



Energie neutraal in 2050

Inzicht in de opgave



CE Delft

Committed to the Environment



Energie neutraal in 2050

Inzicht in de opgave

Dit rapport is geschreven door:
Lonneke Wielders
Thijs Scholten

Delft, CE Delft, april 2017

Opdrachtgever: Gemeente Delft

Publicatienummer: 17.3K97.54

Gemeenten / Energievoorziening / Beleid / Maatregelen / Kosten / Rendement / Energiebesparing
/ Hernieuwbare energie / Effecten
Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Lonneke Wielders (CE Delft).

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft **Committed to the Environment**

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	5
1.1	Inleiding	5
1.2	Doel en onderzoeksvragen	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Omzetten doelstellingen	7
2.1	Van CO ₂ -reductiedoelstelling ten opzichte van 1990 naar 2014	7
2.2	Van CO ₂ -reductiedoelstelling naar energieneutraaldoelstelling	8
3	Prognose energiebesparing en hernieuwbare energie	11
4	Effecten maatregelen uitvoeringsprogramma 2017-2020	13
4.1	De maatregelen uit het uitvoeringsprogramma	13
4.2	De effecten van het uitvoeringsprogramma 2017-2020	15
4.3	Opgave richting 2050	16
5	Conclusie	18
Bijlage A	Toelichting op bepaling effecten van maatregelen	21



Samenvatting

De gemeente Delft wil in 2050 energieneutraal zijn. Daarnaast zijn er doelstellingen geformuleerd om in 2030 onder andere 50% minder CO₂ uit te stoten ten opzichte van de CO₂-uitstoot in 1990. In een energieneutrale gemeente wordt in de energievraag volledig voorzien door hernieuwbare bronnen. Het impliceert niet dat alle energie op het grondgebied van Delft opgewekt wordt. Elektriciteitsopwekking elders op basis van hernieuwbare grondstoffen (een windmolen op zee), bijvoorbeeld, past ook binnen deze definitie.

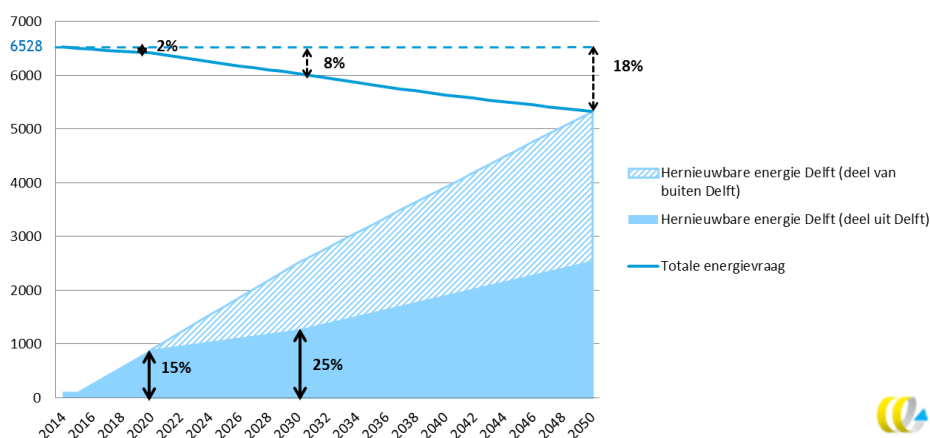
Om energieneutraliteit te kunnen bereiken zal enerzijds ingezet moeten worden op energiebesparing, en anderzijds op het vergroten van het aandeel van hernieuwbare energie. De gemeente Delft wil graag inzicht in de opgave van deze ambitie, ook ten opzichte van de emissiereductiedoelstellingen ten opzichte van 1990. Om de gemeente dit inzicht te geven hebben we in deze studie de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

1. Wat is de opgave om tot energieneutraliteit in 2050 te komen?
2. Hoe kunnen de CO₂-reductiedoelstellingen ten opzichte van 1990 omgezet worden naar tussendoelen op de route naar energieneutraliteit in 2050?
3. Wat is de impact van enkele mijlpalen en de maatregelen uit het nieuwe uitvoeringsprogramma?

Wat is de opgave om tot energieneutraliteit in 2050 te komen?

Als we op basis van de prognoses van de Nationale Energieverkenning (NEV) de energievraag in Delft richting 2050 inschatten, lijkt een energiereductie van respectievelijk 2, 8 en 18% in 2020, 2030 en 2050 ten opzichte van 2014 realistisch, zie de totale energievraag uit Figuur 1. De resterende energievraag moet vervolgens ingevuld worden met hernieuwbare energie. Deze opgave is fors, en de doelen van de gemeente voor het percentage hernieuwbare energie tot 2030 zijn ook in de figuur weergegeven (15% hernieuwbaar in 2020 en 25% in 2030). Richting 2050 gaan we ervanuit dat 50% van de energievraag binnen de gemeentegrenzen wordt opgewekt met hernieuwbare energie. De benodigde hernieuwbare energie wordt vanaf 2020 aangevuld met hernieuwbare energie van buiten de gemeente. Deze keuze is gemaakt omdat de opgave om 50% hernieuwbare energie in 2050 binnen de gemeentegrenzen van Delft op te wekken al een behoorlijke impact blijkt te hebben.

Figuur 1 Prognose totale energievraag in Delft, besparing o.b.v. de NEV referentieraming (TJ)



Hoe kunnen de CO₂-reductiedoelstellingen ten opzichte van 1990 omgezet worden naar tussendoelen op de route naar energieneutraliteit in 2050?

Uit de berekeningen blijkt dat de emissiereductiedoelstelling van 50% CO₂-reductie in 2030 ten opzichte van 1990 gelijk staat aan 43% CO₂-reductie in 2030 ten opzichte van 2014. Dit betekent ook dat er in 2030 43% minder fossiele energie gebruikt mag worden in Delft. Hetzij door energiebesparing, hetzij gerealiseerd door hernieuwbare energieproductie.

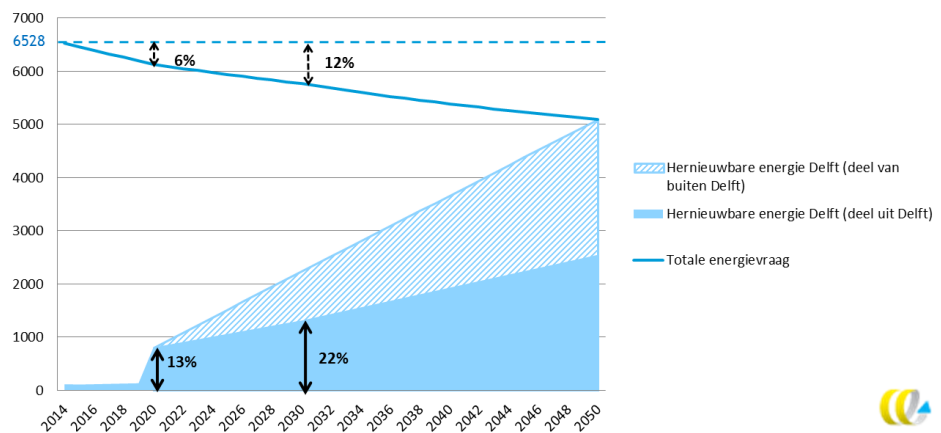
Wat is de impact van enkele mijlpalen en de maatregelen uit het nieuwe uitvoeringsprogramma?

Van de maatregelen uit het uitvoeringsprogramma is ingeschat wat de bijdrage is aan energiebesparing en aan de opwekking van hernieuwbare energie.

De energiebesparing uit het uitvoeringsprogramma is voor 2020 naar verwachting bijna 400 TJ en de opwekking van hernieuwbare energie is bijna 700 TJ (welke oploopt naar bijna 1.200 TJ in 2030). Hierdoor ligt de verwachte energiebesparing die in Delft gehaald wordt hoger dan de eerder gepresenteerde cijfers op basis van de prognose van de NEV. Te weten:

- 6% energiebesparing in 2020 ten opzichte van de energievraag in 2014;
- 12% energiebesparing in 2030 ten opzichte van de energievraag in 2014.

Figuur 2 Energievraag en hernieuwbare energie o.b.v. het uitvoeringsprogramma (TJ)



De realisatie van hernieuwbare energie die volgt uit het uitvoeringsprogramma ligt op respectievelijk 13 en 22% van de energievraag voor 2020 en 2030.

Dit ligt dicht bij de doelstellingen van de gemeente, 15 en 25% in 2020 en 2030. Door de aanname dat er in 2050 50% van de hernieuwbare energie in Delft wordt opgewekt en dat 50% van buiten Delft komt moet er tussen 2030 en 2050 nog 1.250 TJ aan hernieuwbare energie opgewekt worden in Delft. Ter illustratie: dit staat gelijk aan 80 windmolens of 365 ha zonnepanelen.

Op basis van de omzetting van de doelstelling en de prognoses van de NEV lijken de volgende tussendoelen voor 2030 op de route naar energieneutraliteit in 2050 geschikt:

- in 2030 45% reductie van de CO₂-uitstoot t.o.v. de CO₂-uitstoot in 2014;
- in 2030 15% energiebesparing ten opzichte van de energievraag in 2014;
- in 2030 25% van het energiegebruik komt uit hernieuwbare bronnen.

Het oorspronkelijke tussendoel van 50% minder energiegebruik in 2030 blijkt, met de kennis van nu, niet haalbaar.

1 Inleiding

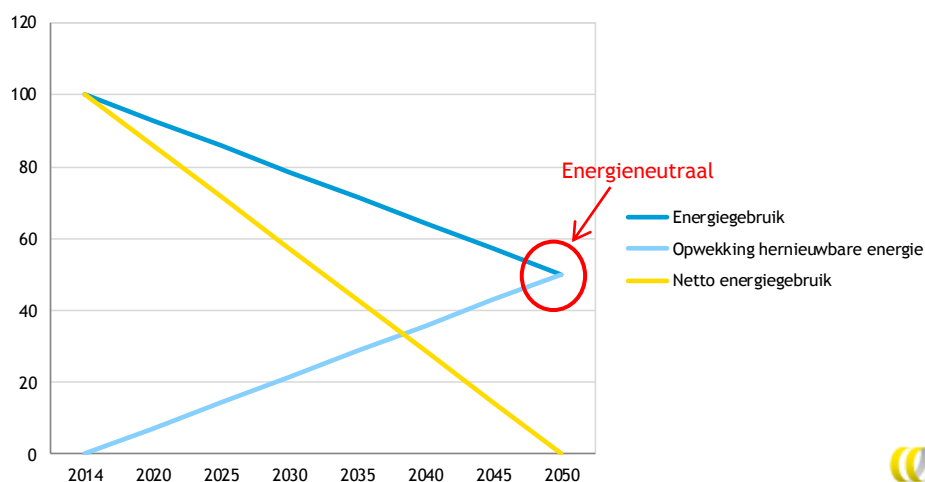
1.1 Inleiding

De gemeente Delft wil in 2050 energieneutraal zijn. En daarnaast zijn er doelstellingen geformuleerd om in 2030 onder andere 50% minder CO₂ uit te stoten ten opzichte van de CO₂-uitstoot in 1990. In een energieneutrale gemeente wordt in de energievraag volledig voorzien door hernieuwbare bronnen, zoals zonne-energie, windenergie of bodemwarmte.

Een energieneutrale gemeente pakt de problematiek bij de basis aan door de energievoorziening anders in te richten en legt de focus niet op de pure emissie van broeikasgassen. Opslag van CO₂ in nieuwe bossen of in de ondergrond is bij energieneutraliteit bijvoorbeeld geen optie. Energieneutraliteit gaat dus nog een stap verder dan CO₂-neutraliteit. Het impliceert overigens niet dat alle energie op het grondgebied van Delft opgewekt wordt. Bijvoorbeeld, elektriciteitsopwekking elders op basis van hernieuwbare grondstoffen (bijvoorbeeld een windmolen op zee) past binnen deze definitie.

Energieneutraal betekent dus dat de gemeente op jaarbasis net zo veel hernieuwbare energie opwekt als dat het zelf nodig heeft, het energiegebruik minus de opwekking van hernieuwbare is nul¹. Het energiegebruik minus de opwekking van hernieuwbare energie wordt *netto* energiegebruik genoemd. Dit is geïllustreerd in Figuur 3.

Figuur 3 Indicatief pad naar energieneutraal



Om energieneutraliteit te kunnen bereiken zal enerzijds ingezet moeten worden op energiebesparing, en anderzijds op het vergroten van het aandeel van hernieuwbare energie. Al het energiegebruik dat niet door besparing verlaagd kan worden moet immers opgewekt worden door middel van hernieuwbare energie.

¹ Hierbij wordt op jaarbasis gekeken. Op uur-, dag- of weekbasis kan uitwisseling met de 'buitenwereld' mogelijk zijn om overschotten en tekorten op te vangen.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

De gemeente Delft wil graag inzicht in de opgave van deze ambitie en wil onder andere graag weten hoeveel energie in 2050 duurzaam moet worden opgewekt. Om de gemeente dit inzicht te geven beantwoorden we de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is de opgave om tot energieneutraliteit in 2050 te komen?
2. Hoe kunnen de CO₂-reductiedoelstellingen ten opzichte van 1990 omgezet worden naar tussendoelen op de route naar energieneutraliteit in 2050?
3. Wat is de impact van enkele mijlpalen en de maatregelen uit het nieuwe uitvoeringsprogramma?

1.3 Leeswijzer

In het tweede hoofdstuk geven we de omvang van de opgave weer en presenteren we de vertaling van de CO₂-reductiedoelstellingen naar de 'nieuwe (tussen)doelen' op de weg naar energieneutraliteit in 2050. In het derde hoofdstuk geven we inzicht in de prognose van het energiegebruik in Delft op basis van de landelijke trends. In het vierde hoofdstuk gaan we in op de besparingseffecten en de effecten op het aandeel van de hernieuwbare energievoorziening van de maatregelen in het uitvoeringsprogramma 2017-2020. Daarna brengen we alles samen in de laatste paragraaf waarbij we de totale resterende opgave op de weg naar energieneutraliteit presenteren. Tot slot presenteren we in hoofdstuk vijf de conclusies ten aanzien van de onderzoeksvragen.



2 Omzetten doelstellingen

De gemeente heeft in 2013 de volgende doelstellingen vastgesteld:

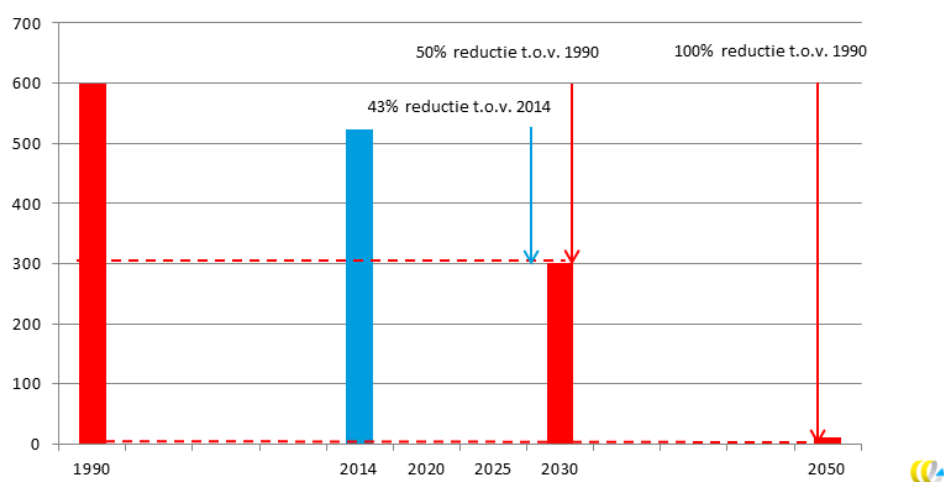
- in 2020 35% CO₂-emissiereductie ten opzichte van de CO₂-uitstoot in 1990;
- in 2020 15% van het energiegebruik komt uit hernieuwbare bronnen;
- in 2020 35% minder energieverbruik dan in 1990;
- in 2030 50% CO₂-emissiereductie ten opzichte van de CO₂-uitstoot in 1990;
- in 2030 25% van het energiegebruik komt uit hernieuwbare bronnen;
- in 2030 50% minder energiegebruik dan in 1990;
- in 2050 ambitie van 100% reductie van de CO₂-uitstoot t.o.v. de CO₂-uitstoot in 1990.

In dit hoofdstuk bepalen we hoe de tussendoelstellingen voor emissiereductie voor 2030 geherformuleerd kunnen worden, zodat er in de toekomst uitgegaan kan worden van de huidige stand van zaken (en niet meer van de oude cijfers uit 1990) en zodat de gemeente inzicht krijgt in de opgave die er ligt voor de inzet van hernieuwbare energie (zie Paragraaf 1.2).

2.1 Van CO₂-reductiedoelstelling ten opzichte van 1990 naar 2014

In Figuur 4 staat de CO₂-reductiedoelstelling weergegeven. De CO₂-uitstoot in 1990 is geraamd op 600 kton CO₂ (Gemeente Delft, 2009). De reductiedoelstelling van 50% in 2030 ten opzichte van 1990 houdt dus in dat de absolute CO₂-uitstoot dan 300 kton CO₂ mag zijn. Uit de recente monitor op basis van cijfers van de klimaatmonitor² blijkt dat de CO₂-uitstoot in 2014 gedaald is naar 524 kton CO₂. De emissiereductie die ten opzichte van de uitstoot in 2014 gerealiseerd moet zijn in 2030 is dus 43%.

Figuur 4 CO₂-reductiedoelstelling ten opzichte van 1990 (kton CO₂)



² Voorheen was de monitoring gebaseerd op data uit EnergiënBeeld, maar omdat de gemeente voor de toekomstige monitoring over wil stappen op de Klimaatmonitor zijn we hier ook al uitgegaan van de meest recente complete dataset uit de Klimaatmonitor.

We stellen voor om voortaan voor de emissiereductiedoelstelling uit te gaan van 43% emissiereductie ten opzichte van 2014. Dit heeft er mee te maken dat de precieze onderbouwing van de 600 kton uit 1990 ontbreekt, de meetdata voor 1990 zijn immers niet voorhanden. Het is om die reden ook niet mogelijk om de CO₂-uitstoot in 1990 met voldoende zekerheid vast te stellen. Vanaf recentere jaren zijn wel goede meet- en monitoringsdata beschikbaar, waardoor het te verantwoorden is om over te stappen naar doelen ten opzichte van 2014.

2.2 Van CO₂-reductiedoelstelling naar energieneutraaldoelstelling

Om te bepalen hoe de CO₂-reductiedoelstelling zich verhoudt tot de doelstelling gericht op energieneutraliteit beschrijven we eerst wat de relatie tussen het energiegebruik en de CO₂-uitstoot is. De CO₂-emissie van de gemeente wordt bepaald door de hoeveelheid gebruikte energie te vermenigvuldigen met de CO₂-emissiefactoren. De CO₂-factoren zoals deze gebruikt zijn in 2014 zijn in Tabel 1 weergegeven.

Tabel 1 Emissiefactoren uit 2014

Emissiefactor aardgas (kg/m ³)	1,782
Emissiefactor elektriciteit (kg/kWh)	0,500
Emissiefactor LPG (in kg/liter)	1,59
Emissiefactor benzine (in kg/liter)	2,29
Emissiefactor diesel (in kg/liter)	2,55

Om CO₂-reductie te realiseren zijn er grofweg drie parameters:

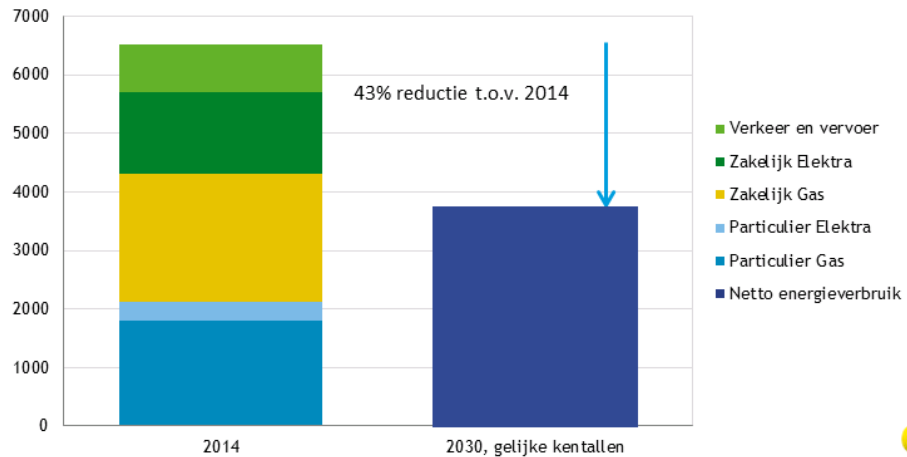
- minder energieverbruik door energiebesparing;
- opwekking van hernieuwbare energie;
- de CO₂-emissie per eenheid energie (de emissiefactor) die verbruikt wordt, wordt lager.

Voor de berekening gaan we ervanuit dat de emissiefactoren zoals gebruikt in 2014 gelijk blijven en dat er geen verschuiving plaatsvindt van de ene energiedrager naar de andere³. Dit betekent dus dat het netto energiegebruik (het energieverbruik minus de opgewekte hernieuwbare energie) van de gemeente Delft in 2030 ook met 43% afgenomen moet zijn om een CO₂-reductie van 43% (ten opzichte van 2014) te kunnen halen. In Figuur 5 is dit weergegeven. Het *netto* energiegebruik daalt dan van 6.525 TJ in 2014 naar 3.740 TJ in 2030.

³ De emissiekentallen richting 2030 veranderen door nationaal en Europees beleid. Dit is niet meegenomen in de berekeningen omdat dat de bepaling onnodig complex zou maken.

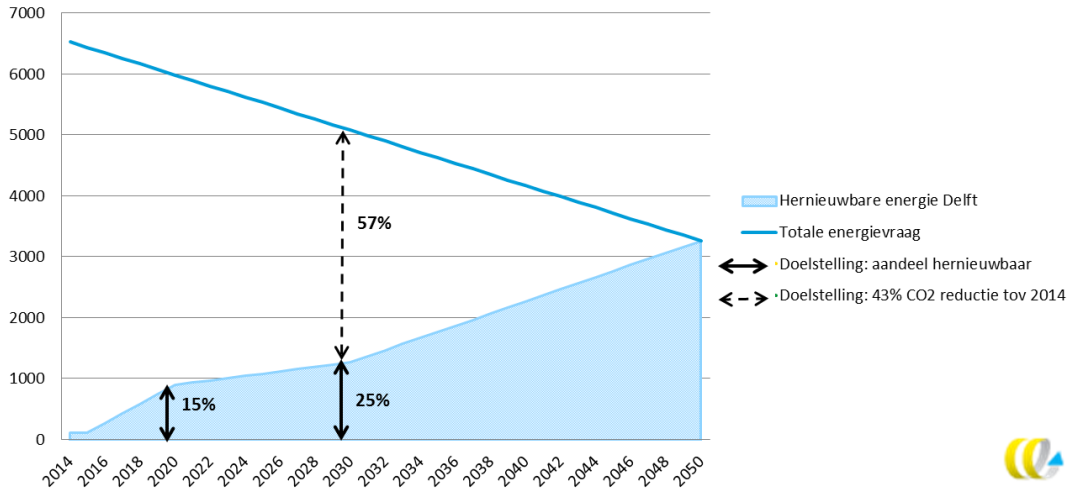


Figuur 5 Netto energiegebruik in 2030 t.o.v. 2014 bij gelijkblijvende emissiekentallen (TJ)



De 43% reductie van het *netto* energiegebruik kan dus behaald worden door energiebesparing, door de productie van hernieuwbare energie, of door een combinatie van beide (wat het meest voor de hand ligt). Het *netto* energiegebruik dat dan nog mag resteren in 2030 om de 43% reductie te behalen ten opzichte van 2014, is 57% van het fossiele energiegebruik van 2014. In Figuur 6 is weergegeven hoe het energiegebruik, de opwekking van hernieuwbare energie zich in 2030 moeten verhouden om te kunnen voldoen aan de geformuleerde doelen voor 2030⁴. Ter indicatie is ook de doelstelling voor hernieuwbare energie voor 2020 weergegeven.

Figuur 6 Energiegebruik en aandeel hernieuwbare energie in 2020, 2030 en 2050 (TJ)



⁴ Het tussendoel 50% minder energiegebruik in 2030 wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat nieuwe inzichten over energiebesparing laten zien dat dit niet haalbaar is.



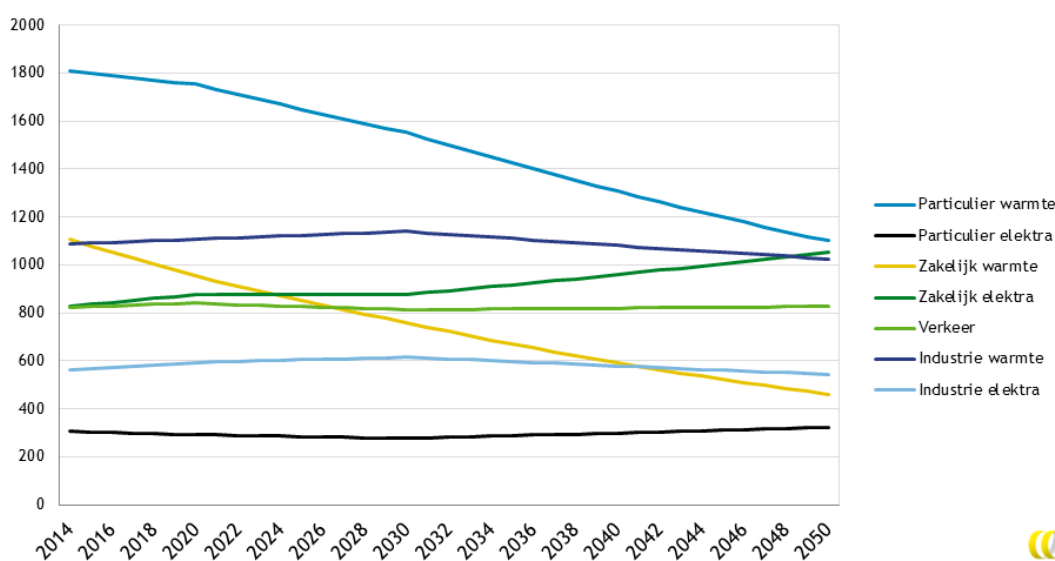
Ter illustratie zijn we er bij Figuur 6 van uitgegaan dat 50% van het doel om energie-neutraal te zijn in 2050 gerealiseerd wordt door energiebesparing en 50% door de opwekking van hernieuwbare energie. In het volgende hoofdstuk bekijken we welke energiebesparing realistisch is en op welke wijze de doelstellingen voor energiebesparing geformuleerd kunnen worden.



3 Prognose energiebesparing en hernieuwbare energie

Om te bepalen wat de prognose is van de energievraag richting 2050 is sluiten we aan van de referentieraming van de Nationale Energie Verkenning (NEV). In deze raming is doorgerekend wat, per sector, het effect is van het huidige (het zogenaamde vastgestelde en voorgenomen beleid) landelijke beleid op de energievraag. Als we de prognose van de NEV over het energiegebruik in Delft in 2014 leggen ontstaat het volgende beeld.

Figuur 7 Prognose energiegebruik per sector op basis van de NEV referentieraming (TJ)



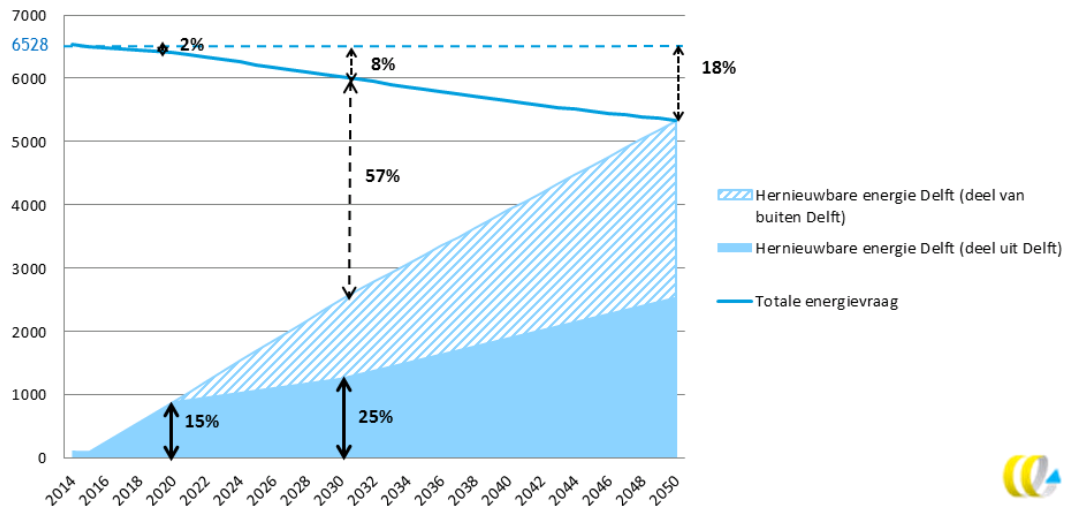
Uit Figuur 7 blijkt dat het energiegebruik vooral sterk daalt voor ‘particulier warmte’ en ‘zakelijk warmte’. Dit komt hoofdzakelijke door een toename van isolatie in gebouwen. Het elektriciteitsgebruik blijft in alle sectoren gelijk, of stijgt zelfs licht. Ook het energiegebruik in de sector verkeer blijft ongeveer gelijk. In Figuur 8 is aangegeven wat de ontwikkeling van de totale energievraag in Delft is op basis van de cijfers van de NEV. Op basis van de landelijke prognose van de energievraag per sector zijn voor Delft de volgende energiebesparingspercentages berekend:

- 2% energiebesparing in 2020 ten opzichte van de energievraag in 2014;
- 8% energiebesparing in 2030 ten opzichte van de energievraag in 2014;
- 18% energiebesparing in 2050 ten opzichte van de energievraag in 2014.

Er blijkt dat, om 43% reductie van de netto-energievraag te realiseren in 2030 (waardoor er 57% aan netto-energievraag overblijft) dat er aanvullende hernieuwbare energie nodig is (er moet meer dan 25% hernieuwbare energie ingezet worden). Hiervoor is aangenomen dat de helft van de hernieuwbare energie van buiten Delft wordt betrokken (zie Figuur 8).



Figuur 8 Prognose totale energievraag in Delft, besparing o.b.v. de NEV referentieraming (TJ)



In Figuur 8 hebben we voor de energievraag naar de landelijke prognoses gekeken en zijn we uitgegaan van de doelen voor hernieuwbare energie. Hieruit blijkt dat de eerdere energiebesparing van 50% in 2050, die we ter illustratie hadden aangenomen, erg ambitieus is ten opzichte van de landelijke prognose van de energievraag.

In het volgende hoofdstuk bepalen we het effect uitvoeringsprogramma 2017-2020 en hoe dit zich verhoudt tot deze prognose en doelstellingen.

4 Effecten maatregelen uitvoeringsprogramma 2017-2020

In het uitvoeringsprogramma 2017-2020 zijn 30 maatregelen opgenomen om energie te besparen op diverse domeinen. Het gaat om besparingen op elektriciteit, gas en autobrandstoffen, maar ook de productie van hernieuwbare energie zoals de productie van elektriciteit met zonnepanelen. In dit hoofdstuk gaan we in op de effecten van het uitvoeringsprogramma op het gebied van energiebesparing en hernieuwbare energie en de resterende opgave richting 2050.

4.1 De maatregelen uit het uitvoeringsprogramma

Zowel energiebesparing als productie van duurzame energie dragen bij aan een daling van de opgave om in 2050 net zoveel energie te produceren als dat Delft nodig heeft. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de inschatting van de effecten van de maatregelen in het uitvoeringsprogramma 2017-2020. Het verwachte resultaat van al deze maatregelen is een afname van het energiegebruik van 6% en de toename van hernieuwbare energie met 11%. In totaal gaat het om 1.087 TJ met een CO₂-besparing van 71 kton (het totale energiegebruik in 2014 is 6.525 TJ).

Niet alle maatregelen in het uitvoeringsprogramma 2017-2020 hebben concrete doelstellingen en deze maatregelen zijn daarom niet te kwantificeren. Het gaat bijvoorbeeld om maatregelen gericht op communicatie, informatie of visievorming, ze dragen niet aantoonbaar en concreet bij aan energiereductie, maar zijn wel noodzakelijk om de doelstellingen van andere, concrete, maatregelen te realiseren. Dit hebben we ‘softe’ maatregelen genoemd en staan ook als zodanig in Tabel 2. We hebben voor het totaal aan ‘softe’ maatregelen een besparing verondersteld van 1% ten opzichte van het energiegebruik in 2014 en daarbij aangenomen dat dit 50%/50% verdeeld is over energiebesparing en hernieuwbare energieproductie.

Daarnaast zijn er ook een aantal maatregelen die additioneel zijn ten opzichte van het huidige energiegebruik en geen netto extra energievraag opleveren, maar ook geen besparing realiseren. Het gaat hier om de maatregelen voor energieneutraal bouwen en bijvoorbeeld een deelfietsstelsel. Bij deelfietsen is het maar zeer de vraag of er energie of verkeeremissies worden vermeden indien bijvoorbeeld mensen de fiets in plaats van de bus nemen, maar de bus alsnog rijdt.

In Bijlage A is een toelichting gegeven op de bepaling van de energiereductie per maatregel. Hierin staan ook de gebruikte aannames toegelicht.

Tabel 2 Verwachte energiereductie-effecten in 2020 van de maatregelen in het uitvoeringsprogramma 2017-2020

Nr.	Thema	Project	Aandeel reductie t.o.v. 2014	Energiereductie (besparing en productie)					Totaal			
				Particulier		Zakelijk		Mobiliteit	Totaal	Besparing	Hernieuw- bare energie	Emissie- reductie
				Gas (x1.000 m ³)	Elektriciteit (MWh)	Gas (x1.000 m ³)	Elektriciteit (MWh)	Diesel-eq. (GJ)	TJ	TJ	TJ	kton CO ₂
	ALGEMEEN		0,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Uitvoeringsprogramma DEN 2050	Netwerk Delft energieneutraal 2050	0,00%	Soft	Soft	Soft	Soft	Soft				
2	Uitvoeringsprogramma DEN 2050	Netwerk e-deal ondertekenaars	0,00%	Soft	Soft	Soft	Soft	Soft				
3	Uitvoeringsprogramma DEN 2050	Coördinatie en ondersteuning	0,00%	Soft	Soft	Soft	Soft	Soft				
	WONEN		2,35%	5.032	0	0	0	0	153,6	153,6	0	8,6
4	Energiebesparing woningvoorraad	Reimarkt Delft	0,12%	240					7,6	7,6		0,4
5	Energiebesparing woningvoorraad	Delft E-design	0,06%	120					3,8	3,8		0,2
6	Energiebesparing woningvoorraad	Prestatieafspraken corporaties	2,02%	4.158					131,6	131,6		7,4
7	Energiebesparing woningvoorraad	Transformatie Kuyperswijk	0,16%	334					10,6	10,6		0,6
8	Duurzame gebiedsontwikkeling	Nieuw Delft*	0,00%									
9	Duurzame gebiedsontwikkeling	Duurzaam bouwen (advies)*	0,00%									
	WERKEN		4,82%	0	0	7.429	22.081	0	314,6	207,6	107,0	24,3
10	Verduurzaming utiliteit	Verduurzaming bedrijventerreinen (excl. nr. 12)	1,64%			1.385	7.419		70,5	62,8	7,7	6,2
11	Verduurzaming utiliteit	Technopolis Duurzaam	0,22%			148	2.622		14,1	2,8	11,3	1,6
12	Verduurzaming utiliteit	Transitie Schieoevers	0,56%			711	3.903		36,6	36,0	0,5	3,2
13	Verduurzaming utiliteit	Green Village	0,00%			Soft	Soft					
14	Verduurzaming utiliteit	TU Delft Energieneutraal (programma tot 2020)	2,92%			5.145	7.726		190,6	103,1	87,5	13,0
15	Verduurzaming Horeca	Energiebesparing horeca	0,01%			6	47		0,4	0,4		0,0
16	Energiebesparing gemeente	Gemeentelijke gebouwen klimaatneutraal (visie)	0,04%			33	365		2,4	2,4		0,2
	ENERGIETRANSITIE		8,44%	10.332	1.900	6.635	1.990	0	551,0	0	551,0	32,2
17	Verduurzaming warmtevoorziening	Visie Verduurzaming Warmtevoorziening Delft	0,00%	Soft	Soft	Soft	Soft					
18	Verduurzaming warmtevoorziening	Green deal aardgasloze wijk Voorhof-oost	0,41%	853	0	0	0		27,0		27,0	1,5
19	Verduurzaming warmtevoorziening	Lokale warmtebronnen	0,00%	Soft	Soft	Soft	Soft					
20	Verduurzaming warmtevoorziening	Geothermie TU Delft	3,22%	0	0	6.635	0		210,0		210,0	11,8
21	Verduurzaming warmtevoorziening	Cluster West	4,60%	9.479	0	0	0		300,0		300,0	16,9
22	Duurzame energieproductie	Delft Solar City	0,21%	0	1.900	0	1.900		13,7		13,7	1,9
23	Duurzame energieproductie	Delft Energiecoöperatie	0,00%	Soft	Soft	Soft	Soft					
24	Duurzame energieproductie	Actualisatie Beleidsregel Bodemenergie	0,00%	Soft	Soft	Soft	Soft					

Nr.	Thema	Project	Aandeel reductie t.o.v. 2014	Energiereductie (besparing en productie)					Totaal			
				Particulier		Zakelijk		Mobiliteit	Totaal	Besparing	Hernieuw- bare energie	Emissie- reductie
				Gas (x1.000 m ³)	Elektriciteit (MWh)	Gas (x1.000 m ³)	Elektriciteit (MWh)	Diesel-eq. (GJ)	TJ	TJ	TJ	kton CO ₂
25	Duurzame energieproductie	Zonnepanelen op HNK gemeente	0,00%			0	90		0,3		0,3	0,0
	FINANCIEEL INSTRUMENTARIUM		0,01%	20	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0,0
26	Financiële stimuleringsmaatregel	Energiebesparingsfonds (revolverend fonds)	0,01%	20	0				0,6	0,6		0,0
27	Stimuleringsmaatregel	Ondersteuning bewonersinitiatieven	0,00%	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>					
	ONDERWIJS EN INNOVATIE		0,03%	0	0	55	110	0	2,1	2,1	0	0,2
28	Energiebesparing	E3 deal	0,02%			27,5	55		1,1	1,1		0,1
29	Energiebesparing	Pilot energieneutrale renovatie school	0,02%			27,5	55		1,1	1,1		0,1
	COMMUNICATIE & MARKETING		0,00%	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0
30	Marketingstrategie	Delft wordt groen	0,00%	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>				
Schatting effect van alle 'softe' maatregelen (1% categorietotalen 2014)			1,00%	571	1.259	694	3.869	6.758	65,2	32,6	32,6	5,3
Totalen			16,66%	15.774	3.159	14.812	28.051	6.758	1.087	397	691	71

* Uitgaande van energieneutrale woningen, leveren deze woningen geen netto bijdrage.

Opmerking: De waarde van de CO₂-emissiereductie is bepaald op basis van de CO₂-emissiekentallen van 2014 uit de Klimaatmonitor, voor de emissies van mobiliteit hebben we als benadering het emissiefactor voor diesel gebruikt: emissiefactor aardgas is 0.001782 ton/m³, emissiefactor elektriciteit is 0,0005 ton/kWh en de emissiefactor van diesel is 2.55 kg/liter.

4.1.1 Witte vlekken in het uitvoeringsprogramma

In het uitvoeringsprogramma 2017-2020 worden op veel gebieden maatregelen genomen. In principe zijn hiermee alle onderdelen gedekt, toch zijn er een aantal plekken onderbelicht:

- *Verkeer en vervoer*: weinig maatregelen met concreet te bepalen energiebesparingen of verduurzaming. Elektrisch vervoer wordt ondersteund, maar er is geen stimuleringspakket voor verduurzaming van particuliere mobiliteit. Maatregelen op dit gebied zijn de milieuzones en zero emission stadslogistiek waar de gemeente al mee bezig is, maar daarnaast is meer mogelijk zoals bijvoorbeeld een reductie van het parkeertarief/-vergunningen voor elektrische voertuigen.
- *Grootschalige energieproductie*: bij energieneutraal is het de uitdaging om voldoende energie op te wekken in eigen gemeente. In het huidige uitvoeringsprogramma zet de gemeente sterk in op een hernieuwbare warmtevraag (met cluster West en Geothermie). Dit is een sterk onderdeel van het uitvoeringsprogramma. Andere vormen van hernieuwbare energie, en dan met name elektriciteit zijn wat onderbelicht. Grote stappen kunnen worden gezet met bijvoorbeeld windturbines en toepassing van grootschalige zonne-energie (zonneweide), maar daar is in de gemeente Delft beperkt ruimte voor (zie Paragraaf 3.3).
- *Uitrol slimme meter*: inwoners in Delft krijgen tijdens de periode van dit uitvoeringsprogramma een slimme elektriciteits- en gasmeter van hun netbeheerder. Dit is het ideale moment om inwoners te informeren en stimuleren tot energiebesparingsmaatregelen. In het huidige uitvoeringsprogramma wordt hierop niet concreet ingespeeld. De slimme meter kan in combinatie met een energieverbruiksmanager (een applicatie die inzicht geeft in het energiegebruik) bijdragen aan een aanzienlijke energiebesparing (de verwachting is een structurele reductie van 6,4% op het elektriciteitsgebruik en 5,1% op het gasgebruik). De gemeente zou maatregelen kunnen nemen om de aanschaf van een energieverbruiksmanager te stimuleren.

4.2 De effecten van het uitvoeringsprogramma 2017-2020

Het uitvoeringsprogramma zet tot 2020 in op energiebesparing (6%) en de opwekking van hernieuwbare energie (11%). Daarnaast is bekend dat de maatregelen voor onder ander Cluster West en Delft Energieneutraal nog doorlopen tot 2030 (zie omschrijving van beide maatregelen in Bijlage A). Het effect van deze maatregelen voor hernieuwbare energie tot 2030 is ook meegenomen bij het bepalen van het effect van het uitvoeringsprogramma. In Figuur 9 zijn de resultaten weergegeven. Het aandeel hernieuwbare energie dat in Delft geproduceerd wordt op basis van het uitvoeringsprogramma komt voor een groot deel overeen met de doelstellingen van Delft. Qua de realisatie van hernieuwbare energie in Delft ligt het uitvoeringsprogramma dus op koers. Voor het energiegebruik zien we zelfs dat de lijn richting 2020 sterker naar beneden daalt dan hetgeen verwacht mag worden op basis van huidig landelijk beleid. Hierin realiseert de gemeente Delft dus een versnelling van de daling van het energiegebruik. Na 2020 hanteren we weer de landelijke prognose van de NEV, maar we gaan we ervanuit dat de gemeente haar voorsprong vasthoudt en daarom in 2050 lager uitkomt (5.088 TJ) dan de eerdere prognose (5.336 TJ) uit Figuur 8.

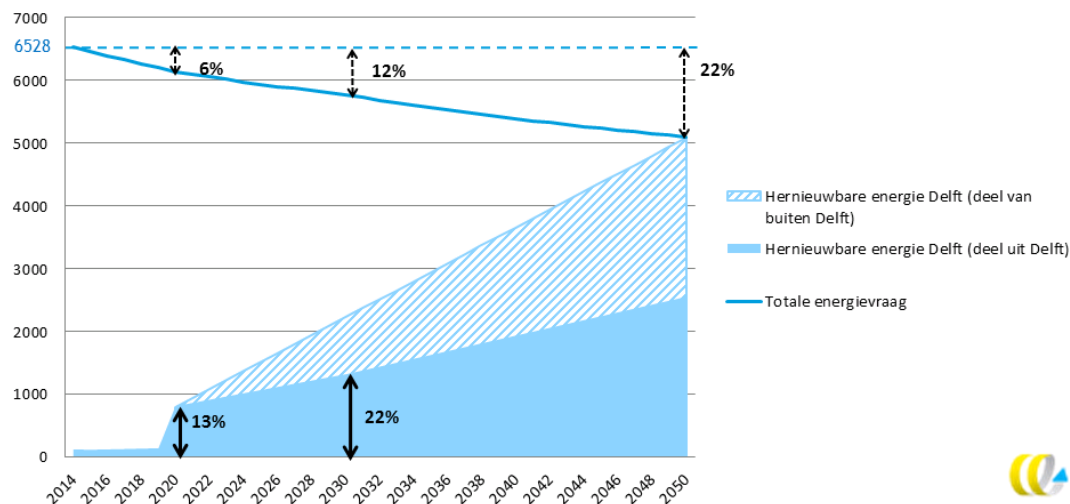


Op basis van het uitvoeringsprogramma en de landelijke prognose van NEV voor de energievraag zijn de volgende energiebesparingspercentages te verwachten:

- 6% energiebesparing in 2020 ten opzichte van de energievraag in 2014;
- 12% energiebesparing in 2030 ten opzichte van de energievraag in 2014;
- 22% energiebesparing in 2050 ten opzichte van de energievraag in 2014.

Deze energiebesparingspercentages liggen dus hoger dan wanneer enkel naar de prognose van de NEV gekeken wordt.

Figuur 9 Energievraag en hernieuwbare energie o.b.v. het uitvoeringsprogramma (TJ)





In de periode 2014-2020 is te zien dat het aandeel hernieuwbare energie met een sprong in 2019-2020 toeneemt. Dit komt door de ingebruikname van Cluster West en de Geothermiebron bij de TU Delft die voor deze periode gepland staan. De verduurzaming richting 2030 zal geleidelijker verlopen. Zo wordt er in deze periode een oplopend deel van de levering vanuit Cluster West ingevuld met hernieuwbare energie (tot 100% in 2030).

4.3 Opgave richting 2050

Zonder aanpassing aan het uitvoeringsprogramma en zonder onvoorziene effecten op het energiegebruik, moet er in de periode 2030-2050 nog ongeveer 1.250 TJ hernieuwbaar opgewekt worden om de helft van de geprognosticeerde energievraag in 2050 in te kunnen met hernieuwbaar binnen Delft.

Om deze omvang van de totale opgave na 2030 te illustreren, hebben we hieronder de opgave 2030-2050 uitgedrukt in aantal windmolens en ook in oppervlakte aan zonnepanelen. Dit zijn twee extremen ter illustratie van de omvang, maar de daadwerkelijk invulling zal gegeven moeten worden door enerzijds energiebesparing en anderzijds hernieuwbare energieproductie in welke vorm dan ook (vormen van warmte/elektriciteit).

	Aantal windmolens op land	Oppervlakte zonnepanelen
		
Vermogen per eenheid	3 MW/stuk	270 Wp/stuk 170 Wp/m ²
Energie-reductie per jaar per eenheid	4.380 MWh/stuk 15,8 TJ/stuk	950 MWh/ha 3,4 TJ/ha
Totale opgave DEN 2050	1.250 TJ in de periode 2030-2050	
Eenheden voor invulling totale opgave	+/- 80 windmolens	+/- 365 ha zonnepanelen

Deze opgave is fors. Een quickscan van het huidige beschikbare grondoppervlak in Delft laat zien dat er een technisch potentieel een voor +/- 67 windmolens (hierbij is puur naar de onbebouwde ruimte gekeken en niet naar de (on)mogelijkheden per gebied).

Dit illustreert dat de opgave richting energieneutraal op het grondgebied van Delft fors is, en dat inzet op energiebesparing en duurzame warmte noodzakelijk blijft. Daarnaast is aangegeven dat een deel van de hernieuwbare energie van buiten Delft gehaald zal worden. In andere gebieden in Nederland met meer ruimte (bijvoorbeeld op zee) wordt immers ook hernieuwbare energie geplaatst, en de vraag naar energie in deze gebieden zal hier lager liggen.

4.3.1 Veranderingen in het energiegebruik verandert de opgave

Tot 2050 zal er in Delft ongetwijfeld veranderingen optreden in het energiegebruik. Zo kunnen bevolkingsgroei en nieuwe economische activiteiten ervoor zorgen dat de vraag naar energie in de gemeente toeneemt en dus ook de hoeveelheid duurzame energie die moet worden opgewekt om energieneutraal te worden in 2050. Deze effecten zijn nu niet goed te voorspellen en ook niet concreet meegenomen in de analyse van de resterende opgave. Een goede monitoring en het tussentijds aanpassen van maatregelen of het opzetten van nieuwe maatregelen moet ervoor zorgen dat het doel in 2050 wordt behaald.

5 Conclusie

Op basis van de voorgaande hoofdstukken kunnen we de volgende conclusies trekken ten aanzien van de geformuleerde onderzoeksvragen.

Wat is de opgave om tot energieneutraliteit in 2050 te komen?

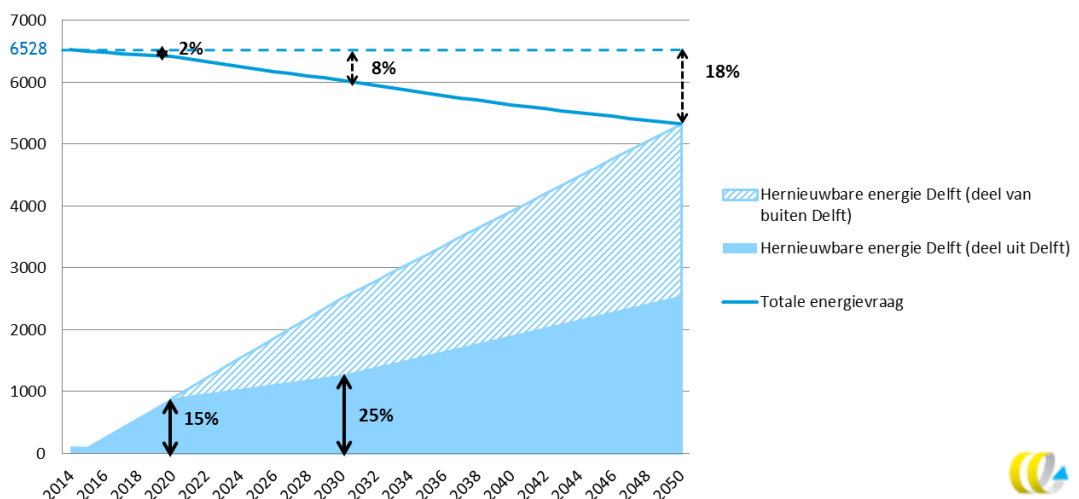
In de energieneutrale gemeente wordt in de energievraag volledig voorzien door hernieuwbare bronnen, zoals bijvoorbeeld zonne-energie, windenergie of bodemwarmte. Een energieneutrale gemeente pakt de problematiek bij de basis aan door de energievoorziening anders in te richten en legt de focus niet op de pure emissie van broeikasgassen. Opslag van CO₂ in nieuwe bossen of in de ondergrond is bij energieneutraliteit bijvoorbeeld geen optie.

Energieneutraliteit gaat dus nog een stap verder dan CO₂-neutraliteit.

Het impliceert overigens niet dat alle energie op het grondgebied van Delft opgewekt wordt. Bijvoorbeeld elektriciteitsopwekking elders op basis van hernieuwbare grondstoffen (bijvoorbeeld een windmolen op zee) past binnen deze definitie.

Als we op basis van de prognoses van de NEV het energiegebruik in Delft richting 2050 vaststellen lijkt een energiereductie van respectievelijk 2, 8 en 18% in 2020, 2030 en 2050 ten opzichte van 2014 realistisch (zie Figuur 10). Voor het percentage hernieuwbare energie zijn tot 2030 de doelen van de gemeente weergegeven (15% hernieuwbaar in 2020 en 25% in 2030). Richting 2050 gaan we ervanuit dat 50% van de energievraag binnen de gemeentegrenzen wordt opgewekt met hernieuwbare energie. De benodigde hernieuwbare energie wordt vanaf 2020 aangevuld met hernieuwbare energie van buiten de gemeente. Deze keuze is gemaakt, omdat blijkt dat de opgave om 50% hernieuwbare energie in 2050 binnen de gemeentegrenzen van Delft al een behoorlijke impact blijkt te hebben.

Figuur 10 Prognose totale energievraag in Delft, besparing o.b.v. de NEV referentieraming (TJ)



Hoe kunnen de CO₂-reductiedoelstellingen ten opzichte van 1990 omgezet worden naar tussendoelen op de route naar energieneutraliteit in 2050?

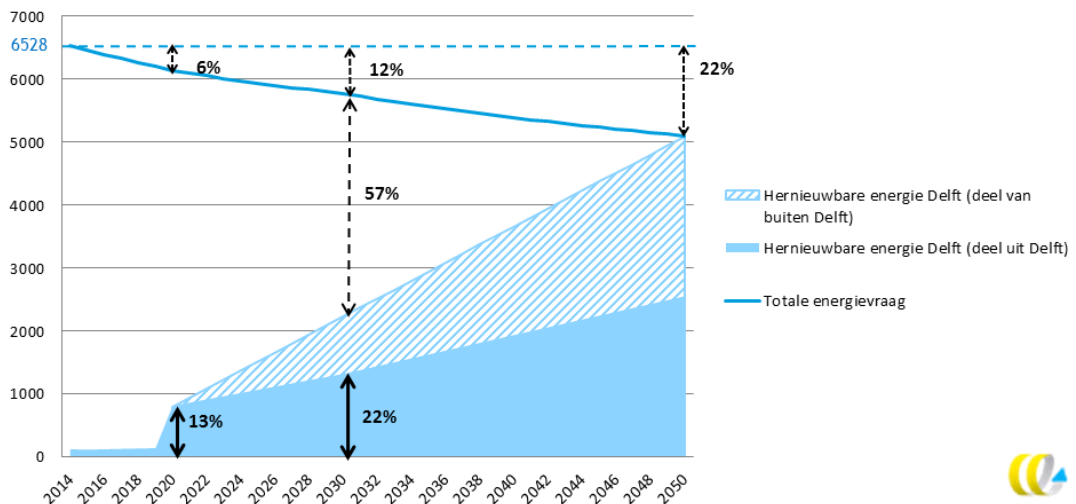
Uit de berekeningen blijkt dat de emissiereductiedoelstelling van 50% CO₂-reductie in 2030 ten opzichte van 1990 gelijk staat aan 43% CO₂-reductie in 2030 ten opzichte van 2014. Dit betekent ook dat er in 2030 43% minder fossiele energie gebruikt mag worden in Delft. Hetzij door energiebesparing, hetzij gerealiseerd door hernieuwbare energieproductie. De resterende fossiele energievraag is in 2030 dus 57% (zie Figuur 11).

Wat is de impact van enkele mijlpalen en de maatregelen uit het nieuwe uitvoeringsprogramma?

Van de verschillende maatregelen uit het uitvoeringsprogramma is ingeschat wat de bijdrage is aan de energiebesparing en/of aan de opwekking van hernieuwbare energie. De energiebesparing die volgt uit het uitvoeringsprogramma is voor 2020 op bijna 400 TJ geraamd en de opwekking van hernieuwbare energie is bijna 700 TJ (welke oploopt naar bijna 1.200 TJ in 2030). Hierdoor ligt de te verwachte energiebesparing die in Delft gehaald wordt hoger dan de eerder gepresenteerde cijfers op basis van de prognose van de NEV (Figuur 10). De te verwachte energiebesparingscijfers die volgen uit het uitvoeringsprogramma zijn:

- 6% energiebesparing in 2020 ten opzichte van de energievraag in 2014;
- 12% energiebesparing in 2030 ten opzichte van de energievraag in 2014;
- 22% energiebesparing in 2050 ten opzichte van de energievraag in 2014.

Figuur 11 Energievraag en hernieuwbare energie o.b.v. het uitvoeringsprogramma (TJ)



De realisatie van hernieuwbare energie die volgt uit het uitvoeringsprogramma ligt op respectievelijk 13 en 22% van de energievraag voor 2020 en 2030. Dit ligt dicht bij de doelstellingen van de gemeente, respectievelijk 15 en 25% in 2020 en 2030. Richting 2050 gaan we er verder vanuit dat 50% van de hernieuwbare energie in Delft wordt opgewekt en dat 50% van buiten Delft komt. Dit betekent dat er tussen 2030 en 2050 nog 1.250 TJ aan hernieuwbare energie opgewekt moet worden in Delft. Ter illustratie: dit staat gelijk aan 80 windmolens of aan 365 ha zonnepanelen.

Deze opgave is fors. Een quickscan van het huidige beschikbare grondoppervlak in Delft laat zien dat er een technisch potentieel een voor +/- 67 windmolens (hierbij is puur naar de onbebouwde ruimte gekeken en niet naar de (on)mogelijkheden per gebied). De opgave richting energieneutraal op het grondgebied van Delft is dus fors, en de inzet op energiebesparing en duurzame warmte blijft zeer belangrijk.

Op basis de omzetting van de doelstelling en de prognoses van de NEV lijken de volgende tussendoelen voor 2030 op de route naar energieneutraliteit in 2050 geschikt:

- in 2030 45% reductie van de CO₂-uitstoot t.o.v. de CO₂-uitstoot in 2014;
- in 2030 15% energiebesparing ten opzichte van de energievraag in 2014;
- in 2030 25% van het energiegebruik komt uit hernieuwbare bronnen.

Het oorspronkelijke tussendoel van 50% minder energie energiegebruik in 2030 blijkt, met de kennis van nu, niet haalbaar.



Bijlage A Toelichting op bepaling effecten van maatregelen

Maatregel 1 - Netwerk Delft energieneutraal 2050	
Omschrijving gemeente	Het verkrijgen van commitment voor Delft energieneutraal 2050 en de invulling daarvan door partners.
Doel/resultaat gemeente	Twee netwerkbijeenkomsten per jaar, nieuwe ondertekenaars algemene e-deal.
Effectbepaling	Deze maatregel heeft geen concrete bijdrage en hebben we gekwalificeerd als 'softe' maatregel.

Maatregel 2 - Netwerk e-deal ondertekenaars	
Omschrijving gemeente	Het onderhouden netwerk e-deal ondertekenaars.
Doel/resultaat gemeente	Minimaal twee keer per jaar voortgangsgesprekken met partners.
Effectbepaling	Deze maatregel heeft geen concrete bijdrage en hebben we gekwalificeerd als 'softe' maatregel.

Maatregel 3 - Coördinatie en ondersteuning	
Omschrijving gemeente	Voeden en aanjagen samenwerking tussen partijen in de stad als invulling Delft energieneutraal 2050; ambtelijke ondersteuning en voorbereiding bestuurlijke overleggen Energy Cities, G32, MRDH netwerk energie, etc.
Doel/resultaat gemeente	Nieuwe projecten en e-deals.
Effectbepaling	Deze maatregel heeft geen concrete bijdrage en hebben we gekwalificeerd als 'softe' maatregel.

Maatregel 4 - Reimarkt Delft	
Omschrijving gemeente	Stimuleren woningeigenaren om energiebesparende maatregelen te treffen.
Doel/resultaat gemeente	Energiebesparing bij 850 woningen in 2018, gemiddeld +/- 30%.
Effectbepaling	We hebben verondersteld dat dit met name besparingsmaatregelen op het gebied van warmte zijn, hier valt meestal veel te besparen (denk aan isolatiemaatregelen). Voor het bepalen van het effect is 30% genomen van het gemiddelde gasgebruik van woningen in 2016 en dit vermenigvuldigd met 850 woningen.

Maatregel 5 - Delft E-design	
Omschrijving gemeente	Het opzetten en uitvoeren van een bewonersgerichte en bewonersgestuurde aanpak met het doel bestaande woningen energieneutraal te laten worden.
Doel/resultaat gemeente	Minimaal 400 woningen besparen gemiddeld 40% op het energielabel.
Effectbepaling	Gemiddeld 40% besparing op het energielabel komt grofweg neer op een reductie van het energielabel van D naar B. Het gemiddelde energielabel in Delft ligt rond energielabel D (Klimaatmonitor), dus we nemen een labelstap van D naar B als uitgangspunt. In de praktijk komt deze labelstap neer op een warmtebesparing van 20% (Laure Itard, Factsheet 7.5 - Verschil tussen theoretisch en werkelijk energiegebruik voor woningverwarming, TU Delft). We veronderstellen alleen isolatiemaatregelen, aangezien dit de meest voor de hand



Maatregel 5 - Delft E-design	
	liggende maatregelen zijn. Het gemiddelde jaarlijks gasgebruik van woningen met energielabel D is 1.500 m ³ /jaar (Laure Itard, Factsheet 7.5 - Verschil tussen theoretisch en werkelijk energiegebruik voor woningverwarming, TU Delft), hiermee komt de besparing voor 400 woningen op $400 \times 20\% \times 1.500 = 120.000 \text{ m}^3 \text{ gas}$.

Maatregel 6 - Prestatieafspraken corporaties	
Omschrijving gemeente	Uitwerken duurzaamheidsdoelstellingen uit de Woonvisie: in 2030 alle woningen naar een B label, in 2020 alle woningen naar gemiddeld een B label.
Doel/resultaat gemeente	Investeringsagenda voor de termijn van 4-jaar voor verduurzaming corporatiewoningen conform ambitie Woonvisie.
Effectbepaling	Alle huurwoningen gemiddeld op het energielabel B komt grofweg neer op een reductie van het label van D naar B. Dit omdat het gemiddelde label voor alle woningen in Delft ongeveer D is (Klimaatmonitor), dus D naar B nemen we als uitgangspunt. In de praktijk komt deze labelstap neer op een warmtebesparing van 20%, het gemiddelde jaarlijks gasgebruik van woningen met energielabel D is 1.500 m ³ /jaar (Laure Itard, Factsheet 7.5 - Verschil tussen theoretisch en werkelijk energiegebruik voor woningverwarming, TU Delft). We veronderstellen alleen isolatiemaatregelen, aangezien dit de meest voor de hand liggende maatregelen zijn. In Delft zijn in 2016 ongeveer 14.461 sociale huurwoningen dit verminderen we met de 600 huurwoningen die met maatregel 7 worden aangepast, hiermee komt de besparing voor op $13.861 \times 20\% \times 1.500 = 4,16 \text{ miljoen m}^3 \text{ gas}$.

Maatregel 7 - Transformatie Kuypervijk	
Omschrijving gemeente	Een impuls geven aan de Kuypervijk met duurzaamheid als een van de speerpunten, terugdringen energie-armoede. Het gaat om sociale huurwoningen.
Doel/resultaat gemeente	600 portiek woningen in de Kuypervijk zijn energetisch verbeterd.
Effectbepaling	In de Kuypervijk ligt het energielabel gemiddeld net iets lager dan Delft in totaal, het gemiddelde energielabel is E (Klimaatmonitor). Wij gaan ervanuit dat de 600 slecht gelabelde woningen worden aangepast naar label B, dit is een veronderstelling omdat de voorgaande maatregelen ook gericht waren op label B. We veronderstellen alleen isolatiemaatregelen, aangezien dit de meest voor de hand liggende maatregelen zijn. Uit de Klimaatmonitor voor 2016 en (Laure Itard, Factsheet 7.5 - Verschil tussen theoretisch en werkelijk energiegebruik voor woningverwarming, TU Delft) komt het volgende naar voren: <ul style="list-style-type: none"> - 64 woningen met label G, gemiddeld verbruik label G woningen is 1.900 m³/jaar en de besparing van G naar B is 34%. - 397 woningen met label F, gemiddeld verbruik label F woningen is 1.800 m³/jaar en de besparing van F naar B is 32%. - Om het aantal van 600 woningen te complementeren worden er nog 139 woningen met label E aangepast naar label B. Het gemiddeld verbruik van label E woningen is 1.700 m³/jaar en de besparing van E naar B is 27%.



	Op een gelijke wijze als in maatregel 5 en 6 is zo het energiereductie-effect bepaald op 333.817 m ³ gas.
--	--

Maatregel 8 - Nieuw Delft	
Omschrijving gemeente	Woning- en utiliteitbouw in Nieuw Delft zo duurzaam mogelijk ontwikkelen.
Doel/resultaat gemeente	De woningen en utiliteitsgebouwen in Nieuw Delft worden ontwikkeld met een minimale GPR-score (7,5 op alle thema's) en er wordt gestreefd naar energieneutrale woningen.
Effectbepaling	Ergieneutrale woningen leveren geen netto bijdrage aan het energiegebruik van de gemeente. Het effect is dus 0.

Maatregel 9 - Duurzaam bouwen (advies)	
Omschrijving gemeente	Duurzaamheidsadvies gemeentelijke projecten, bestemmingsplannen, bouwinitiatieven.
Doel/resultaat gemeente	Gebouwen worden ontwikkeld met een gemiddelde GPR-score van 7,5.
Effectbepaling	De doelstelling van deze maatregel valt niet te concretiseren, we nemen aan dat het net als de voorgaande maatregel gaat om energieneutrale gebouwen. Het effect ramen we daarom op 0.

Maatregel 10 - Verduurzaming bedrijventerreinen (minus maatregel 12)	
Omschrijving gemeente	Ondersteuning bij het weghalen van drempels, die bedrijven beperken om actief aan de slag te gaan met energiebesparing. Omzetten handhaving Wet milieubeheer en EED naar kansen voor bedrijven.
Doel/resultaat gemeente	Organisatie en kennis rondom de verduurzaming van bedrijven en terreinen optuigen, zodat er optimaal gebruik gemaakt kan worden van bestaande kennis en middelen. <ul style="list-style-type: none"> - Verduurzaming buitenruimte: smart LED verlichting, solar road(?). - 10% bedrijven heeft zonne-energie op daken in 2020. - Verduurzaming kantoren (2023 energielabel C). - Energiebesparing overige bedrijven/bedrijfsruimten/processen: 10% in 2020.
Effectbepaling	Deze maatregel kent verschillende maatregelen, de eerste maatregel is lastig te concretiseren. De effecten van de overige maatregelen hebben we als volgt ingeschat: <ul style="list-style-type: none"> - Kantoren in 2023 energielabel C. Hiervoor houden we de nationale verdeling aan en veronderstellen dat het aantal monumentale kantoren te verwaarlozen is. Bovendien gebruiken we het verhuurbaar oppervlak van kantoren in Delft >=500 m² (cijfers uit R.L. Bak, 2016, Kantoren in cijfers 2015, Statistiek van de Nederlandse kantorenmarkt, NVM Business), dit is een onderschatting. In de bepaling baseren we ons op nationale energielabelgegevens uit een studie van EIB (EIB, 2016, Verplicht energielabel voor kantoren). We nemen aan de effecten van deze maatregel al in 2020 kunnen worden ingeboekt. De besparing komt neer op 1,26 miljoen m³ gas en 5,13 miljoen kWh. - 10% energiebesparing bedrijven (anders dan kantoren) in 2020. Hierbij gaan we uit van het energiegebruik van de zakelijke markt uit de monitoring van 2016, gecorrigeerd voor het aandeel kantoren binnen de zakelijke markt (op basis van voorraadgegevens niet-woningen van het CBS). De besparing komt neer op 0,84 miljoen m³ gas en 3,91 miljoen



	<p>kWh elektriciteit.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10% bedrijven heeft zonnepanelen op daken in 2020. Hier moeten we aannames doen omdat het niet concreet is om hoeveel zonnepanelen het gaat. We gaan er niet vanuit dat al dakoppervlak gebruikt is, maar dat elk van de 10% bedrijven gemiddeld 20 panelen heeft geplaatst van 270 Wpiek. Het gaat dan om 446 bedrijven en 8.916 zonnepanelen, de elektriciteitsproductie is 2,29 miljoen kWh. <p>De totale energiereductie komt neer op 2,10 miljoen m³ gas en 11,32 miljoen kWh. Deze maatregelen overlappen met maatregel 12 voor Schieoevers, daarom worden de maatregelen van Schieoevers hier in mindering gebracht. Nu resulteert een energiereductie van 1,39 miljoen m³ gas en 7,42 miljoen kWh.</p>
--	--

Maatregel 11 - Technopolis Duurzaam	
Omschrijving gemeente	Bevordering samenwerking bedrijven op Technopolis om te komen tot energieneutraal bedrijventerrein en nu slimme keuzes te maken voor de toekomst, met een lange termijn ambitie gericht op energieneutraal.
Doel/resultaat gemeente	2017: Plan van Aanpak verduurzamen Technopolis en intentiesovereenkomst; 2018-2020: uitvoerende activiteiten Plan van Aanpak.
Effectbepaling	Hoewel onduidelijk is wat het doel is voor 2020, gaan wij uit van een ambitie die twee keer hoger ligt dan maatregel 10 op het gebied van energiebesparing in 2020: 10% additionele energiebesparing. Het huidige verbruik in 2016 is volgens Energie in Beeld in ruim 26,22 miljoen kWh elektriciteit en 1,48 miljoen m ³ gas. De additionele energiereductie komt hiermee op 0,15 miljoen m ³ aardgas en 2,62 miljoen kWh elektriciteit. Aangezien Technopolis een bedrijventerrein in ontwikkeling is (sinds 2005) verwachten we dat het besparingspotentieel beperkt is en de doelstelling voornamelijk met hernieuwbare energie (warmte en elektriciteit) wordt ingevuld. We doen de volgende aanname: 20% besparing en 80% hernieuwbare energie.

Maatregel 12 - Transitie Schieoevers	
Omschrijving gemeente	Stevige organisatie die kansen voor verduurzaming faciliteert en duurzaamheid dichterbij de ondernemers brengt.
Doel/resultaat gemeente	<ul style="list-style-type: none"> - Inzicht in mogelijkheden (technisch) en kansen (technisch mogelijk + welwillendheid) zonneprojecten en e-besparing. - Goede faciliterende organisatie voor kansen zich voordoen. - Netwerk waar oplossingen en kansen elkaar vinden. - Duurzaamheid in plan voor openbare verlichting, laadinfra, mobiliteit in samenwerking met relevante afdelingen.
Effectbepaling	De doelstellingen zijn niet kwalitatief, maar we veronderstellen ten minste dezelfde doelstellingen die ook voor de overige bedrijventerreinen gelden (maatregel 10) ten aanzien van energiebesparing (10% energiebesparing bedrijven (anders dan kantoren)) en hernieuwbare energie (10% bedrijven heeft zonnepanelen op daken). Schieoevers bestaat ongeveer uit de buurten Bedrijventerrein Rotterdamseweg-Noord, Bedrijventerrein Rotterdamseweg-Zuid, Bedrijventerrein Schieweg-Noord, Bedrijventerrein Schieweg-Zuid, Bedrijventerrein Zuideinde en Delftzicht. Op dit bedrijventerrein bevinden zich relatief weinig kantoren, bij gebrek aan cijfers schatten wij dat slechts 5% van het energiegebruik door kantoren komt. Het gezamenlijke



Maatregel 12 - Transitie Schieoevers	
	<p>zakelijke energiegebruik de genoemde buurten is in 2016 volgens Energie in Beeld 7,5 miljoen m³ aardgas en 39,5 miljoen kWh elektriciteit. De 10% besparing op gas en elektriciteit over de energiegebruik zonder de kantoren komt dan neer op een besparing van 0,7 miljoen m³ aardgas en 3,8 miljoen kWh elektriciteit.</p> <p>Het aantal bedrijven in dit gebied is niet bekend, maar we veronderstellen dat dit gelijk is aan het aantal zakelijke vastgoedobjecten met een gasaansluiting (295). Bij 10% van deze bedrijven worden 20 panelen van 270 Wpiek geïnstalleerd (zelfde aanname als bij maatregel 10); hiermee wordt in totaal 0,15 miljoen kWh duurzame elektriciteit geproduceerd.</p>

Maatregel 13 - Green Village	
Omschrijving gemeente	Realisatie van een fysieke faciliteit ter ontwikkeling, beproeving en bevordering van duurzame innovaties.
Doel/resultaat gemeente	en bevordering van duurzame innovaties.
Effectbepaling	De doestellingen zijn niet kwalitatief of concreet en hebben we daarom gekwalificeerd als 'softe' maatregel.

Maatregel 14 - TU Delft Energieneutraal (programma tot 2020)	
Omschrijving gemeente	Het warmtenet van de TU Delft geleidelijk geschikt maken voor levering van warmte op lagere temperatuurtrajecten en daarmee het mogelijk maken het net te voeden vanuit duurzame bronnen.
Doel/resultaat gemeente	Energieplan tot 2020: 50% CO ₂ -reductie (gerealiseerd door inkoop DE), 25% DE opwekken, 40% energiebesparing. Speerpunten zijn ICT en verlichting. Meer concreet uit het jaarverslag 2014 van de TU Delft: "Daarnaast wordt 25% elektriciteitsbesparing nagestreefd via duurzaam onderhoud. De komende zeven jaar zullen verlichting en computers die aan vervanging toe zijn, worden vervangen door duurzamere componenten. Ten opzichte van 2005 (referentiejaar MJA) is de doelstelling een besparing van 40% aan primaire energie in 2020. Bijna 15% van deze besparing komt voort uit een voorziene warmte-afname van een geothermische bron van 70.000 GJ in 2020. Dit volume aardwarmte komt overeen met een aandeel van 20% in de duurzame opwekking per 2020. De target voor duurzame opwekking in de energievisie 2020 is 25%. De TU Delft zet in op windenergie en zonnepanelen om de overige 5% te realiseren. In 2014 is de aanbesteding gestart voor 1,2 MW zonnepanelen op daken van de TU Delft-gebouwen. Plaatsing is voorzien medio 2015."
Effectbepaling	De doelstelling is om in 2020 25% van het energiegebruik duurzaam op te wekken, 20% van het energiegebruik in 2020 wordt door de geothermische bron van 70.000 GJ geleverd. De totale duurzame productie in 2020 is dus $70.000 \text{ GJ} * 25\% / 20\% = 87.500 \text{ GJ}$. Daarnaast is de doelstelling om ten opzichte van 2005 in 2020 40% primaire energie te besparen (inclusief de geothermische bron voor 15%), zonder geothermische bron nog 25%. Wij weten het energiegebruik van de TU Delft in 2005 niet, dus wij gebruiken de cijfers van 2016 als aanname. Het energiegebruik wordt door de TU Delft gegeven op energymonitor.tudelft.nl . Het energiegebruik is 58,47 miljoen kWh elektriciteit, 1,74 miljoen m ³ gas en 4,64 miljoen m ³ a.e. warmte. De 25% besparing komt neer op 190.6 TJ, omdat de warmte nu nog (vrijwel volledig) wordt geproduceerd met gasketels en een gas-WKK, nemen we aan dat deze besparing



Maatregel 14 - TU Delft Energieneutraal (programma tot 2020)	
	voor 90% op gas is en 10% op elektriciteit. De energiereductie (productie en besparing) komt zodoende neer op 5,15 miljoen m ³ gas (incl. geothermie) en 7,73 miljoen kWh elektriciteit. De totale besparing is 190,6 TJ en de productie van hernieuwbare energie 87,5 TJ.

Maatregel 15 - Energiebesparing horeca	
Omschrijving gemeente	Aantrekkelijker maken van Delft voor zowel toeristische als zakelijke gasten door verduurzaming horecasector. Faciliteren van de horeca bij het treffen van energiebesparende maatregelen.
Doel/resultaat gemeente	10 horecabedrijven besparen 10% op hun energierekening. Op de lange termijn wordt gestreefd naar twee nieuwe Green Key gecertificeerde horecabedrijven.
Effectbepaling	Volgens het CBS zijn er 345 horecabedrijven in 2015, de Klimaatmonitor geef voor dat jaar en die categorie een gasgebruik van 2,19 miljoen m ³ en een elektriciteitsgebruik van 16,15 miljoen kWh. Met 10 bedrijven die 10% besparen volgt hieruit een besparing van 46.823 kWh elektriciteit en 6.333 m ³ aardgas.

Maatregel 16 - Gemeentelijke gebouwen klimaatneutraal (visie)	
Omschrijving gemeente	Een betere sturing op het energieverbruik en - kosten van gemeentelijke gebouwen.
Doel/resultaat gemeente	Een plan en visie op vastgoed energiebeheer en duurzaamheid gekoppeld aan meerjaren onderhoudsplanning.
Effectbepaling	Het effect is niet concreet, we hebben de besparing geschat op 3,5% voor gas en elektriciteit. Dit percentage komt overeen met het effect van een slimme meter (bij huishoudens) zonder directe feedback. Voor het verbruik zijn we uitgegaan van de categorie 'Openbaar bestuur; overheidsdiensten en verplichte sociale verzekeringen' van 2016 uit Energie in Beeld. Dit is wellicht een overschatting omdat dit niet alleen de gemeentelijke gebouwen betreft, maar ook bijvoorbeeld het Hoogheemraadschap. Besparing elektriciteit komt hiermee op 0,36 miljoen kWh en aardgas op 0.03 miljoen m ³ .

Maatregel 17 - Visie Verduurzaming Warmtevoorziening Delft	
Omschrijving gemeente	Vormgeven van transitie in de energievoorziening richting 2050,
Doel/resultaat gemeente	Delft energieneutraal. Welke vorm van warmte, elektriciteit, buffering waar?
Effectbepaling	Visievorming, de doestelling is niet kwalitatief te onderbouwen (niet concreet), maar heeft effect op de lange termijn. Gekenmerkt als 'softe' maatregel.

Maatregel 18 - Green deal aardgasloze wijk Voorhof-Oost	
Omschrijving gemeente	Concrete afspraken en volledig uitgewerkt plan voor de verduurzaming van de warmtevoorziening in Voorhof Oost.
Doel/resultaat gemeente	Het gaat om +/- 1.427 woningen, 3 winkels. Totaal 27.000 GJ/jaar ongeveer (ongeveer het gemiddelde van 3 jaren).
Effectbepaling	De beoogde besparing is opgenomen als besparing op het aardgasgebruik van particulieren, aangezien deze het merendeel van de verbruikers vormen. We nemen aan dat de productie, gezien de doelstelling, volledig bestaat uit hernieuwbare warmte.



Maatregel 19 - Lokale warmtebronnen	
Omschrijving gemeente	Stimuleringen en faciliteren van de ontwikkeling van lokale/regionale warmtebronnen.
Doel/resultaat gemeente	
Effectbepaling	De doestelling is niet kwalitatief te onderbouwen door het ontbreken van gegevens. Geen effect toegekend.

Maatregel 20 - Geothermie TU Delft	
Omschrijving gemeente	Realisatie van aardwarmte door TU Delft, naar verwachting operationeel rond 2020. Jaarproductie van 280.000 GJ.
Doel/resultaat gemeente	
Effectbepaling	We nemen aan dat de jaarproductie ingezet wordt bij de TU en omliggende bedrijven (veronderstellen geen woning-aansluitingen). In maatregel 14 is al 70 TJ voor aardwarmte aan de TU Delft gerekend, dat is hier van de productie afgetrokken. De resterende hoeveelheid is 229,5 TJ oftewel een besparing van 7,25 miljoen m ³ aardgas.

Maatregel 21 - Cluster West	
Omschrijving gemeente	Realisatie van warmtenet Cluster West met een jaarlevering van 600 TJ warmte.
Doel/resultaat gemeente	
Effectbepaling	We nemen aan dat de levering wordt ingezet voor het verwarmen van woningen. Gemeente Delft hanteert voor Cluster West een ingroeimodel van AVR - Bio-WKK - HWC circa 1/3-1/3-1/3 in 2020, en volledig duurzaam in 2030. De hernieuwbare energie in 2020 is 1/3 voor Bio-WKK en 50% x 1/3 voor AVR, dus 50% van het warmtepotentieel (300 PJ). Het gaat hierbij om een equivalente productie van 9,5 miljoen m ³ aardgas.

Maatregel 22 - Delft Solar City	
Omschrijving gemeente	1 MW zonnepanelen per jaar installeren in Delft.
Doel/resultaat gemeente	
Effectbepaling	Dit komt neer op 4 MW zonne-energie in de periode 2017-2020, met een productie van 3,80 miljoen kWh (op basis van 950 vollasturen).

Maatregel 23 - Delft Energiecoöperatie	
Omschrijving gemeente	Burgers betrekken bij energietransitie, beweging van onderaf stimuleren.
Doel/resultaat gemeente	8 collectieve energieprojecten, 3 in de eerste 2 jaar, 5 in de laatste 2 jaar.
Effectbepaling	Energiecollectieven zijn er in alle soorten en maten, de doestelling is niet kwalitatief genoeg om te onderbouwen. Bij het behalen van het doel is er zeker een resultaat, daarom gekenmerkt als 'softe' maatregel.

Maatregel 24 - Actualisatie Beleidsregel Bodemenergie	
Omschrijving gemeente	Het optimaal benutten van de potentie van de bodem om warmte en koude te leveren aan (woning)bouwprojecten en het voorkomen van negatieve interferentie. Hiertoe de verordening en beleidsregel Bodemenergie 2015 met ordeningsregels periodiek actualiseren. Voor gesloten bodemenergiesystemen is Delft het bevoegd gezag.
Doel/resultaat gemeente	Extern bureau voert effectstudie uit en stelt desgewenst een bodemenergieplan op. Wij actualiseren Verordening en beleidsregel.



Maatregel 24 - Actualisatie Beleidsregel Bodemenergie	
Effectbepaling	Het resultaat is nog niet bekend en kan nog niet gekwantificeerd worden. Bij het behalen van het doel is waarschijnlijk wel effect op de lange termijn, daarom gekenmerkt als 'softe' maatregel.

Maatregel 25 - Zonnepanelen op HNK	
Omschrijving gemeente	Plaatsing van zonnepanelen op het HNK.
Doel/resultaat gemeente	Een gedetailleerd plan om te komen voor de plaatsing van de panelen door de energiecoöperatie. Volgens opgave van de gemeente gaat het om 380 panelen met een vermogen van ca. 95.000 Wpiek.
Effectbepaling	Met 950 vollasturen per jaar komt de jaarlijkse productie uit op ongeveer 90,25 duizend kWh.

Maatregel 26 - Energiebesparingsfonds (revolventend fonds)	
Omschrijving gemeente	Stimuleren van particuliere woningeigenaars en verenigingen om met energiebesparende maatregelen de woning/het verenigingsgebouw te verbeteren. Deze laagrentende lening is beschikbaar voor particulieren en non-profit organisaties. Particulieren kunnen minimaal € 1.500,- en maximaal € 10.000,- lenen en non-profitorganisaties minimaal € 1.500,- en maximaal € 50.000,-. Stimuleringsfonds Volkshuisvesting Nederlandse gemeenten (SVN) voert de regeling uit; gemeente Delft staat garant.
Doel/resultaat gemeente	Een beleidsregel waarmee een revolventend fonds wordt vormgegeven.
Effectbepaling	Het resterende budget is onbekend, wij nemen aan dat nog € 50.000 beschikbaar is en dat dit ingezet wordt voor woningisolatie. Op basis van gemiddelde kostenkanten en bijbehorende besparingen voor spouwmuur- en dakisolatie van MilieuCentraal schatten wij de kosten voor woningisolatie in op 0,4 m ³ gas/€. Hiermee schatten we dat met de aangenomen € 50.000 ongeveer 20.000 m ³ gas bespaard kan worden.

Maatregel 27 - Ondersteuning bewonersinitiatieven	
Omschrijving gemeente	Stimuleren van initiatieven uit de stad gericht op energiebesparing of inzet duurzame energie die bijdragen aan DEN 2050 en die mogelijk tot nieuwe e-deal moet leiden.
Doel/resultaat gemeente	Bewonersparticipatie en energiebesparing, nieuwe projecten/e-deals.
Effectbepaling	De doestelling is niet kwalitatief onderbouwd. Bij het behalen van het doel is er zeker een resultaat, daarom gekenmerkt als 'softe' maatregel.

Maatregel 28 - E3 deal	
Omschrijving gemeente	Het reduceren van de CO ₂ -uitstoot van scholen en vergroten van duurzaamheidsbewustwording.
Doel/resultaat gemeente	Ten minste 10 scholen treffen duurzaamheidsmaatregelen.
Effectbepaling	De doestelling is niet kwalitatief onderbouwd. Wij nemen aan dat er bij die elk van deze school 10% energie bespaard wordt (gelijk aan eerder genoemde doelstellingen voor bedrijven en horeca). Volgens Eco-Schools (Eco-Schools,2007. Factsheet energiegegevens basisscholen) gebruikt een vestiging van een school gemiddeld 27.500 m ³ gas en 55.000 kWh elektriciteit per jaar. Hiermee hebben wij een besparing van 27,5 duizend m ³ gas en 55,0 duizend kWh geschat.



Maatregel 29 - Pilot energieneutrale renovatie school	
Omschrijving gemeente	Renoveren tot energieneutrale school.
Doel/resultaat gemeente	
Effectbepaling	De doelstelling is niet kwalitatief onderbouwd, onduidelijk is om hoeveel scholen het gaat. Wij nemen aan dat het om een pilot gaat bij één school. Volgens Eco-Schools (Eco-Schools,2007. Factsheet energiegegevens basisscholen) gebruikt een vestiging van een school gemiddeld 27.500 m ³ gas en 55.000 kWh elektriciteit per jaar. Hiermee hebben wij een besparing van 27,5 duizend m ³ gas en 55,0 duizend kWh geschat.

Maatregel 30 - Delft wordt groen	
Omschrijving gemeente	De Delftse bevolking, bedrijven, instellingen en ook gemeentelijk organisatie stimuleren om nieuwe projecten en samenwerkingsverbanden op te pakken om invulling te geven aan de ambitie Delft energieneutraal 2050.
Doel/resultaat gemeente	Een marketingstrategie verder uitbouwen voor partijen in de stad. Doel Facebook 5.000 likes en verkennen mogelijkheden om strategie verder uit te bouwen met zakelijke partners.
Effectbepaling	Deze maatregel heeft geen concrete bijdrage en hebben we gekwalificeerd als 'softe' maatregel.

