

Monitoring warmte 2015

Marijke Menkveld **(ECN)**
Robin Matton **(ECN)**
Reinoud Segers **(CBS)**
Jurrien Vroom **(CBS)**
Anne Miek Kremer **(CBS)**

April 2017
ECN-E--17-018



Verantwoording

Dit rapport is geschreven door CBS (Reinoud Segers, Jurrien Vroom en Anne Miek Kremer) en ECN (Marijke Menkveld en Robbin Matton) in opdracht van RVO.nl (Lex Bosselaar). Wij willen Lex Bosselaar bedanken voor zijn hulp bij de totstandkoming van deze monitor. Ook bedanken we de warmteleveranciers NUON, Eneco, Ennatuurlijk, Stadsverwarming Purmerend en HVC voor het aanleveren van informatie over hun warmteleveringsprojecten.

Abstract

This report describes the role of heat in the energy system of the Netherlands. Also we collect information about district heating in the Netherlands.

“Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.”

Inhoudsopgave

	Samenvatting	4
1	Inleiding	11
2	Methodiek	14
2.1	Aandeel warmte in de energievoorziening van Nederland	15
2.2	De brandstofmix voor warmte per sector	20
2.3	Warmtelevering	21
2.4	Energieverbruik voor koude	26
2.5	Conclusies en aanbevelingen methodiek	26
3	Warmtevoorziening in Nederland	29
3.1	Warmte in totaal energieverbruik	29
3.2	Brandstofmix warmte	31
4	Warmteleveringen	35
4.1	Grote warmtenetten	35
4.2	Kleine warmtenetten	51
4.3	Totale warmtelevering warm water en het aandeel woningen	53
4.4	Blokverwarming	54
4.5	Stoomlevering	56
5	Energieverbruik voor koude	58
5.1	Energieverbruik koeling per sector	58
5.2	Koudelevering via netten	60
	Referenties	62



Samenvatting

RVO heeft ECN en CBS gevraagd gezamenlijk een ontwerp te maken voor een structurele monitoring van de warmtevoorziening in Nederland. Belangrijke doelen van deze monitoring zijn het volgen van de resultaten van het warmtebeleid van de overheid, ondersteuning bij beleidsontwikkeling en het maatschappelijk debat daarover. Daarnaast moeten de resultaten input leveren voor de Nationale Energieverkenning (NEV) en rapportages voor Europa.

Opbouw rapport

Het rapport bestaat in grote lijnen uit drie delen. In het eerste deel is veel aandacht voor de ontwikkeling van de methode. Het tweede deel is een overzicht van het totale energieverbruik voor warmte in Nederland, opgebouwd uit de CBS-Energiebalans. Het derde deel bevat uitdieping van enkele speciale onderwerpen die beleidsmatig relevant zijn en waarvoor op dit moment behoefte is aan betere of meer recente informatie. Het gaat daarbij om warmtelevering via netten, blokverwarming en energieverbruik voor koude.

Methode

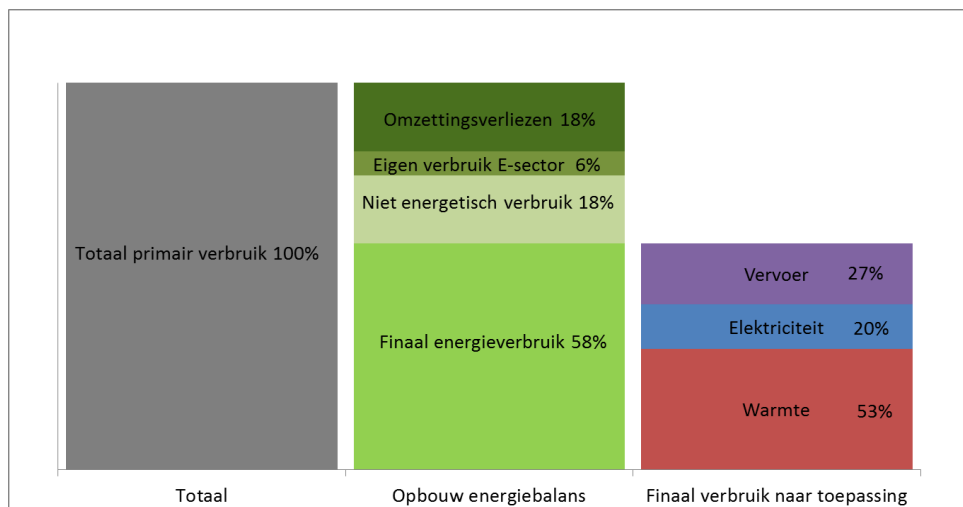
In het eerste deel van het rapport is veel aandacht voor de ontwikkeling van de methode. Uitgangspunt is daarbij om zoveel mogelijk gebruik te maken van bestaande statistieken zoals de CBS-Energiebalans en informatie die de overheid al verzamelt, zoals data van ACM over warmte. In de methodebeschrijving is ook aandacht voor de overwegingen bij de gemaakte keuzen en de overeenkomsten en verschillen met andere nationale en internationale statistieken.

Ruim de helft finaal energieverbruik naar warmte

Het totale energieverbruik in Nederland bedraagt ruim 3000 PJ. Ruim de helft daarvan wordt voor energetische doeleinden verbruikt door eindgebruikers: industrie, vervoermiddelen, huishoudens, diensten en landbouw. Ruim de helft van dit finaal energieverbruik wordt gebruikt voor warmte, ruim een kwart voor vervoer en de rest, ongeveer 20 procent, voor toepassingen met elektriciteit (anders dan warmte en vervoer). De variatie in de tijd van de bijdrage van warmte aan het finaal energieverbruik wordt op termijn van enkele jaren vooral beïnvloed door het weer. In

het koude jaar 2010 werd 57 procent van het finaal verbruik van energie benut voor warmte.

Figuur 1: Opbouw energieverbruik in Nederland vanuit de CBS energiebalans 2015



Aandeel hernieuwbare warmte 5%

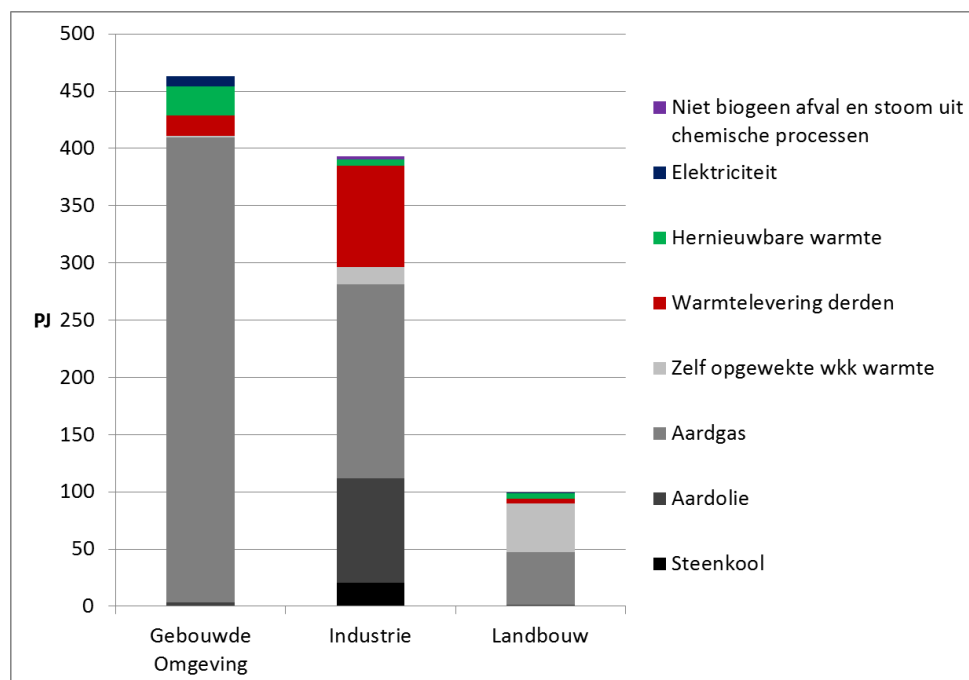
Het finaal energieverbruik voor warmte is voor 80% afkomstig uit aardgas, voor 5% uit hernieuwbare energie en een kleine 20% uit overige energiedragers, zoals restgassen uit aardolie en steenkool. Deze percentages zijn redelijk stabiel, hoewel de bijdrage van hernieuwbaar aan het finaal energiegebruik van warmte is gestegen van 2,4% in 2005 naar 5,3% in 2015.

In de warmtevraag van huishoudens gaat het om ruimteverwarming en warm tapwater. Het finaal energieverbruik voor warmte van huishoudens bestaat voornamelijk uit aardgas verstoekt in CV-ketels. Slechts 4% van het verbruik betreft warmtelevering door derden via stadsverwarming. Hetzelfde geldt voor de warmtevraag in de dienstensector. Het aantal woningen op stadsverwarming, bepaald als het aantal woningen in een stadsverwarmingsgebied zonder gasaansluiting, was in 2015 gelijk aan 410 duizend. In dit getal zit ook nog een beperkt aantal woningen met alternatieve verwarmingsbron.

Het finaal energieverbruik voor warmte in de industrie is ongeveer even groot als in de gebouwde omgeving en betreft vooral warmte voor processen. Minder dan de helft van dit verbruik in de industrie bestaat uit aardgas verstoekt in eigen ketels. In de industrie komt ook veel warmte uit het verbranden van aardolieproducten en wordt warmte geleverd door derden. Warmte geleverd door derden kan ook een WKK-installatie zijn op eigen terrein die door een andere partij wordt geëxploiteerd. Het finaal energieverbruik voor warmte in de landbouw wordt vooral gebruikt voor de verwarming van kassen. Deze warmte komt van aardgasgestookte ketels en WKK installaties van de landbouwbedrijven zelf, warmtelevering door derden aan de landbouw speelt slechts een kleine rol.

Naast het finaal energieverbruik voor warmte bij eindgebruikers in de gebouwde omgeving, industrie en landbouw is er een aanzienlijke warmtevraag (>100 PJ) bij raffinaderijen die in de energiebalans tot de energiebedrijven worden gerekend.

Figuur 2: Finaal energieverbruik voor warmte per sector naar energiedrager 2015



Warmtelevering geconcentreerd in grote netten

In deze monitoring definiëren we grote warmtenetten als netten die meer dan 150 TJ aan warmte leveren aan eindverbruikers. Het betreft warmtelevering door de 5 grootste warmteleveranciers: NUON, Eneco, Ennatuurlijk, HVC en Stadsverwarming Purmerend. Grote warmtenetten bevinden zich in de grote steden: Amsterdam, Rotterdam, Utrecht, Den Haag maar ook in Almere, Lelystad, Enschede, Ypenburg, Leiden, Arnhem, Breda, Tilburg, Helmond en de regio Alkmaar. In totaal gaat het in 2015 om ca. 300.000 aansluitingen en 20 PJ warmtelevering. CE rapporteerde in 2009 bij grote warmtenetten 226 duizend aansluitingen, uitgaande van warmtenetten met meer dan 5000 aansluitingen (CE, 2009). De warmteleveranciers verwachten een groei naar 345.000 aansluitingen en 22 PJ warmtelevering in 2020.

Tabel 1: Aantal aansluitingen en PJ warmtelevering in grote warmtenetten 2015

	Totaal aantal aansluitingen [duizend aansluitingen]	Warmtelevering [PJ/jaar]	Warmteleverancier
Utrecht	52,8	2,9	Eneco
Rotterdam	53,1	3,4	Eneco & Nuon
B3-Hoek	0,1	2,1	Eneco
Den Haag	4,9	1,1	Eneco
Ypenburg	10,1	0,3	Eneco
Amsterdam Zuid- en Oost incl. Amstelveen	15,5	1,3	Nuon & Eneco
Amsterdam Noord- en West	10,0	0,6	Nuon
Almere	49,0	1,7	Nuon
Lelystad	4,8	0,2	Nuon
Leiden	8,3	0,7	Nuon
Arnhem, Duiven en Westervoort	13,9	0,6	Nuon
Amernet	32,5	2,7	Ennatuurlijk
Enschede	6,3	0,5	Ennatuurlijk
Helmond	6,4	0,2	Ennatuurlijk
Eindhoven	4,1	0,2	Ennatuurlijk
Alkmaar, Heerhugowaard en Langedijk	4,6	0,2	HVC
Purmerend	25,9	0,8	Stadsverwarming Purmerend
Totaal	299	19,6	

De kleine warmtenetten, die minder dan 150 TJ warmte leveren, leverden in 2015 in totaal ongeveer 2 PJ warmte en hadden ca. 50.000 aansluitingen.

Het totaal aantal aansluitingen van de grote en kleine warmtenetten was samen ongeveer 350 duizend in 2015, waarvan ca. 345 duizend kleinverbruikers (< 100 kW). In termen van aantallen zullen dit vooral aansluitingen voor woningen zijn, maar ook onder de 100 kW zullen hier bedrijven bij zitten. Aan de andere kant komt het ook voor dat achter een zwaardere aansluiting meerdere woningen zitten. De schattingen lopen uiteen van 390 tot 410 duizend woningen op stadsverwarming.

Driekwart warmte geleverd aan grote warmtenetten uit fossiele warmtebronnen

Bijna drie kwart van de warmte die wordt geleverd aan de grote netten komt van aardgas- en kolencentrales en aardgas gestookte hulpwarmteketels. Hernieuwbare energie was goed voor ongeveer 15 procent van de geleverde warmte in 2015. Het gaat dan vooral om warmte uit de biogene fractie van huishoudelijk afval. Daarnaast komt er ook warmte uit vaste biomassa. Overige bronnen leverden 12 procent van de warmte. Het gaat dan vooral om de niet-biogene fractie van huishoudelijk afval. De laatste jaren neemt de hoeveelheid warmte uit afval en biomassa snel toe. In 2013 werd 8 procent van de warmte in warmtenetten geleverd vanuit afvalverbranding en biomassaketels, in 2015 is dat gestegen naar 25%.

Uit de warmtebalans per groot net volgt dat het warmteverlies in 2015 gemiddeld genomen gelijk was aan 25 procent van warmte die de netten in gaat. Er is veel variatie

tussen de netten in het aandeel warmteverlies. Netten met veel grootverbruikers hebben vaak een relatief laag verlies en netten met veel klein verbruikers hebben vaak een relatief groot verlies.

De kleine warmtenetten hebben vaak een aardgasgestookte wkk-installatie als hoofdbron. Biomassaketels en bodemenergie (warmte/koudeopslag) komen ook regelmatig voor als bron.

Gasgestookte blokverwarming in 500 duizend woningen

Blokverwarming is verwarming van meerdere woningen in één gebouw door één of meerdere gezamenlijke warmtebronnen in een gebouw. Vaak gaat het dan om een aardgasketel. Blokverwarming onderscheidt zich van warmtelevering door grote of kleine netten doordat de warmte in een gebouw blijft. Uit analyse blijkt dat ca. 500 duizend woningen zijn aangesloten op ca. 9000 blokverwarmingscomplexen met een aardgasketel. Het totale gasverbruik van deze woningen op blokverwarming is ongeveer 15 PJ, wat neerkomt op ongeveer 1000 m³ gas per woning.

Blokverwarming komt voor in de meeste gemeenten van Nederland, maar concentreert zich in grote steden met appartementencomplexen. Blokverwarming komt het meest voor in de drie grootste steden. In Utrecht komt het weinig voor, omdat veel appartementencomplexen zijn aangesloten op het al lang bestaande warmtenet.

Tabel 2: Top 10 gemeenten met blokverwarming op aardgas in 2015, CBS analyse

	Aantal woningen
Rotterdam	32.500
Amsterdam	32.000
s-Gravenhage	27.500
Delft	13.000
Groningen	11.800
Eindhoven	11.200
Zoetermeer	10.900
Amstelveen	10.500
Nijmegen	9.300
Schiedam	7.500

Blokverwarming vindt op beperktere schaal ook plaats met behulp van andere warmtebronnen dan aardgas, bijvoorbeeld warmte/koudeopslag. Hierover hebben we echter geen cijfers kunnen afleiden.

Stoomlevering groter dan warmtelevering

Stoom is nodig voor veel industriële processen. Bedrijven kunnen stoom zelf maken, via stoomketels of warmtekrachtinstallaties, of bedrijven kunnen stoom aankopen van energiebedrijven, of andere bedrijven in de buurt. De totale leveringen van stoom aan eindverbruikers was 88 PJ in 2015. Dat is meer dan de 24 PJ leveringen van warm water. Stoomlevering wordt ook meegenomen onder de Europese definitie van 'District Heating'.

Energieverbruik voor koude minder dan voor warmte

Er is vraag naar koude voor product- en proceskoeling en voor ruimtekoeling.

Ruimtekoeling voorziet in comfortbehoefte in gebouwen die wordt verzorgd door klimaatbeheersing. Nu wordt de koude meestal opgewekt met elektrisch aangedreven compressiekoelmachines. Ruimtekoeling kan ook op meer duurzame wijze worden ingevuld met warmte/koude opslag (WKO) of koude uit oppervlaktewater. Bij product- en proceskoeling is de benodigde temperatuurdaling te groot om via een WKO te doen. Op basis van onderzoek van vooral KWA, aangevuld met CBS gegevens schatten we het elektriciteitsverbruik voor koeling bij eindverbruikers op 27 PJ, waarvan 19 PJ product- en proceskoeling in de industrie en dienstensector en 10 PJ ruimtekoeling in de huishoudens, diensten en landbouw. Het totale finale energieverbruik voor koude betreft 1% van het totale finale energieverbruik in Nederland in 2015.

WKO is met name voor het vastgoed interessant omdat er zo op een duurzame wijze gekoeld en verwarmd kan worden. In 2015 was de totale koude productie uit WKO's in Nederland ongeveer 2 PJ (CBS, 2016). Dit betreft grotendeels koude voor eigen gebruik in de utiliteitsbouw. De koude uit WKO is ca. 5% van de totale koude productie in de dienstensector.

De grote warmteleveranciers in Nederland leveren niet alleen warmte, maar ontwikkelen op relatief beperkte schaal ook koudenetten om koude te leveren. Ennatuurlijk levert koude aan het mediapark in Hilversum, aan de wijk Belvédère in Maastricht en het Paleiskwartier in Den Bosch. NUON levert koude in Amsterdam, aan de Zuid-as, in Zuid-Oost en aan de nieuwe wijk Houthaven. HVC levert koude in Alkmaar en Dordrecht. Bij Steenwijk worden gebouwen op een bedrijventerrein gekoeld, waarbij het net wordt geëxploiteerd door installatiebedrijven. Eneco levert koude met Maaswater via Maaswaterkoeling in combinatie met een koudenet aan de Wilhelminapier en via koudenetten in het centrum van Rotterdam, in het stationsgebied van Den Haag en in Hoog Catharijne te Utrecht. Koudelevering via netten (die meerdere gebouwen bedienen) was in 2015 goed voor 0,4 PJ koude. De meeste koude komt daarbij uit hernieuwbare bronnen, een veel kleiner deel komt uit compressie-koelmachines op elektriciteit.

Terugblik op onderzoek en vervolg

Zoals blijkt uit bovenstaande zijn in het onderzoek beschreven in dit rapport meerdere zaken bereikt:

- het beschrijven en operationeel maken van een methode om het energieverbruik voor warmte te destilleren uit de CBS-Energiebalans, inclusief uitsplitsingen naar sector en energiedrager.

Specifiek voor warmte- en koudenetten:

- het kwalitatief en kwantitatief beschrijven van de ontwikkelingen bij de 17 grootste netten voor stadsverwarming.
- het maken van een warmtebalans voor deze netten, aansluitend op CBS-data.
- Het bottom-up in kaart brengen van blokverwarming via combinatie van data uit de klantenbestanden van de netbedrijven, de basisadministratie gebouwen (BAG) en de meldingendatabase van de ACM
- Het maken van een overzicht van energieverbruik voor koude en koude levering via netten.

De methoden zijn zo gekozen dat ze zoveel mogelijk gebruik maken van bestaande databronnen die vaak jaarlijks en soms tweejaarlijks beschikbaar komen. Het is dan mogelijk om met relatief weinig moeite dit onderzoek te herhalen voor latere verslagjaren.

Tijdens het onderzoek is naar voren gekomen dat het wenselijk is om een aantal zaken nog extra aandacht te geven. Ten aanzien van de methode gaat het om:

- Data over de uitsplitsing van levering van warmte uit stadsverwarming naar sector zijn nog steeds onzeker. Nadere analyses ondersteund door data van warmtebedrijven zou de onzekerheid kunnen reduceren.
- Nieuwe inzichten over stadsverwarming over hulpketels en distributie verliezen kunnen nog niet (volledig) worden meegenomen in de CBS-Energiebalans en de NEV, omdat deze nieuwe inzichten nog niet zijn verwerkt in de historische reeksen.
- Voor het in kaart brengen van stadsverwarming gebruikt CBS de postcodelijst van ACM met stadsverwarmingsgebieden zonder aansluitplicht voor gas. Momenteel is onduidelijk of deze lijst regelmatige updates blijft krijgen.
- Voor stoomnetten loopt momenteel een discussie bij Eurostat over de definitie, waar CBS bij is betrokken. Het ligt voor de hand om nader naar de stoomnetten te gaan kijken, als deze discussie naar verwachting eind 2017 is afgerond.

Ten aanzien van de scope van de rapportage is het volgende op te merken:

- De ruime aandacht voor warmtenetten is gebaseerd op de mogelijke rol die deze netten zouden kunnen hebben bij de verduurzaming van de warmtevoorziening. Naast warmtenetten zouden ook andere opties een bijdrage kunnen leveren aan die verduurzaming, zoals warmtepompen of groen gas. In een volgende monitor zouden die wellicht meer aandacht verdienen. Warmtepompen zijn meegenomen in deze rapportage. Belangrijk is echter wel om te realiseren dat de cijfers over energieverbruik van warmtepompen afhangen van kentallen die gebaseerd zijn op expert schattingen. Er is nog heel weinig bekend over het daadwerkelijk functioneren van warmtepompen in de praktijk in Nederland.

1

Inleiding

Aanleiding

Er is veel aandacht in het energiebeleid voor verduurzaming van de warmtevoorziening. “Het grote beslag dat de warmtevoorziening legt op ons energieverbruik, betekent ook dat verduurzamen en verminderen hiervan cruciaal is om de transitie naar een volledig duurzame energiehuishouding in 2050 te realiseren”, zo schrijft de Minister van Economische Zaken in de warmtevisie (EZ, 2015). Het energierapport voegt daaraan toe: “In de warmtevoorziening zal aardgas geleidelijk plaats maken voor andere bronnen van warmte, zoals elektriciteit, omgevingswarmte, bodemenergie en industriële restwarmte”(EZ, 2016).

Tegelijkertijd is informatie over warmte beperkt beschikbaar. In de CBS energiebalans is het energieverbruik voor warmte niet direct herkenbaar en CBS heeft ook geen aparte statistieken over de warmtevoorziening. Een deel van de warmtevoorziening waarvoor veel belangstelling bestaat is warmtelevering (stadsverwarming, blokverwarming, stoomnetten). Ecorys heeft in de evaluatie van de Warmtewet aangegeven dat zij voor informatie over de warmteleveringen veel verschillende bronnen heeft moeten gebruiken. De gefragmenteerde dataverzameling en het verschil in bronnen heeft als nadeel dat de resultaten niet altijd met elkaar in lijn zijn. Deze verschillen duiden op onnauwkeurigheden in de informatie. Ook constateert Ecorys missende cijfers over blokverwarming, koudelevering en warmtelevering door hulpwarmteketels.

In de periode 1994 tot en met 2015 liet EnergieNederland jaarlijks het Basisonderzoek Warmte Kleinverbruikers uitvoeren onder huishoudens die zijn aangesloten op een warmtenet. Het doel van het BWK onderzoek was om inzicht te krijgen in het energieverbruik van huishoudens die zijn aangesloten op stadsverwarmingsnetten. Na 2015 is het onderzoek stopgezet.

ECN heeft in 2015 een rapport uitgebracht over warmtenetten, maar dit is een eenmalige actie geweest. Daarvoor was het laatste rapport van CE uit 2009. Voor het volgen van de ontwikkelingen in Nederland is het wenselijk de statistiek over energieverbruik voor warmte en warmteleveringen te verbeteren. RVO heeft ECN en CBS gevraagd gezamenlijk een ontwerp te maken voor de structurele monitoring van de warmtevoorziening in Nederland.

Doel

Dit rapport beschrijft een ontwerp voor de structurele monitoring voor de warmtevoorziening in Nederland. Dit houdt in een analyse van de gegevens die nodig zijn, een onderzoek naar beschikbare gegevensbronnen, en een opzet van de monitoringsmethodiek, het opstellen van definities en het vastleggen daarvan. Tevens maken we een update van de gegevens over de grote warmtenetten met data over 2015. Dit is een eerste stap en levert een voorstel op voor het ontwerp voor de toekomstige (completere) warmte-monitor en identificeert welke informatie additioneel verzameld en/of bewerkt zou moeten worden.

Doel van de monitoring van de warmtevoorziening is het volgen van de resultaten van het warmtebeleid van de overheid en de ontwikkelingen in de markt. De monitoring levert zo ondersteuning bij de ontwikkeling van beleid en maatschappelijke discussie daarover. De hoofdvraag is welke trends zichtbaar zijn in de verduurzaming van de warmtevoorziening. Welk deel van ons energieverbruik is gerelateerd aan warmte? Hoeveel energie gebruiken de verschillende sectoren voor warmte?. Welke rol speelt warmtelevering daarbij? Ook moet deze monitoring antwoord geven op specifieke beleidsvragen rond warmtelevering via warmtenetten: Hoe ontwikkelt zich het aantal aansluitingen en hoeveelheid Joules geleverde warmte in stadsverwarmingsprojecten? Hoe ontwikkelt de warmtevraag van woningen met een aansluiting op een warmtenet zich in vergelijking tot woningen met een aansluiting op een gasnet? Wat is het potentieel van verduurzaming van blokverwarming, of is er juist een trend naar het vervangen van aardgasgestookte blokverwarming door gewone CV-ketels op aardgas? Welk aandeel van de warmtevoorziening komt uit hernieuwbare bronnen?

Scope

Dit rapport is een eerste versie van en een ontwerp voor de structurele monitoring voor de warmtevoorziening in Nederland. Deze monitor geeft kwantitatieve data op basis van historische en recente ontwikkelingen en geeft ook een korte termijn outlook van projecten en verwachte uitbreidingen in de pijplijn.

De monitoring betreft de gehele warmtevoorziening in Nederland, aan alle eindverbruiksectoren (huishoudens, diensten, industrie en landbouw), met alle daarvoor gebruikte energiedragers (gas, warmte en elektriciteit) en alle fossiele en hernieuwbare energiebronnen. Specifiek besteedt de monitor aandacht aan warmtelevering via warmtenetten.

In het rapport is veel aandacht voor methode-ontwikkeling, met in het achterhoofd de gedachte dat de studie relatief makkelijk te herhalen zou moeten zijn in latere jaren. Dat betekent dat zoveel mogelijk aangesloten is op informatiebronnen met regelmatige (meest jaarlijkse) updates en dat eventuele wenselijke extra uitvraag bij bedrijven zo simpel mogelijk is. Belangrijk is ook steeds de link met de CBS-Energiebalans, welke de basis is voor de Nationale Energieverkenning en de leveringen van data vanuit Nederland aan Eurostat en IEA.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de methode voor de monitoring beschreven, een beschrijving van de gebruikte databronnen en de definitie van indicatoren. Tevens worden conclusies en aanbevelingen gedaan voor de wijze waarop deze monitor herhaald kan worden en welke additionele informatie verzameld zou moeten worden om een completer beeld

te schetsen. Hoofdstuk 3 schetst het aandeel van de warmtevoorziening in het totale energieverbruik van Nederland. Ook geeft hoofdstuk 3 aan welke energiedragers gebruikt worden in de warmtevoorziening van de eindverbruik sectoren gebouwde omgeving, industrie en landbouw. Hoofdstuk 4 beschrijft de warmtelevering door derden via warmtenetten, stoomnetten en blokverwarming. Hoofdstuk 5 bespreekt de koudevoorziening in Nederland en koudelevering door derden via koudenetten.

2

Methodiek

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet van een structurele monitoring van de warmtevoorziening in Nederland. Dit houdt in een analyse van de gegevens die nodig zijn, een onderzoek naar beschikbare gegevensbronnen, en een opzet van de monitoringsmethodiek en het vastleggen daarvan.

Welke gegevens zijn nodig?

In overleg met RVO.nl hebben we geïnventariseerd welke informatie de monitoring moet opleveren. Daaruit kwamen verschillende onderwerpen naar voren:

- Het aandeel van warmte in de energievoorziening in Nederland
- De wijze waarop in verschillende sectoren in die warmtevraag wordt voorzien, de brandstofmix.
- Het aandeel warmtelevering via warmtenetten en stoomnetten in het totale energieverbruik voor de warmte. Welk deel van de warmtelevering/stoomlevering gaat naar welke sector? Hoeveel woningen zijn aangesloten op een warmtenet en hoeveel warmte krijgen zij geleverd?
- Het energiegebruik voor koude en koudelevering via netten

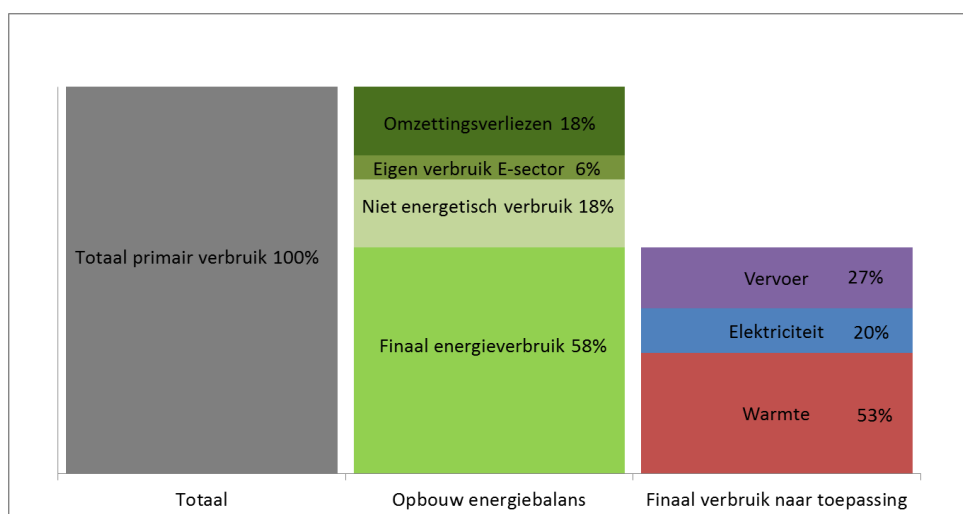
Hoe de data over deze onderwerpen wordt verzameld en welke bronnen daarbij zijn gebruikt wordt beschreven in dit hoofdstuk.

Het aandeel warmte in de energievoorziening en de brandstofmix kan worden afgeleid uit reeds beschikbare informatie in de energiebalans van CBS. In paragraaf 2.1 en 2.2 beschrijven we welke keuzes daarbij zijn gemaakt en welke definities CBS hanteert. Om meer te weten te komen over warmtelevering en koudelevering hebben ECN en het CBS nieuwe data verzameld. Die nieuwe dataverzameling wordt besproken in paragraaf 2.3 en 2.4. Paragraaf 2.5 beschrijft de conclusies en aanbevelingen voor een structurele monitoring van warmte.

2.1 Aandeel warmte in de energievoorziening van Nederland

We kiezen ervoor om het aandeel warmte te bepalen als aandeel in het finaal energieverbruik van eindgebruikers. Dat sluit aan op de energiebalans die CBS jaarlijks maakt en kan ook rechttoe rechtaan per sector worden bepaald. Paragraaf 3.1 en figuur 1 in de samenvatting (hieronder nogmaals toegevoegd) beschrijft het resultaat op basis van de CBS energiebalans 2015. Deze methode kan in de toekomst eenvoudig worden herhaald op basis van de energiebalans van het CBS.

Figuur 3: Opbouw energieverbruik in Nederland vanuit de CBS energiebalans 2015



De energiehuishouding in Nederland is complex, omdat veel verschillende vormen van energie in een andere vorm van energie worden omgezet. Deze omzettingen gaan gepaard met verliezen. Ook zijn er veel verschillende partijen betrokken bij winning, omzetting en verbruik van energie en is er sprake van uitwisseling van energie tussen partijen. De CBS-Energiebalans beschrijft deze energiestromen en is gebruikt als uitgangspunt. Hieronder volgt eerst uitleg over de CBS-Energiebalans en de daarin gehanteerde begrippen. Daarna wordt een methode uitgewerkt voor de bepaling van de rol van warmte in de gehele energievoorziening.

Het **primair verbruik van energie** (links in figuur 1) is alle verbruik van energie dat geteld wordt binnen de energiebalans. Het is de som van:

- finaal verbruik (buiten de energiesector)
- het eigen verbruik en distributieverliezen van de energiesector
- de omzettingsverliezen.

Per definitie is het primair verbruik, behoudens statistische verschillen, gelijk aan het primair aanbod van energie (berekend uit winning, invoer/uitvoer, bunkers en voorraadmutaties). Winning is inclusief winning hernieuwbare energie zoals warmteproductie door zonneboilers en aardwarmte.

Het **finaal verbruik van energie** is het verbruik van energie door eindverbruikers (niet-energiebedrijven) zonder dat er een andere vorm van energie overblijft die wordt geteld binnen de Energiebalans. Na het eindverbruik is de energie volgens de concepten van de Energiebalans dus 'op'. Er zijn twee soorten finaal verbruik:

1. Finaal energieverbruik en
2. Niet energetisch verbruik.

Hieronder worden deze begrippen nader toegelicht.

Niet-energetisch gebruik

Dit is het gebruik van een energiedrager voor het maken van een product dat geen energiedrager is, waarbij de voor het productieproces gebruikte energie in het product aanwezig blijft. Het belangrijkste voorbeeld is het gebruik van olie voor het maken van plastics. Nederland heeft een grote petrochemische industrie en daarom gaat het om een substantiële hoeveelheid energie.

Finaal energieverbruik

Dit is het eindverbruik van energie voor energetische toepassingen, bijvoorbeeld elektriciteitsverbruik in een apparaat.

Het is belangrijk om te weten dat warmte voor eigen verbruik die geproduceerd wordt door verbranding van brandstoffen (bijvoorbeeld aardgas) niet expliciet in de Energiebalans voorkomt. Dat betekent dat het verbruik van deze brandstoffen door eindverbruikers telt als finaal energieverbruik (en niet de geproduceerde warmte). Warmte voor eigen verbruik uit warmtekrachtinstallaties (wkk) en aangekochte warmte komt wel in de Energiebalans. CBS neemt niet alle details mee in de Energiebalans, die gepresenteerd wordt met 0,1 PJ als kleinste eenheid. Micro-wkk is vooralsnog te klein om te worden meegenomen.

Het finaal energieverbruik bestaat voor het grootste deel uit energiedragers die aangekocht zijn. Echter, ook de energie die zelf is geproduceerd uit omzettingen (bijvoorbeeld wkk) en zelf gewonnen energie (zoals bijvoorbeeld zonnewarmte) telt mee. Energie die wordt gebruikt voor omzetting in andere energiedragers (zoals de inzet voor wkk) telt niet mee bij het finaal energieverbruik.

Finaal verbruik naar toepassing

Het finaal (energetisch) verbruik van energie kan op hoofdlijnen onderverdeeld worden in drie toepassingen:

1. Elektriciteit
2. Warmte
3. Vervoer.

Deze onderverdeling is op hoofdlijnen direct af te leiden uit de Energiebalans: Het finaal verbruik van elektriciteit is beschikbaar, evenals het finaal verbruik voor de sector vervoer. Het restant is dan in principe finaal verbruik van warmte. Belangrijk hierbij is te weten dat de sector vervoer in de energiestatistieken gedefinieerd is als alle binnenlandse leveringen van energie voor vervoer over land, plus binnenlandse leveringen voor

vervoer over water en de lucht voor zover het vervoer betreft met vertrek en aankomst in Nederland.

Primair verbruik versus eindverbruik

We kiezen ervoor om het aandeel warmte te bepalen als aandeel in het finaal energieverbruik. Dat sluit aan op de energiebalans en kan ook rechttoe rechtaan per sector worden bepaald. Het finaal energieverbruik wordt ook (in grote lijnen) gebruikt in de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. Het zou ook mogelijk zijn om het eindverbruik terug te rekenen naar het primaire verbruik. Voordeel daarvan is dat het beter aansluit bij de uiteindelijke doelen van het energieverbruik (reductie van het verbruik fossiele energiedragers en de daaraan gerelateerde broeikasgasemissies), nadeel is dat het lastig is om hier een transparante en evenwichtige methode voor te bedenken.

In een eerdere studie (Segers, 2012) heeft het CBS de vertaalslag naar primair verbruik gemaakt. De omzettingsverliezen komen voor een groot deel bij elektriciteit terecht en als gevolg daarvan leidt de berekening in termen van primaire energie tot een lager aandeel van warmte in de energievoorziening dan bij een berekening in termen van finaal energieverbruik. Het aandeel warmte in het finale energieverbruik is dan ongeveer 45 procent.

Eindverbruik energiedragers versus nuttige warmte

Zoals hierboven beschreven telt de warmte die wordt geproduceerd door warmteketels voor eigen verbruik niet als finaal energieverbruik. Toch kan het wel nuttig zijn om deze warmte te berekenen en te benoemen. Daarom definiëren we hiervoor het begrip “nuttige warmte”. De nuttige warmte is de hoeveelheid warmte die gebruikt wordt voor nuttige toepassing, zoals ruimteverwarming en procesverwarming. De nuttige warmte is de som van:

- Het finaal verbruik van brandstoffen in warmteketels voor eigen verbruik maal het ketelrendement
- Het finaal verbruik van de energiedrager warmte uit de Energiebalans.
- Het finaal verbruik van hernieuwbare warmte-energiedragers: zonnewarmte, aardwarmte en omgevingswarmte (bodemenergie en buitenlucht).

We stellen voor met het begrip nuttige warmte voorlopig niets te doen omdat het niet wordt gebruikt in Europese statistieken, omdat het vereist dat je aannames doet over rendementen waarmee de warmte wordt opgewekt en om het aantal energieverbruiksbegrippen dat in omloop is te beperken.

Wel of geen weer- en klimaatcorrectie?

We presenteren in dit rapport alleen het aandeel warmte in het totaal energieverbruik voor één specifiek jaar en gaan daarbij uit van werkelijke verbruiken uit de energiebalans 2015. Als we in de komende jaren een nieuwe versie van dit monitoringrapport zouden maken en meerdere jaren met elkaar zouden willen vergelijken om de trends te laten zien, dan zouden we rekening moeten houden met weer- en klimaatgecorrigeerde cijfers, die de toevallige afwijkingen in het energieverbruik door een koude of warme winter corrigeren.

Met of zonder eigen verbruik energiebedrijven (inclusief raffinaderijen)

Als we ervoor kiezen het aandeel warmte te bepalen ten opzichte van het finaal energiegebruik dan blijft het eigen energiegebruik van energiebedrijven buiten beschouwing. Daarin zit ook het aanzienlijke energieverbruik voor warmte van raffinaderijen (> 100 PJ). We stellen voor om het eigen verbruik van energiebedrijven *niet* mee te nemen in het eindverbruik voor warmte, maar wel apart te benoemen in de rapportage. Reden hiervoor is dat we het aantal verbruiksbegrippen beperkt willen houden.

Mobiele werktuigen als warmte of als vervoer

De sector vervoer omvat in de energiestatistieken niet het verbruik van brandstoffen voor mobiele werktuigen, vissersschepen en defensie. Als gevolg daarvan komt dit verbruik in de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie terecht bij de toepassing voor warmte. Voor deze monitor kiezen we ervoor om brandstoffen voor mobiele werktuigen, vissersschepen en defensie wél te plaatsen bij de sector vervoer. Dit sluit aan bij het doel van de monitor (hoe steekt onze fysieke warmtevoorziening in elkaar?), het sluit aan bij de Nationale Energieverkenning (NEV) en bij het huidige beleid.

Elektriciteitsverbruik voor warmte tellen als elektriciteit of als warmte

Een ander aandachtspunt is het elektriciteitsverbruik voor warmte. Het finaal energieverbruik wordt in de CBS energiebalans alleen uitgesplitst naar sector, maar niet naar toepassing. Dat betekent dat informatie over het elektriciteitsverbruik voor warmte, bij bijvoorbeeld huishoudens, niet is af te leiden uit de Energiebalans. Toch is er wel interesse in deze informatie. Als gevolg daarvan is recentelijk de Europese verordening voor energiestatistieken aangepast en levert het CBS vanaf verslagjaar 2014 informatie over de uitsplitsing van het finaal verbruik bij huishoudens (zie ook 3.2.1), apart van de standaard energiebalansstatistieken.

Buiten huishoudens wordt ook elektriciteit gebruikt voor warmte. Uit de statistiek over warmtepompen (CBS, 2015) is af te leiden dat in 2014 de warmtepompen bij de diensten en de landbouw 1,5 PJ elektriciteit verbruikten. Warmtepompen die restwarmte in de industrie opwaarderen voor hergebruik zitten niet de CBS-warmtepompenstatistiek.

We kiezen ervoor om het elektriciteitsverbruik voor warmte apart te laten zien en mee te tellen bij warmte, ook al is het tot op heden alleen voor de huishoudens bekend. Deze keuze sluit het beste aan bij analyses over de warmtevoorziening en maakt meteen duidelijk waar nog relevante witte vlekken zijn.

Met of zonder omgevingswarmte warmtepompen

Warmtepompen onttrekken warmte aan de omgeving. Die omgevingswarmte is nu geen onderdeel van de nationale en internationale energiebalansen, maar er is al besloten om dat in de toekomst wel mee te nemen. In deze monitor telt de omgevingswarmte nu meteen al mee. Warmtepompen in de industrie die restwarmte opwaarderen voor hergebruik zitten en komen niet in de energiebalansstatistieken, omdat deze geen nieuwe energie het energiesysteem inbrengen. Toename van het gebruik van deze warmtepompen zal wel leiden tot afname van het verbruik van aardgas en een toename van het verbruik van aandrijfenergie (veelal elektriciteit) en bij voldoende efficiëntie van de warmtepompen leiden tot energiebesparing.

Zonnewarmte en aardwarmte zitten al in de nationale en internationale energiebalansen en worden dus ook meegenomen.

Definities uit Nationale energiebalans of Europese definities?

In de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie (Europees Parlement en de Raad, 2009) wordt gerekend met het zogenaamde bruto eindverbruik. Het bruto eindverbruik komt niet direct voor in de energiebalansen volgens de officiële Europese statistieken, maar is daaruit wel grotendeels af te leiden. Het bruto eindverbruik bestaat uit de volgende componenten:

- Finaal (energetisch) energieverbruik (veruit de grootste component)
- Eigen verbruik van warmte en elektriciteit door de elektriciteitsproductiebedrijven
- Distributieverliezen elektriciteit en warmte
- Onttrekking van warmte uit de bodem of buitenlucht door warmtepompen (zit nog niet in de internationale energiebalansen)
- Negatieve correctie voor een hoog aandeel internationaal vliegverkeer (Europees Parlement en de Raad, 2009).

We kiezen ervoor in deze monitor aan te sluiten bij de nationale energiebalans en niet bij de Eurostat gegevens, omdat deze balans het meest is toegesneden op de nationale situatie. Zeker bij het inzoomen op de rol van warmtekrachtinstallaties heeft dit veel voordelen. Het is van belang om te bedenken dat er enkele conceptuele verschillen zijn tussen de nationale CBS-energiebalans en de Energiebalans die Eurostat publiceert..

Belangrijke verschillen zijn:

- Eurostat ziet leveringen aan internationaal vliegverkeer als finaal verbruik, terwijl CBS (en IEA en de VN) dit zien als bunkers, een bijzondere vorm van export.
- Eurostat verplaatst een deel van de inzet van steenkool(cokes) van de hoogovens naar energetisch finaal verbruik van de staalindustrie. Dit onderdeel van de energiestatistieken staat internationaal ter discussie. Eurostat en IEA hanteren een verschillende benadering die ook weer afwijkt van de handleiding van de VN (2016).
- Eurostat wil niet verkochte wkk-warmte niet zien, maar vraagt de lidstaten om voor aanleveringen van de data de inzet van de wkk installaties welke toegerekend wordt aan niet-verkochte warmte over te boeken naar finaal verbruik. Dit leidt voor Nederland vooral tot een verplaatsing van finaal verbruik van warmte naar finaal verbruik van aardgas.

Precies volgen van Eurostat heeft als belangrijk nadeel dat wkk-warmte nauwelijks meer zichtbaar is. Zeker als je gaat inzoomen is dat lastig. In de Nationale Energieverkenning (NEV) wordt wel het bruto eindverbruik als uitgangspunt genomen, omdat in de NEV de focus ligt op de grote lijnen en het bruto eindverbruik ook belangrijk is als noemer van het aandeel hernieuwbare energie.

In de nationale energieverkenning (ECN et al., 2016) wordt ook over de bijdrage van warmte aan het eindverbruik van energie gerapporteerd. Zoals hierboven geschetst zijn er verschillen die in onderstaande tabel worden samengevat. De verschillen zijn vooral terug te voeren op het verschil in hoofddoel van de studies: dit rapport richt zich op het beschrijven van wat er fysiek aan de hand is, per sector en per energiedrager. In de NEV staan de doelen op nationaal niveau en in Europees kader centraal.

Tabel 3: Verschillen in definitie van de bijdrage van warmte tussen finaal energieverbruik (Nationale energiebalans, dit rapport) en bruto eindverbruik (Nationale Energieverkenning)

Finaal energieverbruik nationale energiebalans en deze studie	Bruto eindverbruik Nationale Energieverkenning
Zonder internationaal vliegverkeer	Met internationaal vliegverkeer als onderdeel restpost "Overig eindverbruik"
Zonder verplaatsen omzettingsverliezen hoogovens	Met verplaatsten omzettingsverliezen hoogovens naar restpost "Overig eindverbruik"
Zonder overboeken van wkk-warmte voor eigen verbruik naar finaal energieverbruik van wkk-brandstof	Overboeking van wkk-warmte voor eigen verbruik naar finaal energieverbruik van wkk-brandstof leidt tot extra finaal energieverbruik
Zonder transport- en distributieverliezen	Met transport- en distributieverliezen
Zonder eigen verbruik elektriciteitsproductie	Met eigen verbruik elektriciteitsproductie
Geen sector "Overig eindverbruik"	Sector "Overig eindverbruik" (9% van het totaal in 2014) om verschillen tussen nationale en Europese definities te verdisconteren
Zonder correctie voor hoog aandeel vliegverkeer	Met correctie voor hoog aandeel vliegverkeer
Elektriciteit voor warmte bij huishoudens onderdeel van eindverbruik voor warmte	Elektriciteit voor warmte bij huishoudens onderdeel van eindverbruik als elektriciteit
Geen correctie voor weer	Cijfers met en zonder correctie voor weer

2.2 De brandstofmix voor warmte per sector

We stellen het eindverbruik van energie voor warmte centraal. Het blijft echter relevant om te weten welke primaire energiedragers nodig geweest zijn voor het eindverbruik van warmte. De warmtevoorziening wordt voor een groot deel ingevuld door het direct finaal verbruik van primaire energiedragers zoals aardgas, of soms bijvoorbeeld ook biomassa die als energiedragers voorkomen in de energiebalans.

Een ander gedeelte van het verbruik wordt ingevuld door het verbruik van de secundaire energiedrager warmte (en voor een klein deel ook elektriciteit). De secundaire energiedrager warmte is in de nationale energiestatistieken gedefinieerd als alle warmte die wordt geproduceerd door alle warmtekrachtinstallaties plus de aangekochte warmte uit warmteketels of aardwarmte. De brandstofmix van de wkk-installaties is bekend uit de CBS-statistiek Productiemiddelen Elektriciteit. De brandstofmix van de aangekochte warmte uit warmteketels heeft het CBS rapporteert CBS aan IEA en Eurostat en is gebaseerd op waarneming van de grootste installaties bij bedrijven uit energiesector en industrie.

Het totaal van aangekochte warmte voor de sectoren industrie, landbouw, huishouden en diensten uit de energiebalans van het CBS is gebaseerd het aanbod van warmte uit de CBS-Energiebalans. Tussen het aanbod van warmte en de warmtelevering hanteert momenteel CBS een warmteverlies van 15 procent voor leveringen van warm water door elektriciteitscentrales en afvalverbrandingsinstallaties. Voor andere warmteleveringen wordt geen verlies aangenomen. Daarmee is helder hoeveel warmte

(warm water) wordt geleverd aan gebruikers Het CBS trekt daar dan nog de warmte vanaf die wordt geleverd aan energiebedrijven en bedrijven in water en afvalbeheer om te komen tot de aangekochte warmte voor de sectoren industrie, landbouw, huishouden en diensten.

Tot op heden maakt het CBS voor de Energiebalans de uitsplitsing naar sector door het aantal woningen op stadsverwarming te bepalen op basis van het aantal woningen zonder gasaansluiting (afgeleid uit de klantenbestanden van de netbedrijven) in postcodegebieden waar geen aansluitplicht op gas geldt (de postcodelijst van de ACM, 2016). Vervolgens zijn de individuele warmteleveringen berekend op basis van de aanname dat het warmteverbruik van een stadsverwarmingswoning berekend kan worden door het gemiddelde gasverbruik van een vergelijkbare woning (qua bouwjaar en woningtype) te vermenigvuldigen met 90 procent (aangenomen ketelrendement). Cijfers over de landbouw neemt CBS over van de Energiemonitor glastuinbouw van het LEI (Van de Velden en Smit, 2016). Cijfers over levering van warmte aan de industrie is bekend bij CBS uit energiestatistiek industrie. De warmtelevering aan de diensten sector blijft dan over als restpost.

Paragraaf 3.2 beschrijft de brandstofmix voor warmte voor de sectoren gebouwde omgeving, industrie en landbouw op basis van cijfers uit de energiebalans 2015 van CBS.

2.3 Warmtelevering

Warmtelevering door derden is goed voor ruim 10 procent van het finaal energieverbruik voor warmte. De aanvoer is daarbij afgeleid uit de aanvoer van warmte door de energieafnemers (industrie, huishoudens, diensten en landbouw) uit de CBS-Energiebalans. In de onderliggende data van de Energiebalans maakt CBS onderscheid tussen warm water en stoom. Stoom is de grootste post en wordt beschreven in paragraaf 4.4.

Voor de leveringen van warm water wordt een onderscheid gemaakt tussen grote warmtenetten (paragraaf 4.1) en kleine warmtenetten (paragraaf 4.2). Dit onderscheid is gemaakt om de grootste inspanning te kunnen richten op de grootste warmtenetten. De grens tussen een groot en een klein net is gelegd bij een warmtelevering van 150 TJ per jaar. Met deze grens valt ruim 90 procent van de warmteleveringen (in TJ) binnen de grote warmtenetten, zo blijkt uit data van ACM voor de rendementsmonitor (Haffner et al., 2015) die CBS van ACM gekregen heeft.

We kiezen voor een grens in Joules warmtelevering en niet voor het aantal aansluitingen, omdat uit de gegevens blijkt dat het aantal aansluitingen niet altijd maatgevend is voor het belang van een warmtenet in de totale warmtelevering van Nederland. Een goed voorbeeld is het warmtenet in de B3-hoek. Dit warmtenet beslaat het tuinbouwgebied tussen Bergschenhoek, Berkel en Rodenrijs en Bleiswijk en levert warmte aan 100 tuinders met een totale warmtelevering van 2 PJ.

Blokverwarming wordt beschreven in paragraaf 4.3. Blokverwarming is verwarming van meerdere eenheden van een gebouw (vaak een pand bestaande uit meerdere woningen/appartementen) door een of meerdere gezamenlijke installaties voor warmteproductie in een gebouw. Vaak gaat het dan om een aardgasketel. Blokverwarming onderscheidt zich van warmtelevering via grote of kleine netten doordat de warmte in een gebouw blijft. Bij blokverwarming is vaak een woningbouwvereniging of vereniging van eigenaren eigenaar van de verwarmingsinstallaties en levert de warmte aan de individuele bewoners. Door de Warmtewet word blokverwarming dan ook als warmtelevering gezien. Echter, in de CBS energiebalans en ook in de statistieken die CBS maakt op basis van de klantenbestanden van de netbedrijven wordt blokverwarming op dezelfde manier behandeld als verwarming via individuele aardgasketels.

Grote warmtenetten

ECN heeft bij de warmteleveranciers data opgevraagd over de totale levering en het aantal aansluitingen in 2015 van hun grote netten met meer dan 150 TJ warmtelevering. Deze informatie wordt gepresenteerd in paragraaf 4.1.2. Deze data zijn door CBS per net vergeleken met informatie uit de data die ACM heeft verzameld voor de rendementsmonitor voor 2013 en 2014 (Haffner et al., 2015). Deze data zijn vertrouwelijk maar CBS heeft wel inzage gekregen in de fysieke (niet financiële) data. In principe zouden in een toekomstige rapportage over de monitoring van warmte de data van de twee jaarlijkse rendementsmonitor kunnen worden gebruikt, als er toestemming wordt gegeven door de warmteleveranciers de data te publiceren.

Kleine warmtenetten

De kleine gebiedsgebonden warmtenetten leveren gezamenlijk veel minder warmte dan de grote warmtenetten. In deze monitor hebben we de inspanningen voor beschrijving van deze netten daarom veel beperkter gehouden dan de grote warmtenetten. Het doel was een onderbouwd idee van de grootte van de warmteleveringen te krijgen. CBS heeft daarvoor gebruik gemaakt van data uit de rendementsmonitor en de meldingendatabase van de ACM.

De rendementsmonitor bevat data over 2014 voor de vijf belangrijkste warmteleveranciers (Nuon, Ennatuurlijk, Eneco, HVC en Stadsverwarming Purmerend). De meldingen database bevat data van alle warmteleveranciers. Alle leveranciers die warmte leveren aan consumenten en kleinzakelijke verbruikers, moeten zich per 1 januari 2014 melden bij de Autoriteit Consument & Markt (ACM). Daarbij moet het aantal verbruikers en de geleverde gigajoules warmte worden gemeld.

De database met meldingen bevat veel meldingen (>5000 netten). Kwaliteitscontrole van deze meldingen is beperkt en als gevolg daarvan is de informatie niet volledig en soms ook niet correct. Deze database is daarom alleen gebruikt voor netten die niet in eigendom zijn van de vijf eerder genoemde warmteleveranciers.

De database met meldingen bevat vooral veel netten van gebouweigenaren/verhuurders, zoals woningbouwverenigingen, verenigingen van eigenaren en gebouwverhuurders. We nemen aan dat deze netten bedoeld zijn voor de verwarming van één gebouw en dus blokverwarming betreft in plaats van een klein warmtenet. De netten van anderen dan gebouweigenaren/verhuurders heeft CBS nader bekeken. Een gedeelte betreft blokverwarming met aardgasketels, een andere gedeelte

betreft levering van warmte met netten met als hoofdbron WKO (0,7 PJ, 22 duizend aansluitingen), gasgestookte WKK (0,1 PJ, 2 duizend aansluitingen) of biomassa (0,1 PJ, 3 duizend aansluitingen). Lastig is dat uit de data niet makkelijk is af te leiden of het gaat om verwarming van 1 gebouw of meerdere gebouwen. Daarmee is het lastig om in deze database onderscheid te maken tussen blokverwarming en gebiedsgebonden warmtenetten. Het aantal meldingen bij gasgestookte WKK en biomassa is vrij klein en nadere analyse leert dat het hier vooral gaat om gebiedsgebonden netten. Bij WKO is het aantal meldingen (ongeveer 200) dermate groot dat het teveel werk was om dat uit te zoeken.

Ook is niet helder of de meldingendatabase in de toekomst geactualiseerd wordt. De vraag is dan ook of in een toekomstige rapportage over de monitoring van warmte deze databron kan worden gebruikt om een actueel beeld te krijgen van warmtelevering in kleine netten.

Warmtelevering naar sectoren

Voor beleidsevaluatie en de Nationale Energie Verkenning is het relevant om de geleverde warmte in warmtenetten uit te splitsen naar sector (woningen, diensten, landbouw). Echter, het is lastig voor de warmtebedrijven om deze uitsplitsing te geven, omdat in hun administraties het onderscheid naar type klant niet altijd wordt gemaakt.

Een andere uitsplitsing van de warmteleveringen kan gemaakt worden op basis van de grootteklasse van de aansluiting. Een veel gebruikte grens is daarbij is een aansluitcapaciteit van 100 kW, de grens uit de warmtewet. In de dataverzameling voor de rendementsmonitor hanteert ACM deze grens. Nadeel van deze uitsplitsing is, dat deze niet direct iets zegt over de sectoren die warmte afnemen. Een kleine aansluiting kan zowel aan een woning als een kapper leveren en een grote aansluiting kan zowel aan een flat als aan een kantoor leveren. Sommige warmtebedrijven beschouwen de data van de grootverbruikers (> 100 kW) als vertrouwelijk. Deze uitsplitsing is daarom alleen voor de totale warmteleveringen in de grote warmtenetten gepubliceerd en niet per net.

Tot op heden maakt CBS voor de Energiebalans de uitsplitsing naar sector door het aantal woningen op stadsverwarming te bepalen op basis van het aantal woningen zonder gasaansluiting (afgeleid uit de klantenbestanden van de netbedrijven) in postcodegebieden waar geen aansluitplicht op gas geldt op basis van de postcodelijst van de ACM (ACM, 2016). Vervolgens is de warmtelevering berekend op basis van de aanname dat het warmteverbruik van een stadsverwarmingswoning berekend kan worden door het gemiddelde gasverbruik van een vergelijkbare woning (qua bouwjaar en woningtype) te vermenigvuldigen met 90 procent (aangenomen ketelrendement). Over warmtelevering aan industrie en landbouw zijn wel betrouwbare data bekend, warmtelevering aan de dienstensector is een restpost.

In het kader van een structurele monitoring van warmte zouden we de schatting van cijfers over woningen ook willen maken vanuit data van de warmtebedrijven en niet alleen via terugrekening van het verbruik voor vergelijkbare gaswoningen. Tevens is onduidelijk of de postcodelijst van ACM geactualiseerd wordt en op welke wijze dat gebeurt. Ook is het wenselijk om tot een onafhankelijke schatting te komen voor de warmtelevering aan de dienstensector en deze niet alleen als restpost te beschouwen.

Warmtebalans grote warmtenetten

Wat betreft het aanbod van warmte is goed bekend wat de hoofdbron is of hoofdbronnen zijn van elk groot net. Echter, de hoofdbron vertelt niet het hele verhaal over de warmtebronnen van de warmtenetten. Naast de hoofdbron zijn er altijd hulpketels op aardgas die soms heel weinig nodig zijn en soms een substantieel deel van de warmteleveringen verzorgen. Daarnaast zijn er de warmteverliezen in de leidingnetten relevant.

Via verschillen informatiebronnen (eigen enquêtes, overheidsmilieujaarverslagen, CertiQ, R1-rendementsrapportages afvalverbrandingsinstallaties, internet en klantenbestanden netbedrijven voor aardgas) heeft CBS per net zo goed mogelijk de warmtebronnen gekwantificeerd voor 2015. Ter aanvulling en verificatie zijn deze gegevens voorgelegd aan de warmtebedrijven. Uit het verschil tussen de warmtelevering aan de netten en door warmteleveringen door de netten is het warmteverlies afgeleid. Kwantitatieve cijfers over de warmtebronnen en warmteverliezen kunnen alleen voor heel Nederland totaal gepubliceerd worden.

Warmtenetten gebruiken ook elektriciteit voor het rondpompen van het warme water en voor regeltechniek. Navraag bij de warmtebedrijven leert dat kwantitatieve gegevens hierover momenteel niet standaard voorhanden zijn bij de warmtebedrijven.

Deze werkwijze kan ook in toekomstige jaren worden herhaald. De methode heeft geleid tot nieuwe inzichten over warmteverliezen en de inzet van hulpwarmteketels die CBS in de toekomst zou willen gaan meenemen in de energiebalans, maar pas op het moment dat het hele plaatje over de warmtelevering duidelijk is.

Blokverwarming

CBS heeft een bottom-up schatting gemaakt van het aantal woningen op blokverwarming met een aardgasketel. Daarbij is gebruik gemaakt van de volgende zoveel mogelijk gekoppelde bronnen:

- Data uit de meldingendatabase van de ACM
- Klantenbestanden van de netbedrijven
- Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) voor 2015.

Meldingendatabase van netbedrijven

Alle leveranciers van warmte aan kleinverbruikers zijn volgens de warmtewet verplicht een melding te doen bij de ACM van het feit dat ze warmte leveren. Deze meldingsplicht geldt op dit moment voor zowel de grote stadsverwarmingsnetten als voor de vereniging van eigenaren van een portiekflat met 6 woningen en een collectieve ketel. Op basis van deze meldingen heeft de ACM een database met alle warmteleveringen aan kleinverbruikers. In deze database is onder andere ook de warmtebron, naam van het project, en postcodegebied van de klanten aangegeven. De database is niet compleet en kwaliteitscontrole op de data is beperkt.

Klantenbestanden van de netbedrijven

CBS ontvangt jaarlijks van de netbedrijven per aansluiting op het openbaar net gegevens over de levering van aardgas en elektriciteit.

BAG

De BAG staat voor Basisregistraties Adressen en Gebouwen. In dit bestand staan alle gebouwen in Nederland (waaronder de woningen), met onder meer adresgegevens, identificatienummers van het verblijfsobject en pandobject, functie, bouwjaar, gebruiksoppervlakte.

Ten behoeve van de standaard analyses van de klantenbestanden heeft CBS al de BAG gekoppeld met klantenbestanden van de netbedrijven. CBS heeft met behulp van GIS bebouwingsvlakken geïdentificeerd. Een bebouwingsvlak bestaat uit aaneengrenzende pandobjecten. Een portiekflat bestaat bijvoorbeeld uit meerdere aaneengrenzende pandobjecten elk met een eigen ingang. Een portiekflat wordt als 1 bebouwingsvlak gezien. Het komt regelmatig voor dat een (deel van een) pand of een groep aaneengesloten panden (bebouwingsvlak) een of meerdere aansluitingen met een hoog gasverbruik heeft, terwijl de individuele betreffende woningen geen of een zeer laag gasverbruik hebben. In dat geval is er waarschijnlijk sprake van blokverwarming en heeft CBS de betreffende aardgasverbruiken verdeeld over de betreffende woningen. In de standaard energiestatistiek tellen deze aansluitingen dan mee als aardgasverbruik bij woningen.

Voor de nadere analyse van de blokverwarming heeft CBS deze data verrijkt door, voor zover mogelijk, te koppelen met de database van meldingen van warmteleveringen van de ACM. Daarbij zijn de meldingen gerelateerd aan stadsverwarming of warmtekoudeopslag en/of warmtepomp buiten beschouwing gelaten. De koppeling was niet volledig, omdat de postcode-informatie niet bij alle meldingen was ingevuld.

De resultaten van CBS over blokverwarming zijn vergeleken met de gegevens van warmtemeetbedrijven van de LNVVE die energiekosten verdelen in blokverwarmingssystemen en komen daarmee goed overeen.

Blokverwarmingscomplex

Bij het analyseren van de data heeft CBS de statistische eenheid

“blokverwarmingscomplex” gedefinieerd. Een blokverwarmingscomplex is een perceel, pand of meerdere aaneengesloten panden (bebouwingsvlak) met meerdere woningen die op een of meerdere gasaansluitingen zijn aangesloten welke (indirect) levert aan meerdere woningen. In de meeste gevallen bestaat een blokverwarmingscomplex uit een pand op een perceel met één gasaansluiting en één melding in de database van de ACM. Echter, er zijn ook veel andere situaties denkbaar. Zo kan bijvoorbeeld een flat met appartementen meerdere gasaansluitingen hebben, waarbij niet duidelijk is welke gasaansluiting (indirect) levert aan welke groep woningen.

De identificatie van woningen op blokverwarming en de indeling in complexen is gecontroleerd door van veel complexen de situatie op individueel niveau te bekijken en zo nodig de toedelingsalgoritmes wat aan te passen.

Stoomlevering

Naast warm water kan ook stoom door derden worden aangeleverd om zo invulling te geven aan de vraag naar warmte bij eindverbruikers. In de data die het CBS verzamelt voor de Energiebalans wordt de energiedrager warmte uitgesplitst in stoom en warm water. Deze uitgesplitste data zijn een goede bron voor een inzicht op hoofdlijnen.

Het CBS is voornemens om ook in de database onder de Statistiek Productiemiddelen elektriciteit systematisch het onderscheid tussen stoom en warm water te maken. Dat zal het makkelijk maken om overzichten te maken van de productie van stoom uit warmtekrachtkoppeling.

In de praktijk zijn er vele mogelijkheden (fysiek en organisatorisch) voor de samenwerking tussen bedrijven bij de stoomvoorziening. Door het geringe aantal betrokken bedrijven is al snel de vertrouwelijkheid in het geding en dat beperkt de mogelijkheid tot het geven van kwantitatieve informatie.

Stoom valt momenteel ook onder de Europese definitie van ‘District Heating’:
“Distribution of thermal energy in the form of steam, hot water or chilled liquids from a central source of production through a network to multiple buildings or sites, for the use of process heating and cooling.” Probleem is echter dat niet duidelijk is wat precies verstaan moet worden onder “site”, wat vooral relevant is bij de industrie (zie bijvoorbeeld Europese Commissie, 2016). Het is daarmee nog niet goed mogelijk om na te gaan welk deel van de stoomleveringen valt onder de Europese definitie van ‘District Heating’. Via discussies in Europees verband proberen CBS en EZ momenteel helderheid te krijgen over deze definitie. Zolang deze discussie nog loopt is het logisch om de methode voor het beschrijven van stoomleveringen geen prioriteit te geven.

2.4 Energieverbruik voor koude

Het finaal energieverbruik voor koude is bepaald op basis van onderzoek van KWA. KWA maakt een inschatting van het elektriciteitsverbruik voor koeling op basis van het beeld dat zij hebben gekregen uit het maken van energie audits voor MJA3 bedrijven. ECN heeft de cijfers vergeleken met de schattingen die zij zelf maakt voor het elektriciteitsverbruik van de dienstensector in het kader van de NEV en de cijfers waren vergelijkbaar.

De gegevens over koudelevering via koudenetten zijn verkregen via inventarisatie bij de grote warmteleveranciers en bij RVO.nl bekende projecten.

2.5 Conclusies en aanbevelingen methodiek

Ten aanzien van de methodiek komen het CBS en ECN tot de volgende conclusies en aanbevelingen:

De methode om het aandeel van warmte in het totale energieverbruik en de brandstofmix voor warmte te bepalen op basis van de energiebalans van CBS is eenvoudig te herhalen in het kader van een structurele monitoring warmte. Een witte vlek is nog wel het gebruik van elektriciteit voor warmte in de industrie, landbouw en binnen de diensten.

Leveringen van warm water via netten hebben we uitgesplitst in grote en kleine netten, waarbij we de grens hebben gelegd bij 150 TJ warmtelevering. Deze indeling blijkt zeer bruikbaar voor de monitoring omdat het beperkte aantal grote netten, verantwoordelijk voor het leeuwendeel van de geleverde warmte, individueel beschreven en doorerekend kan worden. De individuele beschrijving is zeer bruikbaar voor duiding en doorrekening van mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Voor de kleine netten hebben we een minder arbeidsintensieve benadering toegepast.

Het CBS heeft een analyse gemaakt van de warmtebalans van grote netten op basis van verschillende bronnen. Deze analyse heeft nieuwe inzichten opgeleverd over het gebruik van hulpketels en de distributieverliezen. De gebruikte bronnen zijn structureel beschikbaar en de analyse kan dus herhaald worden voor structurele monitoring. Er zijn nog geen meetgegevens beschikbaar voor het elektriciteitsverbruik voor pompenergie in warmtenetten.

Voor de grote warmtenetten zijn de niet-financiële cijfers uit de tweejaarlijkse rendementsmonitor bruikbaar voor structurele monitoring van aantallen aansluitingen en Joules geleverde warmte. Voor publicatie per net is wel toestemming van de warmteleveranciers nodig. De kleine warmtenetten kunnen in beeld worden gebracht op basis van combinatie van data uit de rendementsmonitor en de meldingen database van ACM. Lastig is dat uit de data in deze database niet makkelijk is af te leiden of het gaat om verwarming van één gebouw (blokverwarming) of meerdere gebouwen (warmtenetten). Mede daardoor is de onzekerheid in cijfers over de kleine netten relatief groot. Onduidelijk is of de meldingendatabase in de toekomst geactualiseerd wordt.

De totale levering van warm water via netten blijkt goed in kaart te brengen. De verdeling van de geleverde warmte naar gebruikende sector is lastiger. De warmtelevering via netten aan woningen en diensten wordt niet gemeten maar geschat via berekening van verbruik op basis van data over qua bouwjaar, grootte en woningtype vergelijkbare gaswoningen. In het kader van een structurele monitoring zouden we deze schatting willen toetsen en mogelijk verbeteren met behulp van data van de warmtebedrijven. De postcodelijst van de ACM met postcodegebieden zonder aansluitplicht op gas gebruikt het CBS om, in combinatie met de klantenbestanden van de netbedrijven, te bepalen hoeveel woningen er zijn op stadsverwarming. Het is onduidelijk of deze lijst in de toekomst wordt geactualiseerd. Warmtelevering aan de dienstensectoren is nu de restpost. Het zou wenselijk zijn om dit meer direct te kunnen bepalen.

Voor de raming zoals die worden gemaakt in de Nationale Energie Verkenning is niet alleen een beeld van warmtelevering in 2015 nodig maar zijn historische tijdsreeksen noodzakelijk. Deze historische tijdreeksen zijn ook nodig om de nieuwste inzichten op te nemen in de CBS-energiebalans.

In deze monitor is een nieuwe methode beschreven en operationeel gemaakt voor het in kaart brengen van de gasgestookte blokverwarming op basis van combinatie van data die het CBS gebruikt voor statistieken op basis van klantenbestanden van de netbedrijven en de meldingendatabase van de ACM voor warmteleveringen. Deze methode is geschikt voor het bepalen van het totaal aantal woningen op

blokverwarming (wat goed overeenkomt met cijfers van de warmtemeetbedrijven) en totaal gasverbruik. Ook kunnen uitsplitsingen gemaakt worden, zoals blokverwarming per gemeente. De in deze monitoring beschreven methode voor het identificeren van gasgestookte blokverwarming kan door het CBS worden herhaald.

Naast warm water kan ook stoom door derden worden aangeleverd om zo invulling te geven aan de vraag naar warmte bij eindverbruikers. In de data die het CBS verzamelt voor de Energiebalans wordt de energiedrager warmte uitgesplitst in stoom en warm water. Op hoofdlijnen is het voor het CBS mogelijk om daarmee data over stoomlevering in kaart te brengen. Een methode en definities zijn nog niet vastgesteld in afwachting van discussies in Europees kader over district heating en de rol van stoomlevering daarin.

In deze studie is veel aandacht voor warmtenetten, cijfers daarover en onzekerheden daarin. De rol van warmtenetten in de totale warmtevoorziening is beperkt, maar de grote aandacht daarvoor hangt samen met de mogelijkheden die deze netten zouden kunnen bieden bij het verminderen van de aardgas-afhankelijkheid van de energievoorziening op langere termijn. Warmtenetten zijn echter niet enige mogelijkheid daarvoor. Ook warmtepompen zijn mogelijk een belangrijk alternatief voor aardgas. Over het functioneren van warmtepompen in de praktijk is momenteel erg weinig bekend. De empirische basis onder de gebruikte kentallen voor de berekening van de warmteproductie en het elektriciteitsverbruik is beperkt. Het zou goed zijn als er meer representatieve, gemeten data beschikbaar komen.

Het finaal energieverbruik voor koude is geschat op basis van een studie naar het gebruik van koudemiddelen van KWA. Deze studie van KWA is eenmalig en niet geschikt als databron voor structurele monitoring. Uit de resultaten blijkt echter dat de energievraag voor koude vele malen kleiner is dan de energievraag voor warmte en daarom geen prioriteit heeft om beter te bepalen.

De gegevens over koudelevering via koudenetten zijn verkregen via inventarisatie bij de grote warmteleveranciers en bij RVO.nl bekende projecten. Deze werkwijze kan voor toekomstige rapporten monitoring warmte worden herhaald.

3

Warmtevoorziening in Nederland

Warmte is vooral nodig voor ruimteverwarming van gebouwen en kassen en voor processen in de industrie. Dit hoofdstuk beschrijft op hoofdlijnen hoe in deze warmtevraag wordt voorzien. Daarbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van informatie die aanwezig is in de CBS-energiestatistieken. De methode is beschreven in hoofdstuk 2.

Paragraaf 3.1 beschrijft het energieverbruik voor warmte in relatie tot het totale energieverbruik in Nederland. Paragraaf 3.2 laat zien met welke energiedragers in de warmtevraag wordt voorzien in de eindverbruik sectoren gebouwde omgeving, landbouw en industrie.

In dit hoofdstuk staan vooral gegevens uit de CBS-Energiebalans centraal voor het verslagjaar 2015. Het gaat daarbij om de cijfers zoals die door CBS gepubliceerd zijn op StatLine eind december 2016. Op dat moment hebben de 2015 cijfers de status “nader voorlopig”, aangegeven met twee sterretjes (**) achter het verslagjaar. Het kan zijn dat een aantal cijfers over 2015 komend jaar nog iets worden bijgesteld naar aanleiding van nieuwe informatie en nadere analyses.

3.1 Warmte in totaal energieverbruik

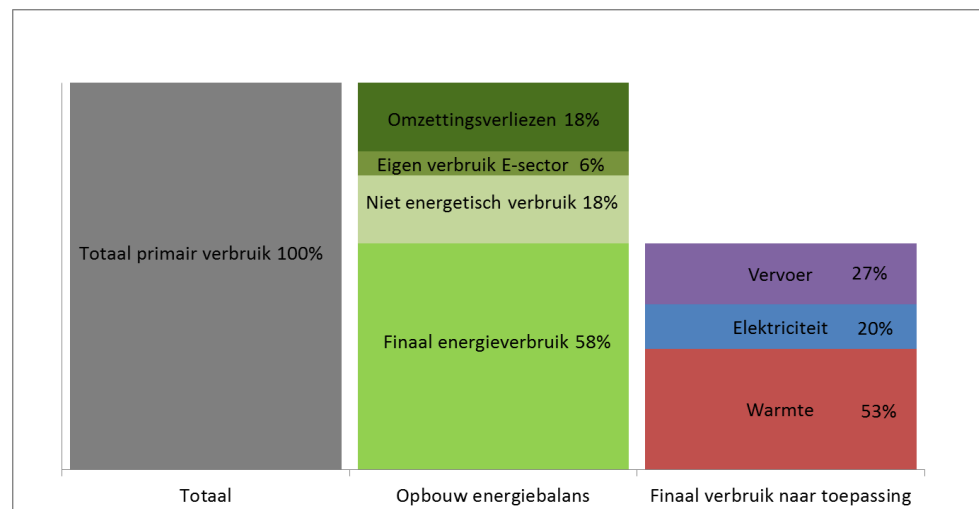
Het totale energieverbruik in Nederland bedraagt ruim 3000 PJ. Ruim de helft daarvan wordt voor energetisch doeleinden verbruikt door eindgebruikers: industrie, transport, huishoudens, diensten en landbouw. Ruim de helft van het finaal energieverbruik wordt gebruikt voor warmte, ruim een kwart voor vervoer en de rest, ongeveer 20 procent, voor toepassingen met elektriciteit (anders dan warmte en vervoer). Dit is weergegeven in figuur 3.

De variatie in de tijd van de bijdrage van warmte aan het finaal energieverbruik wordt op een termijn van enkele jaren vooral beïnvloed door het weer. In het koude jaar 2010 werd 57 procent van het finaal verbruik van energie benut voor warmte. In de Nationale Energieverkenning 2016 (figuur 3.3) staan volgens iets andere definities temperatuur gecorrigeerde tijdreeksen voor het finaal energieverbruik voor warmte. De reeksen uit die publicatie laten zien dat tussen 2000 en 2015 vooral in de gebouwde omgeving en de landbouw het finaal energieverbruik voor warmte daalde.

Een substantieel deel van het primaire energieverbruik (een kleine 20 procent) wordt voor niet-energetische toepassingen gebruikt. Dit noemen we het niet-energetisch verbruik. Een belangrijk voorbeeld daarvan is het maken van plastic uit aardolie door de petrochemie. Een andere belangrijk deel van het energieverbruik (ongeveer een zesde) gaat verloren bij het omzetten van de ene energiedrager in de andere. Dit noemen we de omzettingsverliezen. De grootste omzettingsverliezen treden op bij de productie van elektriciteit uit brandstoffen.

De laatste post in de Energiebalans is het eigen verbruik van de energiesector en de distributieverliezen. Een belangrijk deel van dit eigen verbruik bestaat uit gebruik van energie om warmte te maken voor het laten lopen van processen in aardolieraffinaderijen. Raffinaderijen vallen binnen de energiestatistieken onder de energiebedrijven en niet onder eindverbruikers.

Figuur 4: Opbouw energieverbruik in Nederland vanuit de CBS energiebalans 2015**



Tabel 4 geeft de cijfers uit figuur 3. Het totaal primair verbruik is gebaseerd op de energiebalans van CBS voor 2015 maar gecorrigeerd voor de nog te verwerken revisie van houtkachels en inclusief de omgevingswarmte die door warmtepompen wordt gebruikt. Het finaal energieverbruik voor vervoer is inclusief het energieverbruik van mobiele werktuigen. Het finaal verbruik voor elektriciteit is exclusief het elektriciteitsverbruik voor vervoer en voor warmte bij huishoudens.

Tabel 4: Opbouw energieverbruik in Nederland vanuit de CBS energiebalans 2015**

	Totaal	Opbouw energiebalans	Finaal verbruik naar toepassing
Totaal primair verbruik	3090		
Omzettingsverliezen		548	
Eigen verbruik energiesector en raffinaderijen en transportverliezen		194	
Niet-energetisch verbruik		542	
Finaal energieverbruik		1806	
Vervoer			488
Elektriciteit			357
Warmte			962

Bijna de helft van het finaal energiegebruik voor warmte wordt gebruikt in de gebouwde omgeving, 40 procent in de industrie en 10 procent in de landbouw (zie tabel 5). Die verhouding is stabiel in de tijd.

Tabel 5: Verdeling finaal energiegebruik voor warmte naar sectoren in procenten

	2011	2012	2013	2014	2015**
Gebouwde omgeving	49	51	52	47	48
Industrie (excl. raffinaderijen)	40	39	37	42	41
Landbouw	10	10	10	10	10
Afval & water	1	1	1	1	1
Totaal	100	100	100	100	100

3.2 Brandstofmix warmte

Totaal finaal energieverbruik warmte

Het finaal energieverbruik voor warmte is voor 78% procent afkomstig uit aardgas. Het gaat dan voor een groot deel om het verbranden van aardgas in warmteketels voor eigen verbruik, maar ook om warmte afkomstig uit warmte/krachtinstallaties van de warmteverbruiker of van derden. Hernieuwbare energie is goed voor 5 procent en overige energiedragers, zoals restgassen uit aardolie en steenkool, zijn goed voor 17% procent. Deze percentages zijn redelijk stabiel de laatste jaren, hoewel de bijdrage van hernieuwbaar aan het finaal energiegebruik van warmte is gestegen van 2,4% in 2005 naar 5,3% in 2015.

Tabel 6: Verdeling energiedragers (brandstofmix) finaal energieverbruik voor warmte in procenten

	Aardgas	Hernieuwbaar	Overig (met name restgassen uit olie en kolen)
2000	83	2,0	15
2001	82	1,9	16
2002	81	2,0	17
2003	80	2,0	18
2004	81	2,2	17
2005	81	2,4	17
2006	80	2,6	17
2007	78	2,8	19
2008	80	2,8	17
2009	81	3,1	16
2010	82	2,8	15
2011	80	3,4	16
2012	81	3,5	16
2013	81	3,6	15
2014	77	4,8	18
2015**	78	5,3	17

Gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving bestaat uit huishoudens en de dienstensector, waar warmte wordt gebruikt voor ruimteverwarming en verwarming van tapwater. Het finaal verbruik voor warmte in de gebouwde omgeving bestaat vooral uit het finaal verbruik van aardgas. Dit betreft het verbruik van aardgas ketels om het eigen huis of gebouw van warmte te voorzien. Huishoudens gebruiken daarnaast nog biomassa in houtkachels in open haarden en kachels. Ongeveer 4 procent van het eindverbruik voor warmte bestaat uit aangekochte warmte of zelf opgewekte warmte uit warmtekrachtinstallaties. In de praktijk gaat het dan vooral om warmte aangekocht via stadsverwarming.

Het elektriciteitsverbruik voor warmte bij huishoudens is in tabel 7 gedefinieerd als het verbruik voor ruimteverwarming en tapwater verwarming en is bepaald op basis van (Tigchelaar, 2013). Sinds verslagjaar 2015 is de uitsplitsing van het huishoudelijk energieverbruik onderdeel van de Europese Verordening voor Energiestatistieken (Europese Raad en Europees Parlement, 2008). Het gaat bij elektriciteitsverbruik voor warmte door huishoudens vooral om het elektriciteitsverbruik van CV-ketels voor de CV pomp en regeling, maar ook om het elektriciteitsverbruik van warmtepompen en elektrische boilers. Bij de diensten is niet bekend hoeveel elektriciteit voor warmte wordt gebruikt.

In tabel 7 hebben we de onttrokken warmte uit omgeving door warmtepompen meegenomen, deze post staat niet in de energiebalans van 2015 van het CBS. Voor biomassa is een bijdrage van 19 PJ vermeld in tabel 7 op basis van revisie van de hernieuwbare energiestatistiek. In de energiebalans 2015 van CBS is deze revisie nog niet verwerkt en staat nog 9 PJ.

Tabel 7: Finaal energiegebruik voor warmte naar energiedrager in de gebouwde omgeving 2015**

	Huishoudens [PJ]	Diensten [PJ]	Totaal ¹⁾ [PJ]
Aardolie	2	2	3
Aardgas totaal	285	121	406
Aardgas voor ruimteverwarming	219	.	.
Aardgas voor warm tapwater	60	.	.
Aardgas voor koken	6	.	.
Zonnewarmte	0,9	0,2	1,1
Biomassa	19	1	19
Aangekochte plus zelf opgewekte wkk-warmte	12	7	19
Aangekochte warmte	12	6	18
Zelf opgewekte wkk warmte	0	2	2
Elektriciteit voor warmte totaal	7	.	7
Elektriciteit voor warmtepompen	0,7	1,6	2,4
Elektriciteit voor warmteboilers	2,5	.	.
Elektrische radiatoren en vloerverwarming	0,2	.	.
Elektriciteit voor verwarmingsketels ²⁾	3,6	.	.
Onttrokken warmte uit omgeving door warmtepompen	1,7	3,6	5,3
Totaal	327	136	463

¹⁾ Berekend zonder elektriciteitsverbruik voor warmte buiten de warmtepompen bij de diensten.

²⁾ Inclusief verbruik voor benutting stads- en blokverwarming en exclusief verbruik van pompen vloerverwarming

Industrie

Het eindverbruik van energie in de industrie (exclusief de aardolieraffinaderijen) voor warmte bedraagt ongeveer 400 PJ en is daarmee ongeveer even groot als in de gebouwde omgeving. Bij de industrie gaat het vooral om warmte voor processen. Het finaal verbruik van aardgas (verbranden van aardgas in warmteketels voor eigen verbruik) is net als in de gebouwde omgeving belangrijk, maar lang niet zo dominant. In de industrie komt ook veel warmte uit het verbranden van aardolieproducten. Het gaat dan vooral om restgassen in de petrochemie. Daarnaast koopt de industrie ook veel warmte in, vooral stoom uit warmtekrachtinstallaties (wkk) van energiebedrijven, van joint ventures van energiebedrijven en industriële bedrijven, of van naburige bedrijven. Ook heeft de industrie zelf wkk-installaties. Het is onbekend hoeveel elektriciteit de industrie gebruikt voor warmte.

Tabel 8: Finaal energiegebruik voor warmte naar energiedrager in de industrie 2015**

	Finaal energieverbruik voor warmte in de industrie 2015** [PJ]
Kool en koolproducten	20
Aardoliegrondstoffen en producten	91
Aardgas	170
Biomassa	5
Aangekochte warmte plus zelf opgewekte wkk-warmte	104
Aangekochte warmte	89
Zelf opgewekte wkk warmte	15
Elektriciteit voor warmte	.
Niet biogeen afval en stoom uit chemische processen	3
Totaal	393

Landbouw

Het energieverbruik in de landbouw voor warmte betreft vooral de energie die nodig is voor het verwarmen van de kassen. Kassen worden vooral verwarmd met warmte uit aardgas gestookte gasmotoren in eigendom van de glastuinbouwbedrijven (zelf opgewekte wkk-warmte) en met warmte uit aardgasketels van de landbouwbedrijven (finaal verbruik van aardgas). Daarnaast produceren de lampen ook warmte, maar dat is hier niet meegenomen, omdat het hoofddoel van de lampen verlichting is.

Tabel 9: Finaal energiegebruik voor warmte naar energiedrager in de landbouw 2015**

	Finaal energieverbruik voor warmte in de landbouw 2015** [PJ]
Aardoliegrondstoffen en producten	1
Aardgas	46
Aardwarmte	2
Biomassa	3
Aangekochte warmte plus zelf opgewekte wkk-warmte	47
Aangekochte warmte	4
Zelf opgewekte wkk warmte	43
Onttrokken warmte uit omgeving door warmtepompen	0,3
Elektriciteit voor warmte totaal	.
Elektriciteit voor warmte warmtepompen	0,1
Elektriciteit voor warmte overig	.
Totaal	99

4

Warmteleveringen

Dit hoofdstuk gaat uitsluitend over warmtelevering door derden aan eindgebruikers. In paragraaf 4.1 worden eerst de grote warmtenetten besproken, in paragraaf 4.2 de overige, kleine warmtenetten, in paragraaf 4.3 blokverwarming en in paragraaf 4.4 de stoomnetten in de industrie.

4.1 Grote warmtenetten

In deze monitoring definiëren we grote warmtenetten als netten die meer dan 150 TJ aan warmte leveren aan eindverbruikers. CBS is, aan de hand van de data van de netten van de 5 grootste warmteleveranciers (NUON, Eneco, Ennatuurlijk, HVC en Stadsverwarming Purmerend), nagegaan wat die grens betekent. De totale warmteleveringen via de netten van deze 5 leveranciers waren een kleine 22 PJ in 2014 (Afgeleid uit data ACM rendementsmonitor 2013/2014). Als we de grens trekken bij 150 TJ dan leveren de warmtenetten boven die grens samen 20 PJ warmte (ruim 90% van het totaal).

We geven eerst een beschrijving van de grote warmtenetten in paragraaf 4.1.1, vervolgens schetsen we in paragraaf 4.1.2 het aantal aansluitingen en de geleverde warmte en in paragraaf 4.1.3 presenteren we de warmtebalans van de totaal geleverde warmte via grote warmtenetten.

4.1.1 Beschrijving grote warmtenetten

De status in 2015 en ontwikkelingen tot 2020 van deze warmtenetten zijn hieronder beschreven. Deze beschrijvingen zijn gebaseerd op informatie van de warmteleveranciers. De focus in de beschrijvingen ligt op de bronnen die de warmtenetten voeden, de gebruikers van de warmtenetten (klein- en/of (groot)zakelijke verbruikers) en de door de warmteleveranciers verwachte ontwikkelingen tot en met 2020.

Utrecht, Leidsche Rijn en Nieuwegein

Het warmtedistributienet van Utrecht beslaat Utrecht, het stadsdeel Leidsche Rijn en Nieuwegein. Eneco is de warmteleverancier en producent van dit warmtenet. De belangrijkste warmtebronnen zijn de gasgestookte elektriciteitscentrales Lage Weide en Merwedekanaal welke aan weerszijde van het Amsterdam-Rijn kanaal gevestigd zijn. Sinds oktober 2014 zijn deze voormalige Nuon-centrales overgenomen door Eneco (Nuon, 2014).

In 2015 worden er in totaal 53 duizend eindgebruikers voorzien van 2,9 PJ warmte (Eneco, 2016a). De prognose voor 2020 is een groei naar 58 duizend gebruikers en een warmteafzet naar 3,1 PJ. Het grootste deel van deze stijging is te danken aan het aansluiten van kleinverbruikers.

Rotterdam, Hoogvliet en Capelle aan den IJssel

Het totale warmtenet van Rotterdam bestaat uit de distributienetwerken aan de noord- en de zuidkant van de Maas (Figuur 4). Eneco is de warmteleverancier en de eigenaar van de distributienetwerken aan de noordkant van de Maas inclusief Capelle aan den IJssel en inclusief een klein deel van de zuidkant (o.a. de Wilhelminapier). Nuon is de warmteleverancier aan de zuidkant van de Maas inclusief Hoogvliet. De noord- en zuidkant zijn met elkaar verbonden bij de 'Kop van Zuid' door middel van een warmtewisselaar.

Het warmtedistributienetwerk van Eneco werd tot het vierde kwartaal van 2013 gevoed door de Elektriciteits-Fabriek-Galileistraat (EFG) en de RoCa centrale aan Capelseweg. Beide STEGs draaien op aardgas en zijn eigendom van Uniper (voormalig E.ON Benelux). In de loop van 2014 is de EFG uit gebruik genomen. Dit was mogelijk omdat vanaf het vierde kwartaal van 2013 de 'nieuwe warmte' is gerealiseerd door Warmte Bedrijf Rotterdam (WBR). Dit is een pijpleiding van 26 kilometer lang die loopt van de afvalverbrandingsinstallatie Rozenburg (AVR) tot Rotterdam Zuid. De RoCa is nog steeds in gebruik (Eneco, 2015).

Vanaf het vierde kwartaal van 2013 levert Warmte Bedrijf Rotterdam (WBR) restwarmte van de AVR aan Hoogvliet, Rotterdam Zuid, Rotterdam Noord en Capelle aan den IJssel. De noordkant van de Maas ontving tot het vierde kwartaal van 2014 warmte van de AVR via de warmtewisselaar in de 'Kop van Zuid'. Deze tussenoplossing veranderde vanaf het vierde kwartaal van 2014 toen 'de Leiding over Noord' operationeel werd. Deze leiding maakt het mogelijk om via 'noord' de bestaande stadsverwarmingsnetten aan noordkant van de Nieuwe Maas te voeden (Eneco, 2016). De 'Leiding over Noord' loopt van de AVR tot het nieuwe 'WarmteStation Galileistraat' (WSG), welke nu als 'booster' fungeert en heeft een lengte van bijna 17 kilometer (Eneco, 2014a; 2014b). Eneco is vanaf oktober 2014 direct warmte gaan afnemen van de AVR, terwijl Nuon dit is blijven doen via het Warmte Bedrijf Rotterdam (WBR).

Figuur 5: Warmtenetwerk Rotterdam (Eneco, 2012)*

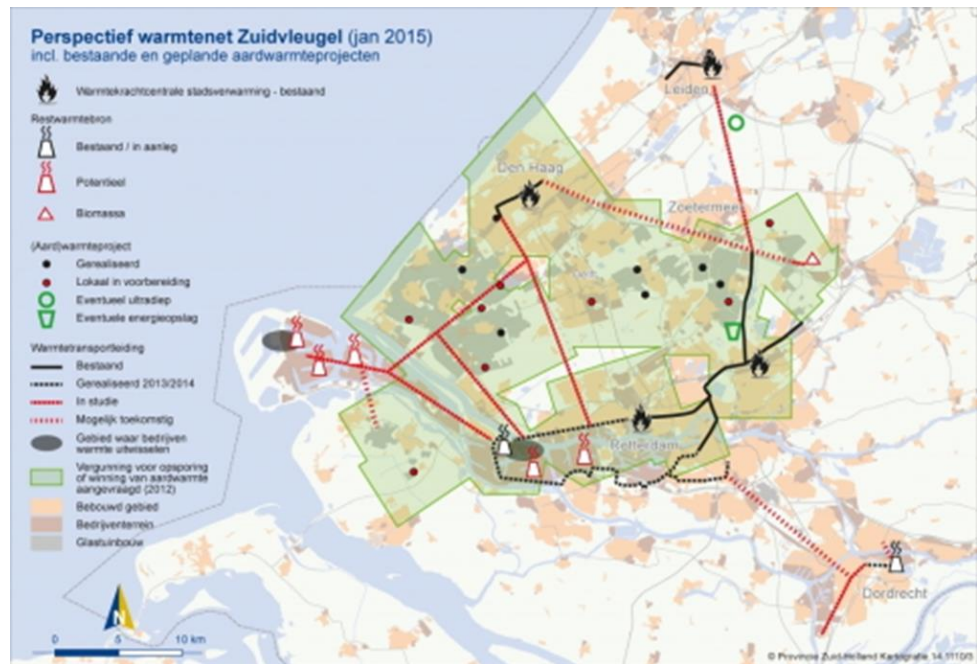


* De groene en rode lijnen geven respectievelijk de 'Nieuwe Warmteweg' en de 'Leiding over Noord' weer. De paarse puntjes geven de AVI Rozenburg aan. De blauwe puntjes rechts- en linksboven geven respectievelijk de RoCa centrale en de EFG-centrale weer. De RoCa levert ook warmte aan de B3hoek, echter dit beschouwen we als een afzonderlijk warmtenet.

Op het warmtenet Rotterdam van Eneco zijn in 2015 bijna 49 duizend eindverbruikers aangesloten met een warmteafzet van circa 3,3 PJ. Voor 2020 verwacht Eneco 54 duizend aansluitingen en een groei van de warmteafzet naar 3,4 PJ. Deze stijging komt met name door het aansluiten van extra kleinverbruikers (Eneco, 2016a). Daarnaast, heeft Eneco het plan om op termijn ook eindverbruikers in Vlaardingen en Schiedam te laten profiteren van de warmte van 'Leiding over Noord' (Eneco, 2014a; 2014b). Op het warmtenet van NUON zijn in 2015 4 duizend eindverbruikers aangesloten met een warmteafzet van 0,2 PJ. Voor 2020 verwacht NUON 8 duizend aansluitingen en een warmteafzet van 0,3 PJ.

In de toekomst zou het warmtenet van Rotterdam verder uitgebreid kunnen worden in het kader van het project "Warmterotonde Zuid Holland". Dit project staat voor een ringnet van leidingen die warmtebronnen in de Rotterdamse haven verbindt met afnemers zoals de glastuinbouw in het Westland, maar eveneens woningen en utiliteitsbouw in Zuid-Holland (Warmterotonde, 2016). Er zijn verschillende opties waar verschillende belangen een rol spelen (Eneco, 2016a). Sinds april 2016 is een nieuwe kolencentrale op de Maasvlakte operationeel. Deze biedt de mogelijkheid om een warmteleiding van de Maasvlakte op de leiding over zuid aan te sluiten. Den Haag kan van warmte worden voorzien door een warmteleiding van de Maasvlakte naar Den Haag te realiseren. Deze leiding wordt ook wel de 'Leiding over West' genoemd. Een alternatief is de 'Leiding over Midden' om Den Haag in verbinding te stellen met de AVR. De aanleg van een warmteleiding van de AVR naar Leiden is ook één van opties die wordt uitgewerkt. Deze warmteleiding wordt de 'Leiding over Oost' genoemd. De 'Leiding voor Noord' is reeds aangelegd en verbindt van het noordelijk deel van Rotterdam en de Rotterdamse haven. Nu levert alleen de AVR warmte, maar in de toekomst kunnen ook ander bedrijven in de haven restwarmte gaan leveren, waaronder bijv. Shell en Exxon.

Figuur 6: Warmterotonde Zuid Holland



B3-hoek: Bleiswijk, Bergschenhoek en Berkel en Rodenrijs

Het warmtenet van de B3-hoek beslaat het tuinbouwgebied tussen Bergschenhoek, Berkel en Rodenrijs en Bleiswijk, gelegen in de gemeente Lansingerland. De B3-hoek zit vast aan het net van Rotterdam en er is fysieke warmte uitwisseling. Eigenlijk zouden we Rotterdam en de B3-hoek als één net kunnen beschouwen. Echter, voor de duidelijkheid worden de netten afzonderlijk beschouwd en beschreven, met name omdat de B3-hoek enkel uit (groot)zakelijke verbruikers bestaat. Eneco en de gemeentes beschouwen deze netten ook als een afzonderlijk netten (Eneco, 2016a).

In de B3-hoek zijn ruim 100 tuinders op het warmtenet aangesloten. De warmte wordt uitsluitend geleverd aan deze grootzakelijke verbruikers en de warmtelevering is bijna 2,1 PJ. De tuinders leveren geen warmte terug aan het net. In 2020 verwacht Eneco een lichte daling van het aantal aansluitingen en de warmteafzet (Eneco, 2016a). Verdere verduurzaming zal plaatsvinden vanaf 2017, wanneer Eneco verwacht de geothermische warmtebron in Bleiswijk te benutten. Tevens is er een plan om warmte te gaan produceren uit biomassa middels bio-ketels in Bleiswijk voor 2018 (TNO, 2016).

Den Haag

Het Haagse warmtenet is eigendom van Eneco en wordt gevoed door de gasgestookte STEG centrale van Uniper in Den Haag (ECN, 2015). In 2015 zijn circa 4.900 eindverbruikers voorzien van warmte. Van de totale warmteafzet van 1,1 PJ wordt 90% afgezet aan zakelijke verbruikers. Eneco verwacht dat het totaal aantal aansluitingen in het Haagse warmtenet zal groeien naar circa 5.600 in 2020, maar dat de totale warmtevraag van het warmtenet nagenoeg gelijk zal blijven (Eneco, 2016a).

Ypenburg

Ypenburg is een nieuwe wijk van Den Haag en heeft eigen warmtenet dat niet gekoppeld is aan het oudere net van Den Haag (zoals hierboven beschreven). Het

warmtenet Ypenburg levert warmte aan Ypenburg en Nootdorp en wordt gevoed door de gasgestookte WKK Ypenburg. Zowel het warmtenet als de warmtekrachtcentrale, welke vanaf 1999 in bedrijf is, zijn eigendom van Eneco (Eneco, 2013; ECN, 2015).

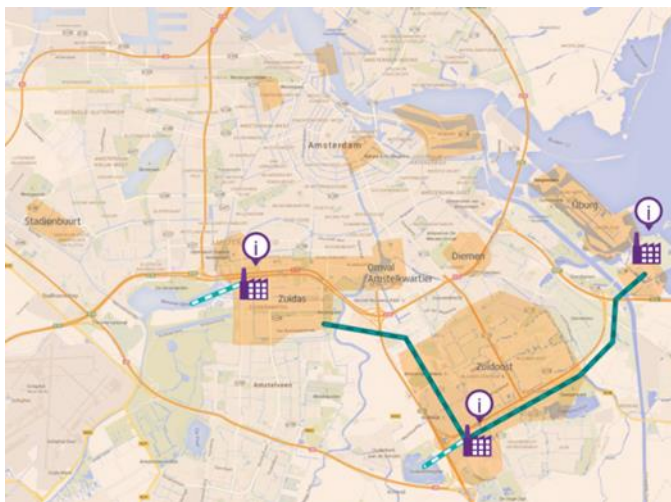
In 2015 zijn ruim 10 duizend eindverbruikers aangesloten op dit warmtenet. Zij krijgen 3,2 PJ warmte geleverd. Eneco verwacht dat het aantal aansluitingen en de warmteafzet tot 2020 nagenoeg gelijk blijft. Pas in 2030 zullen 890 kleinverbruikers in Pijnacker en Nootdorp worden aangesloten. (Eneco, 2016a; ECN 2015).

Amsterdam Zuid en Oost en Amstelveen

De grootste warmte distributienetwerken in Amsterdam bevinden zich in Amsterdam Zuidoost en de Zuidas. De Diemencentrale levert warmte aan de stadsdelen de Zuideramstel, Buitenveldert, Zuidoost, Amstelkwartier, IJburg, Amstelveen en Almere (zie figuren 6 en 8). Sinds 2016 is het stadsdeel de Omval/Overamstel ook aan dit warmtenet toegevoegd. Nuon is de warmteleverancier en eigenaar van dit warmtenet. Ook Almere ontvangt warmte van de Diemencentrale maar wordt als apart warmtenet beschouwd. Daarnaast beschikt Eneco over een warmtenetwerk in Amstelveen dat eveneens gevoed wordt door warmte uit de Diemencentrale. Deze warmtelevering bedraagt slechts 5% van de totale warmtelevering. Het warmtenet van Nuon en Eneco heeft in Amsterdam Zuid- en Oost in totaal 15 duizend aansluitingen en levert 1,3 PJ warmte (Nuon, 2016a; Eneco, 2016a).

Voor het centrum, de Stationsbuurt, Diemen, en Zeeburg is Nuon ook de warmteleverancier. Deze netten zijn echter niet fysiek verbonden met de Diemencentrale en worden voorzien van warmte door kleinschalige gasgestookte WKK's en hulpketels.

Figuur 7: De warmtelevering van de Diemencentrale aan het warmtenet van Amsterdam Zuid- en Oost (Nuon, 2015)*



* De donker en licht groene lijnen geven respectievelijk de hoofdleidingen van de warmte en koude netten weer. De oranje gearceerde gebieden visualiseren het leveringsgebied van Nuon. De Diemencentrale is rechtsboven afgebeeld. De andere twee centrales zijn de koude centrales; de koude centrale Zuidas en Zuidoost.

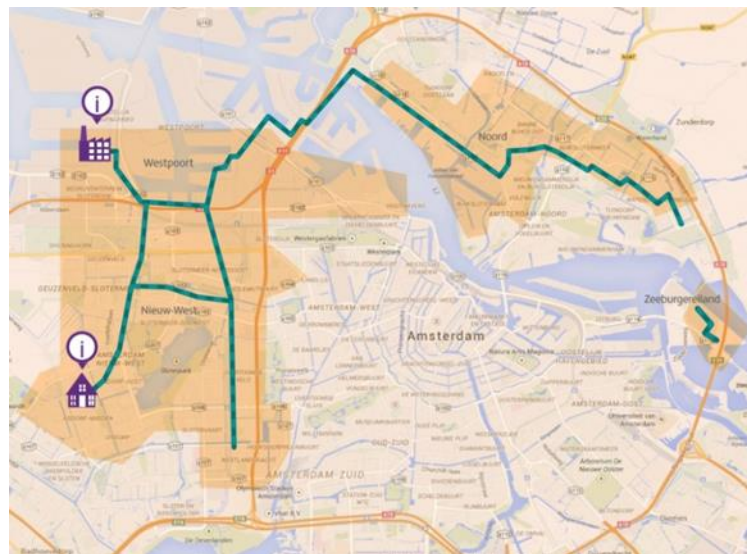
Het productievermogen van de Diemencentrale is beperkt, wat het aansluiten van een groter aantal bedrijven en woningen limiteert. De capaciteit kan worden vergroot door het net van Amsterdam West- en Noord te koppelen; deze koppeling wordt ook wel de 'Kleine Ring' genoemd. Dit plan is een onderdeel van de GreenDeal 'Regionaal warmtenet Amsterdam voor duurzame woningen'. Deze GreenDeal betreft de ontwikkeling van een regionaal warmtenet in de Metropoolregio Amsterdam; van IJmuiden tot Almere en van Purmerend tot Aalsmeer. De fysieke afstand tussen de twee Amsterdamse hoofdnetten is nog maar klein en er zijn concrete plannen om ze op de korte termijn te koppelen (Nuon, 2016a). De prognose van Nuon voor 2020 gaat uit van een groei naar 22 duizend aansluitingen en 1,8 PJ warmtelevering en is gebaseerd op een uitbreiding van het aantal aansluitingen van nieuwbouwwoningen, bestaande bouw en het koppelen van de kleinschalige netten in bestaande bouw die nu WKK als bron hebben. De ontwikkeling van het regionaal warmtenet Amsterdam is een lange termijn project met als doel om in 2040 in totaal 230.000 woningen te voorzien van duurzame warmte (GreenDeal, 2015).

Amsterdam Noord en West

Voor de regio Amsterdam Noord en West wordt warmte geleverd door Westpoort Warmte (WPW). Dit is een samenwerkingsverband tussen Afval Energie Bedrijf (AEB) Amsterdam, waarvan de gemeente Amsterdam eigenaar is, en Nuon.. De belangrijkste warmtebron is de Afvalenergiecentrale (AVI) van AEB. Daarnaast wordt warmte geproduceerd door twee biogas-installaties. Waternet beschikt over een RWZI en levert slib en biogas aan AEB die daaruit warmte (en elektriciteit) produceert. Orgaworld, die GFT-afval vergist en afvalwater zuivert, levert direct warmte aan WPW (AEB, 2013; Orgaworld, 2016; Greenmills, 2016).

Het distributienetwerk is enorm gegroeid, het warmtenet groeide van 680 aansluitingen in 2009 naar (Schepers, B. & Valkengoed, M., 2009) bijna 10 duizend aansluitingen in 2015 en 0,6 PJ warmtelevering.

Figuur 8: De warmtelevering door Westpoort warmte aan Amsterdam West en Noord*



* De donker groene lijnen representeren de hoofdwarmteleidingen (Nuon, 2015). Daarnaast is het oranje gearceerde gebied het leveringsgebied van Westpoort Warmte. De figuur laat de nieuwe situatie zien in 2016, waarbij de verbinding tussen Amsterdam West en Noord reeds gemaakt is.

De eerste huizen in de wijk 'Waterlandplein' in Amsterdam Noord zijn in november 2016 voorzien van warmte. Daarna zullen de andere wijken in Amsterdam Noord warmte uit de AEB geleverd krijgen om zo 4 duizend woningen te voorzien van warmte. De verwachting is dat in 2030 in Amsterdam Noord 20 duizend huishoudens aangesloten zijn op het warmtenetwerk (Nuon, 2016b).

Een nieuw initiatief voor Amsterdam West is de realisatie van een biomassacentrale in het westelijk havengebied. Naar verwachting wordt de biomassa-energiecentrale, met een input van houtchips en andere biomassa reststromen, in 2018 in gebruik worden. Dit zorgt voor verdere vergroening van het warmtenet Amsterdam West (Nuon, 2015).

Almere

Almere heeft één groot warmtenet dat eigendom is van Nuon (Figuur 8). Door middel van 8,5 km lange pijpleiding, die onder het IJmeer doorgaat, wordt er warmte getransporteerd van de Diemencentrale in Amsterdam naar Almere Poort, Almere stad en Almere Noorderplassen. In Almere stad staan op een tweetal locaties aardgasgestookte hulpketels. Daarnaast levert een zonnecentrale, die bestaat uit 7000 m² zonnecollectoren, warmte aan Almere (Nuon, 2015; Nuon, 2016a).

In 2015 bestaat het netwerk uit 49 duizend aansluitingen en werd 1,7 PJ warmte geleverd. Het zoneiland leverde in 2015 ca. 10% van de warmtevraag van de betreffende wijk Noorderplassen-West (Nuon, 2016a).

Figuur 9: Het warmtedistributienetwerk in Almere (Nuon, 2015). Het oranje gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Nuon weer.



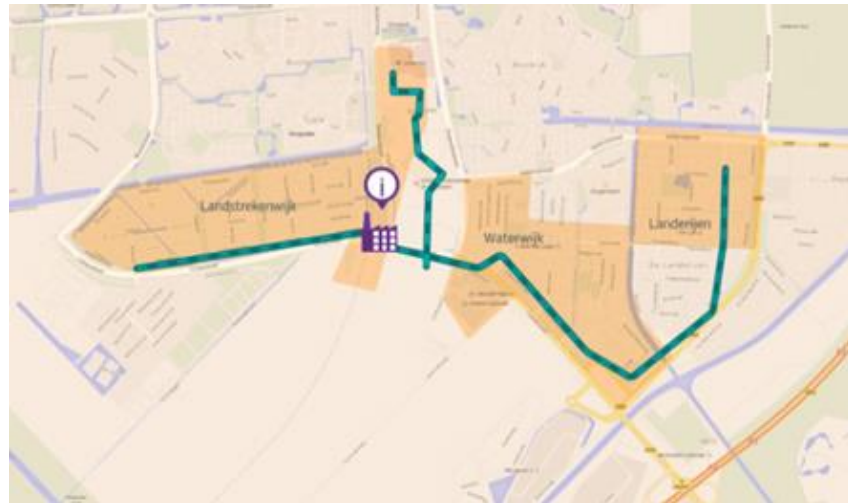
De gemeente Almere schetst voor de periode 2015-2018 een aantal opties om het bestaande net te verduurzamen: het warmtenet optimaliseren om warmteverliezen te verminderen, verkenning naar een tweede locatie voor een veld met zonnecollectoren, individuele zonneboilers en het bouwen van een biomassacentrale (Team ROM gemeente Almere, 2015).

Lelystad

Lelystad beschikt over één warmtenet dat centraal wordt gevoed door de biomassa WKK Lelystad (Figuur 9). Deze centrale stamt uit het jaar 2000 en heeft een maximaal vermogen van 6,5 MWth. De biomassa die gebruikt wordt, zijn houtchips uit onderhouds- en snoeiwerk in de regio Lelystad. Daarnaast levert een kleinschalige aardgasgestookte WKK warmte aan Lelystad, aangevuld met aardgasgestookte hulpketels. Deze WKK zal binnen afzienbare tijd worden vervangen door een biomassa-warmteketel ('houtwarmtestation') van BeGreen. De komst van deze nieuwe ketel, zal geen verandering teweeg brengen voor de warmtelevering uit de biomassa-WKK.

Deze biomassacentrale voorziet in 2015 bijna 5 duizend eindverbruikers van 0,2 PJ warmte. In 2020 verwacht Nuon geen stijging van het aantal aansluitingen en de warmteafzet blijft nagenoeg constant (Nuon,2016a).

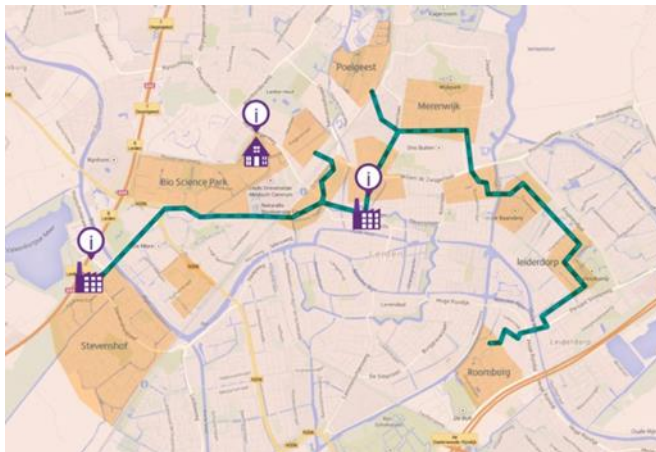
Figuur 10: Warmtenet Lelystad (Nuon, 2015). Het oranje gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Nuon weer.



Leiden

Het warmtenet in Leiden voorziet de wijken Stevenshof, Roomburg en Nieuw-Leyden volledig van warmte; alle gebouwen in deze wijken zijn aangesloten op het warmtenet. Ook levert Nuon warmte aan het Bio Science Park, de wijk Poelgeest in Oegstgeest en aan tevens eindverbruikers in Leiderdorp. (Nuon, 2015)

Figuur 11: Warmtenet Leiden (Nuon, 2015). Het oranje gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Nuon weer.



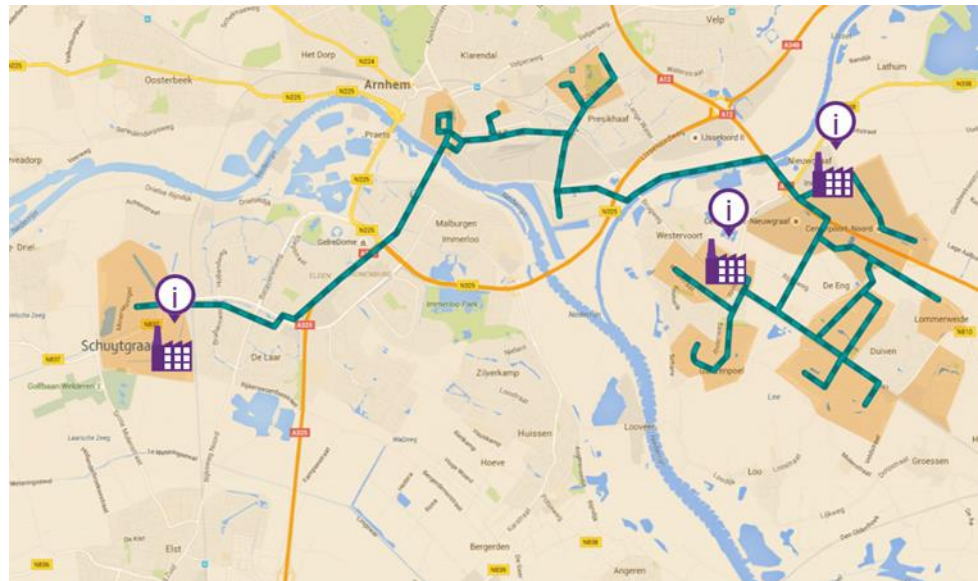
Nuon is de warmteleverancier en eigenaar van dit warmtenetwerk. De hoofdwarmtebron is de WKK Langegracht (STEG en stoomketels), welke in eigendom zijn van Uniper. Daarnaast levert de hulpwarmtecentrale (HWC) Stevenshof van Uniper ten tijde van piekvraag en calamiteiten hulpwarmte. Beide warmtebronnen worden gestookt met aardgas.

In 2015 telde het warmtenet 8 duizend aansluitingen en leverde 0,7 PJ warmte. In de komende jaren verwacht Nuon een geringe toename van het aantal nieuwe aansluitingen. Het bestaande warmtenet nadert de capaciteitsgrens, maar nieuwe aansluitingen zijn nog altijd mogelijk als gevolg van de sloop van gebouwen (Nuon, 2015; 2016a). Voor 2020 verwacht Nuon iets minder dan duizend eindverbruikers extra aan te sluiten, waarbij er verwacht wordt dat de totale energieafzet zal gaan stijgen naar 0,8 PJ. Momenteel wordt de haalbaarheid van de 'Leiding over Oost' onderzocht. Bij een positieve besluitvorming zal er medio 2020 middels deze 43 km lange leiding industriële restwarmte uit de Rotterdamse haven aan de Leidse regio worden geleverd. Zie verder ook de beschrijving van de netten van de regio Rotterdam.

Arnhem, Duiven en Westervoort

Arnhem, Duiven en Westervoort vormen gezamenlijk een warmtenet (Figuur 11). Met ingang van eind 2014 zijn de warmtenetten van Arnhem - Duiven/Westervoort gekoppeld. Nuon is eigenaar en warmteleverancier van dit warmtenet. De belangrijkste bron is de AVR Duiven, welke beschikt over een warmtebuffer. Daarnaast beschikt Nuon over hulpwarmtecentrales, de HWC Westervoort en sinds 2009 de HWC Schuytgraaf. De WKC Kleefse Waard levert momenteel alleen warmte aan de bedrijven op industriegebied Kleefse Waard. De HWC Westervoort wordt gestookt op aardgas en gasolie, de HWC Schuytgraaf wordt gestookt op biodiesel en aardgas.

Figuur 12: Warmtenet Arnhem, Duiven en Westervoort (Nuon, 2015). Het oranje gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Nuon weer



In 2015 worden bijna 14 duizend eindverbruikers voorzien van circa 0,6 PJ warmte. Voor 2020 verwacht Nuon een stijging naar bijna 16 duizend aansluitingen en een toename van de warmteafzet naar 0,8 PJ. Voor de toekomst zijn er mogelijkheden voor de aanleg van een 'Noordtak' richting Burgers' Zoo en Rijnstate om het aantal aansluitingen te vergroten.

Sinds eind 2014 levert afvalenergiecentrale ARN in Weurt restwarmte aan nieuwbouw in het Waalfront en de Waalsprong in Nijmegen. In 2016 zijn bijna 4 duizend woningen aangesloten, maar dat kan groeien naar 14 duizend in de toekomst met het aansluiten van nieuwe woningen. Dit net is niet gekoppeld met het net in Arnhem. In 2014 hebben de provincie Gelderland, de gemeenten Arnhem en Nijmegen, Aliander en Nuon een samenwerkingsovereenkomst gesloten om het aantal aansluitingen op het warmtenet te laten groeien tot 90 duizend in 2030. Het gaat voor een groot deel om bestaande woningen en kantoorpanden (Nuon, 2015).

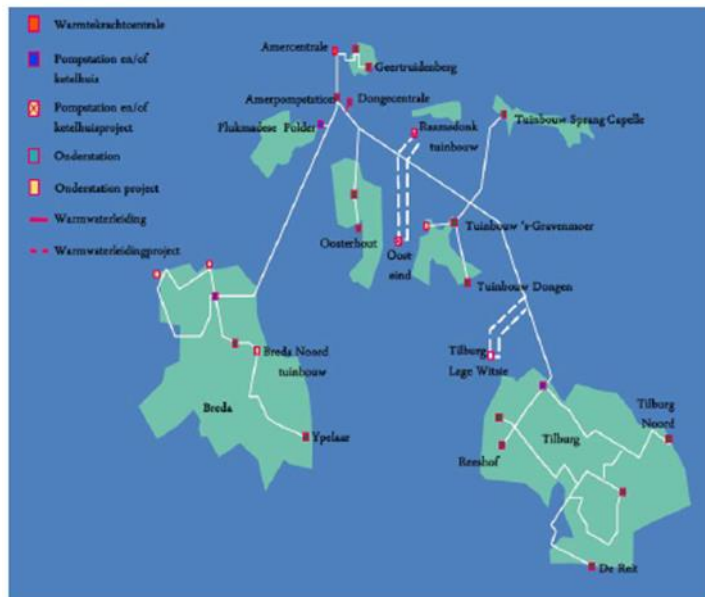
Amernet: Breda, Tilburg, Oosterhout, Made, Waspik en Geertruidenberg

Het Amernet is het grootste warmtenet in de provincie Noord-Brabant in termen van het aantal aansluitingen en de warmteafzet. Het Amernet voorziet de steden Tilburg, Breda en Oosterhout en het kassengebied in Made en Waspik van warmte (Stultjens, 2012; Ennatuurlijk, 2016a). Ennatuurlijk is de leverancier van dit warmtenet en levert in 2015 aan 32.500 eindverbruikers 2,7 PJ warmte.

Het Amernet wordt momenteel voor 95% voorzien van warmte uit de Amer9 kolencentrale. De Amer8 is sinds december 2015 buiten gebruik gesteld. Voor de warmtelevering is toen het Amer-hulpstation gerealiseerd: een aardgasketel met een thermisch vermogen van 160 MW. De WKK-centrale Amer9 is gevestigd in Geertruidenberg en in eigendom van Essent dat sinds 2009 onderdeel is van RWE. De SDE-subsidie voor de Amer9 is reeds toegekend en geldt voor acht jaar vanaf 2017, waarmee volgens RWE 50% van de kolenbrandstof vervangen kan worden door biomassa. Naar verwachting zal in 2020 de Amer9 met 80% biomassa worden ingevoed

(Energiea, 2016). Daarnaast leveren drie biomassaketels, welke in Breda en Tilburg staan, warmte aan het Amernet (Ennatuurlijk, 2016).

Figuur 13: Het Amernet



In 2020 verwacht Ennatuurlijk aan ruim 36.600 eindverbruikers bijna 2,7 PJ warmte te leveren via het Amernet (Ennatuurlijk, 2016a). Voor de prognoses rekent Ennatuurlijk met een stijging van 1200 aansluitingen per jaar. Daarnaast verwacht ze een afname van de warmtevraag voor kleinverbruik van ongeveer 1,5% per jaar door klimaatverandering en energiebesparing.

Het is de ambitie van Ennatuurlijk om vanaf 2024 de warmte voor het Amernet 100% duurzaam op te wekken (Ennatuurlijk, 2016b). Volgens Ennatuurlijk zijn er drie mogelijkheden. De Amer9 centrale kan worden omgebouwd tot een 100% biomassacentrale. De andere optie is om warmte uit de AVI van Attero Moerdijk of restwarmte uit de industrie Moerdijk te gaan benutten. Daarnaast, behoort een combinatie van een centrale bron aangevuld met lokale bronnen zoals restwarmte uit decentrale bronnen, geothermische bronnen, grootschalige collectieve zonneparkvelden of het ontwikkelen van collectieve warmtekoel opslag, tot de mogelijkheden.

Enschede

Enschede beschikt over één grootschalig warmtenet dat in eigendom is van Ennatuurlijk. Sinds 2010 levert Twence restwarmte uit de AVI aan het warmtenet Enschede. In 2015 worden middels dit net ruim 6 duizend eindverbruikers voorzien van 0,5 PJ warmte (Ennatuurlijk, 2016a). Om de warmtelevering van de afvalenergiecentrale mogelijk te maken is er destijds een ondergrondse leiding naar de WKK centrale Marssteden gerealiseerd, die reeds verbonden was met het warmtenet. Gedurende de jaren 2010 tot 2015 is gebleken dat Twence over voldoende capaciteit beschikt om een stabiele warmtelevering te kunnen garanderen. Als gevolg is de WKK centrale Marssteden buiten bedrijf gesteld en vervult Twence de volledige warmtevraag voor het warmtenet van Enschede.

In 2020 is de verwachting dat er aan 7 duizend eindverbruikers 0,5 PJ warmte geleverd zal worden (Ennatuurlijk, 2016a). Sinds 2008 is op de locatie van Twence een biomassacentrale met input van B-hout operationeel. Deze centrale produceert momenteel alleen elektriciteit. In toekomst is warmteproductie van deze installatie een optie voor verdere verduurzaming van het warmtenet van Enschede.

Twence levert ook warmte aan het warmtenet in Hengelo, maar we beschouwen dit als een afzonderlijk net dat kleiner is dan 150TJ warmtelevering en daarom in deze paragraaf niet wordt beschreven.

Helmond

In Helmond is er één groot warmtenet met Ennatuurlijk als warmteleverancier en producent. Het gros (95%) aan warmte wordt geproduceerd door de WKK centrale Helmond. Deze centrale, welke dateert uit 1983, bestaat uit een gecombineerde stoom- en gasturbine-installatie (STEG). De STEG wordt gevoed met aardgas en beschikt over een warmtebuffer (Ennatuurlijk, 2016a; 2016c).

Figuur 14: Warmtenet Helmond



In 2015 worden circa 6.400 eindverbruikers voorzien van 0,2 PJ aan warmte. Dit beslaat de gebieden Rijpelberg (volledig), Brouwhuis (Noord), Helmond Oost (voornamelijk flats) en Hoogeind (industrie).

Het leidingnet is sinds de jaren '80, met uitzondering van het leidingnet van het industrieterrein Hoogeind die stamt uit de jaren '90, in gebruik voor warmtetransport. De ontwikkelingen van het warmtenet zijn daarom gericht op het vervangen van de oudere netdelen. Naar verwachting zullen tot medio 2020 enkel de kleine netdelen worden vervangen. Daarnaast is de prognose om rond 2020 te starten met het vervangen van de grote delen van het warmtenet. Door het vervangen van de leidingen zullen er ook extra aansluitingen naar woningen worden aangelegd en naar verwachting zullen in 2020 circa 7.200 eindverbruikers aangesloten zijn.

Omdat de WKK centrale al sinds 1983 operationeel is, is de gemeente Helmond in samenwerking met bewoners en projectontwikkelaars de opties voor nieuwe

warmtebronnen in kaart aan het brengen. Geothermie is één van de opties die wordt verkend.

Eindhoven

In Eindhoven zijn twee warmtenetten: een oud net dat tot voor kort werd gevoed door een aardgasgestookte wkk en een nieuwer net in de wijk Meerhoven. De netten zijn niet met elkaar verbonden en hebben elk een eigen hoofdbron. Het net in Meerhoven valt onder de grens van 0,15 PJ en wordt dus niet meegenomen bij de grote netten en in deze paragraaf verder buiten beschouwing gelaten.

Het warmtenetwerk van Eindhoven werd gevoed door de WKK (STEG) centrale Eindhoven, maar sinds het begin 2016 functioneert een biomassa-WKK installatie als hoofdbron (Ennatuurlijk, 2016d; 2016e). In 2015 produceerde deze WKK installatie enkel warmte en geen elektriciteit. Deze biomassa-WKK, welke eigendom is van de gemeente Eindhoven, zal volgens planning 70 à 80 procent van de benodigde warmte gaan leveren. De rest van de warmte wordt geleverd door de bestaande hulpketels op aardgas die op de locatie van de uit gebruik genomen STEG staan.

In 2015 voorziet het warmtenet Eindhoven ruim 4 duizend eindverbruikers van 0,3 PJ warmte. In 2020 verwacht Ennatuurlijk een groei van circa 500 kleinverbruikers en 0, 1 PJ aan warmte. Een belangrijk aandeel in deze stijging komt doordat het voormalige Philips warmtenet wordt aangesloten.

Purmerend

Stadsverwarming Purmerend (SVP) is eigenaar en de enige warmteleverancier en producent van het warmtenet in Purmerend. Het is een standalone warmtenet dat enkel Purmerend voorziet van stadswarmte. Sinds 1 juli 2014 is de gasgestookte WKK, die sinds 1988 stadswarmte produceerde voor de stad Purmerend, uit gebruik genomen. Dit was mogelijk omdat SVP warmte is gaan leveren met behulp van de BioWarmteCentrale (BWC) de Purmer. Voor piekvraag en calamiteiten zijn er twee aardgas gestookte hulpwarmtecentrales Waterlandlaan en Verbindingsweg. Maar in de eerste 2 jaar draaide de biomassacentrale nog niet optimaal en daardoor hebben de gasgestookte hulpwarmtecentrales Waterlandlaan en Verbindingsweg ook een significant aandeel in de warmte geleverd per jaar (SVP, 2016; 2012).

Om warmteverliezen en storingen te beperken is in de periode 2010-2015 van 4.000 woningen het warmteleidingnetwerk vervangen. In Purmerend is driekwart van de woningen aangesloten op het warmtenet. Er wordt onderzocht wat de mogelijkheden zijn heel Purmerend "gasloos" te maken (SVP; 2016).

In 2015 leverde SVP aan bijna 26 duizend eindverbruikers 0,8 PJ warmte. Voor 2020 is de verwachting dat het aantal aansluitingen zal stijgen naar 27 duizend. Daarnaast is de prognose van SVP voor 2020 dat de totale warmteafzet zal stijgen naar 0,9 PJ.

Regio Alkmaar

De aanleg van het HVC (HuisVuilCentrale) warmtenet in de regio Alkmaar is sinds 2004 gestart als initiatief van de gemeente Alkmaar en HVC. Het warmtenet is momenteel circa twaalf kilometer lang en voorziet circa 1.200 eindverbruikers van warmte. De HVC Alkmaar, die elektriciteit, warmte en gas opwekt uit afvalhout en restafval, is de

[illegible]

4.1.2 Aansluitingen en geleverde warmte

CE rapporteerde in 2009 bij grote warmtenetten 226 duizend aansluitingen, uitgaande van warmtenetten met meer dan 5000 aansluitingen (CE, 2009). Dat betekent een groei van 32% in het aantal aansluitingen tussen 2009 en 2015. CE rapporteerde alleen de hoeveelheid warmtelevering per net voor sommige netten en geen totaal. De warmtelevering in de grote warmtenetten was volgens CE in 2007, 2008 en 2009 vaak

hoger dan de cijfers die we nu hebben verzameld voor 2015. Dit is mogelijk aangezien de warmteleveranciers in hun prognoses ook rekening houden met een dalende warmtevraag door klimaatverandering en energiebesparing.

Tabel 10: Aantal aansluitingen en PJ warmtelevering in grote warmtenetten 2015

	Totaal aantal aansluitingen [duizend aansluitingen]	Warmtelevering [PJ/jaar]	Warmteleverancier
Utrecht	52,8	2,9	Eneco
Rotterdam	53,1	3,4	Eneco & Nuon
B3-Hoek	0,1	2,1	Eneco
Den Haag	4,9	1,1	Eneco
Ypenburg	10,1	0,3	Eneco
Amsterdam Zuid- en Oost incl. Amstelveen	15,5	1,3	Nuon & Eneco
Amsterdam Noord- en West	10,0	0,6	Nuon
Almere	49,0	1,7	Nuon
Lelystad	4,8	0,2	Nuon
Leiden	8,3	0,7	Nuon
Arnhem, Duiven en Westervoort	13,9	0,6	Nuon
Amernet	32,5	2,7	Ennatuurlijk
Enschede	6,3	0,5	Ennatuurlijk
Helmond	6,4	0,2	Ennatuurlijk
Eindhoven	4,1	0,2	Ennatuurlijk
Alkmaar en Langedijk	4,6	0,2	HVC
Purmerend	25,9	0,8	Stadsverwarming Purmerend
Totaal	299	19,6	

Verdeling woningen en zakelijke klanten

Graag zouden we de aansluitingen verdelen naar woningen en zakelijke klanten. In de grote warmtenetten vallen 294 duizend aansluitingen en 8,0 PJ warmtelevering onder de grens van 100 kW uit de Warmtewet. Deze aansluitingen bestaan niet perse alleen uit woningen. Er zijn ook zakelijke klanten met een aansluiting onder de 100 kW en een collectieve aansluiting van meerdere woningen in een flat kan meer dan 100 kW zijn. De verdeling naar kleinverbruikers en grootverbruikers geeft dus wel een indicatie voor de verdeling naar woningen en zakelijke klanten maar geeft deze niet exact weer.

Tabel 11: Verdeling aansluitingen en warmtelevering tussen kleinverbruikers en grootverbruikers 2015 bij grote warmtenetten.

	Aantal aansluitingen [duizend aansluitingen]	Warmtelevering [PJ/jaar]
Kleinverbruikers <100 kW	294	8,0
Grootverbruikers >100 kW	5	11,6
Totaal	299	19,6

Prognose 2020

We hebben de warmteleveranciers gevraagd naar hun verwachtingen rond het aantal aansluitingen en de geleverde warmte in de grote netten. De warmteleveranciers houden daarbij rekening met uitbreiding van het warmtenet en verwachte daling van de warmtevraag door energiebesparing. Het aantal aansluitingen op grote warmtenetten groeit naar verwachting van 299 duizend in 2015 naar 348 duizend in 2020. De warmtelevering groeit naar verwachting van 19,6 PJ in 2015 naar 22,4 PJ in 2020. Daarmee zou zowel het aantal aansluitingen als de warmtelevering in de periode 2015-2020 met 15% groeien.

Tabel 12: Aantal aansluitingen en PJ warmtelevering in grote warmtenetten 2020 (prognose)

	Totaal aantal aansluitingen [duizend aansluitingen]	Totale warmtelevering [PJ/jaar]	Warmteleverancier
Utrecht	58,5	3,1	Eneco
Rotterdam	62,4	3,6	Eneco & Nuon
B3-Hoek	0,1	2,7	Eneco
Den Haag	5,6	1,1	Eneco
Ypenburg	10,1	0,3	Eneco
Amsterdam Zuid- en Oost incl. Amstelveen	22,1	1,8	Nuon & Eneco
Amsterdam Noord- en West	19,0	1,0	Nuon
Almere	52,1	2,0	Nuon
Lelystad	4,8	0,2	Nuon
Leiden	9,3	0,8	Nuon
Arnhem, Duiven en Westervoort	15,7	0,8	Nuon
Amernet	36,7	2,7	Ennatuurlijk
Enschede	7,1	0,5	Ennatuurlijk
Helmond	7,2	0,2	Ennatuurlijk
Eindhoven	4,6	0,3	Ennatuurlijk
Alkmaar en Langedijk	5,6	0,3	HVC
Purmerend	27,0	0,9	Stadsverwarming Purmerend
Totaal	348	22,4	

4.1.3 Warmtebalans grote warmtenetten

De grote warmtenetten worden van oudsher vooral gevoed door fossiel gestookte elektriciteitscentrales, met daarnaast enkele afvalverbrandingsinstallaties als hoofdwarmtebron. De laatste tijd is een deel van de fossiele bronnen vervangen door afvalverbrandingsinstallaties en biomassacentrales, financieel gestimuleerd door subsidie voor duurzame energie SDE+, het relatief lage financiële rendement op elektriciteitsproductie uit aardgas en de gevorderde leeftijd van veel van deze fossiel gestookte installaties. Daarnaast zijn er hulpketels in de wijken en op de locatie van de hoofdbronnen.

CBS heeft op basis van combinatie van informatie uit eigen enquêtes, CertiQ, klantenbestanden van de netbedrijven, milieujaarverslagen en navraag bij de warmteleveranciers de warmtebronnen van de grote warmtenetten voor 2015 gekwantificeerd.

Tabel 13 laat zien dat twee derde van de warmte nog steeds van fossiele aardgas- en kolencentrales komt. In dit cijfer zit de warmte van de hulpketels die staan op de locatie van aardgasgestookte wkk-installaties. In de CBS-statistieken worden deze doorgaans niet apart onderscheiden. Daarnaast staan er ook hulpketels op andere locaties. Deze zijn wel apart te onderscheiden door middel van informatie uit de klantenbestanden van de netbedrijven in combinatie met navraag bij de warmtebedrijven. Deze hulpketels worden gebruikt bij piekvraag, bij calamiteiten en ook in de transitie bij het overstappen op en inregelen van een nieuwe hoofdbron. De aardgasgestookte hulpketels op andere locaties worden tot op heden verwaarloosd in de CBS Energiebalans.

Hernieuwbare energie was goed voor ongeveer 15 procent van de geleverde warmte in grote warmtenetten in 2015. Het gaat dan vooral om warmte uit de biogene fractie van huishoudelijk afval. Daarnaast komt er ook warmte uit biomassa. Overige bronnen leverden 12 procent van de warmte. Het gaat dan vooral om de niet-biogene fractie van huishoudelijk afval.

Het warmteverlies verschilt sterk per net. Netten met vooral grootverbruikers hebben weinig verlies en netten met veel kleinverbruikers hebben relatief veel verlies. Gemiddeld genomen gaat een kwart van de warmte verloren. Dit is aanmerkelijk meer dan de aanname van 15 procent die CBS momenteel hanteert in de Energiebalans.

Tabel 13: Warmtebalans grote warmtenetten 2015**

	Warmte [PJ]	Aandeel in levering van warmte aan grote warmtenetten
Aardgas en steenkool		
wkk (inclusief hulpketels op locatie aardgas-wkk)	17,3	67%
aardgas hulpketels niet op locatie aardgas-wkk	1,8	7%
Biomassa (incl. biogene fractie huishoudelijk afval)	3,8	15%
Overig (o.a. niet biogeen afval)	3,1	12%
Totaal warmtelevering aan grote warmtenetten	25,9	100%
Warmteverlies	6,4	25%
Totaal afgeleverde warmte door warmtenetten	19,5	75%

4.2 Kleine warmtenetten

Kleine warmtenetten zijn warmtenetten die warmte leveren aan meerdere gebouwen van meerdere eigenaren en waarbij de totale warmtelevering gelijk is aan minder dan 150 TJ per jaar. Deze groep netten bevat dus in principe niet de blokverwarming waarbij

één gebouw wordt verwarmd en ook niet de grote warmtenetten die in paragraaf 4.1 zijn besproken.

Voor het analyse van deze netten zijn twee informatiebronnen van de ACM gebruikt: de rendementsmonitor en de meldingen database van alle warmtenetten die vallen onder de warmtewet.

Informatie uit de rendementsmonitor

De rendementsmonitor bevat data over 2014 voor de vijf belangrijkste warmteleveranciers (Nuon, Ennatuurlijk, Eneco, HVC en Stadsverwarming Purmerend). Deze informatie wordt geschetst in tabel 14. Het gaat dus vooral om warmtenetten met een aardgas gestookte wkk als hoofdbron. In de meeste gevallen zullen ook hulpketels aanwezig zijn. In hoeverre deze worden ingezet is niet bekend.

Tabel 14: Warmtelevering Eneco, Nuon, Stadsverwarming Purmerend, Ennatuurlijk en HVC in kleine warmtenetten uit ACM rendementsmonitor 2014

Hoofdbron	Aantal aansluitingen	Warmteleveringen (PJ)
WKO	6.034	0,2
Biomassa	8.667	0,2
Aardgas gestookte wkk	25.738	0,9
Warmteketels	4.810	0,1
Totaal	45.249	1,5

Meldingen database als informatiebron

De database met meldingen bevat veel meldingen (>5000 netten). Kwaliteitscontrole van deze meldingen is beperkt en als gevolg daarvan is de informatie niet volledig en soms ook niet correct. Deze database is daarom alleen gebruikt voor netten die niet in eigendom zijn van de vijf eerder genoemde warmteleveranciers.

De database met meldingen bevat vooral veel netten van gebouweigenaren/verhuurders, zoals woningbouwverenigingen, verenigingen van eigenaren en gebouwverhuurders. We nemen aan dat deze netten bedoeld zijn voor de verwarming van één gebouw en dus blokverwarming betreft in plaats van een klein warmtenet.

De netten van anderen dan gebouweigenaren/verhuurders heeft CBS nader bekeken. Een gedeelte betreft blokverwarming met aardgasketels, een andere gedeelte betreft levering van warmte met netten met als hoofdbron WKO (0,7 PJ, 22 duizend aansluitingen), gasgestookte WKK (0,1 PJ, 2 duizend aansluitingen) of biomassa (0,1 PJ, 3 duizend aansluitingen). Lastig is dat uit de data niet makkelijk is af te leiden of het gaat om verwarming van één gebouw of meerdere gebouwen. Het aantal netten bij gasgestookte WKK en biomassa is vrij klein en nadere analyse leert dat het hier vooral gaat om gebiedsgebonden netten. Bij WKO is het aantal netten (ongeveer 200) dermate groot dat het teveel werk was om dat uit te zoeken.

Totaal gaat het bij warmtelevering in kleine netten dus naar schatting om ruim 50 duizend aansluitingen en ca. 2 PJ warmtelevering.

4.3 Totale warmtelevering warm water en het aandeel woningen

Als we de totale warmteleveringen van de grote en kleine warmtenetten uit paragraaf 4.1 en 4.2 optellen komen we uit op ongeveer 21,5 PJ. Deze 21,5 PJ komt goed overeen met 21 PJ leveringen van warm water aan de gebouwde omgeving en de landbouw zoals beschreven in paragraaf 3.2.

De cijfers in paragraaf 3.2 zijn afkomstig uit de CBS Energiebalans. Deze energiebalans bevat nog niet de nieuwste inzichten over de warmtenetten zoals beschreven in 4.1.3 over hulpketels en warmteverliezen. Echter, de effecten van deze nieuwste inzichten op totale levering van warmte (meer door hulpketels en minder door hogere distributieverliezen) heffen elkaar voor een groot deel op.

In de CBS Energiebalans staan ook gegevens over de verdeling van de warmteleveringen over de sectoren. Het grootste deel (ruim 50%) gaat naar huishoudens, een zesde ging naar de landbouw en de rest (25%) naar de diensten. Het cijfer voor de huishoudens is gebaseerd op het aantal woningen in stadsverwarmingsgebieden zonder gasaansluiting, maal het gemiddeld verbruik per woning (gebaseerd op gasverbruiken van qua woningtype, bouwjaar en oppervlakteklasse vergelijkbare woningen). Het cijfer voor de landbouw komt van het LEI die dit heeft opgevraagd bij betrokken warmtebedrijven. Het cijfer voor huishoudens bevat een aantal onzekere factoren: hoeveel woningen in stadsverwarmingsgebieden worden op een andere wijze dan via een warmte- of gasnet verwarmd, hoe kan het warmteverbruik van een woning op stadsverwarming het beste gerelateerd worden aan vergelijkbare woning op aardgas? Het cijfer voor de diensten is de restpost en is daarmee relatief onzeker.

In data vanuit de netten zoals beschreven in 4.1 en 4.2 is geen directe informatie beschikbaar over de sectoren waaraan warmte wordt geleverd. Wel is er informatie over het aantal aansluitingen en een onderscheid tussen groot- en kleinverbruik (met 100 kW als grens). Het totaal aantal aansluitingen van de grote en kleine warmtenetten samen was ongeveer 350 duizend in 2015, waarvan ca. 345 duizend kleinverbruikers. In termen van aantallen zullen dit vooral aansluitingen bij woningen zijn, maar ook onder de 100 kW zullen hier ook aansluitingen bij bedrijven bij zitten. Stel dat het 340 duizend woningen zijn. Aan de andere kant komt het ook voor dat achter een zwaardere aansluiting meerdere woningen zitten. Volgens de warmtemeetbedrijven (NLVVE) zijn dat er ongeveer 50 duizend. Bij elkaar zijn dat dan $(340+50=390)$ duizend woningen op stadsverwarming.

Volgens CBS analyse waren er 410 duizend woningen zonder gasaansluiting in stadsverwarmingsgebieden in 2015. Het CBS neemt aan voor de Energiebalans dat al deze woningen op stadsverwarming zijn aangesloten. De schattingen van 390 en 410 duizend woningen op stadsverwarming liggen dicht bij elkaar, gegeven de onzekerheden die er nog zijn. Een voorbeeld van een onzekerheid is het aantal woningen in een stadsverwarmingsgebied dat op een andere wijze dan via gas of stadsverwarming verwarmd wordt. Ook zijn de kleine netten niet altijd makkelijk

herkenbaar of wellicht ontbrekend in de meldingendatabase van de ACM en is onzeker bij hoeveel aansluitingen < 100 kW het gaat om niet-woningen.

4.4 Blokverwarming

Blokverwarming is verwarming van meerdere eenheden van één gebouw (vaak een pand bestaande uit meerdere woningen/appartementen) door één of meerdere gezamenlijke aardgas gestookte ketels in een gebouw. Blokverwarming onderscheidt zich van warmtelevering via grote of kleine netten doordat de warmte in een gebouw blijft.

In het kader van de verduurzaming van de warmtevoorziening is het relevant om te weten hoeveel blokverwarming er is (en waar), omdat vervanging van één collectieve ketel in een blokverwarmingssysteem door één aansluiting op een warmtenet eenvoudiger en goedkoper is dan vervanging van vele individuele ketels in een woongebouw.

Aantal woningen met blokverwarming

De leden van de NL.V.V.E. (Nederlandse Vereniging Verbruiksafhankelijke Energieafrekening) en de andere kostenverdeelpartijen voorzien 480 duizend woningen met blokverwarming van een warmtekostenverdeling; dit getal is compleet. Meestal betreft dit blokverwarming met gasgestookte ketels. Slechts in 1,7% betreft het warmtepompen, maar in deze projecten worden NLVVE leden naar verhouding minder vaak ingeschakeld om warmtekosten te verdelen dan bij traditionele gasgestookte installaties. NLVVE verwacht dat er ca. 24 duizend woningen niet zijn voorzien van submeters. Dit zijn veelal kleinere VvE's. ISTA laat in deze aantallen de collectieve aansluiting van flats op een warmtenet buiten beschouwing en definieert dat niet als blokverwarming. NLVVE leden verzorgen wel de warmtekostenverdeling van collectieve aansluitingen op een warmtenet en schat dat dit zo'n 50 duizend woningen betreft (NLVVE, 2016).

Uit een bottom-up analyse van CBS op basis van diverse bronnen, waaronder de klantenbestanden van de netbedrijven voor aardgas en een database van de ACM met meldingen voor warmteleveringen, komt naar voren dat het aantal woningen op een gasgestookte blokverwarming gelijk is aan ongeveer 500 duizend. Deze 500 duizend woningen bevinden zich in ongeveer 9000 blokverwarmingscomplexen. Een blokverwarmingscomplex is een perceel, pand of meerdere aaneengesloten panden (bebouwingsvlak) met meerdere woningen die op een of meerdere gasaansluitingen zijn aangesloten welke levert aan meerdere woningen. Bij de indeling in complexen is zoveel mogelijk getracht om één gasaansluiting te relateren aan één complex. In ruim 95 procent van de complexen is dat gelukt. Een kleine 5 procent van de complexen heeft twee of meer gasaansluitingen waarbij niet duidelijk is welk deel van het complex door welke gasaansluiting wordt bediend of dat hele complex door meerdere aansluitingen wordt gevoed.

De grootteklasse van de complexen varieert behoorlijk. Er is een substantieel aantal woningen in complexen met minder dan 25 woningen, maar er zijn ook veel woningen

in complexen met meer dan 200 woningen. Bij ruim 600 complexen wordt de woonfunctie gecombineerd met andere functies, vaak een zorgfunctie. Het gasverbruik tussen wonen en zorg is in die gevallen lastig uit elkaar te trekken.

Tabel 15: Aantal woningen met aardgasgestookte blokverwarming uit CBS-analyse voor 2015

Grootteklasse complexen in # woningen	Aantal complexen	Aantal woningen
<=25	3.509	51.983
26-50	2.448	91.415
51-75	1.315	81.966
76-100	792	69.281
101-150	717	87.056
151-200	299	51.344
>200	204	63.182
Totaal	9.284	496.227

De meeste blokverwarming komt voor in grote steden, zoals is te zien in de top tien van gemeenten met de meeste woningen op blokverwarming in tabel 16. Opvallend is dat Utrecht niet in deze top 10 voorkomt. In Utrecht zijn veel appartementencomplexen al op het warmtenet aangesloten.

Tabel 16: Top 10 gemeenten met blokverwarming in 2015 uit CBS analyse

	Aantal woningen
Rotterdam	32.500
Amsterdam	32.000
s-Gravenhage	27.500
Delft	13.000
Groningen	11.800
Eindhoven	11.200
Zoetermeer	10.900
Amstelveen	10.500
Nijmegen	9.300
Schiedam	7.500

Voor blokverwarming op hernieuwbare bronnen hebben we geen goede databron kunnen vinden. In de meldingendatabase van de ACM zijn 200 wko 'netten' gevonden, maar het is niet duidelijk of dit gaat om blokverwarming (gebouwgebonden warmtelevering) of om kleine warmtenetten (gebiedsgebonden warmtelevering). In totaal bevat de database met meldingen van de ACM ongeveer 28 duizend aansluitingen < 100 kW op een wko-net van een leverancier anders dan de 5 grote warmteleveranciers.

Gasverbruik blokverwarming

Het totale gasverbruik voor blokverwarming was 16 PJ in 2015. Hierin is het totale gasverbruik voor woonzorgcomplexen meegenomen en is geen bijschatting gemaakt voor de 3 procent van de complexen waaraan geen gasaansluiting uit de klantenbestanden van de netbedrijven kon worden gekoppeld. Uit de meldingendatabase van ACM was in die gevallen wel een indicatie dat er gasaansluiting zou moeten zijn, maar door dataproblemen of bijzondere situaties is het dan niet gelukt om de koppeling te maken.

4.5 Stoomlevering

Stoom is nodig voor veel industriële processen. Bedrijven kunnen stoom zelf maken (via stoomketels of warmtekrachtinstallaties) of stoom aankopen van energiebedrijven of andere bedrijven in de buurt. Deze paragraaf gaat over de aankoop van stoom.

De CBS energiebalans bevat de energiedrager “warmte”. Deze energiedrager is in onderliggende data opgebouwd uit stoom en warm water. De totale aanvoer van stoom in CBS-Energiebalans 2015 was 127 PJ. Daarvan ging 88 PJ naar eindverbruikers. Dat is beduidend meer dan de ruim 24 PJ leveringen van warm water, vooral via de grote warmtenetten. Energiebedrijven ontvangen ook stoom (39 PJ). Het gaat dan om stoom voor de raffinaderijen, stoom uit afvalverbranding voor elektriciteitsopwekking en reststoom die door een energiebedrijf wordt doorverkocht aan andere klanten, al dan niet na opwaardering.

In CBS (2015) is de herkomst van alle aangevoerde stoom (dus aanvoer door eindverbruikers en energiebedrijven) voor het verslagjaar 2013 nader geanalyseerd. Daaruit bleek dat ongeveer 60 procent van de aangevoerde stoom afkomstig was uit warmtekrachtinstallaties op aardgas, ongeveer 25 procent kwam uit fossiele restgassen of stoomketels op aardgas en ruim 10 procent kwam uit afvalverbrandingsinstallaties.

Een groot deel van de aanvoer van stoom komt van installaties die specifiek voor een (hoofd) gebruiker zijn neergezet. Vaak wordt de exploitatie van een dergelijke installatie dan vorm gegeven via een joint venture van een energiebedrijf en de betreffende gebruiker. Het komt ook voor dat er samenwerkingsverbanden zijn waarbij meerdere bedrijven gebruik maken van dezelfde stoomvoorziening. In dat geval zou je kunnen spreken van een stoomnetwerk, naar analogie van de stadsverwarmingsnetten.

In Europees verband luidt de huidige definitie van District Heating als volgt: “Distribution of thermal energy in the form of steam, hot water or chilled liquids from a central source of production through a network to multiple buildings or sites, for the use of process heating and cooling.” Stoom valt in principe dus ook hieronder.

Landen wordt gevraagd om, in het kader van de EU-energiebesparingsrichtlijn, te rapporteren hoeveel warmte er via district heating wordt geleverd. We zouden in het kader van de warmtemonitor in principe graag willen aansluiten bij de Europese definitie. Probleem is echter dat niet duidelijk is wat precies een (industriële) site is en

dat het daardoor ook lastig is om te bepalen wanneer er sprake is van een site en wanneer er sprake is van multiple sites. Dit probleem is aan de orde geweest in een workshop van een task force bij Eurostat in oktober 2016. Een van de mogelijke oplossingen is het beperken van de definitie tot de netten die zich vooral richten op de gebouwde omgeving, aansluitend bij de intuïtieve definitie van stadsverwarming. Een conclusie is echter nog niet bereikt.

5

Energieverbruik voor koude

In dit hoofdstuk schetsen we een beeld van het energiegebruik voor koude in Nederland en koudelevering via netten. Daarover is in Nederland nog weinig bekend. Dit hoofdstuk kan daarom worden gezien als de eerste stap om tot een meer gedetailleerde beschrijving te komen.

5.1 Energieverbruik koeling per sector

Bij energievraag voor koeling kan dit (1) product- & proceskoeling of (2) ruimtekoeling betreffen. In deze paragraaf bespreken we beide vormen om de totale energievraag voor koeling per sector in beeld te brengen. Het onderscheid tussen deze twee typen koudevraag is van belang om een inschatting te maken van de mogelijkheden tot verduurzaming van de koude voorziening via warmte- en koudeopslag. Enkel ruimtekoeling is hiervoor geschikt omdat voor product- & proceskoeling de benodigde temperatuurdaling te groot is om dit met WKO te doen.

Het elektriciteitsverbruik van koelinstallaties voor een veertigtal bedrijfssectoren is onderzocht door KWA (2016, KWA). De analyse van KWA richt zich op koelinstallaties waarbij met behulp van elektrisch gedreven compressoren koude wordt opgewekt. Er is geen onderscheid gemaakt in cryogene koeling en absorptiekoeling en andere vormen van koudeopwekking zijn niet onderscheiden. Het KWA acht dit acceptabel omdat het grootste deel van de koudeopwekking plaatsvindt met compressiekoeling (KWA, 2011).

KWA heeft veel energieaudits uitgevoerd in bedrijven die deelnemen aan de MJA en MEE convenanten en aan andere sectoren in het kader van de EED. Op basis van de energie-audits beschikt KWA over het aandeel elektriciteitsverbruik voor koeling in diverse sectoren. Het totale elektriciteitsgebruik heeft KWA gebaseerd op de MJA resultaten 2014 of op CBS statline voor sectoren die niet aan de MJA's deelnemen.

KWA maakt geen onderscheid tussen ruimtekoeling en product en proceskoeling. Ruimtekoeling voorziet in comfortbehoefte in gebouwen die wordt verzorgd door

klimaatbeheersing. Voor de voedings- en genotmiddelenindustrie en de overige industrie gaat het (grotendeels) om product- en proceskoeling. Koelinstallaties in de overige industrie zijn te vinden in o.a. de chemische industrie en rubber- en kunststofverwerkende industrie. De voedingsmiddelensector vormt een divers palet aan koude gebruikers, van de vleesverwerkende industrie tot bierbrouwerijen. Voor de dienstensector en in de landbouw gaat het (voornamelijk) om ruimtekoeling van o.a. kantoorpanden, ICT serverruimtes en data-centers, horeca en kassencomplexen. Productkoeling vindt plaats in supermarkten en de melkveehouderij.

Voor huishoudens maakt CBS al een inschatting van het energiegebruik van woningen naar energiefunctie waaronder ook ruimtekoeling. In 2014 is het elektriciteitsverbruik voor ruimtekoeling van huishoudens 1 PJ.

Het totale elektriciteitsverbruik voor koeling bij eindgebruikers ligt dan rond de 27 PJ. Dat is heel weinig ten opzichte van het totale finale energiegebruik voor warmte van 962 PJ (zie tabel 4 paragraaf 3.1).

Tabel 17: Elektriciteitsverbruik voor koeling verschillende sectoren 2015 (bron KWA, CBS)

Sectoren	Elektriciteitsverbruik voor koeling [PJ]
Industrie	15
Voedings- en genotmiddelen industrie	6,0
Chemische industrie	6,6
Rubber en kunststof industrie	0,4
Overige industrie	1,8
Diensten	10
Supermarkten	2,7
Onderwijs (HBO en universiteiten)	0,4
Ziekenhuizen en UMC's	1,2
Datacenters	1,5
Horeca	1,4
Sport, kunstijsbaan en skihal	0,1
Kantoren	1,8
Koel en vrieshuizen	1,0
Landbouw	1
Huishoudens	1
Totaal eindgebruikers	27

Warmte- en koude opslag (WKO)

WKO is met name voor het vastgoed interessant omdat er zo op een duurzame wijze gekoeld en verwarmd kan worden. In 2015 was de totale koudeproductie uit WKO's in Nederland ongeveer 2 PJ (CBS, 2016). Dit betreft grotendeels koude voor eigen gebruik in de utiliteitsbouw.

De COP voor compressiekoelmachines voor ruimtekouling in de dienstensector is 4 (NEN, 2016). Dit zou betekenen dat de koudeproductie in de dienstensector ca. 40 PJ bedraagt. De koude uit WKO is dan ca. 5% van deze totale koude productie.

5.2 Koudelevering via netten

De grote warmteleveranciers in Nederland leveren niet alleen warmte, maar ontwikkelen op relatief beperkte schaal ook koudenetten om koude te leveren. Op basis van informatie van de belangrijkste warmteleveranciers is een inventarisatie gemaakt van de nu aanwezige koudenetten in Nederland. Leveranciers van alleen kleine warmtenetten exploiteren soms ook kleine, gebiedsgebonden koudenetten. Deze zijn niet meegenomen in deze inventarisatie.

Binnen de Europese Richtlijn voor gebouwen is er sprake van een koudenet als er distributie plaatsvindt van een gekoelde vloeistof vanuit een centraal (productie)punt door een leidingnet voor meerdere gebouwen, ten behoeve van het koelen van ruimtes.

Koudelevering via netten (die meerdere gebouwen bedienen) was in 2015 goed voor 0,4 PJ koude. De meeste koude komt daarbij uit hernieuwbare bronnen, een veel kleiner deel komt uit compressie-koelmachines op elektriciteit.

In 2015 leverde Ennatuurlijk koude via drie gebiedsgebonden koudenetten (Ennatuurlijk, 2016a). Dit betreft het Mediapark in Hilversum waar de koude geleverd wordt met compressiekoelmachines en absorptiekoeling met (rest)warmte uit de WKK van het Mediapark. De WKO van het Mediapark is niet meer in gebruik. Het Noordwestentree in Maastricht wordt gekoeld door middel van absorptiekoelmachines met restwarmte van papierfabriek Sappi. Ennatuurlijk levert ook aan het Paleiskwartier in Den Bosch koude door het gebruik van een WKO installatie (warmte-koude opslag).

Daarnaast beschikt Nuon over twee grote koudenetten in Amsterdam. Eén van deze koudenetten is de koude centrale op de Zuidas, die sinds 2006 in gebruik is, en water uit de Nieuwe Meer benut om woningen en gebouwen te koelen. In 2010 stelde NUON in Amsterdam Zuid-Oost een soortgelijk project in bedrijf met de Oudekerkerplas als koudebron.. Naast deze twee genoemde koudenetten zet Nuon ook in op comfortkoeling in Amsterdam-Noord. Dit een gecombineerde warmte- en koudetechniek. In de nieuwbouwwijk Houthaven is Nuon sinds eind 2014 gestart met de levering van koude aan de Brede School Houthaven. In het voorjaar van 2015 zijn de eerste woningen ook aangesloten op comfortkoeling. De koude is afkomstig uit oppervlaktewater van het IJ, dat nabij de nieuwe wijk gelegen is (Nuon, 2014).

De koude levering van HVC is alleen noemenswaardig voor Dordrecht en niet voor Alkmaar, waar slechts 150 woningen middels een WKO koude verkrijgen (HVC, 2016). HVC Dordrecht beschikt over een koudenet waarop circa 10 (groot)zakelijke klanten zijn aangesloten. (HVC, 2015).

Eneco levert koude met Maaswater via Maaswaterkoeling in combinatie met een koudenet aan de Wilhelminapier en via koudenetten in het centrum van Rotterdam, in het stationsgebied van Den Haag en in Hoog Catharijne te Utrecht.

Stadverwarming Purmerend heeft haar focus gelegd op warmtelevering omdat de business case van koudelevering niet interessant lijkt. Zorginstellingen zijn zelf in staat tegen een lager tarief koude te produceren en onderwijsinstellingen hebben een relatief korte bedrijfstijd.

Ook de installatiesector ontwikkelt initiatieven met gebiedsgebonden koeling. Roelofs en Unica hebben samen het bedrijf UR Cool (You are Cool) opgericht en ontwikkelden een koelwaternetwerk in Steenwijk. Water uit zandwinplas Eesermeer koelt het ontwikkelingsgebied Eeserwold in Steenwijk. Eeserwold iets ten noorden van Steenwijk wordt een combinatie van 8 ha kantoren, 22 ha bedrijven terrein en 50 ha woningen. Het Eesermeer is 45 meter diep en beslaat 30 hectare. Het koelwater wordt op 18 meter diepte opgepompt, het water heeft op deze diepte een temperatuur van 8 graden Celsius. Roelofs en Unica mogen van Waterschap Reest & Wieden jaarlijks 1,8 miljoen kubieke meter water uit de zandwinplas gebruiken. Het water wordt via een zuigkorf opgepompt, gefilterd en over een warmtewisselaar geleid. Aan de andere kant van de wisselaar wordt het gekoelde water door een gesloten ringleiding naar de gebouwen gebracht. Het water in de ringleiding is dan koud genoeg om te worden gebruikt en hoeft niet mechanisch te worden nagekoeld¹.

¹ <http://www.urcool.nl/files/website/File/PDF.pdf>

Referenties

- ACM (2014). ACM Rendementsmonitor 2014.
<https://www.acm.nl/nl/publicaties/publicatie/14919/Rendementsmonitor-financiele-rendementen-warmteleveranciers/>
- ACM (2016). *Codebesluit Update Gebiedsindelingen 2016*. ACM/DE/2016/200822.
- AEB (2013). *AEB Duurzaamheidsverslag 2013*. <http://www.aebamsterdam.nl/over-aeb/nieuws/2014/duurzaamheidsverslag-2013/>
- CBS (2015). *Warmteleveringen in de CBS Energiebalans*.
<https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2015/41/warmteleveringen-in-de-cbs-energiebalans>
- CBS (2016). *Data warmte-koude productie 2015*.
- ECN (2015). *Development of Heat Distribution Networks in the Netherlands*. ECN-E-15 069. <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--15-069>.
- ECN, PBL, CBS en RVO (2016). *Nationale Energieverkenning 2016*
<https://www.ecn.nl/nl/energieverkenning/>
- Ecorys (2015). *Rendementsmonitor warmteleveranciers*.
<http://www.ecorys.nl/news/ecorys-monitort-rendementen-van-warmteleveranciers-0>
- Eneco (2012). *Vergroening van stadswarmte wat betekent dat in de praktijk*. Bianca Boverhoff, Manager Business Development.
<http://www.slideshare.net/Enecomedia/strategisch-omgevingsmanagement-bij-enecos-leiding-over-noord>.
- Eneco (2013). *WKC Ypenburg*. 18 April 2013.
https://www.werkenbijeneco.nl/sc/wkc-ypenburg_op_28-10-2016.
- Eneco (2014a). *Leiding over Noord realiseren we samen*.
<http://projecten.eneco.nl/leiding-over-noord/blog/leiding-over-noord-realiseren-we-samen/>.

Eneco (2014b). *Duurzaam warmtenet van 17 km lengte*.
<https://www.eneco.nl/over-ons/organisatie/aandeelhouders/nieuws-voor-aandeelhouders/duurzaam-warmtenet-van-17-km-lengte/> op 30-09-2016.

Eneco (2015). Persoonlijk contact, Robert Koornneef

Eneco (2016). Persoonlijk contact, Robert Koornneef.

Energiea (2014). *Tuinders profiteren nu al van slim warmtenet*.
<http://energiea.nl/nieuws/431198-1411/tuinders-profileren-nu-al-van-slim-warmtenet>

Energiea (2016). *RWE zet in op 80% biomassa bijstook in Amercentrale*.

Ennatuurlijk (2015a). Persoonlijk contact.

Ennatuurlijk (2015b). *Meer duurzame warmte voor Enschede*. 11 februari 2015.
<http://www.ennatuurlijk.nl/groot-zakelijk/nieuws/actueel/meer-duurzame-warmte-voor-enschede>

Ennatuurlijk (2016a). Persoonlijk contact, Harald Droog

Ennatuurlijk (2016b). *Verslag bestuurlijke bijeenkomst*. 30 juni 2016.
<http://www.onzewarmte.nl/nieuws/159-verslag-bestuurlijke-bijeenkomst-%E2%80%99routekaart-naar-een-toekomstvast-amernet%E2%80%99>

Ennatuurlijk (2016c). *Historie en status warmtenet Helmond*.
<http://www.ennatuurlijk.nl/helmond/historie-en-status-warmtenet/>, op 26-10-2016.

Ennatuurlijk (2016d). *Aanpassingen WKC Eindhoven*.
<http://www.ennatuurlijk.nl/particulier/nieuws/actueel/aanpassingen-in-wkc-eindhoven/>, op 26-10-2016.

Ennatuurlijk (2016e). *Duidelijkheid tarieven Meerhoven*.
<http://www.ennatuurlijk.nl/meerhoven/>, op 26-10-2016.

Europees Parlement en de Raad (2009), Directive of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

Europese Commissie (2016) *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast)* COM(2016) 767 final 2016/0382 (COD).

Gemeente Den Haag (2013). [Plan van aanpak Energiebesparing en Warmtenetten Den Haag](#).

GreenDeal (2015). *Regionaal warmtenet voor verduurzamen woningen*. Opgehaald van <http://www.greendeals.nl/regionaal-warmtenet-voor-verduurzamen-woningen/>, op 07-10-2016.

HVC (2014). *CO₂ prestatieverslag warmte van HVC 2014*.
<http://warmopweg.nl/wp-content/uploads/2015/10/HVC-CO2-prestatieverslag-Alkmaar-2014.pdf>

HVC (2015). CO₂ prestatieverslag warmte van HVC 2015.

https://www.hvcgroep.nl/sites/default/files/hvc_co2_prestatieverslag_alkmaar_2015.pdf

HVC (2015). CO₂ prestatieverslag Dordrecht 2015.

<http://www.warmtenetdordrecht.nl/wp-content/uploads/2014/09/HVC-CO2-prestatieverslag-Dordrecht-2015.pdf>

HVC (2016). Persoonlijk contact HVC, Robert Crabbendam.

HVC (2016b). *Warmtenet Alkmaar*. Opgehaald van <https://www.alkmaar.nl/warmtenet>, geraadpleegd op 07-12-2015.

HVC (2016c). *Route van het warmtenet Alkmaar*. Opgehaald van

<http://www.warmtenetalkmaar.nl/route-van-het-warmtenet/>, geraadpleegd op 07-12-2015.

Ista (2016). Contact via e-mail met Rene Smeijers.

KWA (2011). *Het elektrisch energieverbruik van koelinstallaties in Nederland en de aanwezige hoeveelheid koudemiddelen per sector*. In opdracht van Agentschap NL (RVO). KWA Bedrijfsadviseurs B.V., Amersfoort.

KWA (2016). *Het elektrisch energieverbruik en het warmteaanbod van koelinstallaties voor een veertigtal bedrijfssectoren*. In opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. KWA Bedrijfsadviseurs B.V., Amersfoort.

NEN (2014). *Energieprestatie van utiliteitsgebouwen – bepalingsmethode*. Nederlands Normalisatie-instituut. December 2014.

Nuon (2014). *Derde koude centrale in Amsterdam*. Opgehaald van

<https://www.nuon.com/nieuws/nieuws/2014/derde-koude-centrale-in-amsterdam/>, geraadpleegd op 02-12-2016.

Nuon (2014). Nuon verkoopt warmte- en elektriciteitsproductie Utrecht aan Eneco.

Opgehaald van <https://www.nuon.com/nieuws/nieuws/2014/nuon-verkoopt-warmte-en-elektriciteitsproductie-utrecht-aan-eneco/>,

Nuon (2015). *CO₂ reductierapport 2015*. Opgehaald van <http://co2-reductierapporten.nuon.com, 30-09-2016>.

Nuon (2016a). Persoonlijk contact, Hans Rödel.

Nuon (2016b). *Laatste las warmteleidingen warmtetrace Amsterdam Noord*. Opgehaald

van <https://www.nuon.com/nieuws/nieuws/2016/laatste-las-leidingen-warmtetrace-amsterdam-noord/>, 21-10-2016.
[op 30-09-2016](http://www.nuon.com/nieuws/nieuws/2016/laatste-las-leidingen-warmtetrace-amsterdam-noord/).

Schepers, B. & Valkengoed, M. (2009). *Warmtenetten in Nederland – overzicht van grootschalige en kleinschalige warmtenetten in Nederland*. CE Delft, Delft

Segers, R. (2012) *Het energieverbruik voor warmte afgeleid uit de Energiebalans*, update 2010, CBS.
<https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2012/18/het-energieverbruik-voor-warmte-afgeleid-uit-de-energiebalans-update-2010>

Stultjens, A. (2012). *Presentatie Ennatuurlijk: warmte in twee dagen (2^e dag deel 1)*
SVP (2012). SVP neemt de warmteproductie Purmerend over van NUON. Opgehaald van <http://www.stadsverwarmingpurmerend.nl/actueel/persberichten/471/svp-neemt-warmteproductie-purmerend-over-van-nuon->,

SVP (2016a). Stadsverwarming Purmerend - warmteproductie. Opgehaald van <http://www.stadsverwarmingpurmerend.nl/actueel/warmteproductie>,

SVP (2016b). Persoonlijk contact Martijn van Lier, augustus 2016.

Team ROM gemeente Almere (2015). Programmaplan Energy Wekt, Binnenlands bestuur, 20-21.

TNO (2016). *Bleiswijk een succesverhaal van geothermie*.
<http://www.onzewarmte.nl/nieuws/159-verslag-bestuurlijke-bijeenkomst-%E2%80%98routekaart-naar-een-toekomstvast-amernet%E2%80%99>

Twence (2015). *Warmte aan warmtenetwerken*. Opgehaald van <http://www.twence.nl/Activiteiten/Energie/Warmte.html>, 25-10-2016.

Van de Velden, N. en Smit, P. (2016) *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2015*, LEI Rapport 2016-099
https://www.kasalsenergiebron.nl/content/user_upload/Energiemonitor_Nederlandse_glastuinbouw_2015.pdf

VN (2016). *International Recommendations for Energy Statistics* (IRES).

Warmteiskoel (2016). *De trein van het miljardenproject warmtenet Zuid-Holland*. Opgehaald van <http://warmteiskoel.nl/de-trein-van-het-miljardenproject-warmtenet-zuid-holland-dendert-voort-maar-is-het-wel-zon-goed-idee-doorgeplaatst-van-geldengroen-net/>, geraadpleegd op 07-11-2016.

Warmterotonde (2015). *Warmterotonde-cluster West - Resultaten verkennend onderzoek*. 8 oktober 2015. Opgehaald van <http://warmopweg.nl/warmterotonde-cluster-west-resultaten-verkennend-onderzoek/>, 28-10-2016.

ECN

Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 ZG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl

