

ENERGIESTUDIE BINNENSTAD NIEUWEGEIN

EINDRAPPORTAGE



Gemeente Nieuwegein

Eindrapportage

DEFINITIEF

Energiestudie Binnenstad Nieuwegein

Gemeente Nieuwegein

dossier P1404 01 001
datum 25 januari 2000
registratienummer LB/P1404/0012
versie 3

© DHV AIB BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV AIB BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV AIB BV is gecertificeerd volgens NEN ISO 9001.

INHOUD	BLAD
0. MANAGEMENT SUMMARY	5
1. INLEIDING	13
2. PROJECTBESCHRIJVING	15
3. UITGANGSPUNTEN	17
4. BESCHRIJVING REFERENTIE	20
5. BEPERKING ENERGIEVRAAG	22
6. EFFICIËNTE ENERGIEOPWEKKING	25
7. SYSTEEMOPZET	29
8. DUURZAME ENERGIE	31
9. ECONOMIE	33
10. KANSEN EN KNELPUNTEN	38
11. KOPPELEN OF SCHEIDEN	40
12. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	43
13. SYMBOLEN- EN AFKORTINGENLIJST	49
14. COLOFON	50
BILAGEN IN APART DOCUMENT	

0. MANAGEMENT SUMMARY

Inleiding

De nieuwe binnenstad van Nieuwegein wordt in de periode 1999 tot 2010 gerealiseerd. Aan het eind van die periode dient de binnenstad te voldoen aan de energie-eisen van die tijd.

De gemeente Nieuwegein heeft mede daarom bijzonder hoge energie- en milieu-ambities, waarmee rekening dient te worden gehouden als architectonische en stedenbouwkundige randvoorwaarden.

Om die reden heeft deze studie specifiek tot doel om de grenzen van energie-efficiency en inzet van duurzame energie voor de binnenstad te verkennen. Concreet richt deze studie zich op de haalbaarheid van de volgende doelen :

1. Energiezuinigheid van gebouwen: Reductie van 30 % respectievelijk 50 % ten opzichte van de Energieprestatie-eis die in 2000 geldt.
2. Inzet duurzame energie: 10 % respectievelijk 20 % van de resterende energievraag.
3. Efficiency verbetering energieopwekking: verbetering van 10 % respectievelijk 20 % ten opzichte van de huidige situatie.

Gezien de nog beperkt beschikbare gegevens over het ontwerp van de binnenstad heeft deze studie zich beperkt tot de hoofdlijnen benodigd voor het uitzetten van het strategisch energiebeleid.

Advies

De haalbaarheidsstudie heeft als belangrijkste conclusies het volgende opgeleverd:

- 1 De gestelde ambitieniveaus voor de beperking van de energievraag zijn, op de cluster woningen na, allemaal haalbaar. Voor de cluster woningen is onder de gestelde randvoorwaarden (opwekking niet meegenomen) het hoogste ambitieniveau voor de beperking van de energievraag van - 50 % t.o.v. het EPC niveau van 2000 niet haalbaar.
- 2 De gevraagde efficiency verbetering van 10 % ten opzichte van de referentie opwekking is haalbaar door energieopslag in de bodem (warmte en koude) toe te passen. Een efficiency verbetering van 20 % ten opzichte van de referentieopwekking is niet haalbaar. Dit wordt veroorzaakt door de zeer hoge efficiency van de referentie opwekking. Een verbetering, groter dan 10 %, is wel nog bereikbaar door inzet van andere opwekkingstechnieken zoals zonnecellen (PV) en wind. Hoeveel de efficiency dan verbeterd is afhankelijk van het ontwerp (zowel stedenbouwkundig als van het gebouw).

- 3 De gevraagde inzet van 10 % duurzame energie kan gerealiseerd worden met behulp van een energie-opslagsysteem in de bodem, al dan niet in combinatie met een absorptiewarmtepomp. Een inzet van 20 % wordt bij een beperking van de energievraag tot EPC -50% niet gerealiseerd. Met behulp van zonnecellen (PV) en/of windenergie kan de inzet verder worden vergroot.

Op basis van de resultaten van de haalbaarheidsstudie wordt geadviseerd te kiezen voor een vergaande beperking van de energievraag. De genoemde beperking van de energievraag wordt gerealiseerd met het pakket waarbij gestreefd wordt naar een verlaging van de EPC van 50 % (zie verantwoording). Hiermee wordt het energieverbruik van 3.200 woningen bespaard.

De meerkosten voor dit maatregelenpakket bedragen ca. fl. 17.000.000,- inclusief subsidies voor de totale binnenstad (= 3 % van de totale bouwkosten). Deze investering wordt door de bereikte besparingen in ca. 5 jaar terugverdiend. Door de invloed van extra subsidies kan deze terugverdientijd mogelijk korter zijn.

Door het toepassen van een centraal koelsysteem op basis van energieopslag in de bodem wordt invulling gegeven aan de ambitie voor wat betreft efficiënte energieopwekking en inzet van duurzame energie. De haalbaarheid wordt echter zwaar onder druk gezet door de hoge kosten voor de koudedistributie (meerinvestering WKO fl. 8.500.000,- bij een TVT van 12 jaar).

Geadviseerd wordt om te zoeken naar mogelijkheden om de distributiekosten te verlagen, bijvoorbeeld niet centraal maar alleen collectief koudesystemen voor geschikte deelgebieden. Hierdoor kan de terugverdientijd beneden de 10 jaar gebracht worden.

Het advies over de te nemen stappen wordt gegeven in het vervolgtraject.

Verantwoording

Beperking energievraag

Onderstaande tabel geeft aan welke pakketten van maatregelen moeten worden getroffen om te voldoen aan de gestelde ambitieniveaus. De energie-opwekking is hierbij buiten beschouwing gelaten.

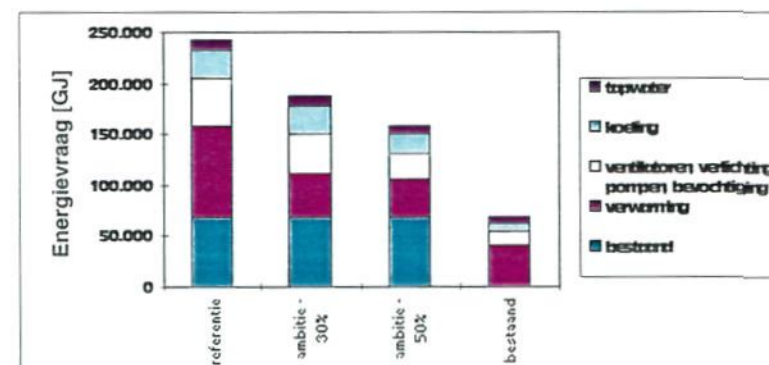
Bij het samenstellen van pakketten is in eerste instantie de bouwkundige schil, vervolgens zijn, in verband met de kortere levensduur, de installaties geoptimaliseerd Zie ook hoofdstukken 4 en 5.

	referentie	vraag - 30 %	vraag - 50 %
		maatregelen aanvullend t.o.v. referentie	maatregelen aanvullend t.o.v. referentie
Thermische isolatie gevel, vloer, dak	Rc = 2,5 m ² K/W	maximaliseren isolatiepakket en kier- en naaddichting	maximaliseren isolatiepakket en kier- en naaddichting
Beglazing	HR-beglazing	HR++-beglazing	bijzondere beglazing (vacuüm glas, klimaatgevels, 2 ^e huid façade)
Verwarmingssysteem	HR-107 ketel met hoog temperatuur verwarmingssysteem	midden temperatuur verwarmingssysteem	midden temperatuur verwarmingssysteem
		individuele regeling verwarming	
Ventilatiesysteem	deels natuurlijke toevoer en mechanische afvoer, deels gebalanceerde ventilatie	HR-ventilatie via gebalanceerde ventilatie met WTW en/of zelfregelende roosters met warmtepompen	HR-ventilatie via gebalanceerde ventilatie met WTW en/of zelfregelende roosters met warmtepompen
		verbeterde terugregeling ventilatiedebiet	optimalisatie terugregeling ventilatiedebiet
		energie-efficiënte ventilatoren	optimalisatie energie-efficiënte ventilatoren
			optimaal vraaggestuurd en individuele bediening
Koeling	deels geen koeling, deels compressiekoelmachine	beperken koelvraag (benutten gebouwsmassa e.d.)	maximale beperking koelvraag
Verlichting	conventionele verlichting, kantoren HF-verlichting	verbeterde energie-efficiënte verlichting	daglichtschakelingen en aanwezigheidsdetectie
Warm tapwater	lokale warmte-opwekking, woningen combi-ketel	isolatie leidingen, leidingverloop optimaliseren	stadsverwarming voor woningen

Meer gedetailleerde informatie over de gebouwgebonden maatregelen per cluster is in de bijlage aangegeven.

Het blijkt dat de beoogde verlagingen met deze pakketten worden gerealiseerd, met uitzondering van de woningen voor het ambitieniveau EPC - 50 %.

In de onderstaande grafiek is het energieverbruik voor de drie varianten aangegeven, waarbij er vanuit wordt gegaan dat de energievraag voor de bestaande bouw gelijk blijft.



Het energiegebruik in GJ/m² neemt af van ca. 0,60 GJ/m² in de referentiesituatie naar ca. 0,40 GJ/m² bij ambitieniveau - 50 %. Dit is inclusief bestaande bouw. Op dit moment wordt landelijk bij gesubsidieerde projecten gestreefd naar een energieverbruik van minder dan 0,5 GJ/m² voor de nieuwbouw.

De meerinvesteringen, besparingen en terugverdientijden voor EP-ambitieniveau -30 % en -50 % zijn in relatie met de bereikte besparing in onderstaande tabel aangegeven.

	Totale meerinvesteringen	Besparing exploitatiekosten (excl. kapitaal)	TVT	Energie besparing
vraag -30 %	fl. 10.250.000,-	fl. 1.500.000,-	7 jaar	18 %
vraag -50 %	fl. 12.750.000,-	fl. 2.600.000,-	5 jaar	35 %

Hierbij blijkt dat het ambitieniveau vraag - 50 % de beste optie is. Deze heeft de grootste besparing met kortste terugverdientijd en laagste exploitatiekosten. Dit komt omdat bij de beperking van de vraag met - 30 % hoofdzakelijk goedkope warmte en bij - 50 % hoofdzakelijk dure elektriciteit wordt bespaard.

Optimalisatie energieopwekking

Voor de optimalisatie van de energieopwekking is allereerst op basis van de referentie-energievraag nagegaan welke varianten kansrijk zijn. Hiertoe zijn de volgende varianten met elkaar vergeleken:

1. De referentie opwekking: stadsverwarming met compressiekoeling (Referentie);
2. Een lokale warmtekrachtkoppeling voor de warmteopwekking (WKK);
3. Stadsverwarming met koeling met behulp van absorptiekoelmachines (AKM);
4. Stadsverwarming met koeling met behulp van koude-opslag in de bodem (WKO);

5. Warmte- en koude-opwekking met een elektrische warmtepomp in combinatie met energie-opslag in de bodem (EWP+WKO);
6. Warmte- en koude-opwekking met een absorptiewarmtepomp op stadsverwarming in combinatie met energie-opslag in de bodem (WKO + AWK).

In de onderstaande tabel is het energiegebruik weergegeven dat voor deze varianten is berekend (referentie = 100 %) :

Primair energiegebruik varianten	
1. Referentie	100 %
2. WKK	130 %
3. AKM	101 %
4. WKO	89 %
5. EWP+WKO	97 %
6. AWP+WKO	89 %

Met warmte-koude opslag en absorptiewarmtepompen met warmte-koude opslag kan het laagste energiegebruik worden gerealiseerd. Vervolgens is nagegaan welke besparing kan worden gerealiseerd in combinatie met de verschillende varianten voor beperking van de energievraag (EPC - 30 % en EPC - 50 %)

Besparingen varianten	referentie	vraag -30 %	vraag -50 %
	besparing [%]	besparing [%]	besparing [%]
referentie	0 %	18 %	35 %
warmte- en koude-opslag	11 %	24 %	40 %
absorptiewarmte-pomp i.c.m. bodemopslag	11 %	25 %	42 %

Een maximale beperking van de energievraag levert de grootste besparing op. In de referentiesituatie wordt met de varianten WKO en WKO+AWP een 10 % efficiëntere opwekking bereikt. De totale energiebesparing die wordt bereikt met een verlaging van de EPC van 50 % voor nieuwbouw bedraagt ruim 40 %.

De variant met een absorptiewarmtepomp in combinatie met energie-opslag in de bodem is energetisch gezien het gunstigst. In totaal wordt hiermee, in combinatie met een beperking van de energievraag met 50 %, meer dan 4.700 ton CO₂-emissie op jaarbasis vermeden.

Voor de twee opwekkingsvarianten zijn de meerinvesteringen, besparingen en terugverdientijden bepaald, bij een beperking van de energievraag van 50 %. Dit is in de onderstaande tabel weergegeven:

	Meer-investering	Reductie-kosten	TVT
WKO	fl. 8.600.000,-	fl. 700.000,-	12 jaar
WKO + AWP	fl. 11.600.000,-	fl. 800.000,-	14 jaar

Energie-opslag in de bodem zonder absorptiewarmtepompen is het gunstigst. De terugverdientijd is echter erg lang.

Inzet duurzame energie

Voor beide opwekkingsvarianten is bepaald welk percentage van de energie duurzaam wordt opgewekt. Deze berekening is uitgevoerd voor zowel de referentiesituatie als voor de situatie beperking energievraag met 30 % en 50 %. In de varianten wordt de inzet van duurzame energie volledig bepaald door het energie-opslagsysteem in de bodem.

Duurzame energie	referentie	vraag - 30 %	vraag - 50 %
	duurzaam [%]	duurzaam [%]	duurzaam [%]
referentie	0 %	0 %	0 %
WKO	22 %	17 %	14 %
AWP+WKO	22 %	23 %	22 %

Wanneer alleen gebruik gemaakt wordt van warmte-koude opslag wordt de ambitie van 20 % inzet van duurzame energie niet bereikt wanneer tevens de vraag met 30 % of 50 % wordt beperkt.

Verdere mogelijkheden voor duurzame energie

Naast de duurzame energie die met behulp van het energie-opslagsysteem in de bodem wordt toegepast zijn er nog vele andere mogelijkheden. Hieronder worden in het kort een aantal mogelijkheden aangegeven :

- PV-cellen op gevels, de glasoverkapping van de winkelpromenade en de daken;
- Zonnecollectoren ten behoeve van warm tapwater en/of verwarming;
- Windenergie met behulp van kleine windturbines waar hoge windsnelheden zijn te verwachten;
- Warmteterugwinning uit de opgewarmde lucht van de glasoverkapte winkelpromenade;
- Warmte-onttrekking aan geasfalteerde oppervlakken, zoals wegen en parkeerterreinen.

Om de mogelijkheden voor de toepassing van duurzame energie nader in kaart te brengen is in de vervolgfase verder onderzoek noodzakelijk. Zo kan, wanneer de hoofdvormen van alle bouwvolumes bekend zijn, een studie worden uitgevoerd naar het potentieel aan duurzame energie. Het gaat hierbij om de toepasbaarheid van zonne-energie (bezonningsstudie), windenergie (luchtstromingsonderzoek) en andere energievormen.

Kansen en knelpunten

Hieronder zijn de belangrijkste kansen en knelpunten weergegeven (zie verder hoofdstuk 10).

Kansen

- Het energiegebruik kan verder worden verlaagd door een optimalisatie van het stedenbouwkundig en bouwkundig ontwerp op basis van energie-efficiënte principes zoals zonering en compartimentering.
- In deze studie is het energieverbruik voor overige apparatuur buiten beschouwing gelaten. Hier zijn nog mogelijkheden voor een verdere beperking van de energievraag aanwezig, zoals het toepassen van hot-fill apparatuur of andere innovatieve toepassingen die besparing van energiegebruik van ruimteverwarming, warm tapwater en huishoudelijk energiegebruik combineren.
- Het plan biedt mogelijkheden voor inpassing van duurzame energie zoals hiernaast aangegeven.
- Het vervullen van alle drie de ambities (vraag, opwekking duurzame energie) vergroot de subsidiemogelijkheden;

Knelpunten

- De bestaande gebouwen zijn niet aangepast aan de toepassing van een collectief koelsysteem. Deze aanpassing dient geleidelijk plaats te vinden bij vervanging van de koelinstallaties in de afzonderlijke gebouwen. Hiertoe is echter wel de medewerking van de eigenaren van deze gebouwen vereist.
- De energievraag wordt beperkt, waardoor de afzetmogelijkheden voor energie afnemen. Hierdoor komt de rentabiliteit van de infrastructuur onder druk te staan. In deze studie is er vanuit gegaan dat de energievraag voor de bestaande gebouwen gelijk blijft.

Wanneer deze echter wordt verlaagd nemen de afzetmogelijkheden voor energie, en daarmee de rentabiliteit voor de infrastructuur, nog verder af. De Remu is zich intern aan het beraden over de consequenties voor de aansluitarieven.

- In de studie is uitgegaan van een rente van 6,1 %, hetgeen in de huidige situatie haalbaar is. Er is echter geen garantie dat dit de komende tien jaar ook zo blijft.
- Door het vrijkomen van de energiemarkt voor individuele afnemers kunnen de energieprijzen onder druk komen te staan waardoor de rentabiliteit afneemt.

Vervolgtraject

De implementatie van het energieconcept voor de Binnenstad in al zijn facetten zal door een werkgroep energiestrategie moeten worden verzorgd en begeleid om zo alle kansen en risico's optimaal te kunnen afwegen en de implementatie te bewaken. In dit verband is de vorming van een zogenaamd "inframedion", als organisatie en beheersinstantie voor energielevering en de energie-infrastructuur in al zijn facetten aan te bevelen.

Wanneer de energiestrategie bepaald is, dient hiermee tijdig rekening gehouden te worden bij het stedenbouwkundig ontwerp (energetische ideeën integreren met verdere planontwikkeling). Communicatie tussen de betrokken partijen is hierbij zeer belangrijk.

Gestart zou kunnen worden met :

- het organiseren van workshops aan de betrokken partijen, zoals projectontwikkelaars, ontwerpers en energiebedrijven,
- het aanstellen van een energiecoördinator die ervoor zorgt dat de vastgelegde energiestrategie geïmplementeerd wordt in de ontwerpen.

Daarnaast zal de gekozen energiestrategie vertaald moeten worden in instructies voor:

- de beleggers;
- de ontwerpers/architecten;
- de energiebedrijven.

waarbij kansen voor verdere optimalisatie van het stedenbouwkundig en bouwkundig ontwerp kunnen worden aangegeven.

In overleg met de diverse betrokken partijen kan vervolgens een pilotproject worden gedefinieerd waarin wordt getracht aan de in dit rapport genoemde maatregelen een invulling te geven. Door het project integraal aan te pakken kan rekening worden gehouden met - en invulling gegeven worden aan - de specifieke functies in dit project. Daarnaast moet het project bouwkundig worden geoptimaliseerd.

Voorafgaand aan de uitvoering van dit pilotproject wordt aanbevolen diverse vervolgonderzoeken uit te voeren zoals:

- subsidiemogelijkheden: welke subsidies zijn beschikbaar, wat zijn de bijbehorende criteria.
- bepalen haalbaarheid van toepassen van WKO;
- onderzoek naar duurzame energie potentieel inclusief bezonningsonderzoek en windonderzoek, in combinatie met comfort van de openbare ruimte i.v.m. onder andere windhinder;
- energiebesparingsmogelijkheden in de bestaande bouw. Dit kan bijvoorbeeld met behulp van Energie Prestatie Adviezen (EPA) voor de bestaande woningen en met behulp van Energiebesparings-Potentieel Scans (EPS) voor de bestaande utiliteitsgebouwen;
- energiebesparingsmogelijkheden bij overig energiegebruik, zoals computers en huishoudelijke apparaten.

Vervolgens kan op basis van deze meer gedetailleerde informatie de eerste pilot worden uitgevoerd.

Met de ervaringen van de eerste pilot en de resultaten die bij de bestaande bouw kunnen worden bereikt kan het proces voor de rest van de binnenstad worden vormgegeven. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de eventuele nieuwe technieken die tegen die tijd rendabel en uitvoerbaar zijn geworden.

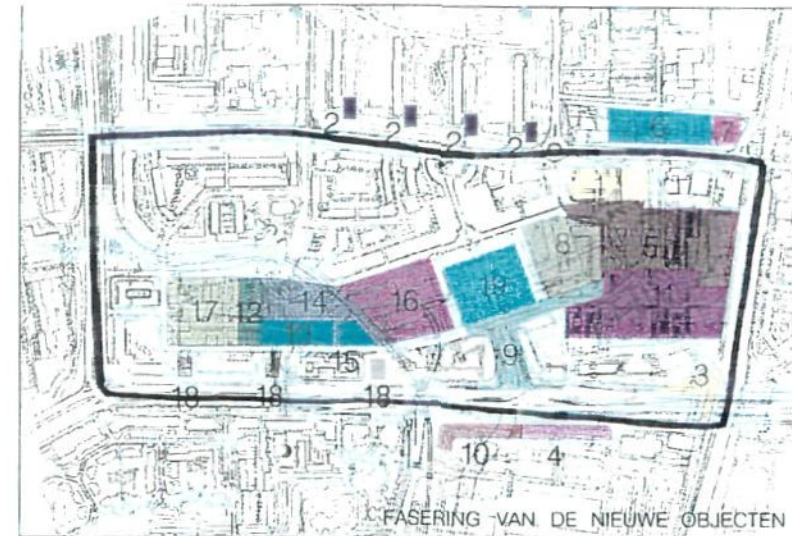
1. INLEIDING

Algemene omschrijving

Nieuwegein is als gemeente ontstaan door de samenvoeging van Jutphaas en Vreeswijk en is in de afgelopen periode van 25 jaren uitgegroeid tot een welvarende gemeente met ruim 60.000 inwoners. De oude kernen zijn in het huidige Nieuwegein geïntegreerd en zijn stadsdelen met een eigen identiteit. In het centrum van de gemeente is een binnenstad gecreëerd waarin naast het bestuurlijke centrum een uitstekend functionerend winkelcentrum (City Plaza), een dienstencentrum en een theater (de Kom) zijn gerealiseerd.

Het centrumgebied wordt omsloten aan de zuidzijde door de Zuidstedeweg, de centrale toegangsweg, de A.C. Verhoefweg in het westen, de Noordstedeweg ten noorden, als lokale ontsluitingsweg, en de Doorslag (Hollandsche IJssel) in het oosten. Zie figuur 1.1.

Het centrumgebied voldoet niet geheel meer aan de eisen die in deze tijdsperiode aan een modern stadscentrum worden gesteld. Zo is er een sterke behoefte om City Plaza aanzienlijk uit te breiden, het gemeentehuis, de bibliotheek en de Kom zijn te klein voor een bloeiende gemeente met ruim 60.000 inwoners. Daarnaast is er in de markt ruimte voor een forse uitbreiding van het kantorenareaal. Dit heeft geleid tot studies om de herontwikkeling van de binnenstad vorm te geven. Deze studies zijn in de ontwikkelingsvisie "Naar een kloppend stadshart" vastgelegd en door de gemeenteraad van Nieuwegein als uitgangspunt voor de revitalisering van de binnenstad aanvaard.



figuur 1.1 : Ontwikkelplan Binnenstad.

In de ontwikkelingsvisie is een omvangrijk programma vastgelegd. Het transformatieproces van de bestaande binnenstad naar de nieuwe wordt benaderd vanuit de volgende invalshoeken :

- Aansluiten bij de identiteit van Nieuwegein (een moderne, jonge en zelfstandige groeistad);
- Getuigen van voldoende perspectief voor de middellange en lange termijn;
- Inspelen op belangrijke trends en ontwikkelingen die te verwachten zijn, zoals de compacte stad, intensief grondgebruik en duurzame stadsontwikkeling;
- Een antwoord geven op de huidige knelpunten in het centrum;
- Gebruik maken van de ontwikkelingsmogelijkheden en kansen, zoals goede bereikbaarheid en een actief cultureel leven;

DHV AIB BV

- Uitvoeren van op regionaal niveau gemaakte afspraken t.a.v. programma's voor woningen, kantoren en detailhandel;
- Versterken van het multifunctionele karakter van de binnenstad;
- Marktconforme ontwikkeling o.a. door publiek-private samenwerking;
- Een duurzame en flexibele benadering (duurzaam bouwen, energie-efficiency en flexibiliteit in de realisatiemogelijkheden).

De uitwerking van deze thema's wordt door werkgroepen verzorgd. Deze werkgroepen zijn op basis van een projectdefinitie met hun werkzaamheden gestart en zullen t.z.t. een deelnotitie per onderwerp uitbrengen. De deelnotities worden als basis gebruikt voor het opstellen van het integraal programma van eisen voor de gehele binnenstad. Deze rapportage behandelt de resultaten/ bevindingen uit de werkgroep energiestrategie.

Doel

Het doel van deze studie is om het strategisch energiebeleid voor de nieuw te ontwikkelen Binnenstad te bepalen. Hierbij zal onderzocht worden welke energieconcepten voor de Binnenstad optimaal zijn uit oogpunt van energie efficiency enerzijds en technische, organisatorische en financiële haalbaarheid anderzijds. In de studie worden verschillende varianten onderzocht ten opzichte van een referentiesituatie. Op basis van de resultaten van deze studie kan besluitvorming plaatsvinden over het meest wenselijke concept en de verdere uitwerking daarvan.

2. PROJECTBESCHRIJVING

Bekadering

De ontwikkeling van de Binnenstad bevindt zich nog in de conceptuele fase. In deze fase is het wenselijk om de grote lijnen aan te geven die noodzakelijk zijn voor de verdere ontwikkeling van de Binnenstad, zoals haalbaarheid ambities en benodigd budget. Gezien het feit er nog steeds conceptueel nadacht wordt over de ontwikkeling van de Binnenstad is een vergaande detaillering in dit stadium nog niet mogelijk.

Vraagstelling

De Binnenstad wordt in de periode 1999 tot 2010 gerealiseerd. Aan het eind van die periode dient de Binnenstad te voldoen aan de energie-eisen van die tijd.

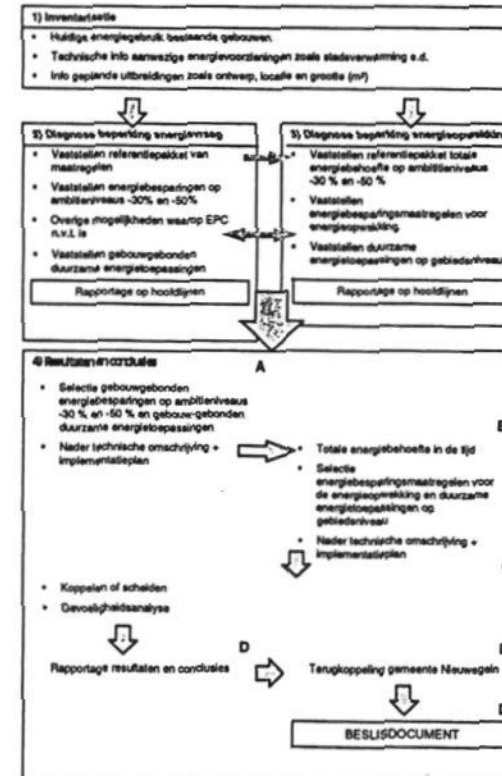
De gemeente Nieuwegein heeft bijzonder hoge energie- en milieu-ambities waarmee rekening dient te worden gehouden als architectonische en stedenbouwkundige randvoorwaarden.

Om die reden heeft de haalbaarheidsstudie specifiek tot doel om de grenzen van energie-efficiency en inzet van duurzame energie voor de Binnenstad te verkennen. Concreet zal de studie zich richten op de haalbaarheid van de volgende doelen :

1. Het beperken van de energievraag: verlaging van de EPC met 30 % en 50 % ten opzichte van de eisen in 2000, waarbij de energie-opwekking buiten beschouwing wordt gelaten.
2. Inzet duurzame energie: 10 % respectievelijk 20 % van de resterende energievraag.
3. Efficiency verbetering energieopwekking: verbetering van 10 % respectievelijk 20 % ten opzichte van de huidige situatie.

Aanpak

Het onderzoek wordt uitgevoerd in vier stappen zoals aangegeven in het volgende schema.



figuur 2.1 : Plan van aanpak

DHV AIB BV

De rapportage op hoofdlijnen is op 19 oktober jl. gepresenteerd aan de werkgroep Energiestrategie. Dit is een tussenrapportage die met grote stappen bekijkt hoe de ambities te realiseren zijn en welke aspecten nader geëvalueerd dienen te worden. De resultaten van deze rapportage zijn in dit rapport verwerkt.

3. UITGANGSPUNTEN

Bekadering

Het kader van deze strategische studie is :

- De onderzochte technieken zijn volgens de laatste stand der techniek, maar dienen wel op dit moment geïmplementeerd te kunnen worden (geen luchtkastelen);
- De energievraag van de bestaande gebouwen is meegenomen bij bepaling van de energie-efficiency voor de opwekking;
- Er zijn geen energiebeperkende maatregelen voor de bestaande gebouwen meegenomen;
- Optimalisatie van het ontwerp wordt niet meegenomen.

Beperking energievraag

De omvang van het ontwikkelingsplan voor de binnenstad Nieuwegein is circa 300.000 m² bvo utiliteitsbouw en 90.000 m² bvo bestaand, tevens zijn 1.720 woningen ingepland. Als basis voor de stedenbouwkundige opzet is de ontwikkelingsvisie "Naar een kloppend stadshart" aangehouden.

Bij het ontwikkelingsplan voor de binnenstad is de functie van de binnenstad in vijf clusters samengevat. De geplande uitbreidingen en functies per cluster zijn in nevenstaande tabel aangegeven.

Totaal aantal m2 in 2010		nieuwbouw	bestaande bouw	totaal
Cluster 1	winkels	65.350	15.000	80.350
Cluster 2	kantoren	223.550	72.300	295.850
Cluster 3	bibliotheek	16.800	0	16.800
Cluster 4	woningen	97.020	92.180	189.200
Cluster 5	openbare ruimte	140.000	50.000	190.000
	parkeren (stuks)	5.500	300	5.800

figuur 3.1 : Aantal m² per cluster in 2010

Ambities:

De aangegeven ambities voor beperking van de energievraag leiden tot de volgende Energie Prestatie Coëfficiënten (EPC).

		2000	ambitieniveau - 30 %	ambitieniveau - 50 %
Cluster 1	winkels	3.50	2.45	1.75
Cluster 2	kantoren	1.60	1.10	0.80
Cluster 3	bibliotheek	2.40	1.70	1.20
Cluster 4	woningen	1.20	0.85	0.60

figuur 3.2 : EP-ambitieniveaus

De EPC voor 2000 is als referentie m.b.t. beperking energievraag genomen. Deze referentie is in de verdere rapportage aangeduid met EP 2000. Voor cluster 5 is de EPN niet van toepassing.

Bij het invulling geven aan het bereiken van de genoemde EPC's is de opwekking voor warmte en koeling buiten beschouwing gelaten.

De berekende energiebehoefte is exclusief de elektriciteitsvraag voor kantoorartikelen, huishoudelijke apparatuur, parkeergarages en openbare verlichting. Deze vallen buiten de EPN.

Efficiënte energieopwekking

Als referentiesituatie zijn de onderstaande systemen aangehouden:

- Voor warmte (ruimte- + tapwater) het huidige stadsverwarmingssysteem.
De warmte zal hoofdzakelijk opgewekt worden door de STEG centrale Lage Weide en voor een zeer beperkt deel door de hulpketels in Nieuwegein (3,5 %).
- Voor de koude is conventionele individuele koudeopwekking middels koelmachines genomen.
- De bestaande bebouwing kan worden aangesloten op nieuwe systeemvarianten.

De STEG centrale Lage Weide heeft een zeer hoog totaal rendement. Aangenomen is een gemiddelde basislast van 90 MW thermisch, waarbij de onderstaande rendementen gelden:

- elektrisch 50,9 %
- thermisch 19,6 %
- distributieverlies stadsverwarming 20 %

Hierdoor vervult de referentiesituatie al een hoog ambitieniveau voor wat betreft energie efficiency. Hiermee dient rekening gehouden te worden met de nog te bereiken efficiency verbeteringen.

Voor het omrekenen van de elektriciteitsvraag naar primaire energie is als landelijk productierendement van de elektriciteitscentrales aangenomen:

- elektrisch productie rendement 54 %
- distributieverlies E-net 12 %

Bij het berekenen van de energiebesparingen is aangenomen dat alle bestaande gebouwen in de tussenliggende periode aangesloten kunnen worden op de nieuwe systeemvariant.

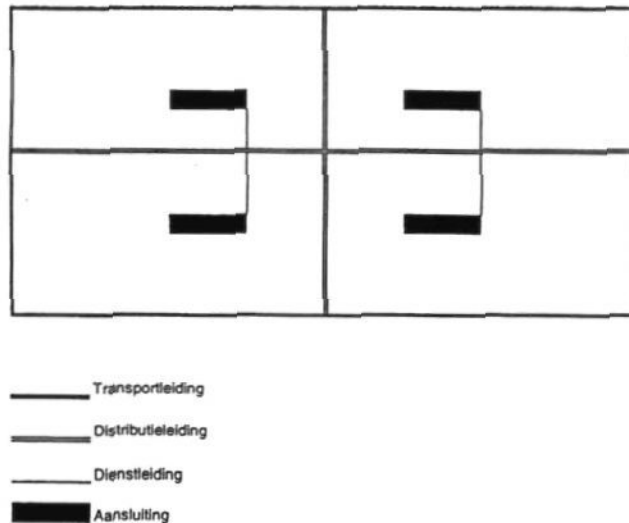
Primaire energie is het verbruik van fossiele brandstoffen bij de energieopwekking en wordt in deze studie uitgedrukt in m³ aardgas equivalenten (aeq) in tonnen CO₂ emissie.

Inzet duurzame energie

Bij bepaling van het aandeel duurzame energie wordt eerst bekeken wat er al aan duurzame energie is ingezet voor het behalen van de ambitieniveaus bij beperking van de energievraag en de efficiënte opwekking. Wanneer het ambitieniveau voor inzet van duurzame energie niet gehaald wordt door beperking van de energievraag en efficiënte opwekking, wordt bekeken wat er aanvullend aan duurzame energie ingezet kan worden.

Infrastructuur

Bij de bepaling van de kostprijzen voor koude zijn de kosten van de infrastructuur voor warmte en koude als volgt bepaald. Uitgangspunt is de aangegeven ringstructuur door de werkgroep Infrastructuur. Voor het distributienet is onderstaand principeschema aangehouden.



figuur 3.3 : Principeschema distributienet

Hierbij wordt uitgegaan van een ring voor de transportleiding, waarbij het verder vermazen van het net middels de distributieleiding gebeurt. De aansluitingen naar de gebouwen gebeurt door de diensleidingen.

De dimensionering van de leidingen is als volgt aangehouden:

- De transportleiding wordt gedimensioneerd op de totale warmte- of koudecapaciteit.
- De distributieleidingen worden gedimensioneerd op 25 % van de totale warmte- of koudecapaciteit.
- De dienstleidingen worden gedimensioneerd op de totale warmte- of koudecapaciteit gedeeld door het aantal aansluitingen (40).

De kosten van de infrastructuur voor warmte en koude zijn ingeschat aan de hand van "all in" meterprijzen voor de leidingen en de bijbehorende leidinglengten. De gehanteerde meterprijzen en leidinglengten zijn in de bijlagen aangegeven.

Economie

Bij de economische evaluatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd :

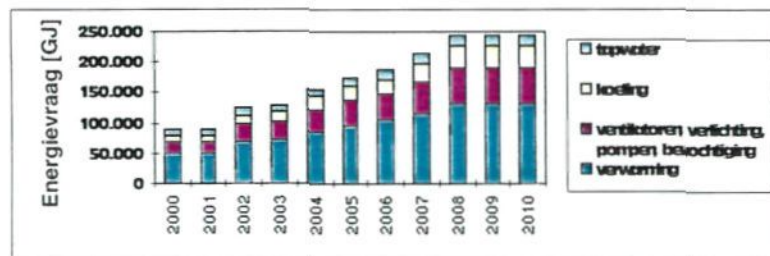
- Een rentevoet van 6,1 %.
- Afschrijvingstermijnen voor
 - opwekking en gebouwinstallaties 15 jaar,
 - distributie 25 jaar,
 - bouwkundige maatregelen 40 jaar.
- Energietarieven
 - stadsverwarming Remu tarieven
 - elektriciteit 25 ct/kWh voor woningen (cluster 4)
20 ct/kWh voor de clusters 1, 2 en 3
- Jaarlijkse onderhoudskosten
 - draaiende apparatuur 3 % van de investeringen
 - niet draaiende apparatuur 2 % van de investeringen

4. BESCHRIJVING REFERENTIE

Energiegebruik

Figuur 4.1 geeft de energievraag voor zowel de nieuwbouw als de bestaande bouw in de referentiesituatie, gefaseerd in de tijd. Totale energievraag in 2010 is 240.000 GJ:

- Bestaande bouw 70.000 GJ;
- Nieuwbouw 170.000 GJ.



figuur 4.1 : Energievraag referentie (nieuwbouw + bestaande bouw)

Hierbij zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd. In de bijlagen wordt een volledig overzicht gegeven.

	Referentie
Thermische isolatie gevel, vloer, dak	Rc = 2,5 m ² K/W
Beglazing	HR-beglazing
Verwarmingssysteem	HR-107 ketel met hoog temperatuur verwarmingssysteem
Ventilatiesysteem	Deels natuurlijke toevoer, mechanische afvoer, deels gebalanceerde ventilatie
Koeling	Deels geen koeling, deels compressiekoelmachine
Verlichting	Conventionele verlichting, kantoren HF-verlichting
Warm tapwater	Lokale warmte-opwekking (close-in boilers), woningen combi-ketel

figuur 4.2 : Gebouwwgebonden maatregelen voor EP-ambitie 2000 (referentie)

Energie-opwekking

De warmtelevering in de referentiesituatie geschiedt met behulp van stadsverwarming. De koude wordt met behulp van conventionele koude-opwekking (compressiekoelmachines) opgewekt. Op basis van de energievraag in de referentiesituatie is het primair energieverbruik uitgerekend. In de onderstaande tabel is dit primaire energieverbruik weergegeven.

Primair energieverbruik	
in GJ	203.700 GJ
in m ³ aardgasequivalent	6.437.000 m ³
CO ₂ -emissie	11.300 ton

figuur 4.3 : Primair energieverbruik referentie

Om aan te geven hoe efficiënt de opwekking in de referentiesituatie reeds is, is tevens het primair energiegebruik bepaald bij een conventionele energie-opwekking met behulp van HR-ketels.

Primair energiegebruik	
in GJ	308.500 GJ
in m ³ aardgasequivalent	9.748.000 m ³
CO ₂ -emissie	17.200 ton

figuur 4.4 : Primair energiegebruik referentie met conventionele energie-opwekking

De energie-opwekking in de referentiesituatie (stadsverwarming) is dus reeds meer dan 42 % efficiënter dan een conventionele opwekking.

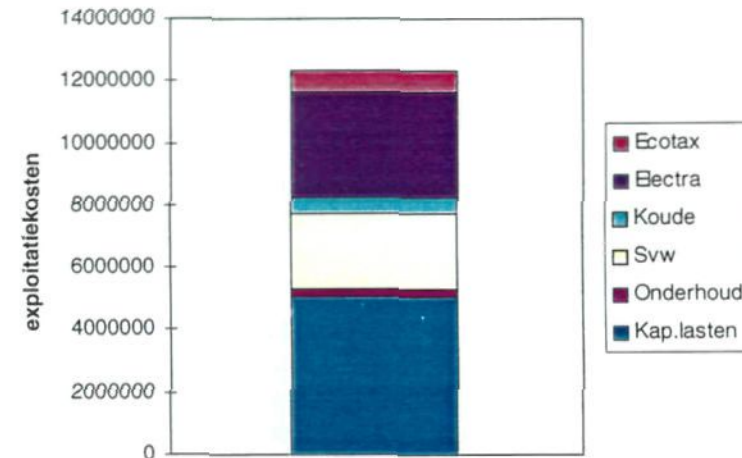
De investeringen van alle gebouwgebonden maatregelen die bij het verhogen van de ambities gewijzigd worden, zijn bepaald. Dit zijn niet de totale investeringen.

De referentie investeringen hiervoor zijn respectievelijk :

- fl. 41 miljoen voor de gebouwgebonden maatregelen;
- fl. 6,3 miljoen voor aansluiting op het stadsverwarmingsnet;
- fl. 7,4 miljoen voor de conventionele koeling.

Exploitatiekosten

De referentie exploitatiekosten zijn in onderstaande grafiek aangegeven en bedragen fl. 12,4 miljoen.



figuur 4.5 : Exploitatiekosten referentie

5. BEPERKING ENERGIEVRAAG

Algemeen

Stedebouwkundig plan

Bij de stedebouwkundige voorstellen volgens de ontwikkelingsstudie "Naar een kloppend stadshart" is rekening gehouden met specifieke aandachtspunten van functies met betrekking tot energiegebruik:

- Bij kantoren is veel hoogbouw toegepast, waarbij veel daglichttoetreding en natuurlijke ventilatie mogelijk is;
- Bij de woningen is hoogbouw toegepast, met name op de bovenste verdiepingen is zon- en daglichttoetreding mogelijk;
- Winkels hebben beperkte behoefte aan daglichttoetreding en zijn gesitueerd onder maaiveld of op de begane grond. In combinatie met hoogbouw is de daglichttoetreding beperkt;
- Parkeren is met name gesitueerd onder de grond. In principe is er geen behoefte aan daglichttoetreding. In verband met energiebesparing (verlichting) en veiligheid is daglichttoetreding gewenst. Hiervoor zijn verschillende technieken mogelijk.

Het huidige stedebouwkundige ontwerp biedt voldoende mogelijkheden voor verdere uitwerking. Waar compact bouwen mogelijk is (winkels e.d.) is dit voorgesteld. Bij de functie kantoren zijn juist veel mogelijkheden voor licht en lucht.

Grote glasoverdekte ruimten

Voordelen :

- Energiebesparing door minder transmissie- en infiltratie verliezen van aanliggende gebouwen;

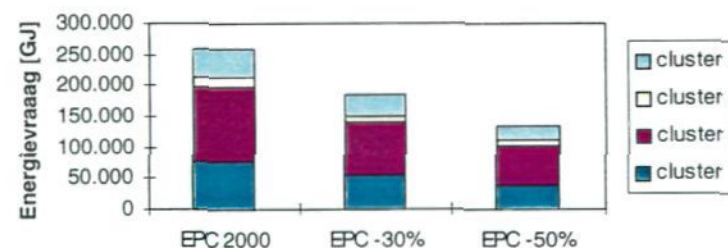
- De verwarmde lucht vanuit de glasoverkapte ruimte kan in het stookseizoen worden benut als voorverwarmer van de ventilatielucht van omliggende gebouwen;
- Een beschut klimaat voor winkelende mensen;
- Een groot dakoppervlak kan worden benut als drager voor PV (semi-transparant, die tevens dienst doet als zonwering). Voor het publiek is het zichtbaar en kan als voorbeeld dienen. Doordat er de glasoverkapte ruimten worden omgeven door hoogbouw, dient rekening te worden gehouden met belemmeringen, waardoor het rendement omlaag gaat. Zie verder hoofdstuk 7.

Nadelen :

- Minder daglicht- en zontoetreding in gebouwen.

Gebouwegebonden maatregelen

Voor de ambitieniveaus vraag - 30 % en vraag - 50 % zijn pakketten met maatregelen samengesteld. Figuur 5.1 geeft een overzicht van de energievraag per cluster (nieuwbouw) per ambitieniveau.



figuur 5.1 : Energievraag per cluster per ambitieniveau

Figuur 5.2 geeft aanvullende maatregelen ten opzichte van de referentie om genoemde ambitieniveaus te realiseren. Andere pakketten met maatregelen zijn mogelijk. De figuur heeft betrekking op de nieuwbouw.

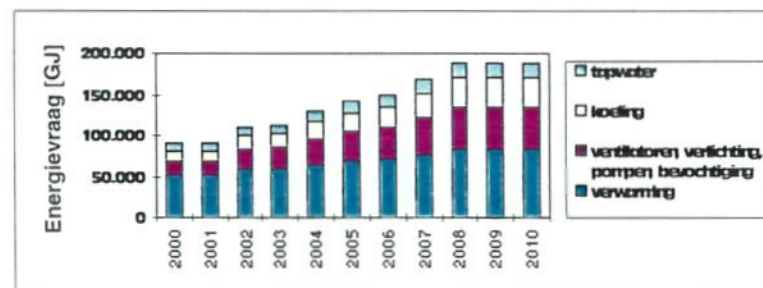
	Ambitieniveau - 30 %	Ambitieniveau - 50 %
Thermische isolatie gevel, vloer, dak	Maximaliseren isolatiepakket	Maximaliseren isolatiepakket
Beglazing	HR++ beglazing	Bijzondere beglazing
Verwarmingssysteem	Midden temperatuur verwarmingssysteem Individuele regeling verwarming	Vacuüm glas Laag temperatuur verwarmingssysteem
Ventilatiesysteem	Energie-efficiënte ventilatoren Zelfregelende ventilatioosters Verbeterde terugregeling ventilatiedebiet Verbeterde warmteterugwinning	Optimaal vraaggestuurd en individuele bediening ventilatoren Optimalisatie energie-efficiënte ventilatoren Optimalisatie terugregeling ventilatiedebiet HR-warmteterugwinning
Koeling	Beperken koelvraag (benutten gebouwmassa)	Maximale beperking koelvraag
Verlichting	Verbeterde energie-efficiënte verlichting	Daglichtschakeling, aanwezigheidsdetectie
Warm tapwater		Stadsverwarming voor woningen

figuur 5.2 : Aanvullende maatregelen om te voldoen aan gestelde ambitie-niveaus

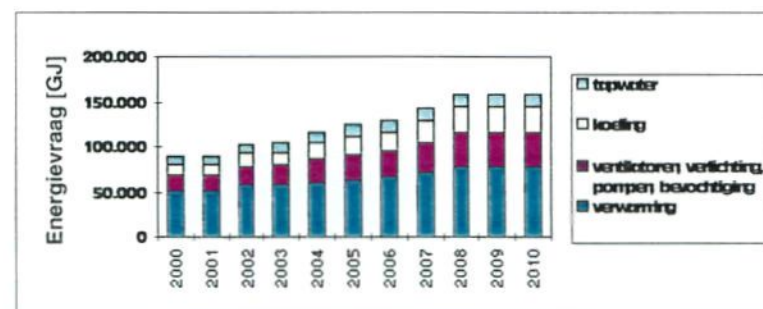
De keuzemogelijkheden van de te nemen maatregelen nemen af naarmate het ambitieniveau hoger wordt. In de bijlage is per cluster een uitgebreid overzicht van de toegepaste aanvullende maatregelen gegeven.

Energievraag, gefaseerd

De ontwikkeling van energievrage van de nieuwbouw inclusief de bestaande bouw voor de ambitieniveaus (vraag - 30 % en vraag - 50 %) is in onderstaande figuren gegeven.



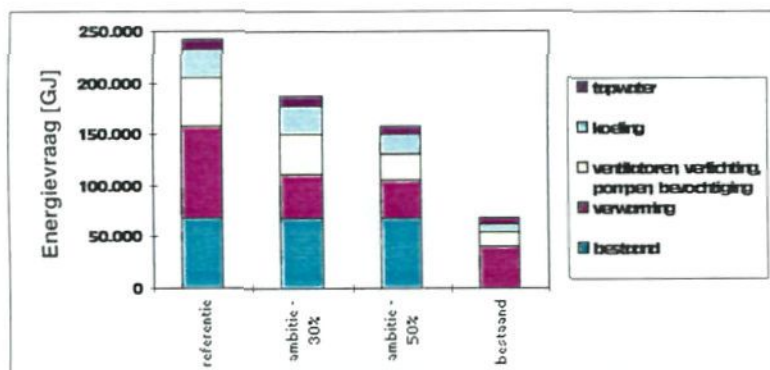
figuur 5.3 : Ambitieniveau vraag - 30 %



figuur 5.4 : Ambitieniveau vraag - 50 %

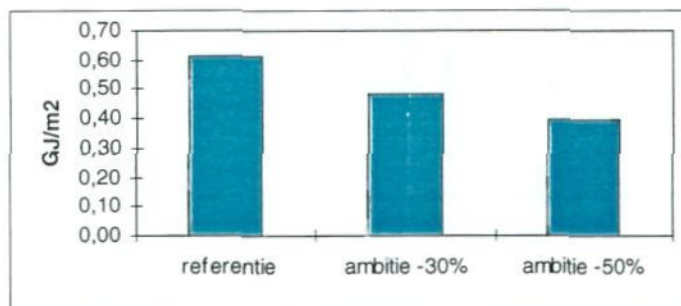
Totale energievraag 2010

Figuur 5.5 geeft de energievraag van de verschillende ambitieniveaus inclusief de bestaande bouw in het jaar 2010.



figuur 5.5 : Energievraag in het jaar 2010

Figuur 5.6 geeft het aantal GJ/m², behorende bij de energievraag in 2010.



figuur 5.6 : Aantal GJ/m² bij verschillende ambitieniveaus

Bevindingen

- Alle clusters voldoen aan ambitieniveau vraag - 30 %.
- Clusters 1 t/m 3 voldoen aan het ambitieniveau vraag - 50 %. Cluster 4 (woningen) voldoet niet.
- Inclusief de bestaande bouw is het besparingspercentage lager, zie figuur 5.7.
- Bij ambitieniveau vraag - 30 % wordt ten opzichte van de referentie met name het energiegebruik voor verwarming teruggedrongen.
- Bij ambitieniveau vraag - 50 % wordt ten opzichte van ambitieniveau vraag - 30 % met name het elektriciteitsgebruik teruggedrongen.
- Het energiegebruik in GJ/m² neemt af van ca. 0,60 GJ/m² in de referentiesituatie naar ca. 0,40 GJ/m² bij ambitieniveau vraag - 50 %. Dit is inclusief bestaande bouw. Op dit moment wordt landelijk bij gesubsidieerde projecten gestreefd naar een energiegebruik kleiner dan 0,5 GJ/m² voor de nieuwbouw;
- De warmte- en koudevraag stijgt geleidelijk gedurende de fasering door het grote oppervlak aan nieuwbouw.

Doelstelling	Nieuwbouw	Bestaand + nieuwbouw
EP-ambitie - 30 %	32 %	18 %
EP-ambitie - 50 %	48 %	35 %

figuur 5.7 : Beperving energievraag ten opzichte van referentie

De resultaten wijken enigszins af van de doelstelling, aangezien de doelstelling uitgaat van primaire energie, en de hier gegeven resultaten betrekking hebben op de energievraag.

6. EFFICIËNTE ENERGIEOPWEKKING

Eerste analyse diverse varianten

Allereerst zijn er diverse varianten beschouwd op basis van de referentie energievraag. Van deze varianten is het primaire energieverbruik bepaald. Hiermee zijn de energetisch meest gunstige opwekkingsvarianten in beeld gebracht, welke in de rest van de studie nader zijn beschouwd.

In eerste instantie zijn de volgende opwekkingsvarianten met elkaar vergeleken :

1. De referentie opwekking: stadsverwarming met compressiekoeling (Referentie);
2. Een lokale warmtekrachtkoppeling voor de warmteopwekking (WKK);
3. Stadsverwarming met koeling met behulp van absorptiekoelmachines (AKM);
4. Stadsverwarming met koeling met behulp van koude-opslag in de bodem (WKO);
5. Warmte- en koude-opwekking met een elektrische warmtepomp in combinatie met energie-opslag in de bodem (EWP+WKO);
6. Warmte- en koude-opwekking met een absorptiewarmtepomp op stadsverwarming in combinatie met energie-opslag in de bodem (WKO + AWK).

In de volgende figuur is het primair energieverbruik in kubieke meter aardgasequivalent voor de bovenstaande varianten weergegeven, op basis van de referentie-energievraag.

Primair energieverbruik varianten		[m3 aeq *1000]
1.	Referentie	100 % 6.437
2.	WKK	130 % 8.390
3.	AKM	101 % 6.491
4.	WKO	89 % 5.757
5.	EWP+WKO	97 % 6.249
6.	AWP+WKO	89 % 5.757

figuur 6.1 : Primair energieverbruik opwekkingsvarianten

De grootste besparing wordt gerealiseerd met een warmte-koude opslagsysteem, al dan niet in combinatie met een absorptiewarmtepomp. Deze varianten zijn nader onderzocht.

Systeembeschrijving kansrijke varianten

Van de twee hierboven als gunstigste naar voren komende varianten (4, 6) is een korte beschrijving van het opwekkingsstelsel gemaakt.

1) Warmte en koude opslag in de bodem (WKO)

De koudelevering vindt plaats met meerdere dubletten en een koelmachine. Het grondwatercircuit is van het gebouw-circuit gescheiden door een warmtewisselaar (voorkomt O₂ toetreding).

Het opslagsysteem levert de basislast (circa 80 % van de energie), bij piekbelasting wordt de koelmachine bijgeschakeld. 's Winters laadt het systeem de koude met behulp van de koelbatterijen uit de luchtbehandelingskasten en verwarmt hiermee tevens de inblaaslucht.

2) Warmte- en koudeopwekking middels een absorptiewarmtepomp en warmte en koude opslag in de bodem (AWP+WKO)

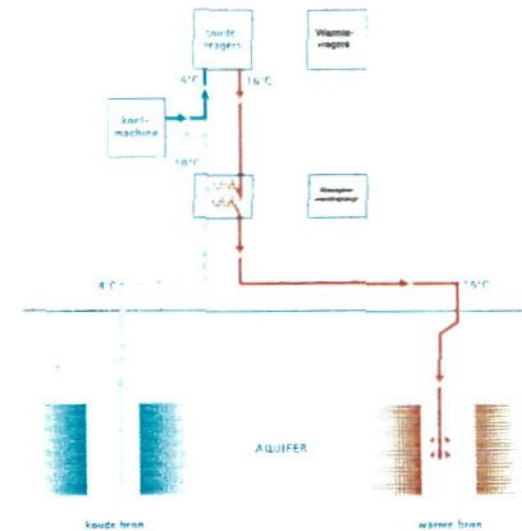
De koudelevering vindt plaats met meerdere doubletten en een koelmachine. Het grondwatercircuit is van het gebouw-circuit gescheiden door een warmtewisselaar (voorkomt O₂ toetreding).

Het opslagsysteem levert de basislast, bij piekbelasting wordt de koelmachine bijgeschakeld.

De warmtelevering vindt plaats middels de absorptiewarmtepomp die gevoed wordt door stadsverwarming. De absorptiewarmtepomp kan tevens ingezet worden om het opslagsysteem in de winter te laden. Wanneer het opslagsysteem gevuld is neemt stadsverwarming de warmtelevering over.

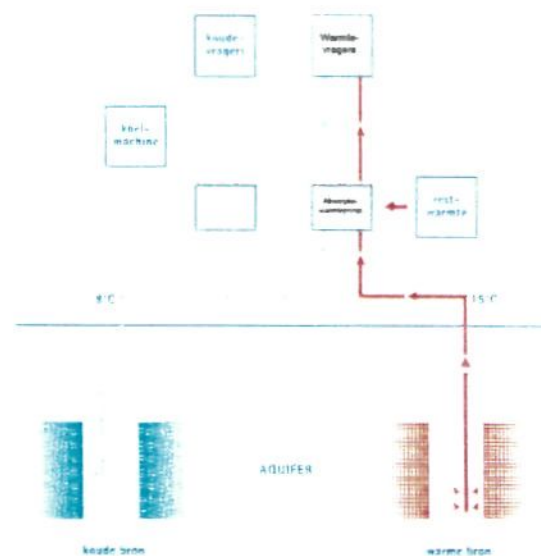
In nevenstaande figuren is schematisch het zomer- en winterbedrijf weergegeven.

Zomerbedrijf



figuur 6.2 : Zomerbedrijf energie-opslagsysteem in combinatie met absorptiewarmtepomp

Winterbedrijf



figuur 6.3 : Winterbedrijf energie-opslagsysteem in combinatie met absorptiewarmtepomp

Bereikte besparing

Voor de twee hiervoor beschreven varianten is het primaire energieverbruik berekend bij respectievelijk de referentie-energievraag en de energievraag bij een EPC die 30 % en 50 % lager is dan vereist in het Bouwbesluit (2000).

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van deze berekeningen weergegeven.

Besparingen varianten	referentie		vraag - 30 %		vraag - 50 %	
	verbruik [m3 aeq*1.000]	verbetering efficiency opwekking (totaal)	verbruik [m3 aeq *1.000]	verbetering efficiency opwekking (totaal)	verbruik [m3 aeq*1.000]	verbetering efficiency opwekking (totaal)
referentie opwekking	6.437	n.v.t. (n.v.t.)	5.304	n.v.t. (18 %)	4.162	n.v.t. (35 %)
warmte- en koude-opslag	5.757	11 % (11 %)	4.884	8 % (24 %)	3.868	7 % (40 %)
absorptiewarmtepomp i.c.m. bodemopslag	5.757	11 % (11 %)	4.821	9 % (25 %)	3.754	10 % (42 %)

figuur 6.4 : Primair energieverbruik en besparing diverse varianten

Uit de resultaten blijkt dat vooral het beperken van de energievraag de grootste besparing oplevert. De variant met absorptiewarmtepomp geeft de grootste besparing (42 %). In de bijlage is weergegeven hoe het primaire energieverbruik van de diverse varianten is verdeeld over de verschillende posten (warm tapwater, warmte, koude en elektra).

Bevindingen

Met name het beperken van de energievraag leidt tot een sterke verlaging van het primaire energieverbruik.

In de referentiesituatie wordt met de varianten WKO en WKO+AWP ruim 10 % efficiëntere opwekking bereikt. De totale energiebesparing die wordt bereikt met een verlaging van de EPC van 50 % voor nieuwbouw bedraagt ruim 40 %. Een 20 % efficiëntere opwekking kan alleen worden gerealiseerd door de inzet van meer duurzame energie, zoals bijvoorbeeld PV-panelen.

De variant met een absorptiewarmtepomp in combinatie met energie-opslag in de bodem is energetisch gezien het gunstigst. In totaal wordt hiermee, in combinatie met een 50 % verlaagde EPC, meer dan 4.700 ton CO₂-emissie op jaarbasis vermeden.

7. SYSTEEMOPZET

In dit hoofdstuk wordt kwalitatief geëvalueerd hoe opwekkingsvarianten het beste opgesteld kunnen worden, centraal op locatieniveau of decentraal op gebouwniveau. De voor- en nadelen van de hoofdonderdelen van de twee systeemvarianten worden geanalyseerd.

De hoofdonderdelen behorende bij de varianten staan in onderstaande tabel voor de twee systeemvarianten aangegeven.

Hoofdonderdelen	WKO	WKO+AWP
bronnen + scheidingswisselaar incl. toebehoren	inclusief	inclusief
distributie koude	inclusief	inclusief
conventionele koelmachines	inclusief	inclusief
absorptie-warmtepomp	exclusief	inclusief

figuur 7.1 : Hoofdonderdelen opwekkingsvarianten

De voor- en nadelen bij centraal of decentraal opstellen voor de aangegeven hoofdonderdelen zijn hieronder verwoord. Het distributienet voor de koeling is een gevolg van de keuze centraal of decentraal opstellen en wordt dientengevolge bij de evaluatie van de andere hoofdonderdelen meegenomen.

Hoofdonderdelen	Voor- en nadelen centraal plaatsen (t.o.v. decentraal plaatsen)
bronnen + scheidingswisselaar incl. toebehoren	<ul style="list-style-type: none"> + voldoende afstand bronnen (bij decentraal onvoldoende afstand) + economy of scale (centraal plaatsen goedkoper dan decentraal) + duidelijke systeemgrens - beperkt ruimtebeslag Binnenstad (bij decentraal ruimtebeslag in de gebouwen) - distributie voor koude noodzakelijk
conventionele koelmachines	<ul style="list-style-type: none"> + duidelijke systeemgrens 0 economy of scale niet van toepassing (bij decentraal geen extra gebouw) - kosten distributie koude hoger dan bij decentraal (bij decentraal alleen basislast, kleinere diameters) - ruimtebeslag Binnenstad (apart ketelhuis bouwen)
absorptie-warmtepomp	<ul style="list-style-type: none"> + duidelijke systeemgrens 0 economie of scale niet van toepassing (bij decentraal geen extra gebouw) - extra laag temperatuur distributienet (bij decentraal is dit niet nodig) - ruimtebeslag Binnenstad (apart ketelhuis bouwen)

figuur 7.2 : Evaluatie centraal/decentraal opstellen

Aan de hand van deze korte analyse is de volgende systeemopzet gekozen:

Hoofdonderdelen	Centraal of decentraal	Hoofdreden
bronnen + scheidingswisselaar incl. toebehoren	Centraal	Bij decentrale plaatsing is volledige bronafdekking niet mogelijk Vanwege de intensieve bebouwing vallen de bronnen buiten de systeemgrenzen
conventionele koelmachines	Decentraal	Laagste kosten
absorptie-warmtepomp	Decentraal	Laagste kosten

figuur 7.3 : Keuze systeemopzet

Hierbij is rekening gehouden dat er geen noemenswaardige energie efficiency verbeteringen te behalen zijn door centraal en decentraal opstellen.

8. DUURZAME ENERGIE

Gerealiseerde inzet duurzame energie

Voor beide varianten is bepaald welk percentage van de energievraag duurzaam wordt opgewekt. Deze berekening is steeds uitgevoerd voor zowel de referentiesituatie als voor de situatie met een 30 % en een 50 % lagere EPC.

In de beide varianten wordt de inzet van duurzame energie volledig bepaald door het energie-opslagsysteem in de bodem, waarmee zomerwarmte en winterkoude uit de buitenlucht wordt toegepast.

De door het bodemopslagsysteem geleverde energie wordt niet volledig als duurzame energie beschouwd, de energie die door het systeem zelf wordt verbruikt wordt in mindering gebracht. In de onderstaande tabel zijn de percentages duurzame energie weergegeven voor de beide varianten.

Duurzame energie	referentie		vraag - 30 %		vraag - 50 %	
	vraag [GJ]	duurzaam [%]	vraag [GJ]	duurzaam [%]	vraag [GJ]	duurzaam [%]
referentie		0 %		0 %		0 %
WKO	242.657	22 %	186.958	17 %	158.380	14 %
AWP+WKO		22 %		23 %		22 %

figuur 8.1 : Percentage duurzame energie

Verdere mogelijkheden voor duurzame energie

Naast de duurzame energie die met behulp van het energie-opslagsysteem in de bodem wordt toegepast zijn er nog vele andere mogelijkheden. Hieronder worden in het kort een aantal mogelijkheden aangegeven :

- PV-cellen op gevels, de glasoverkapping van de winkelpromenade en de daken;
- Zonnecollectoren ten behoeve van warm tapwater en/of verwarming;
- Windenergie met behulp van kleine windturbines waar hoge windsnelheden zijn te verwachten;
- Warmteterugwinning uit de opgewarmde lucht van de glasoverkapte winkelpromenade;
- Warmte-onttrekking aan geasfalteerde oppervlakken, zoals wegen en parkeerterreinen.

Om de mogelijkheden voor de toepassing van duurzame energie nader in kaart te brengen is in de vervolgfase verder onderzoek noodzakelijk. Zo kan, wanneer de hoofdvormen van alle bouwvolumes bekend zijn, een studie worden uitgevoerd naar het potentieel aan duurzame energie. Het gaat hierbij om de toepasbaarheid van zonne-energie (bezonningsstudie), windenergie (luchtstromingsonderzoek) en andere energievormen.

Dit duurzame energiepotentieel kan al dan niet volledig worden ingevuld. In de vervolgstudie dient de optimale invulling van het potentieel te worden bepaald aan de hand van energie-opbrengsten, kosten en subsidiemogelijkheden. Dit heeft geen consequenties voor verdere conclusies uit dit rapport.

DHV AIB BV

Bevindingen

Met de toepassing van een energie-opslagsysteem in de bodem wordt voldaan aan de ambitie om 10 % van de energievraag duurzaam op te wekken. Voor 20 % duurzame opwekking is de inzet van absorptiewarmtepompen of andere duurzame technieken noodzakelijk.

9. ECONOMIE

Bij het evalueren van de economische haalbaarheid voor de diverse varianten is onderling vergeleken:

- de totale exploitatiekosten, te weten
 - kapitaalslasten,
 - onderhoudskosten,
 - energiekosten (inclusief ecotax);
- de eenvoudige terugverdientijden.

Bij de opwekkingsvarianten zijn de kostprijzen voor koude met elkaar vergeleken.

Gezien de gelijkmatige toename van de energievraag in de tijd (zie figuren 5.3 en 5.4) is de haalbaarheid van de eindsituatie (=2010) geëvalueerd. Dit heeft geen invloed op de evaluatie voor de ambitieniveaus van de beperking van de energievraag (gebouwgebonden maatregelen) en bij een goede fasering van de opwekking (modulair opbouwen) zal dit ook geen noemenswaardig verschil geven. De economische evaluatie wordt door deze benadering overzichtelijker.

Uitgangspunten:

De financiële uitgangspunten genoemd in hoofdstuk 3 betreffende rentevoet, afschrijving, energietarieven en onderhoud zijn aangehouden.

Bij bepaling van de netto investeringen is een inschatting gemaakt van de hoogte van subsidie.

1. Voor de gebouwgebonden maatregelen is deze gesteld op 18 %, dit is gebaseerd op eerdere studies.

2. Voor de opwekkingsvarianten is deze gesteld op 25 %. Beide opwekkingsvarianten (WKO en WKO+AWP) komen in aanmerking voor de Vamil, EIA en BSE MEA en eventueel nog andere subsidieprogramma's (EG-subsidies?).

De systeemgrenzen zijn gelijk gehouden als bij voorgaande hoofdstukken, te weten:

1. Opwekking: Bronnen, distributie, conventionele koelmachines en absorptiewarmtepompen.
2. Beperking energievraag: Alle gebouwgebonden maatregelen (installaties alsook bouwkundig), exclusief de conventionele koelmachines en de absorptiewarmtepompen.

Haalbaarheid

Gebouwgebonden maatregelen

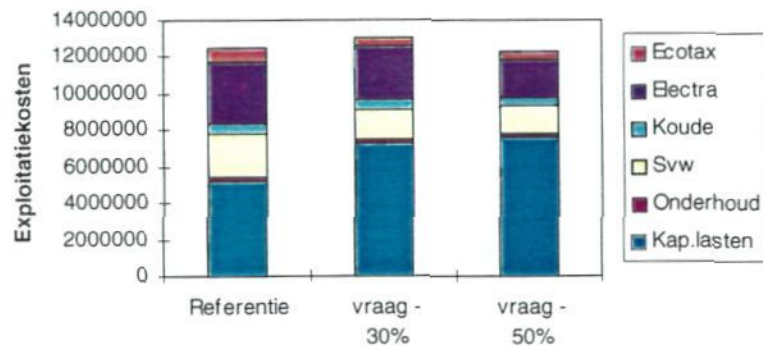
De terugverdientijden voor ambitieniveaus vraag - 30 % en vraag - 50 % zijn in relatie tot de bereikte besparing in onderstaande tabel aangegeven. Indien voor de vraagbeperking andere pakketten worden vastgesteld, kunnen de bedragen wijzigen.

	Meerinvestering [fl.*1000]	Reductie- kosten [fl.*1000]	TVT	Energie- besparing
Vraag - 30 %	10.250	1.488	7 jaar	18 %
Vraag - 50 %	12.750	2.585	5 jaar	35 %

figuur 9.1 : Terugverdientijden gebouwgebonden maatregelen

De meerinvesteringen zijn bepaald door het verschil in investeringen voor de gebouwgebonden maatregelen, de conventionele koelmachines en distributie voor stadsverwarming.

De totale exploitatiekosten voor de drie ambitieniveaus vraag (bij de referentievariant voor opwekking) zijn vergeleken met elkaar en in onderstaande grafiek weergegeven.



figuur 9.2 : Exploitatiekosten gebouwgebonden maatregelen

Hieruit volgt dat de verhoogde kapitaalslasten (meerinvesteringen) gecompenseerd worden door een sterk verminderde elektriciteits- en stadsverwarmingsrekening. Bij ambitieniveau vraag - 50 % wordt met name de elektriciteitsrekening beduidend lager en is de totale exploitatie zelfs lager dan de referentie (EP-2000).

Hieruit blijkt dat het ambitieniveau vraag - 50 % de beste optie is, grootste besparing met kortste terugverdientijd en lagere exploitatiekosten dan de referentie (2 %).

Opwekkingsvarianten :

Hierbij is ervan uitgegaan dat voor de opgewekte warmte het Remu stadsverwarmingstarief geldt. De terugverdientijden zijn volgens het niet meer dan anders (NMDA) principe berekend. Het NMDA-principe is als volgt geïnterpreteerd :

- De investeringen voor de opwekking en distributie zijn bepaald;
- Verder zijn de kosten voor onderhoud en energie (inclusief aansluitkosten) berekend.

Voor de varianten zijn t.o.v. de referentie de meerprijs in investeringen en de kostenreductie in onderhoud en energie bepaald. De resultaten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

	Meerinvestering [fl.*1000]	Reductiekosten [fl.*1000]	TVT
WKO			
- ref.vraag	10.150	1.153	9 jaar
- vraag -30%	10.056	967	10 jaar
- vraag -50%	8.561	713	12 jaar
WKO + AWP			
- ref.vraag	15.249	1.097	14 jaar
- vraag -30%	13.250	989	13 jaar
- vraag -50%	11.587	834	14 jaar

figuur 9.3 : Terugverdientijden opwekkingsvarianten

De meerinvesteringen bestaan uit de kosten voor :

- WKO of WKO + AWP;
- Distributienet koude;
- Conventionele koelmachines voor pieklust.

Bij de opwekking zijn de kostprijzen voor de koude vergeleken met conventionele koudeopwekking voor de drie EP-ambitieniveaus.

De kostprijs voor koude is bepaald door de kapitaalslasten en kosten voor onderhoud en energie te sommeren en te delen door de jaarlijkse koudevraag.

Opwekkingsvar.	Kostprijs conv. koudeopwekking per GJ	Kostprijs koude opwekkingsvar. per GJ	Energiebesparing
WKO			
- ref. vraag	fl. 38,84	fl. 33,97	11 %
- vraag - 30 %	fl. 41,73	fl. 41,84	6 %
- vraag - 50 %	fl. 41,73	fl. 45,33	5 %
WKO + AWP			
- ref. vraag	fl. 38,84	fl. 50,20	11 %
- vraag - 30 %	fl. 41,45	fl. 50,19	7 %
- vraag - 50 %	fl. 41,73	fl. 52,14	7 %

figuur 9.4: Kostprijzen voor koude

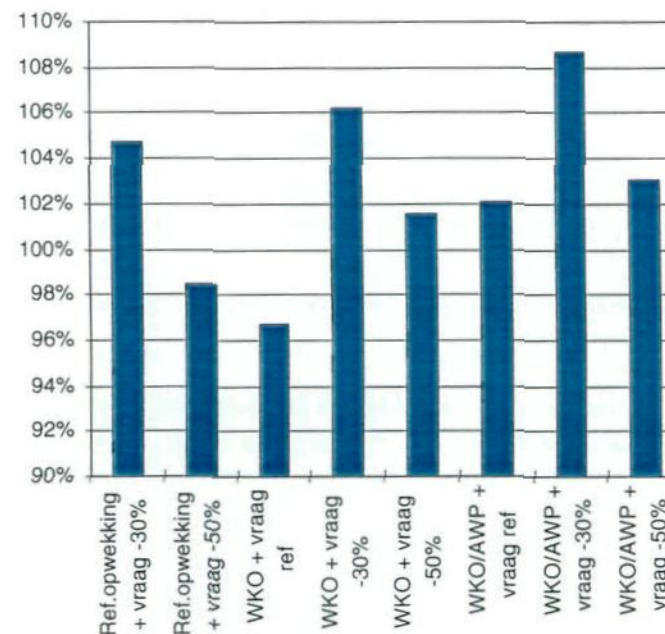
Hieruit blijkt dat de haalbaarheid van beide opwekkingsvarianten kritisch is (lange terugverdientijden en een kostprijs die in de meeste gevallen hoger is dan de referentie) en dat de variant WKO nog de beste variant van de twee is.

Integrale haalbaarheid gebouwgebonden maatregelen met de opwekkingsvarianten :

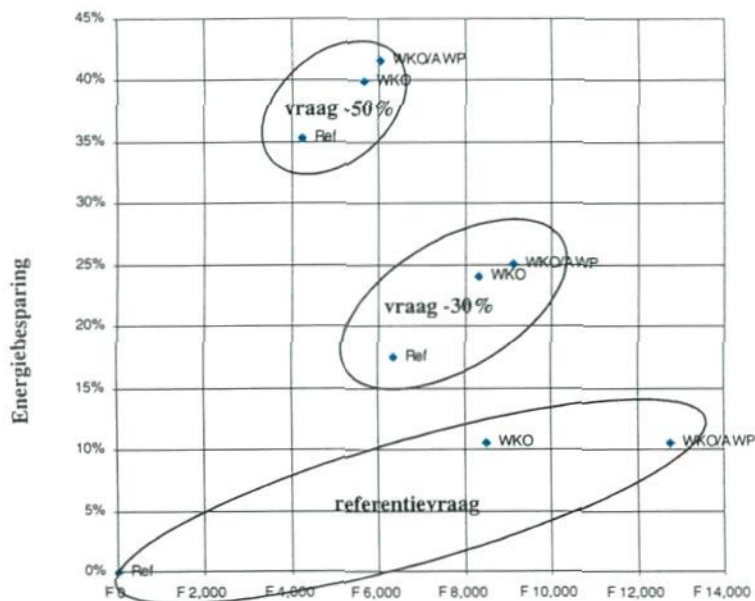
Om te kunnen bekijken of de (eind)gebruiker uiteindelijk niet meer betaalt dan in de referentiesituatie zijn de totale exploitatiekosten voor de combinaties van de ambitieniveau vraag en de opwekkingsvarianten vergeleken met elkaar.

Daarnaast zijn, om te kunnen beoordelen welke variant het beste economische besparingsmiddel is, de meerinvesteringen per bespaarde ton CO₂ vergeleken.

De resultaten zijn in de figuren 9.4 en 9.5 gepresenteerd.



figuur 9.5 : Integrale exploitatiekosten t.o.v. referentie



figuur 9.6 : Meerinvesteringen per bespaarde ton CO₂ in relatie tot energiebesparing

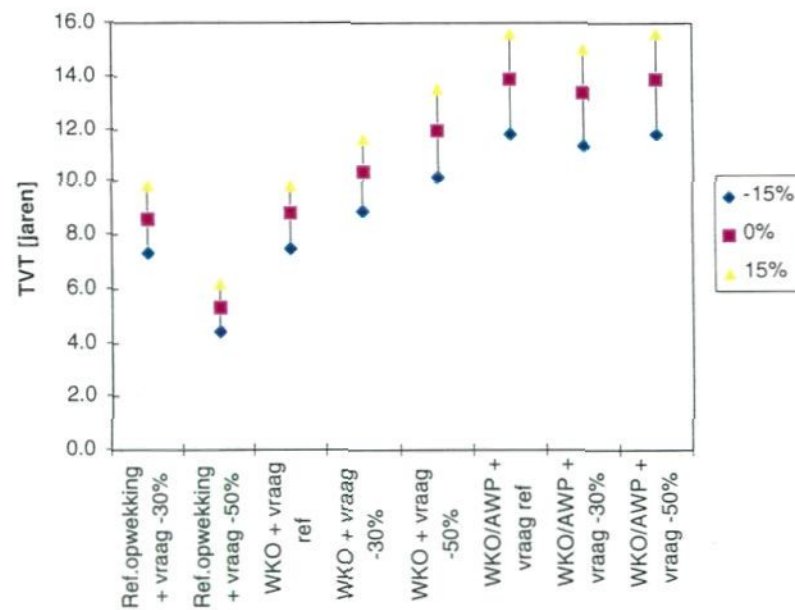
Hieruit volgt dat integraal bekeken het beste de energievraag beperkt kan worden en wel op ambitieniveau vraag - 50 %. Dit geeft een grote besparing met de laagste meerinvesteringen per ton bespaarde CO₂ (fl. 4.214/ton CO₂). Daarnaast zijn ook de exploitatiekosten lager dan de referentiesituatie.

Eventueel kan nog additioneel de opwekkingsvariant WKO toegepast worden. De exploitatiekosten zijn ongeveer gelijk met de referentiesituatie, echter de terugverdientijden zijn groot (11 jaar).

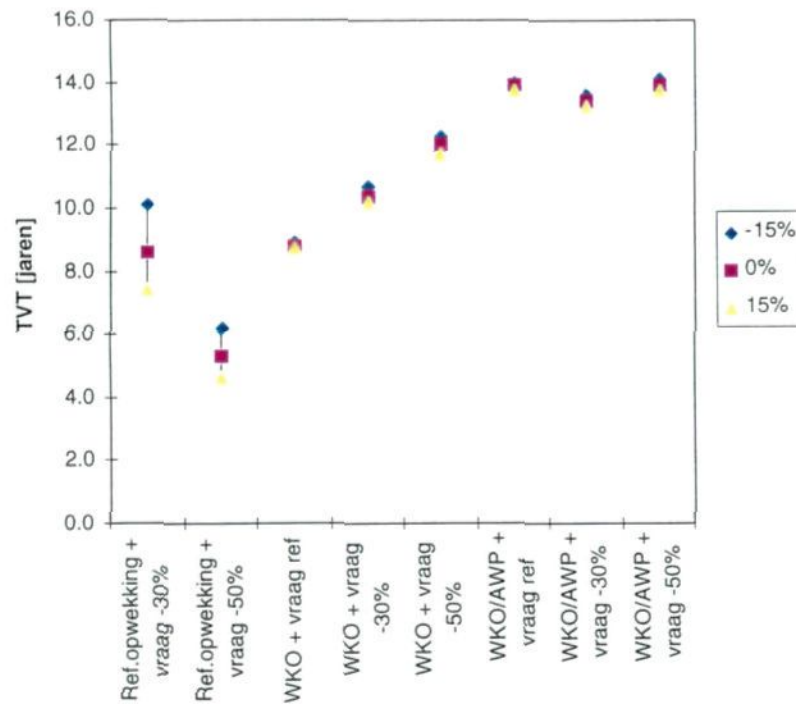
Dientengevolge zijn ook de meerinvesteringen per ton bespaarde CO₂ hoog (fl. 5.626/ton CO₂). Gestreefd zou moeten worden naar maximaal fl. 5.000 meerinvestering per ton CO₂.

Gevoeligheidsanalyse

Om een indruk te krijgen hoe gevoelig de haalbaarheid is zijn de investeringen en de energietarieven met 15 % gevarieerd. In onderstaande twee grafieken is aangegeven in hoeverre de terugverdientijden variëren.



figuur 9.7 : Gevoeligheid investeringsvariatis (+/- 15 %)



figuur 9.8 : Gevoeligheid variaties energietarieven ($\pm 15\%$)

Hieruit volgt dat ambitieniveau vraag - 50 % met referentie opwekking het minst gevoelig is voor variaties in de investeringshoogte.

Voor variaties in de energietarieven zijn de opwekkingsvarianten nauwelijks gevoelig. Dit wordt veroorzaakt omdat de referentie kostprijs voor koude mee varieert en diensgevolge de terugverdientijden nagenoeg gelijk blijven. Een variatie van $\pm 15\%$ in het energietarief komt neer op een kWh-tarief tussen 17 en 23 ct/kWh en doet de referentie kostprijs voor koude fl. 1,60 variëren, oftewel 4 %.

10. KANSEN EN KNELPUNTEN

Kansen

- In deze studie is geen rekening gehouden met een optimalisatie van de bestaande gebouwen. Met een optimalisatie van deze gebouwen kan het energiegebruik nog verder worden verlaagd.
- Het plan biedt mogelijkheden voor inpassing van duurzame energie, zoals:
 - PV-cellen op gevels, de glasoverkapping van de winkelpromenade en de daken;
 - Zonnecollectoren ten behoeve van warm tapwater en/of verwarming;
 - Windenergie met behulp van kleine windturbines waar hoge windsnelheden zijn te verwachten;
 - Warmteterugwinning uit de opgewarmde lucht van de glasoverkapte winkelpromenade;
 - Warmte-onttrekking aan geasfalteerde oppervlakken, zoals wegen en parkeerterreinen.
- Het elektriciteitsgebruik terugdringen biedt kansen voor de volgende technieken:
 - zeer energiezuinige verlichting (openbare ruimten, parkeergarages);
 - daglichtregelingen, aanwezigheidsdetectie;
 - optimaliseren gebouwo ontwerp, functie-indeling en daglichtopeningen;
 - in de parkeergarages toepassen van technieken die het daglicht transporteren.
- Het terugdringen van de energievraag van verwarming biedt kansen van de volgende technieken:
 - maximaliseren thermische isolatie, klimaatgevels, 2^e huid façades, HR++-beglazing;
 - benutten winkelgalerij voor o.a. voorverwarmen ventilatielucht;
 - optimaliseren ontwerp, o.a. met betrekking tot passieve zonne-energie.
- Rekening moet worden gehouden met technieken die op dit moment nog niet haalbaar zijn, maar die in de loop van het gehele project toegepast kunnen worden (zoals vacuüm beglazing).
- Door de modulaire opbouw van het koelsysteem kan flexibel omgegaan worden met wijzigingen ten aanzien van het Ontwikkelplan Binnenstad.
- Beleggers kunnen zich optimaal profileren door mee te doen aan de energetisch beste stad van Nederland.
- De systeemvariant WKO biedt de flexibiliteit om los van de leverancier voor warmte een andere leverancier te kiezen.
- In deze studie is het energieverbruik voor overige apparatuur buiten beschouwing gelaten. Hier zijn nog mogelijkheden voor een verdere beperking van de energievraag aanwezig, zoals het toepassen van hot-fill apparatuur of andere innovatieve toepassingen die besparing van energiegebruik van ruimteverwarming, warm tapwater en huishoudelijk energiegebruik combineren.

- Verdere optimalisatie van het ontwerp (bouwkundig en stedenbouwkundig) op basis van energie-efficiënte principes zoals:
 - zonering: functies met een hoge warmtevraag situeren op het zuiden;
 - compartimentering: in aparte klimaatzones of het thermisch scheiden van functies met andere klimaatomstandigheden;
 - optimaal inspelen op zonne-energie, zowel passief als actief, zonder dat dit ten koste gaat van oververhitting;
 - optimaliseren van de relatie tussen compact bouwen, daglichttoetreding, uitzicht en ventilatie in relatie tot binnenklimaat.
- Het vervullen van alle drie de ambities (vraag, opwekking duurzame energie) vergroot de subsidiemogelijkheden.
- Door de toepassing van een collectieve centrale energievoorziening zijn in de toekomst eventuele verbeterde concepten eenvoudiger te realiseren.

Knelpunten

- De bestaande gebouwen zijn niet aangepast aan de toepassing van een collectief koelsysteem. Deze aanpassing dient geleidelijk plaats te vinden bij vervanging van de koelinstallaties in de afzonderlijke gebouwen. Hiertoe is echter wel de medewerking van de eigenaren van deze gebouwen vereist.
- Een verdergaande beperking van de energievraag zet de rentabiliteit van de opwekking onder druk, waardoor invulling geven aan alle drie de ambities steeds moeilijker wordt.
- In de studie is uitgegaan van een rente van 6,1 %, hetgeen in de huidige situatie haalbaar is. Er is echter geen garantie dat dit de komende tien jaar ook zo blijft.
- Door het vrijkomen van de energiemarkt voor individuele afnemers kunnen de energieprijzen onder druk komen te staan waardoor de rentabiliteit afneemt.
- Het beperken van de energievraag voor ruimteverwarming (compact bouwen) is soms in contradictie met beperken van de energievraag voor elektriciteit (verlichting). Bij de situering van functies dient hiermee rekening te worden gehouden.
- Bij het toepassen van PV op de daken van de winkelgalerij en in de gevels, dient rekening te worden gehouden met verminderde opbrengst ten gevolge van belemmeringen (door hoge omringende bebouwing).
- Bij het terugdringen van de energievraag voor verwarming worden maatregelen toegepast, die op gespannen voet kunnen staan met het binnenmilieu (oververhitting, daglicht, uitzicht).
- De energievraag wordt beperkt, waardoor de afzetmogelijkheden voor energie afnemen. Hierdoor komt de rentabiliteit van de infrastructuur onder druk te staan. In deze studie is er vanuit gegaan dat de energievraag voor de bestaande gebouwen gelijk blijft. Wanneer deze echter wordt verlaagd nemen de afzetmogelijkheden voor energie, en daarmee de rentabiliteit voor de infrastructuur, nog verder af. De Remu is zich intern aan het beraden over de consequenties voor de aansluitarieven.

11. KOPPELEN OF SCHEIDEN

Gezien de voorgestelde integrale benadering bij de opzet van de energiesystemen kan sprake zijn van een zekere mate van belangentegenstelling bij de betrokken partijen.

In dit hoofdstuk zijn een tweetal scenario's gedefinieerd die elk bekeken worden waar het beste gekoppeld of gescheiden kan worden oftewel waar het beste de eigendomsgrenzen gelegd kunnen worden. Gezien de geconstateerde haalbaarheid in hoofdstuk 7 is dit alleen gedaan voor de opwekkingsvariant WKO met de gebouwgebonden maatregelen.

De twee scenario's zijn :

1. Het scenario om energiebesparing zo veel mogelijk te stimuleren;
2. Het scenario met de beste economische win-win perspectieven.

Om te kunnen bepalen waar het beste gekoppeld of gescheiden kan worden, zijn eerst de betrokken partijen vastgesteld.

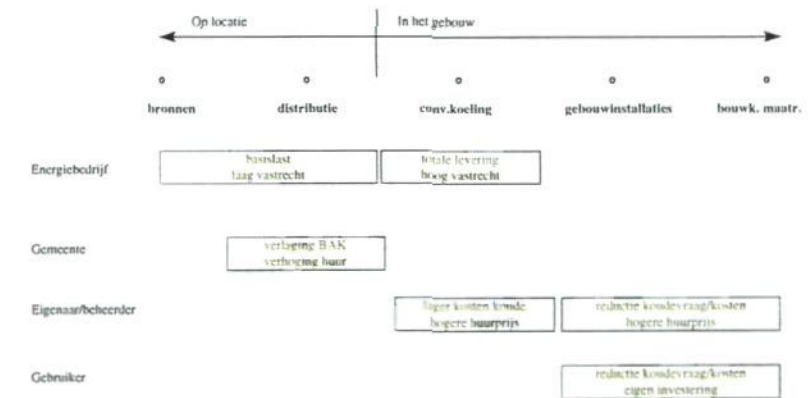
In grote lijnen zijn de onderstaande betrokken partijen:

1. Energiebedrijf;
2. Gemeente;
3. Eigenaar/beheerder gebouwen;
4. Gebruiker gebouwen.

De direct betrokken partijen per hoofdonderdeel van de energievoorziening zijn hiernaast aangegeven. Door de direct betrokken partijen per hoofdonderdeel afwisselend als eigenaar van het betreffende hoofdonderdeel aan te wijzen kunnen hiervan de consequenties voor kosten van de (eind)gebruiker in beeld gebracht worden. Dit is in onderstaand figuur uitgebeeld.

De hoofdonderdelen zijn bovenaan in de figuur horizontaal uitgebeeld en de betrokken partijen zijn links verticaal aangegeven. Met een balk is voor iedere partij zijn betrokkenheid per hoofdonderdeel aangegeven en in de balk zijn de kostenconsequenties aangegeven. Uitgegaan wordt van een standaard tarief opbouw te weten :

- Variabele kosten (energie-inkoop + onderhoud) => GJ-tarief
- Vaste kosten (vermeden investeringen) => vastrecht
- Bijdrage aansluitkosten (eenmalige bijdrage distributiekosten) => BAK



figuur 11.1 : Consequenties eigendomsgrenzen

Een korte toelichting over de aangegeven consequenties is hieronder aangegeven. Geredeneerd is dat bij basislast levering van koude door het energiebedrijf er beperktere vermeden investeringen zijn dan bij totale levering van koude, dientengevolge zal het vastrecht lager zijn.

Alle investeringen die het energiebedrijf niet hoeft te doen en dus door anderen gemaakt worden, zullen uiteindelijk vertaald worden in een hogere huurprijs voor de (eind)gebruiker. Dit gaat alleen niet op als de gebruiker betaalt.

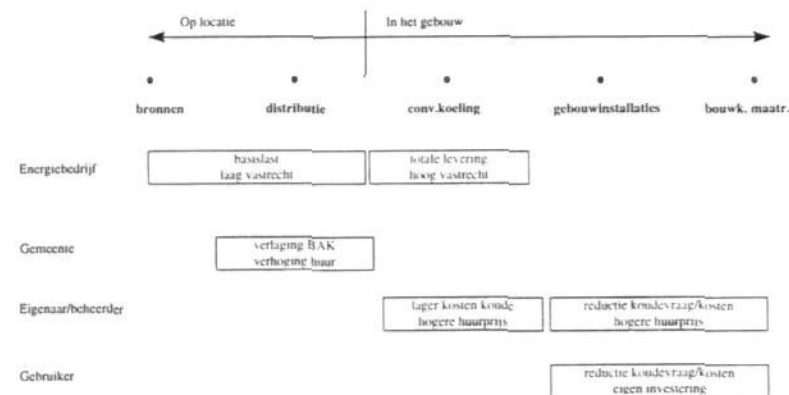
Bijvoorbeeld als de distributie geïnvesteerd wordt door de Gemeente en dit via een hogere grondprijs verrekend wordt aan de eigenaar hoeft het energiebedrijf hiervoor geen BAK te vragen, echter, de huurprijs voor de gebruiker zal stijgen.

Scenario 1

Om energiebesparing zoveel mogelijk te stimuleren dient ervoor gezorgd te worden dat degene die de kosten maakt voor energiebesparende maatregelen, ook direct de baten ervan heeft. Hierdoor wordt een maximale prikkel gegenereerd om de baten (= reductie energieverbruik) zo groot mogelijk te laten worden. Dit komt erop neer dat alles zoveel mogelijk in één hand gehouden moet worden.

De verdeling van de eigendomsgrenzen is in figuur 11.2 aangegeven. Hierbij zal een goede balans gezocht moeten worden tussen het deel dat de eigenaar van het gebouw en het deel dat de gebruiker betaalt.

Knelpunt is dat er mogelijk een hoge drempel gelegd wordt bij de gebruiker (behoorlijk hoge eigen bijdrage, te weten BAK + investering gebouwgebonden maatregelen).



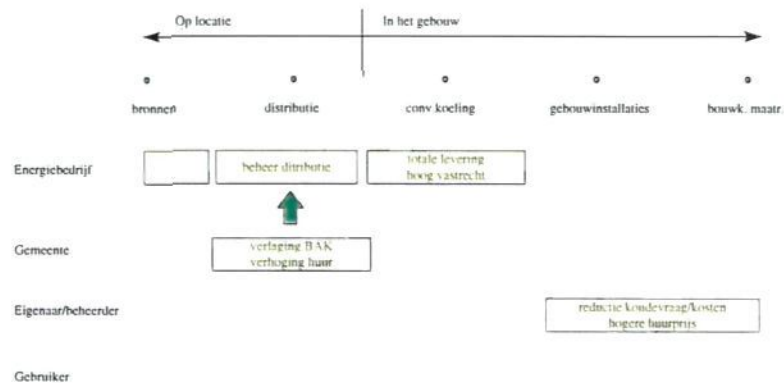
figuur 11.2 : Eigendomsgrenzen scenario 1

Scenario 2

Om een economische win-win optie te creëren dient ervoor gezorgd te worden dat de omzet gegarandeerd wordt. De drempel voor de gebruiker dient dan laag gehouden te worden. Deze drempel kan laag gehouden worden door (in volgorde van prioriteit):

1. Beperking eigen investeringen;
2. Beperking vaste lasten (vastrecht, huur).

Dit geeft onderstaand plaatje.



figuur 11.3 : Eigendomsgrenzen scenario 2

Bevindingen

De verschillen tussen de twee scenario's zijn niet zo groot en er zijn kansen om de scenario's te combineren.

Kansen kunnen gezocht worden door bijvoorbeeld :

- De standaard tarief opbouw te herzien en een groter deel als variabele kosten in rekening te brengen. Dit geeft echter een verhoogd risico voor de investeerder, het energiebedrijf;
- De eigen bijdrage van de gebruiker kan in de vorm van een optiepakket gepresenteerd worden, wat goed mogelijk is met de gebouwgebonden maatregelen. Dit dient echter wel binnen de huurtermijn terugverdiend te worden.

Knelpunt is dat de eigenaar (belegger) bij beide scenario's de meest risico dragende partij is en eventuele risico's alleen maar naar de gebruiker kan schuiven als er langdurige huurcontracten zijn.

12. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

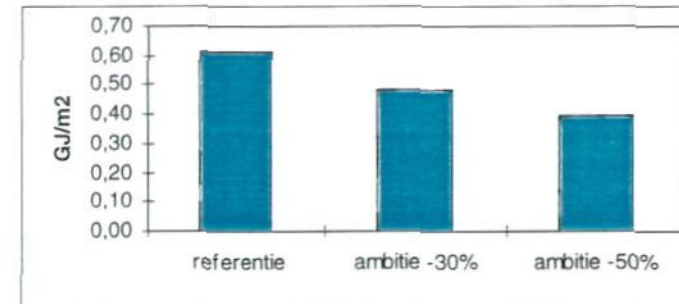
Conclusies

De vraagstelling van de Gemeente Nieuwegein is hieronder beantwoord betreffende de technische als wel de economische haalbaarheid ervan.

Beperking van de energievraag is de beste optie uit oogpunt van zowel de te bereiken besparingen als van de economische haalbaarheid. De ambities opwekking en inzet van duurzame energie kunnen worden gerealiseerd door toepassing van WKO of WKO + AWP, echter de TVT hiervan zijn lang te noemen.

Technische haalbaarheid

1. Beperking energievraag (energiezuinigheid van de gebouwen)
De gestelde ambitieniveaus voor beperking van de energievraag zijn, onder de gestelde randvoorwaarden (opwekking niet meegenomen) op het cluster voor woningen na, allemaal haalbaar. Voor het cluster woningen is het hoogste ambitieniveau van vraag - 50 % t.o.v. het EPC niveau van 2000 niet haalbaar.
Het energiegebruik in GJ/m^2 neemt af van ca. $0,60 GJ/m^2$ in de referentiesituatie naar ca. $0,40 GJ/m^2$ bij ambitieniveau vraag - 50 %, zoals aangegeven in onderstaande figuur. Dit is inclusief bestaande bouw. Op dit moment wordt landelijk bij gesubsidieerde projecten gestreefd naar een energiegebruik van kleiner dan $0,5 GJ/m^2$ voor de nieuwbouw.



figuur 12.1 : Aantal GJ/m^2 bij verschillende ambitieniveaus

2. Efficiënte energieopwekking

De gevraagde efficiency verbetering van 10 % t.o.v. de referentie opwekking is haalbaar door het toepassen van warmte- en koudeopslag of van warmte- en koudeopslag in combinatie met absorptiewarmtepompen.

Een efficiencyverbetering van 20 % ten opzichte van de referentieopwekking is niet haalbaar. Dit wordt veroorzaakt door de zeer hoge efficiency van de referentieopwekking. Een verbetering van meer dan 10 % is wel bereikbaar door inzet van zonnecellen (PV) en wind. Hoeveel de efficiency dan verbeterd is afhankelijk van het ontwerp (zowel stedenbouwkundig als van het gebouw).

De bereikte besparingen in primair energieverbruik van de diverse varianten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Besparingen varianten	referentie		vraag - 30 %		vraag - 50 %	
	verbruik [m3 aeq*1.000]	besparing [%]	verbruik [m3 aeq*1.000]	besparing [%]	verbruik [m3 aeq*1.000]	besparing [%]
referentie	6.437	0 %	5.304	18 %	4.162	35 %
warmte- en koude-opslag	5.757	11 %	4.884	24 %	3.868	40 %
absorptie warmte-pomp i.c.m. bodem-opslag	5.757	11 %	4.821	25 %	3.754	42 %

figuur 12.2 : Primair energieverbruik en besparing diverse varianten

De maximaal bereikte besparing bij deze varianten is 42 % ten opzichte van de referentie. Hiermee wordt een reductie in CO₂ emissie gerealiseerd van 4.700 ton.

3. Inzet duurzame energie

Met de inzet van de gekozen varianten warmte- en koudeopslag en warmte- en koudeopslag in combinatie met absorptiewarmtepompen is automatisch invulling gegeven aan de ambitieniveaus voor inzet van duurzame energie. In de onderstaande tabel zijn voor beide varianten de percentages duurzame energie weergegeven. Hieruit blijkt dat niet altijd aan het hoogste ambitieniveau invulling gegeven wordt.

Duurzame energie	referentie		vraag - 30 %		vraag - 50 %	
	vraag [GJ]	duurzaam [%]	vraag [GJ]	duurzaam [%]	vraag [GJ]	duurzaam [%]
referentie		0 %		0 %		0 %
WKO	242.657	22 %	186.958	17 %	158.380	14 %
AWP+WKO		22 %		23 %		22 %

figuur 12.3 : Percentage duurzame energie

Economische haalbaarheid

1. Beperking energievraag

De terugverdientijden voor ambitieniveaus vraag - 30 % en - 50 % zijn in relatie met de bereikte energiebesparing in onderstaande tabel aangegeven.

	Meerinvestering	Reductie -kosten	TVT	Energie-besparing
vraag - 30 %	kfl. 10.250	kfl. 1488	7 jaar	18 %
vraag - 50 %	kfl. 12.750	kfl. 2585	5 jaar	35 %

figuur 12.4 : Terugverdientijden gebouwgebonden maatregelen

Hieruit blijkt dat het ambitieniveau vraag - 50 % de beste optie is, hiermee wordt de grootste besparing met de kortste terugverdientijd gerealiseerd. Tevens heeft deze variant lagere exploitatiekosten dan de referentie.

2. Efficiënte opwekking

De terugverdientijden van de beste opwekkingsvarianten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

	Meer- investering [fl.*1000]	Energie- besparing	TVT
WKO, EP -50 %	8.561	5 %	12 jaar
WKO + AWP, EP -50 %	11.587	7 %	14 jaar

figuur 12.5: Terugverdientijden opwekkingsvarianten

De kostprijs voor koude schommelt bij de variant warmte- en koudeopslag rond de kostprijs voor koude bij conventionele koudeopwekking (kostprijs ca. fl. 40,-/GJ). De kostprijs bij de variant warmte- en koudeopslag in combinatie met absorptiewarmtepompen is in alle gevallen ongeveer fl. 10,- duurder dan de referentie.

Hieruit wordt geconcludeerd dat de haalbaarheid van beide opwekkingsvarianten kritisch is (lange terugverdientijden en een kostprijs die in de meeste gevallen hoger is dan de referentie). De variant WKO is de beste variant van de twee.

De haalbaarheid van beide systeemvarianten staat zwaar onder druk door de benodigde investering voor de koude distributie.

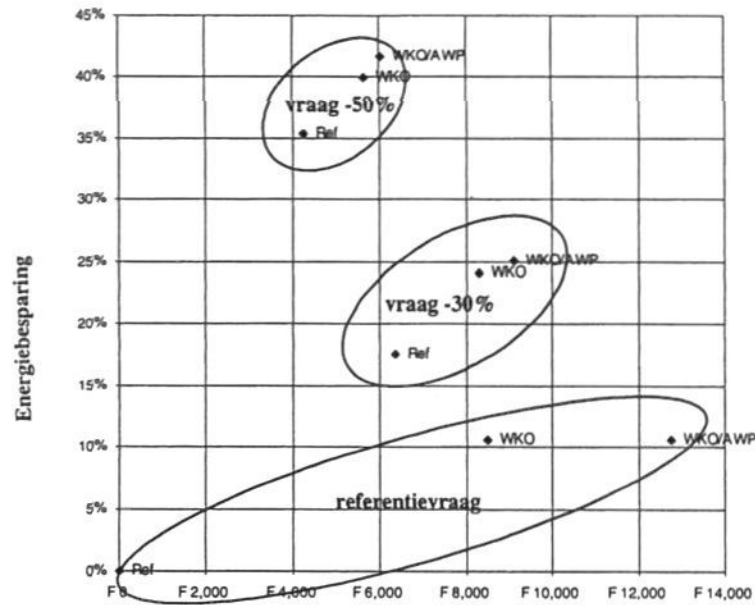
Gezocht zou moeten worden naar een manier hoe deze infrastructurele kosten beperkt kunnen worden.

3. Inzet duurzame energie

Omdat de gekozen varianten bij de efficiënte opwekking automatisch invulling geven aan de inzet van duurzame energie, is de economische haalbaarheid reeds bij de evaluatie van de efficiënte opwekking verwoord.

4. Integrale haalbaarheid van de gevraagde ambities

De beoordeling van welke variant het beste economische besparingsmiddel is bepaald door de meerinvesteringen per bespaarde ton CO₂ te vergelijken, zie figuur 12.6.



figuur 12.6 : Meerinvesteringen per bespaarde ton CO₂

Hieruit volgt dat integraal bekeken de energievraag het best beperkt kan worden en wel op ambitieniveau vraag - 50 %. Dit geeft een grote besparing met de laagste meerinvesteringen per ton bespaarde CO₂ (fl.4.214/ton CO₂). Daarnaast zijn ook de exploitatiekosten lager dan de referentiesituatie.

Vervolgtraject

De implementatie van het energieconcept voor de Binnenstad in al zijn facetten zal door een werkgroep energiestrategie moeten worden verzorgd en begeleid om zo alle kansen en risico's optimaal te kunnen afwegen en de implementatie te bewaken. In dit verband is de vorming van een zogenaamd "inframedion", als organisatie en beheersinstantie voor energielevering en de energie-infrastructuur in al zijn facetten aan te bevelen.

Wanneer de energiestrategie bepaald is, dient hiermee tijdig rekening gehouden te worden bij het stedenbouwkundig ontwerp (energetische ideeën integreren met verdere planontwikkeling). Communicatie tussen de betrokken partijen is hierbij zeer belangrijk. Gestart zou kunnen worden met het organiseren van workshops aan de betrokken partijen, zoals projectontwikkelaars, ontwerpers en energiebedrijven, het aanstellen van een energiecoördinator die ervoor zorgt dat de vastgelegde energiestrategie geïmplementeerd wordt in de ontwerpen.

Daarnaast zal de gekozen energiestrategie vertaald moeten worden in instructies voor:

- de beleggers;
- de ontwerpers/architecten;
- de energiebedrijven.

waarbij kansen voor verdere optimalisatie van het stedenbouwkundig en bouwkundig ontwerp kunnen worden aangegeven.

In overleg met de diverse betrokken partijen kan vervolgens een pilotproject worden gedefinieerd waarin wordt getracht aan de in dit rapport genoemde maatregelen een invulling te geven. Door het project integraal aan te pakken kan rekening worden gehouden met, en invulling gegeven worden aan, de specifieke functies in dit project. Daarnaast moet het project bouwkundig worden geoptimaliseerd.

Voorafgaand aan de uitvoering van dit pilotproject wordt aanbevolen diverse vervolgonderzoeken uit te voeren zoals:

- subsidiemogelijkheden: welke subsidies zijn beschikbaar, wat zijn de bijbehorende criteria. DHV en subsidieadviseur Evers & Manders schatten in dat de kansen op subsidie groot zijn voor een pilotproject;
- bepalen haalbaarheid van toepassen van WKO;
- onderzoek naar duurzame energie potentieel inclusief bezonningsonderzoek en windonderzoek in combinatie met comfort van de openbare ruimte i.v.m. onder andere windhinder;
- energiebesparingsmogelijkheden in de bestaande bouw; Dit kan bijvoorbeeld met behulp van Energie Prestatie Adviezen (EPA) voor de bestaande woningen en met behulp van Energiebesparings-Potentieel Scans (EPS) voor de bestaande utiliteitsgebouwen.
- energiebesparingsmogelijkheden bij overig energiegebruik, zoals computers en huishoudelijke apparaten.

DHV AIB BV

Vervolgens kan op basis van deze meer gedetailleerde informatie de eerste pilot worden uitgevoerd.

Met de ervaringen van de eerste pilot en de resultaten die bij de bestaande bouw kunnen worden bereikt kan het proces voor de rest van de binnenstad worden vormgegeven. Hierbij dient rekening te worden gehouden met eventuele innovatieve technieken die tegen die tijd rendabel en uitvoerbaar zijn geworden.

13. SYMBOLEN- EN AFKORTINGENLIJST

aeq.	Aardgasequivalent
AKW	Absorptiekoelmachine
AWP	Absorptiewarmtepomp
BAK	Bijdrage aansluitkosten
BSE MEA	Besluit subsidies energiebesparing.
COP	Coëfficiënt of Performance
EIA	Energie investeringsaftrek
E-net	Elektriciteitsnet
EPA	Energie Prestatie Advies
EPC	Energie Prestatie Coëfficiënt
EPN	Energie Prestatie Normering
EP	Energie Prestatie
EPS	Energie besparingspotentieel scan
EWP	Elektrische warmtepomp
GJ	Giga Joule (is 31,6 m ³ aardgasequivalent)
kWh	kilo wattuur
NMDAP	Niet Meer Dan Anders Principe
PV	Photovoltaïsche cellen
PvE	Programma van Eisen
STEG	Stoom en Gas turbine
TVT	Terugverdiëntijd
WKK	Warmtekrachtkoppeling
WKO	Warmte-koude-opslag

14. COLOFON

Opdrachtgever	: Gemeente Nieuwegein
Project	: Energiestudie Binnenstad Nieuwegein
Dossier	: P1404 01 001
Omvang rapport	: 50 pagina's
Auteur	: L. Looijen, R. Clocquet, L. Blokker
Bijdrage	: P. Blesgraaf
Projectleider	: L. Blokker
Datum	: 25 januari 2000
Naam/Paraaf	:
