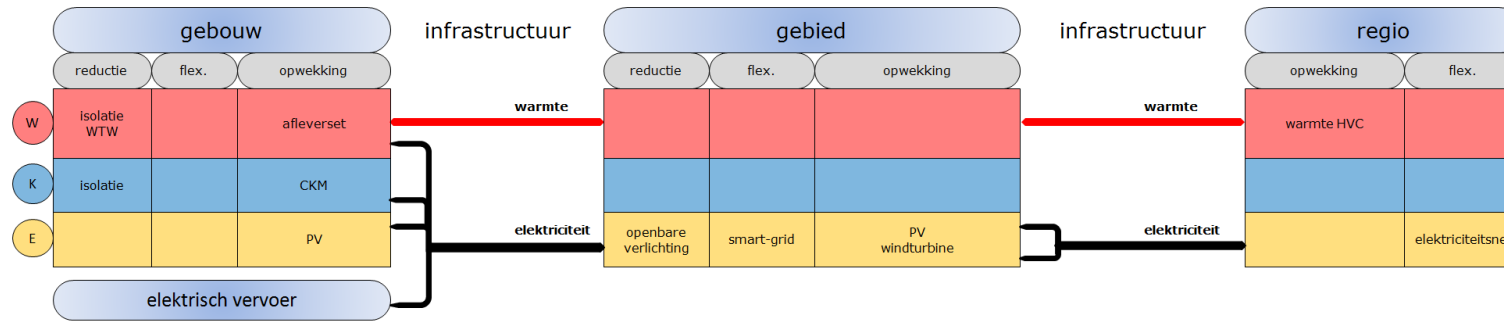
Bijlage 7: Blad 5: Energieverbruik energiedragers "All Electric".

functionele energievraag				rendement			verbruik energiedragers							
		P		Q		naam	energetisch rendement	gelijktijdigheid	All Electric					
		kW		GJ/jaar					MWhe per jaar		P			Q
								energedrager		kW		MWhe/jaar		
										kWe		MWhe/jaar		
warmtevraag gebouwen	hoog	15.000	80.000		WP	350%	80%	Elektriciteit	hoog	3.429	6.349			
	gemiddeld	12.000	50.000						gemiddeld	2.743	3.968			
	laag	8.000	10.000						laag	1.829	794			
koudevraag gebouwen	hoog	1.600	1.600		VK	20	0%	Elektriciteit	hoog		22			
	gemiddeld	1.200	1.400						gemiddeld		19			
	laag	800	1.200						laag		17			
bodem balans							0%	Elektriciteit	hoog		1.286			
									gemiddeld		794			
									laag		138			
elektriciteitsvraag gebouwen	hoog	10.000		15.000				Elektriciteit	hoog	6.000	15.000			
	gemiddeld	7.000		12.000			60%		gemiddeld	4.200	12.000			
	laag	5.000		10.000					laag	3.000	10.000			
E-transport	hoog	9.493		11.753				Elektriciteit	hoog	4.747	11.753			
	gemiddeld	2.338		2.952			50%		gemiddeld	1.169	2.952			
	laag	179		176					laag	89	176			
gebiedsverlichting	hoog	420		840				Elektriciteit	hoog	252	840			
	gemiddeld	350		700			60%		gemiddeld	210	700			
	laag	280		560					laag	168	560			
										P		Q		
										kWe		MWhe/jaar		
totaal E										14.427		35.251		
										8.322		20.434		
										5.086		11.683		

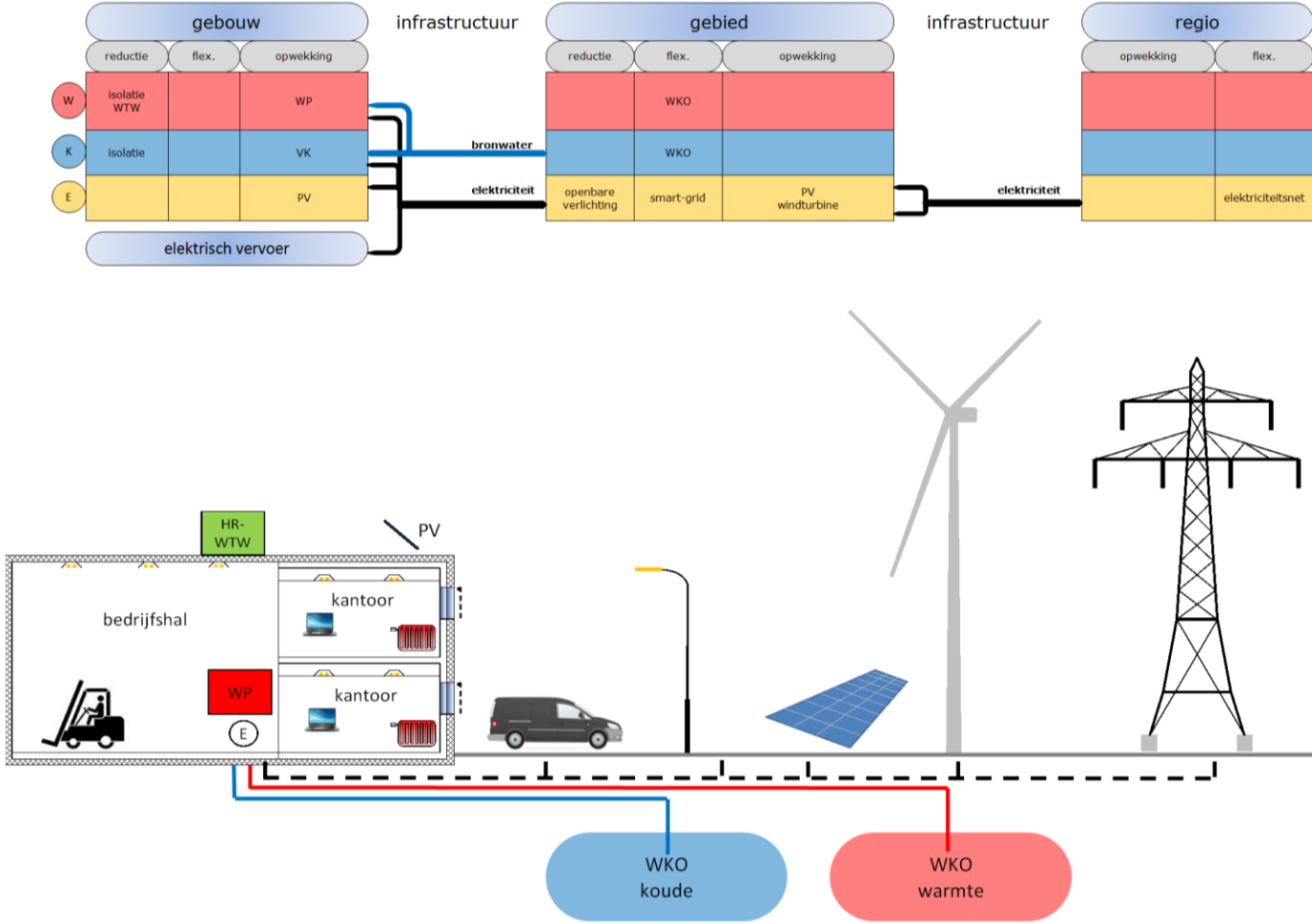
Bijlage 8, blad 1: infrastructuur elektriciteit en aardgas



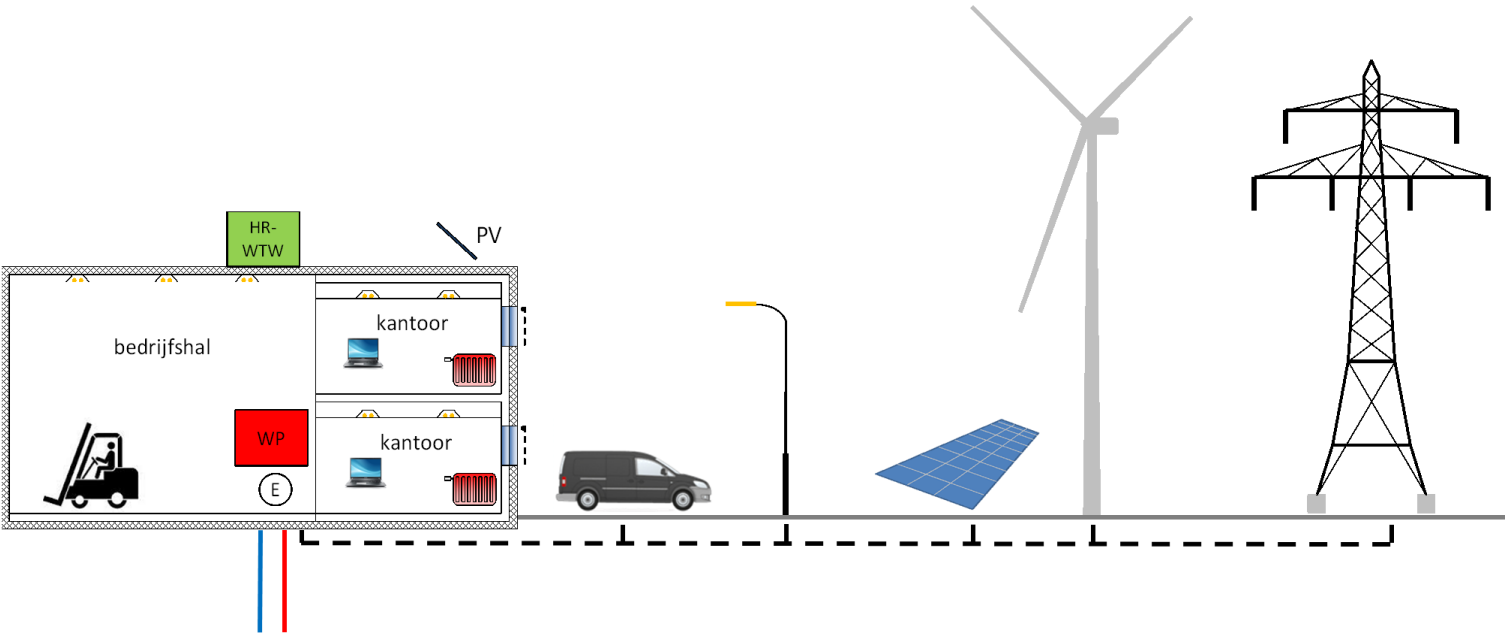
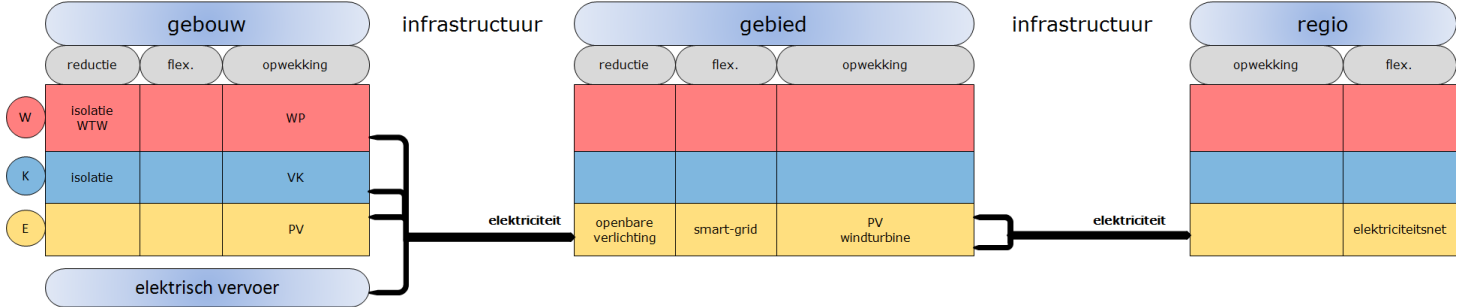
Bijlage 8, blad 2: infrastructuur elektriciteit en warmtenet



Bijlage 8, blad 3: infrastructuur elektriciteit en WKO bronnennet



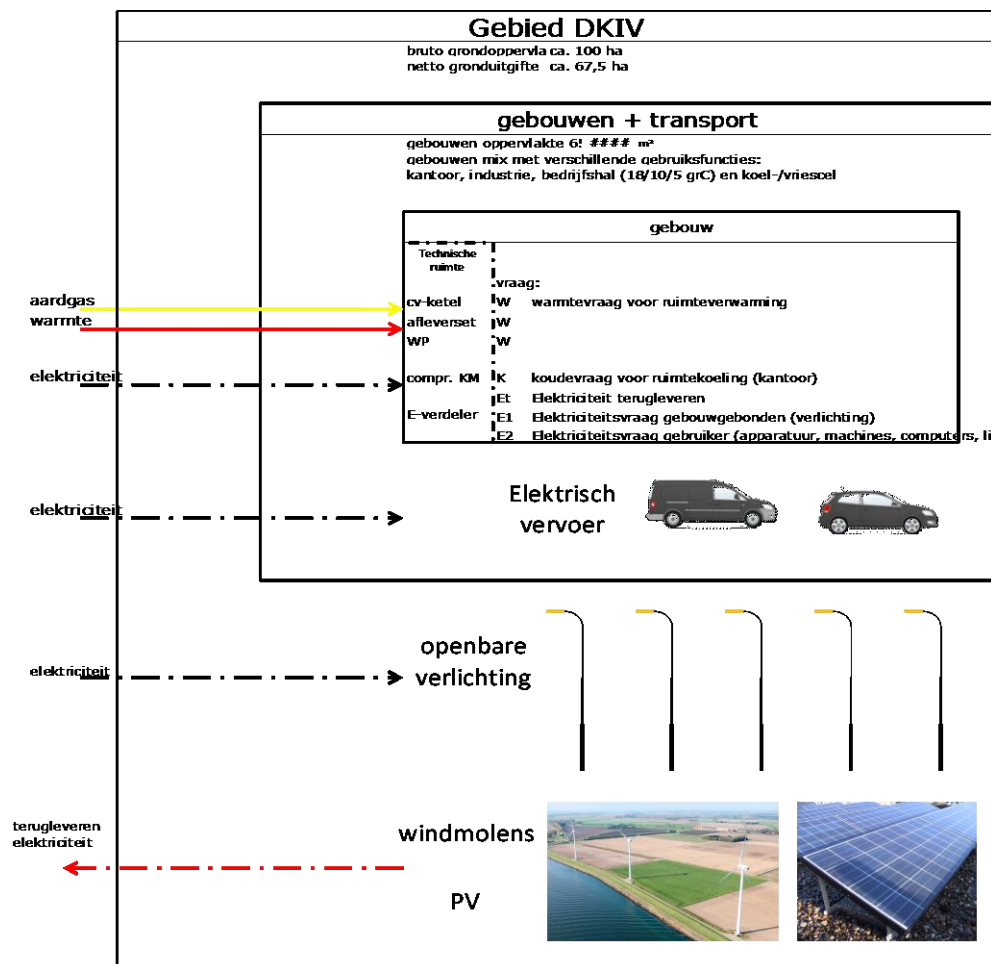
Bijlage 8, blad 4: infrastructuur all-electric



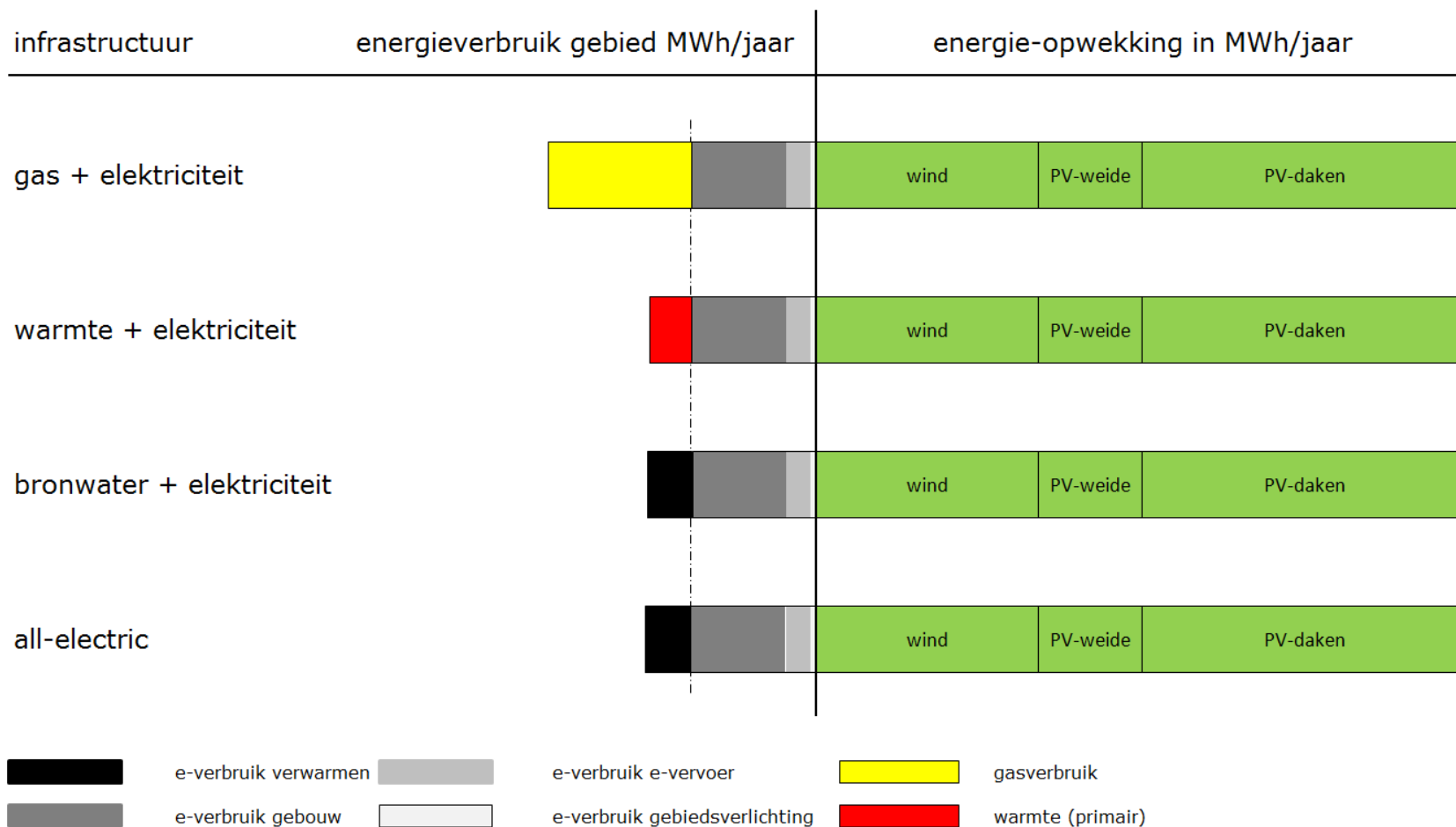
Bijlage 9: Overzicht energievraag

		klassiek fossiel	smart fossiel	smart warmte	smart bronwater	all-electric
Q Energieverbruik hoog, gemiddeld, laag)						
aardgas	max	2.527.407	2.527.407	100.000		
	min	1.579.629	1.579.629			
warmte	max			62.500		
	min			12.500		
E-verbruik	max	15.148	15.148	15.148	22.485	22.657
	min	12.130	12.130	12.130	16.675	16.782
E-verbruik	max	11.753	11.753	11.753	11.753	11.753
	min	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952
E-verbruik	max	840	840	840	840	840
	min	700	700	700	700	700
E-verbruik	max	37.949	37.949	30.649	35.079	35.251
	min	22.161	22.161	17.598	20.326	20.434
Windmolens	max	12.122	12.122	11.210	11.662	11.683
	min					
PV weide	max	26.400	26.400	26.400	26.400	26.400
	min	12.750	12.750	12.750	12.750	12.750

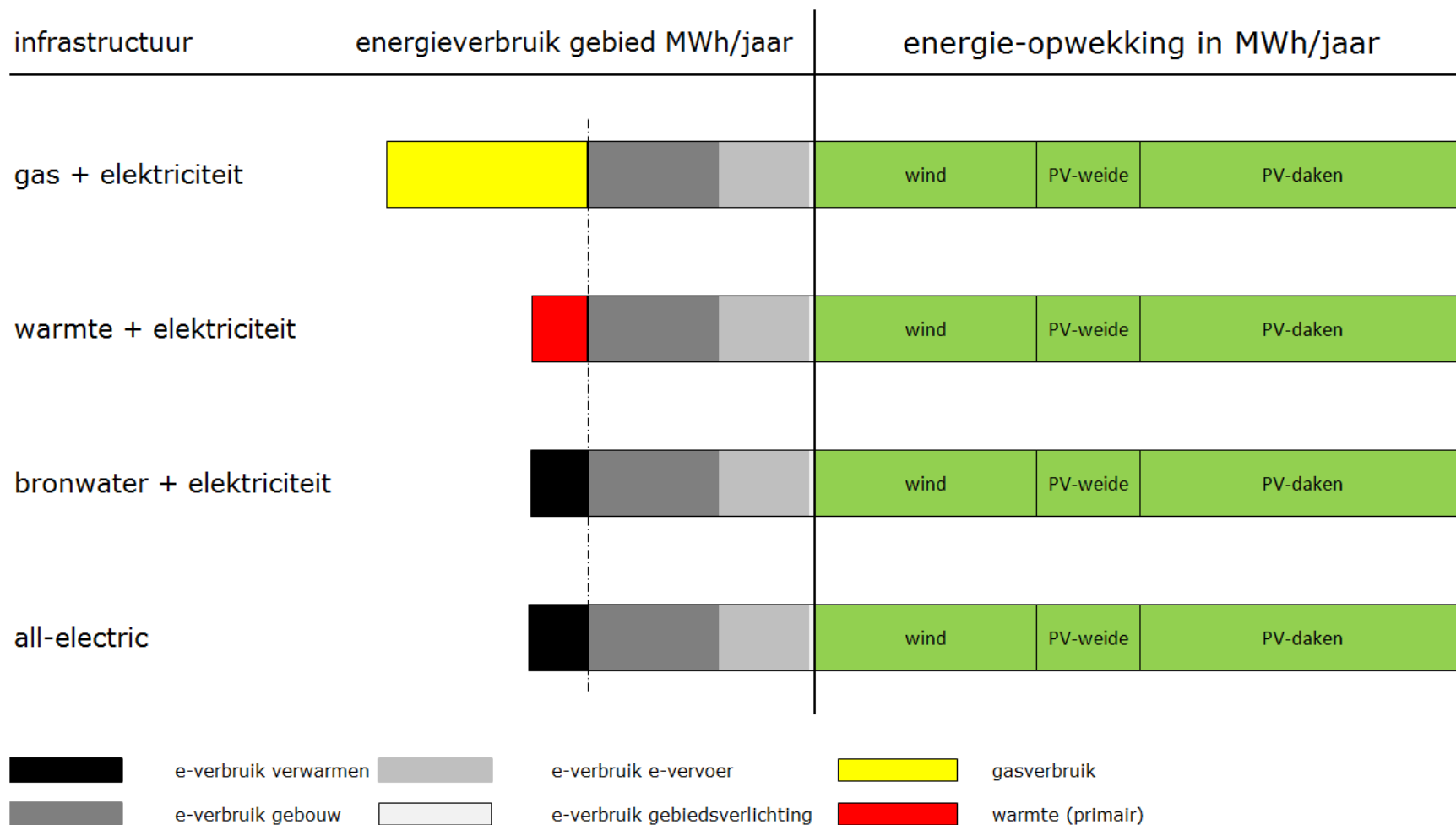
4 x 3 MWe
100.000 m²PV



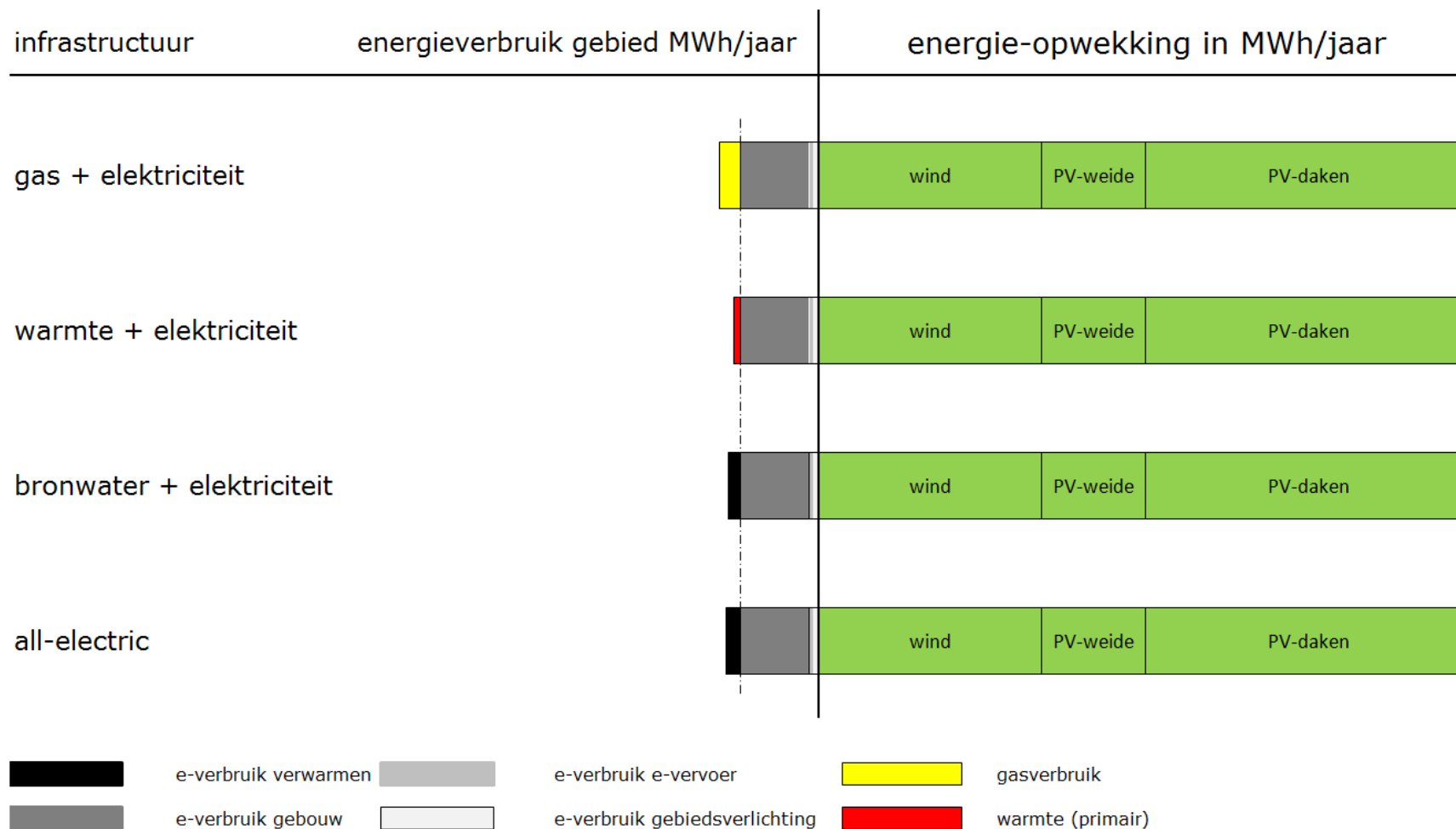
Bijlage 10 blad 1: Energieneutraliteit DK IV, scenario gemiddeld



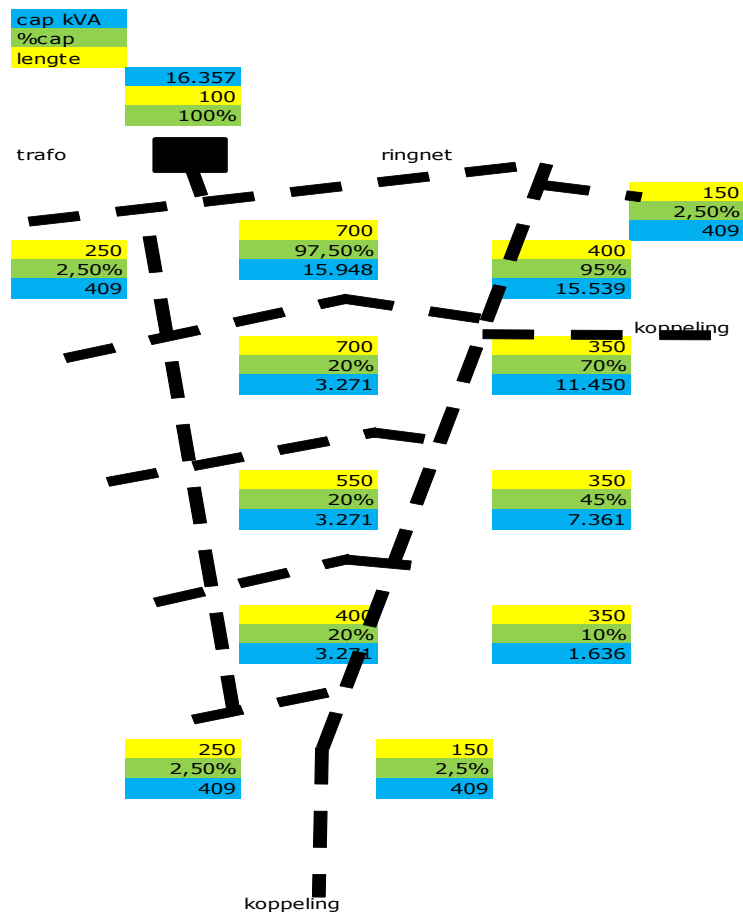
Bijlage 10 blad 2: Energieneutraliteit DK IV, scenario maximaal



Bijlage 10 blad 3: Energieneutraliteit DK IV, scenario minimaal



Bijlage 11 blad 1: Ontwerp en investeringsraming elektrische infrastructuur.



		€/aansluiting	€/meter
100kVA	3x80A	4.471	46,8
100 kVA	160kVA	5.011	55,6
160 kVA	630kVA	160	19.750
630kVA	1MVA	630	35.390
1MVA	2MVA	1.000	56.060
2MVA	5MVA	2.000	248.370
5MVA	10MVA	5.000	361.372
			240

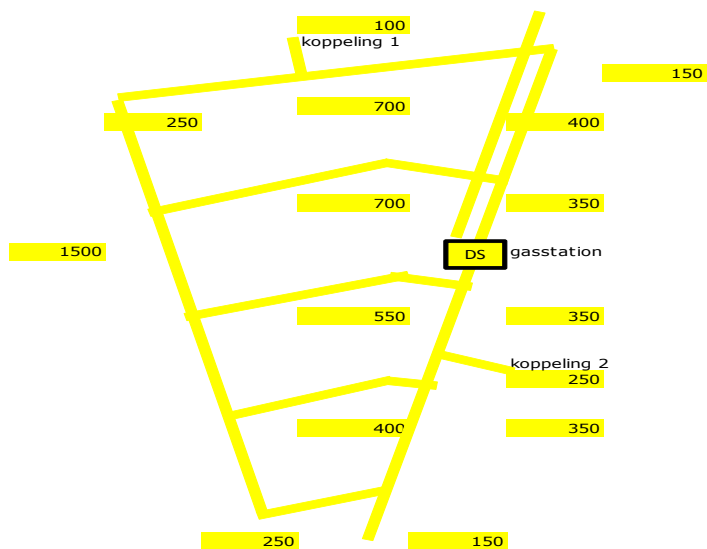
BVO	438.750 m ²	max gebouwen +E-vervoer	€
aantal gebouwen	%cap	kVA (hoog kVA per geb.	
7 groot	50%	8.179	1.168
10 middel	25%	4.089	409
26 klein	25%	4.089	157
43 aansluitingen		16.357	575.516

	kVA	m	€/m	€
trafo	16.357			542.058
ringnet	16.357	4.450	240	1.068.000
leiding	>160kVA	2.600	121	314.080
Totaal		7.050		1.924.138
				2.499.654

kengetal	242 kVA/ha
kengetal	37.032 €/ha
kengetal	153 €/kVA
kengetal	355 Ctotaal/m
kengetal	126 Cleidingen/m

Bijlage 11 blad 2: Ontwerp en investeringsraming gas infrastructuur.

HD aanvoer
LD: aantal drukreducerstations 1 (max. 21.000 kW)
ringnet
2 aansluitingen op andere gasnetten in de buurt (N en W)



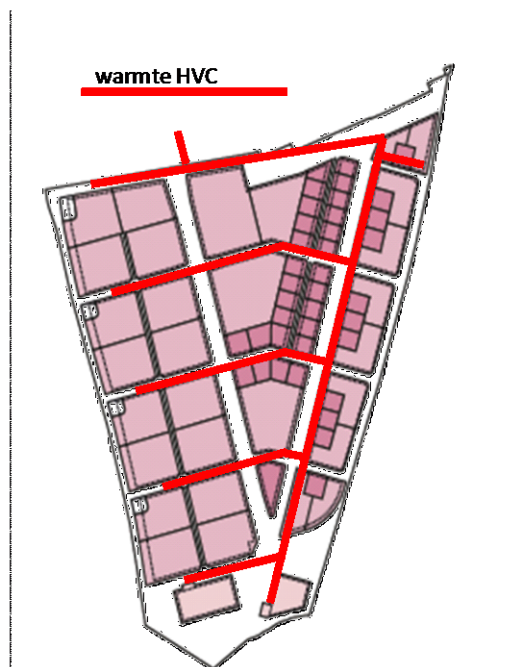
HOOG						
BVO	438.750 m ²					
aantal gebouwen	%cap	kWth	kWth per geb	€/aansluiting	€	
7 groot	50%	6.667	952	2.166	15.162	
10 middel	25%	3.333	333	2.166	21.660	
26 klein	25%	3.333	128	1.432	37.232	
		13.333			74.054	
8.000 leiding	€/m	110			880.000	
1,0 DS		35.000			35.000	
				Totaal kengetal	989.054	
				kengetal	9.891 €/ha	
					74 €/kW	
					198 kW/ha	

MIDDEL						
BVO	438.750 m ²					
aantal gebouwen	%cap	kWth	kWth per geb	€/aansluiting	€	
7 groot	50%	5.333	762	2.166	15.162	
10 middel	25%	2.667	267	1.732	17.320	
26 klein	25%	2.667	103	710	18.460	
		10.667			50.942	
8.000 leiding	€/m	100			800.000	
1,0 DS		35.000			35.000	
				Totaal kengetal	885.942	
				kengetal	8.859 €/ha	
					83 €/kW	
					158 kW/ha	

LAAG						
BVO	438.750 m ²					
aantal gebouwen	%cap	kWth	kWth per geb	€/aansluiting	€	
7 groot	50%	3.556	508	1.732	12.124	
10 middel	25%	1.778	178	1.432	14.320	
26 klein	25%	1.778	68	710	18.460	
		7.111			44.904	
8.000 leiding	€/m	90			720.000	
1,0 OS		35.000			35.000	
				Totaal kengetal	799.904	
				kengetal	7.999 €/ha	
					112 €/kW	
					105 kW/ha	

Bijlage 11 blad 3: Ontwerp en investeringsraming warmtenet infrastructuur.

Warmte



Ontwerpegegevens warmtenet

Warmte HVC

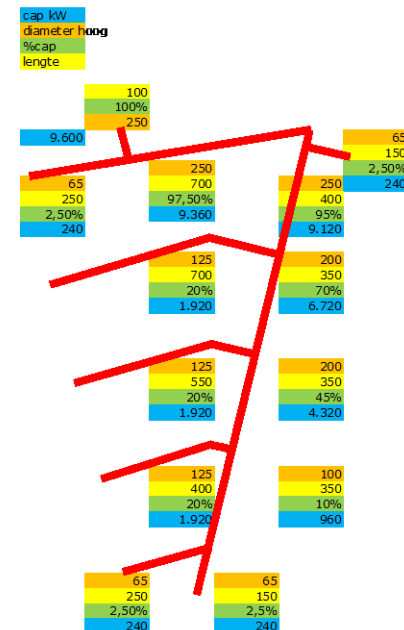
Temperatuurtraject 70/40grC

Uitgangspunt: capaciteit/warmtevraag gelijkmatig verdeeld over het gebied

	P
gen	9.600

Leiding diameter		delta T K	kW	kg/s	m ³ /h
DN	max snelh 150 Pa/m				
40	0,8	30	126	1,0	3,6
50	0,9	30	222	1,8	6,4
65	1,05	30	438	3,5	12,5
80	1,15	30	726	5,8	20,8
100	1,35	30	1.332	10,6	38,2
125	1,55	30	2.390	19,0	68,4
150	1,7	30	3.774	30,0	108,1
200	2	30	7.894	62,8	226,1
250	2,2	30	13.568	107,9	388,6
315	2,4	30	23.498	186,9	673,0
355	2,6	30	32.332	257,2	926,0
400	2,8	30	44.206	351,7	1266,0

Gegevensbronnen investeringen leidingnet warmte



Bijlage 11 blad 4: Ontwerp en investeringsraming warmtenet infrastr. 2.



BVO	438.750 m²	kW (hoog) kWper geb.			
aantal gebouwen		7 groot	50%	4.800	686
		10 middel	25%	2.400	240
		26 klein	25%	2.400	92
		43		9.600	

aansluitleidingen	lengte	per aansl.	totaal	afleverset	afleverset	afleverset	
aantal	DN	m/aansluiting	€	€/kW	€/aansl.	€/totaal	
7	80	15	7.545	52.814	20	13.714	96.000
10	50	15	6.314	63.143	22,5	5.400	54.000
26	40	15	5.915	153.793	25	2.308	60.000
		lengte tot	645	269.750			210.000

Kostenraming warmtenet		€
hoofdleidingen	3.272.482	
aansluitleidingen	269.750	
afverset	210.000	
totaal	3.752.232	

kengetallen	
9.600	391 €/kW
5.345	702 €/m
67,5	55.589 €/ha


Gegevensbronnen investeringen leidingnet warmte correctie 1,02 per jaar

jaar	2010	2010	2015	2015	kengetallen		Investering DKIV hoofdleidingen	
	kengetallen	kengetallen	kengetallen	kengetallen	kengetallen	kengetallen	incl.	toeslagen*
	excl. toeslagen	incl. toeslagen	excl. toeslagen	incl. toeslagen*	incl. toeslagen* en graafwkz.	€ /m tracé	€ /m tracé	DKIV hoog meter tracé lengte
	€/m tracé 2 pijps geïsoleerd	€/m tracé 2 pijps geïsoleerd	€/m tracé 2 pijps geïsoleerd	€/m tracé 2 pijps geïsoleerd	graafwerk m²/mtracé	€/m tracé 2 pijps geïsoleerd	€/m tracé 2 pijps geïsoleerd	
DN								
32	147	263	162	291	2,0	381	0	
40	150	268	166	295	2,2	394	0	
50	161	283	178	313	2,4	421	0	
65	182	314	201	347	2,6	464	800	370.857
80	201	341	222	377	2,8	503	0	
100	232	386	256	427	3,0	562	350	196.566
125	268	439	296	484	3,2	626	1650	1.032.900
150	306	494	338	545	3,3	694		
200	362	575	400	635	3,6	797	700	557.715
250	436	682	481	753	3,9	929	1200	1.114.445
300	525	811	580	896	4,2	1.085		0
350	603	924	666	1.021	4,5	1.223		0
400	689	1.049	761	1.158	4,8	1.374		0
450	797	1.206	880	1.331	5,1	1.561		0
500	917	1.380	1.012	1.523	5,4	1.766		0

* toeslagen:
 toel app 20%
 engineering +realisati 25%
 bronnering 50 €/mtracé
 extra toeslag:
 graafwerkz. 45 €/m²
 Uitgangspunt nieuwbouw, geen bestrating/herbestating nodig

4.700 3.272.482

Bijlage 12 blad 1: Integrale kosten gebied en gebouw

 = niet meegenomen in de investeringsraming

		infrastructuur buiten het gebied		infrastructuur DKIV		perceel			
						buiten het gebouw	in het gebouw		
							T.R.	distributie	afgifte
Klassiek Fossiel	warmte	gasleidingen buiten het gebied koppelingen met andere gasnetten		gashoofdleiding, District station, gasleidingen "straat"		gasleiding straat---> gebouw	HR-ketel	leidingen	vloerverwarming
	koude						E-KM	leidingen	ruimte koeler
	elektriciteit	E-transportkabel		Transformator, kabels in de "straat" kabels terreinverlichting terrein verlichting		kabel straat ---> gebouw oplader EV	E-verdeler	kabels	verlichting apparatuur machines
Smart Fossiel	warmte	gasleidingen buiten het gebied koppelingen met andere gasnetten		gashoofdleiding, District station, gasleidingen "straat"		gasleiding straat---> gebouw	HR-ketel	leidingen	vloerverwarming
	koude						E-KM	leidingen	ruimte koeler
	elektriciteit	E-transportkabel		Transformator, kabels in de "straat" kabels terreinverlichting smart sturing gebied terrein verlichting		kabel straat ---> gebouw oplader EV	E-verdeler	kabels	verlichting apparatuur machines
Smart Warmte	warmte	HVC Warmteleidingen		Warmteleidingen in de "straat"		warmte aansluiting straat---> gebouw	afleverset	leidingen	vloerverwarming
	koude						E-KM	leidingen	ruimte koeler
	elektriciteit	E-transportkabel		Transformator, kabels in de "straat" kabels terreinverlichting smart sturing gebied terrein verlichting		kabel straat ---> gebouw oplader EV	E-verdeler	kabels	verlichting apparatuur machines
Smart Bronwater	warmte			Bronnen en bronwaternet in de straat.		bronwater aansluiting straat---> gebouw	EWP	leidingen	vloerverwarming
	koude						WW	leidingen	ruimte koeler
	elektriciteit	E-transportkabel		Transformator, kabels in de "straat" kabels terreinverlichting smart sturing gebied terrein verlichting		kabel straat ---> gebouw oplader EV	E-verdeler	kabels	verlichting apparatuur machines
All Electric	warmte						EWP +VBWW	leidingen	vloerverwarming
	koude						WW	leidingen	ruimte koeler
	elektriciteit	E-transportkabel		Transformator, kabels in de "straat" kabels terreinverlichting smart sturing gebied terrein verlichting		kabel straat ---> gebouw oplader EV	E-verdeler	kabels	verlichting apparatuur machines

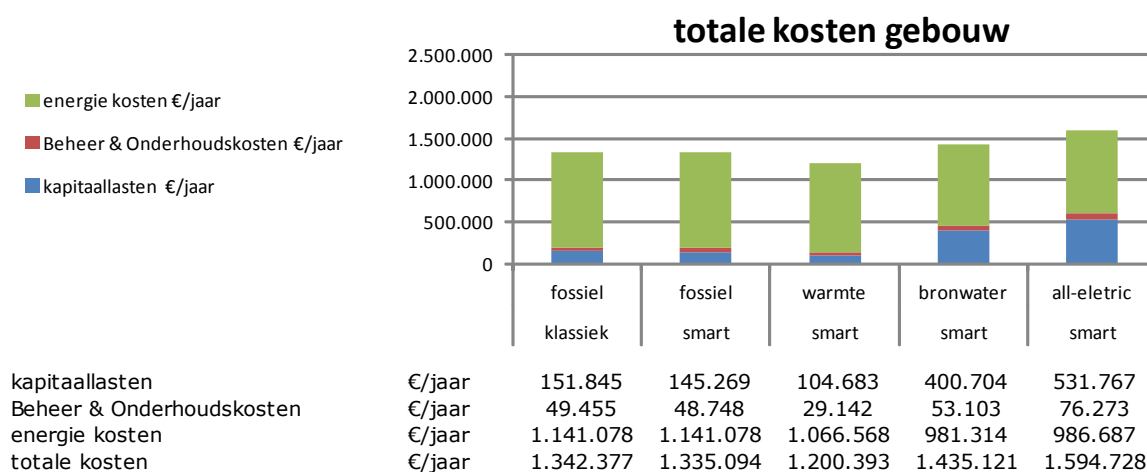
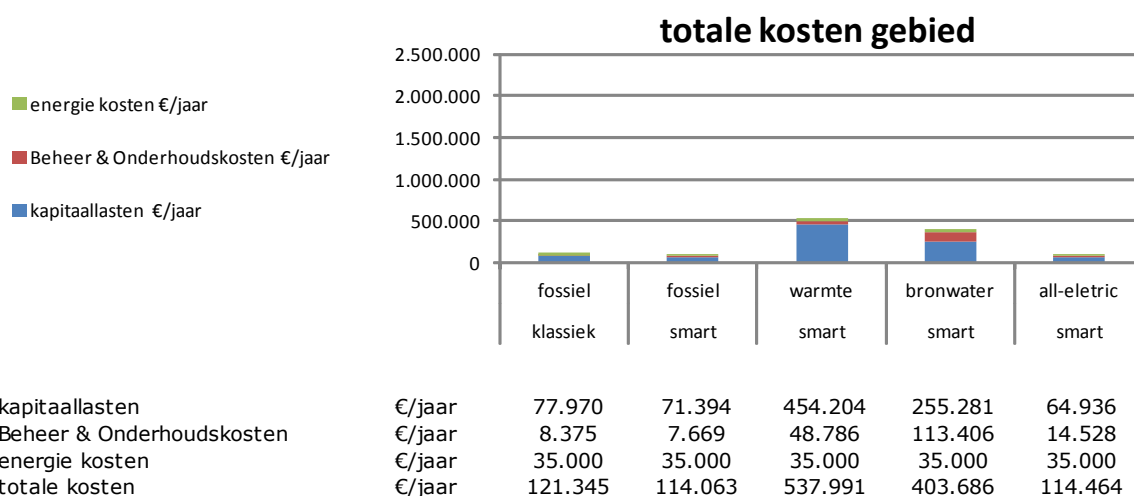
Bijlage 12 blad 2: Integrale kosten gebied en gebouw

			investerings (gemiddeld)			kapitaallasten (4%)				B&O			
			gebied+gebouw €	gebied €	gebouw €	gemiddeld €/jaar	gebied €/jaar	gebouw €/jaar	nijn/jaar	gemiddeld %	gebied €/jaar	gebouw €/jaar	
Klassiek Fossiel Gemiddeld	gas buiten gebied		0	0		0	0	0	50	0,5%	0	0	0
	gas district station en hoofdleidingen		835.000	835.000		38.869	38.869	0	50	0,5%	4.175	4.175	0
	gebouw gasaansluiting		50.942		50.942	2.371	0	2.371	50	0,5%	255	0	255
	HR-ketel	12.000	900.000		900.000	66.224	0	66.224	20	3,0%	27.000	0	27.000
	E-KM	1.200	600.000		600.000	44.149	0	44.149	20	3,0%	18.000	0	18.000
	E-buiten het gebied		0	0		0	0	0	50	0,5%	0	0	0
	E-transformator en hoofdkabels		839.966	839.966		39.101	39.101	0	50	0,5%	4.200	4.200	0
E-aansluiting gebouw		839.966		839.966	39.101	0	39.101	50	0,5%	4.200	0	4.200	
totaal		4.065.875	1.674.966	2.390.908	229.815	77.970	151.845			57.829	8.375	49.455	
Smart Fossiel Gemiddeld	gas buiten gebied		0	0		0	0	0	50	0,5%	0	0	0
	gas district station en hoofdleidingen		835.000	835.000		38.869	38.869	0	50	0,5%	4.175	4.175	0
	gebouw gasaansluiting		50.942		50.942	2.371	0	2.371	50	0,5%	255	0	255
	HR-ketel	12.000	900.000		900.000	66.224	0	66.224	20	3,0%	27.000	0	27.000
	E-KM	1.200	600.000		600.000	44.149	0	44.149	20	3,0%	18.000	0	18.000
	E-buiten het gebied		0	0		0	0	0	50	0,5%	0	0	0
	E-transformator en hoofdkabels		698.701	698.701		32.525	32.525	0	50	0,5%	3.494	3.494	0
E-aansluiting gebouw		698.701		698.701	32.525	0	32.525	50	0,5%	3.494	0	3.494	
E-smart	inschatting	279.480	279.480		20.565	20.565	0	20	3%	8.384	8.384	0	
totaal		4.062.824	1.813.181	2.249.643	216.663	71.394	145.269			56.417	7.669	48.748	
Smart Warmte Gemiddeld	Warmteleidingen, buiten het gebied		5.786.112	5.786.112		269.345	269.345	0	50	0,5%	28.931	28.931	0
	Warmteleidingen, binnen het gebied		3.272.482	3.272.482		152.335	152.335	0	50	0,5%	16.362	16.362	0
	aansluitleidingen warmte		269.750		269.750	12.557	0	12.557	50	0,5%	1.349	0	1.349
	afleverset		210.000		210.000	15.452	0	15.452	20	3,0%	6.300	0	6.300
	E-KM	1.200	600.000		600.000	44.149	0	44.149	20	3,0%	18.000	0	18.000
	E-buiten het gebied		0	0		0	0	0	50	0,5%	0	0	0
	E-transformator en hoofdkabels		698.701	698.701		32.525	32.525	0	50	0,5%	3.494	3.494	0
E-aansluiting gebouw		698.701		698.701	32.525	0	32.525	50	0,5%	3.494	0	3.494	
E-smart	inschatting	279.480	279.480		20.565	20.565	0	20	3%	8.384	8.384	0	
totaal		11.815.226	10.036.775	1.778.450	558.887	454.204	104.683			77.929	48.786	29.142	
Smart Bronwater Gemiddeld	WKO + Bronwaternet aansluitleidingen		3.299.284	3.299.284		190.798	190.798	0	30	3,0%	98.979	98.979	0
	WP	12.000	172.000		172.000	8.007	0	8.007	50	0,5%	860	0	860
	WP		4.800.000		4.800.000	353.192	0	353.192	20	1,0%	48.000	0	48.000
	E-buiten het gebied		0	0		0	0	0	50	0,5%	0	0	0
	E-transformator en hoofdkabels		848.648	848.648		39.505	39.505	0	50	0,5%	4.243	4.243	0
	E-aansluiting gebouw		848.648		848.648	39.505	0	39.505	50	0,5%	4.243	0	4.243
	E-smart	inschatting	339.459	339.459		24.978	24.978	0	20	3,0%	10.184	10.184	0
totaal		10.308.040	4.487.392	5.820.648	655.984	255.281	400.704			166.509	113.406	53.103	
All Electric Gemiddeld	VBWW bron voor WP	12.000	2.400.000		2.400.000	138.792	0	138.792	30	1,0%	24.000	0	24.000
	WP	12.000	4.800.000		4.800.000	353.192	0	353.192	20	1,0%	48.000	0	48.000
	E-buiten het gebied		0	0		0	0	0	50	0,5%	0	0	0
	E-transformator en hoofdkabels		854.611	854.611		39.782	39.782	0	50	0,5%	4.273	4.273	0
	E-aansluiting gebouw		854.611		854.611	39.782	0	39.782	50	0,5%	4.273	0	4.273
	E-smart	inschatting	341.845	341.845		25.154	25.154	0	20	3,0%	10.255	10.255	0
	totaal		9.251.067	1.196.456	8.054.611	596.703	64.936	531.767			90.801	14.528	76.273

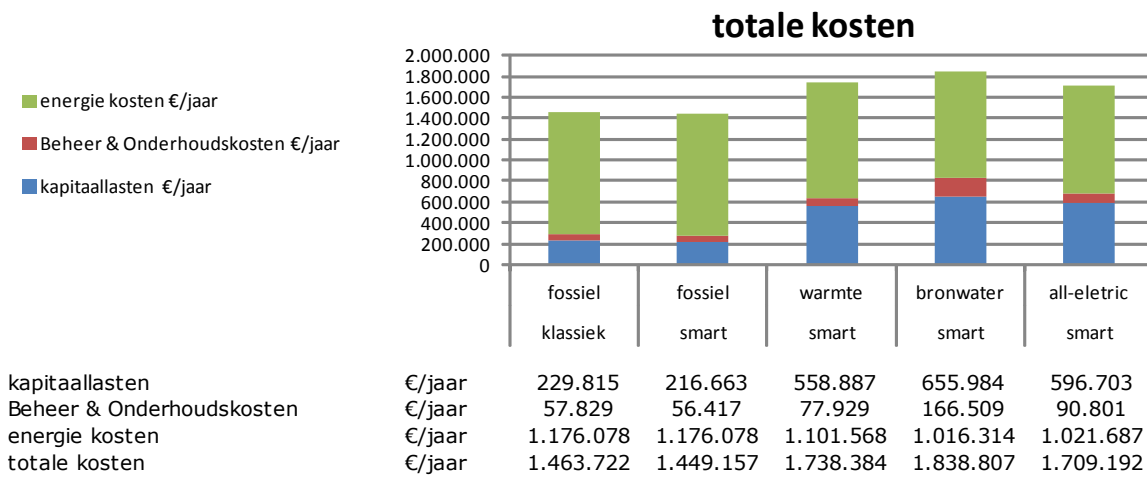
Bijlage 13 Kostenkengetallen warmte-/koude opwekking in de gebouwen

Kostenkengetallen gebouwinstallaties		
HR-ketel	€/kW	75
EWP	€/kW	400
VBWW	€/kW	200
E-KM	€/kW	500
WW	€/kW	25
afleverset	€/kW	40

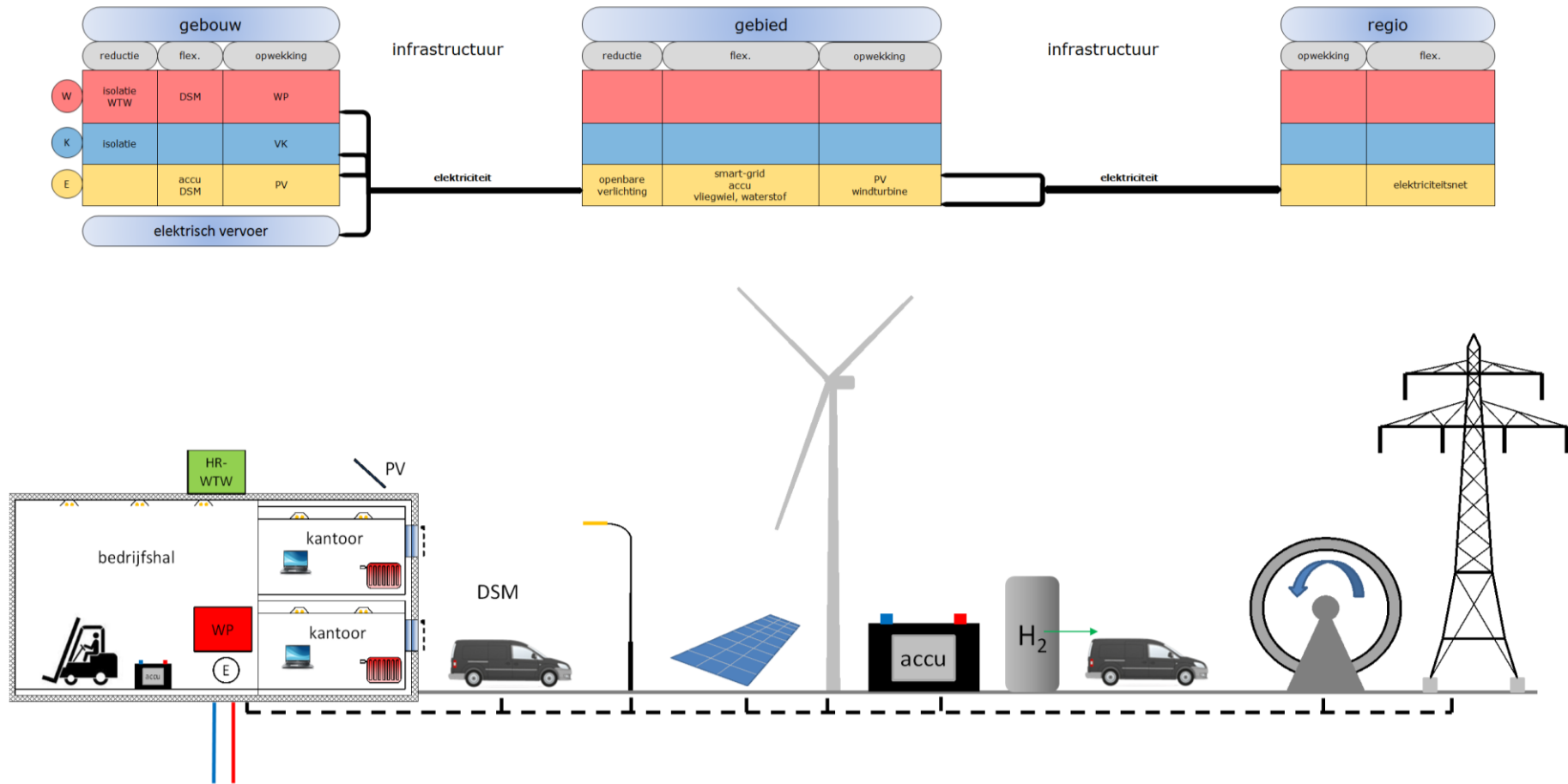
Bijlage 14 blad 1: Overzicht totale kosten gebouwen en gebied



Bijlage 14 blad 2: Overzicht totale kosten gebouwen en gebied



Bijlage 15 blad 1: systeemintegratie, optie elektriciteit



Bijlage 15 blad 2: systeemintegratie, opties warmte

