



Energierijk Den Haag 2.0

Managementsamenvatting

ERDH2.0: Rijksvastgoedbedrijf en de Gemeente Den Haag

18 oktober 2017

Project Energierijk Den Haag 2.0
Document Managementsamenvatting
Status Definitief
Datum 18 oktober 2017
Referentie GV1291-1/17-015.071

Opdrachtgever ERDH2.0: Rijksvastgoedbedrijf en de Gemeente Den Haag
Projectcode GV1291-1
Projectleider drs.ing. E.J.N. Rijsdijk
Projectdirecteur ing. M.T. Marshall Mtech

Auteur(s) drs.ing. E.J.N. Rijsdijk
Gecontroleerd door drs.ing. E.J.N. Rijsdijk
Goedgekeurd door ir. G.A. van Dorp

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

Fotograaf beeld Den Haag voorzijde: Elroy Spelbos

MANAGEMENTSAMENVATTING

Het programma 'Energierijk Den Haag', een samenwerkingsverband tussen de Gemeente Den Haag en het Rijksvastgoedbedrijf, is gericht op 16 gebouwen in het centrum van Den Haag volledig energieneutraal in 2040. Het programma loopt daarmee vooruit op de doelstellingen uit het Parijse Klimaatakkoord en is een concrete invulling van de energietransitie van de gemeente Den Haag en de Rijksoverheid. Het ERDH programma is ook bedoeld als zichtbaar en inspirerend voorbeeld voor de verduurzaming van de rest van de publieke gebouwenvoorraad in Nederland.

In de periode april tot oktober 2017 is door het consortium Witteveen+Bos, DWA en Rebel (Motion2040) onderzoek gedaan naar de meest realistische en effectieve aanpak van deze complexe verduurzamingsopgave. Op basis van de onderzoeksresultaten adviseert Motion2040 de verduurzaming te realiseren door een variëteit aan energiebesparingsmaatregelen op gebouwniveau in te zetten en clusters van gebouwen aan te sluiten op een WKO-net. Waarbij de piekvoorziening van warmte geleverd wordt door een warmtenet dat op termijn volledig wordt verduurzaamd. Groene stroom wordt zoveel mogelijk lokaal opgewekt, maar men ontkomt er niet aan een aanzienlijk deel in te kopen onder specifieke duurzaamheidseisen. Voor de uitvoering van de maatregelen moeten voldoende financiële middelen gereserveerd worden om de voortgang van verduurzaming van het warmtesysteem en inkoop elektra te borgen en de voorbeeldfunctie van ERDH met innovatieve maatregelen zichtbaar in te vullen. Het advies van Motion2040 is gevalideerd door een wetenschappelijk klankbord.

In het onderzoek van Motion2040 zijn verschillende oplossingsvarianten uitgewerkt die allen leiden tot het ERDH doel. De varianten zijn vervolgens geordend op basis van financiële en beleidsmatige aspecten. De varianten verschillen op deze aspecten van elkaar, waarbij vooral in het oog springt dat er verschillende keuzes voorliggen in de mate waarin het probleem van schaars beschikbare duurzame energie wordt opgelost. Wordt het probleem van de schaarste lokaal aangepakt of elders neergelegd? Duurzame energie is en blijft namelijk naar de huidige inzichten uit het onderzoek zelfs in 2040 schaars. Lokale opwekking van energie op of onder de ERDH gebouwen of zelfs binnen een zone van 10 km waarmee de totale energievraag wordt afgedekt, is absoluut onmogelijk. Ter illustratie: slechts 0,9% van het totale elektra verbruik kan op gebouwen middels zonnepanelen worden opgewekt. Een ander inzicht uit het onderzoek is dat verduurzamingsmaatregelen op bestaande gebouwen snel onrendabel zijn, zeker als deze niet gekoppeld zijn aan grootschalige renovaties. Het is daarom verleidelijk om alle energie duurzaam in te kopen (groene stroom + groene warmte). Daarmee wordt het probleem van energieschaarste echter wel verlegd naar energieleveranciers, die op dit moment door zowel technologische als beleidsmatige onzekerheden het tijdige en voldoende aanbod van duurzame energie niet kunnen garanderen. Of het probleem van energieschaarste wordt verlegd naar andere delen van de stad, die ook 'in de rij staan' voor hun deel aan duurzame energie. Discussie over het schaarste vraagstuk met de ERDH projectorganisatie heeft opgeleverd dat het bij ERDH gaat om het bereiken van de doelstelling binnen de context van de energietransitie, op een zo verantwoord als mogelijke wijze.

Voor de benodigde complexiteitsreductie van de verduurzamingsopgave heeft Motion2040 de Trias Territoria (TT) ontwikkeld: een ontwerpfilosofie die de aanpak van het vraagstuk ordent in een sturende benaderingsvolgorde. De TT 'dwingt' om:

1. eerste de lokale mogelijkheden voor energieopwekking en -reductie te onderzoeken;
2. de mogelijkheden te benutten die de omgeving biedt, bijvoorbeeld door opslag in de bodem;
3. het restant van de behoefte aan duurzame energie in te kopen.

Voor ERDH betekent dit concreet: eerst energiereductie en -opwek op gebouwniveau, dan opslag en uitwisseling van energie tussen de ERDH gebouwen in een WKO-netwerk, aansluiting van de gebouwen op een verduurzaamd warmtenet, en ten slotte de inkoop van groene stroom. Vanuit deze basis zijn vervolgens varianten denkbaar bijvoorbeeld door meer ambitie te leggen in al dan niet innovatieve, gebouwgebonden energiebesparingsmaatregelen. Het geschetste transitiepad biedt ook mogelijkheden tot flexibele bijsturing, indien tussentijds blijkt dat bepaalde maatregelen onvoldoende tot resultaat leiden.

De implementatie van het motion2040 advies kan niet op zijn beloop gelaten worden. De maatregelen vergen focus op het verduurzamen van de gehele ERDH cluster, inclusief de keten van energieleveranciers tot energieafname in de gebouwen. De optimalisatie van deze gehele keten betekent een herverdeling van kosten, opbrengsten en risico's. Dit is fundamenteel anders dan de staande praktijk, die vooral gericht is op optimalisatie van afzonderlijke objecten of individuele posities. Geadviseerd wordt een ERDH programmaorganisatie op te zetten die projecten ontwikkelt op de verschillende programmadoelen (gebouw, cluster van gebouwen/WKO, warmtenet).

In de aanpak is een belangrijke rol voorzien voor marktpartijen, met name bij de koppeling van de WKO-bronnen en de verduurzaming van het warmtenet. Ondanks intenties van energieleveranciers hun warmteaanbod tijdig te verduurzamen en hun investeringen te verdisconteren in reguliere warmtetarieven, is geconstateerd dat op dit punt geen zekerheden bestaat. Waarbij ook de constatering is dat WKO-koppeling en geothermie, complexe en onzekere technologieën betreffen. Terwijl voor het bereiken van de ERDH-doelstellingen men hier wel van afhankelijk is. Dit maakt dat er financiële middelen vanuit ERDH noodzakelijk zijn, om alternatieve maatregelen te kunnen treffen indien de geëigende marktpartijen hun intenties niet (tijdig genoeg) kunnen waarmaken of hun risico's en kosten willen toedelen aan ERDH. Met de huidige inzichten is een financiële voorziening voor het ERDH programma van circa 88 miljoen euro ingeschat, inclusief een stelpost van 20 miljoen voor innovaties. Deze kosten zijn aanvullend op reguliere, reeds voorziene kosten voor beheer, onderhoud en functionele aanpassingen aan de gebouwen. Ten slotte is er urgentie: de ontwikkeling en uitvoering van de maatregelen kost tijd omdat het complexe en ingrijpende projecten betreffen. ERDH kan hierin geen afwachterende rol innemen in de hoop dat de markt met de gewenste oplossing komt. Actieve sturing en een leidende rol is noodzakelijk om deze complexe trajecten op gang te krijgen. Opgedane leerervaringen moeten worden omgezet naar adviezen voor verduurzaming van de overige vastgoedvoorraad. Snelheid in de opstartfase biedt bovendien de gelegenheid het ERDH programma bij te sturen, indien de tussenresultaten hiertoe aanleiding geven.

De ERDH verduurzamingsmaatregelen worden als standaardisatie opgenomen in de reguliere renovatiecyclus van gebouwen. Er wordt ruimte gelaten voor gebouwgebonden keuzen, zodat individuele stakeholders aanvullend op het ERDH-programma extra maatregelen kunnen treffen indien zij dit wensen. De toegepaste normering met betrekking tot energiegebruik werkt progressief; maatregelen die hebben bewezen aan een hogere standaard te kunnen voldoen in vergelijking met andere opties, vormen de nieuwe ondergrens voor navolgende renovaties. Zo wordt een prikkel uitgedeeld richting marktpartijen om te innoveren; voorop lopen levert een grotere kans op vervolgwerk op. Van gebouwbeheerders wordt gevergd om keuzen te onderbouwen en actief kennis over renovaties en energiemaatregelen te delen via een ERDH-kennisplatform. Gerichte innovaties worden toegepast zodat uitgewisseld kan worden waar ontwikkelingen en impact zijn te vinden en opschaling aan de orde kan zijn. De deelnemende gebouwen sluiten aan bij een Smart Buildings programma, een programma met een icoonfunctie dat toont hoe energiebesparing mogelijk wordt door slimme sturing op energie- en functioneel gebruik van meerdere gebouwen tegelijkertijd. In het gebied van de ERDH gebouwen wordt toegewerkt naar een WKO-cluster, een complex en ambitieus programma dat ERDH in samenwerking met de markt zal vormgeven. Tot slot zet ERDH in op verduurzaming van het warmtenet, door gezamenlijk met warmteleverancier Eneco geothermiepartijen uit te nodigen om bronnen te ontwikkelen. Het geheel van maatregelen wordt vastgelegd in een 'Green Deal', dat ook de uitnodiging biedt aan andere grote gebouw eigenaren in het gebied om bij te dragen aan een fossielvrij Den Haag en eigen duurzaamheidsdoelstellingen te behalen.



Energierijk Den Haag 2.0

Eindrapport - Deel A

ERDH2.0: Rijksvastgoedbedrijf en de gemeente Den Haag

9 april 2018

Project Energierijk Den Haag 2.0
Document Eindrapport - Deel A
Status Definitief 02
Datum 9 april 2018
Referentie GV1291-1/18-005.239

Opdrachtgever ERDH2.0: Rijksvastgoedbedrijf en de gemeente Den Haag
Projectcode GV1291-1
Projectleider drs.ing. E.J.N. Rijsdijk
Projectdirecteur ing. M.T. Marshall Mtech

Auteur(s) drs.ing. E.J.N. Rijsdijk, ir. G.A. van Dorp, ir. J.A. Slobbe, ir. M.C. Schilder,
ing. L. den Dekker, ir. D.P. van Beem, P.S.J. de Bruin MSc., ir. E. Kleiweg,
mr drs J.W.C. van Elburg

Gecontroleerd door drs.ing. E.J.N. Rijsdijk
Goedgekeurd door ir. G.A. van Dorp

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

Fotograaf beeld Den Haag voorzijde: Elroy Spelbos

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Achtergrond	5
1.1.1	Adviesopdracht	5
1.1.2	Aanpak	5
1.2	Leeswijzer	6
1.3	Dimensies van de opgave	7
2	BEGRIPPENKADER ERDH	10
2.1	ERDH doelstelling gericht op energiereductie en energieneutraal	10
2.1.1	Doelstelling gemeente Den Haag klimaatneutraal	10
2.1.2	Doelstelling Rijksvastgoedbedrijf energieneutraal in 2050	11
2.1.3	Analyse doelstellingen	11
2.2	Definities in relatie tot verschillende energieconcepten	12
2.3	Duurzaamheid van Biomassa	17
3	STAKEHOLDERANALYSE	18
3.1	Inleiding	18
3.2	Conclusies stakeholderanalyse	18
4	CONTEXTANALYSE	20
4.1	Inleiding	20
4.2	Het gebied	20
4.3	Gas, warmte en elektriciteitsinfrastructuur	21
4.3.1	Gasinfrastructuur Den Haag en vervangingsmomenten	21
4.3.2	Elektriciteit: beperkte opwekmogelijkheden	22
4.3.3	Warmte-infrastructuur en warmtebronnen Den Haag	24
4.4	Het energiebeleid	29
4.5	Analyse raakvlakken beleid voor de opgave ERDH	29
4.5.1	De gemeente Den Haag kiest specifieke energieconcepten	29
4.5.2	Warmtenet gevoed met afvalverbranding, biomassa en restwarmte	29
4.5.3	Heeft schaal zin?	31
4.5.4	De provincie Zuid-Holland heeft scherpere doelen dan Den Haag en het RVB	32

4.5.5	Inkoopbeleid	32
4.5.6	Afstandcriterium en 10 kilometergrens	32
4.6	Conclusies contextanalyse	35
5	TRENDANALYSE	36
5.1	Inleiding	36
5.2	Samenvatting trends	37
5.2.1	Trends en conclusies per trend	37
5.2.2	Conclusies trendanalyse	40
6	ENERGIECONCEPTEN	41
6.1	Inleiding	41
6.2	Rekenmodel: een strategisch afwegingsmodel	41
6.3	Informatievergaring en gebouwkenmerken	42
6.4	Ontwerpfilosofie energieconcepten	44
6.4.1	Definitie energieconcept	44
6.4.2	Van Trias Energetica naar Trias Territoria	45
6.4.3	Trias Territoria toegepast op ERDH	46
6.5	Bouwstenen voor de energieconcepten: maatregelen	47
6.5.1	Maatregelen op gebouwniveau (energiebesparende maatregelen)	47
6.5.2	Maatregelen op gebiedsniveau (warmtesystemen)	50
6.5.3	Maatregelen buiten het gebied (Fossielvrije elektriciteit)	55
6.5.4	Een kans voor experimentele technologieën	56
6.6	Varianten: uitwerking van de vier varianten en een uitbreiding daarop	57
6.7	Resultaten van het model	59
6.7.1	Toelichting op aannames	59
6.7.2	Gebouwen in de tijd	62
6.7.3	Resultaten	63
7	VARIANTENANALYSE: STRATEGISCH PAD	68
7.1	Inleiding	68
7.1.1	Uitleg dynamisch pad	68
7.2	Samenstelling raamwerk dynamisch pad	68
7.3	De varianten	71
7.4	Analyse op beleid	78
7.5	Conclusies	78
8	GEVOELIGHEIDSANALYSE	79

8.1	Inleiding	79
8.2	Transitiepaden in relatie tot de trends	79
8.3	Risicoanalyse	80
8.4	Rekenmodel	81
	8.4.1 Investeringskosten schilmaatregelen	82
	8.4.2 Disconteringsvoet	82
	8.4.3 Warmteprijs duurzame warmte	82
8.5	Conclusie	83
9	BEOORDELING VAN DE VARIANTEN	84
9.1	Beoordelingskader van ERDH2.0	84
9.2	Beoordeling van de varianten	85
9.3	Topkeuzes	89
	9.3.1 Topkeuze warmtesysteem	89
	9.3.2 Topkeuze energiebesparingsniveau	90
9.4	Conclusie voorkeursvariant: Variant B	90
10	CONCLUSIES	92
10.1	Algemeen	92
10.2	Innovatie	94
10.3	Kostenoverzicht	95
10.4	Deelconclusies	96
Bijlage(n)	Laatste pagina	98

INHOUDSOPGAVE HOOFDRAPPORT

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Gebouwen, gebruikers en metrages	1
II	Vergelijking formuleringen ERDH doelstellingen	1
III	Begrippen en definities	3
IV	BENG	5
V	Standpunt biomassa	4
VI	Overzicht stakeholdergesprekken	2
VII	Overzicht stakeholders	4
VIII	Stakeholder posities	12
IX	Energiebeleid	18
X	Verantwoording trendanalyse	2
XI	Factsheets trendanalyse	38
XII	Beoordelingscriteria, maatstaven en methodieken	2
XIII	Uitgebreide toelichting informatievergaring	2
XIV	WKO-analyse	12
XV	Gebouwfactsheets	11
XVI	Effecten en kentallen van maatregelen op gebouwniveau	3
XVII	Uitgebreid resultatenoverzicht variant A	14
XVIII	Uitgebreid resultatenoverzicht variant B	14
XIX	Uitgebreid resultatenoverzicht variant C	14
XX	Uitgebreid resultatenoverzicht variant D	14
XXI	Uitgebreid resultatenoverzicht variant E	14
XXII	Uitgebreid resultatenoverzicht variant F	14
XXIII	Antwoorden op de vragen uit Adviesopdracht ERDH2.0	3
XXIV	Risicodossier	3

1

INLEIDING

1.1 Achtergrond

Vanaf april 2017 is het consortium Motion2040 bezig met de uitvoering van haar Energie Rijk Den Haag 2.0 (ERDH) opdracht.

1.1.1 Adviesopdracht

Voor 16 gebouwen in het centrumgebied van Den Haag, die tot de bouwvoorraad van het Rijksvastgoedbedrijf en de gemeente Den Haag behoren, moeten maatregelen worden genomen die daadwerkelijk ertoe leiden dat ten opzichte van de situatie in 2016 het energieverbruik van deze gebouwen in dit gebied uiterlijk in 2040 gereduceerd en geheel fossielvrij is, daarbij vooruitlopend op Europese doelstellingen voor energiebesparing en energie-efficiëntie in 2050.

Een noodzakelijke tussenstap daarbij is dat het Rijksvastgoedbedrijf en de gemeente Den Haag voorafgaand een overzicht krijgen van de maatregelen die openstaan om het eindresultaat te bereiken. Op basis van dit overzicht kunnen zij strategische keuzes maken voor de beste (combinatie van) maatregelen waarmee ERDH kan worden gerealiseerd.

Het doel van de adviesopdracht is:

1. Een overzicht krijgen van mogelijkheden om het doel van ERDH te halen.
2. Een strategie adviseren voor het realiseren van de beste (combinatie van) maatregelen die daadwerkelijk ertoe leiden dat het energieverbruik van deze gebouwen in dit gebied uiterlijk in 2040 gereduceerd en geheel fossielvrij is.

De scope van de adviesopdracht bestaat, gelet op het doel van ERDH, in hoofdlijnen uit:

- a. Inventariseren en analyseren van informatie over energieproblematiek in stedelijk gebied.
- b. Bevindingen en advies in eindrapport.
- c. Gekozen advies vertalen naar uitvoerbaar implementatieplan.

1.1.2 Aanpak

De aanpak van Motion2040 is grofweg ingedeeld in 3 fasen, waar in de eerste fase de nadruk ligt op de analyse, in de tweede fase de uitwerking van transitiepaden en besluitvorming en in de derde fase de ontwikkeling van het implementatieplan. Kenmerkend voor de aanpak van Motion2040 is een inhoudelijk georiënteerde aanpak, ingebed in een proces van een strategische verkenning en besluitvorming. Dit maakt dat oplossingsvarianten getoetst worden op doelbereik en haalbaarheid en dat de onzekerheid van de lange termijn (2040) getemd wordt in trendanalyses en een adaptieve implementatiestrategie. Tevens is voorzien in een transparant besluitvormingskader. Het eindadvies is gereed op 17 oktober 2017.

1.2 Leeswijzer

Voor u ligt het Eindrapport Deel A ter afsluiting van de onderzoeksfase. Deel A geeft het onderzoek weer van de eerste twee fasen van het project. Deze fasen hebben zich gericht op de uitwerking van de energieconcepten om te kunnen komen tot een voorkeursalternatief. Deel B vormt het implementatieplan en transitieprogramma op basis van dit voorkeursalternatief. Dit eindrapport bouwt voort op het Concept 2 Adviesrapport wat ter afsluiting van fase II aangeboden is. Ontvangen opmerkingen op concept 2 zijn in deze versie verwerkt. Het onderzoek is uitgevoerd overeenkomstig het Plan van Aanpak van Motion2040 en bestaat uit een aantal onderdelen.

Als eerste is het begrippenkader ontwikkeld. Dit begrippenkader is nodig voor een eenduidige communicatie over de ERDH doelstelling en selectie van maatregelen die aan de gekozen definities van duurzaamheid voldoen. Het begrippenkader is opgenomen in hoofdstuk twee. Hoofdstuk drie beschrijft het resultaat van de stakeholderanalyse. Alle stakeholders zijn grofmazig in beeld gebracht en gecategoriseerd op basis van hun invloed en belang in relatie tot de ERDH doelstelling. De stakeholderanalyse heeft in hoofdlijnen de benaderingswijze opgeleverd van de diverse stakeholders in de volgende fasen van de adviesopdracht. In hoofdstuk 4 is de fysieke en beleidsmatige context van het project geanalyseerd. Door dit inzicht konden de verschillende oplossingen snel in de juiste context geplaatst worden en afgewogen op haalbaarheid en of nadere vervolgstapen.

De relevante trends zijn beschreven in hoofdstuk 5. Mede op basis van deze trends zijn maatregelen geselecteerd die ook tot 2040 als voldoende duurzaam zijn gekwalificeerd. Toekomstige ontwikkelingen die nu nog niet voldoende technisch zijn doorontwikkeld of onvoldoende potentieel hebben zijn ook in de analyse opgenomen. Hierdoor is het te allen tijde inzichtelijk waarom bepaalde trends wel of juist niet tot de energieconcepten zijn toegelaten.

De energieconcepten vanuit fase I zijn verder uitgewerkt in de varianten en de transitiekaart. De ontwerpfilosofie Trias Territoria helpt bij de rangordening van alle denkbare maatregelen op gebouw en gebiedsniveau naar totaalconcepten. Deze totaalconcepten zijn in lijn gebracht met 4 hoofdvarianten, van elkaar onderscheidend op investeringsniveau, wet en regelgeving en maatschappelijk toegevoegde waarde. De varianten staan beschreven in hoofdstuk 7.

In hoofdstuk 8 is de variantenanalyse toegelicht waarin de maatregelen in de transitiekaart zijn verwerkt. De gevoeligheidsanalyse is beschreven in hoofdstuk 9. Hierin worden ook de risico's die we per variant voorzien toegelicht. De beoordeling van de varianten is beschreven in hoofdstuk 10. De wijze van afweging is hierin ook uitgewerkt. Onderdeel van deze uitwerking vormt ook een rangordening van deze beoordelingscriteria (weging). Hoofdstuk 11 gaat in op de uitwerking van de voorkeursvariant. In hoofdstuk 12 staan de conclusies van deze rapportage opgenomen.

Voor de leesbaarheid zijn per hoofdstuk diverse achtergronden naar de bijlagen verplaatst. In bijlage XXIII worden de verwijzingen naar de antwoorden op de vragen uit de Adviesopdracht ERDH2.0 gegeven. In het toetsformulier van dit document is aangegeven hoe omgegaan is met de feedback welke wij op Concept 2 Adviesrapport ontvangen hebben.

Tabel 1.1 beschrijft alle wijzigingen tussen Concept 1 Adviesrapport, Concept 2 Adviesrapport en het Eindrapport.

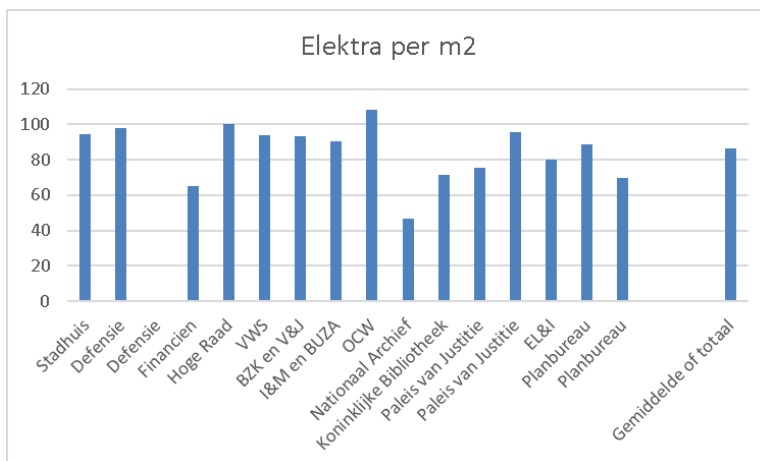
Tabel 1.1 Wijzigingen Eindrapport ten opzichte van Concept 2 Adviesrapport.

Paragraaf	Wijziging	Versie waarin wijziging is doorgevoerd
H6 t/m H11	Deze hoofdstukken zijn in grote mate aangepast of nieuw toegevoegd	Concept 2
H6	H7 Energieconcepten is uitgewerkt in H6 Varianten	Concept 2
H10	H6 Beoordelingskader is verwerkt in H10 Beoordeling van de varianten	Concept 2

Paragraaf	Wijziging	Versie waarin wijziging is doorgevoerd
H12	H8 Conclusies fase I zijn verplaatst naar H12 Conclusies. Conclusies fase II zijn toegevoegd.	Concept 2
§6.2	Ingevoegd: Verwerking feedback Concept 1 Adviesrapport	Eindrapport
§6.5.1	Herschreven: Maatregelen op gebouwniveau (energiebesparende maatregelen)	Eindrapport
§6.5.4	Toelichting Ecovat is verplaatst vanaf §6.4.2 Maatregelen op gebiedsniveau naar §6.5.4 Een kans voor experimentele technologieën	Eindrapport
§8.4	Energiemodel is aangepast, zie toelichting Bijlage XVII t/m XXII	Eindrapport
Bijlage XVI	Maatregelen op gebouwniveau: kentallen en inputparameters zijn nader toegelicht	Eindrapport
Bijlage XVII t/m XXII	Uitgebreid resultatenoverzicht variant A t/m F: <ul style="list-style-type: none"> - aansluitkosten zijn aangepast aan de hand van de laatste inzichten met het oog op kostenneutraliteit voor de warmtevoorziening (vooral een impact op de meerinvesteringen); - berekening NCW is aangepast conform mailwisseling met Olga Senkova (beperkte impact op de uitkomst). 	Eindrapport
Bijlage XXIII	Verwerking terugkoppeling is opgenomen in toetsformulier	Eindrapport

1.3 Dimensies van de opgave

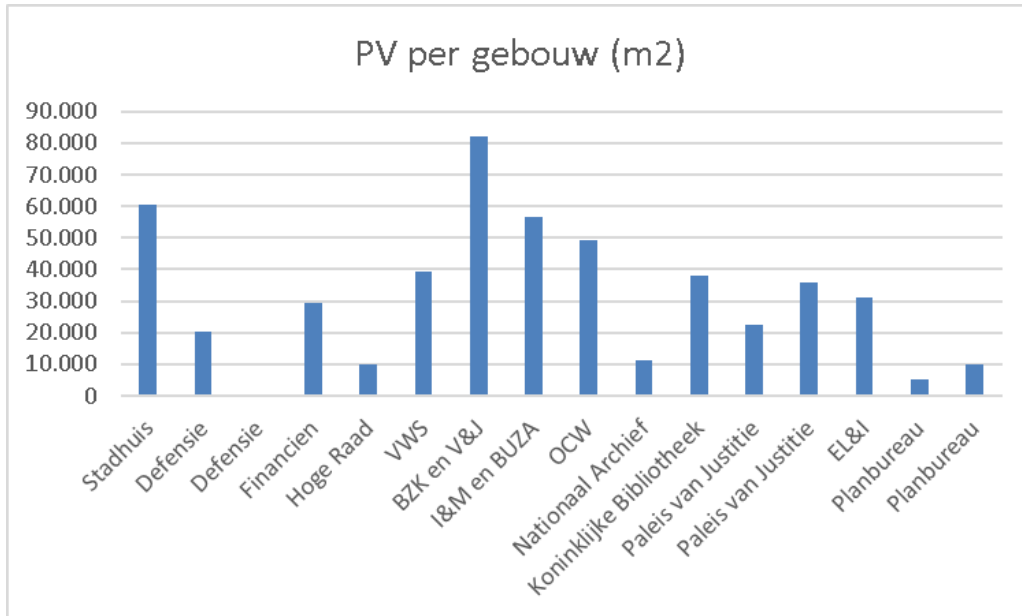
De scope van het ERDH programma bestaat uit 16 gebouwen met verschillende gebruikers en groottes (bijlage I). Om een eerste idee te krijgen van omvang van het huidige energieverbruik, is een korte analyse gemaakt van de verbruiksgegevens (warmte en elektra) per m² bruto vloer oppervlak. Wij zien dat de verbruiksgegevens per gebouw verschillend zijn als gevolg van verschillende type gebruikers of gebouwkenmerken. De navolgende grafieken geven het resultaat.



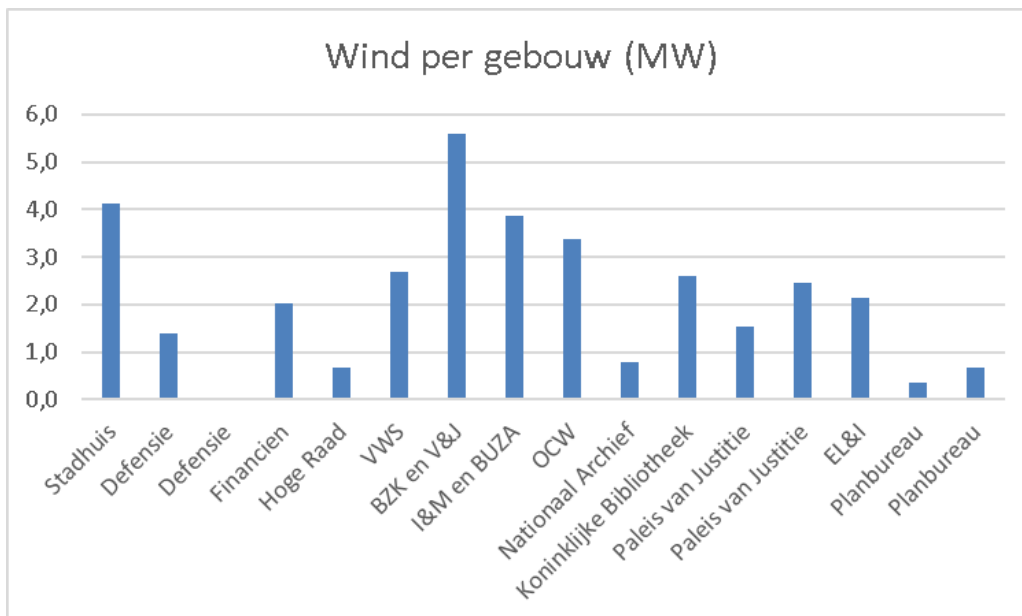
Figuur 1.1 Elektragebruik in kWh_e per m²

Het totale elektraverbruik bedraagt momenteel 75.250 MWh, wat overeenkomt met gemiddeld circa 86 kWh_e/m². Om een indruk te krijgen van de verduurzamingsopgave hebben wij dit omgerekend naar de hoeveelheid zonnepanelen (PV) die nodig zijn om dit duurzaam op te wekken: circa 500.000 m² PV. De 16 gebouwen hebben daarmee een oppervlakte van circa 5 (!) Malievelden met PV nodig om in de huidige elektriciteitsvraag te voorzien. Als het totale verbruik met windmolens opgewekt zou moeten worden, is in totaal 34,2 MW turbinevermogen nodig: ongeveer 11 grote windmolens van ruim 3 MW per stuk!

In de navolgende figuren is dit vertaald benodigde zonnepanelen of windturbinevermogen per gebouw.

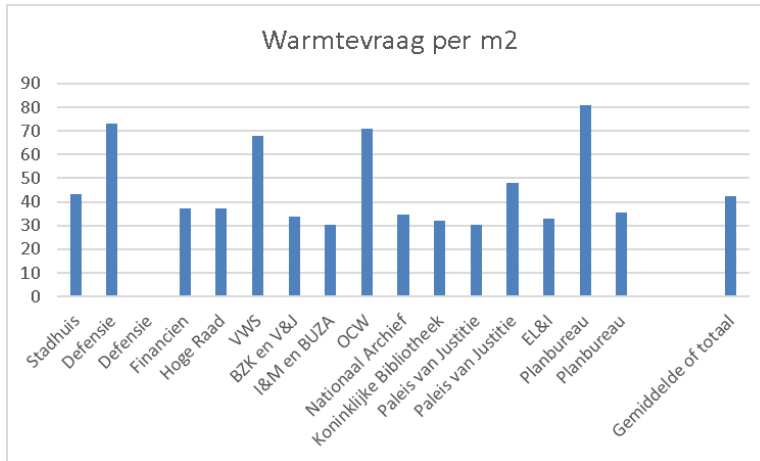


Figuur 1.2 PV per gebouw (m²)



Figuur 1.3 Wind per gebouw (MW)

Ook de warmtevraag kunnen wij op deze manier inzichtelijk maken. De warmtevraag van de gebouwen is te vergelijken met dat van 5580 woningen van 100 m². De warmtevraag vanuit deze woningen zou duurzaam opgewekt kunnen worden met houtsnippers, bijvoorbeeld lokaal snoeiafval. Voor de aanvoer van de benodigde houtsnippers zijn jaarlijks circa 2800 kiepwagens nodig, met een nadruk op het winterseizoen waarin veel gestookt moet worden. Wat ook kan volstaan voor de verduurzaming is één geothermiebron.



Figuur 1.4 Warmtevraag kWh_{th} per m²

Bovenstaande vingeroefeningen geven een indruk van de dimensies van de technische opgaven waar ERDH voor staat. In komende hoofdstukken wordt dieper en breder op de materieopgave ingegaan.

2

BEGRIPPENKADER ERDH

Kenmerkend voor discussies over 'duurzaamheid' is dat verschillende begrippen als energieneutraal, fossielvrij, en klimaatneutraal, gemakkelijk door elkaar gebruikt worden. Dit kan leiden tot miscommunicatie of (in relatie tot deze adviesopdracht) tot onnauwkeurigheid in de scope van het ERDH onderzoek. Voor een eenduidig begrip heeft Motion2040 daarom het ERDH begrippenkader geëxpliciteerd.

Hiertoe zijn allereerst de ERDH doelstellingformuleringen zoals gebruikt in verschillende documenten over de tijd heen, op een rij gezet. Met als doel te bepalen welke formulering leidend is. Daarnaast zijn de afzonderlijke duurzaamheidsdoelstellingen van het Rijksvastgoedbedrijf en de gemeente Den Haag geïnventariseerd en vergeleken met die van ERDH. Tot slot zijn begrippen in de ERDH doelstelling van 'fossielvrij' vergeleken met gangbare begrippen als 'energie-neutraal', 'klimaatneutraal' en 'Bijna Energie Neutraal gebouw' (BENG).

2.1 ERDH doelstelling gericht op energiereductie en energieneutraal

De Aanbestedingsleidraad Adviesdiensten ERDH beschrijft het doel van EnergieRijk Den Haag als volgt:

*'Voor 16 gebouwen in het centrumgebied van Den Haag, die tot de bouwvoorraad van het Rijksvastgoedbedrijf en de gemeente Den Haag behoren, moeten maatregelen worden genomen die daadwerkelijk ertoe leiden dat ten opzichte van de situatie in 2016 het energieverbruik van deze gebouwen in dit gebied uiterlijk in 2040 **gereduceerd** en geheel **fossielvrij** is, daarbij vooruitlopend op Europese doelstellingen voor energiebesparing en energie-efficiëntie in 2050.'*

In de aanbestedingsleidraad worden de termen **klimaatneutraal** en **energie-neutraal** niet genoemd. Een complete vergelijking van gebruikte formuleringen van ERDH doelstellingen is opgenomen in Bijlage II.

2.1.1 Doelstelling gemeente Den Haag klimaatneutraal

Uit onze quickscan van de visie die de gemeente Den Haag heeft geformuleerd, blijkt dat Den Haag inzet op **klimaatneutraal**. In het 'Klimaatplan Den Haag' (juni 2011)¹ wordt dit gespecificeerd waarbij het volgende statement als concrete doelstelling is geïnterpreteerd.

'Met een klimaatneutrale stad (mitigatie) wordt in dit klimaatplan bedoeld dat het directe energiegebruik in de stad volledig door duurzame energiebronnen wordt geleverd. Het gaat daarmee dus om het terugdringen van de emissies door het gebruik in de stad van elektriciteit, gas, warmte, koude en vervoer.'

In lijn met het beleid wordt in de door ons onderzochte documentatie en communicatie van de gemeente Den Haag consistent gesproken over **klimaatneutraal**.

¹ https://denhaag.raadsinformatie.nl/modules/13/overige_bestuurlijke_stukken/89912

2.1.2 Doelstelling Rijksvastgoedbedrijf energieneutraal in 2050

Het RVB volgt in haar doelstelling het Energieakkoord van de Rijksoverheid. In het Energieakkoord is een topdoelstelling geformuleerd om in 2050 **klimaatneutraal** te zijn. Doelstelling voor specifiek de gebouwde omgeving is **energieeneutraal** in 2050.

2.1.3 Analyse doelstellingen

Er zit verschil tussen de doelstelling genoemd in de aanbestedingsleidraad, en de doelstellingen van de gemeente Den Haag en het RVB. De aanbestedingsleidraad (en de overige tenderdocumenten) spreken over **fossielvrij**, waar de doelstellingen van **energieeneutraal** en **klimaatneutraal** andere eisen met zich meebrengen.

Om duidelijk te maken wat de impact is van de aangetroffen verschillen op de uit te werken energieconcepten en varianten, wordt in de aankomende paragrafen uiteengezet welke energieconcepten wel en niet onder de vastgestelde doelstellingen gelden.

In tabel 2.1 staat weergegeven of en onder welke voorwaarden ERDH voldoet aan doelstellingen als fossielvrij, energieneutraal en klimaatneutraal.

Tabel 2.1 Relatie ERDH doelstelling t.o.v. andere overige doelstellingen

Vergelijking ERDH (fossielvrij - overige doelstellingen_			Voldoet?	Toelichting
ERDH	=	Fossielvrij	JA	
ERDH	=	Klimaatneutraal (emissiereductie van 100%) (gebruikelijke definitie)	JA, met als extra voorwaarde dat	Alle CO ₂ -emitterende energiebronnen ontweken worden. Daarbij wordt gedacht aan: biomassa, restwarmte uit afvalverbrandingsinstallaties en overige restwarmte. Hoewel klimaatneutraal een niet genormeerde term is, wordt in NEN7125 en NTA8080 gesproken over emissies bij deze energiebronnen.
ERDH	=	Klimaatneutraal (emissiereductie van 80% t.o.v. 1990)	JA, echter	Deze definitie van klimaatneutraal is ongebruikelijk en bovendien onbruikbaar voor specifieke gebouwen, aangezien er geen ijkwaarde voor 1990 is voor deze gebouwen. De emissiereductie is dus ten opzichte van een onduidelijk startpunt.
ERDH	=	Energieeneutraal (EPC = 0) (gebruikelijke definitie)	JA, met als extra voorwaarde dat	Gebouwgebonden energiebehoefte nul is, of dat de gebouwgebonden energiebehoefte gecompenseerd wordt met duurzame energiebronnen (rekenfactor primaire energie = 0) op eigen perceel of daarbuiten. (NEN7120 en NEN7125)
ERDH	=	Energieeneutraal (Jaarlijks energieverbruik is nul)	JA, met als extra voorwaarde dat	Het jaarlijks netto-energieverbruik, inclusief gebruiksgebonden gebruik nul is.
ERDH	=	Energieeneutraal (Jaarlijks energieverbruik incl. materiaalgebonden energieverbruik is nul)	NEE	Het materiaalgebondengebruik is niet fossielvrij te organiseren voor bestaande bouw in 2040.
ERDH	=	BENG	Nog niet bekend	De voorwaarden voor BENG zijn voor bestaande gebouwen nog niet vastgesteld.

2.2 Definities in relatie tot verschillende energieconcepten

Voor een beter begrip van welke energieconcepten overeenkomen met de ERDH doelstelling hebben wij deze gekruist met doelstellingen en definities behorende bij energieneutraal, klimaatneutraal en BENG. Dit overzicht is opgenomen in tabel 2.2. waarbij overigens voor een compleet overzicht van alle gehanteerde begrippen en definities wordt verwezen naar bijlage III.

Een 'NEE' in tabel 2.2 betekent dat het, gegeven de doelstelling en definiëring van die doelstelling, niet toegestaan is gebruik te maken van dit energieconcept.. Een 'JA' betekent dat dit wel mogelijk is, eventueel onder aanvullende randvoorwaarden. Een 'onbepaald' betekent dat er geen geldende norm gevonden is die uitsluitel biedt.

Tabel 2.2 Energieconcepten in vergelijking met ERDH

Energieconcepten	ERDH	Fossilvrij	Klimaatneutraal		Energie neutraal			BENG ¹
			emissiereductie van 100% (gebruikelijke definitie)	emissiereductie van 80% in 2050 (onbruikelijke definitie)	EPC = 0 (gebruikelijke definitie)	jaarlijks energieverbruik is nul	jaarlijks energieverbruik incl. materiaalgebonden energieverbruik is nul	
Typen energieverbruik								
Gebouwgebonden energieverbruik (incl. forfaitair verlichting)	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Gebruiksgebonden energieverbruik	JA	onbepaald	JA	JA	NEE	JA	JA	NEE
Materiaalgebonden energieverbruik	NEE	onbepaald	NEE	NEE	NEE	NEE	JA	NEE
Duurzame mobiliteit naar gebouw	buiten scope	onbepaald	onbepaald	onbepaald	niet relevant	niet relevant	niet relevant	niet relevant
Energiebronnen								
Wind	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Zon	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Biomassa ²	JA	JA	NEE ³	JA	JA	JA	JA	JA
Nucleair ⁴	NEE	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Fossiel (aardgas, aardolie, steen- en bruinkool, etc.)	NEE	NEE	NEE ⁵	JA	JA	JA	JA	JA

¹ Eisen zijn nog niet definitief.

² De gebruikte biobrandstof moet duurzaam geproduceerd zijn, volgens NTA 8080 of op een daarmee gelijkwaardige wijze. Dit moet worden aangetoond door bijvoorbeeld langdurige contracten, convenanten, eigen productie (voor de toekomst) en door gegevens over de gebruikte brandstof (voor bestaande installaties). (Gelijk aan NEN7125).

³ NTA8080: biomassa wordt emissie toegerekend.

⁴ ERDH heeft aangegeven in de informatiebijeenkomst dat er geen nucleaire energie gewenst is.

⁵ Soms wordt compensatie toegestaan.

MOTION2040

Een samenwerking tussen Witteveen+Bos, DWA en Rebel

Energieconcepten	ERDH	Fossielvrij	Klimaatneutraal		Energie neutraal			BENG ¹
			emissiereductie van 100% (gebruikelijke definitie)	emissiereductie van 80% in 2050 (ongebruikelijke definitie)	EPC = 0 (gebruikelijke definitie)	jaarlijks energieverbruik is nul	jaarlijks energieverbruik incl. materiaalgebonden energieverbruik is nul	
Energie leveringssystemen								
Waterstof (o.b.v. klimaatneutrale energie)	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	JA
Ammoniak (o.b.v. klimaatneutrale energie)	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	JA
Warmtenet								
- Bestaande warmtenet Den Haag	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	JA
- Leiding over Midden	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	JA
- Leiding over West	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	afhankelijk van bron	JA
Warmte Koude Opslag (WKO) ¹	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Geothermie ²³	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Warmte Kracht Koppeling (WKK)								
- Aardgas	NEE	NEE	NEE ⁴	JA	JA	JA ⁵	JA	JA
- Biodiesel (plantaardig en of dierlijk)	JA	JA	NEE ⁶	JA	JA	JA	JA	JA

¹ Mits gebaseerd op klimaatneutrale elektriciteitsvoorziening.

² Uit aanvraag ERDH: alleen warmte, geen nevenproducten.

³ Mits gebaseerd op klimaatneutrale elektriciteitsvoorziening.

⁴ Soms wordt compensatie toegestaan.

⁵ Is onderdeel van politieke discussie: <https://www.ensoc.nl/nieuws/ook-met-gas-is-nul-op-de-meter-mogelijk>.

⁶ Soms wordt compensatie toegestaan.

MOTION2040

Een samenwerking tussen Witteveen+Bos, DWA en Rebel

Energieconcepten	ERDH	Fossilvrij	Klimaatneutraal		Energie neutraal			BENG ¹
			emissiereductie van 100% (gebruikelijke definitie)	emissiereductie van 80% in 2050 (ongebruikelijke definitie)	EPC = 0 (gebruikelijke definitie)	jaarlijks energieverbruik is nul	jaarlijks energieverbruik incl. materiaalgebonden energieverbruik is nul	
- Groen gas	JA	JA	NEE ¹	JA	JA	JA	JA	JA
Warmtepomp	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Regelingen								
Fossiele energie toegestaan en indien nodig gecompenseerd	NEE	onbepaald	SOMS ²	SOMS ³	JA	JA	JA	JA
Afstand tot faciliteit voor energieopwekking beperkt	JA	NEE	NEE	NEE	JA	JA	JA	NEE
Groene stroom binnen 10 km	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Groene stroom binnen landsgrenzen	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA ⁴
Groene stroom internationaal	NEE	JA	JA	JA	NEE	JA	JA	JA ⁵
Extra specifieke eisen								
EPC = 0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	JA	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Jaarlijks netto energiegebruik is nul	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	JA	JA	n.v.t.
Jaarlijks netto energieverbruik incl. materiaalgebonden energieverbruik is nul	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	JA	n.v.t.

¹ Soms wordt compensatie toegestaan.

² Sommige bronnen stellen van wel, anderen niet, en onder verschillende voorwaarden.

³ Sommige bronnen stellen van wel, anderen niet, en onder verschillende voorwaarden.

⁴ Telt echter niet mee aan 'aandeel hernieuwbare energie'.

⁵ Telt echter niet mee aan 'aandeel hernieuwbare energie'.

MOTION2040

Een samenwerking tussen Witteveen+Bos, DWA en Rebel

Energieconcepten	ERDH	Fossielvrij	Klimaatneutraal		Energie neutraal			BENG ¹
			emissiereductie van 100% (gebruikelijke definitie)	emissiereductie van 80% in 2050 (ongebruikelijke definitie)	EPC = 0 (gebruikelijke definitie)	jaarlijks energieverbruik is nul	jaarlijks energieverbruik incl. materiaalgebonden energieverbruik is nul	
Specifieke doelen Energiebehoefte, Primair fossiel en Aandeel hernieuwbaar	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Afhankelijk van bouwtype ¹

¹ Zie: <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/energieprestatie-beng/wettelijke-eisen>.

2.3 Duurzaamheid van Biomassa

Bijzondere aandacht verdient de definitie van de duurzaamheid van biomassa, omdat de duurzaamheid van het gebruik van biomassa voor het produceren van elektriciteit en warmte ter discussie staat¹. In afstemming met de ERDH projectgroep is vastgesteld dat de ERDH doelstelling ten aanzien van het gebruik van biomassa niet expliciet is. De gangbare regel is dan aan te sluiten bij de geldende wet en regelgeving. Dit betekent dat in het ERDH programma het gebruik van biomassa, of delen daarvan, niet categorisch uitgesloten wordt. Bij de nadere beoordeling van energieconcepten worden de nadelen van biomassa wel meegenomen in het beoordelingskader. Dit geldt dan specifiek voor de onzekerheid over de continuïteit van de regelgeving en beschikbaarheid en duurzaamheid van biomassa. Omdat de discussie over Biomassa uitgebreid en relevant is, hebben wij in de bijlage V de rol van biomassa en standpuntbepaling hierover meer in detail beschouwd.

¹ Zie bijvoorbeeld: Brief minister Kamp aan de Tweede Kamer d.d. 13-04-2017, betreft: Beantwoording vragen over bij- en meest ook van biomassa en de duurzaamheidscriteria van biomassa.

3

STAKEHOLDERANALYSE

3.1 Inleiding

De uitgevoerde stakeholderanalyse geeft inzicht in de invloed en belangen van de stakeholders in relatie tot de opgave van ERDH. De analyse is uitgevoerd in een workshop d.d. 9 mei 2017 met het projectteam van ERDH, diverse individuele stakeholdergesprekken en analyse van beleidsstukken.

In de analyse zijn stakeholders onderverdeeld in drie hoofdcategorieën:

1. Gebouweigenaren en gebruikers.
2. Marktpartijen.
3. Overheden.

Afhankelijk van de mate van invloed en belang is de positie van iedere stakeholder ingeschat in een handelingskader voor ERDH:

- 'Manage closely': veel invloed, veel belang;
- 'Keep satisfied': veel invloed, weinig belang;
- 'Keep informed': weinig invloed, veel belang;
- 'Minimal effort': weinig belang, weinig invloed.

Per categorie zijn alle afzonderlijke partijen voor zover het inzicht reikt, geïdentificeerd. Nadat de oplossingsrichtingen in de eerste fase van de adviesopdracht verkend zijn, zijn verdiepende gesprekken met de stakeholders gevoerd. In de bijlage VI is een compleet overzicht opgenomen van stakeholdergesprekken. In de bijlage VII is een overzicht van alle stakeholders opgenomen en in bijlage VIII zijn resultaten per stakeholder uitgewerkt.

3.2 Conclusies stakeholderanalyse

Op basis van de stakeholderanalyse en de mate van belang en invloed die wij daaruit kunnen afleiden, trekken wij de volgende tussentijdse, algemene conclusies per stakeholdercategorie:

- **Gebouweigenaren ('manage closely').**
Met name rondom de gebouwen die het RVB in haar portefeuille heeft, spelen complexe eigendomsverhoudingen en -verantwoordelijkheden richting contractpartijen en gebruikers. Naar aanleiding van gesprekken met de contractmanagers van het RVB, is besloten om DBFMO eigenaren in een latere fase te betrekken. De belangen van de gebouweigenaren zijn door DGGO vertegenwoordigd. Voor de volgende fase na de adviesopdracht betekent dit dat de eigenaren partijen zorgvuldig betrokken worden bij de strategiebepaling en besluitvorming. Een heel andere categorie stakeholders betreft de gebouweigenaren van vastgoed in het 'ERDH gebied'. Bij energieconcepten waarin samenwerking in een gebied tussen partijen belangrijk is, bijvoorbeeld omdat er een bepaalde schaal bereikt moet worden, hebben deze partijen een mogelijke sleutelpositie. Gedacht kan worden aan partijen als de provincie die met het provinciehuis mogelijk de oplossingsruimte voor ERDH energieconcepten kan vergroten. Deze gebruikers met hun gebouwen zijn overigens geïnventariseerd en weergegeven in de kansenkaart in hoofdstuk 4.

- **Gebruikers ('keep informed').**

De gebruikers van de gebouwen hebben voornamelijk weinig directe invloed op de keuzes van energiesystemen. Hieruit kan echter niet de conclusie getrokken worden dat de gebruikers onbelangrijke stakeholders zijn, integendeel. Gebruikers hebben een tamelijk grote rol in het reduceren van energiegebruik van de gebouwen door de wijze waarop zij het gebouw gebruiken. Door energiebewust gebruik van de gebouwen kan veel bespaard worden, de ruwe schattingen op basis van expert judgement lopen uiteen van 5% tot 15% op het totale energieverbruik. Voor deze besparing is wel de medewerking van de gebruikers nodig. Het is dus zeer denkbaar dat de gebruikers in de implementatie van de energieconcepten een belangrijke stakeholder worden. Daarnaast hebben gebruikers uiteraard hun invloed als 'klant' en kunnen zij ook een belangrijke rol vervullen bij het ontwikkelen van draagvlak voor de verduurzamingsaanpak van de (rijks)overheid.
- **Marktpartijen ('manage closely').**

Vanwege de fysieke verbinding van de energie-infrastructuur, zijn RVB en de gemeente Den Haag verbonden aan Eneco en Stedin. Eneco - en in iets mindere mate Stedin - zijn daarmee belangrijke stakeholders voor het vervolg; zij kunnen een grote rol spelen in de uitvoering van de energieconcepten. Hun rol kan echter ook kleiner worden, indien gekozen wordt voor decentrale oplossingen of als hun lange termijn verduurzamingstrategie geen aansluiting vindt bij de ERDH strategie.
- **Marktpartijen ('keep informed')**

In diverse energiemaatregelen (bijv. aanpassingen van installaties of energiebesparingsdiensten) kunnen diverse partijen voorzien. Er zijn verschillende aanbieders van deze energiemaatregelen of diensten. Op basis van de energieconcepten verricht Motion2040 marktonderzoek, de marktpartijen zelf worden als dat aan de orde is via algemene berichtgevingen geïnformeerd.
- **Overheid ('manage closely' / 'keep informed').**

Verschillende ministeries of andere overheidsdiensten zijn als gebouweigenaar betrokken bij ERDH. Daarnaast zijn vanuit beleid en uitvoering verschillende DG's betrokken. Deze DG's zijn reeds vertegenwoordigd in de stuurgroep van ERDH. De relatie met deze stakeholders kan variëren. Stakeholderissues kunnen bestaan uit afspraken over kostenverrekeningen, op dit moment is hier echter nog te weinig concreet inzicht in. Een andere afhankelijkheid kan gevormd gaan worden doordat de energieconcepten een gebiedsgerichte aanpak gaat vragen in plaats van de gebruikelijke aanpak op objectniveau. Voor een dergelijke omslag in aanpak en organisatie is nauwe samenwerking met de ministeries noodzakelijk en is een 'manage closely' benadering opportuun.

4

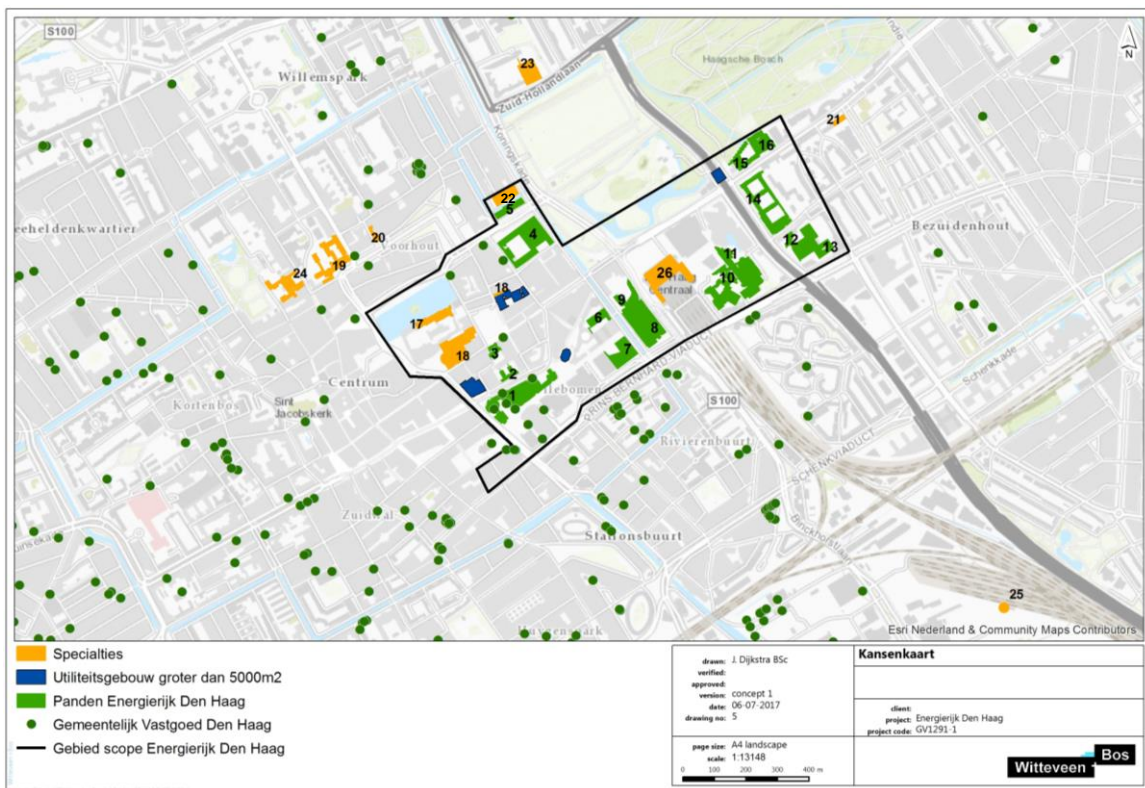
CONTEXTANALYSE

4.1 Inleiding

De contextanalyse gaat in op de eigenschappen van het gebied (§4.2), de omgeving (§4.3) en de beleidsmatige context (§4.4). Bovendien zijn, op basis van zowel de contextanalyse op gebieds- als omgevingsniveau, zogenaamde meekoppelkansen in kaart gebracht. Dit zijn doelen die mogelijk gerealiseerd kunnen worden die buiten de directe scope van de opdracht vallen. De verzamelde geografisch gekoppelde informatie is in een Geo-Informatie Systeem (GIS) vastgelegd. Dit betekent dat alle informatie is voorzien van geografische coördinaten, waardoor de verzamelde informatie in kaartlagen zichtbaar gemaakt kan worden.

4.2 Het gebied

Het gebied wordt bepaald door de scopekaart zoals bijgevoegd in de contractdocumenten van de uitvraag Adviesdiensten ERDH2.0.



Figuur 4.1 Kansenkaart ERDH2.0

In fase I van het onderzoek zijn meerdere kansen gesignaleerd waarop aangehaakt kan worden, zoals weergegeven in figuur 4.1. De gebouwen van ERDH (nr. 1 t/m 16) zijn groen weergegeven. Daarnaast zijn de volgende 'specialties' in kaart gebracht:

Hoge colleges van de staat:

17. De Eerste Kamer der Staten-Generaal (Binnenhof 21-23).
18. De Tweede Kamer der Staten-Generaal (Lange Houtstraat 1, Plein 2, Lange poten 4, Binnenhof).
19. De Raad van State (Kneuterdijk 22).
20. De Algemene Rekenkamer (Lange Voorhout 8).
21. De Nationale Ombudsman (Bezuidenhoutseweg 151).

22. Nationale politie.
23. Provinciehuis Zuid-Holland.
24. Koninklijk Huis.
25. ProRail rangeerterrein.
26. NS Station Den Haag Centraal.

Overig is op de kaart aangegeven:

- Utiliteitsgebouwen groter dan 5.000 m² BVO.
- Gemeentelijk vastgoed Den Haag.
- Het Centraal Station en het Binnenhof zijn daarbij ook groter dan 5.000 m² BVO.

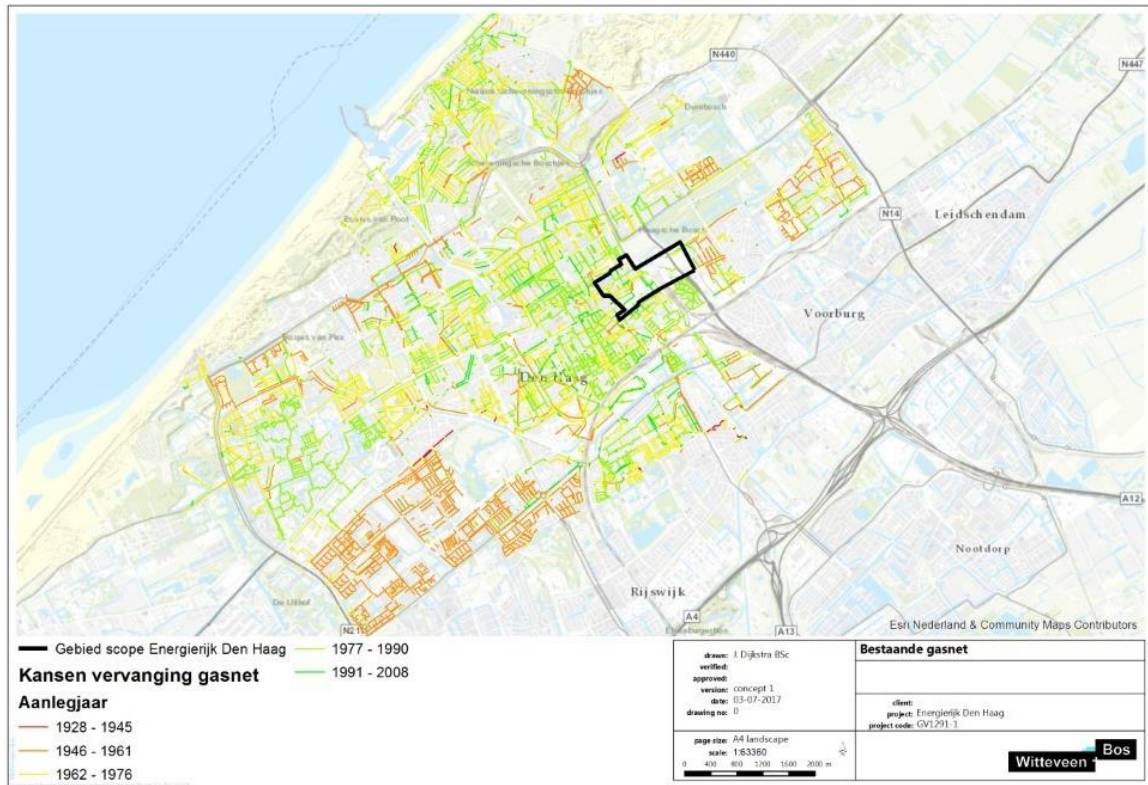
4.3 Gas, warmte en elektriciteitsinfrastructuur

Voor de analyse van de omgeving is overeenkomstig de uitvraag een straal van 10 km aangehouden. Daarbinnen is de gas-, warmte- en elektriciteitsinfrastructuur weergegeven en is de potentie van zon-, windenergie, WKO en geothermie onderzocht en in kaart gebracht.

4.3.1 Gasinfrastructuur Den Haag en vervangingsmomenten

In het gebied van ERDH is een uitgebreid gasnet aanwezig, waarvan een groot deel van de infrastructuur dateert van voor 1990. Voor het gasnet rond het ERDH gebied geldt dat het gasnet voor een groot deel ouder is dan 30 jaar. De levensduur van een nieuw gasnet is na 30 tot 40 jaar aan vervanging toe. De end-of-lifetime van deze bestaande gasinfrastructuur vormt een natuurlijk moment om het gebied van ERDH2.0 over te laten stappen op gasloze energievoorziening. Een groot van het gasnet wordt in de periode tot 2029 vervangen door netbeheerder Stedin¹. Het natuurlijk moment om het hele gebied los te koppelen van het gasnet kan voor dit deel van het gasnet te vroeg komen.

¹ <https://www.stedin.net/zakelijk/open-data/gasvervangingsdata/#gasvervangingskaart>

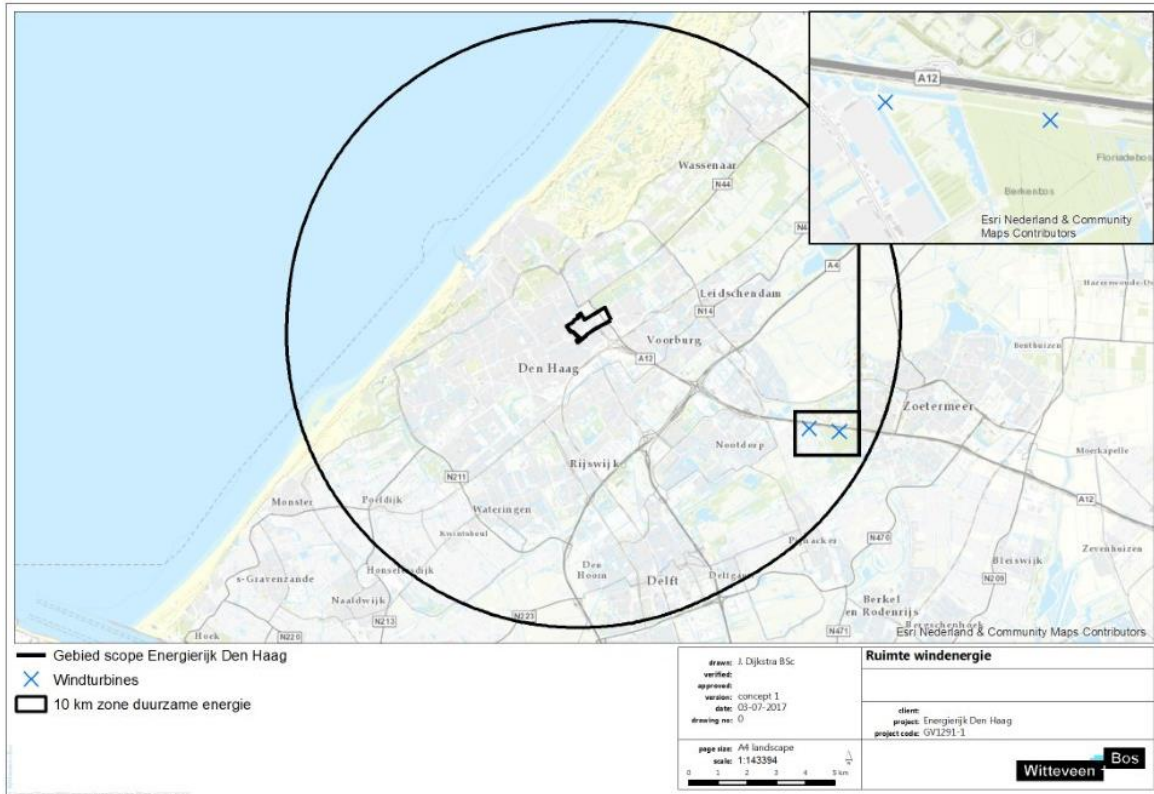


Figuur 4.2 Bestaande gasinfrastructuur Den Haag

4.3.2 Elektriciteit: beperkte opwekmogelijkheden

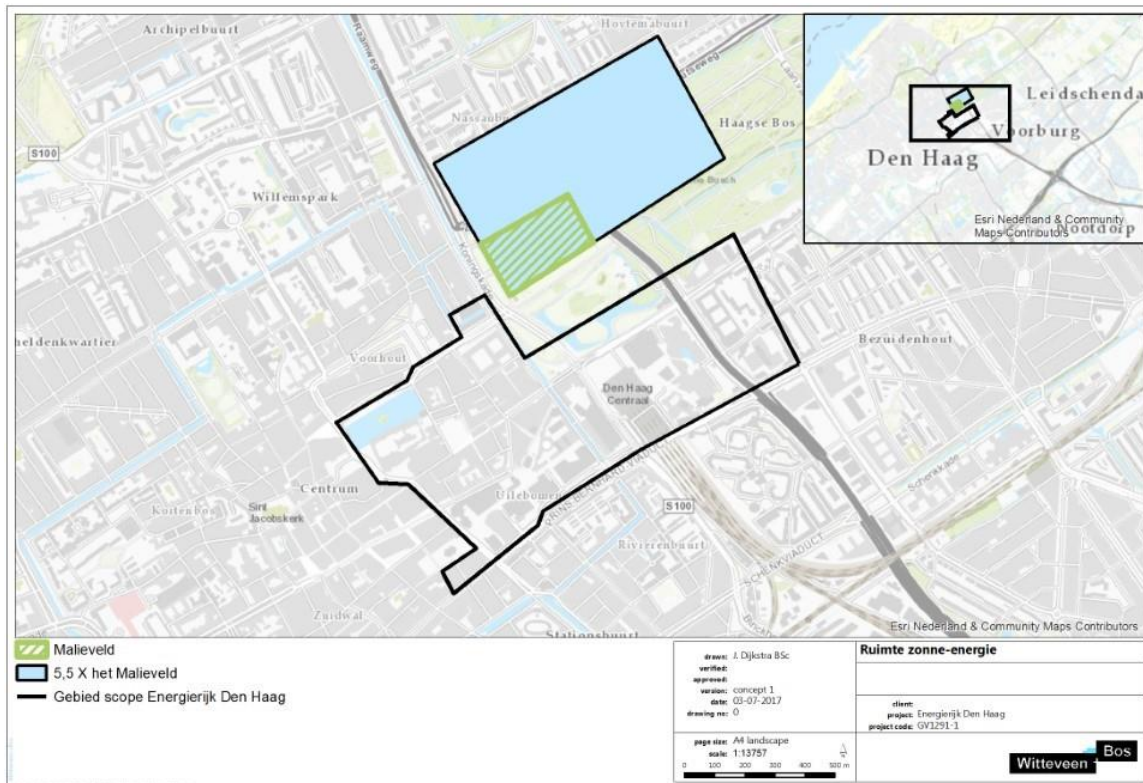
De mogelijkheden voor windenergie in de omgeving, binnen een straal van 10 km rondom het gebied van ERDH zijn beperkt. In het herziene ontwerp VRM en planMER van de provincie Zuid Holland¹ is binnen deze straal één locatie voor windenergie geïdentificeerd met ruimte voor twee windmolens. Deze windturbines zijn gelokaliseerd langs de A12 ter hoogte van het Balijbos, zie figuur 4.3. De windturbines hebben samen een capaciteit van 6 MW en kunnen daarmee de totale huidige elektriciteitsvraag van ERDH2.0 voor circa 17% invullen.

¹ Pondera Consult, H+N+S, Bureau Waardenburg, ROM3D, PlanMER partiële herziening VRM windenergie Zuid-Holland samenvatting, 14 februari 2017, in opdracht van provincie Zuid-Holland <https://www.zuid-holland.nl/publish/pages/15577/bijlage2-locatiesvoorwindenergieinontwerp-rrmv2.pdf>.



Figuur 4.3 Ruimte windenergie binnen 10 km zone

Wanneer wij aan de energievraag willen voldoen met zonne-energie, kunnen zonnepanelen op de daken van de ERDH gebouwen gerealiseerd worden. De resterende zonne-energie zou in het ERDH gebied, opgewekt kunnen worden. Hier is echter wel een groot oppervlak voor nodig, ongeveer 65% (!) van het ERDH gebied. Het is evident dat in het hoogstedelijke centrum van Den Haag maar een klein oppervlak binnen dit gebied geschikt is voor het opstellen van zonnepanelen.



Figuur 4.4 Benodigde ruimte om huidige energievraag met zonne-energie op te wekken

Andere opties zijn bijvoorbeeld het gebruiken van geluidsschermen langs wegen, op de daken van de gebouwen in de omgeving voor zonne-energie. In theorie kan hier het benodigde oppervlak gevonden worden. In de praktijk lijkt dit niet realistisch.

Ten eerste is het lastig om de eigenaren van gebouwen te overtuigen om hun dakoppervlak voor de opwekking van zonne-energie te kunnen gebruiken. Gebouweigenaren zien hier graag een financiële compensatie voor terug, wat de financiële haalbaarheid van zonne-energie verkleint. Ten tweede is niet al het dakoppervlak geschikt voor de plaatsing van zonnepanelen. Gebouwinstallaties, daklichten en atriums beperken het beschikbare dakoppervlak. Daarnaast dient het dak de juiste hellingshoek en oriëntatie te hebben om de zonne-instraling optimaal te kunnen gebruiken. Ten derde wordt de gebouweigenaar ontnomen van de mogelijkheid om zelf hernieuwbare energie op te wekken. Hierbij wordt potentie afgenomen om Den Haag klimaatneutraal te maken in 2040.

Geconcludeerd wordt dat de huidige energievraag elektra van ERDH niet geheel met zonne- en windenergie opgelost kan worden binnen een straal van 10 km.

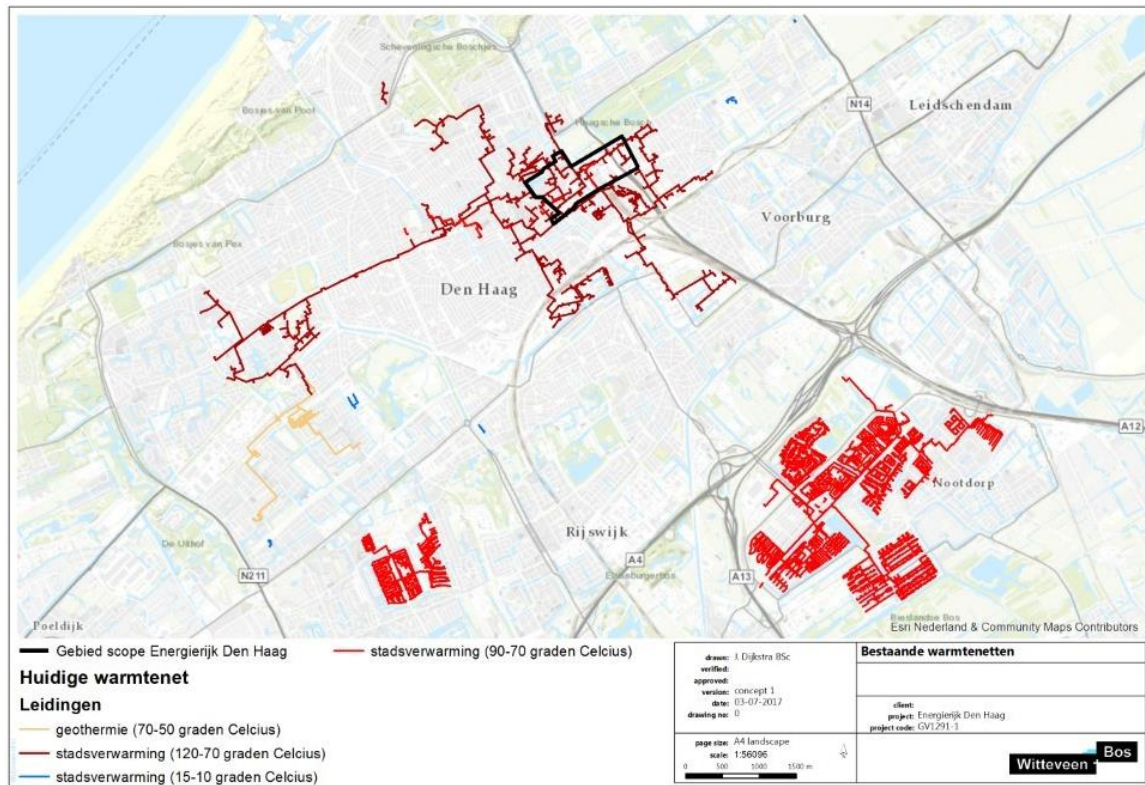
4.3.3 Warmte-infrastructuur en warmtebronnen Den Haag

In de bestaande situatie van Den Haag zijn meerdere warmtenetten aanwezig, zie figuur 5.4. De warmtenetten centrum Den Haag, Wateringse Veld en Ypenburg zijn het grootst en worden voor het merendeel gevoed met hoge temperatuur warmte uit de stoom- en gascentrale (STEG-centrale) van Uniper.

Omdat de gebouwen van ERDH2.0 volledig overlappen met het warmtenet centrum Den Haag, is het aansluiten op dit warmtenet een logische optie. De warmtebron moet daarbij wel verduurzaamd worden om aan de ERDH doelstelling van 100% fossielvrij energiegebruik in 2040 te kunnen voldoen. Dit is in lijn met de Warmtestrategie van de gemeente Den Haag¹, waarin de urgentie van het verduurzamen van de

¹ RIS 297287 Voorstel van het college inzake 'Op naar een duurzame warmtevoorziening in 2040' d.d. 30 juni 2017

warmtebron wordt benadrukt. In de warmtestrategie wordt beschreven welke maatregelen genomen moeten worden om het warmtenet te verduurzamen.



Figuur 4.5 Overzicht bestaande warmtenetten gemeente Den Haag

De warmtestrategie sluit daarbij aan op het rapport 'Scenario's voor de warmtetransitie van Den Haag' van CE-Delft¹ en de studie van DWA, Overmorgen en Virida naar de 'Investeringsstrategie bronnen en infrastructuur'², waarin geconcludeerd wordt dat alle mogelijke opties benut moeten worden om de doelstelling van de gemeente Den Haag, klimaatneutraal in 2040, te halen.

Geothermie

In beide studies^{1,2} en de Warmtestrategie wordt geothermie genoemd als een geschikte duurzame warmtebron voor warmtenetten. Daarnaast worden ook regionale warmteleidingen gezien als een kansrijke warmtebron. Voor het warmtenet centrum Den Haag, welke relevant is voor ERDH2.0, kan het belangrijk worden om de temperatuur van het warmtenet te verlagen van 120°C naar circa 70°C zodat het aansluiten van duurzame warmtebronnen met behulp van geothermie mogelijk gemaakt kan worden. De verlaging van het temperatuurniveau naar 70°C hangt samen met de temperatuur van het water dat uit de warmtebron omhoog gehaald kan worden en de specifieke geologische situatie in Den Haag.

Momenteel is in Den Haag één geothermische centrale gebouwd. De aardwarmtecentrale is in 2012 officieel geopend. Als gevolg van de financiële crisis en sterk achterblijvende bouw van nieuwe huizen (onvoldoende warmtevraag) is het project vervolgens failliet gegaan. HAL verwacht in 2017/2018 weer in bedrijf te gaan.³

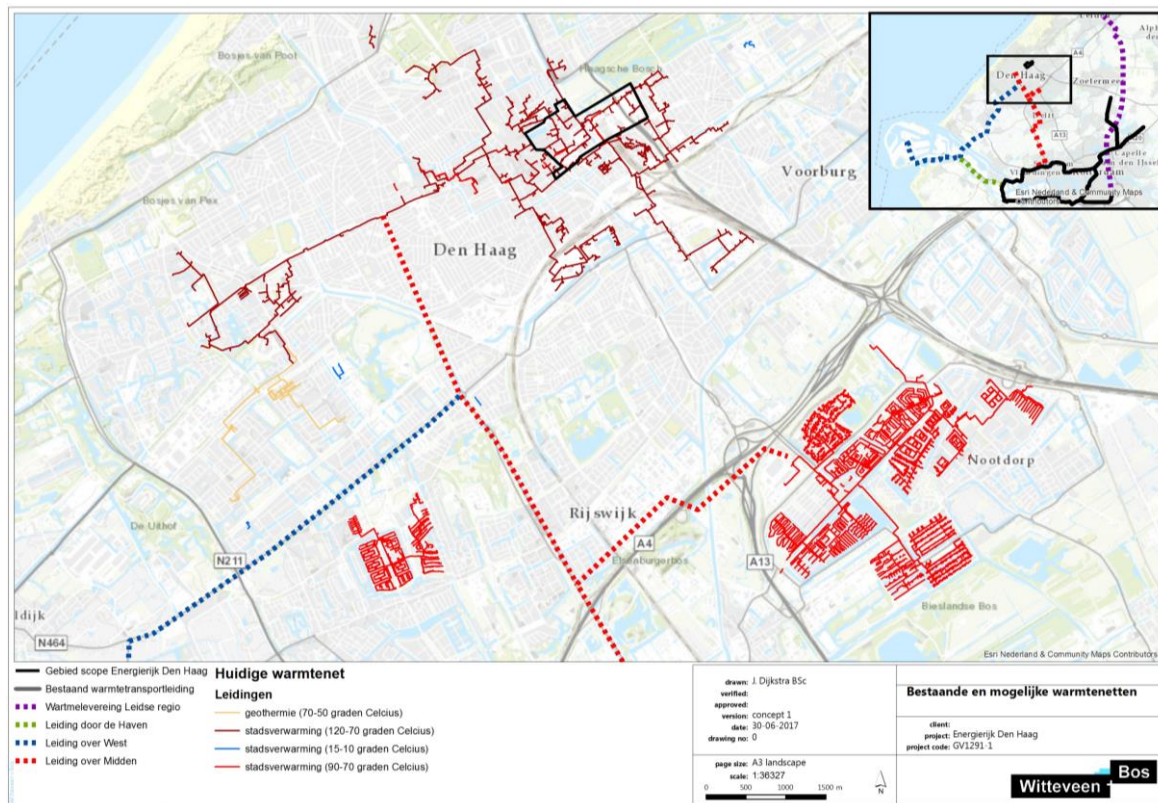
Het warmtenet dat gekoppeld is aan de geothermische bron in Den Haag is weergegeven in figuur 4,5 (in oranje) en is beperkt in omvang. In de Warmtestrategie¹ wordt gesteld dat de gemeente binnen vijf jaar drie nieuwe bronnen in gebruik wil nemen. Het rapport van DWA, Overmorgen en Virida² geeft aan dat Den

¹ CE-Delft, Scenario's voor de warmtetransitie in Den Haag, februari 2017.

² Overmorgen-Virida-DWA: Rapportage investeringsstrategie bronnen en infrastructuur, 15 juni 2014.

³ Geothermie Platform, Haagse aardwarmte Leyweg <https://www.geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/projecten-in-nederland/45-haagse-aardwarmte-leyweg>.

Haag Zuid West / Laakhaven, Scheveningen Houtrust en Rebecqueplein hier mogelijke locaties voor zijn. Deze locaties staan echter nog niet vast.



Figuur 4.6 Aansluiting mogelijke regionale warmtelijnen op bestaande lokale warmtenetten

Regionale warmteleidingen

Naast geothermie is verduurzaming van het warmtenet ook technisch mogelijk door aansluiting op regionale warmteleidingen. In de toekomst zullen steeds meer duurzame en hernieuwbare warmtebronnen op deze warmteleidingen aangesloten moeten worden. Met regionale warmteleidingen is het mogelijk om lokale, duurzaam geproduceerde warmte uit de omgeving te transporteren naar de stad. Behalve dat hiermee vraag en aanbod op elkaar afgestemd kan worden, wordt de druk op de ruimtelijke inpassing van geothermie in de stad verlicht. Bijkomend voordeel is dat een regionale warmteleiding een belangrijk rol spelen bij het tijdelijk opslaan van duurzame warmte.¹

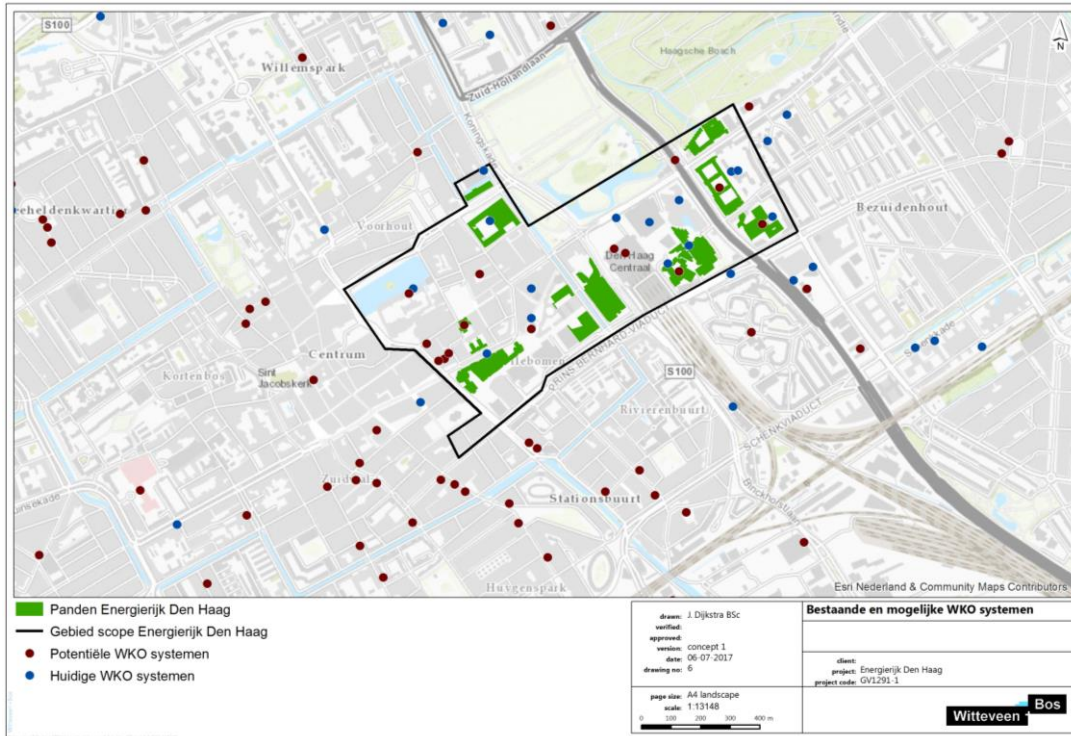
Er zijn nog geen regionale warmteleidingen gerealiseerd. Wel zijn er concrete ontwerpen van meerdere warmteleidingen. Figuur 4.6 laat zien hoe deze regionale warmteleidingen aangesloten zouden kunnen worden op de bestaande warmte infrastructuur in Den Haag. Oplossingsrichtingen die relevant zijn voor Den Haag zijn de Leiding over Midden en de Leiding over West.

De Leiding over Midden loopt van Rotterdam, via Delft naar Den Haag en beoogt in de warmtevraag van Delft, Schiedam, Vlaardingen, Midden Delfland, Rijswijk en Den Haag te voorzien. De leiding over West beoogt het Westland van warmte te voorzien. Het aansluiten van Den Haag wordt hierbij gezien als een langetermijnmogelijkheid tot optimalisatie. Het verduurzamen van de warmtenetten in Den Haag en in het bijzonder het warmtenet centrum Den Haag is reëel met het oog op de potentie van geothermie en regionale warmteleidingen in de omgeving.

¹ RIS 297287 Voorstel van het college inzake 'Op naar een duurzame warmtevoorziening in 2040' d.d. 30 juni 2017.

Warmte Koude Opslag

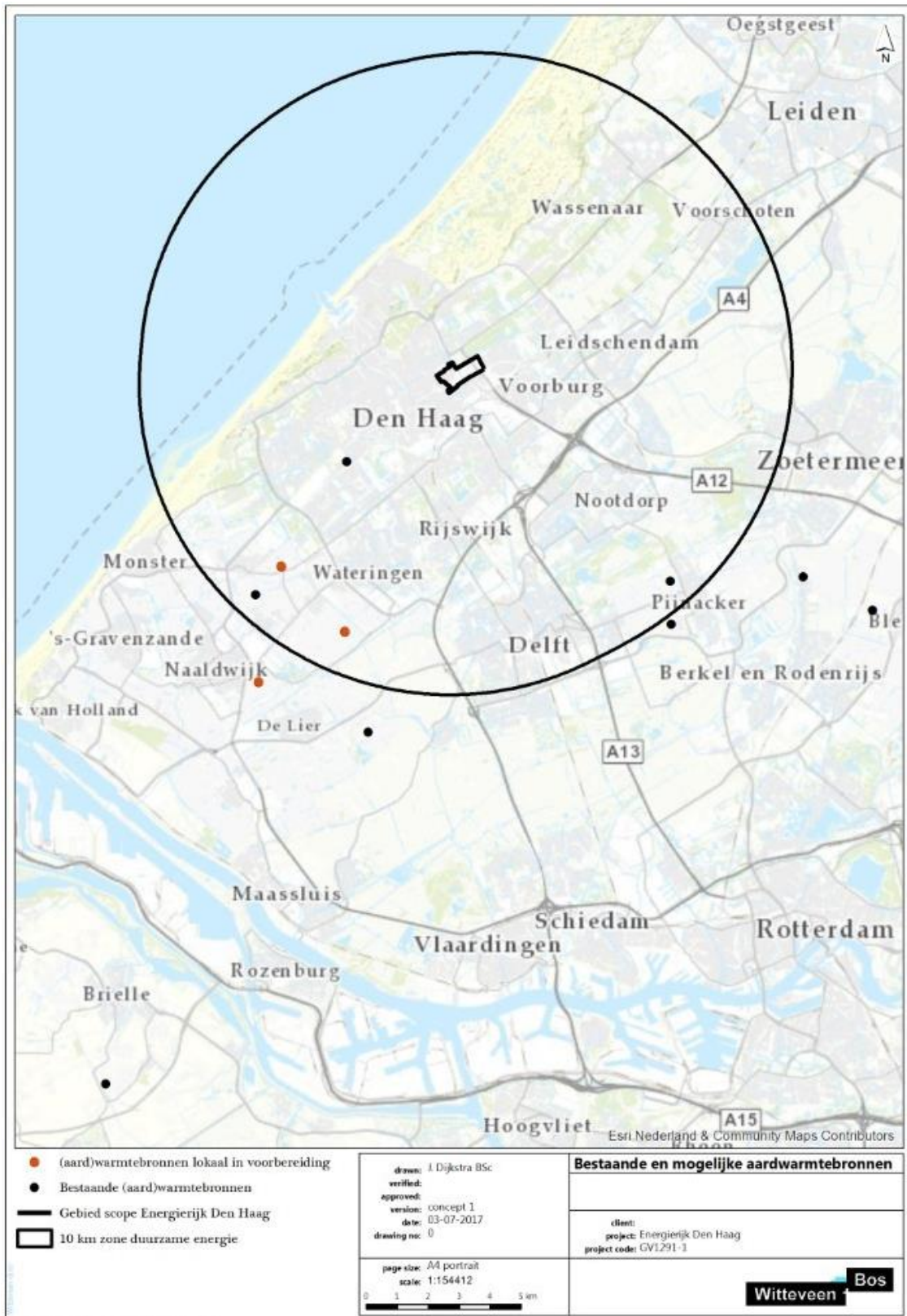
In tegenstelling tot geothermie, wordt Warmte Koude Opslag (WKO) in de Warmtestrategie¹ niet gezien als een geschikte duurzame maatregel voor het warmtenet centrum Den Haag omdat het temperatuurniveau te laag is. Een warmtenet met een lagere temperatuur vereist hoogwaardige isolatie en geschikte afgiftesystemen van de aangesloten gebouwen. Deze aanpassingen brengen extra investeringskosten met zich mee. Figuur 4.7 geeft het overzicht van huidige en potentiële WKO-systemen in Den Haag weer.



Figuur 4.7 Huidige en potentiële WKO-systemen Den Haag

Biomassa

Biomassa kan gebruikt worden voor het opwekken van warmte op een hoog temperatuurniveau. De gemeente Den Haag geeft in de Warmtestrategie¹ aan dat deze warmte nodig is voor de industrie en slechts beperkt of helemaal niet beschikbaar is voor het verwarmen van woningen. Daarbij wordt als eis gesteld dat biomassa lokaal beschikbaar moet zijn om vrachtverkeer te voorkomen. Hierdoor kan biomassa als warmtebron voor gebouwen slechts een beperkte capaciteit leveren.



Figuur 4.8 Bestaande en mogelijke aardwarmtebronnen rond Den Haag

4.4 Het energiebeleid

Het energiebeleid wordt gevormd door een samenstel van allerlei beleid op verschillende niveaus van internationaal (Europees) energiebeleid tot uiteindelijk lokaal beleid. Een uitgebreide analyse van al het relevante beleid is opgenomen in de bijlage IX.

4.5 Analyse raakvlakken beleid voor de opgave ERDH

In deze paragraaf worden de volgende raakvlakken tussen het geanalyseerde beleid en de opgave van ERDH behandeld:

- De gemeente Den Haag kiest duidelijk voor specifieke energieconcepten, het RVB volgt landelijk beleid.
- Het bestaande warmtenet en bestaande plannen voor uitbreiding worden gevoed met afvalverbranding, biomassa en restwarmte (grondstof versus brandstof).
- Vanuit de schaalgrootte worden bepaalde oplossingen mogelijk of beter betaalbaar.
- De provincie Zuid-Holland heeft scherpere doelen dan de gemeente Den Haag en het RVB.
- Er bestaat nog geen gezamenlijk inkoopbeleid tussen de gemeente Den Haag en het RVB.
- Afstandcriterium ten opzichte van 10 kilometergrens.

4.5.1 De gemeente Den Haag kiest specifieke energieconcepten

De gemeente Den Haag streeft met haar doelstelling in 2040 volledig klimaatneutraal te zijn. Om aan de toekomstige energievraag te kunnen voldoen moeten meerdere bronnen ingezet worden. Den Haag heeft een uitgesproken mening over de technieken die zij wel en niet wil inzetten:

Klimaatneutrale technieken:

- Wind, zon, biomassa geothermie en warme-koudeopslagprojecten in Den Haag.
- Duurzame elektriciteit.
- Groen gas.
- Restwarmte.
- Energie van fossiele brandstoffen waarbij CO₂ wordt afgevangen.
- Nog te ontwikkelen technieken.

Wel klimaatneutrale techniek, maar niet wenselijk:

- Compensatie van CO₂-uitstoot.
- Energie uit biomassa die niet voldoet aan duurzaamheidscriteria.
- Kernenergie.

Niet klimaatneutraal en dus niet wenselijk;

- Energie van fossiele brandstoffen zonder opvang van CO₂.
- Energie van fossiele brandstoffen die duurzaam is gemaakt met certificaten van andere projecten.

Het beleid van RVB komt voort uit het beleid van DG00 en volgt daarin landelijk beleid dat op dit moment nog niet zo specifiek is ten aanzien van bovenstaande keuzes. Aanvullende eisen zijn niet bekend bij Motion 2040.

4.5.2 Warmtenet gevoed met afvalverbranding, biomassa en restwarmte

Warmtenetten zijn voor verwarming en koken slechts één waardoor natuurlijke monopolies ontstaan. Er zal in de toekomst meer worden ingezet op warmtenetten. De trend naar verduurzaming van het warmteaanbod in grote collectieve warmtenetten zet door, get aandeel van afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) en biomassa hierin neemt toe. Vooral vanuit AVI's werden tussen 2013 en 2015 enkele nieuwe warmteleidingen gelegd naar grote bestaande warmtenetten.

Energiebronnen voor deze warmtenetten zijn nu geheel (restwarmte industrie of kolencentrales) of gedeeltelijk (AVI) fossiel gevoed. Biomassa wordt als duurzaam en een effectieve maatregel voor sturen op CO₂ gezien, maar gaat gepaard met andere nadelen. Voorlopig wordt aardgas het meest gebruikt om woningen te verwarmen. Maar door de toename van warmtelevering en de toepassing van elektrische warmtepompen zal het gebruik van gas naar verwachting dalen (ECN) van 93% naar 90% in 2020 en 85% in 2030. Hier staat tegenover dat het deel van de woningen aangesloten op een warmtenet zal stijgen van 4,5% in 2014 naar ruim 5 procent in 2020 en 6,5% in 2030. De grootste groei wordt verwacht door installatie van meer elektrische warmtepompen, die door de BENG-eisen na 2020 ook vaker toegepast zullen worden in de nieuwbouw¹.

Vanaf 1 januari 2017 moeten alle middelgrote stookinstallaties voldoen aan de uitstooteisen in het Activiteitenbesluit. De eisen gelden niet alleen voor nieuwe stookinstallaties maar ook voor de installaties die voor 1 april 2010 of tot 1 januari 2014 onder de NOx-emissiehandel vielen. Dit betekent dat installaties groter dan 15 MWth een vergunningsplicht hebben. Het gebruik van bio- en afvalverbranding voor warmtevoorziening in 2040 is afhankelijk van aanpassingen in het beleid. De plannen voor de toekomst gaan niet verder dan uitbreiding met biomassa en restwarmte. Duurzamere opties, noodzakelijk voor het doelbereid Energieneutraliteit in 2040, zijn nog niet voorzien.

Verduurzaming van de warmteinvoer van de warmtenetten is nodig. Een andere bron van warmte is geothermie. Aan deze oplossing zijn naast voordelen ook nadelen en risico's verbonden. Zo kan een bron na verloop van tijd uitgeput raken en kan er gas omhoog komen bij boringen. Daarnaast is er fysieke ruimte nodig voor de bron.

Hoe het gebruik van geothermie zich verhoudt tegenover andere duurzame energiebronnen zal bepaald moeten worden door de nadelen en risico's van de verschillende energiebronnen tegen elkaar uit te zetten. Gezien de complexiteit is het gebruik van geothermie op zeer korte termijn niet zonder meer haalbaar. Op termijn van een aantal jaren is het een potentiële duurzame warmtebron voor ERDH.

Onder meer binnen het Programmabureau Warmte Koude Zuid Holland en partijen als gemeente Amsterdam wordt ingezet op een open netstructuur om het in de toekomst mogelijk te maken dat warmtenetten door meerdere duurzame bronnen gevoed kunnen worden, om daarmee concurrentie op het net mogelijk te maken. Open warmtenetten ontwikkelen voor het uitwisselen van duurzame energie is nieuw. Vanwege de energietransitie van fossiele brandstoffen naar duurzame alternatieven is veel nieuwe infrastructuur nodig. Een open warmtenet biedt de mogelijkheden voor lokaal aangesloten producenten en consumenten om energie met elkaar uit te wisselen. Uit lokale netten kan zo een groot landelijk netwerk opgebouwd worden, ter vervanging van de huidige energie infrastructuur. Doordat het open net toegankelijk is voor zowel meerdere aanbieders als afnemers van warmte kan een warmtemarkt ontstaan die te vergelijken is met onze huidige gas- en elektriciteitsnetten.

Naarmate de omvang toe zal nemen, ontstaat meer ruimte op de markt. Omdat een warmtenet vraagt om grote investeringen met een verwacht laag rendement, is het onzeker of marktwerking op retailniveau voor iedereen mogelijk wordt. Investeerders in een warmtenet streven over het algemeen naar langjarige warmtecontracten, wat conflicteert met een versnellende marktwerking.

Daarnaast moet er aandacht besteed worden aan de benodigde verandering in wet- en regelgeving. De huidige warmtewet stelt dat het verboden is zonder vergunning warmte te leveren aan verbruikers. Dit geldt niet als de warmte geleverd wordt aan maximaal 10 verbruikers tegelijk, per jaar niet meer warmte wordt geleverd dan 10.000 gigajoules of als de leverancier en verhuurder of eigenaar is van het gebouw waar de warmte aan geleverd wordt. De warmteleveranciers van grootschalige warmtenetten zijn allen vergunningplichtig. Een klein deel van kleinschalige warmtenetten valt ook onder eigendom van vergunningplichtige bedrijven. Ook de partijen die vanwege een kleinschaligheid van hun warmtenet niet vergunningsplichtig zijn, worden gebonden aan een redelijke en maximale prijs.

¹ K. Schoots, M. Hekkenberg en P. Hammingh (2016), Nationale Energieverkenning 2016. ECN-O-16-035. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Daarnaast zal het nodig zijn afspraken te maken over het hoofdwarmtetransportnet, gemeenschappelijk beheer, regelingen voor in- en uitvoer en balanshandhaving, transportbeheer en regelingen voor transportcapaciteit etc.

Momenteel levert Eneco stadswarmte afkomstig uit de gasgestookte elektriciteitscentrale van Uniper, aan bijna 15.000 klanten in Den Haag. Het is het voornemen van Eneco¹ om met haar stadswarmtenet bij te blijven dragen aan de duurzame energietransitie in Den Haag, door bronnen te verduurzamen en de levering van warmte uit te breiden. Het verwarmen zonder aardgas zal een aanzienlijke bijdrage gaan leveren aan de Haagse ambitie van klimaatneutraliteit. Verdere verduurzaming van de warmtevoorziening kan volgens Eneco plaatsvinden door energiebesparingen, inzet van andere type warmtevoorzieningen dan een ketel op gas en het verduurzamen van de bronnen.

Voor verduurzaming is het nodig dat zowel lokale als regionale bronnen benut worden, waarbij warmtelevering buiten Den Haag, door de Leiding door het Midden (LdM), door Eneco op de korte termijn als het voornaamste alternatief wordt gezien. LdM is een verbinding tussen het Rijnmond gebied en Den Haag, met als doel een betrouwbare, duurzame en betaalbare warmtelevering aan Den Haag te kunnen voorzien. Eneco wil LdM gebruiken als aanjager voor de totale warmtetransitie, maar ziet het niet als de enige route van verduurzaming.

4.5.3 Heeft schaal zin?

Een belangrijke vraag binnen de opgave ERDH 2.0 is: heeft het zin om samen te werken met de diverse stakeholders, in een gebiedsgerichte aanpak? En zo ja, waar dient deze meerwaarde het belang van de diverse aangesloten partijen en het doel?

Binnen de opgave wordt zichtbaar dat het gezamenlijk oppakken van deze ontwikkeling tussen de gemeente Den Haag en het RVB van waarde is. Daarvoor bestaan de volgende argumenten:

1. Het Rijksvastgoed (en de scope van ERDH) betreft een belangrijk deel van de energievraag van Den Haag, die anderszins niet direct door de gemeente te beïnvloeden is. Het behouden van een kleine schaal zou potentie vernietigend kunnen werken.
2. Uiteindelijk moeten de gemeente en het RVB aan dezelfde klimaatdoelstellingen voldoen. Door nu overeenstemming achterwege te laten, bestaat een reële kans op suboptimale oplossingen. Wanneer bijvoorbeeld enkel ingezet wordt op het realiseren van geothermie, wordt de ondergrond onder de gebouwen onbenut, en is de potentie van geothermie niet meer bruikbaar voor de woningen van Den Haag. Dit leidt in de toekomst tot hoge kosten voor isolering of hoge-temperatuur bronnen voor de woningeigenaren. Daarom is het kosteneffectieve op het verduurzamen van energie collectief te organiseren, door dit stadsbreed in te zetten.
3. Vanuit de schaal worden bepaalde oplossingen mogelijk of beter betaalbaar. Een voorbeeld betreft het realiseren van geothermie, al dan niet in samenwerking met bestaande partijen in warmtelevering. Wanneer deze partijen een toekomstperspectief krijgen, zijn zij ook in staat bestaande middelen (warmtetransportleidingen, warmteketels) te gebruiken om dit kostenefficiënter mogelijk te maken. Een ander voorbeeld betreft inkoop; een grotere schaal geeft groter commitment van marktpartijen. CE Delft geeft ook aan dat de lokale verduurzaming van woningen een relatief hogere investering vraagt, dan wanneer je ruimte op het warmtenet overhoudt om dit collectief te organiseren.
4. Warmte-infrastructuur rendert beter bij een hogere dichtheid van aansluitingen. Daardoor dalen de investeringen, en is een complexere en efficiëntere regeling mogelijk. Bijvoorbeeld door onderling WKO's te koppelen, of een warmte-cascade over diverse gebouwen te bereiken. Het is echter belangrijk hierbij onderscheid te maken tussen warmte, koude en elektriciteit. Voor de opwekking van duurzame elektriciteit binnen de 10 km zone heb je te maken met schaarste van daken. Daarom is het in stadbelang om de ondergrond effectief te gebruiken.

¹ Roadmap stadswarmte regio Den Haag - Eneco.

4.5.4 De provincie Zuid-Holland heeft scherpere doelen dan Den Haag en het RVB

De provincie Zuid Holland heeft een scherper doel met betrekking tot CO₂ neutrale gebouwde omgeving ten opzichte van de gemeente Den Haag en het ERDH programma. De ambitie van de provincie is een CO₂-neutrale gebouwde omgeving in 2035 (ERDH: fossielvrij in 2040).

Een onderliggende vraag die bij de inschatting van de haalbaarheid van de provinciale doelstelling meegenomen moet worden is op welke wijze 'CO₂-neutraal' operationeel wordt gemaakt: is compensatie hierbij (bijvoorbeeld) toegestaan? Op dit moment is het echter nog niet nodig rekening te houden met de provincie Zuid-Holland, omdat zij nog geen partner zijn van ERDH 2.0. Mochten zij in een later stadium wel partner worden, dan is afstemming op de doelen noodzakelijk ('2035 CO₂ neutraal versus 2040 fossielvrij'). Maar eerder dan debateren over de jaartallen, is het verstandig werk te maken van implementatie.

4.5.5 Inkoopbeleid

Er is nog geen gemeenschappelijk inkoopbeleid tussen de gemeente Den Haag en het RVB. Het is van belang om de organisatievorm van de inkoop van de energieconcepten mee te nemen in het beoordelingskader. In het geval dat hier uit blijkt dat door centrale organisaties van het energieconcept in een ESCO of als onderdeel van een DBFMO, de haalbaarheid van de implementatie vergroot wordt, moet dat opgenomen worden in het implementatieplan.

Energy Service Companies (ESCO's) worden op gebouwniveau is een concept waarbinnen het geheel van gebouwinstallaties, soms inclusief isolerende maatregelen zoals schilmaatregelen in een dienstverleningsovereenkomst wordt gedaan waarbij de dienstverlener de ruimte krijgt om aanpassingen en verbeteringen aan te brengen die zich laten terugbetalen door een verlaagde energierekening. Design Build Finance Maintain Operate (DBFMO) kent in de contractering een vergelijkbare strekking (overnemen van de respectievelijke onderdelen, zodat de dienstverlener zelf de ruimte heeft te bepalen hoe het optimale resultaat wordt behaald) maar is veel breder van scope, want kan uiteindelijk over het gehele gebouw gaan waarvan de energiehuishouding slechts een onderdeel is. De toepassing van DBFMO is bij het RVB goed bekend.

Op dit moment is het inkoopbeleid versnipperd over de verschillende partijen (DH, RVB, DBFMO, contracthouders, en mogelijke overige partijen), met als resultaat dat de implementatie van het energieconcept niet zonder meer georganiseerd kan worden. Ook zal de afweging voor het inkoopbeleid niet alleen vanuit een technisch en financieel perspectief bepaald worden. De meerwaarde voor centrale inkoop moet duidelijk aanwezig zijn. De analyse op inkoopbeleid betreft daarom voornamelijk de randvoorwaarden, eisen en voorkeuren voor het al dan niet in eigendom en beheer ontwikkelen van de mogelijkheden van verduurzaming binnen de opgave ERDH 2.0.

4.5.6 Afstandscriterium en 10 kilometergrens

In de eerdere documentatie omtrent het programma Energierijk Den Haag komt regelmatig het onderwerp 10-kilometer grens naar voren. Deze grensbepaling ontstaat vanuit het NVN7125, waarin Energiemaatregelen op Gebiedsniveau (EMG) omschreven worden. Deze gebiedsmaatregelen kunnen onder deze norm berekend worden, en middels een equivalente berekeningen opwekkingsrendement wordt de meerwaarde van duurzame energielevering toegerekend aan een specifiek gebouw, te berekenen onder de NEN7120 Energieprestatie gebouwen. De NVN7125 wordt toegepast voor nieuwbouw (vanuit eis gelijktijdige ontwikkeling), en is daarmee niet randvoorwaardelijk voor ERDH.

In 2017 is de NVN7125 opgevolgd door de NEN7125. Hierin is de 10 km-eis niet meer aanwezig, samen met de eis van gelijktijdige ontwikkeling. De redenatie is deze bepalingen een beleidslijn betreffen, en geen norm. Voornemen van Ministerie van Binnenlandse Zaken (MinBZK) is om dit afstandscriterium en eis

gelijktijdige ontwikkeling later in een ministeriele regeling op te nemen. Daarmee zijn de eisen dus nog wel actueel, en dus ook opgenomen in studies als de Handreiking BENG (editie augustus 2017).

Met de doelstelling van ERDH, die in lijn ligt met de afspraken in het Energieakkoord, lopen RVB en de gemeente Den Haag vooruit op beleid met betrekking tot energiebesparing en verduurzaming in de gebouwde omgeving. Deze voortrekkersrol brengt mogelijk ook het risico met zich mee dat er komende jaren binnen EnergieRijk Den Haag maatregelen worden doorgevoerd die later niet blijken te passen in de op termijn geldende wet- en regelgeving. Om dit te voorkomen is vanuit het projectteam ERDH een gesprek georganiseerd met de directies/afdelingen van de ministeries die betrokken zijn bij de energietransitie. Onderwerp van gesprek is geweest de visie van de betrokkenen op de invulling van toekomstige wet- en regelgeving. Het gesprek heeft ertoe geleid dat wij binnen het project ERDH keuzes hebben kunnen maken die in lijn liggen met de visie van de beleidsmakers.

Doelstellingen ERDH spiegelen aan normen

Het hoofddoel van ERDH is dat in 2040 (of eerder) het totale energiegebruik van tenminste 16 overheidsgebouwen in het centrumgebied van Den Haag gereduceerd en fossielvrij is. Deze doelstelling is verder uitgewerkt in het Begrippenkader, Hoofdstuk 2.

Voor nieuwbouw wordt de vervanging van de EPC door de BENG-eisen (Bijna EnergieNeutrale Gebouwen) uitgewerkt, onder andere door het platform Zeer Energiezuinige Nieuwbouw (ZEN) en het Lente-akkoord. Het is de bedoeling dat de BENG voor nieuwbouw per 2021 van toepassing is. Voor bestaande bouw zijn er nog geen BENG-eisen opgesteld. De richting waarin de BENG voor bestaande bouw zich zal ontwikkelen en de eisen die ontwikkeld zullen worden, zijn nog niet bekend gemaakt. Energierijk Den Haag kan hierin een voorbeeldpositie vervullen.

De stappen die genomen worden binnen ERDH dragen bij aan de verder weg liggende doelstelling van een energieneutrale gebouwde omgeving in 2050. Gelijktijdig heeft ERDH tot doel een bijdrage te leveren aan de totale hoeveelheid opgewekte duurzame energie in Nederland. De doelstelling van ERDH overstijgt de voor de korte termijn vastgestelde doelstellingen voor de bestaande bouw (kantoren). Deze doelstellingen zijn:

1. Energielabel B voor rijkskantoren, landelijk is dit energielabel C (in werking per 1 januari 2023).
2. Gemiddeld energielabel A voor portefeuille overheidsgebouwen in 2030.
3. Voldoen aan regelgeving BENG nieuwbouw bij overheidsgebouwen vanaf 2019.
4. Voldoen aan regelgeving BENG nieuwbouw alle nieuwbouw in Nederland vanaf 2021.
5. Energielabel A bij renovatie van overheidsgebouwen is het uitgangspunt vanaf 2019.

Wanneer wij de huidige eisen BENG-eisen aan nieuwbouw spiegelen aan de situatie in Den Haag dan zien wij de volgende twee aspecten:

1. BENG nieuwbouw stelt eisen aan de energiebehoefte van het gebouw (warmtevraag, koudevraag en verlichtingsenergie). Voor bestaande bouw is het een uitdaging om deze energiebehoefte kosteneffectief substantieel te verlagen. Onduidelijk is tot hoever vraagbeperking vereist gaat worden in nieuwe wet- en regelgeving voor de bestaande bouw en daarmee ook voor de gebouwen die onderdeel uitmaken van ERDH. Op basis van recent gepubliceerde studies naar kostenoptimalisaties binnen BENG nieuwbouw is voor nieuwbouw wel stuurinformatie beschikbaar.
2. BENG stelt eisen aan het aandeel gebouwgebonden duurzame energieopwekking. Voor de gebouwen die onderdeel uitmaken van ERDH is het vrijwel niet mogelijk om daken te gebruiken voor zonnepanelen. Dit wordt grotendeels veroorzaakt door bouwvorm (hoogbouw heeft relatief weinig dakoppervlak) en door de hoge bebouwingsdichtheid met als gevolg relatief veel schaduwplekken. Gebouwgebonden duurzame elektriciteitsproductie is daardoor slechts voor een zeer beperkt aandeel mogelijk.

Mogelijkheden 10 km zone voor toerekening duurzame energieproductie buiten het gebouw

In de huidige bepalingmethoden is het toegestaan om duurzame energieopwekking binnen een straal van 10 km toe te rekenen aan het aandeel gebouwgebonden duurzame energieopwekking, voor nieuwbouw. Wij zien dat dit geen haalbaar handelingsperspectief oplevert in de hoogstedelijke omgeving en bij grotere kantoorcomplexen, en wel om de volgende redenen:

1. In een dichtbebouwd gebied is het aanzienlijk moeilijker om buiten het gebouw geschikte locaties te vinden om bijvoorbeeld PV-panelen of windmolens te plaatsen (zie ook de Contextanalyse hoofdstuk 4).

- In een dichtbebouwd gebied is meer vraag naar duurzame energieopwekking of ontsluiting van hernieuwbare energie omdat ook omliggende gebouwen (die geen onderdeel uitmaken van de ERDH-casus) op termijn moeten voldoen aan de eis met betrekking tot duurzame energieopwekking.

Er is met name in dichtbebouwde gebieden met relatief veel hoogbouw dus sprake van schaarste waardoor het realiseren van de doelstellingen binnen een begrenzing als de genoemde 10 km beperkt haalbaar is.

Hoe is dit vertaald binnen Energierijk Den Haag?

Wij maken binnen het ERDH-project een aanpak/methodiek hoe voor bestaande kantoorgebouwen met als kenmerk 'hoogbouw in een dichtbebouwd gebied' het verduurzamen van de elektriciteitsvraag kan worden ingevuld. Deze aanpak moet bij voorkeur generiek zijn zodat deze ook voor andere typen kantoorgebouwen in andere omgevingen toegepast kan worden. In deze aanpak/methodiek maken wij onderscheid tussen geografische niveaus/afstanden waarop de duurzame elektraproductie gerealiseerd moet worden (gebouw, gebied, wijk, stad/gemeente, provincie, land). Hierbij werken wij dus vanuit het gebouw en gaan vervolgens naar buiten tot aan de landgrens. Hierbij laten wij dus de 10 km-grens geen onderdeel uitmaken van de afweging. Wanneer toekomstige bepalingen BENG of EPC-berekeningen bestaande omgeving doorvertaald worden met instandhouding van de 10 km-grens, bestaat het risico dat de duurzame energieopwekking (deels) buiten deze grens komt te liggen en dus niet of slechts beperkt meetelt in de energielabels van de gebouwen.

Aanpak op het afstandscriterium

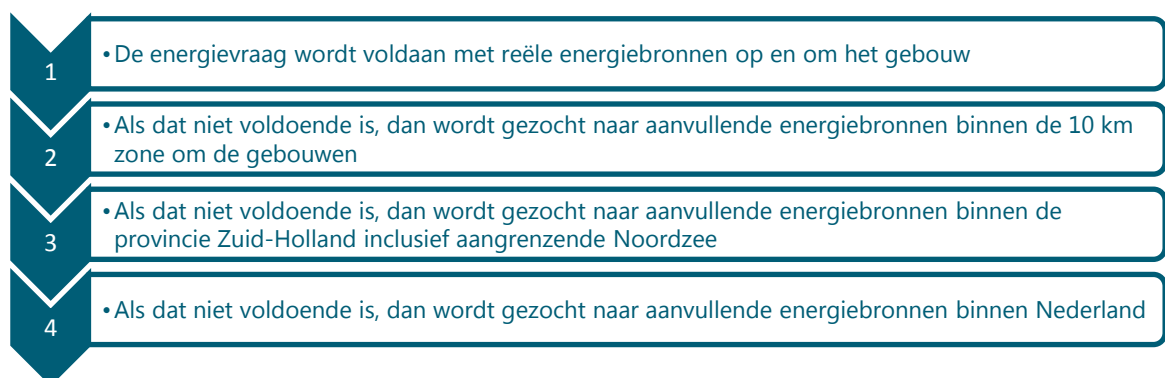
Het afstandscriterium creëert een logische en natuurlijke relatie tussen energieopwekking en -afname, en voorkomt daarmee onder meer dat beheerders van distributienetwerken voor hoge lasten komen te staan. Omdat landelijk gezien de doelstellingen Energieneutraal gehaald moeten gaan worden, kan het energievraagstuk van de binnenstedelijke omgeving maar beperkt naar andere locaties doorgelegd worden.

Een voorbeeld van het toepassen voor de inkoop van elektriciteit wordt aangeleverd door de gemeente Den Haag. Op 26 april 2017 is de Tender 'Inkoop Elektriciteit voor de gemeente Den Haag 2019-2023 (optioneel 2024-2033)' gepubliceerd, met daarin een richtlijn voor de opwekafstand van duurzame energie, die (in concept) ook herbruikbaar is voor Energierijk Den Haag.

Tabel 4.1 Afstandscriterium vanuit tender gemeente Den Haag

Antwoordmogelijkheid	Percentage opwek	Maximale score
Binnen gemeente grenzen Den Haag	xx %	100
Windpark 'Hollandse Kust Zuid'	xx %	75
Provincie Zuid-Holland inclusief aangrenzende Noordzee	xx %	50
Nederland (=eis)	xx %	0

De aanpak voor Energierijk Den Haag is daarmee als volgt:



Figuur 4.9 Aanpak Energierijk Den Haag

Onder reële energiebronnen wordt verstaan energiebronnen die technisch haalbaar, inpasbaar en redelijkerwijs financieerbaar zijn. Dit wordt gestuurd door het beoordelingskader en is uiteindelijk te beoordelen door de opdrachtgever.

4.6 Conclusies contextanalyse

Een belangrijke conclusie uit de inventarisatie van het energiebeleid is dat het huidige Nationale en Europese beleid in Nederland niet tot een geleidelijke transitie gaat leiden. Dit maakt juist een forse versnelling in het transitie tempo na 2030 noodzakelijk, wat resulteert in een korte omslagperiode om de energietransitie te kunnen realiseren. Het effect van de versnelling na 2030 op bijvoorbeeld marktcapaciteit en prijsvorming is niet nader onderzocht.

Aangezien de doelstellingen van ERDH voorlopen op huidig wet- en regelgeving, komen uit de beleidsinventarisatie geen beperkingen naar voren voor de energieconcepten die Motion2040 voor ogen heeft.

ERDH streeft naar een fossielvrij energiegebruik van de gebouwen in 2040. De opeenvolging van stappen zoals gehanteerd wordt in de Nieuwe Stappenstrategie van de Trias Energetica sluit aan bij het Europese en Nationale beleid om eerst de energievraag te beperken, vervolgens reststromen her te gebruiken en tenslotte hernieuwbare energie op te wekken om aan de energievraag te kunnen voldoen.

Deze strategie leidt tot terugdringing van CO₂-emissies, maar ook tot verlaging van woon- en bedrijfslasten en vergroting van werkgelegenheid in de bouw-, technologie- en installatie sector en aanpalende sectoren.

Uit de Contextanalyse op gebieds- en omgevingsniveau blijkt dat de ruimte voor hernieuwbare energieopwekking in en rond de stad schaars is. Om de huidige elektriciteitsvraag van ERDH2.0 volledig in te kunnen vullen met zonne- of windenergie, is in totaal een oppervlak 500.000 m² zonnepanelen nodig, of circa 11 windturbines van 3 MW. Uit de Contextanalyse blijkt dat de ruimte in en rond Den Haag voor de opwekking van hernieuwbare energie schaars is.

De gebouwen aansluiten op het warmtenet, voor zover deze nog niet waren aangesloten, is een mogelijkheid om de warmtevraag van gebouwen te organiseren. De warmtebron van het warmtenet Den Haag centrum moet daarbij wel verduurzaamd worden om aan de ERDH doelstelling van 100% fossielvrij energiegebruik in 2040 te kunnen voldoen.

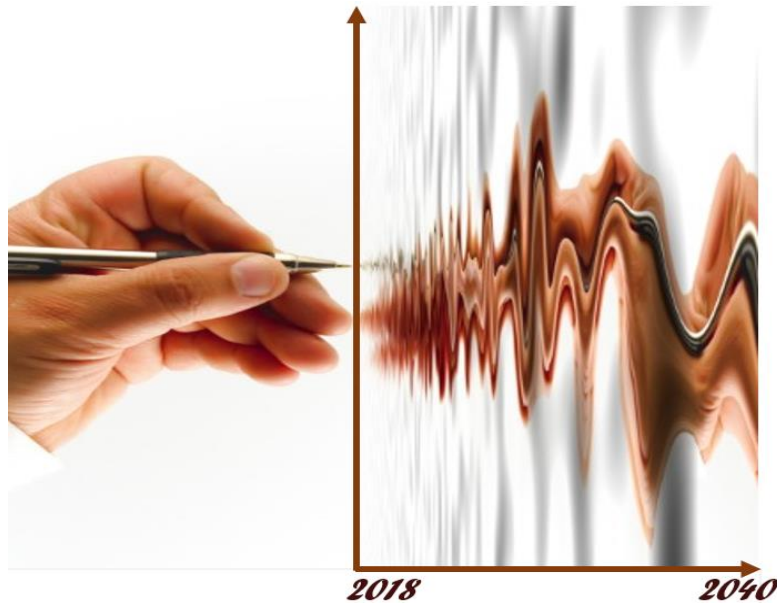
Ondanks dat de 10 km-grens niet van toepassing is op ERDH, is het van belang om de energievraag zoveel mogelijk lokaal op te lossen zodat de kostbare ruimte beschikbaar blijft voor ander (later startende) initiatieven om Den Haag energieneutraal te maken in 2040. Daarnaast dienen transportverliezen zo veel als mogelijk voorkomen te worden.

Overige conclusies:

- De gemeente Den Haag kiest duidelijk voor bepaalde energieconcepten, het RVB volgt landelijk beleid.
- Het bestaande warmtenet en bestaande plannen voor uitbreiding worden gevoed met afvalverbranding, biomassa en restwarmte (grondstof versus brandstof).
- Vanuit de schaalgrootte worden bepaalde oplossingen mogelijk of beter betaalbaar.
- De provincie Zuid-Holland heeft scherpere doelen dan de gemeente Den Haag en het RVB.
- Er bestaat nog geen gezamenlijk inkoopbeleid tussen de gemeente Den Haag en het RVB.
- Het is niet zeker of geothermie autonoom door de markt tot ontwikkeling zal komen.
- Het afstandcriterium is van belang en dient nader uitgewerkt te worden.

5

TRENDANALYSE



5.1 Inleiding

Met deze trendanalyse brengen wij de meest kenmerkende ontwikkelingen in kaart binnen het domein van de energietransitie tussen nu en 2040. Wij willen inzicht krijgen in welke ontwikkelingen een impact kunnen hebben op ERDH en dus mogelijk van invloed zijn op het (al dan niet en in welke vorm) behalen van de doelstelling van EnergieRijk Den Haag. Daarmee brengen wij dus een duidelijke focus aan voor deze analyse. Daar binnen richten wij ons wel op een breed scala aan aspecten, die zowel technisch, organisatorisch, economisch als politiek van aard kunnen zijn.

Toekomstige trends en ontwikkelingen zijn in alle gevallen gekenmerkt door onzekerheid. Dat maakt de trendanalyse en de resultaten voor een deel ook subjectief. In de aanpak die wij voor deze trendanalyse hebben ontwikkeld, hebben wij daar rekening mee gehouden door experts van buiten te betrekken en feedback op zowel inhoud als methodiek te vragen vanuit uiteenlopende disciplines. Deze methodiek wordt in de volgende paragraaf verder uitgewerkt. Toch zullen de uitkomsten van de trendanalyse in het licht van deze onzekerheid moeten worden gezien. De trendanalyse is daarmee deels richtinggevend en kan wijzen op de risico's (en lock-ins) van bepaalde scenario's.

Deze trendanalyse is toegespitst op de doelstelling voor ERDH, dat is nodig om focus aan te kunnen brengen en toch tot heldere inzichten te komen. Dat kan betekenen dat sommige ontwikkelingen in deze niet uitgebreid aan bod komen, omdat deze niet direct of zeer beperkt van belang zijn voor EnergieRijk Den Haag. Wij willen in deze analyse de meest relevante ontwikkelingen in kaart brengen, die een impact kunnen hebben op het al dan niet behalen van de doelstelling, of zaken identificeren die een impact hebben op hoe de doelstelling gehaald kan worden.

Nederland is in de wereld een klein land, en vele ontwikkelingen die voor ERDH van belang zijn, zijn ingegeven door of een direct voortvloeisel van internationale ontwikkelingen. Denk daarbij aan de

ontwikkeling van de energieprijzen (die sterk samenhangt met de ontwikkelingen internationale oliemarkt), maar ook klimaatdoelen kunnen daartoe behoren. Wij proberen wel telkens tijdens de analyse de link te leggen naar de betekenis van een trend voor het vraagstuk van ERDH.

De verantwoording van de trendanalyse is opgenomen in de bijlage X.

5.2 Samenvatting trends

In deze paragraaf geven wij eerst kort de gevonden trends weer met de belangrijkste conclusies per trend (subparagraaf 5.2.1). Vervolgens beschrijven wij de overall conclusies van de trendanalyse op een hoger niveau (subparagraaf 5.2.2). Voor de volledige beschrijving van de trends en de conclusies verwijzen wij in alle gevallen naar het document in de bijlage XI.

5.2.1 Trends en conclusies per trend

Onderstaande tabel 5.1 geeft de trends en de conclusies weer. De bijhorende nummering in de linker kolom correspondeert met de nummering in het uitgebreide document in de bijlage XI en dient ertoe om nadere verdieping voor de geïnteresseerde lezer te vergemakkelijken.

Tabel 5.1 Conclusie relevantie trends voor ERDH

Nr.	Trend	Conclusie met betrekking tot relevantie ERDH
1.1	Rendementsverbeteringen Zonne-energie voor elektriciteitsproductie	Deze trend is relevant op korte termijn; omdat significante verbeteringen op korte en middellange termijn niet te verwachten zijn zal PV op korte termijn en waar mogelijk direct geïmplementeerd moeten worden.
1.1	Rendementsverbeteringen Windenergie voor elektriciteitsproductie: relevant op korte termijn en niet lokaal beschikbaar (dus op afstand)	De potentie van wind op lokale schaal is uiterst beperkt vanwege de stedelijke context, daarin is geen verandering te verwachten. Wind kan relevant worden in (met name) de duurzame elektriciteitsvoorziening indien het 10 km criterium komt te vervallen.
1.2	Verbetering energiebesparingstechnieken in de bouw;	Er is geen of beperkte technische reden om te wachten met investeringen in energiebesparende maatregelen tot er betere concepten op de markt zullen komen.
1.3	Ontwikkeling geothermiebronnen voor hoogtemperatuurwarmte	Geothermie lijkt een goed element in de toekomstige energievoorziening in voornamelijk stedelijk omgevingen zoals het centrum van Den Haag, zeker om in een behoefte naar hoogtemperatuurwarmte te voorzien. Gezien de complexiteit zullen gesprekken en voorbereidende werkzaamheden hierover op korte termijn kunnen beginnen.
1.4	Elektrificatie van onze energievraag, netverzwaring noodzakelijk	Dit wordt een relevant thema op middellange termijn, zeker indien wordt toegewerkt naar verdere elektrificatie. Er zal aandacht nodig zijn voor afstemming van de plannen van de ERDH-plannen met netbeheerder.
1.5	Productie van groen gas in de toekomst	De potentie voor groen gas voor warmtevoorziening in verstedelijkt gebied zoals Den Haag zien wij als beperkt, vanwege de beperkte productievolumes en de grote vraag in dergelijke gebieden. Eventueel zou overwogen kunnen worden groen gas beperkt in te zetten als transitiebrandstof en dan gericht op gebouwen die niet op een andere manier van warmte kunnen worden voorzien.
1.6	Waardering van de duurzaamheid van	Een afhankelijkheid van biomassa voor de energievoorziening vormt een risico in het behalen van de doelstelling richting 2040, vanwege de discussie omtrent de

Nr.	Trend	Conclusie met betrekking tot relevantie ERDH
	biomassaverbranding voor hoogtemperatuurwarmte	duurzaamheid ervan. Aan te raden is om geen sterke afhankelijkheid van biomassaverbranding aan te gaan en voor zover dit nodig is, dit te doen vanuit een tijdelijk transitie perspectief. Voor afvalverbranding ligt dit mogelijk wat genuanceerder, maar ook daar is op lange termijn een wijziging in de duurzaamheidswaardering ervan waarschijnlijk.
1.7	Vooruitgang technieken elektriciteitsopslag	Bij gebruik van 100% duurzame energie kan decentrale opslag relevant worden. Daarbij stuurt de overheid erop aan dat netonbalans deels decentraal opgevangen moet worden. ERDH zal dus aandacht moeten hebben voor energieopslag in de vorm van warmte of elektriciteit. Gezien de kosten en volwassenheid van de techniek is dit te verwachten op de middellange tot langere termijn.
1.8	De ontwikkeling van de perceptie over 'duurzaamheid inkopen': groene stroom, groene warmte en de eisen die hieraan gesteld worden: Relevant op korte en middellange termijn; rekening houden met de mate waarin de productie lokaal plaats vindt.	Als organisatie met een publieke en voorbeeldfunctie, is een beperking tot groen inkopen middels certificaten waarschijnlijk onvoldoende. Om duurzame opwek middels een inkoopprogramma echt te stimuleren, zou geïnvesteerd moeten worden in of eisen worden gesteld aan het lokale karakter van de groen ingekochte stroom.
1.9	Schaarste van materialen benodigd voor duurzame energieproductie: Beperkt relevant voor de doelstelling, hiervoor kunnen criteria worden opgenomen in aanbestedingen.	Hoewel dit een groot maatschappelijk vraagstuk is, is de onmiddellijke impact op de doelstelling van ERDH laag. ERDH zou bijvoorbeeld vanuit haar maatschappelijke rol eisen moeten stellen aan circulariteit.
1.10	Ontwikkelingen in duur en temperatuur van warmte-opslag	Vanwege in ontwikkeling zijnde technieken is het advies om de ontwikkelingen nauwgezet te volgen en mee te nemen als mogelijke toekomstig te nemen maatregelen.
1.11	Ontwikkelingen in WKO-bronnen	Voor veel gebouwen zal elektrificatie van de energievraag een logische weg zijn naar verduurzaming, WKO-bronnen zijn hierbij vaak de bron. Professionalisering van de sector zal het risico van deze technieken verlagen.
2.1	Meer en kleinere spelers op de energiemarkt	Per energietechniek zal een andere dynamiek van aanbieders zijn. Daar kan gebruik van worden gemaakt en biedt inkoopkansen, maar ook operationele risico's in verband met onervarenheid van deze nieuwe spelers.
2.2	Uitrol nieuwe organisatievormen (ESCO's): relevant op korte termijn	ESCO's kunnen een deel van de opgave van ERDH uit handen nemen. Aangezien schaalgrootte vaak een voorwaarde is voor ESCO's, kan een ESCO bij ERDH kansrijk zijn.
2.3	Transitie naar vrije energieproductie – open netten: middellange tot lange termijn, ontwikkelingen hieromtrent volgen	Indien de discussie over open warmtenetten daadwerkelijk tot open warmtenetten zou leiden, dan zou dat een versnelling kunnen betekenen voor een op een warmtenet gebaseerde oplossing, omdat dit voor partijen (die zowel een warmte-als een koude-overschot hebben) financieel aantrekkelijker zou kunnen zijn.
2.4	Lokaliteit – benut lokale mogelijkheden van energie-opwek	Voor ERDH geldt dat lokaliteit een wezenlijk element moet worden in de ontwikkeling van een nieuw energiesysteem. Dit geldt zowel in de ontwerpfase als in de aanbestedings- en exploitatiefase.

Nr.	Trend	Conclusie met betrekking tot relevantie ERDH
3.1	Groeiende bewustwording en strengere regelgeving/handhaving door overheden voor verduurzaming gebouwde omgeving	Sturende en eisen-stellende wetgeving (waaraan voldaan moet worden) is en wordt momenteel ingevoerd en dit zal zich naar verwachting doorzetten.
3.2	Koersveranderingen in klimaatbeleid door politieke instabiliteit	Op de herzieningsmomenten kan het politiek draagvlak zijn afgenomen om de gebouwen fossielvrij te maken, het maken van afspraken die dergelijke momenten overstijgen houdt de doelstellingen beter in beeld.
3.3	Aanscherpingen van nationaal en internationaal klimaatbeleid	Dit is relevant op middellange en lange termijn, advies is de ontwikkelingen te blijven volgen en in de uitvoering rekening houden met aanscherping van (internationaal) beleid zodat het risico op additionele maatregelen en/of desinvesteringen beperkt kan worden.
4.1	Energiebesparing in de bestaande bouw	<p>Energiebesparing is en blijft relevant, mede door wetgeving gedreven. In enkele gevallen kan dit zeer kostbaar zijn. Het kan een overweging zijn om maatregelen maar deels door te voeren (alleen goed betaalbare) in afwachting van (prijs-)ontwikkeling op de markt, of om slecht presterende gebouwen af te stoten om energieneutraal te worden. Voor dit laatste is geen of zeer beperkte (maatschappelijke) acceptatie te verwachten.</p> <p>Het creëren van leermomenten en -ervaringen wordt als erg belangrijk gezien in de verdere implementatie en acceptatie van maatregelen. Hiervoor zou een monitorings- en kennisstructuur opgezet moeten worden.</p>
5.1	Energieprijsontwikkeling: beperkt relevant voor de opgave	Over het algemeen is de impact van (fluctuerende) prijsontwikkelingen voor ERDH beperkt, omdat de overheid reeds langjarig voor gunstige tarieven inkoop. Gunstige verwachtingen in de prijsontwikkelingen kunnen wel de interesse van marktpartijen wekken om (mede) te investeren, wat bijvoorbeeld speelt voor ESCO's/ PPS-constructies.
5.2	Naar een Circulaire Economie: een doorlopende lage relevante voor de opgave, criteria ten aanzien van hernieuwbaarheid kunnen worden opgenomen in aanbestedingen	De relevantie voor het behalen van de doelstelling is relatief beperkt. ERDH kan vanuit de maatschappelijke positie sturend handelen in het versnellen van deze maatschappelijke transitie door in aanbestedingen meer waarde te hechten aan producten en/of diensten die hogere scores op circulariteit.
5.3	Kostenontwikkeling warmtepompen: korte en middellange termijn, kostendalingen voorzien, waardoor mogelijk het opvangen van piekvraag op termijn eenvoudiger geoptimaliseerd kan worden.	Een kostendaling voor warmtepompen kan leiden tot een hogere mate van elektrificatie. Dit heeft aandacht voor afstemming over de beschikbare capaciteit van het elektriciteitsnet i.v.m. mogelijke netverzwaring en mogelijke verzwaring van de elektriciteitsaansluiting voor gebouwen zelf en eventueel aanpassing van het gebouw-interne elektriciteitsnet.
5.4	Kostenontwikkeling bestaande techniek: Elektriciteit uit Wind en Zon: beperkt relevant voor de opgave	In lijn met het rapport van ECN / Ecofys concluderen wij dat windenergie de meest kosteneffectieve manier is om (hernieuwbare) elektriciteit te produceren, in ieder geval gedurende de eerste implementatieperiode van 7 jaar. Zonne-energie is wel met een inhaalslag bezig, maar het is onze inschatting dat het niet zal lonen om te wachten met investeringen op efficiëntere PV-panelen, omdat dit naar verwachting een geleidelijke ontwikkeling zal zijn.

5.2.2 Conclusies trendanalyse

De trendanalyse kent een aantal terugkerende elementen en elementen die sturend zijn voor het adviesrapport. Deze belangrijkste conclusies vatten wij hieronder samen:

- Het aanbod van duurzame energie zal rond 2040 schaars blijven, er zijn geen revolutionaire ontwikkelingen te verwachten die het schaarste probleem gaan oplossen. De verwachting is daarmee dat de oplossing gevonden moet worden in de mix van verschillende bronnen en systemen. Door deze min of meer geleidelijke weg, kan ERDH reeds op korte termijn inspelen op een verdergaande professionalisering van duurzame energiesystemen zoals geothermie en warmte-koudeopslag.
- Lokaliteit (afstand en relatie tussen bron, opwekker en gebruiker) wordt een wezenlijk element in de ontwikkeling van een nieuw energiesysteem. Dit geldt zowel in de ontwerpfase als in de aanbestedings- en exploitatiefase.
- Warmte op basis van afvalverbranding, (eerste generatie) biomassastromen en restwarmte wordt in 2040 (waarschijnlijk) slechter of niet gewaardeerd als duurzaam. Het is daarmee aan te raden om een keuze voor biomassa vooral te doen vanuit een transitieperspectief. Bij een keuze voor biomassa zal aandacht moeten zijn voor de inzetbaarheid van de aan te leggen infrastructuur na de periode waarin biomassa wordt toegepast.
- Wetgeving is in de toekomst een belangrijke driver voor verdere verduurzaming van gebouwen en onze energievoorziening: normen worden strenger. Vanuit dit perspectief is er daarmee een risico om te sturen op maatregelen die voldoen aan het wettelijke minimum.
- 'No regret'-maatregelen worden gevonden in de aanleg van bijvoorbeeld gebouwgebonden PV-panelen (waar mogelijk) en basis-isolatiemaatregelen. Deze zullen in elke uit te werken variant beschouwd moeten worden.

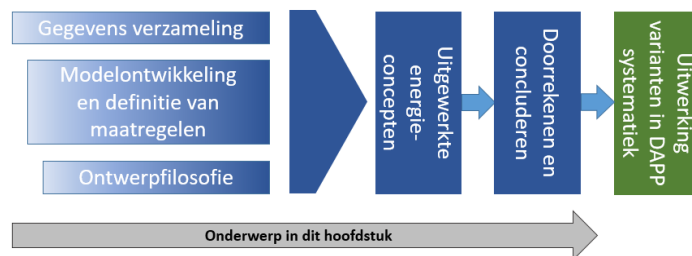
6

ENERGIECONCEPTEN

6.1 Inleiding

Een veelheid van maatregelen kan uitgevoerd worden om de energievoorziening van het ERDH-gebied te verduurzamen. Maar op welke manier moeten deze worden gecombineerd om het doel te behalen op een logische en efficiënte manier en wat is daarvan het effect? In dit hoofdstuk komt dit onderwerp aan bod, waarbij wij uiteindelijk toe werken naar een aantal varianten. Deze varianten worden in hoofdstuk 7 uitgezet in de tijd. De gevoeligheidsanalyse op deze transitiepaden wordt in hoofdstuk 8 toegelicht. In hoofdstuk 9 vind de beoordeling van deze varianten plaats om te komen tot een voorkeursvariant.

In paragraaf 6.2 geven wij eerst een beschrijving van de gedachtegang achter het model, alvorens wij in paragraaf 6.3 in gaan op de gegevensverzameling en de belangrijkste kenmerken van de gebouwen. Daarna lichten wij in paragraaf 6.4 onze ontwerpfilosofie toe om tot energieconcepten te komen. De energieconcepten bestaan uit concrete maatregelen. Deze maatregelen beschrijven wij in paragraaf 6.5. In paragraaf 6.5 bouwen wij vanuit de maatregelen energieconcepten. Deze energieconcepten vormen ook de invulling voor de vier uitgevraagde varianten die wij vervolgens in paragraaf 6.6 doorrekenen. In deze paragraaf beschrijven wij ook het rekenmodel dat wij gebruiken om deze concepten door te rekenen. In aanvulling op de vier gevraagde varianten zetten wij onze flexibele, repliceerbare aanpak in en rekenen wij op hoofdlijnen twee aanvullende varianten door. Daarmee geven wij ERDH een completer inzicht in de te maken afwegingen. De varianten worden vervolgens in hoofdstuk 7 verder uitgewerkt. Om deze koppeling helder te maken wordt de invulling van de varianten kort beschreven. Na de doorrekening van de varianten willen wij inzicht hebben in de kosten van een concept en de mate waarin de duurzaamheidsdoelstelling wordt gehaald.



Figuur 6.1: schematische procesweergave doorrekening energieconcepten

6.2 Rekenmodel: een strategisch afwegingsmodel

Deze paragraaf geeft een algemene inleiding op het doel en de basisprincipes van het rekenmodel. De uitgangspunten worden verderop toegelicht.

Het rekenmodel is erop gericht om voor een cluster van gebouwen (ERDH) een aantal duurzame energiescenario's door te rekenen. Het perspectief ligt daarbij op de gebouwen van ERDH. Het doel daarbij is om een goede kwantitatief onderbouwde keuze te kunnen maken voor een duurzaam energieconcept. Van de gebouwen zijn basale inputgegevens nodig om deze te kunnen doorrekenen. Deze gegevens hebben betrekking op het huidige energieverbruik (bijv. kWh per jaar) en een beeld van de huidige energievoorziening. Zonder een helder beeld van deze twee elementen is doorrekening weinig zinvol en kan deze zelfs een vertroebelend effect op de uitkomsten hebben.

Voor de gebouwen wordt de energievraag in kaart gebracht, en wij kunnen enkele maatregelen, die wij in dit hoofdstuk zullen toelichten, doorrekenen op hun effecten. Vervolgens kunnen wij modelleren hoe wij deze energievraag die vanuit de gebouwen ontstaat kunnen invullen, bijvoorbeeld met een warmtenet, PV-panelen, duurzame inkoop, etc. Het model brengt zo voor een aantal varianten belangrijke parameters in kaart: meerinvesteringen, de netto contante waarde voor een bepaald maatregelenpakket, de reductie van de energievraag is en de CO₂-besparing. De effecten en kosten van maatregelen worden op een relatieve manier¹ berekend, zodat het model eenvoudig schaalbaar is.

Met meerinvestering wordt hier bedoeld: de investeringen die je moet doen om de maatregel te implementeren op de voorziene vervangingsmomenten, bovenop wat voorzien was om te investeren om de historische prestatie in stand te houden. Niet opgenomen zijn transactiekosten (m.n. contractering en projectmanagement) en eventuele aanvullende engineering. Hoe wij omgaan met meerkosten, maken wij duidelijk aan de hand van een voorbeeld, van een voorbeeldgebouw dat nu een eigen WKO-systeem heeft en dat over gaat op een WKO-net.

Voorbeeld: Een WKO-bronnensysteem vereist ongeveer eens in de 15 jaar groot onderhoud. Dan kunnen bijvoorbeeld pijpen en pompen aan vervanging toe zijn. Modelmatig geldt dan de volgende logica. Als dit gebouw zou worden aangesloten op een WKO-net, dan heeft het zijn eigen WKO-systeem niet meer nodig. De kosten voor groot onderhoud, hoeven dan niet te worden gemaakt en die ziet het model als minderkosten. Deze zijn gebaseerd op kentallen. Vervolgens moet dit voorbeeldgebouw kosten maken om een aansluiting op het WKO-net te realiseren. Deze kosten zijn in de regel lager dan de kosten voor groot onderhoud. Hiermee resulteert dit voorbeeld in een minderinvestering voor het voorbeeldgebouw, hoewel er natuurlijk zeker wel maatregelen getroffen moeten worden. Naast deze (in dit geval) minderinvesteringen, gaat dit voorbeeldgebouw een hogere prijs voor koude en/of warmte betalen doordat deze nu extern moet worden ingekocht. In deze hogere prijs zitten (op hoofdlijnen uitgewerkt volgens het niet meer dan anders principe) de kosten voor onderhoud aan de bronnen door een derde partij verwerkt, maar geen winstopslag².

Deze hogere exploitatiekosten zien wij niet terug in het meerinvesteringenoverzicht, maar deze komen wel terug in de NCW-berekening. Daarom is het verstandig de meerinvesteringen altijd in relatie tot de NCW te bezien.

Daarnaast wordt uit het voorbeeld direct duidelijk dat wij meerkosten berekenen zonder uit te hoeven gaan van een gedetailleerde basisinvesteringsplanning. Dat betekent dat wij de berekeningen kunnen maken zonder deze gegevens te hebben (en de onbetrouwbaarheid die die gegevens met zich mee kunnen brengen). Maar het houdt ook in dat het model geen absoluut investeringsniveau berekent, maar alleen meerkosten en verschillen ten opzichte van een verondersteld instandhoudingsscenario.

6.3 Informatievergaring en gebouwkenmerken

In de eerste fase hebben wij gegevens verzameld van de gebouwen. Hieronder volgt een beknopte beschrijving van de wijze van informatievergaring, dat in bijlage XIII in meer detail is uitgewerkt:

1. Inventarisatie informatiebehoefte: het in kaart brengen van de beschikbare informatie, de benodigde informatie en de te vergaren informatie.
2. Schriftelijke informatie-uitvraag bij gebouwspecialisten.
3. Gebouwbezoek: er is veel inzet geweest om zoveel mogelijk van de gebouwen te bezoeken, met als hoofddoel informatie te vergaren over met name de huidige energievoorziening van het gebouw.
4. Informatie Eneco: het gaat hier om informatie met betrekking tot gebiedsvoorzieningen (zoals aanwezige WKO-bronnen) de warmteverbruiken van de stadsverwarming.

¹ Hierbij werken wij bijvoorbeeld met ene procentuele verbetering van het energieverbruik, of een kostprijs van maatregelen o.b.v. een m²-prijs.

² Winstopslagen horen bij de vraag 'wie gaat welk deel van de energievoorziening exploiteren?'. Deze vraag wordt met dit model nog niet beantwoord. Daarover wordt in het implementatieplan meer gemeld.

Bevindingen gebouwbezoeken en gebouwkenmerken

De informatie en de inzichten die zijn verkregen tijdens de gebouwbezoeken zijn voor zover mogelijk gebruikt voor het opzetten en uitwerken van het rekenmodel en zal voor een deel ook gebruikt worden om een verdere strategie vorm te geven. Een aantal bevindingen delen wij hieronder:

- Voor de meeste gebouwen ligt het energiegebruik in lijn met wat men op voorhand zou mogen verwachten.
- Veel gebouwen maken in hoofdzaak gebruik van dezelfde energiesystemen, waarbij het veelal gaat om stadverwarming al dan niet in combinatie met een WP. Aardgas wordt beperkt gebruikt.
- In de meeste gevallen was er bij het RVB, de onderhoudspartij of de gebouweigenaar zeer beperkt zicht op het energieverbruik van het gebouw. Bij het Stadhuis was dit inzicht wel aanwezig.
- Uit de bezoeken en gesprekken die wij hebben gevoerd kwam naar voren dat er veel verbetering mogelijk is door slimmer met de gebouwen om te gaan; *smart buildings*. In dit geval betekent dit concreet een (betere) monitoring van het energieverbruik, en – in het verlengde daarvan – door het beter inregelen van installaties en coaching van gebruikers.
- Er zijn in vrijwel alle RVB-gebouwen veel verschillende partijen betrokken bij het beheren, onderhouden en in operatie houden van de energiesystemen. De wijze waarop dit bovendien is georganiseerd verschilt ook sterk per gebouw.
- Na de praktijkinspectie blijken de mogelijkheden voor het plaatsen van PV-panelen tegen te vallen, wat volgt uit de beperkte hoeveelheid beschikbaar dakoppervlak;
- Het blijkt dat er veel aandacht nodig is om de WKO-systemen goed te laten functioneren. Deze systemen zijn relatief complex en er is kennis en ervaring nodig om deze goed te laten functioneren. In een aantal gevallen is er geen duidelijke verantwoordelijke om dit te doen.
- Er is soms sprake van complexe fysieke situaties m.b.t. toekomstige vervanging van installatie-onderdelen, dit uit zich met name in een slechte bereikbaarheid van ruimtes met technische installaties. Dit is bijvoorbeeld het geval voor LBK's en koelmachines in de Hoftoren en voor LBK's Parnassusplein. Deze zijn moeilijk uit hun technische ruimtes te halen of moeilijk bereikbaar in geval van vervanging van onderdelen.

In onderstaande tabel zijn de belangrijkste gebouwkenmerken weergegeven, het gaat daarbij om de totalen van enkele belangrijke parameters. In bijlage XV is het totaaloverzicht van de 16 gebouwen verder uitgewerkt met per gebouw de installatiekenmerken.

Tabel 6.1 Samenvatting belangrijke gebouwkenmerken

Onderdeel	Eenheid	Totaal	Gemiddeld per m ²
Ventilatiehoeveelheid	M ³ /h	2.977.913	5,70 m ³ /h per m ²
Verwarmingsvermogen	MW	36	68 W/m ²
Warmtevraag	GJ	124.093	66 kWh/m ²
Koelvermogen	MW	27	52 W/m ²
Koudevraag	GJ	36.567	19 kWh/m ²
Elektraverbruik	MWh	51.590	99 kWh/m ²

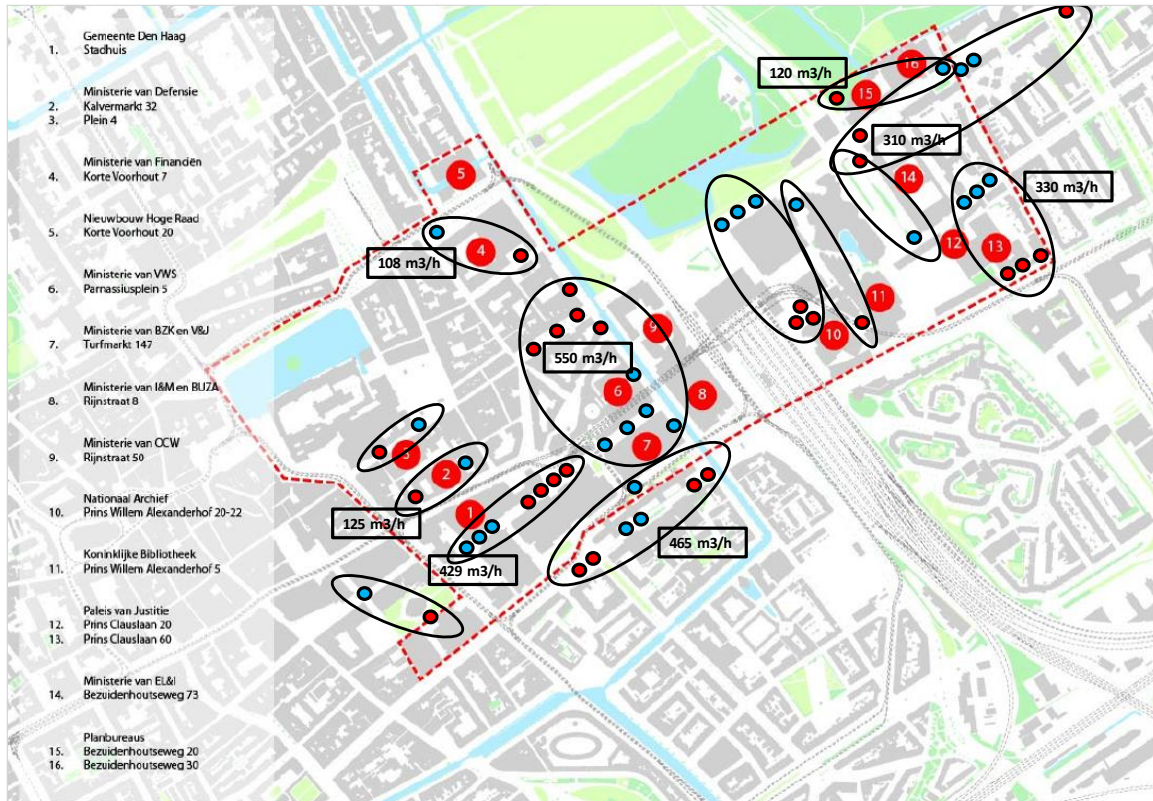
WKO-systemen in het gebied

In het gebied is een groot aantal WKO-bronnen gerealiseerd. In onderstaande figuur zijn de systemen weergegeven. Voor de WKO-bronnen die onderdeel uitmaken van ERDH, zijn de debieten weergegeven. Duidelijk is dat het voor een aantal gebouwen waar nu nog geen WKO toegepast wordt, het praktisch onmogelijk is om nog eigen bronnen te realiseren.

Dit geldt met name voor de volgende gebouwen:

- Hoftoren (9).
- Nationaal Archief (10).
- Koninklijke Bibliotheek (11).
- Bezuidenhoutseweg 20, DJI (15).

Bij het bepalen van de gebiedsmaatregelen gaan wij verder in op de mogelijkheden om deze gebouwen toch op WKO aan te sluiten.



Figuur 6.2 Overzicht bestaande WKO-systemen (blauw = koudebron, rood is warmebron)

6.4 Ontwerphilosofie energieconcepten

Voordat wij ingaan op hoe de energieconcepten tot stand komen, geven wij eerst de definitie van wat wij als energieconcept zien.

6.4.1 Definitie energieconcept

Een energieconcept geeft een schematisch en conceptmatig overzicht van hoe de energievoorziening van een gebouw of gebied eruit ziet. Het geeft een samenhangend geheel van energiemaatregelen die in de totale energiebehoefte van een gebouw of gebied voorzien, maar wel op hoofdlijnen. Energieconcepten gaan over energie besparen, energie opwekken, energie-afgifte en energie distribueren. Een energieconcept is nodig om in een vroeg stadium van een ontwerp- of bouwproces de energievoorziening van een gebouw of gebied door te kunnen rekenen, waardoor het mogelijk wordt om verschillende concepten met elkaar te vergelijken. Het geeft inzicht in zaken als de omvang van de energievraag (dus de hoeveelheid, bijvoorbeeld in kWh), de aard van de energievraag (bijvoorbeeld: is er vraag naar elektriciteit, warmte, gas), de manier waarop in de energievraag wordt voorzien (bijvoorbeeld door warmtepompen, gasketels, PV, of inkoop).

Met de grote hoeveelheid aan maatregelen die mogelijk zijn, is het de vraag hoe wij komen tot een overzichtelijk aantal zinnige energieconcepten. Deze paragraaf geeft onze ontwerpfilosofie weer, die wij hanteren om tot energieconcepten te komen die invulling geven aan een zestal varianten (A t/m F). Een energieconcept staat daarmee op hoofdlijnen vast, maar kan in principe te allen tijde op onderdelen aangepast worden.

6.4.2 Van Trias Energetica naar Trias Territoria

Een bekende en geaccepteerde manier van kijken naar een energie voorziening is de Trias Energetica. Deze geeft een prioritering aan van maatregelen op de volgende manier:

1. Beperk het energieverbruik;
2. Gebruik energie uit hernieuwbare bronnen;
3. Gebruik eindige energiebronnen zo efficiënt mogelijk.

Voor het vraagstuk binnen ERDH moet deze aanpak op twee punten aangevuld worden. In de eerste plaats sluit de Trias Energetica fossiele energie niet uit, terwijl dat bij ERDH wel de doelstelling is. In de tweede plaats gaat de Trias Energetica niet in op wáár de energie wordt opgewekt. Zoals in deze studie is gebleken, is duurzame energie vooral een verdelingsvraagstuk. Vanuit deze gedachte is het wenselijk om de lokale mogelijkheden die er zijn zoveel mogelijk te benutten. Wij hanteren daarom een aangepaste filosofie, die naar ons idee uitstekend replicerbaar is naar andere omgevingen en gebouwen, beter aansluit bij de huidige ontwerppraktijk en op een bestendige manier invulling geeft aan de energietransitie. Deze aanpak benadert de ontwerpaanpak via drie gebieden het heet daarom de 'Trias Territoria'.

De Trias Territoria (TT) is een driestappenaanpak, die als doel heeft om gewogen tot een ontwerp voor een energievoorziening te komen. De aanpak volgt drie stappen die wij allereerst hieronder nader zullen uitwerken.

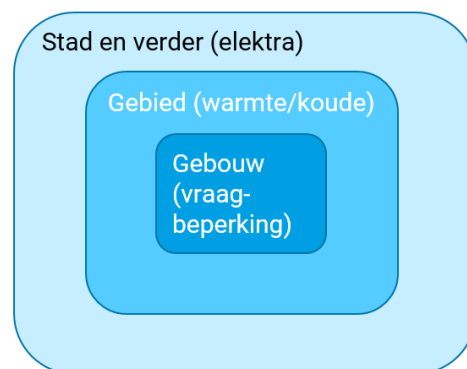
1. **Vraagbeperking op gebouwniveau.**
2. **Duurzame energie betrekken uit het gebied.**
3. **Inkoop van groene energie.**

Wij lichten deze stappen hieronder nader toe en werken daarbij tevens toe naar de concrete casus van ERDH.

Ad 1) Vraagbeperking op gebouwniveau

Werk aan het beperken van de energievraag van een gebouw, door maatregelen op gebouwniveau:

- a. *Schilverbeteringen*: isolatie en bouwkundige verbeteringen
- b. *Installatieverbeteringen*: energie besparen door verbeteringen in hardware, bijvoorbeeld: warmteterugwinning, verlichting en verlichtingsregelingen, etc.
- c. *Slimme sturing en regelingen*: energie besparen door installaties beter in te regelen en aan te sturen;
- d. *Good housekeeping*: vermindering van gebruikersgerelateerde energievraag middels gedragsbeïnvloeding;
- e. *Opslag*: Individuele lokale opslag/WKO per gebouw;
- f. *Gebouwbonden duurzame-energie-opwekking*, zoals PV-panelen.



Figuur 6.3 De 3 niveaus van duurzame energievoorziening

Ad 2) Duurzame energie betrekken uit het gebied

Gebied – resterende warmte- en elektravraag op gebiedsniveau oplossen:

- *Duurzame warmte*, waarbij de volgende prioritering volgt:
 - a. WKO-net met gekoppelde WKO's (indien mogelijk): *smart thermal grid*. Het koppelen van WKO's kan leiden tot synergievoordelen en een optimalere benutting van de bodemcapaciteit. Het kan dus in veel gevallen zinvol zijn en de voorkeur genieten boven individuele WKO-systemen.

- b. Warmtenet gevoed met duurzame bronnen. In dit geval zijn dat specifiek de volgende voorbeelden: geothermie, bio-WKK (bijvoorbeeld Steg)/ Bioketel (evt. met lokaal snoeihout), eventueel restwarmte uit het gebied.
- *Duurzame elektriciteit* in het gebied, bijvoorbeeld (collectieve) PV-panelen of windenergie.

Ad 3) Inkoop groene energie

Restant: de energie die niet op gebouw- of gebiedsniveau georganiseerd wordt duurzaam ingekocht. Dit kan gaan om:

- Groene stroom.
- Groen gas, of eventueel groene vloeibare biobrandstoffen.
- groene warmte van buiten het gebied, zoals hier restwarmte uit het Rotterdamse Havengebied en/of AVI¹-warmte.

De prioritering op hoofdniveau geldt: eerst stap 1, dan stap 2 en ten slotte stap 3. Echter, de TT is niet bedoeld als een rigide systeem waar niet van afgeweken kan worden. Het beschrijft een filosofie waarvan op elementen en op basis van goede argumenten afgeweken kan worden. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij een WKO-net. Er zijn situaties denkbaar waarin een WKO-net kan zorgen voor synergievoordelen en daardoor de voorkeur kan genieten boven een WKO-systeem per gebouw. In dat geval kan een andere volgorde worden gekozen.

6.4.3 Trias Territoria toegepast op ERDH

Als wij de ontwerpfilosofie Trias Territoria volgen en kijken naar de context van het project, dan kunnen wij het volgende constateren:

- Vanuit de Trias Territoria zijn beschouwd worden met de (on)mogelijkheden op niveau gebouw, gebied en omgeving. Dit is niet dogmatisch: het gaat niet om een rigide aanpak waarbij maatregelen op niveau Gebied altijd minder gewaardeerd worden dan maatregelen op niveau Gebouw. 'Slim omgaan' betekent rekening houden met de mogelijkheden die er in de directe omgeving zijn voor duurzame warmte of elektra. Voor Den Haag betekent dit dus dat met name naar verder uitbouwen van energie uit de ondergrond wordt gekeken op het niveau Gebied en Omgeving (voor andere steden kan bijvoorbeeld gelden dat toepassen van windmolens of zonnepanelen meer handelingsperspectief biedt).
- Vraagbeperking door schilverbetering, installatieverbeteringen, smart buildings en good housekeeping zijn maatregelen die in alle energieconcepten kunnen en moeten worden toegepast.
- Individuele WKO's per gebouw worden in een aantal gevallen reeds toegepast en kunnen ook in andere situaties toegepast worden. De toepassing hiervan kent grenzen die bijvoorbeeld worden gevormd door de beschikbare ruimte voor WKO in de bodem, en door het afgiftesysteem in het gebouw. Een voorbeeld: de gekoeld-waterinstallaties in de Hoftoren (Rijnstraat 50) zijn ontworpen op een temperatuurniveau van 6/12 gr. C. Dit temperatuurniveau is beperkt geschikt om WKO te integreren; hiervoor is een temperatuurniveau nodig van circa 10-12 gr C aanvoer en 16-20 gr C retour. Daarnaast zijn rond het gebouw al bronnen gerealiseerd voor andere WKO-installaties (Turfmarkt 132, Rijnstraat 8). Voor de Hoftoren is het door deze aspecten niet mogelijk om een eigen, individuele WKO te realiseren.
- De lokale opwek van gebouwgebonden duurzame elektriciteit kent beperkte potentie vanwege de beperkte ruimte voor met name PV-panelen. Hoe hoger de gebouwen, hoe beperkter de (relatieve) potentie. Een voorbeeld: een gebouw van 15 bouwlagen moet er in totaal 1290 kWh elektra per m² dakoppervlak opgewekt worden (15*86 kWh/m² verbruik). Omdat nooit 100% van het dak volgelegd kan worden moet dit gecorrigeerd worden met een factor 0,5 (in verband met obstakels, beschaduwing, looppaden, etc.). Per m² dak is dan 2.580 kWh opbrengst nodig. In werkelijkheid bedraagt de opbrengst van PV-panelen circa 150 kWh per m². Dit is dus nog geen 6% van de benodigde opbrengst. De ruimte die er is moet benut worden, maar aanvullende elektravoorzieningen buiten het gebouw zullen dus noodzakelijk zijn. De verwachting is dat 0 tot maximaal 5 % op gebouwniveau duurzaam opgewekt kan worden.
- Duurzame warmte is in alle gevallen noodzakelijk en ook mogelijk. Een WKO-net (waarbij het gaat om laagwaardige warmte, indicatief circa 8 – 18 gr. C.) geniet daarbij vanuit energetisch perspectief de

¹ AVI = afvalverbrandingsinstallatie.

voorkeur boven een warmtenet gevoed met lokaal opgewekte warmte(waarbij sprake is van hogere temperaturen, indicatief circa 70 – 90 gr. C), omdat daarmee synergiën gezocht kunnen worden door uitwisseling van warmte/ koude tussen verschillende vragers op hetzelfde moment en doordat energie-uitwisseling in de tijd mogelijk te maken. Door deze uitwisseling van energie hoeft er minder energie opgewekt te worden. Het toepassen van een WKO-net geeft meer ruimte om andere hoogwaardige vormen van warmte elders in te zetten, bijvoorbeeld om warmte uit een geothermiebron in te zetten voor oude(re), relatief slecht geïsoleerde woningen in het centrum van Den Haag. Voor panden en gebieden waar een WKO-net niet logisch is, is een warmtenet een goede optie. Dit is bijvoorbeeld het geval bij gebouwen die slecht geïsoleerd zijn en daarmee sterk afhankelijk van warmte van hoge temperatuur.

- Voor duurzame elektra in het gebied is de potentie beperkt, maar wel aanwezig, en deze moet met name worden gezocht in het plaatsen van 2 windmolens van tezamen 6 MW. Voor PV kan gekeken worden naar mogelijkheden op locaties als: PV-panelen bovenop het rangeerterrein van de NS/ProRail, PV-panelen op geluidsschermen langs de A12, weide- of graslanden net buiten de stad of bij knooppunt Prins Clausplein voor wind en/of PV, enz. De contextanalyse benoemt een aantal problemen en risico's met deze PV locaties. Deze nemen wij daarom nu nog niet mee in de berekeningen, maar adviseren wel om hiernaar te blijven kijken en indien mogelijk aansluiting te zoeken bij lopende programma's in de stad. In variant D nemen wij wel de twee windmolens mee, om inzichtelijk te maken welk effect dit heeft.
- Als het om het 'restant' gaat, ofwel inkoop van groene energie van buiten het gebied, dan kan groene stroom worden ingekocht en kan worden gekeken naar gebruik van rest- en AVI-warmte uit het Rotterdamse havengebied. De toepassing van groen gas en bio-olie lijkt hier op gebouwniveau beperkt. Dit heeft er onder andere mee te maken dat er een beperkte infrastructuur van gas naar de gebouwen aanwezig is, en de problemen met luchtverontreiniging bij het verbranden van brandstoffen (zoals fijnstof- of NOx-emissies). Groene biobrandstoffen zouden het best op een centrale plek in energie kunnen worden omgezet, zodat maatregelen om de luchtkwaliteit te garanderen op een centrale plek kunnen worden genomen en het aantal transportbewegingen naar het centrumgebied beperkt kunnen worden.

6.5 Bouwstenen voor de energieconcepten: maatregelen

De energieconcepten worden opgebouwd uit concrete maatregelen. In deze paragraaf beschrijven wij deze maatregelen. Wij maken onderscheid tussen maatregelen op gebouwniveau en gebiedsniveau. Wij zullen ook een aantal maatregelen benoemen die wij nu niet door rekenen, omdat deze nog niet op TRL 9-niveau¹ commercieel beschikbaar zijn, maar die wellicht in de toekomst wel interessant zouden kunnen worden en overwogen kunnen worden om in een later stadium wel op te nemen. Deze lijst aan experimentele maatregelen kan gezien de grote hoeveelheid aan mogelijkheden niet compleet zijn en is dus geen uitputtende lijst.

6.5.1 Maatregelen op gebouwniveau (energiebesparende maatregelen)

De gebouwmaatregelen die wij beschouwd hebben zijn grotendeels conceptueel. In ons rekenmodel rekenen wij de conceptuele maatregelen per gebouw door op basis van de specifieke gebouwkenmerken en op een aantal kengetallen en algemene rekenregels.

In deze paragraaf beschrijven wij de maatregelen. In bijlage XVI zijn de gebruikte kentallen en effecten weergegeven. De kentallen komen voort uit DWA's kentallendatabase (met ervaringscijfers) of overige publiek beschikbare kentallen. De maatregelen hebben betrekking op ventilatie, verwarming, verlichting 'good housekeeping' en duurzame opwekking op gebouwniveau. Met betrekking tot de ventilatie is er vooral besparing mogelijk door vraaggestuurd te ventileren en het toepassen van frequentieregelingen. Bij 'good housekeeping' gaat het met name om het tegengaan van 'verspilling'. Dit kan het gevolg zijn van niet

¹ TRL: 'technology readiness level'. Dit is een veel gebruikte systematiek om het ontwikkelingsniveau van technologieën aan te duiden. De schaal loopt van 1 (fundamenteel onderzoek) naar 9 (uitontwikkeld en commercieel beschikbaar).

optimaal functioneren van installaties (monitoring) en van verspilling door gebruikers (energiecoach). De maatregelen worden hieronder besproken en nader toegelicht.

Frequentieregeling op de ventilatoren in de luchtbehandelingskasten (LBK)

Bij deze maatregelen gaan wij er vanuit dat de achterliggende ventilatie-installatie niet aangepast hoeft te worden. Dit betekent dat het effect op de besparing relatief klein is. Alleen het elektriciteitsverbruik van de ventilatoren wordt lager doordat deze beter kunnen reageren op de achterliggende installatie. Bijvoorbeeld als er in de achterliggende installatie een luchtklep gesloten wordt van een bepaald gebouwdeel.

Individuele conditionering

Bij deze maatregelen gaan wij uit van vergaande aanpassingen in de achterliggende ventilatie-installatie (geregelde luchtkleppen per ruimte, ruimteregeeling op basis van aanwezigheid, toerenregeling ventilatoren, drukopnemers) waardoor het mogelijk is om op ruimteniveau¹ vraaggestuurd te kunnen ventileren. Als de ruimte niet bezet is wordt ook niet geventileerd. Hierdoor wordt niet alleen bespaard op elektrische energie voor de ventilatoren maar is ook minder energie nodig voor het conditioneren van de ventilatielucht (verwarmen en koelen). Het effect van deze maatregel kan per gebouw verschillend zijn en is met name afhankelijk van de bezettingsgraad van het gebouw. Wij zijn uitgegaan dat de luchthoeveelheid gemiddeld met 40% kan verlagen.

Schilverbetering/ na-isolatie

Door het verhogen van de isolatiewaarde van de gebouwschil zal de warmtevraag lager worden. Het verbeteren van de schil is in de bestaande gebouwen ingrijpend en zal met name uitgevoerd worden bij grootschalige renovatie van het gebouw. De investeringskosten die hiermee gemoeid gaan, zijn afhankelijk van de opbouw van de gevels. Bij de 16 ERDH-gebouwen is er veelal sprake van 'specials' en is er daarmee veel variatie. Uit de publicatie van RVO 'Actualisatie investeringskosten Maatregelen EPC-Maatwerk-advies Bestaande utiliteitsbouw 2016' van 27 mei 2016 kan afgeleid worden dat er een spreiding is van 20 tot 150 euro per m² bvo. In ons model hebben we gerekend met 60 euro per m² voor oude gebouwen (die labelen wij in onze modellering 'monumentaal') en € 50/m² voor modernere gebouwen.

Warmteterugwinning in LBK

In een aantal gebouwen wordt in de luchtbehandelingsinstallatie nog geen warmteterugwinning toegepast. Bij het doorrekenen van de maatregelen wordt onderscheid gemaakt tussen warmteterugwinning met een laag rendement (middels een twincoil-installatie met een rendement van circa 40%) en met een hoog rendement (middels een warmtewiel met een rendement van 65%).

Energiezuinige verlichting

Het betreft hier het toepassen van energiezuinige verlichting (armaturen). Hierbij maken wij onderscheid tussen conventionele armaturen (TL8) en energiezuinige armaturen (TL5 en/of LED).

Slimme, vraaggestuurde verlichtingsregeling

Hierbij maken wij onderscheid tussen al dan niet 'vraaggestuurde' verlichting. Bij vraaggestuurde regeling gaan wij uit van regeling/schakeling op basis van daglicht en aanwezigheid. Gerekend is met een verlaging van het verlichtinggerelateerde energieverbruik van 30% als gevolg van automatische schakeling van de verlichting op basis van aanwezigheid.

Monitoring

Bij deze maatregel is het belangrijk dat beheerders en onderhoudspartijen inzicht hebben in het energiegebruik van het gebouw. Bij het bezoeken van de gebouwen is het ons opgevallen dat het inzicht in verbruiken er bijna niet is. Een goed monitoringsinstrument dat inzicht biedt in trends van verbruiken is daarom noodzakelijk. Op basis daarvan kunnen beheerders/onderhoudspartijen snel inzicht krijgen in afwijkingen en op basis daarvan acties ondernemen om bijvoorbeeld instellingen van installatie onderdelen te optimaliseren. Bij deze maatregel hebben wij eenmalige kosten opgenomen voor een monitoringsinstrument (1 euro per m² bvo) en jaarlijks terugkerende kosten voor beheer/monitoring (0,40 euro per m² per jaar).

¹ Of eventueel op zoneniveau in geval van bijvoorbeeld kantoortuinen

Energiecoach

Verlagen gebruikersgebonden energie. Het gebruikersgebonden energieverbruik is relatief een groot aandeel van het totale verbruik (meer dan de helft van het totale elektraverbruik). Door hier continue aandacht voor te hebben, kan dit verbruik verlaagd worden. Uitgegaan is van een besparing van 10% op het gebruikersgebonden deel van het elektraverbruik.

Duurzame elektriciteitsopwekking op gebouwniveau

Per gebouw hebben wij op basis van het beschikbare dakoppervlak bepaald hoeveel PV-cellen er geplaatst kunnen worden. De opbrengst van de PV-cellen blijkt ten opzichte van het verbruik in de gebouwen zeer beperkt te zijn (0-2%).

Duurzame warmte- en koudeopwekking op gebouwniveau

Al de gebouwen zijn aangesloten op de stadsverwarming van Eneco. Een aantal gebouwen heeft een eigen warmtepomp die gekoppeld is aan een eigen bronnensysteem (onder andere Stadhuis, Defensie, Bezuidenhoutseweg 73). Het is mogelijk om al de gebouwen te voorzien van warmtepompen. Het is echter niet mogelijk om al deze warmtepompen op een eigen bronnensysteem aan te sluiten. Daarom gaan wij er bij deze maatregelen vanuit dat de bronnensystemen gekoppeld worden en dat nieuwe warmtepompen op gebouwniveau hierop aangesloten kunnen worden.

Door toepassing van meer warmtepompen op gebouwniveau zal het warmtenet minder warmte leveren. Het warmtenet wordt daardoor 'weggedrukt' en is vooral nodig voor de pieken in de warmtevraag (bij lage buitentemperaturen). Als hierdoor het warmtenet vooral voor korte periodes ingezet wordt om een relatief groot vermogen te leveren, is dit voor de exploitant (in dit geval nu Eneco) niet gunstig/wenselijk. Vanuit dat oogpunt is het mogelijk om naast de warmtepompen die aan het bodemsysteem gekoppeld zijn, luchtwarmtepompen toe te passen. Er ontstaat dan een zogenaamde all-elektric-oplossing met een combinatie van bodem- en luchtgekoppelde warmtepompen. De luchtgekoppelde warmtepompen kunnen in de zomer ingezet worden als koelmachines (al dan niet aanvullend op de koudelevering vanuit de gekoppelde bodemsystemen). Dit concept wordt bij variant D toegepast.

In de tabel in Bijlage XIV geven wij een korte beschrijving van de maatregelen die toegepast kunnen worden in of op de gebouwen. In het model dat wij ontwikkeld hebben (zie paragraaf 7.7) rekenen wij de varianten door voor de gebouwen.

Drie besparingsniveaus

Voor de doorrekening van de verschillende energieconcepten en om in een vervolgfase goed inzichtelijk te kunnen maken welke maatregelen genomen moeten worden, hebben wij drie logische besparingspakketten samengesteld. Daarbij is sprake van een getraptheid, waarbij wij een onderscheid maken tussen drie niveaus van maatregelen:

1. Rendabel - maatregelen die zichzelf terugverdienen, waarbij wij hebben gekeken naar een periode van 20 jaar. Van de gedefinieerde maatregelen verdienen alleen de maatregelen energiemonitoring, energiecoach en good housekeeping zich terug.
2. Common Sense maatregelenpakket: dit maatregelenpakket is ingesteld, omdat er een beperkte hoeveelheid maatregelen rendabel zijn. met rendabel wordt hier bedoeld, dat maatregelen zich financieel terug verdienen. Omdat de gemeente en het RVB een zeer lage energieprijzen betalen, zijn er weinig maatregelen die zich terug verdienen. Toch is er een aantal maatregelen, dat in een situatie waarin een hogere, meer gebruikelijke energieprijzen¹ zou worden betaald, zich wel zou terug verdienen. Daarnaast zijn er maatregelen waar we in alle redelijkheid zouden moeten willen dat deze ingevoerd zouden worden, denk aan LED-verlichting. Dit pakket aan maatregelen hebben wij 'common sense' maatregelen genoemd. Hierin schuilt een kwalitatieve beoordeling van maatregelen.
3. Maximaal besparingspakket: het maximale besparingspakket betreft alle maatregelen, dus ook de maatregelen die niet rendabel zijn.

De precieze invulling van de 3 pakketten met de maatregelen volgt in onderstaande tabel.

Tabel 6.2 Overzicht maatregelen en besparingsniveaus

Maatregel	Categorisering maatregel
Good Housekeeping	1. Rendabel
Monitoring	1. Rendabel
Energiecoach	1. Rendabel
Frequentieregeling	2. Common sense
Warmteterugwinning in luchtbehandeling	2. Common sense
Energiezuinige verlichting	2. Common sense
Individuele conditionering	3. Maximaal
Na-isoleren	3. Maximaal
Vraaggestuurde verlichting	3. Maximaal

6.5.2 Maatregelen op gebiedsniveau (warmtesystemen)

Met het hanteren van de Trias Territoria en de bovenstaande constatering in ogenschouw nemende, komen wij tot drie energieconcepten die wij kwantitatief nader zullen uitwerken. Deze concepten worden allemaal dusdanig uitgewerkt dat de doelstelling in beginsel gehaald kan worden. Daarbij geldt wel de

¹ Als nadere toelichting hierop: in vergelijking met veel andere partijen betalen de partijen binnen ERDH een lage energieprijzen. Los van de vraag of de prijs te hoog of te laag is (die vraag is ook niet relevant, want de prijs is immers door aanbesteding tot stand gekomen), maakt een lage energieprijzen wel veel maatregelen onrendabel. Daarmee zou het beeld kunnen ontstaan dat het dus maar beter is om helemaal niks te doen, ook geen besparingsmaatregelen die in de markt wel gebruikelijk zijn, of in sterke mate gebruikelijker aan het worden zijn. Deze gedachtegang vinden wij ongewenst. Met deze gedachte in het achterhoofd wordt deze opmerking hier gemaakt.

belangrijke kanttekening dat de inkoop van groene stroom meetelt in het behalen van de doelstelling. De drie energieconcepten worden opgezet rondom warmtesystemen die het warmtenet voeden. Hieronder lichten wij deze nader toe. In bijlage XIV is de toepassing van WKO in het gebied nader uitgewerkt en gekwantificeerd.

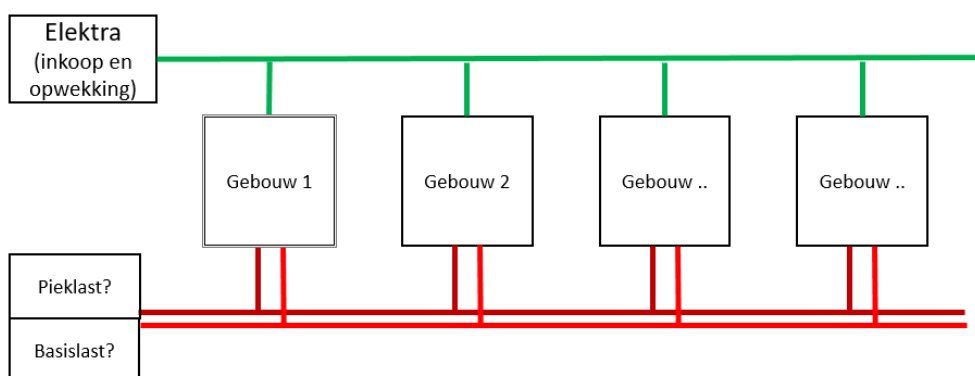
Warmtesystemen

Voor de warmtesystemen, zijn de volgende systemen in kaart gebracht:

1. Warmtenet (gevoed door BioWKK, Geothermie en/of R'dam LdM);
2. WKO individueel;
3. WKO-ring.

Warmtenet

In dit energieconcept wordt sterk inzet op een warmtevoorziening door een hoogtemperatuur warmtenet voor zowel de basislast als de pieklast. Dit systeem is relatief éénvoudig. Het kan voor alle gebouwen worden toegepast, en er is geen onmiddellijke druk op het isoleren van slecht geïsoleerde gebouwen. De WKO-installaties (individueel per gebouw) die er momenteel zijn kunnen behouden blijven, de elektra kan groen worden ingekocht vanuit het gebied of daar buiten. Schematisch geven wij dit concept als volgt weer:



Figuur 6.4 Energieconcept Warmtenet

Bronnen voor het warmtenet:

- Geothermie, volledig duurzaam (m.u.v. eventueel pompelektriciteit¹).
- AVI-warmte (LdM) – (groten-)deels biogeen, dus (deels) duurzaam.
- Industriële restwarmte (LdM) – voornamelijk van fossiele oorsprong.
- (Bio-)WKK – biodiesel, houtpellets of biogas (evt. gas uit vergisting uit bijv. westland (reststromen tuinbouw) of AWZI/RWZI).

Verhouding basislast/pieklast

De duurzame warmtebronnen worden ingezet voor het dekken van de basislast van de warmtevraag (circa 30% van maximaal voor ERDH benodigde vermogen van 52 MW is 16 MW basislast). Hierdoor worden de relatief kapitaalintensieve bronnen zo optimaal mogelijk ingezet. Bij lage buitentemperaturen zal de warmtevraag dusdanig groot zijn dat deze niet geheel meer door de duurzame bronnen geleverd kan worden. In de huidige situatie wordt dan de zogenaamde 'piekvoorziening' ingezet.

Dit is een aardgasgestookte voorziening (gasgestookte ketels).

De pieklast dient in de periode tot 2040 ook verduurzaamd te worden. Deze pieklast kan op de volgende manieren voorzien worden:

¹ Zie voor een nadere toelichting hierop paragraaf 6.7.1.

1. Biomassa gestookte ketel (bio-olie, gas of pellets). Het voordeel van deze oplossing is dat er geen 'ingewikkelde' infrastructuur nodig is. De biobrandstof dient op locatie opgeslagen te worden (opslag, tank). Hiervoor is uiteraard ruimte nodig¹.
2. Elektrisch door middel van luchtwarmtepompen. Het nadeel van deze warmtepompen is dat deze bij lage buitentemperaturen een laag rendement hebben. Juist bij de lage buitentemperaturen is de piekvoorziening het meest nodig. Toepassing van een luchtwarmtepomp is echter altijd nog voordeliger dan direct (doorstroom)verwarming met elektra. Dat vraagt namelijk twee keer zoveel elektra als de luchtwarmtepompen. Daarmee is ook een twee keer zo zware infrastructuur nodig voor het elektrische vermogen. Voor ERDH is een piek nodig van circa 36 MW, dit zou dan ook nodig zijn aan trafo's en bekabeling. Bij luchtwarmtepompen is het benodigde piekvermogen voor de elektrische aansluiting circa 18 MW (ervan uitgaand dat de luchtwarmtepomp een COP van 2 heeft)

Voor de pieklast zijn veelal hoge vermogens nodig die slechts korte tijd nodig zijn (70% van maximaal voor ERDH benodigde vermogen van 52 MW is 36 MW). Het is dus wenselijk om deze piekvoorziening indien mogelijk te verkleinen. Dit kan door:

1. Maximaal inzetten op vraagbeperking bij de gebouwen (isolatie, wtw).
2. Gebruik maken van buffering van warmte. Dit kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van het Ecovat. De inpassing hiervan is een uitdaging.

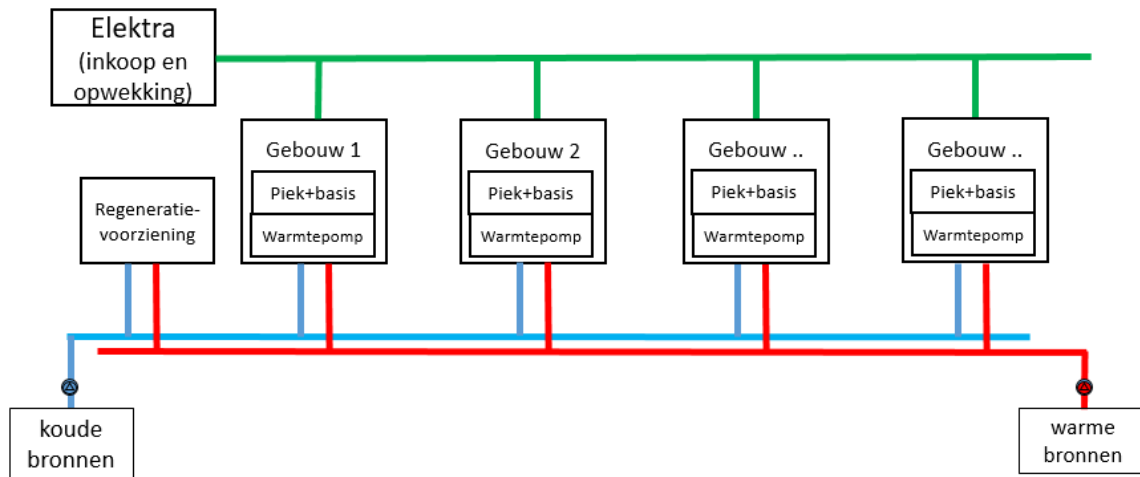
WKO-net²

In dit energieconcept wordt sterk inzet op een WKO-net van lage temperatuur (indicatief circa 8 – 18 gr) voor zowel de basislast als de pieklast. De WKO-installaties (individueel per gebouw) die er momenteel kunnen behouden blijven en gekoppeld aan het WKO-net. Warmtepompen zullen nodig zijn om de warmte uit het net op te waarden voor ruimteverwarming en boosterwarmtepompen zijn nodig voor warm tapwater. Omdat hier met lagere aanvoertemperaturen wordt gewerkt, zal er in gebouwen beter geïsoleerd moeten worden en/of zullen afgiftesystemen moeten worden aangepast (bijvoorbeeld ombouw naar vloerverwarming).

De capaciteit van dit concept loopt mogelijk tegen capaciteitsgrenzen van de bodem aan en wordt ook beperkt door de aanwezigheid van andere WKO-bronnen in de buurt. Voor WKO-systemen is het van belang dat de totale warmtevraag en de totale koudevraag aan het systeem met elkaar in balans zijn. In de praktijk zal dit vaak niet of beperkt het geval zijn. Daarom is een regeneratievoorziening noodzakelijk om, indien noodzakelijk, op momenten extra warmte of koude bij te laden. Het interessante van een WKO-net is dat, mede met het oog op balans in het systeem, energievragers met een ander vraagprofiel op het net aangesloten kunnen worden, waardoor de balans verbeterd kan worden. Ook in dit concept geldt dat elektriciteit grotendeels groen wordt ingekocht vanuit het gebied of daar buiten. Schematisch geven wij dit concept als volgt weer:

¹ In andere delen van dit rapport is al aangegeven en beargumenteerd dat verbranding van biomassa in beginsel niet de voorkeur geniet, omdat er momenteel nog veel discussie is over de (mate van) duurzaamheid hiervan. Voor de volledigheid willen wij echter deze optie hier wel benoemd hebben. In de verdere uitwerking zal de rol voor biomassa bescheiden zijn.

² Voor kosten van een WKO-net zie de WKO-analyse in bijlage XIV en paragraaf 6.7.1.

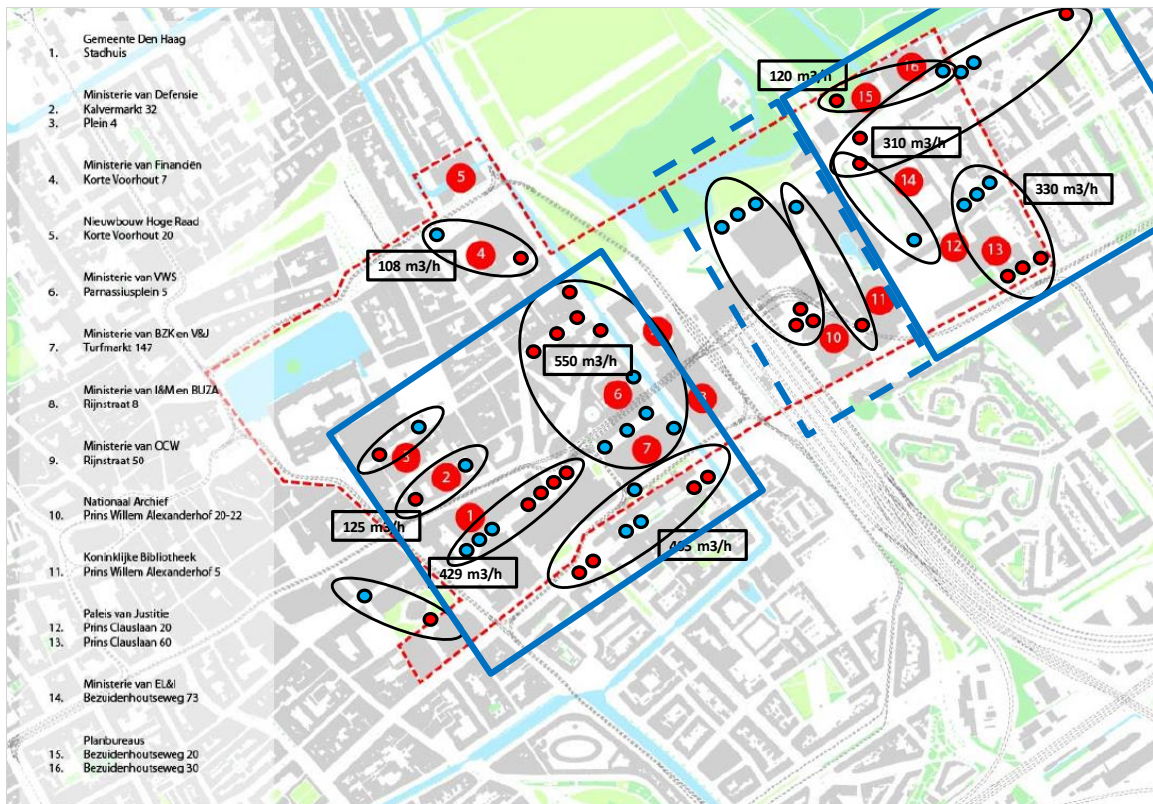


Figuur 6.5 Energieconcept WKO-net

In paragraaf 6.2 hebben wij het overzicht laten zien van de aanwezige bronnen in het gebied. Daaruit is duidelijk geworden dat voor de gebouwen die nog niet aangesloten zijn op WKO, er geen ruimte beschikbaar is voor nieuwe bronnen voor de Hoftoren, Nationaal Archief, Koninklijke Bibliotheek en Bezuidenhoutseweg 20. Als wij echter de aanwezige broncapaciteit in de omgeving beschouwen dan lijkt er ruimte om deze gebouwen aan te sluiten op de aanwezige bronnen. Dit betekent wel dat huidige bronsystemen geclusterd moeten worden. Hierbij onderscheiden wij de volgende clusters:

1. Cluster rond Bezuidenhoutseweg en Prins Clauslaan. Totaal 760 m³/h gerealiseerd. Op dit cluster kan in ieder geval Bezuidenhoutseweg 20 aangesloten worden.
2. Cluster rond Turfmarkt en Rijnstraat. Totaal 1569 m³/h brondebiet gerealiseerd. Op dit cluster kan in ieder geval de Hoftoren aangesloten worden. Het pand van VWS en SoZaWe (Parnassiusplein) is al aangesloten voor koeling. Deze aansluiting kan uitgebreid/aangepast worden zodat hier een warmtepomp op aangesloten kan worden.

Het Nationaal Archief en de Koninklijke Bibliotheek liggen tussen deze twee clusters. Dit zijn de panden die wij nog niet bezocht hebben. Na bezoek en inzicht in de installaties en benodigde vermogens, zullen wij nagaan hoe deze het beste geclusterd kunnen worden. Mogelijk is hiervoor een clustering met de WKO-bronnen voor New Babylon en voormalig BuZa-pand een interessante optie. Hoewel New Babylon niet in de scope van ERDH valt, zou dit een derde cluster kunnen worden.



Figuur 6.6 Mogelijke clustering van WKO's

Het clusteren van WKO's vraagt fysieke verbinding tussen de verschillende individuele systemen. De WKO voor Rijnstraat 8 is al op deze manier opgezet. Vanuit dit systeem wordt bijvoorbeeld nu ook al het pand Parnassiusplein (VWS/SoZaWe) van koude voorzien.

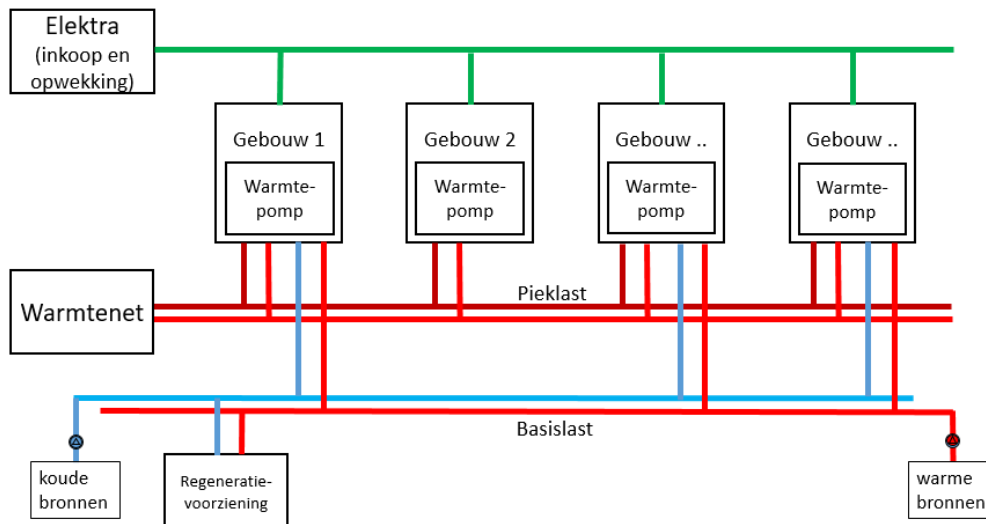
Het fysiek koppelen van WKO's is complex:

1. Het betreft op maat gemaakte systemen die hydraulisch verschillend opgezet zijn. Het is complex om deze te koppelen. Het is zeker niet onmogelijk maar het vraagt wel denkkracht van partijen om tot een totaal hydraulisch ontwerp te komen dat 'klopt'.
2. De individuele systemen hebben elk een eigen regeling en software. Bij clustering dient er een overkoepelende regeling te komen die het geheel aan kan sturen.
3. Voor de fysieke koppeling is leidingwerk/infrastructuur nodig in openbaar gebied. In een stedelijke omgeving is dit complex. Hiervoor is intensieve afstemming nodig met de gemeente en met andere betrokkenen (nutspartijen, Eneco).
4. Het is ook een organisatorisch complex vraagstuk. Er zijn op dit moment verschillende WKO-eigenaren. Het is wenselijk dat er één partij verantwoordelijk wordt voor de geclusterde WKO-systemen. In het vervolg (implementatieplan) zullen wij nagaan hoe dit vormgegeven kan worden.

Evenals bij de variant met het warmtenet, zijn er bij de WKO-oplossing piekvoorzieningen nodig. Zeker als de WKO's geclusterd worden en er meerdere gebouwen op aangesloten worden, is er voor zowel warmte als koude een piekvoorziening nodig. Gezien de beoogde opzet van de WKO-clustering is het voor de hand liggend om dit met luchtwarmtepompen te doen. Deze kunnen namelijk multifunctioneel ingezet worden: in de zomer als luchtwarmtepomp en in de winter als luchtgekoelde koelmachine. Per gebouw zal detailuitwerking plaats moeten vinden om de geschikte opstelplaats voor deze machines vast te stellen en de hiervoor benodigde voorzieningen. Een alternatief is het toepassen van een combinatie van WKO en het warmtenet. Dit is in de volgende alinea uitgewerkt.

Combinatie

Met een combinatie van een warmtenet en een WKO-net proberen wij naar een 'best-of-both-worlds'-systeem te gaan. De gedachte hier is dat zoveel mogelijk naar synergie wordt gezocht in het gebied door WKO-systemen aan te leggen en aan elkaar te koppelen middels een WKO-net. Op hoofdlijnen geldt dat dit net voor de basislast gebruikt wordt om de kosten beheersbaar te houden. Het warmtenet zal in dit concept als pieklast worden gebruikt en worden ingezet in situaties waarin het WKO-net tegen grenzen aanloopt (bijvoorbeeld ten aanzien van capaciteit, temperatuur of kosten). Daarmee blijft bovendien zoveel mogelijk de hoogwaardige warmte in het warmtenet beschikbaar voor andere energievragers in het gebied. Het voordeel van deze gecombineerde aanpak is dat het eenvoudiger wordt om per gebouw een optimale aanpak te kiezen. Zo is het bijvoorbeeld denkbaar dat slecht geïsoleerde panden in dit scenario alleen blijven aangesloten op een hoogtemperatuur warmtenet, waardoor minder maatregelen voor schilverbetering genomen hoeven te worden. Schematisch geven wij dit concept als volgt weer:



Figuur 6.7 Energieconcept Combinatie

De hierboven beschreven energieconcepten worden modelmatig in meer detail uitgewerkt. De resultaten daarvan worden in de volgende paragraaf beschreven.

6.5.3 Maatregelen buiten het gebied (Fossielvrije elektriciteit)

Fossielvrije elektriciteit

Naast ZonPV op gebouwniveau worden voor fossielvrije elektriciteit de volgende maatregelen overwogen:

1. Wind.
2. Inkoop regio.
3. Inkoop Nederland.

De warmte- en koudevoorziening wordt grotendeels in het gebied opgelost (warmtenet in het gebied, geothermiebron in het gebied, WKO-bronnen in het gebied, warmtepompen in de gebouwen, etc.). Er blijven echter een aantal 'stromen' over die van buiten het gebied moeten komen. Dit betreft:

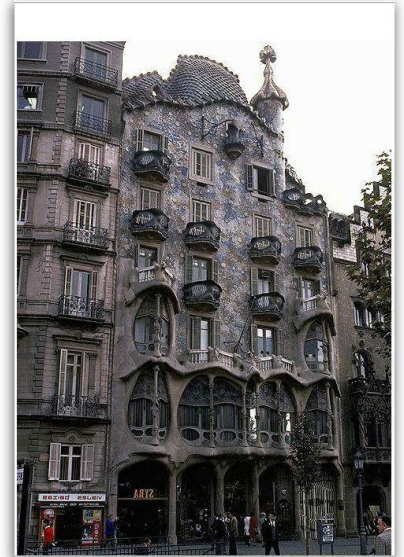
- *'Groene' stroom.* Vanuit de Trias Territoria heeft het de voorkeur dat de groene stroom zo dicht mogelijk bij de verbruiker opgewekt wordt. Gezien de stedelijke omgeving van het gebied zijn er hier weinig of geen mogelijkheden. De stroom zal dus groen ingekocht dienen te worden. Bij de inkoopstrategie van de groene stroom is de 'nabijheid' van de duurzame opwekking dus een belangrijk criterium.
- *Inkoop groene warmte.* Eén van de opties is om het warmtenet van Eneco te koppelen aan het regionale warmtenet (Leiding over Midden). Op dat moment komt de warmte uit regionale bronnen (o.a. vanuit havengebied R'dam). Hieraan kunnen/moeten eisen gesteld worden.

6.5.4 Een kans voor experimentele technologieën

Er is een groot aantal nieuwe of experimentele technologieën in ontwikkeling dat zich nog niet in de praktijk heeft bewezen, nog niet technisch uitontwikkeld is, of waarvan het economisch rendement nog niet is aangetoond of (nog) te laag is. Deze technologieën kunnen in de toekomst zeker interessant worden zodra deze bewezen zijn en commercieel beschikbaar komen. Binnen deze studie is ervoor gekozen om deze experimentele technologieën niet tot in detail mee te nemen in de analyse. In de aanpak richting 2040, is wel voorzien in het toevoegen van nieuwe uitontwikkelde technologieën. Deze aanpak is onder meer ingebed in de structuur van de transitiepaden, waarin vast keuzemomenten zijn ingebouwd.

Toch is wel goed om een beeld te schetsen van enkele van deze experimentele technologieën die in ontwikkeling zijn en een beknopte doorkijk te geven naar de rol die ERDH zou kunnen vervullen om dergelijke technologieën te ondersteunen richting volwassenheid. Overheidsorganen hebben vanuit hun maatschappelijke positie een verantwoordelijkheid om als launching customer op te treden en (op diverse wijzen) nieuwe ontwikkelingen te ondersteunen.

Dit gebeurt uiteraard al. Allereerst verwijzen wij daarbij naar het programma groene technologieën 3.0. Het RVB voert in dit kader een aantal pilots uit in een testlocatie aan de Lange Kleiweg van RWS te Rijswijk diverse pilotprojecten op gebied van energie-innovaties worden uitgevoerd. Een voorbeeld daarvan is een pilot op gebied van Phase Change Materials (PCM), die de thermische massa van een gebouw vergroten. Bij TNO wordt tevens onderzoek gedaan naar PCMs en de gerelateerde technologie TCM (Thermo Chemical Materials). In Nederland is een aantal kantoorgebouwen opgeleverd (o.a. ABN Amro in Den Haag, Victa in Hengelo, OTB TU Delft). De technologie wordt verder getest in het Programma Groene Technologieën 3.0, op de testlocatie aan de Lange Kleiweg in Rijswijk.



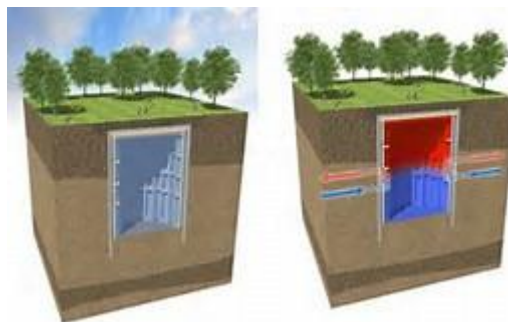
Figuur 6.8 Casa Batlló (1877), ontworpen door Gaudí, maakt gebruik van een innovatief verlichtingsconcept: in elke ruimte komt daglicht.

Enkele additionele ontwikkelingen waarvoor ERDH een platform voor zou kunnen bieden zijn onder andere:

- Een Smart Building programma. Smart Buildings is een containerbegrip, waarmee wordt bedoeld het verrichten van metingen aan een gebouw (zoals aanwezigheid, lichtinval, temperatuur, luchtkwaliteit, energieverbruik, etc.), die vervolgens gebruikt worden om actief gebouwen te sturen, onder meer op bijvoorbeeld bezetting. Drie reeds gangbare smart-buildingmaatregelen zijn reeds verwerkt in het rekenmodel (vraaggestuurde verlichting, individuele conditionering en monitoring). Verdergaande smart-buildingmaatregelen zijn nog niet opgenomen in deze berekeningen. De kosten en opbrengsten hiervan zijn beperkt te ramen, omdat technologieën en de propositie in ontwikkeling zijn en de invoering erg situatieafhankelijk zal zijn. Smart-buildingmaatregelen kunnen onafhankelijk van de energieconcepten en varianten gerealiseerd worden.
- Zonnecollectoren voor gebouwverwarming: zonnecollectoren zijn op zichzelf niet nieuw, maar deze worden nog niet toegepast om ruimtes te verwarmen. Hier worden wel tests mee gedaan, alsook het opslaan van warmte met zonnecollectoren, bijvoorbeeld ondergronds.
- Technologieën in het kader van Smart Building, zoals analyses loopstromen en verblijfstijden (supermarkten, Schiphol), fijnmazige detectie en sturing lichtkwaliteit en het doorvertalen naar specifieke geautomatiseerde werkplekinstellingen en systemen voor het vinden van collega's en het boeken van ruimtes. Deze systemen worden vooralsnog sporadisch toegepast, maar gaan gepaard met een snelle integrale doorontwikkeling van integrale kantoorconcepten en een (relatief) snelle prijsinnovatie.
- Slimme concepten om beter gebruik te maken van daglicht in bestaande gebouwen om energieverbruik gerelateerd aan verlichting te reduceren; bijvoorbeeld *daylight for green offices*, Peter Oei van EZ
- Bij de WUR wordt momenteel onderzoek verricht naar de mogelijkheden om elektriciteit op te wekken uit planten, de zgn. e-plant. Momenteel staat er een (kleinschalige) testopstelling in het gebouw aan de Bezuidenhoutseweg 73.
- Brandstofcellen (op basis van waterstof of afgeleiden als ammoniak): het is nog in een vroeg stadium van ontwikkeling, maar waterstof (of ammoniak) heeft de potentie om een voorname energiebron te worden in de toekomst, met name omdat deze transporteerbaar is en energie er goed in opgeslagen kan worden.

Toepassing bestaat in (zwaarder) elektrisch vervoer in combinatie met een slimme laad- en ontladinfrastructuur (parkeergarage als een energiecentrale), dat kan dienen als buffer voor energie. Aan de Green Village TU Delft wordt hiernaar onderzoek gedaan, zie o.a. het werk van Ad van Wijk.

- Elektriciteitsopslag middels batterijen: dit is verder in deze studie niet in ogenschouw genomen, omdat in de casus van ERDH geen overschot van elektriciteit wordt verwacht. Dit heeft te maken met de beperkte hoeveelheid aan opwekmogelijkheden in het gebied. Toch zou de overheid als launching customer batterijopslag voor andere situaties aantrekkelijker kunnen maken, door (bijvoorbeeld) schaalgrootte te creëren.
- Het Ecovat is een ondergronds vat waarin warmte opgeslagen kan worden. Het is nog in ontwikkeling. Momenteel wordt een proefopstelling getest. De schaalgrootte van het Ecovat varieert van S (1.500 m³) tot XXL (85.000 m³). Voor ERDH bedraagt de piekvraag 36 MW. Stel dat de helft van dit vermogen gedurende 24 uur uit een Ecovat onttrokken moet worden, dan betreft dat een energiehoeveelheid van 432.000 kWh. Bij een delta T van 40K is hiervoor een inhoud nodig van 9.300 m³. Voor een week is een hoeveelheid nodig van 65.000 m³ nodig. De warmte die gedurende deze periode onttrokken wordt, dient uiteraard ook in het Ecovat geladen te worden. Dit kan met de gereduceerde pieklastvoorziening op momenten dat deze capaciteit over heeft (in najaar). Er zijn twee mogelijkheden voor toepassing van het Ecovat: centraal (op de huidige locatie van de centrale warmtebron van Eneco) of decentraal per gebouw. Gezien de kosten en de inpassing in stedelijk gebied lijkt centrale inpassing het meest voor de hand liggend. Dit vraagt nog wel nadere uitwerking en detaillering (bodemgesteldheid, fysieke ruimte, temperaturen, etc.).



Figuur 6.9 Weergave en doorsnede Ecovat

6.6 Varianten: uitwerking van de vier varianten en een uitbreiding daarop

Hieronder geven wij een beschrijving van hoe wij de 4 varianten hebben ingericht, dat wil zeggen: welke combinatie van maatregelen rekenen wij per variant door? Wij hebben dat op de volgende manier gedaan:

- Toepassen van de Trias Territoria.
- Hanteren van de beschikbare maatregelen op gebouwniveau, gebiedsniveau en inkoop van groene energie.
- Het hanteren van de randvoorwaarden die door ERDH in de opdrachtverstrekking zijn gesteld. Hierbij worden beperkingen opgelegd door ofwel beleid, dan wel financiën.

Het onderstaande overzicht geeft weer hoe wij de varianten zien. Daarbij zijn beperkende randvoorwaarden opgenomen, die beperkingen opleggen in termen van beleid en financiën. Overigens zal in alle gevallen de maximale hoeveelheid PV meegenomen worden in de berekeningen.

Tabel 6.3 Overzicht varianten

Variant	Beperkende randvoorwaarden ¹	Beschrijving
Variant A	Beleid en financiën	<ul style="list-style-type: none"> - Warmtenet/ stadswarmte - zo lokaal mogelijk gevoed door (bijv.) geothermie. Hier is gekozen voor stadswarmte: dit is doorgaans het minst kostbaar en levert de minste beleidsmatige problemen op². - Bestaande WKO's worden gebruikt, niet koppelen en geen nieuwe aanboren. Deze ontwerpregel wordt gekozen vanuit financieel oogpunt. - Gebouwmaatregelen beperkt tot categorie 1: rendabel. Deze ontwerpregel wordt gekozen vanuit financieel oogpunt.
Variant B	Beleid	<ul style="list-style-type: none"> - WKO-net als basis en waar logisch, evt. geclusterd. - aanvullend stadswarmte indien nodig. - Gebouwmaatregelen aangevuld met zogenaamde 'common sense maatregelen', categorie 1 en 2
Variant C	Financiën	<p>Ontwerpen vanuit de gedachte om tot zo laag mogelijke kosten te komen, levert op:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stadswarmte - alle warmtebronnen mogelijk (ook Leiding door Middel of bio-Steg). - Bestaande WKO's worden gebruikt, niet koppelen en geen nieuwe aanboren. - Gebouwmaatregelen beperkten tot categorie 1: rendabel.
Variant D	Geen beperkingen, 'Maatschappelijk optimale variant'	<p>Binnen deze variant hebben wij het energieconcept samengesteld zonder uit te gaan van beleidsmatige of financiële randvoorwaarden. Daarmee komt de nadruk te liggen op een 'maatschappelijk optimale invulling' van de variant, waarbij meer financiële ruimte is voor besparingsmaatregelen en waarbij wij meer vrijheid nemen om in de bodem naar een optimale situatie te zoeken. Daarmee komen wel op:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alleen WKO-netten en helemaal geen stadsverwarming. Stadsverwarming (o.a. geothermiewarmte of LdM-warmte) komt daarmee beschikbaar voor overige panden in de binnenstad. - Alle besparingsmaatregelen (good housekeeping, common sense en 'maximaal') - Alle panden worden geïsoleerd en/of aanpast op Laagtemperatuur warmte. - Plaatsing van 2 windmolens (totaal 6 MW)

De varianten zoals hiervoor omschreven zijn samengesteld uit een combinatie van enerzijds besparingsmaatregelen op gebouwniveau en anderzijds duurzame opwekking van warmte (en koude). Als de varianten op die manier in een matrix gezet worden, blijkt dat er naast de vier varianten nog een tweetal extra varianten mogelijk zijn. De onderstaande matrix geeft dit weer, de extra varianten zijn hier E en F genoemd.

¹ Hier wordt bedoeld dat de kaders 'beleid' en 'financiën' zoals die nu gelden vast staan en beperkend zijn.

² Zie ook contextanalyse voor een nadere toelichting op de beleidscontext.

Tabel 6.4 Overzicht besparingsniveau en energieconcepten varianten

Warmte-opwekking	Toenemende mate van besparing →		
	Maatregelpakket 1	Maatregelpakket 1 + 2	Maatregelpakket 1 + 2 + 3
Warmtenet	A en C	F (Extra variant)	E (Extra variant)
WKO-net zonder warmtenet	Niet mogelijk, teveel onbalans	Niet mogelijk, teveel onbalans	D
WKO-net met warmtenet	Past niet bij uitgangspunt van deze variant: te hoge investering	B	Niet logisch, omdat warmtenet niets toevoegt aan WKO (die is in balans)

Toelichting bij bovenstaande tabel: De maatregelpakketten zijn in detail beschreven in paragraaf 6.5.1, de maatregelpakketten zijn daar op pagina 50 als volgt benoemd:6.5.1, de maatregelpakketten zijn daar op pagina als volgt benoemd:6.5.1, de maatregelpakketten zijn daar op pagina als volgt benoemd:6.5.1, de maatregelpakketten zijn daar op pagina als volgt benoemd:

Pakket 1: Rendabel

Pakket 2: Common sense

Pakket 3: Maximaal

Variant E is gelijk aan variant D alleen worden de WKO's niet gekoppeld maar wordt ingezet op verduurzaming van het warmtenet met lokale bronnen (geothermie). Variant F is gelijk aan variant B alleen worden ook bij deze variant de WKO's niet gekoppeld maar wordt ingezet op verduurzaming van het warmtenet met lokale bronnen (geothermie).

6.7 Resultaten van het model

De resultaten van het model zijn uitgebreid. Deze hebben wij voor elke uitgewerkte variant gerapporteerd in een:

- uitkomstsheet per gebouw;
- een uitkomstsheet voor de energieopwekking in het gebied (middels stadswarmte, WKO-net of door duurzame elektriciteitsinkoop);
- een totale uitkomstsheet van de variant;

Deze laatste sheet is in het bijzonder van belang voor dit hoofdstuk, omdat deze de uitkomsten inzichtelijk maken van de doorrekening van de variant. Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste bevindingen in het totaal, per variant uit de modelberekeningen en geeft een toelichting waar nodig. Vanwege de omvang gaan wij hier niet diep in op de uitkomsten per individueel gebouw, maar beschouwen wij deze dus op geaggregeerd niveau. Deze gebouwuitkomsten zijn als bijlage XVII tot XX bijgevoegd.

6.7.1 Toelichting op aannames

De gebruikte kentallen en aannames zijn zoveel mogelijk overzichtelijk weergegeven in de bijlagen XVI t/m XXII. De uitgangspunten per gebouw staat weergegeven in bijlage XV. Een aantal van de aannames die wij doen verdienen een nadere toelichting, deze volgen hieronder.

CO₂-uitstoot van duurzame warmte?

De eigenlijke productie van duurzame warmte kan nog CO₂-uitstoot tot gevolg hebben. Dit komt onder andere omdat voor de productie en/of distributie van deze warmte veel pompen nodig zijn (bijvoorbeeld pompenergie in geval van geothermie). Deze pompen gebruiken ook energie en die hebben wij in onze berekeningen ook meegenomen. Wij nemen deze pompen mee, omdat deze een onderdeel zijn van de eigenlijke energie-opwekinstallatie. Er zouden hier natuurlijk veel meer elementen van CO₂-uitstoot meegenomen kunnen worden (zoals wegvervoer), maar wij leggen de grens bij het (op hoofdlijnen) inzichtelijk maken van de CO₂-uitstoot van de opwekinstallatie en warmtedistributie. In de presentatie en de doorrekening van de resultaten zijn wij er nu vanuit gegaan dat deze energie t.b.v. de warmteopwek groen is, zodat ERDH fossiel vrije warmte kan inkopen en de CO₂-uitstoot naar nul gaat in 2040. Mogelijk (of waarschijnlijk) zal de energieopwekking onder de verantwoordelijkheid vallen van een externe partijen, en

die zou wellicht de voorkeur hebben om voor deze productie grijze stroom in te zetten. Expliciete vermelding daarbij is dus dat over dit element van de warmteopwek met deze externe partijen afspraken gemaakt moeten worden. Wordt dat niet of niet helder gedaan, dan kan daardoor het behalen van de doelstelling in gevaar komen.

Discontovoet ERDH

De waarde van de varianten berekenen wij in een Netto Contante Waarde (NCW). Deze NCW houdt rekening met de tijdswaarde van geld (een euro nu is door inflatie meer waard dan een euro volgend jaar) en onzekerheid omtrent toekomstige kasstromen (liever een zekere euro, dan een onzekere euro). Deze tijdswaarde en onzekerheid worden uitgedrukt in een discontovoet. Theoretisch is de discontovoet op basis van de tijdswaarde van geld en een solide risicoanalyse gelijk aan de gemiddelde vermogenskostenvoet of de Weighted Average Cost of Capital (WACC): de kosten van kapitaal zouden deze tijdswaarde en risico's moeten weerspiegelen. In de praktijk kunnen hier grote verschillen tussen bestaan, als is het maar omdat (bijvoorbeeld):

- Het waarden van risico's erg complex en vaak gebaseerd is op een gebrek aan informatie (of informatie-asymmetrie).
- Beprijzing van geld door bijvoorbeeld banken beïnvloed wordt door bijvoorbeeld concurrentie en regulering.
- Door bedrijven en overheden vaak een standaard rendementseis wordt toegepast, zonder echte risicowaardering voor een project.

De werkelijkheid kan er dus anders zien afhankelijk van het risicoprofiel en de partij die dit beoordeelt. De berekeningen in het energiemodel betreffen schattingen op basis van kentallen (een gedetailleerde risicoanalyse ten behoeve van bepaling discontovoet maakt geen onderdeel uit van deze opdracht), de hoogte van de discontovoet moet ook in die context worden beschouwd. Om deze redenen maken wij gebruik van een proxy. Via een gevoeligheidsanalyse laten wij tevens de effecten van andere discontovoeten zien.

Meegenomen gebouwen in de berekeningen

Zoals eerder in dit hoofdstuk is aangegeven hebben wij niet bij alle gebouwen een bezoek gehad en hebben wij voor die specifieke gebouwen onvoldoende zicht op de wijze waarop in de huidige situatie de energievoorziening eruit ziet. Omdat dit belangrijke inputparameters zijn het model, en dit daarmee in hoge mate van invloed is op de uitkomsten, is er nu voor gekozen om deze gebouwen niet in het model mee te nemen. Dat heeft als voordeel dat in de uitkomsten minder ruis ontstaat door het doen van aannames daaromtrent. Dit maakt een betere en zuiverdere vergelijking van de varianten mogelijk. Het gaat in dit geval om de volgende gebouwen¹:

- Bezuidenhoutseweg 30.
- Korte Voorhout 8.
- Rijnstraat 8.
- Prins Willem Alexanderhof 5.
- Prins Willem Alexanderhof 20-22.

Overigens hebben wij van deze gebouwen wel basale energieverbruiksgegevens tot onze beschikking.

Kosten van warmte uit het stadswarmtenet

In alle varianten zijn alle kosten van warmtelevering vanaf het warmtenet gelijk. In een verdiepingsslag kan onderzocht worden of hierin nader gedifferentieerd moet worden. Drempel hierbij vormen de commerciële belangen. Wij gaan er voornamelijk van uit dat de leverancier, ook in de toekomst, deze warmte kan leveren voor de huidige GJ-prijs. Hierover is contact geweest met Eneco (onderdeel warmte & koude). Zij hebben aangegeven dat dit een realistisch uitgangspunt is.

¹ Voor Rijnstraat 8 en Bezuidenhoutseweg 30 hebben wij op moment van schrijven wel toegang gekregen tot aanvullende informatie, maar dit was te laat om nog mee te kunnen nemen in dit rekenwerk

Meerkosten

Bij de varianten waarbij de warmte- en/of koudeopwekking anders wordt, hebben wij de meerkosten berekend. De verandering vindt plaats op een natuurlijk vervangingsmoment. Als bijvoorbeeld overgegaan wordt van koeling met een conventionele koelmachine naar koeling vanuit het WKO-net, is er naast meerkosten voor de aansluiting op het WKO-net ook sprake van minderkosten (vermeden kosten) omdat er geen koelmachine vervangen hoeft te worden.

Geen separate piekvoorziening voor stadswarmte

Wij gaan er in de varianten met alleen stadswarmte (A en C) vanuit dat de volledige energievoorziening met deze stadswarmte gedaan kan worden, dus zowel de basis als de pieklast. Wij hebben hier dus niet gerekend met een separate piekvoorziening, gebaseerd op bijvoorbeeld aardgas en iets anders.

Impliciet nemen wij hier dus aan dat er bijvoorbeeld gebufferd kan worden, of dat er afspraken worden gemaakt over welk deel van de warmte (dus alleen het hernieuwbare deel) aan ERDH toekomt. Hier zijn nu nog geen kosten voor opgenomen in het model, zoals eerder genoemd.

Leiding door Midden: restwarmte AVI

In Variant C gaan wij uit van de Leiding door Midden, waarbij wij alleen uitgaan van restwarmtebenutting van de AVI van AVR en niet van additionele bijstook voor de piek of andere restwarmte. Het CO₂-niveau voor deze bron ligt hoger dan bij geothermie (26.5 kg CO₂/GJth¹), onder meer omdat de AVI maar deels energie produceert uit een biogene fractie. In deze berekening hebben wij niet het tijdsaspect meegenomen, waarin deze warmte mogelijk op termijn wordt verduurzaamd. Het is wel aannemelijk dat dit op termijn gaat gebeuren, daarmee zal Variant C in een nadere analyse, waarin wij dit aspect wel meenemen, beter kunnen gaan scoren op CO₂-uitstoot.

Investeringskosten door andere partijen

Voor de maatregelen die buiten het gebouw plaatsvinden uitgegaan van kostenneutraliteit², dat wil zeggen dat de maatregelen in beginsel ingevoerd kunnen worden tegen gelijkblijvende energietarieven. Dit geldt voor de volgende maatregelen:

1. Gekoppelde WKO's.
2. Verduurzaming warmtenet.
3. Inkoop groene stroom.

In werkelijkheid zijn voor deze onderdelen wel degelijk investeringen nodig. Deze liggen echter bij andere partijen.

De totaal benodigde investeringskosten voor deze maatregelen bedragen circa:

1. Gekoppelde WKO's (voor de beschouwde panden; totaal circa 600.000 m² bvo):
 - a. 9,5 miljoen euro bij variant B³.
 - b. 20,5 miljoen euro bij variant D (inclusief de luchtwarmtepompen).
2. Verduurzaming warmtenet met geothermie (voor beschouwde panden; totaal circa 600.000 m² bvo):
15 MW basislast à 1500 kW is 22,5 miljoen euro (op basis van de studie van IF voor gemeente Den Haag).

Inkoop groene stroom; uitgaande van opwekking door windturbines is voor de nu beschouwde circa 600.000 m² bvo ongeveer 19 MW nodig. Uitgaande van circa 1250 euro per kW bedragen de investeringskosten hiervoor ca 24 miljoen euro.

¹ Scenario's voor de warmtetransitie in Den Haag; CE Delft i.o.v. gemeente Den Haag; Publicatienr.: 17.3L11.36; Delft; Februari 2017.

² Kostenneutraliteit is een complex begrip, omdat daarbij ook een beschouwing nodig is welke partijen een rol spelen, wat die rol is en welke commerciële marge deze partijen zouden moeten hebben. Om deze analyse in detail te maken gaat voor dit model te ver. Het implementatieplan gaat wel nader in op de diverse mogelijke partijen en rollen voor verdere uitrol. Deze aanname is voor zowel het warmtenet als voor het WKO-net getoetst bij Eneco. Zij hebben aangegeven dat dit kan gebeuren onder kostenneutraliteit. Wij gaan daar vanuit, maar geven wel aan dat dit mogelijk een optimistische inschatting kan zijn.

³ Dit bedrag is nader gespecificeerd en onderbouwd in de WKO-notitie in bijlage XIV.

6.7.2 Gebouwen in de tijd

In de modelberekeningen worden de maatregelenpakketten per variant in de tijd doorgerekend. Daarbij sluiten wij aan bij gegevens over vervangingsdata die wij van ERDH hebben verkregen. Op deze manier kunnen wij voor het implementeren van de maatregelen aansluiten bij de natuurlijke vervangingsmomenten. Tabel 6.5 geeft deze weer. Ook in de modelberekeningsuitkomsten die in de bijlage terug te vinden zijn, komen deze weer terug.

Tabel 6.5 Overzicht gebouweigenschappen

Gebouw	Eigendom of huur	Bouwjaar	Laatste renovatie	Jaar Installaties	Jaar Afbouw	Jaar Casco
s	Eigendom gemeente	1995	2011			2055
2. Ministerie van Defensie (Kalvermarkt 32)	Eigendom RVB	1940	2016	2031	2032	2040
3. Ministerie van Defensie (Plein 4)	Eigendom RVB	1905	2012	2031	2040	2040
4. Ministerie van Financiën (Korte Voorhout 7)	PPS constructie	1975	2008	2028		2043
6. VWS (Parnassusplein 5)	Huur	1969	2015		2022	2018, 2030
7. Binnenlandse Zaken (Turfmarkt 147)	Eigendom RVB	2012	-	2033		2033, 2073
8. Buitenlandse Zaken (Rijnstraat 8)	PPS constructie	1991	2016	2032	2022	2051
9. Hoftoren (Rijnstraat 50)	Eigendom RVB	2003	-	2018	2023	2063
10. Nationaal Archief (Pr.W.Alexanderhof 20)	Specialty - eigendom RVB					
11. Koninklijke Bibliotheek (Pr.W.Alexanderhof 5)	Specialty - eigendom RVB					
12. Paleis van Justitie (Clauslaan 20)	Specialty - huur	1996	-		2023	2056
13. Paleis van Justitie (Clauslaan 60)	Specialty - eigendom RVB	1973	1993	2021	2022	2052
14. Economische Zaken (Bezuidenhoutseweg 73)	Eigendom RVB	1958	2012	2028	2040	2049
15. DJI (Bezuidenhoutseweg 20)	Eigendom RVB	1979	2004	2025	2020	2044
16. PBL (Bezuidenhoutseweg 30)	PPS constructie		2016	2033	2022	2052
- Hoge Raad (buiten scope)	PPS constructie					

Hieruit volgt dat in de eerste uitvoeringstermijn (2019 – 2026) de volgende gebouwen in eigendom van het RVB een renovatiemoment kennen, dat aangegrepen kan worden om de energiebesparing en de WKO-infrastructuur te ontwikkelen:

1. Bezuidenhoutseweg 20;
2. Hoftoren;
3. Paleis van Justitie.

6.7.3 Resultaten

Na doorrekening van de varianten geeft tabel 6.6 een samenvatting van hoe deze presteren op de netto contante waarde als belangrijkste financiële parameter en op CO₂-uitstoot in 2040.

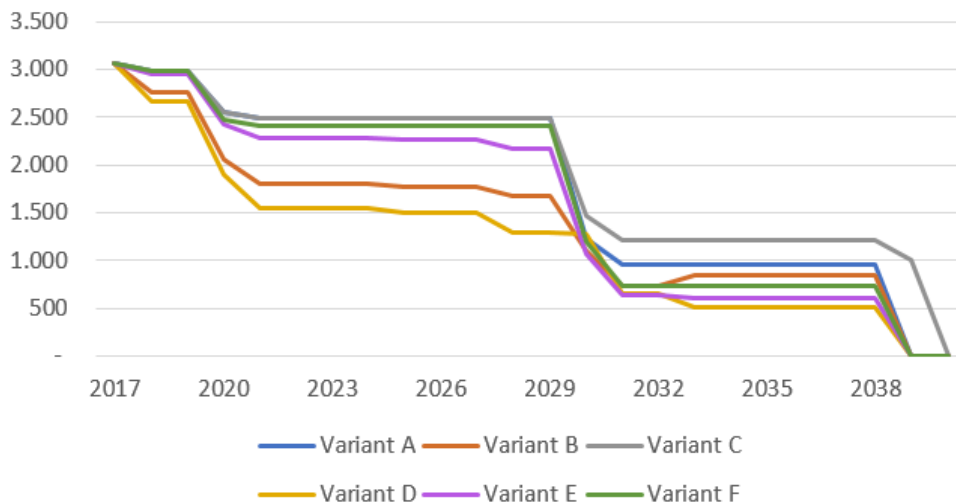
Tabel 6.6 Vergelijking NCW en CO₂ uitstoot per jaar van de verschillende varianten (bedragen * 1000)

		Besparing (%)	Meerinvestering (* 1000€)	Energiekostenbesparing 2040 (€ per jaar)	NCW (* 1000 €) 4,5 %
Variant A	Stadswarmte - Geothermie	11	2.702	350	1.956
Variant B	WKO-net met stadsverwarming als piekvoorziening	18	18.073	1.300	-1.498
Variant C	Stadswarmte - Leiding door Midden	11	2.702	350	1.956
Variant D	WKO-net met lokaal luchtwarmtepompen	27	103.055	2.600	-45.419
Variant E	Stadswarmte – Geothermie	27	91.989	2.300	-41.136
Variant F	Stadswarmte - Geothermie	17	15.709	950	-2.989

- Besparing: dit betreft de procentuele verlaging van de totale energievraag (warmte, koude en elektriciteit), situatie 2040 t.o.v. huidig.
- Investering: dit betreft de (meer)investeringen die gemoeid zijn met de variant over de gehele looptijd tot 2040, niet verdisconteerd, wel geïndexeerd (zie verder de opmerkingen vooraf in voorgaande paragraaf).
- Energiekostenbesparing: de energiekostenbesparing wordt groter naarmate er meer maatregelen doorgevoerd zijn. Genoemde energiekostenbesparing betreft de besparing nadat al de maatregelen toegepast zijn (>2035). Het verloop van de cumulatieve meerkosten over de looptijd wordt later in meer detail beschreven in deze paragraaf.
- NCW: dit is de totaal contant gemaakte waarde van de (meer)investeringkosten minus de energiekostenbesparing in de periode 2017 tot 2040; hoe hoger dit bedrag, hoe gunstiger dit is.

Figuur 6.10 geeft het verloop van de CO₂-uitstoot weer in de tijd. Bij de CO₂-uitstoot is uitgegaan dat de elektriciteit (van o.a. pompen) voor de productie van duurzame warmte en koude duurzaam opgewekt wordt. Dit vereist dat daarover afspraken worden gemaakt met de leverancier.

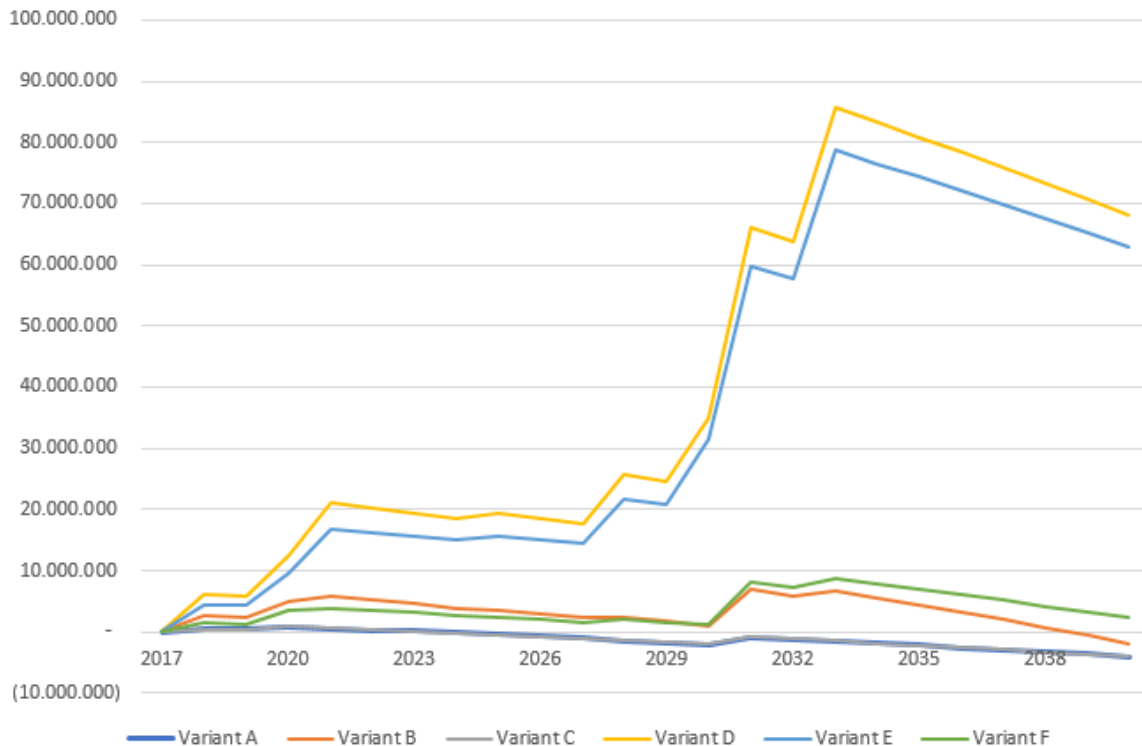
Daling CO2-uitstoot



Figuur 6.10 Reductie CO₂-uitstoot 2017 - 2040

Effect van de maatregelen op de meerkosten

De onderstaande grafieken tonen per variant het verloop van de cumulatieve meerkosten. Op de bepaling van de cumulatieve meerkosten in de onderstaande grafieken is de verdisconteringsvoet overigens niet toegepast, zodat een zuiver beeld wordt geschetst. Om deze reden zal de eindwaarde verschillen van de berekende NCW per variant. Bij alle grafieken is te zien dat er meerkosten worden gemaakt om de maatregelen te implementeren en dat de cumulatieve meerkosten vervolgens dalen. Dat geeft aan dat maatregelen een zeker terugverdieneffect hebben. Bij Varianten A, B en C is goed te zien dat de meerkosten negatief worden (ofwel opbrengsten worden). Bij de Varianten D, E en F is dat niet het geval, met name variant D en E zijn 'duur'. Dit komt hoofdzakelijk door de hoge kosten van na-isoleren van de gebouwen; in dit overzicht wordt goed zichtbaar dat deze maatregel kostbaar is. Variant D (op de voet gevolgd door variant E) leidt, mede door deze hoge investeringen, uiteindelijk wel door het invoeren van alle maatregelen in absolute zin tot de hoogste jaarlijkse financiële besparing met 2.500.000 euro/jaar. Dit getal (en dezelfde waarde voor de andere varianten) komt terug in de samenvattende tabel aan het begin van dit hoofdstuk.



Figuur 6.11 Cumulatieve meer- en minderkosten per variant

Enkele bevindingen

Als wij de uitkomsten bestuderen dan valt het volgende op:

- Met alle varianten, met uitzondering van Variant C, kan de doelstelling worden behaald, mits afspraken worden gemaakt met de warmteleverancier over het gebruik van volledig groene stroom voor de productie van warmte, of indien men kiest om de productie in eigen beheer te nemen, dan kan men zelf volledig groene stroom inkopen. In variant C ligt dit genuanceerder, want hier speelt daarbij ook nog het vraagstuk van de mate waarin de warmtebron verduurzaamd wordt.
- De potentie van PV-panelen op gebouwniveau is zeer beperkt, wat te maken heeft met het relatief kleine dakoppervlak (er is sprake van hoogbouw). Indien het beschikbare dakoppervlak van alle panden wordt volgelegd met PV, dan wordt daarmee circa 0,9% van het huidige elektriciteitsverbruik opgewekt. Dit is veel minder dan het minimale basisverbruik van de panden.
- Hoewel binnen alle varianten de doelstelling kan worden behaald, is de CO₂-uitstoot duidelijk het laagst in variant D. Dat komt doordat wij hier uitgaan van alleen een WKO-net voor zowel warmte als koude. Dit betekent dat de benodigde stroom voor warmteproductie in het gebouw gerelateerd aan deze WKO-installaties, reeds valt onder het groene inkoopbeleid van ERDH. Bij de diverse gebiedsgerichte warmte-opwekking (o.a. geothermie) gaan wij er nu nog wel vanuit dat de hulpenergie ook groen is, denk daarbij aan de stroom voor het aandrijven van pompen voor winning en distributie. Dat betekent dus ook dat er, om deze variant naar een CO₂-nul niveau te brengen, tenminste aanvullende afspraken gemaakt moeten worden tussen ERDH en de leverancier en/of de producent dan de duurzame energie met betrekking tot de inkoop van groene stroom, zie opmerkingen hierover in een volgend punt.
- In variant D is ook de totale energievraag het laagste. Dat komt doordat wij hier de meeste maatregelen nemen. Als wij alles omrekenen naar GJ, zodat wij per variant voor één vergelijkingsgetal komen, dan komen wij tot de volgende cijfers:
 - Huidig: 377.838 GJ.
 - Variant A: 337.995 GJ.
 - Variant B: 312.181 GJ.
 - Variant C: 337.995 GJ.
 - Variant D: 277.185 GJ.
 - Variant E: 277.185 GJ.
 - Variant F: 312.181 GJ.

- Varianten A, B en C leiden in ons model tot een positief financieel resultaat. In deze varianten is het zelfs mogelijk om een rendement van 5% te behalen. Er is hier wel sprake van een enige mate van onzekerheid in de warmtetarieven, die afhangen van onder meer:
 - De GJ-prijs die de warmteleverancier gaat rekenen voor AVI-warmte en/of industriële restwarmte, waarin kosten verdisconteerd zullen worden voor het aanleggen van de leiding. Die moet passen binnen de business case van de warmteleverancier. Vooralsnog gaan wij ervan uit dat dit geen negatief effect hoeft te hebben op de warmtetarieven.
 - De GJ-prijs die een warmteleverancier gezien hun business case kan rekenen voor geothermie. Dit is onder meer afhankelijk van de inschatting van technische risico's, of al-dan-niet verkrijgen van subsidies en overheidsgaranties. Vooralsnog gaan wij ervan uit dat dit geen negatief effect hoeft te hebben op de warmtetarieven.

Opgemerkt dient te worden dat wij hier uitgaan van groene warmte, maar daar zit wel een afhankelijkheid in van externe partijen. Er kan (conform huidige regelgeving) geen groene warmte ingekocht worden uit een net dan niet volledig uit groene warmte bestaat. Bij elektra is dat middels inkoop groene stroom wel mogelijk. Het vereist in deze situaties waarin deze afhankelijkheid bestaat een actieve sturing op vergroening van de warmtevoorziening.

- Variant D is de duurste variant, dit is gelegen in kosten voor het na-isoleren van de gebouwen. In een vervolgfase zouden wij dit verder willen specificeren. Informatie over de huidige isolatiegraad van de gebouwen is beperkt geweest (er zijn bijvoorbeeld geen energie labels), daarom is er wel de nodige onzekerheid hierin. Uiteindelijk zouden wij dan kunnen toewerken naar een energievraagreductie per geïnvesteerde euro. Dit staat los van de opwekking van de energie, waardoor deze informatie voor alle varianten bruikbaar is.
- In alle varianten is de elektriciteitsvraag het grootste deel van de totale energiebehoefte. Dit kan worden verduurzaamd door deze groen in te (blijven) kopen. Dit geldt ook voor derden (dus warmte- en koudeleveranciers).
- Het bijdrage van de inkoop van groene stroom op gebouwniveau is aanzienlijk en heeft in alle scenario's een groot aandeel in de oplossing. De huidige inkoop groene stroom¹ levert een significante CO₂ reductie op ten opzichte van wanneer deze grijs ingekocht zou worden. Ter indicatie, in de huidige situatie zou de totale CO₂-uitstoot van de 10 gebouwen circa 6 keer hoger zijn als de stroom grijs zou zijn.
- Doordat in de huidige situatie de stroom al groen wordt ingekocht uit wind en zon, zien wij de effecten van het plaatsen van PV-panelen op gebouwen niet terug in de CO₂-uitstoot in de varianten: de CO₂-uitstoot was al nul. Het maakt wel een verschil in de verdeling van elektriciteitsopwekking in de Trias Territoria. Overigens is deze productie ook maar een zeer klein aandeel van de oplossing, zoals te zien is in de grafiek: minder dan 1%. Het plaatsen van PV op de gebouwen zien wij ook terug in de kosten, maar vanwege het kleine aandeel van gebouwgebonden PV in de totale energievraag, zijn deze beperkt.
- CO₂-uitstoot van duurzame warmte door pompenergie heeft een groot aandeel in de volledige uitstoot. Als voorbeeld: Voor geothermie hanteren wij 14,6 kg CO₂-uitstoot per GJ vanwege het oppompen van de geothermie. Het verschil in CO₂-uitstoot met de huidige situatie is daarmee beperkter dan men in eerste instantie zou denken: circa 10 kg, ongeveer 40%. Dit betekent dat hier, zoals reeds aangegeven, afspraken over gemaakt moeten worden met de warmteleverancier. Als deze stroom 100% groen ingekocht kan worden, gaat de uitstoot naar 0.
- De windmolens in variant D zijn rendabel. Hoewel variant D de 'duurste' optie is, wordt deze minder negatief door toepassing van deze windmolens als maatregel.
- ERDH is in alle varianten afhankelijk van derden voor het volledig terugdringen van de CO₂-uitstoot. Deze afhankelijkheid zit onder meer in het elektraverbruik van de opwek van warmte en koude door derden en in geval van variant C de warmtebron voor de Leiding door Midden.
- In de berekeningen zijn 11 van de 16 gebouwen meegenomen. De genoemde bedragen representeren dus een belangrijk deel van de totale opgave, maar zijn niet volledig. Om een gevoel te krijgen bij wat de omvang zou kunnen zijn indien alle 16 gebouwen in het model hadden kunnen worden opgenomen, kunnen wij een éénvoudige berekening maken, waarbij wij aannemen dat de 11 gebouwen representatief zijn voor de 16 gebouwen. Onderstaande tabel geeft dan de meerinvesteringen per variant weer. De rechter kolom uit de onderstaande tabel moet met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, en worden gezien als een grove schatting.

¹ Zoveel RVB als de gemeente Den Haag kopen alleen groene stroom uit wind en zon in.

Tabel 6.7 Overzicht meerinvesteringen per variant

Variant	Meerinvesteringen tot 2040 (* 1000 €)	
	11 gebouwen	16 gebouwen
A	2.702	3.930
B	18.073	26.288
C	2.701	3.929
D	103.055	149.898
E	91.989	133.802
F	15.709	22.849

7

VARIANTENANALYSE: STRATEGISCH PAD

7.1 Inleiding

De technische oplossingen voor de energievraag kennen onzekerheden. Hoofdstuk 6 beschrijft de effecten van technische maatregelen, maar wat gebeurt er als een maatregel niet implementeerbaar blijkt, of technische innovatie een maatregel heeft ingehaald? Het doel van ERDH is om in 2040 fossielvrij te zijn. Tussen nu en 2040 zal er veel gebeuren op technisch en bestuurlijk vlak. In hoofdstuk 7 voegen wij bij de Varianten een dynamische strategie in de tijd toe. Wij maken gebruik van delen van Dynamic Adaptive Policy Pathways (DAPP), een methode om het maken van beslissingen onder diepe onzekerheid te ondersteunen aan de hand van een adaptieve aanpak met specifieke (beleidsmatige) omslagpunten. De resultaten van varianten A t/m F zijn opgenomen in bijlagen XVII t/m XXII.

7.1.1 Uitleg dynamisch pad

Het plaatsen van de varianten in een dynamische toekomststrategie heeft een aantal voordelen:

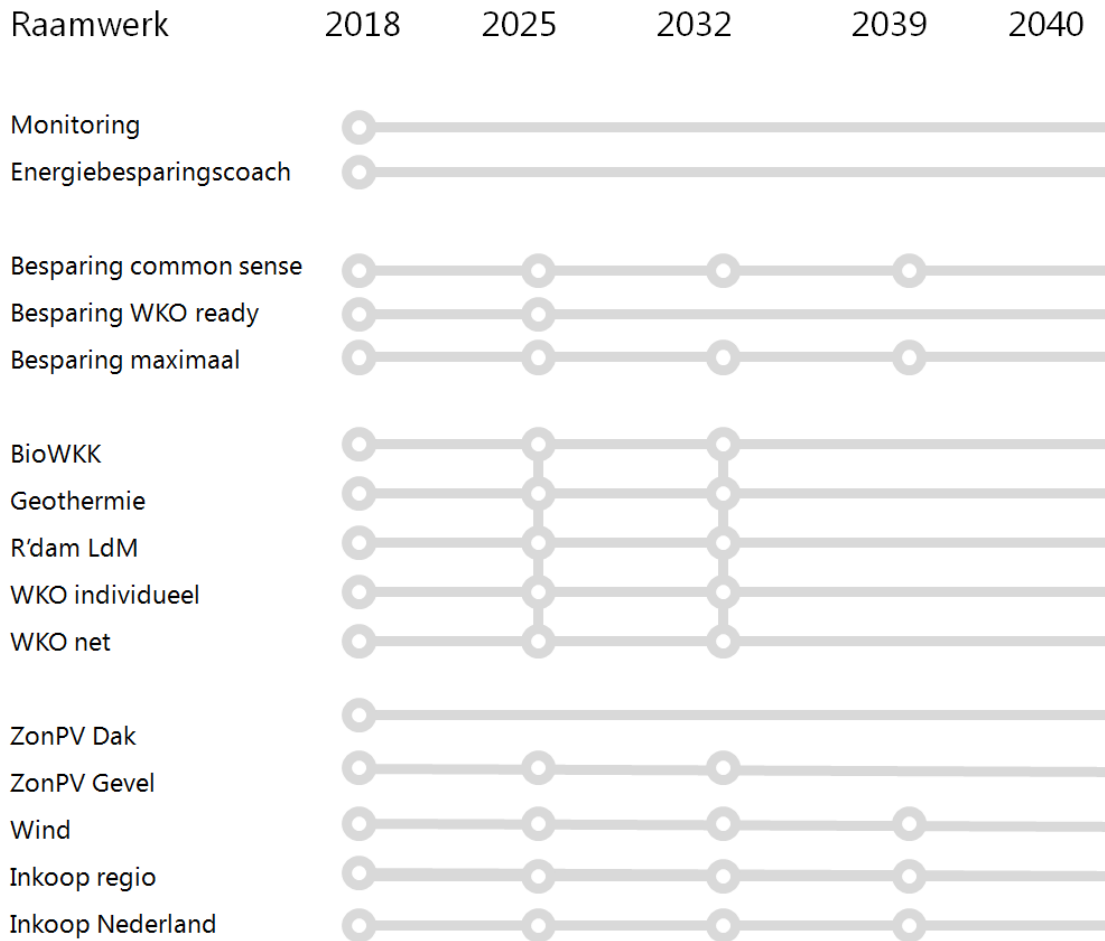
- De varianten geven de ruimte om de strategie bij te sturen voor technische innovaties, beleidsveranderingen en andere veranderingen in de context.
- Maatregelen binnen de varianten hebben het risico dat ze niet uitvoerbaar blijken te zijn. Een dynamisch pad toont welke alternatieven er zijn en wanneer daar nog voor gekozen kan worden.
- Een dynamisch pad geeft zicht op mogelijke padafhankelijkheden en investeringsrisico's.
- Een dynamisch pad geeft aan wat de laatste keuzemomenten zijn om bepaalde maatregelen te nemen om nog aan het einddoel te kunnen voldoen.

Iedere zeven jaar vindt een grondig evaluatiemoment plaats waar de context en de stand van zaken van het project opnieuw worden geanalyseerd. Dit zijn keuzemomenten om maatregelen te stoppen of te starten.

7.2 Samenstelling raamwerk dynamisch pad

De topmaatregelen die genomen kunnen worden zijn in een raamwerk gezet (figuur 7.1). De stippen in het raamwerk zijn de momenten wanneer er een keuze voor zo een maatregel gekozen kan worden. De verticale strepen zijn keuzemomenten waar gewisseld kan worden van een strategie naar een andere strategie. De grijze kleur is de achtergrondkleur van het raster. Het staat voor een pad wat wel mogelijk is, maar niet gekozen wordt.

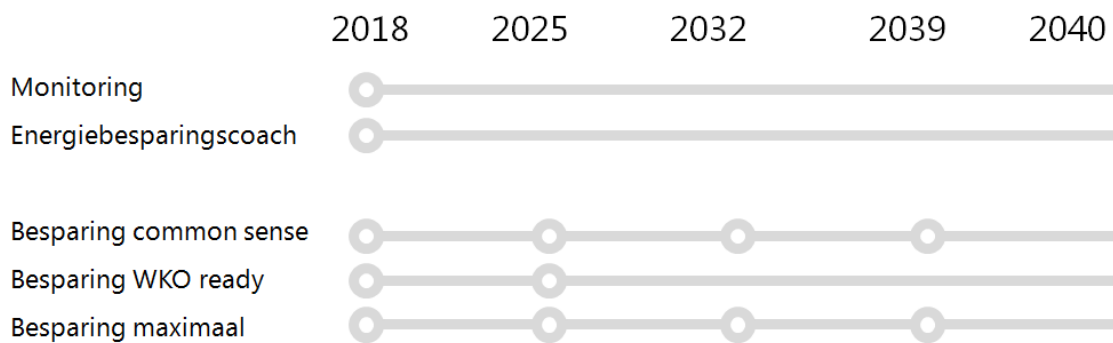
In de varianten zijn maatregelen gesorteerd op de thema's energiebesparing, warmte en elektriciteit.



Figuur 7.1 Raamwerk dynamisch pad

Figuur 7.2 geeft de energiebesparingsopties. Voor energiebesparing zijn de monitoring en energiebesparingscoach no regret maatregelen. Deze maatregelen zijn in alle varianten per direct een goede maatregel. Vervolgens zijn drie extra besparingsniveaus gedefinieerd. De besparingsniveaus zijn toegelicht in paragraaf 6.4.1.

Het wijzigen van maatregelen heeft uiteraard gevolgen voor de kosten en energieprestaties van het project. De keuze voor 'WKO ready' is een strategische keuze die voorbereid dat een gebouw wordt aangesloten op een WKO(-net) om te voorkomen dat buiten natuurlijke vervangingsmomenten kostbare na-isolatie moet plaatsvinden.



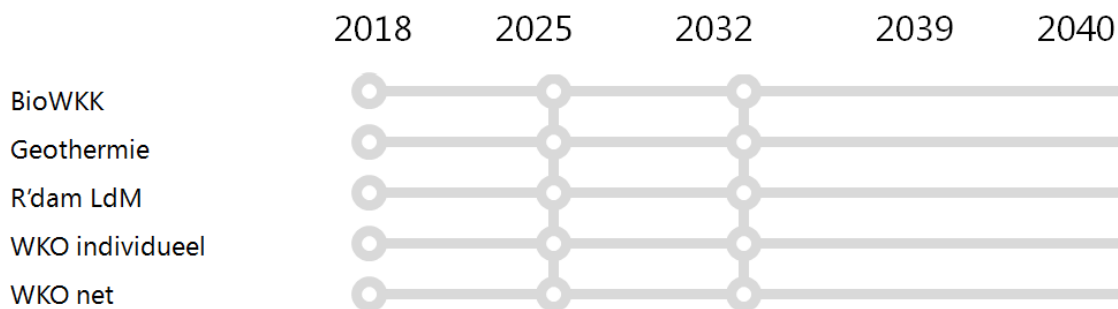
Figuur 7.2 Energiebesparingsopties

De warmteopties hebben allen inpassingsrisico's. Technische, juridische of beleidsontwikkelingen kunnen voorkomen dat de gewenste warmteoptie niet wordt aangelegd. De warmteopties kosten allen tijd om te implementeren. 2032 is het laatste moment om van strategie te kunnen switchen om het doel 'fossielvrij' in 2040 nog te kunnen halen.

In een aantal varianten wordt ingezet op verschillende warmtebronnen tegelijkertijd. Soms wel met een gewenste volgordelijkheid.

De keuze voor de warmtenetopties Geothermie en Leiding door Midden betekenen niet dat de bestaande WKO's worden afgekoppeld.

De optie BioWKK is in geen van de varianten een wenselijke warmtebron. Echter als de gewenste warmteoplossingen niet werken, dan is het een laatste keus die wel helpt het doel 'fossielvrij' te halen.

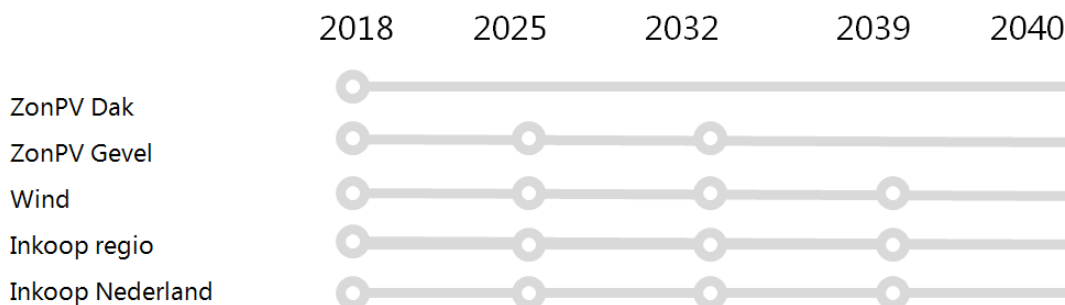


Figuur 7.3 Warmte- en koudeopties

De elektriciteitsopties geeft twee zonPV opties. ZonPV Dak is het toepassen van PV op geschikte daken. ZonPV op geschikte daken wordt gezien als een no regret maatregel en kan per direct worden uitgerold. ZonPV op gevels is een kans voor een aantal gebouwen. Techniekontwikkeling en beleidsontwikkeling zijn hiervoor randvoorwaarden.

De maatregel Wind gaat over de mogelijkheid om 6MW aan windturbines te plaatsen binnen een straal van 10 kilometer van het projectgebied zoals beschreven in paragraaf 6.3.1. De windturbines hebben samen een capaciteit van 6 MW en kunnen daarmee de totale elektriciteitsvraag van ERDH2.0 voor circa 17% invullen. Het plaatsen van deze turbines en eigendom over deze turbines krijgen is complex en onzeker.

'Inkoop regio' en 'inkoop Nederland' zijn de keuzes om elektriciteit in te kopen die niet zelf kan worden opgewekt op het gebouw en in de omgeving. Dit gaat over het grootste deel van de elektriciteitsvraag.



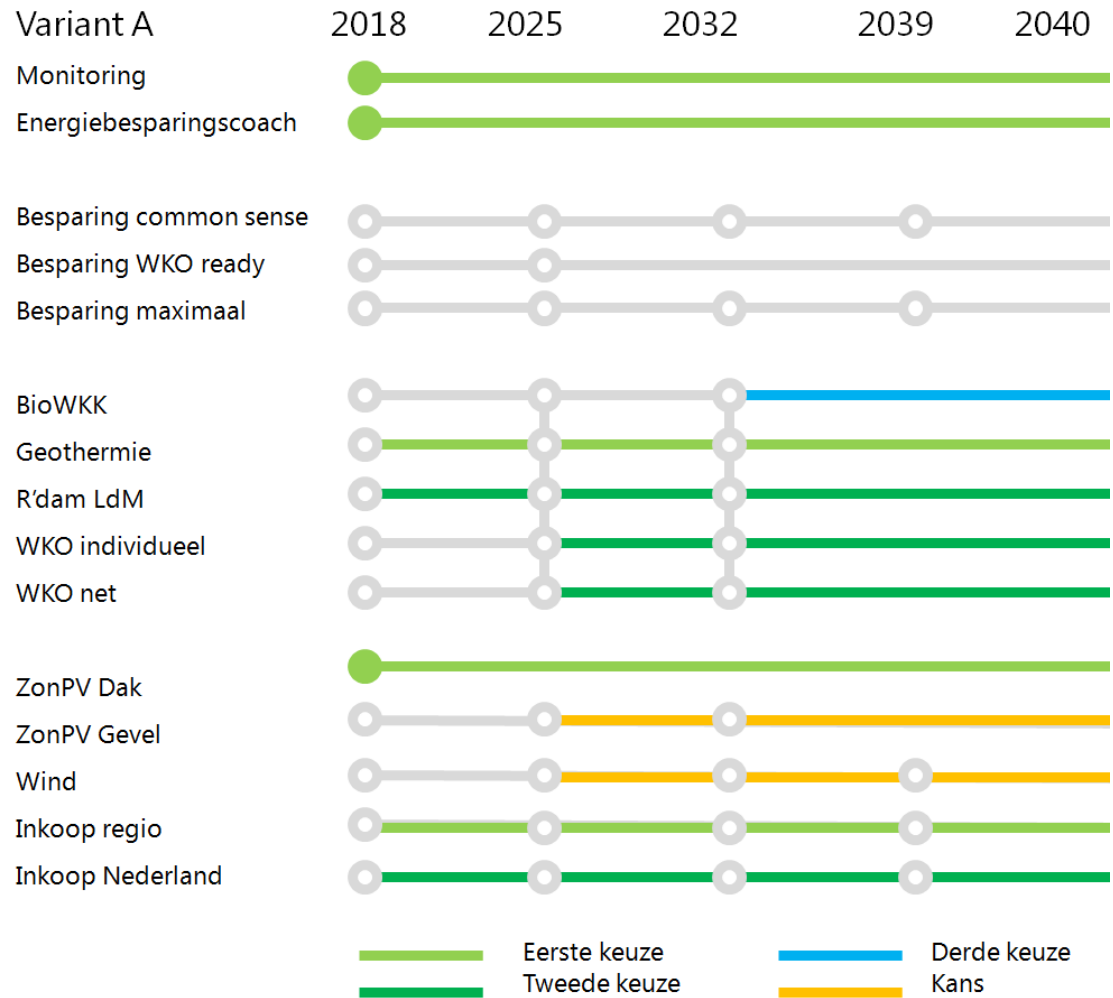
Figuur 7.4 Elektriciteitsopties

No regret maatregelen

Drie maatregelen zijn in alle scenario's aanwezig en kunnen direct worden toegepast, en daarmee een no-regret. Overige maatregelen zijn afhankelijk van de varianten. De drie no-regret maatregelen zijn:

- Energiebesparingscoach.
- Monitoring energiegebruik.
- ZonPV op de beschikbare daken.

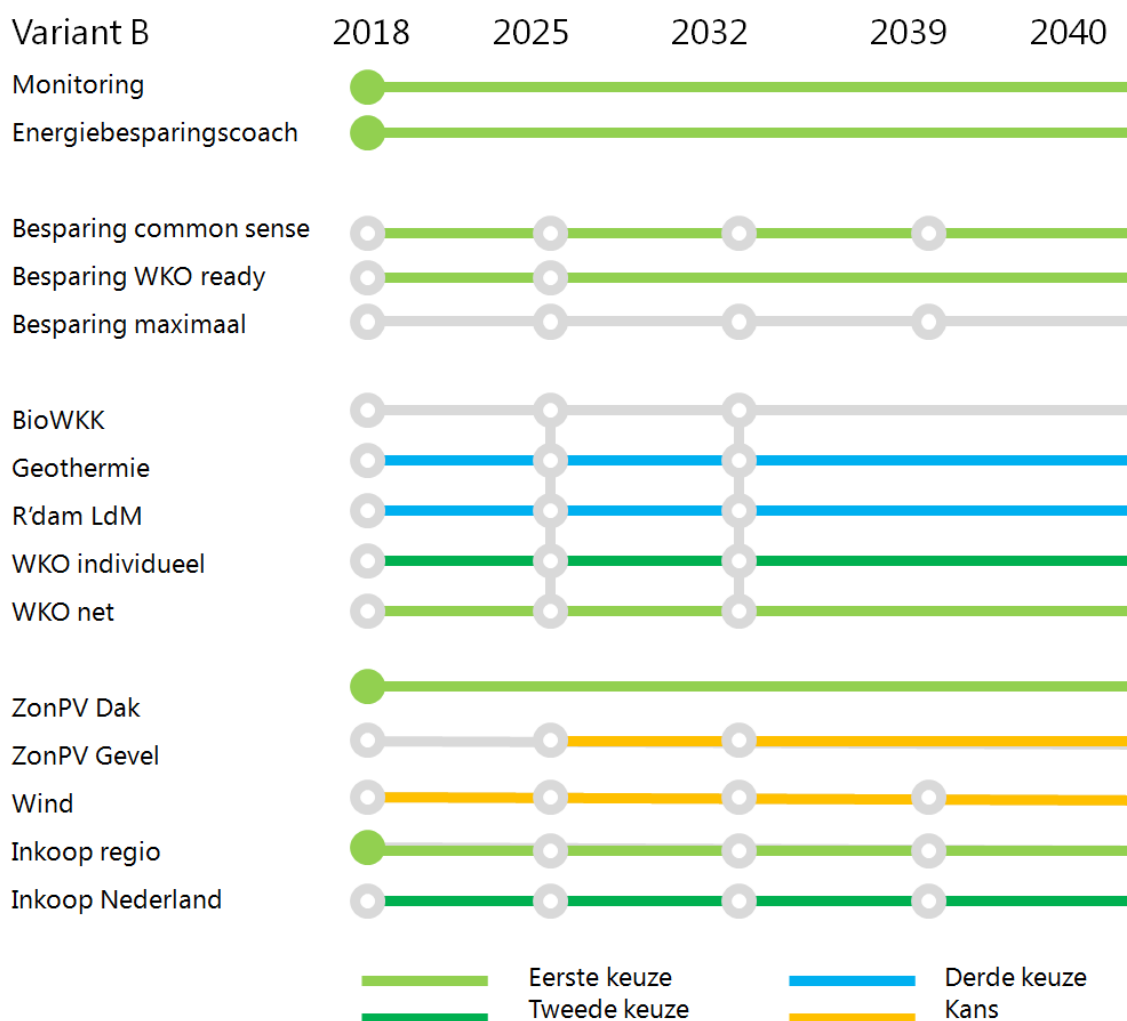
7.3 De varianten



Figuur 7.5 Transitiepad Variant A

Eigenschappen transitiepad Variant A:

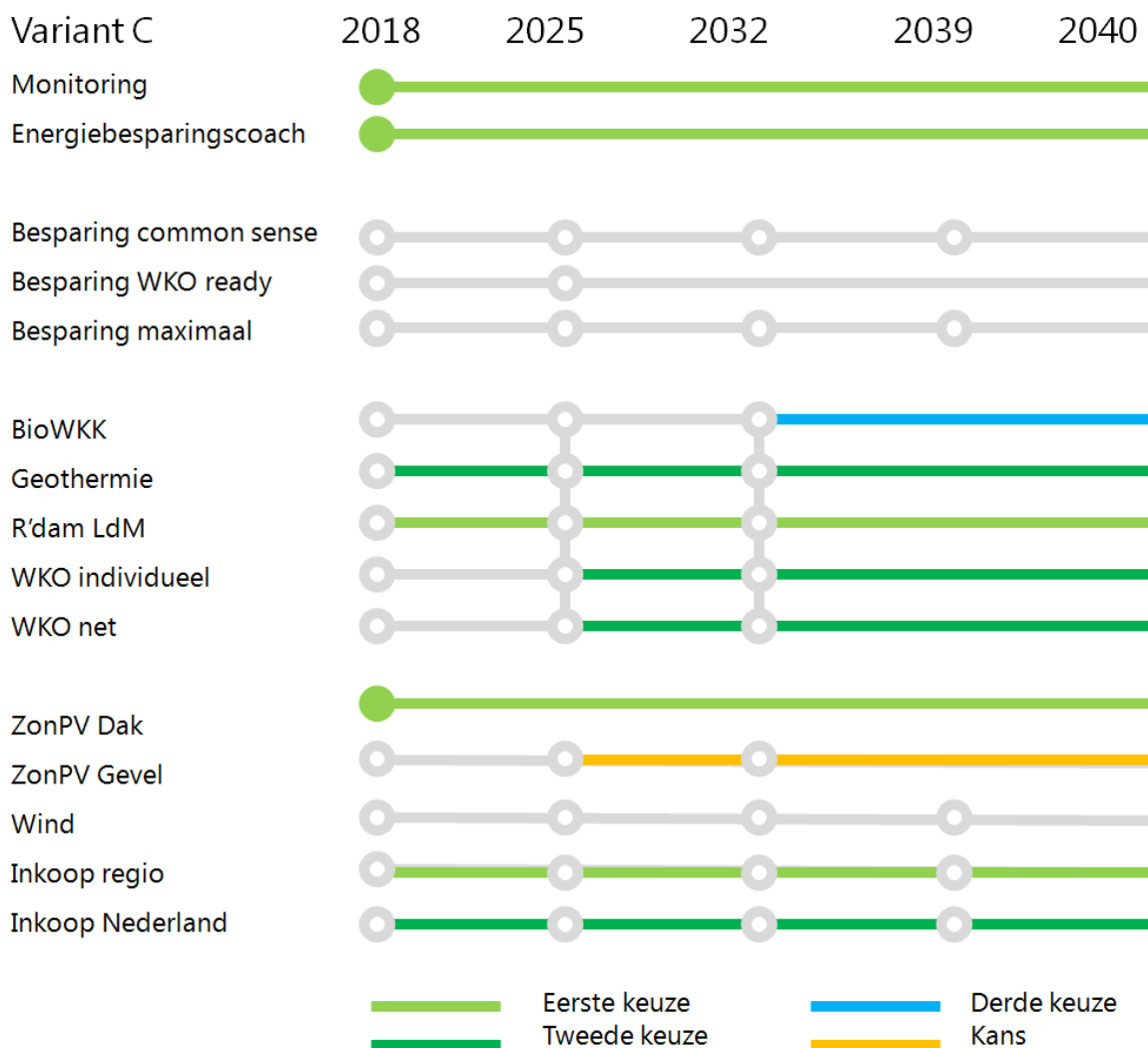
Kenmerken	Financiële beperkingen. Binnen huidige beleidskader.
Hoofdboodschap	Geothermie hoofdprioriteit, met Leiding door Midden als back up. Het doel fossielvrij in 2040 is binnen het huidig financiële en beleidskader reëel. Variant A draagt bij aan toenemende schaarste in hoge temperatuurwarmte in Den Haag; Deze variant is marktvolgend en in aanzienlijke mate afhankelijk van derden.
Energiebesparing	Monitoring, Energiebesparingscoach.
Elektriciteit	ZonPV op geschikte daken. Inkoop regio en Nederland. Toekomstkans: ZonPV gevel. Toekomstkans: Wind.
Warmte	Primaire keuze: Geothermie. Secundaire keuze: Warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam.
Robuustheid	Als geothermie en LdM niet haalbaar blijken, dan is het doelbereik niet haalbaar binnen gelijke financiële kaders.



Figuur 7.6 Transitiepad Variant B

Eigenschappen transitiepad Variant B:

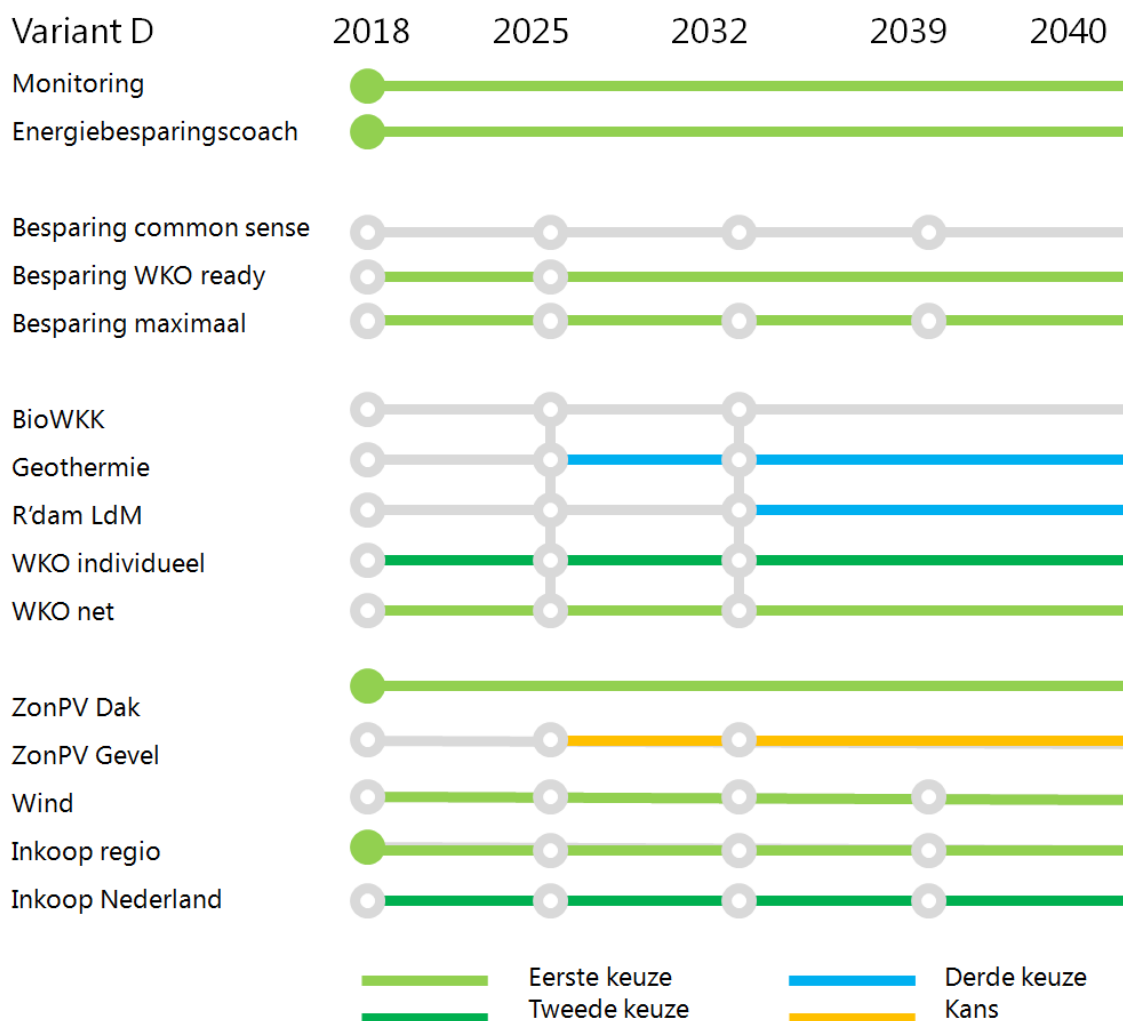
Kenmerken	Investerings toegestaan. Binnen huidige beleidskader.
Hoofdboodschap	De warmteopslagcapaciteit in de grond wordt via WKO benut. WKO en WKO-net zijn hoofdprioriteit en leveren de basislast, en aansluiting met het warmtenet wordt gemaakt waar nodig voor pieklast en waar de basislast met WKO te kostbaar is. Doelbereik minimaal afhankelijk van beleid en derden.
Energiebesparing	Monitoring, Energiebesparingscoach. Besparingsniveau: common sense. Ambitieuze Smart buildings programma mogelijk (niet mee berekend).
Elektriciteit	ZonPV op geschikte daken. Inkoop regio en Nederland. Toekomstkans: ZonPV Gevel, Wind.
Warmte	Primaire keuzes: WKO (net & individueel). Secundaire voorziening: Geothermie/Warmte via de Leiding door Midden Rotterdam.
Robuustheid	Variant B is robuust omdat WKO-net én warmtenet tegelijkertijd worden ontwikkeld. Ze zijn elkaars back-up.



Figuur 7.7 Transitiepad Variant C

Eigenschappen transitiepad Variant C:

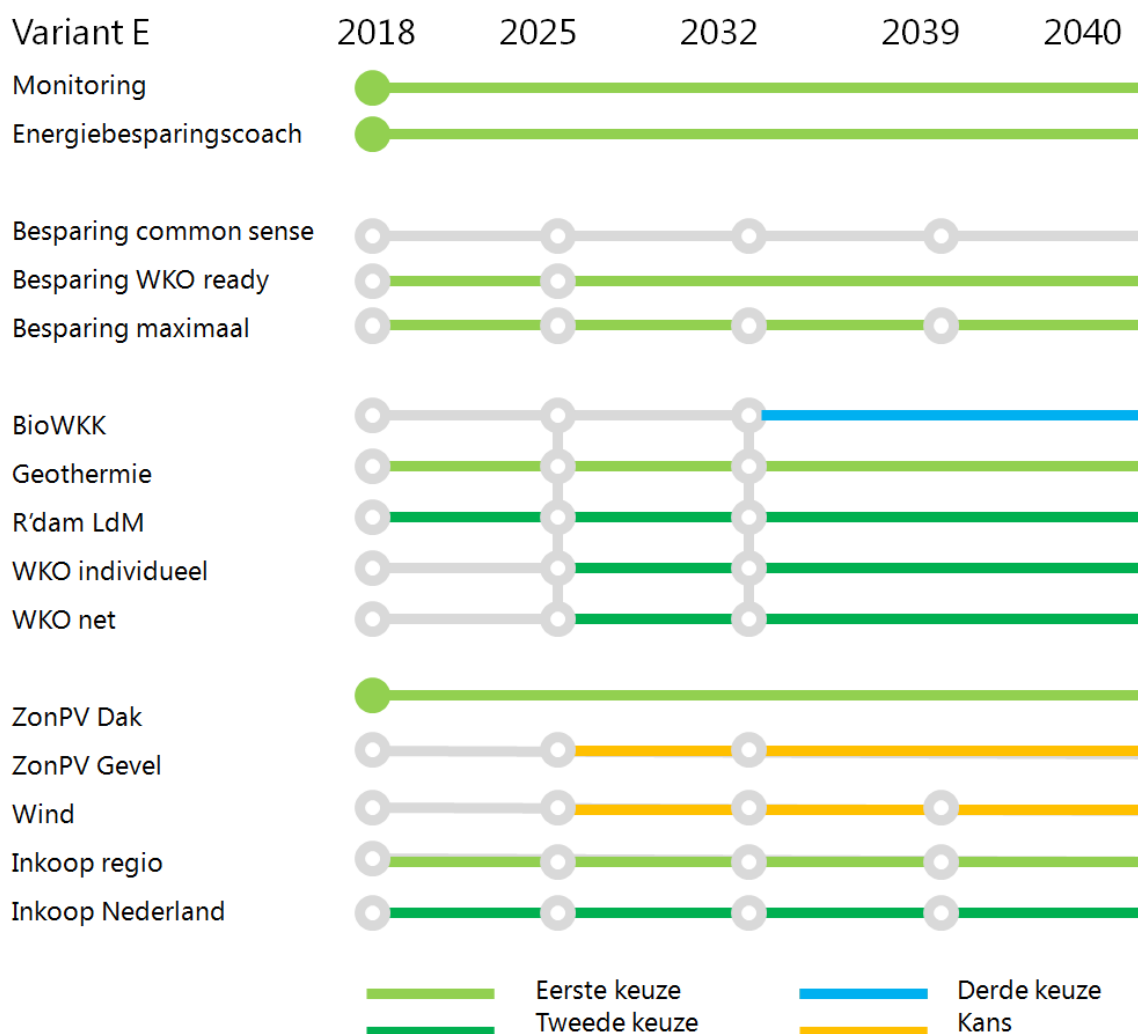
Kenmerken	Huidige financiële kader. Vrij beleidskader.
Hoofdboodschap	Variant C lijkt sterk op Variant A. Variant C is een theoretische variant. We leren eruit dat beleid maar beperkt barrières opwerpt die moeten worden aangepakt (tenzij strenge BENG-eisen worden geïmplementeerd).
Energiebesparing	Monitoring, Energiebesparingscoach.
Elektriciteit	ZonPV op geschikte daken. Inkoop regio en Nederland. Toekomstkans: ZonPV Gevel.
Warmte	Primaire keuze: Warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam. Secundaire keuze: Geothermie.
Robuustheid	Als geothermie en LdM niet haalbaar blijken, dan doelbereik niet haalbaar binnen financiële kaders.



Figuur 7.8 Transitiepad Variant D

Eigenschappen transitiepad Variant D:

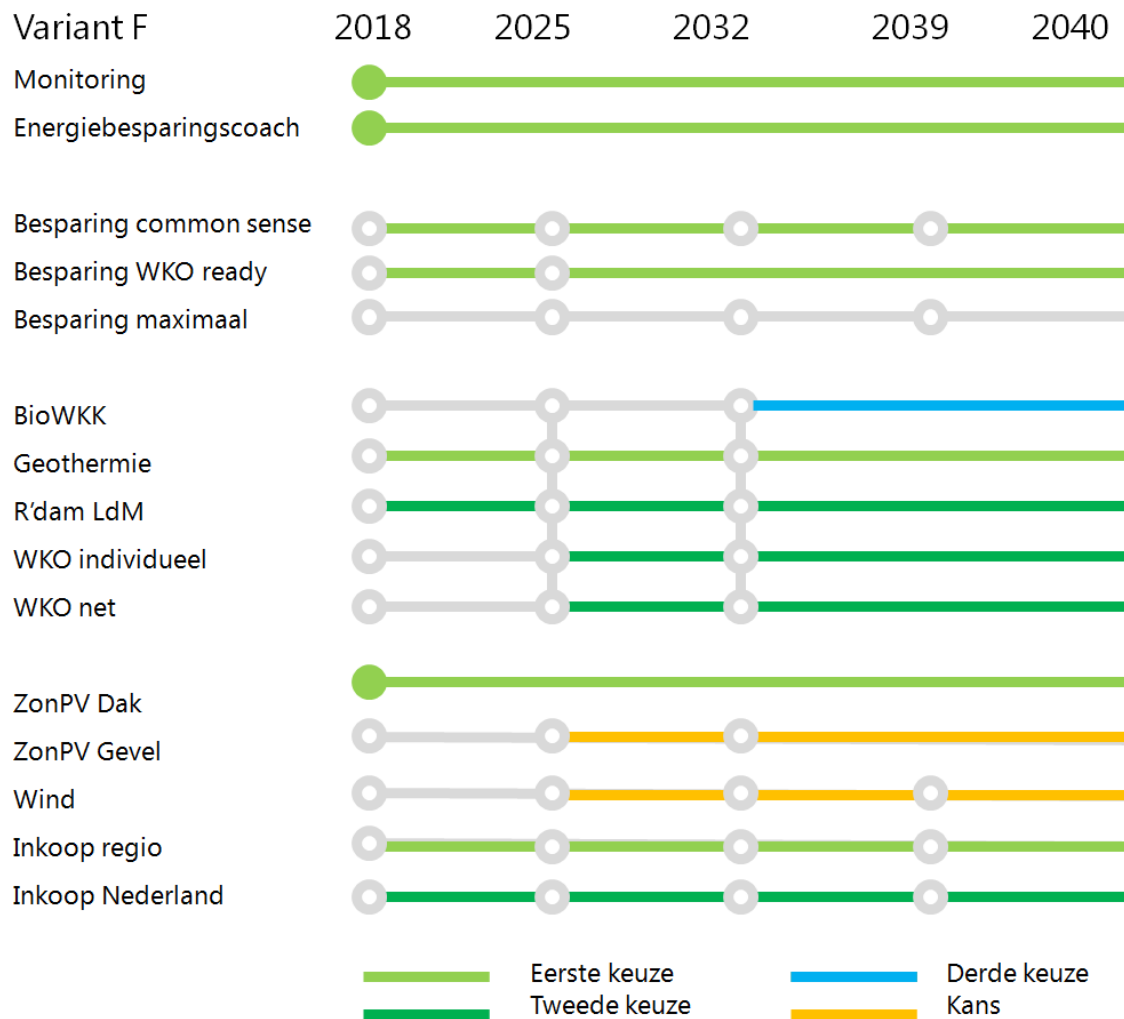
Kenmerken	Investerings toegestaan. Vrij beleidskader.
Hoofdboodschap	Het energiegebruik wordt maximaal bespaard. In variant D is het mogelijk om de warmtevoorziening binnen het gebied op te lossen. Geen warmtenet nodig.
Energiebesparing	Monitoring, Energiebesparingscoach. Besparingsniveau: maximaal. Ambitieuze Smart buildings programma mogelijk (niet mee berekend).
Elektriciteit	ZonPV op geschikte daken. Inkoop regio en Nederland. ZonPV Gevel en Wind worden uitgevoerd.
Warmte	Primaire keuzes. WKO-net en WKO individueel waar koppeling niet mogelijk is.
Robuustheid	Als verbeteren en uitbreiden WKO(net) niet haalbaar blijkt, zijn geothermie en LdM back up.



Figuur 7.9 Transitiepad Variant E

Eigenschappen transitiepad Variant E:

Kenmerken	Variant op A. Maximale besparing.
Hoofdboodschap	Variant E bepaald het maximale effect dat energiebesparing kan behalen binnen een warmtenetoplossing.
Energiebesparing	Monitoring, Energiebesparingscoach. Besparingsniveau: maximaal. Ambitieuus Smart buildings programma.
Elektriciteit	ZonPV op geschikte daken. Inkoop regio en Nederland. Toekomstkans: ZonPV Gevel en Wind.
Warmte	Primaire keuze: Geothermie. Secundaire keuze: Warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam.
Robuustheid	Als geothermie en LdM niet haalbaar blijken, zijn WKO-uitbreidingen back up.



Figuur 7.10 Transitiepad Variant F

Eigenschappen transitiepad Variant F:

Kenmerken	Variant op A. Common Sense besparing.
Hoofdboodschap	Variant F bepaald het effect van common sense besparing op het halen van het doelbereik.
Energiebesparing	Monitoring, Energiebesparingscoach. Besparingsniveau: common sense. Ambitieuus Smart buildings programma.
Elektriciteit	ZonPV op geschikte daken. Inkoop regio en Nederland. Toekomstkans: ZonPV Gevel. Toekomstkans: Wind.
Warmte	Primaire keuze: Geothermie. Secundaire keuze: Warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam.
Robuustheid	Als geothermie en LdM niet haalbaar blijken, zijn WKO-uitbreidingen back up.

7.4 Analyse op beleid

Uit de ruimte die ontstaat wanneer rekening gehouden wordt met beleid volgt Variant A en Variant B. Het verschil tussen Variant A en C volgt uit de beleidsruimte die ontstaat. In paragraaf 7.1.3 worden de gevolgen op de uitkomst weergegeven. Deze verschillen zijn beperkt, met name vanuit het gezichtspunt dat de 10 km zone geen enkel reëel handelingsperspectief biedt, en in de toekomst opgevolgd wordt door een ander kader voor Bijna EnergieNeutraal Gebouw (BENG) bestaande omgeving. De lessen die geleerd worden zijn:

1. Beleid over de energietransitie is (sterk) in ontwikkeling. Door wet- en regelgeving en subsidies kan de wenselijkheid en karakteristieken van energieoplossingen sterk worden beïnvloed. Iedere zeven jaar moet het transitiepad dan ook worden nagegaan op de omslagpunten in beleid.
2. Veel beleid is in ontwikkeling en maakt energieconcepten mogelijk of juist minder mogelijk. Hierbij zien wij:
 - a. De uitrol van windenergie in de gebouwde omgeving.
 - b. Zonnepanelen op gevels (in relatie tot beeldkwaliteit, esthetiek en welstand).
 - c. Het sturen op energielabelstappen.
 - d. Het komen tot een goede ordening van gebruik van de ondergrond in relatie tot potentie hernieuwbare warmte.

7.5 Conclusies

Alle Varianten zijn voorzien van een strategisch (tijds)pad. De Varianten hebben allen een behoorlijke robuustheid en beperkt risico van padafhankelijkheid.

De beoordeling van de Varianten is een beoordeling van de Variant inclusief het strategisch pad.

ERDH kent twee grote evaluatiemomenten: in 2025 en 2032. In 2039 kunnen nog laatste kleine wijzigingen worden uitgevoerd in strategie, maar voor de meeste maatregelen is dat te laat.

8

GEVOELIGHEIDSANALYSE

8.1 Inleiding

De eerder genoemde uitkomsten Energieconcepten, Varianten en Transitiepaden worden onderworpen aan een gevoeligheidsanalyse. Dit vindt kwalitatief plaats door een analyse naar de Transitiepaden in relatie tot de Trends, door het opgestelde Risicodossier en kwantitatief door de impact van de top risico's voor de voorkeursvariant B door te rekenen.

8.2 Transitiepaden in relatie tot de trends

Bij de gevoeligheidsanalyse noemen wij enkele trends uit de Trendanalyse die een hoge Impact en Relevantie voor ERDH kennen:

1. 1.3 Geothermie: geothermie is bij uitstek geschikt voor hoge en middenhoge temperaturen, en is daarom ook uitgewerkt in de Energieconcepten.
2. 1.4 Elektrificatie energievraag en netverzwaring: dit speelt bij ERDH, en daarom is contact met de netbeheerder en een analyse van de impact gemaakt.
3. 1.6 Waardering biomassaverbranding en duurzaamheid: hier is uitgebreid aandacht aan besteedt in het uitwerken van de Energieconcepten en de Varianten.
4. 1.11 Ontwikkeling WKO-bronnen: dit is leidend geweest bij het verder ontwikkelen van de topkeuzes in het uitwerken van de varianten.
5. 2.3 Transitie naar open netten: dit is geadresseerd in de beleidsanalyse uit de varianten.

8.3 Risicoanalyse

In bijlage XXIV is het opgestelde Risicodossier opgenomen. De top risico's zijn als volgt:

Tabel 8.1 Overzicht top risico's

Risico	Oorzaak	Gevolg	Score	Preventief	Correctief
Koppeling WKO's slaagt onvoldoende	<ul style="list-style-type: none"> - Eigendom-versnippering: Koppeling WKO's lukt niet organisatorisch; - Financiële/Juridische obstakels koppeling WKO; - WKO-ring stuit op vergunning technische of organisatorische problemen. 	WKO-ring is beperkt mogelijk	40	Bezuidenhoutseweg 20, Hoftoren en Paleis van Justitie liggen tussen potentiële WKO-clusters in, die deels in eigendom zijn van het RVB, waardoor er mogelijkheden zijn om de warmte-uitwisseling te organiseren. Hiermee wordt een logisch en nabijgelegen (tijd) startmoment gecreëerd.	Geothermie kan autonoom georganiseerd worden.
RVB beschikt over onvoldoende capaciteit om ERDH projecten uit te voeren/uit te rollen naar rest van de vastgoedvoorraad	<ul style="list-style-type: none"> - Beperkte beschikking over werknemers. - Grote werkvoorraad: Veel projecten staan op de planning. - Onvoldoende kennis beschikbaar (gemaakt). 	<ul style="list-style-type: none"> - De toezeggingen aansluitingen onder de Aanbesteding of contract worden niet gehaald, en ERDH wordt niet uitgerold. - Aansluitmomenten van gebouwen en clustering WKO wordt gemist, waardoor gebouwen afhaken. 	24	<ul style="list-style-type: none"> - Komen tot Implementatieplan dat hierin voorziet. - Maatwerk-aanpak voor Gebouwen, waardoor natuurlijk adviespartijen dit deel van het werk op zich nemen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Opschalen en op tijd signaleren van de uitdaging. - Bijschakelen capaciteit op sleutelmomenten zoals start WKO-clustering en aansluiten gebouwen.
Geothermie slaagt onvoldoende	<ul style="list-style-type: none"> - Geothermie boring gaat mis. - Prestatie boorput blijft achter. - Boorput degradeert (snel). 	<ul style="list-style-type: none"> - Onvoldoende warmte beschikbaar. - Desinvesteringen. - Alternatieven nodig. 	21	<ul style="list-style-type: none"> - Uitbesteden realisatie naar deskundige (markt)partij. - Zekerheidsstellingen subsidies Geothermie. 	Transitiepad voorziet in secundaire mogelijkheden

Risico	Oorzaak	Gevolg	Score	Preventief	Correctief
Slecht beheer WKO	Onduidelijke verantwoordelijkheid voor comfort en installaties/WKO door onduidelijkheid organisatie en eigendom WKO en ringstructuur.	Afname interesse in WKO en prestaties van de WKO.	21	<ul style="list-style-type: none"> - Keuze naar voren halen en in implementatiepl aan bespreekbaar maken. - Mogelijk: organiseren aanbesteding en risico naar deskundige (markt)partij. - Voor aansluitmoment het technische PvE van elk gebouw uitkristalliseren en ringstructuur en installaties hierop ontwerpen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prestatie afspraken in combinatie met concessie overeenkomst naar WKO-structuur. - Overnemen eigendom en beheer. - Laagste niveau: toezicht en ingrijpen organiseren d.m.v.. bevoegd gezag (provincie) en WKO-toezicht
.Nieuwe warmteleverancier wil warmte niet duurzaam leveren onder dezelfde voorwaarden	Netbeheerder of nieuwe organisatie krijgt verantwoordelijkheid warmtelevering	Contract warmtelevering moet opnieuw afgesloten worden	21	Exit clause in contract opnemen	Monitoren beleid (DAPP) en gebruikmaken 7-jaars strategie
Later kabinet staat niet achter transitiepad dat nu voorzien wordt	ERDH Programma loopt tot 2040	Later Kabinet wil afwijken van transitiepad / implementatie ERDH stopzetten.	18	- lange termijn overeenkomsten afsluiten met marktpartijen	- Elke 7 jaar wordt beleid gespiegeld aan doelen en uitvoeringspakketten.
Besluiten worden niet of onvoldoende gemaakt	<ul style="list-style-type: none"> - Partijen niet op één lijn. - Stuurgroep komt niet tot keuzes. - Verschil inzicht gemeente en RVB. 	<ul style="list-style-type: none"> - Doel fossielvrij in 2040 wordt niet voor alle gebouwen behaald. 	12	<ul style="list-style-type: none"> - In stuurgroep overleg leveren van beslisinformatie. - Nauwe samenwerking met projectteam. - Betrekken van stakeholders. - Robuust maken voorkeursvariant door DAPP transitiepad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transitiepad bijsturen door gevolgen besluitvorming

8.4 Rekenmodel

Voor de berekeningen in het rekenmodel is een aantal elementen en de bijbehorende parameters geanalyseerd op hun gevoeligheid naar de uitkomst van de berekeningen. Deze paragraaf geeft, volgend op de voorgaande risicoanalyse, een gevoeligheidsanalyse van de investeringskosten voor schilmaatregelen, disconteringsvoet en de warmteprijs.

8.4.1 Investeringskosten schilmaatregelen

Met name de investeringskosten voor verbetering van de gebouwschil zijn per gebouw verschillend. Bij de 16 ERDH-gebouwen is er veelal sprake van 'specials' en is er daarmee veel variatie. De kosten voor schilverbetering zijn afhankelijk van onder andere de opbouw van de gevels, de gebouwworm, verhouding glas/dichte gevel, etc.. Uit de publicatie van RVO 'Actualisatie investeringskosten Maatregelen EPC-Maatwerk-advies Bestaande utiliteitsbouw 2016' van 27 mei 2016 kan afgeleid worden dat er een spreiding is van circa 20 tot 150 euro per m² bvo. In ons model hebben wij gerekend met 60 euro per m² voor oude/monumentale gebouwen en 50 euro voor moderne gebouwen. De (meer)investeringskosten bij variant D en E worden als volgt, indien deze uitgangswaarden worden verhoogd (voor de 11 beschouwde gebouwen, zie paragraaf 6.7.1):

- +30 euro per m² bvo: +20 miljoen euro.
- +60 euro per m² bvo: +40 miljoen euro.

8.4.2 Disconteringsvoet

De contante waarde van de besparingen en de investeringen is bepaald aan de hand van een disconteringsvoet van 4,5%. Onderstaande tabel geeft de contante waarden bij een disconteringsvoet van 2%, 4,5% en van 7%.

Tabel 8.2 Overzicht gevoeligheidsanalyse disconteringsvoet 2%, 4,5% en 7%

		NCW (€) 2 %	NCW (€) 4,5 %	NCW (€) 7%
Variant A	Stadswarmte - Geothermie	2.910	1.956	1.326
Variant B	WKO-net met stadsverwarming als piekvoorziening	-73	-1.498	-2.284
Variant C	Stadswarmte - Leiding door Midden	2.910	1.956	1.326
Variant D	WKO-net met lokaal luchtwarmtepompen	-56.575	-45.419	-37.041
Variant E	Stadswarmte - Geothermie	-51.848	-41.136	-33.144
Variant F	Stadswarmte - Geothermie	-2.799	-2.989	-2.968

8.4.3 Warmteprijs duurzame warmte

In de doorrekeningen is er vanuit gegaan dat de warmteprijs voor de levering van duurzame warmte gelijk blijft. Voor de leverancier betekent dit dat de investeringen in de verduurzaming van het warmtenet kostenneutraal uitgevoerd kan worden en dus op langere termijn terugverdiend wordt. Als dit toch niet haalbaar blijkt te zijn, is het mogelijk dat de warmteprijs verhoogd wordt. Onderstaande tabel geeft de resultaten bij verhoging van de warmteprijs voor de varianten A tot en met D met 4 euro per GJ.

Tabel 8.3 Overzicht gevoeligheidsanalyse variabele warmteprijs

		NCW (€) 4,5 % 14,50 euro per GJ	NCW (€) 4,5% 18,50 euro per GJ
Variant A	Stadswarmte - Geothermie	1.956	-345
Variant B	WKO-net met stadsverwarming als piekvoorziening	-1.498	-2.105
Variant C	Stadswarmte - Leiding door Midden	1.956	-345
Variant D	WKO-net met lokaal luchtwarmtepompen	-45.419	-45.419
Variant E	Stadswarmte - Geothermie	-41.136	-42.645
Variant F	Stadswarmte - Geothermie	-2.989	-4.774

8.5 Conclusie

Uit de analyse op Trends en de gekozen oplossingen volgt dat deze oplossingen in de eerste uitvoeringstermijn robuust zijn, en bestand zijn tegen de verwachte wijzigingen vanuit de trends. Omdat in deze opgave een stap vooruit genomen wordt op de implementatie van verdergaand energiebeleid als gevolg van het Klimaatakkoord van Parijs, is dit ook solide naar deze gevoeligheid.

Uit het risicodossier volgt dat de belangrijkste risico's van doen hebben met het eigendom van de WKO's, met de techniek van geothermie, met het organiseren van de uitrol van ERDH en met het komen tot een duurzame overeenkomst met partijen die verduurzamen, en op deze manier een al dan niet natuurlijke monopolie positie toebedeeld krijgen. Deze risico's zijn doorvertaald naar de uitdagingen en topkeuzes in het Implementatieplan (rapportage deel B). In het uiteindelijke totale kostenoverzicht (zie hoofdstuk 10) is een financiële voorziening voor de risico's van WKO en geothermie opgenomen opdat de voortgang van het ERDH programma en het bereiken van de doelstelling niet afhankelijk is van de investeringsbereidheid van derden.

De conclusie naar aanleiding van de bovenstaande gevoeligheidsanalyse van het energiemodel is dat aanpassing van alle parameters leidt tot de te verwachten wijzigingen in de resultaten.

Een verhoging van de verdisconteringsvoet heeft met name een negatieve impact op variant B, die daardoor (licht) negatief wordt. Varianten D en E laten een sterke verbetering zien, hoewel de uiteindelijke NCW sterk negatief blijft. Varianten A en C laten ook een verslechtering zien.

Een verhoging van de warmteprijs heeft de sterkste (negatieve) invloed op varianten A, C en F. De overige varianten zijn hier relatief ongevoelig voor en tonen een beperkte gevoeligheid voor prijsstijgingen van warmte.

9

BEOORDELING VAN DE VARIANTEN

Van de onderzochte varianten is Variant B gekozen als voorkeursvariant. Dit hoofdstuk beschrijft welke beoordelingsmethodiek is gebruikt om tot die conclusie te komen.

De basis van de beoordeling wordt gevormd door een multicriteria-analyse. Vervolgens zijn de uitkomsten van de multicriteria-analyse getoetst door de belangrijkste keuzes binnen de varianten (de warmtebron en het besparingsniveau) nogmaals tegen het licht te houden. De uitkomsten zijn daarna getoetst op draagvlak bij de stuurgroep en bij experts.

9.1 Beoordelingskader van ERDH2.0

De beoordeling van de ERDH energieconcepten is uitgevoerd door een toets op de gegeven randvoorwaarden en een kwalitatieve multicriteria-analyse. De beoordelingscriteria komen voort uit de adviesopdracht en zijn op geaggregeerd niveau voorgelegd in de value engineering bijeenkomst van 13 juni jl. met het projectteam ERDH. In de value engineering sessie van 13 juni jl. is geëvalueerd hoe waardering van de afzonderlijke beoordelingen ten opzichte van elkaar wegen. Tabel 9.1 geeft aan hoe de beoordelingscriteria zijn geaggregeerd naar negen hoofdcriteria die aan het programmteam zijn voorgelegd.

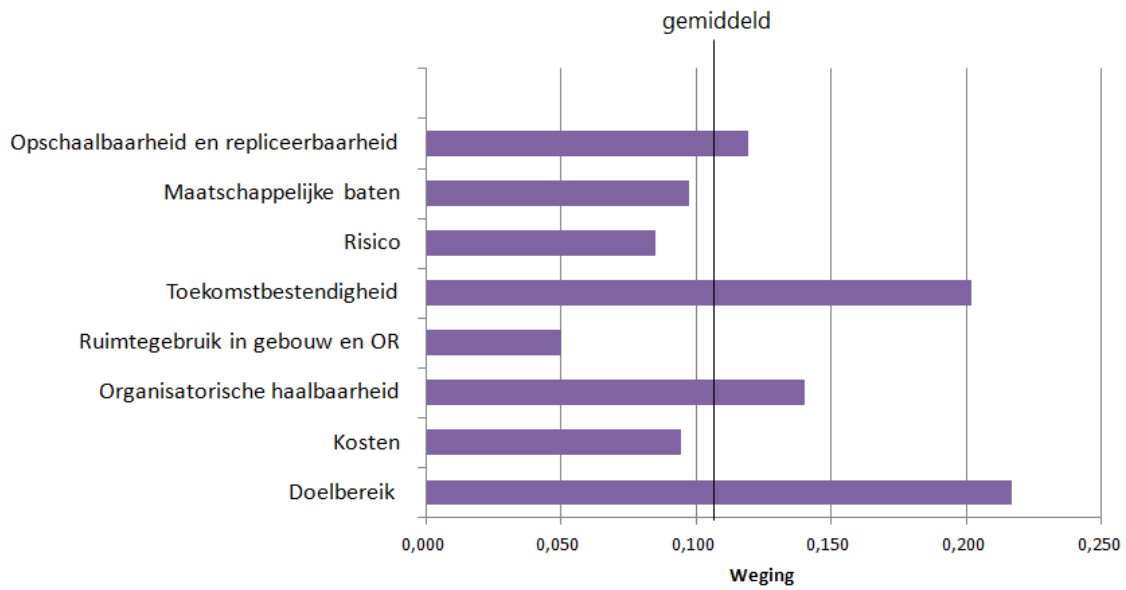
Tabel 9.1 Aggregatie van beoordelingscriteria

Doelbereik	Energiebalans	Fossiel vrij energiegebruik in 2040
		Gereduceerd energiegebruik in 2040 ¹
		Ten minste gemiddeld energielabel A in 2030 / minimaal label C in 2023 ¹
Haalbaarheid	Financiële haalbaarheid	(mmer-)investeringskosten
		Exploitatiekosten
		Netto Contante Waarde
	Organisatorische haalbaarheid	(Verwacht) standpunt stakeholders
		Passend binnen beleidsinventarisatie contextanalyse en politiek bestuurlijk draagvlak
	Ruimtegebruik in gebouw en openbare ruimte	m ² o.b.v. kengetallen
	Toekomstbestendigheid	Kwalitatieve beoordeling o.b.v. trendanalyse
Risico	Procesrisico's	
	Projectrisico's	
Externe effecten	Maatschappelijke effecten	Kwalitatieve beoordeling effectrelaties
	Opschaalbaarheid & Repliceerbaarheid	Kwalitatieve beoordeling o.b.v. contextanalyse; Mate waarin oplossing in meer steden en gebouwen kan worden toegepast

Figuur 9.1 geeft de waardering van de stuurgroep aan over de criteria. De multicriteria-analyse in combinatie met de weging van de stuurgroep vormt de zogenaamde 'gewogen beoordeling'.

¹ Mate van reductie is niet gedefinieerd in de uitvraag, wel in de Renewable Energy Directive (RED): energiebesparing van 2% per jaar. In Nederland is in het Energieakkoord een besparing van het primaire energieverbruik met gemiddeld 1,5% per jaar vastgesteld.

Weging van de Prestatiecriteria



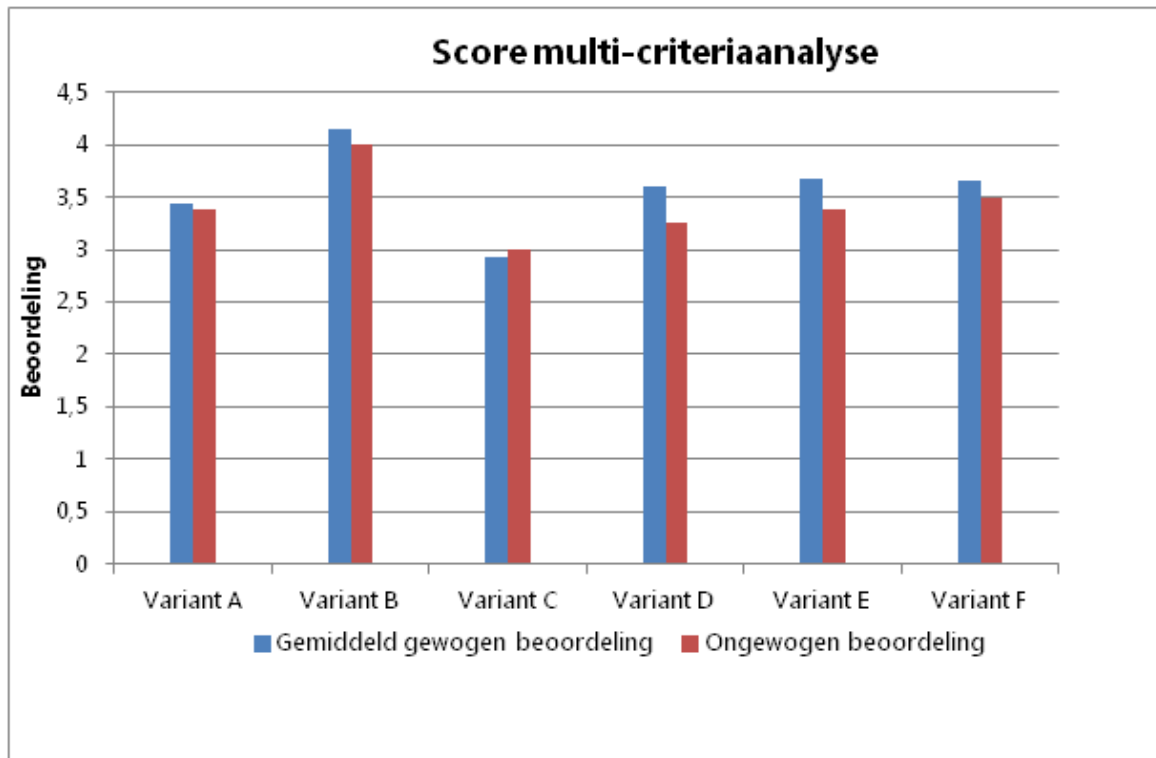
Figuur 9.1 Weging van beoordelingscriteria door de stuurgroep

9.2 Beoordeling van de varianten

Tabel 9.2 geeft een score per criterium aan per variant. Een 1 betekent dat de variant zeer negatief scoort en een 5 scoort heel positief. De gemiddelde scores en de gewogen scores staan in figuur 9.1. De belangrijkste argumenten voor de scores staan na deze figuur.

Tabel 9.2 Beoordeling van de varianten

	Variant A	Variant B	Variant C	Variant D	Variant E	Variant F
Doelbereik	3	4	3	5	5	4
Kosten	5	4	5	1	1	3
Organisatorische haalbaarheid	4	3	2	2	4	4
Ruimtegebruik in gebouw en OR	4	3	5	2	4	4
Toekomstbestendigheid	4	5	3	4	4	4
Risico	2	4	1	3	3	3
Maatschappelijke baten	1	4	1	4	2	2
Opschaalbaarheid en repliceerbaarheid	4	5	4	5	4	4



Figuur 9.2 Gemiddeld gewogen en ongewogen beoordeling

Doelbereik

Alle varianten beantwoorden aan de doelstellingen. Ze behalen allen een fossielvrij energieverbruik in 2040 en besparen energie. De mate van energiebesparing verschilt per variant en daar komt het verschil in beoordeling vandaan.

- Het behalen van de doelstelling 'fossielvrij in 2040':
 - In alle varianten wordt het doel fossielvrij behaald. De risico's die het behalen van dit doel bedreigen zijn opgenomen in het criterium: risico.
- Energiereductie:
 - Varianten A en C besparen 11%, B en F 18% en D en E circa 27%.
- Behalen ten minste gemiddeld energielabel A in 2030 / minimaal label C in 2023:
 - Dit criterium is niet goed te beoordelen omdat er geen (of zeer beperkt) energielabel informatie beschikbaar is voor de gebouwen, en niet helder is welke maatregelen moeten worden uitgevoerd om de doelen te behalen. In alle varianten worden maatregelen uitgevoerd op natuurlijke vervangingsmomenten, tenzij het geen desinvestering met zich meebrengt om een maatregel in te voeren. Alle varianten scoren hierin gelijk.

Kosten

Per variant zijn de meerinvesteringen, exploitatiekosten en nettocontante waarde (NCW) bepaald en onderling vergeleken. Financiële voorzieningen voor risico's zijn buiten de beschouwingen gelaten omdat deze voor het vergelijk niet onderscheidend zijn.

- Investeringskosten:
 - Varianten A en C hebben de laagste meerinvestering (beide circa 3 M€); Varianten B en F zitten daarboven (16 M€ en 18 M€ respectievelijk) en Varianten D en E daarboven (circa 103 M€ en 92 M€ respectievelijk).
- Exploitatiekosten:
 - Varianten A en C hebben de laagste relatieve energiebesparing per jaar (beide circa 0,4 M€); dan Variant F (circa 1,0 M€), dan B (circa 1,3 M€), E (circa 2,3 M€) en Variant D bespaart het meest (circa 2,6 M€).

- NCW:
 - Varianten A en C hebben de hoogste NCW (beide circa 2,0 M€); gevolgd door Variant B (circa -1,4 M€); gevolgd door Variant F (-3 M€) en Varianten E en D hebben de laagste NCW (circa -41 M€ en -45 M€).

Organisatorische haalbaarheid

- Samenwerking met stakeholders
 - Alle warmteoplossingen hebben uitdagingen met stakeholders. Echter wordt beoordeeld dat het WKO-net complexer is dan de warmtenetopties. Voor het koppelen van WKO-systemen moeten bestaande belangen en contracten worden aangepast.
- Passend binnen beleidsinventarisatie contextanalyse en politiek bestuurlijk draagvlak
 - Varianten C en D zijn 'beleidsvrije varianten'. In de transitiepaden betekent dit dat er meer zon- en windenergie in de omgeving wordt verwezenlijkt dan de overige opties. Windenergie heeft nog slechts zeer beperkte ruimte in de regio rond Den Haag door geldende wet- en regelgeving. Als de regelgeving soepeler wordt, kan er meer windenergie worden opgewekt. Het draagvlak voor de versoepeling van deze regels rond windenergie zal beperkt zijn en dat maakt de toepassing van extra windturbines in de omgeving organisatorisch moeilijk haalbaar. Zonnepanelen op gevels zullen impact hebben op de beeldkwaliteit van de gebouwen. In alle varianten wordt zonnepanelen op gevels op termijn als een kans gezien, maar de vraag is of er draagvlak voor is om het aangezicht van de gebouwen aan te passen.
 - De warmteopties vallen allen binnen de huidige beleidskaders van de relevante overheidslagen.
 - De publieke opinie en het politieke draagvlak spreekt voor de warmteopties naar geen heldere voorkeur of afkeur uit voor de voorgestelde warmteopties. Er zijn wel sterke opinies, maar er is (nog) geen consensus. Dit kan wel veranderen.
 - Met name de geothermievarianten, maar wellicht ook de warmte via de Leiding door Midden vanuit Rotterdam hebben een risico politiek draagvlak te verliezen. De publieke perceptie van geothermie is bijvoorbeeld kwetsbaar (vergelijk bijvoorbeeld de casus CO₂-opslag in Barendrecht). Dit is echter in het risicocriterium meegewogen en niet in organisatorische haalbaarheid.

Ruimtegebruik in gebouw en omgeving

- Gebouw
 - In de gebouwen waar schil-isolatie moet worden toegepast is een flinke herziening in het gebouw nodig. In alle varianten wordt dit toegepast op natuurlijke vervangingsmomenten en daardoor valt het inpassingseffect mee.
 - Variant D kent installatie van lucht/waterwarmtepompen en dat brengt in sommige gebouwen of in het gebied rond de gebouwen flinke inpassingsvragen met zich mee.
- Omgeving
 - Een WKO-net vraagt meer complexe inpassing in de stad dan een warmtenet, omdat de warmtenetleidingen er voor een groot deel al liggen.
 - Geothermie vergt meer ruimte dan warmte via de Leiding door Midden vanuit Rotterdam via een warmtenet. Daarom scoort Variant C goed.

Toekomstbestendigheid

- Trendanalyses
 - De trendanalyse voorziet een blijvende schaarste van duurzame warmte. Voor met name Variant C, die inzet op warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam, geeft dit onzekerheid voor de toekomstbestendigheid. Het is onzeker hoe de capaciteit van deze warmtestroom zich ontwikkelt, en de vraag ernaar is groter dan het aanbod. Het verdelen van de beschikbare duurzame warmte heeft onzekere gevolgen.
- Padafhankelijkheid

Padafhankelijkheid kan op twee manieren worden beschouwd: De padafhankelijkheid van een techniek en de padafhankelijkheid van een transitiepad.

Met name de warmtekeuzes zijn dominant in de padafhankelijkheid. Alle warmtetechnieken hebben het risico dat inpassing niet of in een beperkte mate wordt behaald.

- De transitiepaden van de varianten hebben een hoge flexibiliteit tot het moment van aanleg van de energiesystemen, omdat er in de zevenjaarlijkse revisiemomenten bijgestuurd kan worden en andere opties nog open staan.
- Alle varianten hebben een hoge infrastructurele investering, en daarom langlopende exploitatiecontracten. Zodra een warmtesysteem wordt aangelegd, is dat voor de komende decennia het warmtesysteem. In dat opzicht hebben alle varianten allen een hoge padafhankelijkheid. Dit is niet onderscheidend per variant.
- Variant B is het meest robuust in de toekomst omdat zowel de WKO-opties en warmtenetopties actief worden uitgewerkt. Als een van deze opties niet goed loopt, kan dat direct worden opgevangen door de andere warmtetoevoer.
- Variant C maakt gebruik van warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam. Dat is organisatorisch het eenvoudigst. Omschakelen van een strategie van warmte via de Leiding door Midden naar geothermie- of WKO-netopties is complexer dan andersom.
- Alle varianten hebben BioWKK als laatste redmiddel om het doelbereik te behalen mochten de gewenste varianten niet goed uitwerken.
- Voor de warmtenetopties geldt dat de warmtenetinfrastructuur gevoed kan worden door verschillende warmtebronnen. In de toekomst kunnen deze bronnen worden aangepast.
- Bij de varianten A en C is er een risico dat de natuurlijke vervangingsmomenten niet worden aangegrepen om energiezuinige maatregelen te nemen die achteraf toch verplicht worden en daarmee duurder zijn om in te passen.

Risico's

De risico's zijn een samenstelling van project- en procesrisico's. De risico's zijn beoordeeld vanuit hun transitiepad, dus de mogelijkheid voor het treffen van alternatieve maatregelen in het tijdspad naar 2040.

Een diepere analyse over de risico's is te lezen in het risicodossier in bijlage XXIV:

- Variant B kent de minste risico's voor het bereiken van de doelstellingen omdat deze variant uitgaat van een dubbel spoor voor de warmte voorziening (WKO+Warmtenet). Indien één van de sporen stagneert, kan het andere spoor geïntensiveerd worden. De risico's van WKO en warmtenet zijn.
- De warmtenetvarianten zijn risicovol omdat deze volledig afhankelijk zijn van de verduurzamingstrategie van derden.
- Variant A en C zijn risicovol omdat ze niet geschikt worden voor lage temperatuurwarmte. Mocht het warmtenet tegen problemen aanlopen, dan kan het niet op korte termijn overschakelen naar WKO, of andere laagtemperatuursystemen. Daarnaast zal in die gevallen rekening moeten worden gehouden met additionele meerinvesteringkosten, omdat in minder gevallen op natuurlijke momenten verbouwd kan worden.
- Inzetten op warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam is kwetsbaarder in het behalen van de doelstelling dan inzetten op geothermie. Als geothermie niet lukt, is de warmte uit Rotterdam wel een terugval optie. Als warmte uit Rotterdam niet lukt, is het een complexere stap naar geothermie.
- Variant C heeft als risico dat via de warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam geen fossielvrije warmte wordt aangevoerd in 2040.
- De geothermieopties hebben als risico dat het publiek/bestuurlijke draagvlak voor deze technologie wegvalt en dat de boringen niet succesvol zijn.

Maatschappelijke baten

De maatschappelijke kosten en baten per variant vinden op veel niveaus plaats. In deze studie is geen uitgebreide maatschappelijke kosten en baten analyse uitgevoerd. Het criterium 'maatschappelijke baten' is een subjectieve samenstelling van de argumenten die voor de stakeholders leidend zijn:

- Verdelingsvraagstuk (zie Trias territoria): Klimaatdoelen haal je samen. Het is mogelijk om fossielvrije warmte te krijgen door gebruik te maken van warmte via de Leiding door Midden uit Rotterdam en geothermie in Den Haag, maar dat zijn ook bronnen waar andere partijen gebruik van willen maken (denk aan woningbouw). De varianten gebaseerd op warmte via de Leiding door Midden of geothermie scoren hierdoor minder goed dan de varianten die optimaal gebruik van de bodem maken:
 - Meer energiebesparing wordt hoger gewaardeerd, want een lager energievraag legt minder beslag op de schaarse duurzame energie. Varianten A en C besparen 11%, B en F 17% en D en E circa 27%.
- Duurzame elektriciteit opgewekt in de omgeving kent maatschappelijke kosten en baten. Alle elektriciteit die niet in de omgeving wordt opgewekt, wordt elders in Nederland opgewekt en daarmee wordt het

probleem verplaatst. Daartegenover staat dat duurzame elektriciteit opwekken in een stad veel lastiger inpasbaar is dan daarbuiten en de overlast van elektriciteitsopwekking relatief groter is.

- Effectieve investering belastinggeld: Het is mogelijk om schilisolatie toe te passen zoals in variant D en E, maar de kosten maatschappelijke meerwaarde door die energiebesparing is beperkt ten opzichte van de kosten die het meebrengt.

Opschaalbaarheid en repliceerbaarheid

- Opschaalbaarheid

De opschaalbaarheid beoordeeld hoe goed andere gebouwen kunnen worden toegevoegd aan de ERDH-gebouwen.

- Het toevoegen van gebouwen heeft vooral meerwaarde in het zicht van een WKO-net. Meer WKO bronnen en warmte- en koudeafname zorgt voor een effectiever bodemenergiesysteem.
- Voor alle warmteopties geldt dat het toevoegen van gebouwen aan ERDH voordelen biedt. Een gezamenlijke strategie in het uitrollen van infrastructuur; gezamenlijk inkopen en onderhandelen; gezamenlijke vertegenwoordiging naar stakeholders worden allen versterkt door een consortium van meer gebouwen. Dit geldt zo voor alle varianten.

- Repliceerbaarheid

De repliceerbaarheid is de mate waarin de uitwerking van een variant ook relevant kan zijn voor andere gebouwenclusters buiten Den Haag. Omdat in alle varianten gebruik wordt gemaakt van gebruikelijke technieken is de strategie van alle varianten in meer of mindere mate repliceerbaar. Voor ieder gebouwcluster heeft de context invloed op hoe de oplossingsvarianten eruit komen te zien.

Repliceerbaarheid zorgt niet voor een sterk onderscheidend vermogen tussen de varianten.

9.3 Topkeuzes

De varianten A,B,C en D zijn de vier varianten waarin kosten en beleid wel of niet een rol spelen. Zoals eerder beschreven zijn varianten E en F toegevoegd om een compleet beeld te krijgen van de belangrijkste technische oplossingen. In de multicriteria-analyse zijn samenstellingen van maatregelen afgewogen. Om de keuze voor een variant meer tastbaar te maken zijn de belangrijkste twee keuzes binnen de varianten in deze paragraaf nog een keer naast elkaar gezet. Dat zijn de keuzes voor het warmtesysteem en het niveau van energiebesparing.

9.3.1 Topkeuze warmtesysteem

In tabel 9.3 staan de belangrijkste voor en nadelen per warmteoptie ten opzichte van elkaar

Tabel 9.3 Topkeuze Warmtesysteem

Warmtenet	WKO + Warmtenet	WKO
<ul style="list-style-type: none"> + Goedkoopst + Lage project- en procesrisico's + Beperkt ruimtegebruik in gebouw en omgeving 	<ul style="list-style-type: none"> + Beperkte hoge temperatuurvraag + ERDH is launching customer voor WKO-koppeling en het verduurzaming warmtenet + Technisch robuust doordat de Warmtenet en WKO elkaars back up zijn 	<ul style="list-style-type: none"> + Ontsluiten potentie ondergrond + ERDH is launching customer voor WKO-koppeling + Minimale afhankelijkheid van beleid en derden
<ul style="list-style-type: none"> - Schaarste hoge temperatuurwarmte - Afhankelijk van derden (Eneco, R'dam) voor doelstelling en planning 	<ul style="list-style-type: none"> - Koppeling WKO technisch/organisatorisch complex - Afhankelijkheid derden 	<ul style="list-style-type: none"> - Dure schilisolatie nodig - Bestaande contracten problematisch - Complexe inpassingsvragen warmtepompen - Kosten isolatie

9.3.2 Topkeuze energiebesparingsniveau

In tabel 9.4 staan de belangrijkste voor en nadelen per energiebesparingsniveau ten opzichte van elkaar.

Tabel 9.4 Topkeuze besparingsniveau

Minimale besparing	Common Sense	Maximale besparing
+ Goedkoopst	+ Gebalanceerd in investering t.o.v. energiebesparing + BENG-ready (maatwerk gebouw)	+ BENG: zeer energiezuinig + Inzet op lage temperatuurwarmte + Warmtevraag in de omgeving opgelost
- Behoud hoge energievraag en daarmee vraag op duurzame energiebronnen - Niet altijd geschikt voor lage temperatuurwarmte - Risico op verplichte aanvullende maatregelen door wet- en regelgeving	- Niet altijd geschikt voor lage temperatuurwarmte	- Duur in verhouding investering / energiebesparing

9.4 Conclusie voorkeursvariant: Variant B

De voorkeursvariant is Variant B. Variant B voldoet aan de doelstelling, en scoort het beste op de criteria die door het projectteam zijn vastgesteld. Variant B scoort op geen een criterium 'slecht' en op een aantal; 'zeer goed'. De twee belangrijkste elementen voordoor variant B goed scoort zijn de volgende:

1. Variant B kiest voor WKO-net in combinatie met warmtenet: het beste van twee werelden.
2. Variant B kiest voor een common sense besparingsniveau: effectief en proportioneel.

Naast de multicriteria-analyse is de variantenstudie met verschillende experts en het projectteam getoetst. Variant B scoort sterk in de criteria, heeft draagvlak en is robuust. Variant B maakt gedragen topkeuzes in warmtesysteem en energiebesparing.

Uit de keuze voor Variant B volgt de beleidsagenda:

1. Noodzakelijk voor de erkenning van de gebruikte hernieuwbare warmte van buiten het centrumgebied is de toewijzing van (certificaten van) duurzame warmte. Op dit moment geldt nog dat de gehele warmtestroom op de som van de invoering wordt beoordeeld.
2. Het komen tot de vaststelling van de waardering van een lokale verbinding tussen de afkomst en het gebruik van hernieuwbaar opgewerkte elektriciteit. Is hernieuwbare energie dicht bij Den Haag of verder weg (bijvoorbeeld op zee) van dezelfde rekenkundige waarde op het gebied van energieneutraliteit?

Variant B combineert een duurzame langetermijnstrategie, door stevig in te zetten op lagetemperatuursystemen en lokaliteit, door vanuit financieel oogpunt slim om te gaan met de te nemen gebouwmaatregelen en het toepassen van een warmtenet als piekvoorziening. Variant B is niet de 'goedkoopste', maar ook niet de meest duurzame. Wij zien het op basis van voorgaande als een verstandige mix tussen die twee. Daarbij biedt deze variant te mogelijkheid voor maatwerk door afhankelijk van de situatie en specifieke wensen en eisen aanvullende maatregelen te nemen. Daarmee krijgt variant B ten opzichte van de overige varianten het kenmerk 'beste koop'.

In het projectteam is de wens geuit om voor het ERDH programma een hoger ambitieniveau te behalen ten opzicht van de 'common sense' benadering van variant B en de daaraan gekoppelde doelstellingen uit de onderzoeksvraag. Het transitiepad van variant B biedt flexibiliteit om op verschillende Trias Territoria niveaus (gebouw, gebied, stad) meer ambitie toe te voegen. In overleg is gekozen om stelposten voor 'innovatie' en 'smart building' aan het ERDH programma toe te voegen. Aan deze stelposten liggen geen diepere berekeningen ten grondslag, het zijn financiële voorzieningen op basis van expert judgement die armslag bieden voor de toegevoegde doelstellingen met betrekking tot 'innovatie' en 'smart building'.

Gebouwspecifieke extra ambities met betrekking tot energiebesparing is ook altijd mogelijk, maar is buiten nadere beschouwing gelaten omdat uitvoering en financiering is voorbehouden aan individuele eigenaren en/of gebruikers.

10

CONCLUSIES

10.1 Algemeen

Een belangrijk, richtinggevend inzicht uit het verrichte onderzoek is dat het aanbod van duurzame energie voor de ERDH gebouwen schaars is en ook in de toekomst blijft. Daarbij komt dat de overheid en daarmee overheidsgebouwen een verantwoordelijkheid kennen voor verduurzaming die verder reikt dan het eigen pand. Dat betekent concreet dat zij het minder wenselijk acht dat overheden met private afnemers concurreren om de schaarse duurzame energie toegewezen te krijgen. Eerder ziet zij graag privaat vastgoed evenzogoed gebruik maken van duurzame energie. Daarom zouden ERDH gebouwen zich moeten beijveren voor meer duurzame bronnen in de directe omgeving. Deze lijn zit in het advies.

De schaarste van duurzame energie

Het begrip van schaarste heeft voor ERDH een strategie opgeleverd die orde aanbrengt in de verduurzamingsmaatregelen die op de verschillende schaalniveaus van gebouw, gebied (de ERDH cluster van gebouwen) en stad denkbaar zijn. Deze strategie sluit tevens aan bij de door de gemeente Den Haag ingezette energietransitie waar een duurzaam warmtenet een belangrijke pijler in is.

In het ERDH onderzoek is aan de bekende drie-stappen-verduurzamingsstrategie van de 'Trias Energetica' een volgordelijkheid van ruimtelijk schaalniveaus toegepast. Deze strategie is benoemd als de 'Trias Territoria' en stelt dat eerst op gebouwniveau verduurzaamd moet worden, dan op het gebiedsniveau van de samenwerkende gebouwen en vervolgens op stedelijk niveau het benodigde restant aan duurzame warmte en elektra wordt afgenomen.

De ERDH opgave ligt daarmee bij zowel de afzonderlijke gebouwen, als bij de verzameling aan gebouwen en de inkoop van duurzame warmte en elektra. Op alle niveaus moeten maatregelen getroffen worden om de doelstelling op een verantwoorde wijze te behalen.

Onderzocht is met welke type van maatregelen de ERDH doelstelling bereikt kan worden. Hiertoe zijn tal van maatregelen en systemen onderzocht die binnen de Trias Territoria denkbaar zijn. In dit onderzoek zijn bewezen technieken meegenomen, en ook toekomstige technieken en ontwikkelingen zijn geïntegreerd. Op basis van (on)mogelijkheden en aanwezige infrastructuur op niveau gebied, gebouw en omgeving zijn uiteindelijk drie onderscheidende energieconcepten waarmee ERDH haar doelstelling kan bereiken. Alle concepten gaan uit van energiebesparingsmaatregelen op gebouwniveau en inkoop van duurzame elektra en warmte. Het onderscheidende van de energieconcepten betreft de systemen voor warmtelevering en het ambitieniveau voor energiebesparingsmaatregelen. De verschillende systemen van warmteleveringen betreffen:

- Levering geheel door een duurzaam warmtenet.
- Een combinatie van gekoppelde WKO-systemen met het duurzame warmtenet.
- Een systeem met alleen gekoppelde WKO-systemen.

De energiebesparingsmaatregelen zijn in het onderzoek onderscheiden in een minimaal pakket van alleen energiemonitoring en coaching, een 'common sense' pakket van logische investeringen met bedrijfseconomisch verantwoorde terugverdientijden en een maximaal pakket met energetisch maximaal besparingsmaatregelen.

Advies: voorkeursvariant B 'samen slim'

De energieconcepten zijn langs de twee assen van de gevraagde varianten (variatie op kosten en wet- en regelgeving) geordend. Dit heeft geleid tot een definitie van 4 varianten (A, B, D of D). In het beoordelingskader zijn deze varianten vervolgens beoordeeld.

De conclusie vanuit het beoordelingskader is dat 'Variant B: Samen Slim' het beste past bij de doelstelling en de ambitie van ERDH. Deze variant bestaat uit een combinatie van WKO en een warmtenet, gekoppeld aan bedrijfseconomische verantwoorde energiebesparingsmaatregelen op zowel gebouw- als gebiedsniveau en inkoop van elektriciteit.

De meerkosten van de variant B ten opzichte van een verondersteld instandhoudigscenario bedragen minimaal 18 miljoen euro voor de 11 doorgerekende gebouwen en circa 26 miljoen na extrapolatie naar de 16 gebouwen. Daarbij dient een belangrijke kanttekening te worden geplaatst. De totale investeringen in de verduurzaming van onder andere het warmtenet zijn veel hoger en worden in principe door de markt gedragen. Uitgangspunt is dat de kosten van deze marktinvesteringen terugverdiend worden via de energietarieven. De haalbaarheid hiervan moet echter in de praktijk nog bewezen worden. De kans bestaat dat voor de realisatie van geothermie hogere tarieven, risicoafdekking, of subsidies noodzakelijk zijn, zeker gezien de ERDH doelstelling van 2040 vooruitloopt op de landelijke opgave. Het is dus denkbaar dat (een deel) van de kosten van derden terdege door ERDH gedragen moeten gaan worden. Met name de investeringen van de markt in geothermie van 22,5 miljoen en de WKO-ring van 10 miljoen zijn substantieel. Vanuit een voorzichtigheidsbeginsel adviseren wij de kosten voor geothermie en de WKO-ring te reserveren, zodat ERDH niet afhankelijk is van de investeringsbereidheid van derden.

Daarnaast zijn met name de gebouwgebonden kosten in variant B gekoppeld aan de 'stuurmomenten' van geplande renovaties. Gebouwspecifieke maatregelen worden (binnen vastgestelde kaders) op gebouwniveau bepaald. Op gebouwniveau kan daarmee gekozen worden voor een hoger ambitieniveau, met name op gebied van gebouwisolatie en smart buildings. Daarom betreft het basispakket ook een minimuminvesteringsniveau, het staat 'gebouwen' vrij een ambitieuzer niveau van verduurzaming op gebouwniveau te realiseren, waardoor de afhankelijkheid van externe duurzame opwek wordt verlaagd en/of in hogere mate een voorbeeldpositie kan worden ingenomen. Typisch zal hiervoor gekozen worden voor gebouwen met veel besparingspotentieel en relatief weinig complexiteit (geen monumentaal pand)

Hiernaast wordt voorzien in een innovatiebudget. Dit budget –centraal beheerd en beschikbaar voor NIET bewezen maatregelen en technologie – is echt geoormd om betrokken partijen te stimuleren om ook in rijksgebouwen gericht te experimenteren. Van onderzoek en labfase naar eerste pilots en bescheiden uitrol. Door spreiding te organiseren in de innovaties en omstandigheden waarin deze worden toegepast, kan geleerd worden ten bate van de gehele vastgoedportefeuille. Op gebouwniveau kunnen deze innovatieve maatregelen dus in de richting van variant D uitgevoerd worden (deze variant heeft een investeringsniveau van 103 miljoen).

Ten slotte voorzien wij op gebouwniveau de uitrol van een pakket voor 'Smart Buildings'. In de basis gaat het om een IT systeem met een excellent overzicht van de energiehuishouding van alle ERDH panden en inzicht in de voortgang die wordt bewerkstelligd met betrekking tot verduurzaming. Er zal in de basisvariant ook worden geïnvesteerd in communicatie en zichtbaarheid: panelen bij de ingang van alle ERDH gebouwen die, naast informatievoorziening, ook de samenwerking een gezicht geven. Smart Building is een ontwikkelbudget. Additionele maatregelen kunnen specifieke bouwambities mogelijk maken (meer isolatie), of de ontwikkeling van 'smart buildings', gekoppelde facilitymanagement en technische systemen die energie- en functioneel gebruik samenbrengen op basis waarvan het gebruik van gebouwen (en daarmee het energieverbruik) kan worden geoptimaliseerd. Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan het optimaliseren van bezettingsgraden in de ERDH gebouwen met als doel het energiegebruik te verminderen.

De variant B voorziet in maatregelen die tot op heden binnen de ERDH organisaties nog niet zijn toepast:

- Actieve energiemonitoring en - coaching op gebouwniveau.
- 'Smart thermal grid': De koppeling van afzonderlijke WKO-bronnen met elkaar, waardoor de huidige WKO-systemen beter kunnen worden benut en alle gebouwen in de scope van ERDH van koude en een

gedeelte van warmte kan voorzien. Het smart thermal grid wordt tevens gekoppeld aan het warmtenet om de resterende warmtevraag duurzaam te voorzien.

Verduurzaming van de warmtevoorziening vraagt, naast gekoppelde WKO-bronnen, om een warmtenet met duurzame warmtebronnen, hetgeen op dit moment nog niet het geval is. Het onderzoek laat zien dat de volgende bronnen voor het warmtenet denkbaar en realistisch zijn:

- Geothermie, volledig duurzaam (met uitzondering van eventuele pompelektriciteit).
- Warmte afkomstig vanuit de haven van Rotterdam, via de beoogde Leiding door het Midden (LdM). De warmte bestaat momenteel uit AVI-warmte (LdM) – (groten-)deels biogeen en restwarmte.

Het bestaande warmtenet is in eigendom van Eneco, het ligt daarom voor de hand dat zij een rol hebben in de verduurzaming van het warmtenet. Eneco streeft in haar langetermijnvisie tevens verduurzaming van haar warmtenetten na, die doelstelling sluit dus goed aan op de doelstelling van ERDH. Tegelijkertijd bestaat de wens vanuit ERDH om een fossielvrije warmtevoorziening in 2040 te borgen. Het implementatieplan gaat hier nader op in.

Het elektriciteitsverbruik van de ERDH panden wordt voor een beperkt gedeelte verduurzaamd door zonnepanelen op de daken op de daken te plaatsen. De overige vraag wordt ingevuld door de elektriciteit duurzaam in te kopen. Daarbij wordt (in het implementatieplan) tevens een nabijheidscriterium geïntroduceerd om opwekking in de directe nabijheid van de ERDH gebouwen te stimuleren.

Genoemde maatregelen zijn technisch en organisatorisch complex. Tevens is ERDH afhankelijk van andere partijen in de realisatie van een fossielvrije energievoorziening. De aanpak biedt flexibiliteit om - indien een maatregel niet tijdig tot realisatie komt – andere keuzes te maken. Zo kunnen de gebouwen – indien blijkt dat een WKO-ring om organisatorisch te complex is – nog altijd duurzaam verwarmd worden via het warmtenet en vice versa. Of: indien niet tijdig zicht komt op verduurzaming van het warmtenet door marktpartijen, voorziet de aanpak in een scenario dat ERDH een actievere rol pakt in de realisatie van duurzame bronnen. Dit scenario vraagt dwingt tot voortvarendheid in de start van de variant B maatregelen. Indien namelijk blijkt dat de marktpartijen niet meegaan in de ERDH planning, moet er tijd over blijven voor een eigen, actieve rol in de realisatie van duurzame bronnen.

De voorkeursvariant B kenmerken wij als 'samen slim', omdat:

- WKO-net en warmtenet samen als Smart thermal grid de meest effectieve en robuuste warmtevoorziening voor ERDH vormen.
- Energiebesparing met een Smart buildings-aanpak een hoeksteen van de oplossing vormt.
- De gemeente Den Haag en het Rijksvastgoedbedrijf gezamenlijk oplossingen creëren die individueel niet mogelijk waren.
- Variant B gebruik maakt van het Trias Territoria principe: Verantwoordelijkheid nemen in klimaatverandering, zonder dat voor anderen moeilijk te maken.
- Andere gebouwen in Den Haag en andere gebouwenclusters mee kunnen doen in de ERDH strategie.

10.2 Innovatie

In de uitvoeringsperiode van ERDH tot en met 2040 zullen innovaties ruimte bieden voor verdergaande verduurzaming. In de geadviseerde uitvoering vanaf Variant B is hier dan ook ruimte voor. Innovatie ontstaat niet enkel uit zichzelf, de voortrekkersrol vereist financiële ruimte en een gerichte aanpak. Het inpassen van deze innovatie zal ook voortkomen uit een hoger ambitieniveau van deelnemende partijen. Nog los van de innovatievraag bestaat op gebouwniveau ruimte voor verdere verduurzaming door verduurzaming van de gebouwschil. Ook zijn natuurlijke vervangingsmomenten voor veel gebouwen nog ver weg, en gaat een versnelling van de ambitie gepaard met meerkosten. Zoals eerder aangegeven wordt hier een aparte stelpost voor opgenomen en wordt dit budget beschikbaar gesteld.

De innovatie vindt niet enkel plaats op gebouwniveau, ook overstijgend op gebiedsniveau bestaat ruimte voor innovatie. Hiermee wordt met name gedoeld op een gericht Smart Buildings programma, waarin nieuwe technologie leidt tot een stuurmiddel in de relatie tussen vastgoedgebruik en energievraag. Bijvoorbeeld door vanuit behoefte aan het reduceren van de energievraag of functionelere gebruik van het vastgoed te sturen op de bezettingsgraad van gebouwen of verdiepingen.

10.3 Kostenoverzicht

In het onderstaande kostenoverzicht zijn de kosten die gemoeid zijn met de opgesomde maatregelen opgenomen. Aanvullend wordt voorzien dat het noodzakelijk is om te komen tot een programma-organisatie die deze doelstellingen verwezenlijkt, en blijft sturen op uitvoering en beleid. In de doelstellingen van ERDH is opgenomen dat andere partijen kunnen aanhaken, en met de aanpak in Variant B wordt deze ruimte ook geboden, voorzien wordt dat een voorinvestering vanuit ERDH zal plaats moeten vinden. Met deze realisatie zijn dan ook transactiekosten en andere out-of-pocket uitgaven gemoeid. Het is uiteraard mogelijk op gebouwniveau extra ambitie toe te voegen, deze kosten zijn echter geen onderdeel van onderstaand kostenoverzicht.

Tabel 10.1 Kostenoverzicht

Maatregelen/ voorzieningen	Post	Kosten euro (x miljoen euro)	Tijdspad
1. Basispakket energiereductie (ventilatie en verlichting, energiecoaching, extra isolatie i.c.m. geplande renovatie, zonnepanelen).	16 ERDH gebouwen (11 ERDH gebouwen)	26 (18)	2019 - 2040
2. Voorziening gezamenlijke WKO infrastructuur (Smart Grid).	Cluster	9,5	2019 - 2033
3. Voorziening verduurzaming warmtenet (geothermie, WKO).	Gebied	22,5	2019 - 2030
4. Engineering en voorbereiding over 1, 2, en 3.	10 %	5,8	2018 - 2030
5. Innovatie.	Stelpost	10	2019 - 2025
6. Smart buildings.	Stelpost	10	2019 - 2025
7. Programmamanagement secretariaat ERDH.	3 fte tot 2024	2,1	2018 - 2024
8. Out of pocket kosten secretariaat ERDH/transactiekosten (aanbesteding en gunning).	Divers tot 2024	2	2019 - 2024
9. Onvoorzien	15%	13,2	2019 - 2040
	totaal (+/- 15%)	100 (afgerond)	

Bovenstaande kostenoverzicht is besproken en vastgesteld in het stuurgroepoverleg van 1 november 2017.

Ad 2) – Smart Thermal Grid

Het bedrag dat hier is gegeven voor geothermie is (zoals aangegeven in paragraaf 10.1) een kostenreservering die wordt opgenomen om de afhankelijkheid voor investeringsbereidheid van derden te reduceren. In beginsel zijn deze investeringskosten impliciet opgenomen in de berekeningen zoals die zijn toegelicht in hoofdstuk 6. Daarin hebben wij er rekening mee gehouden dat een commerciële / derde partij deze investering voor zijn/ haar rekening neemt en deze terugverdient door de geleverde warmte te

verkopten. Daarmee komt deze investering dus impliciet terug in de exploitatiekosten (aansluitbijdragen en warmtetarieven) zoals deze zijn doorgerekend in hoofdstuk 6 (o.a. figuur 6.11). In een dergelijk geval kan deze reservering van circa 10 miljoen dus komen te vervallen.

Het tempo van deze investeringen valt samen met het aansluiten van de gebouwen op het smart thermal grid. In andere woorden: zodra een gebouw wordt aangesloten op dit net, wordt dit net naar dat gebouw toe uitgebreid. Daarmee is in dit geval geen sprake van een hoog investeringsbedrag dan in één keer door een derde moet worden opgehoest. Het heeft meer het karakter van een geleidelijke uitbreiding. Als wij kijken naar investeringen aan de gebouwen, dan zien wij dat voornamelijk in de periode 2019 – 2023 en de periode 2030 – 2034 de meeste natuurlijke vervangingsmomenten zijn. Het ligt dan ook in de lijn der verwachting dat in deze periodes de grootste uitgaven moeten worden gedaan aan dit smart thermal grid.

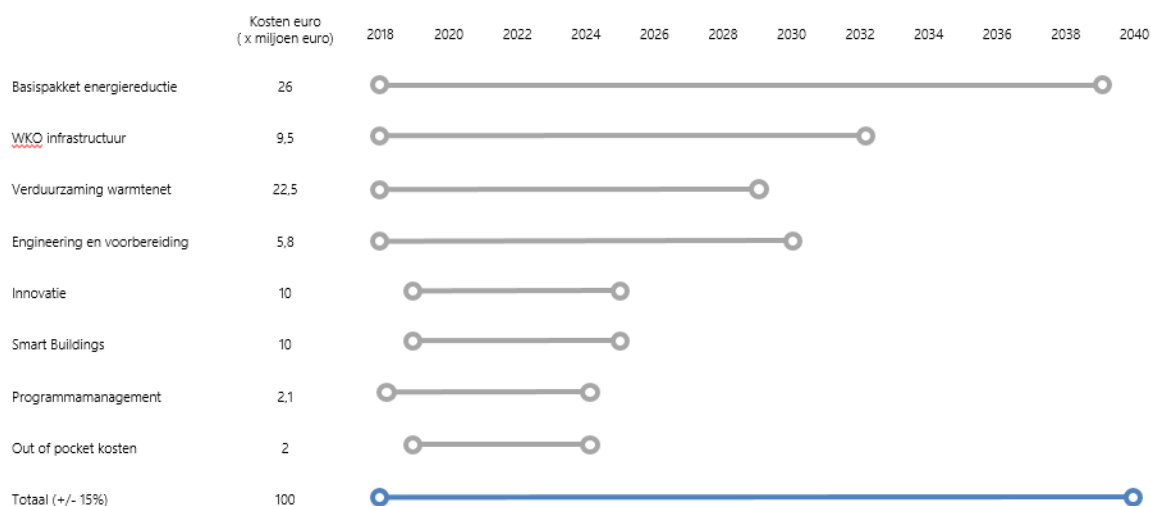
Dit smart thermal grid is een ingewikkeld systeem dat nadere aandacht behoeft. Met een nadere aanvullende studie, die naar verwachting in juni 2018 gereed is, zullen wij een beter inzicht kunnen verschaffen over hoe dit net eruit zal komen te zien en hoe dit georganiseerd zou kunnen worden.

Ad 3) – Reservering geothermie

Het bedrag dat hier is gegeven voor geothermie is (zoals aangegeven in paragraaf 10.1) een reservering die voorzichtigheidshalve wordt opgenomen om de afhankelijkheid voor investeringsbereidheid van derden te reduceren. In beginsel zijn deze investeringskosten impliciet opgenomen in de berekeningen zoals die zijn toegelicht in hoofdstuk 6. Daarin hebben wij er rekening mee gehouden dat een commerciële / derde partij deze investering voor zijn/ haar rekening neemt en deze terugverdient door de geleverde warmte te verkopen. Daarmee komt deze investering dus impliciet terug in de exploitatiekosten (aansluitbijdragen en warmtetarieven) zoals deze zijn doorgerekend in hoofdstuk 6 (o.a. figuur 6.11). In een dergelijk geval kan deze reservering van ruim 20 miljoen dus komen te vervallen.

In hoofdstuk 7 geven wij het transitiepad voor geothermie, waarbij wij aangeven dat direct met de ontwikkeling van een geothermiebron gestart kan en moet worden en dat deze voor 2040 moet zijn gerealiseerd. Indien dat het geval is, wordt in deze variant aan de doelstelling voldaan. Overigens zijn wij er in onze doorrekeningen van uitgegaan dat de geothermiebron in 2030 wordt gerealiseerd. Dit hebben wij aangegeven in bijlage XVIII. Dit jaartal hebben wij ook gebruikt voor het bepalen van het verloop van de CO₂-reductie die het gevolg is van de maatregelen. In Afbeelding 10.2 is dit gevisualiseerd in de tijd.

Afbeelding 10.1 Visualisatie tijdspad maatregelen



10.4 Deelconclusies

1. Duurzame warmte is schaars, alle potentie moet ontwikkeld worden

Uit de trendanalyse blijkt dat duurzame warmte op termijn schaars kan worden, omdat de warmtevraag in de gebouwde omgeving fors is (en voorlopig lijkt te blijven) en het aantal duurzame warmtebronnen schaars is indien laagwaardige toepassing van afvalverbranding en biomassaverbranding niet meer of slechts in beperkte mate als duurzaam gezien wordt. Indien duurzame warmte schaars wordt, is alle potentie nodig om de stad te voorzien van warmte- en koudelevering. Een toekomstbestendige energieoplossing vraagt daarom om energiebesparing en het gereedmaken van gebouwen voor hoogefficiënte systemen op basis van lage-temperatuur warmte(- en koude)voorzieningen. Ook zal de potentie van bodemenergie (WKO en geothermie) substantieel benut moeten worden om aan de vraag te voldoen.

2. **Op en rond de gebouwen bestaat te weinig potentie voor hernieuwbare elektriciteit**

Het opwekken van voldoende hernieuwbare elektriciteit is op de gebouwen en ook binnen 10 kilometer van de gebouwen geen realistische optie. Dit betekent dat inkoop van hernieuwbare elektriciteit georganiseerd moet worden. In lijn met het afstandscriterium kan overwogen worden in de inkoop onderscheid te maken in afstand tot het gebied (locatie dichterbij krijgt een inkoopvoordeel).

3. **De bestaande bronnen voor het warmtenet voorzien niet in duurzame warmte in 2040**

Het bestaande warmtenet en bestaande plannen voor uitbreiding worden gevoed met een gascentrale, afvalverbranding, biomassa en restwarmte. Uit de trendanalyse blijkt dat er een discussie gaande is over de lange termijn duurzaamheid van afvalverbranding, (eerste generatie) biomassastromen en restwarmte in 2040 (waarschijnlijk): verbranden van afval en (eerste generatie) biomassa kan een meer circulaire economie in de weg staan. Voor de opgave betekent dit dat ERDH moet sturen op de verduurzaming van het bestaande warmtenet en hierover afstemming moet hebben met Eneco.

4. **Energiemaatregelen insteken op gebiedsniveau biedt significante schaalvoordelen.**

Uiteindelijk moeten de gemeente, het RVB en het overige vastgoed in Den Haag voldoen aan de doelstellingen vanuit Parijs, om (sneller dan nu vastgelegd in Energieakkoord en bestaand beleid) te komen tot een klimaatneutrale leefomgeving in 2050. Door nu afstemming achterwege te laten, bestaat een reële kans op suboptimale oplossingen en desinvesteringen:

1. Een grotere schaal maakt oplossingen mogelijk, die op gebouwniveau niet haalbaar zijn. Een specifiek voorbeeld is geothermie. Wanneer leverende partijen een lange termijn toekomstperspectief krijgen en zij in staat zijn bestaande middelen (warmtetransportleidingen, warmteketels) te gebruiken, reduceert dit de kosten.
2. Energie-infrastructuur rendeert beter bij een hogere dichtheid van aansluitingen. Daardoor dalen de investeringen per saldo en is een efficiëntere energieverdeling mogelijk. Bijvoorbeeld door onderling WKO's te koppelen, of een warmte-cascade over diverse gebouwen te bereiken.
3. Door samen te werken en tijdig te plannen, worden richtinggevende keuzes gemaakt wanneer deze nog mogelijk zijn en inpasbaar zijn. Partijen kunnen gebruik maken van de (beleids)keuzes en kennis die beschikbaar komt. Andersom geldt ook: bij gebrek aan samenwerking en planning, beland je uiteindelijk in situaties met minder keuzevrijheid.

5. **Investeringen vinden straks plaats op gebiedsniveau én op gebouwniveau**

De ERDH doelstellingen maken dat RVB en de gemeente niet alleen sturen op maatregelen per gebouw, maar deze partijen gaan besluiten of en onder welke voorwaarden geïnvesteerd wordt in gebiedsgerichte oplossingen.

6. **Sturen op energielabelstappen kan leiden tot suboptimale oplossingen en hoge kosten**

In 2023 is het beleid dat gebouwen naar Label C (RVB: label B) getransformeerd moeten worden. In 2030 heeft RVB als doel het gemiddelde van het portfolio op Label A te hebben. De gebouwen in de scope van ERDH zijn zeer beperkt voorzien van informatie over energielabels. Informatie over de verbetermaatregelen, vereist voor het behalen van de doelstelling energielabels, is ook niet beschikbaar. Daarnaast bieden de gebouwen maar weinig ruimte (dak, inpassing klimaatsystemen) voor installatietechnische ingrepen en daardoor worden hoge investeringen en bouwkundig ingrijpen voor het merendeel van de gebouwen noodzakelijk. Maatregelen die bijdragen aan de vereiste labelstappen kunnen suboptimaal zijn indien ze niet direct bijdragen aan energieneutraliteit in 2040 (denk bijvoorbeeld aan het aanbrengen van HR-glas, terwijl HR++ glas noodzakelijk is voor energieneutraliteit). De tussentijdse stappen kunnen daarom leiden tot hogere kosten en een slechtere energieprestatie over

de tijd heen. De methodiek van energielabels leidt beperkt tot een reëel verband naar het doel energieneutraliteit. Daarom is in deze opgave de randvoorwaarde dat maatregelen voor tussentijdse labelstappen niet waardevernietigend werken wanneer een volgende stap noodzakelijk wordt. Een nadere analyse op de sturing naar Energielabelstappen is dan ook noodzakelijk.

7. **Gebruik van de Haagse ondergrond is niet geoptimaliseerd**

In Den Haag zijn WKO-bronnen zodanig gepositioneerd, dat weinig ruimte voor uitbreiding beschikbaar is. De gemeente heeft momenteel nog geen rol in de ordening van de ondergrond; vergunningen voor WKO en ondiepe geothermie worden afgegeven door de provincie en diepe geothermie door de Rijksoverheid als bevoegd gezag. Indien het aantal WKO's in de binnenstad zal toenemen, kunnen WKO's gaan interfereren. Coördinatie van de ondergrond (bodemenergieplan) kan daarom bijdragen aan efficiëntere benutting van de energiepotentie van de ondergrond. Het gebouwencluster van ERDH kan de katalysator zijn om dit in gang te zetten.

8. **Het RVB heeft weinig (stuur)informatie over Energie en de kosten die hiermee gemoeid zijn**

Bij het opvragen van informatie bij de gebouwbeheerders en financieel beheer is gebleken dat maar weinig informatie beschikbaar is of gemaakt kon worden. MJOP's zijn maar in enkele gevallen aangeleverd en energielabels zijn niet bekend of verouderd. Ook in de gebouwen komt dit terug: op gebouwniveau wordt energie beperkt gemeten. In de regel wordt niet op een hoger detailniveau (verdiepingen, afdelingen) gemeten. Daardoor is het beperkt mogelijk de energieprestatie in te schalen. Anderzijds biedt het beperkte inzicht wel kansen voor energiebesparing door het energiegebruik beter te monitoren.

9. **Circulariteit**

Het Rijk, en in gevolg ook het RVB, heeft als doelstelling om in 2050 volledig circulair te zijn. Omdat dit doel geen onderdeel van de opdracht vormde, is daarop geen nadere analyse gedaan, bijvoorbeeld op het (her)gebruik van materialen. Wel komen wij tot de volgende uitspraken op het gebied van energie en circulariteit; het sluiten van de kringlopen. Als eerste is het lokaal opwekken van (hernieuwbare) energie een belangrijke bouwsteen van circulariteit; het sluiten van de kringlopen. Als tweede vormt het inzetten op het ontsluiten van de duurzame potentie een essentiële bouwsteen van deze benodigde circulariteit.

MOTION2040
Een samenwerking tussen Witteveen+Bos, DWA en Rebel