



Planbureau voor de Leefomgeving

# CONCEPTADVIES SDE++ 2020

Warmte

**Notitie**

**Sander Lensink, Iulia Pișcă**

**6 mei 2019**

PBL

## **Colofon**

Conceptadvies SDE++ 2020 Warmte

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2019

PBL-publicatienummer: 3702

## **Contact**

sde@pbl.nl

## **Auteurs**

Sander Lensink, Iulia Pișcă

## **Redactie figuren**

Beeldredactie PBL

## **Eindredactie en productie**

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Sander Lensink, Iulia Pișcă (2019), Conceptadvies SDE++ 2020 Warmte, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

# 1 Inhoud

2	1	Beschrijving adviesvraag	4
3	2	Nieuwe categorieën	6
4	3	Correctiebedragen	10
5	4	Bevindingen	16
6	5	Consultatievragen	17
7			
8			

# 1 Beschrijving adviesvraag

## 1.1 Algemene introductie

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) adviseert, met ondersteuning van ECN part of TNO en DNV GL, het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) over verschillende onderdelen van de Subsidieregeling voor Duurzame Energie (SDE++).

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft aan PBL gevraagd om specifiek advies uit te brengen over het raamwerk voor subsidiëring van warmte in de SDE++. In de volgende paragrafen staan passages uit de uitvraag van EZK aan PBL met betrekking tot warmte, waarin de adviesvraag nader gespecificeerd wordt alsmede de uitgangspunten die op deze adviesvraag betrekking hebben.

### 1.1.1 Nieuwe categorieën

In aanvulling op de categorieën uit de SDE+ 2019 wordt ook advies gevraagd over de in het advies "aanvullende berekeningen SDE+ 2019" opgenomen technieken. Te weten:

- Ondiepe geothermie warmte; geen basislast
- Ondiepe geothermie warmte, basislast
- Geothermie warmte; geen basislast
- Thermische Energie uit Oppervlaktewater (aquathermie)
- Composteringswarmte bij champignonkwekerijen
- Daglichtkas

### 1.1.2 Laagwaardige warmte

- Er wordt advies gevraagd over de mogelijkheid om tot een generieke stimulering van diverse laagwaardige warmtebronnen (zoals aquathermie, ondiepe geothermie, restwarmte) te komen, bijvoorbeeld door een generieke categorie te maken voor een warmtepomp op basis van deze bronnen. De minimale grootte voor een warmtepomp binnen de regeling is 500 kWth output (in lijn met de ondergrens bij de biomassaketels).

### 1.1.3 WKO

- Er wordt gevraagd naar de gevolgen van het opnemen van de kosten en opbrengsten van WKO (warmte-koudeopslag) binnen de basisbedragen. Dit heeft betrekking op de situatie waar WKO een integraal onderdeel vormt van een systeem. Als onderdeel van het advies kunnen overwegingen of oplossingen worden voorgesteld om eventuele negatieve gevolgen te beperken.

### 1.1.4 WKO in de glastuinbouw

- Er wordt advies gevraagd over een mogelijke categorie WKO in glastuinbouw als categorie binnen de SDE++.
- WKO in de glastuinbouw betreft glastuinbouwconcepten met warmte-koudeopslag en warmtepomp en eventueel latente warmteterugwinning uit kaslucht.
- WKO in de glastuinbouw is in 2012 doorgerekend. Van deze berekeningen en overwegingen kan gebruik gemaakt worden indien deze nog steeds actueel zijn.

- 48 • Het is wenselijk dat ook totaalconcepten, zoals *Kas als energiebron*, gebruik kunnen ma-  
49 ken van deze categorie. Van deze systemen worden alleen de elementen opgenomen die  
50 betrekking hebben op de productie van energie.

### 51 1.1.5 Correctiebedragen

- 52 • EZK vraagt uitgebreid advies voor het correctiebedrag van grootschalige warmtepro-  
53 jecten,  
54     ○ waarbij recht wordt gedaan aan verschillende situaties (bijvoorbeeld bestaande  
55 stadsverwarming, nieuwe stadsverwarming, industrie, glastuinbouw),  
56     ○ waarin advies gegeven wordt over mogelijkheden om dit in de regeling te ver-  
57 werken, daarbij rekening houdend met de uitvoerbaarheid en duidelijkheid van  
58 de regeling,  
59     ○ waarin speciale aandacht is voor helder onderscheid tussen correctiebedrag  
60 (marktprijs) en basisbedrag (kostprijs).  
61 • Daarnaast wordt verzocht om te onderzoeken of het wenselijk is om in het correctiebe-  
62 drag voor warmte rekening te houden met seizoenseffecten (met productie die voorna-  
63 melijk 's winters plaatsvindt en het gebruik van seizoensopslag).

# 2 Nieuwe categorieën

64

## 2.1 Behandelingen basisbedragen nieuwe categorieën

66 Het ministerie van EZK heeft voor verscheidende categorieën advies gevraagd (zie paragraaf  
67 1.1.1). De analyse van de kosten en berekeningen van de basisbedragen zijn in andere noti-  
68 ties te lezen. Hieronder staat een overzicht.

### 2.1.1 Geothermie

70 In de notitie *SDE++ 2020 geothermie* (Bart in't Groen, Caja De Vries, Harmen Mijnlieff en  
71 Koen Smekens, 2019) zijn de volgende categorieën te vinden:

- 72 • Ondiepe geothermie warmte; geen basislast
- 73 • Ondiepe geothermie warmte, basislast
- 74 • Geothermie warmte; geen basislast

### 2.1.2 Aquathermie

76 De categorie *aquathermie*, of *thermische energie uit oppervlaktewater* staat in notitie *SDE++*  
77 *2020 energie uit water* (Luuk Beurskens en Koen Smekens, 2019).

### 2.1.3 Composteringswarmte bij champignonkwekerijen

79 Composteringswarmte bij champignonkwekerijen wordt behandeld in de notitie *SDE++ 2020*  
80 *Vergisting van biomassa* (Jeroen Daey Ouwens, Maroeska Boots, Ayla Uslu, 2019).

### 2.1.4 Daglichtkas

82 In de notitie *Aanvullende berekeningen SDE+ 2019* (Sander Lensink (ed), 2018) is indicatief  
83 de daglichtkas behandeld. De daglichtkas wordt nader uitgediept in de adviezen met betrek-  
84 king tot de verbredingsopties *SDE++ 2020*.

### 2.1.5 Warmte-koudeopslag in de glastuinbouw

86 De onderstaande tekst is grotendeels overgenomen uit het conceptadvies *SDE 2012*, ge-  
87 schreven in 2011. Destijds heeft het toenmalige Ministerie van EL&I besloten om WKO in de  
88 glastuinbouw niet in de *SDE*-regeling op te nemen. In deze paragraaf wordt de onrendabele  
89 top van WKO in de glastuinbouw berekend ten opzichte van gebruikte van WKK-warmte.  
90 Daarmee verschilt de berekening voor deze categorie (onrendabele top) van de berekenin-  
91 gen van andere categorieën (basisbedrag of productiekosten). Hiervoor is gekozen om te il-  
92 lustreren dat in bepaalde gevallen er geen subsidie nodig is omdat er geen onrendabele top  
93 is. De onrendabele top van WKO in de glastuinbouw is teeltafhankelijk en vanwege de inter-  
94 actie met de energievoorziening en -prijzen complex te berekenen. Er lijkt een duidelijk on-  
95 derscheid te bestaan tussen teelten met koudevraag, waar WKO-toepassing rendabel is, en  
96 teelten zonder koudevraag, waar WKO-toepassing niet rendabel is. Er zijn echter slechts vier  
97 teelten onderzocht van een veelvoud aan mogelijke teelten in Nederland.

98 De inzet van warmte-koudeopslag in combinatie met (semi)gesloten kassystemen kan het  
99 energiegebruik in de glastuinbouw verduurzamen. De ontwikkeling van (semi)gesloten kas-  
100 systemen voor de glastuinbouw is echter door tegenvallende meeropbrengsten en het renda-  
101 bel inzetten van WKK-installaties achtergebleven ten opzichte van de oorspronkelijke  
102 doelstellingen. Delen van het concept voor de (semi)gesloten kassen zijn echter wel com-  
103 mercieel aantrekkelijk voor bepaalde teelten.

104 In de glastuinbouw kan met behulp van warmte-koudeopslag (WKO) overtollige zonne-  
105 warmte in kassen ('s zomers) worden opgeslagen in een aquifer en bij warmtevraag (bijvoor-  
106 beeld 's winters) worden ingezet. Warmtepompen, veelal elektrisch gedreven, brengen deze  
107 warmte op een bruikbaar temperatuurniveau voor de betreffende teelt. In de voorbeeldsitua-  
108 ties zijn typische COP's voor elektrische warmtepompen gehanteerd van 4,2 tot 5,0. Het op-  
109 slaan van overtollige zonnewarmte impliceert dat er met behulp van deze techniek gekoeld  
110 wordt. Voor teelten met een bestaande koudevraag is dit de belangrijkste reden om in WKO  
111 te investeren. Door de koudevraag is de inzet van WKO zonder subsidieverlening vaak eco-  
112 nomisch al aantrekkelijk. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de teelt van phalaenopsis en fresia.  
113 Er zijn echter veel teelten waar de meeropbrengsten ten gevolge van actieve koeling kleiner  
114 zijn dan de kosten voor investering, het verlies van opbrengsten uit WKK-installaties en addi-  
115 tionele elektriciteitsinkoop. Bij deze teelten, waar momenteel dus geen koudevraag is, is de  
116 inzet van WKO niet rendabel. Dit is bijvoorbeeld de situatie voor tomaten- of rozenteelt. Win-  
117 ning van zonnewarmte is in 2009 slechts ingezet bij 48 projecten in de glastuinbouw; een  
118 deel van deze projecten betreft WKO in de glastuinbouw. Gasgestookte WKK-installaties  
119 daarentegen domineren de warmteproductie (en elektriciteitsproductie) in de glastuinbouw.  
120 Door de inzet van WKO in plaats van WKK zal het elektriciteitsgebruik op het bedrijf toene-  
121 men, terwijl het aardgasgebruik en de CO<sub>2</sub>-emissie op het bedrijf zal afnemen. Het effect van  
122 dit energiegebruik op de totale CO<sub>2</sub>-emissie hangt af van de (centrale) opwekkingstechnolo-  
123 gie voor de benodigde elektriciteit.

124 Een exploitatiesubsidie voor teelten zonder bestaande koudevraag kan worden overwogen.  
125 Op de subsidie dient echter wel voor de gerealiseerde meeropbrengsten te worden gecorri-  
126 geerd, wat teeltspecifieke kennis van de verwachte productieverhoging, kwaliteitsverbetering  
127 en marktprijzen van het gewas vereist. Ook is het goed mogelijk dat teeltmethodes en tech-  
128 nologieën doorontwikkeld zijn sinds 2010 of worden doorontwikkeld in de toekomst, zodat de  
129 toepassing van WKO economisch aantrekkelijk wordt waar dat nu nog niet het geval is. Hier-  
130 door kan overstimulering van WKO-technologie met een (exploitatie-)subsidie ontstaan.  
131 Daarnaast wordt warmteproductie met WKO-technologie financieel geprikkeld door een ex-  
132 ploitatiesubsidie, terwijl de financiële prikkel om de warmtevraag te verminderen wordt ver-  
133 laagd. Hierdoor kan overmatig elektriciteitsgebruik van de WKO-technologie ontstaan. Zoals  
134 reeds eerder is opgemerkt, zijn de meeropbrengsten teeltspecifiek. In Nederland wordt een  
135 veelheid aan gewassen in de glastuinbouw geteeld<sup>1</sup>. Teeltspecifieke kennis van WKO-  
136 technologie en eventuele meeropbrengsten per teelt, inclusief nicheteelten, is noodzakelijk  
137 om een gelijke verdeling van operationele subsidies te garanderen en eventuele verschuiving  
138 naar andere teelten ten gevolge van subsidieverlening te voorkomen.

139 In de praktijk concurreert WKO in de glastuinbouw met WKK-technologie. Momenteel wordt  
140 WKK-technologie gestimuleerd door mogelijke vrijstelling op of verlaging van de energiebe-  
141 lasting op het ingekochte aardgas en door eigen productie van het eigen verbruik van elektri-  
142 citeit. Op elektriciteitsinkoop kent de glastuinbouw echter geen verlaagd energiebelasting-  
143 tarief, wat voor elektrisch gedreven WKO-technologie in de glastuinbouw een financieel na-  
144 deel is ten opzichte van WKK-technologie in de glastuinbouw. Verlening van exploitatiesubsidi-  
145 e wordt gecompliceerd door teeltspecifieke variatie in kosten en meeropbrengsten. Er is  
146 hier gekozen om aan te sluiten bij eerdere inzichten omtrent de kostenstructuur voor toma-  
147 ten- en rozenteelt zonder koudevraag en phalaenopsis- en fresiateelt met koudevraag. In  
148 deze studie is voor alle teelten met uitzondering van fresiateelt, uitgegaan van een combina-  
149 tie van WKO- en WKK-technologie: de WKO wordt ingezet voor basislast warmtevraag, ter-  
150 wijl een relatief kleinere WKK-installatie, dat wil zeggen met een kleiner vermogen dan in de  
151 referentiesituatie, aan de piekwarmtevraag en een deel van de elektriciteitsvraag kan vol-  
152 doen. Het is belangrijk om op te merken dat bij deze kostenstructuur geen correctie is uitge-  
153 voerd voor bestaande investeringssubsidies, waar in ieder geval een deel van de betreffende

---

<sup>1</sup> LEI WUR (2011): *land- en tuinbouwcijfers*, [www.lei.wur.nl](http://www.lei.wur.nl), 8 juli 2011.

154 technologieën voor deze teelten wel recht op heeft. De kosten voor de productie van warmte  
 155 met WKO zijn bepaald ten opzichte van de productie van warmte met een WKK-installatie,  
 156 met uitzondering van de fresiateelt waar de beperkte warmtevraag volledig wordt ingevuld  
 157 met een ketel. In de investeringskosten is daarom een correctie op de vermeden kosten voor  
 158 de referentie WKK-installatie reeds opgenomen. Ook andere vermeden investeringen zijn  
 159 hierin opgenomen. In de vaste O&M-kosten zijn, naast de extra operationele kosten voor de  
 160 installatie, ook de extra kosten voor additioneel energiegebruik, derving van WKK-  
 161 opbrengsten en een correctie voor eventuele meeropbrengsten opgenomen. Een extra com-  
 162 plicatie bij nadere uitsplitsing naar de financiële consequenties voor het energiegebruik zijn  
 163 de interacties van het vermeden gasverbruik ten opzichte van de referentie-WKK met een  
 164 toegenomen inzet van de reserveketel en de spreiding van in- en verkoop van elektriciteit  
 165 over dal- en piekperiodes. Voor tomaten en rozen zijn er, naast de investering, ook aanzien-  
 166 lijke meerkosten vermeld. Deze kosten worden voornamelijk bepaald door een forse toe-  
 167 name van de elektriciteitsinkoop en derving van WKK-opbrengsten. Op deze teelten zal dus  
 168 subsidie noodzakelijk zijn om een economisch rendabele case te creëren. Voor phalaenopsis-  
 169 teelt zijn de investeringskosten beperkt, ondanks het forse vermogen van de warmtepomp.  
 170 Dit wordt veroorzaakt door vermeden investeringen in koelmachines. Het extra energiever-  
 171 bruik is ook beperkt, vanwege het hoge verbruik van elektriciteit in de referentiecasse door  
 172 koelmachines. Het verschil in energiekosten voor phalaenopsis wordt dan negatief ten op-  
 173 zichte van de referentiesituatie door het vermeden gasverbruik. Ook de vaste operationele  
 174 kosten worden lager dan bij de referentiesituatie door vermijding van relatief hoge onder-  
 175 houdskosten aan zowel de WKK als de koelmachines. Hierdoor wordt het verschil in operatio-  
 176 nele kosten ten opzichte van bedrijfsvoering met WKK negatief en zal het economisch  
 177 rendabel zijn om WKO-technologie voor deze teelt te gebruiken. Ook voor fresiateelt zijn de  
 178 investeringskosten relatief beperkt, wat wordt veroorzaakt door het beperkte vermogen van  
 179 de installatie en vermeden kosten van de koelmachine. Zoals eerder besproken wordt WKK  
 180 niet gebruikt in de referentiesituatie, maar wordt de beperkte warmtevraag ingevuld met een  
 181 ketel. De operationele kosten zijn fors lager dan in de referentiesituatie, die wordt geken-  
 182 merkt door een hoog elektriciteitsverbruik door de koelmachine, en door vermeden gasver-  
 183 bruik. De meeropbrengsten voor fresiateelt dragen hier eveneens aan bij. Ook deze case laat  
 184 een situatie zien waarin WKO-technologie economisch rendabel is. Tabel 2-1 laat de tech-  
 185 nisch-economische parameter zien.<sup>2</sup> Tabel 2-2 toont de basisbedragen.

186 Wij raden het geven van een exploitatiesubsidie (als de SDE++) voor een WKO-systeem met  
 187 koudevraag af. Deze zijn ons inziens vaak rendabel. Voor een WKO-systeem zonder koude-  
 188 vraag in de glastuinbouw kan subsidie overwogen worden. Een definitief advies hierover zal  
 189 nader in moeten gaan op differentiatie met betrekking tot specifieke teelten.

190 **Tabel 2-1 Technisch-economische parameters warmte-koudeopslag in de glastuin-**  
 191 **bouw, inclusief correctie voor vervanging WKK-technologie**

Parameter	Eenheid	Tomaten (8 ha teelt)	Rozen (8 ha teelt)	Vlinder- orchideeën (4 ha teelt)	Fresia (3 ha teelt)
Installatiegrootte	[kW]	5040	5640	5000	846
Vollasturen	[uur/jaar]	2000	2000	2000	2000
Thermisch rendement (levering)	[COP]	4,2	4,7	5,0	4,7
Investeringskosten	[€/kW]	195,4	219,7	73,1	110,4
Vaste O&M-kosten	[€/kW]	17,1	5,6	-11,6	-84,5

<sup>2</sup> Afgeleid van Ruijs, M.N.A, M.G.M. Raaphorst, Y. Dijkxhoorn (2010): Meer mogelijkheden voor energiezuinige teeltconditionering – Economische perspectieven, LEI WUR 2010-006, Wageningen, februari 2010



192 **Tabel 2-2 Basisbedrag en onrendabele top WKO in de glastuinbouw, afhankelijk**  
 193 **van teelt**

Categorie	Onrendabele top t.o.v. warmtevoorziening met WKK (€/kWh)	Indicatief basisbedrag (€/kWh)
Tomaten	0,023	+ 0,05
Rozen	0,016	+ 0,04
Vlinderorchideeën	- 0,003	0,00
Fresia's	- 0,044	- 0,02

194 **2.1.6 Laagwaardige warmte**

195 Het ministerie van EZK heeft gevraagd of het mogelijk is om tot één categorie voor laag-  
 196 waardige warmte te komen. Dit interpreteren wij als lagetemperatuurwarmte. De verschil-  
 197 lende categorieën die voor de SDE++ 2020 zijn doorgerekend die lagetemperatuurwarmte  
 198 (<90 °C) leveren, staan in Tabel 2-3. De basisbedragen lopen uiteen van ca. 0,06 €/kWh tot  
 199 ca. 0,11 €/kWh voor de onderzochte opties, excl. WKO. De spreiding is zo ruim, dat we advi-  
 200 seren om geen generieke categorie voor lagetemperatuurwarmte (bijvoorbeeld op basis van  
 201 een warmtepomp) open te stellen. Lagetemperatuurwarmte kan evenwel aan de SDE++  
 202 worden toegevoegd, door specifieke categorieën voor de diverse brontechnieken te benoe-  
 203 men – in lijn met de algemene werkwijze binnen de SDE++. Wij hebben onvoldoende basis  
 204 om lagetemperatuurwarmte anders te behandelen dan andere warmte in andere warmteca-  
 205 tegorieën.

206 **Tabel 2-3 Basisbedragen voor verschillende systemen die warmte van lage tem-**  
 207 **peratuur leveren**

Categorie	Conceptadvies SDE++ 2020	Vollasturen
<b>Energie uit water</b>		
Aquathermie	0,110	1500
<b>Geothermie</b>		
Ondiepe geothermie (geen basislast)	0,076	4000
Ondiepe geothermie (basislast)	0,061	6000
<b>Vergisting van biomassa</b>		
Warmte uit compostering	0,071	7500
<b>WKO in de glastuinbouw</b>		
Tomaten	ca. 0,05	2000
Rozen	ca. 0,04	2000
Vlinderorchideeën	ca. 0,00	2000
Fresia's	ca. -0,02	2000

208

# 3 Correctiebedragen

## 3.1 Inleiding

211 De correctiebedragen vormen een maat voor de prijs van het (energie)product op de markt.  
212 Omdat een warmtemarkt heterogeen is, geen eenduidige prijs kent en geen algemeen,  
213 transparant handelsplatform of -index heeft, bepalen wij de marktprijs van warmte op indi-  
214 recte wijze. De conceptuele benadering is dat we de prijs van warmte berekenen als kostprijs  
215 van warmteproductie in de basisvariant. Dat wil zeggen: hoeveel er voor de warmte betaald  
216 had moeten worden als men géén hernieuwbare-warmte-installatie had neergezet. Deze con-  
217 ceptuele benadering sluit goed aan bij de situaties waarbij men de eigen warmtebehoefte  
218 verduurzaamd, maar we passen hem ook toe op de prijs van warmte bij levering aan derden.  
219 In de volgende paragrafen worden een aantal variaties in het type van de warmte behan-  
220 deld, te weten: warmte van lage temperatuur (<90 °C), warmte uit stoom, directe warmte,  
221 kleinschalige warmte en grootschalige warmte.

222 Vorig jaar heeft PBL een conceptnotitie over het correctiebedrag voor grootschalige warmte  
223 gepubliceerd: *Correctiebedrag grootschalige warmte SDE+* (Bart Strengers *et al.*, 2018).  
224 Hierop hebben belanghebbenden kunnen reageren. Waar in dit hoofdstuk wordt verwezen  
225 naar “de consultatie”, wordt verwezen naar de reacties van belanghebbenden op de ge-  
226 noemde conceptnotitie.

## 3.2 Differentiatie naar warmtetypen

228 Voor alle typen van warmte wordt aangenomen in deze notitie dat hij anders (d.w.z. zonder  
229 hernieuwbare-warmtevoorziening) opgewekt zou zijn op basis van aardgas. Er zijn andere  
230 energiedragers beschikbaar die kunnen bijdragen aan een alternatieve warmtevoorziening,  
231 zoals elektriciteit. Uit de consultatie is echter naar voren gekomen dat aardgas nog steeds  
232 als een goede basis gezien wordt om een warmteprijs op te bepalen. Wel wordt opgemerkt  
233 dat er discussies gaande zijn in hoeverre aardgas ook voor de toekomstig een bruikbare re-  
234 ferentie blijft. De installaties waar deze notitie betrekking op heeft, zullen in 2020 SDE++  
235 kunnen aanvragen en zullen in bedrijf zijn van ca. 2021 tot uiterlijk ca. 2038. In deze peri-  
236 ode kan aardgas geleidelijk minder dominant worden in de warmtevoorziening, maar zal het  
237 nog wel een factor van betekenis kunnen blijven.

### 238 3.2.1 Warmte van lage temperatuur

239 Warmte van lage temperatuur wordt in de basisvariant opgewekt met een op aardgas ge-  
240 stookte ketel. Hoewel het exergetisch minder optimaal is om lagetempertuurwarmte met  
241 aardgas op te wekken, zien we dat wel als aannemelijke basisvariant. Daarmee is het correc-  
242 tiebedrag voor warmte op lage temperatuur in hoofdzaak gelijk aan het correctiebedrag voor  
243 kleinschalige warmte (zie verderop). Wel kunnen verschillen in energiebelastingtarief nog tot  
244 verschillen per categorie leiden. De referentie van de aardgasketel wordt aangenomen op  
245 90% van de bovenste verbrandingswaarde (HHV)<sup>3</sup>, dat is dus inclusief benutting van con-  
246 densatiewarmte. De formule luidt:

$$247 \text{ Correctiebedrag} = ( \text{TTF}[\text{HHV}] + \text{Energiebelasting} + \text{ODE} ) / 90\%$$

### 248 3.2.2 Stoom

249 De levering van stoom verschilt van de levering van warm water (ca. 90 °C) in het feit dat er  
250 geen gebruik gemaakt kan worden van de condensatiewarmte. Daarmee ligt het rendement  
251 van de gasketel iets lager en dus is de prijs in de basisvariant (en correctiebedrag) van  
252 warmte uit stoom iets hoger. Dit rendement komt in de berekeningswijze terug door uit te  
253 gaan van de onderste verbrandingswaarde (LHV) van aardgas in plaats van de bovenste ver-  
254 brandingswaarde. De formule luidt:

$$255 \text{ Correctiebedrag} = ( \text{TTF}[\text{LHV}] + \text{Energiebelasting} + \text{ODE} ) / 90\%$$

### 256 3.2.3 Directe warmte

257 Bij directe inzet van warmte, dus zonder omzetting naar stoom of warm water, kan gebruik  
258 gemaakt worden van de energie die in het aardgas zit opgesloten, exclusief de condensatie-  
259 warmte. Er wordt in de basisvariant dus geen gebruik gemaakt van een aardgasketel. De  
260 formule luidt:

$$261 \text{ Correctiebedrag} = \text{TTF}[\text{LHV}] + \text{Energiebelasting} + \text{ODE}$$

### 262 3.2.4 Kleinschalige warmte

263 Kleinschalige warmte definiëren wij als die warmte die in de basisvariant opgewekt zou zijn  
264 geworden via een aardgasketel. Merk op dat dit gezien kan worden als een omgekeerde be-  
265 nadering: het gaat niet zozeer om de welke prijs (correctiebedrag) bij een categorie hoort,  
266 maar meer om welke categorie bij dit correctiebedrag hoort. In het verleden is het correctie-  
267 bedrag berekend op basis van een rendement van 90% op de onderste verbrandingswaarde.  
268 In de consultatie is aangegeven dat terugwinning van condensatiewarmte als gangbaar ge-  
269 zien kan worden. Wij herkennen dat echter niet bij ketels die een hoge startbetrouwbaarheid  
270 nodig hebben, zoals piekketels in de stadsverwarming. Daarom adviseren wij in het correc-  
271 tiebedrag voor nieuwe installaties onderscheid te maken tussen (1) categorieën waarbij  
272 hoofdzakelijk ketels met rookgascondensatie worden vervangen en (2) categorieën waarbij  
273 hoofdzakelijk ketels zonder rookgascondensatie worden vervangen. De formules luiden:

$$274 \text{ voor type (1): Correctiebedrag} = ( \text{TTF}[\text{HHV}] + \text{Energiebelasting} + \text{ODE} ) / 90\%$$

$$275 \text{ voor type (2): Correctiebedrag} = ( \text{TTF}[\text{LHV}] + \text{Energiebelasting} + \text{ODE} ) / 90\%$$

### 276 3.2.5 Grootschalige warmte

277 In analogie met de benadering van kleinschalige warmte, wordt grootschalige warmte gedefi-  
278 nieerd als de warmte die in de basisvariant opgewekt zou zijn met een WKK-installatie. De  
279 redenen om een WKK-installatie te plaatsen kunnen verschillend zijn. Zo kan een WKK-

---

<sup>3</sup> Merk op dat de gasprijs uitgedrukt in bovenste verbrandingswaarde (HHV) lager is in €/MWh dan de gasprijs uitgedrukt in onderste verbrandingswaarde (LHV). De keuze voor bovenste verbrandingswaarde resulteert dus in een lager correctiebedrag en daarmee een hogere subsidie dan een keuze voor de onderste verbrandingswaarde.

280 installatie neergezet worden omdat men ook een grote interne elektriciteitsvraag heeft; of  
 281 een WKK-installatie wordt neergezet omdat door de schaalgrootte het aantrekkelijk is om  
 282 elektriciteit als coproduct van de warmteproductie te verkopen, waarbij de *spark spread* (het  
 283 verschil tussen elektriciteitsprijs en gasprijs) dan bepalend kan worden voor de operationele  
 284 inzetbeslissingen voor zover het geen *must-run*-WKK betreft.

285 Bij een WKK-installatie speelt de vraag of en in welke mate er energiebelasting betaald moet  
 286 worden over het ingezette aardgas in de basisvariant. De energiebelastingvrije WKK-  
 287 installatie wordt gedefinieerd in artikel 47, lid 1, onderdeel g, van de wet Belastingen op mili-  
 288 eugrondslag. Dit is een installatie die aardgas verstoekt voor de gecombineerde opwekking  
 289 van warmte en kracht met een totaal energetisch rendement van minimaal 60%. Het totaal  
 290 energetisch rendement is de som van het rendement van de elektriciteitsopwekking (elek-  
 291 trisch rendement) en 2/3 deel van het rendement van de productie van nuttig aan te wenden  
 292 warmte (thermisch rendement), berekend op de onderste verbrandingswaarde van aardgas  
 293 (in de branche bekend als het SENTER-rendement).<sup>4</sup> Voor de basisvariant gaan we ervan uit  
 294 dat de WKK-installatie een energetisch rendement heeft van ten minste 60%, waardoor geen  
 295 energiebelasting betaald hoeft te worden. Voor de grotere WKK's achten wij dit realistisch,  
 296 mits voldoende warmte afgezet wordt, zie Tabel 3-1.<sup>5</sup>

297 **Tabel 3-1 WKK-referenties die voor de basisvariant overwogen zijn<sup>6</sup>**

Type installatie	Vermogen (MWe)	Rendement (%) (elektrisch/thermisch)
Grote STEG	250	43% / 27%
Kleine STEG	60	41% / 34%
Grote gasturbine	45	28% / 61%
Kleine gasturbine	8	25% / 64%
Grote gasmotor	2	41% / 49%
Kleine gasmotor	0,4	34% / 52%

298

299 Uit de marktconsultatie is naar voren gekomen dat meer differentiatie in de  
 300 correctiebedragen gewenst is; niet alleen differentiatie van correctiebedragen binnen één  
 301 productiecategorie (zie paragraaf 3.2.6), maar ook meerdere berekeningswijzen van de  
 302 correctiebedragen. Hier reageren we op door niet alleen een aparte correctiebedragen voor  
 303 stoomlevering te adviseren, maar ook door onderscheid te maken in twee varianten van  
 304 WKK-inzet in de basisvariant: een WKK die niet of beperkt inspeelt op de *spark spread*  
 305 (omdat deze WKK primair voorziet in een grote interne elektriciteitsvraag) en een WKK die  
 306 actief handelt op basis van de *spark spread*.

307 Voor de basisvariant waarin de WKK voorziet in de eigen elektriciteitsvraag, is ook het  
 308 verschil tussen elektriciteitsprijs en gasprijs van belang. We berekenen hier namelijk de  
 309 warmteprijs als het kostprijsverschil tussen inkoop van aardgas en O&M-kosten van de WKK  
 310 enerzijds en verkoop van elektriciteit anderzijds. Het verschil tussen beide wordt dan als  
 311 warmteprijs gezien. Historisch bestaan grote verschillen tussen de jaren, zie Figuur 3-1  
 312 afkomstig uit de conceptnotitie grootschalige warmte (Bart Strengers *et al.*, 2018).

<sup>4</sup> Tekst overgenomen uit Handboek milieubelastingen 2018, Belastingdienst

<sup>5</sup> Voor een groter warmtesysteem als stadsverwarming kan een gedeeltelijke verduurzaming ook complex uitwerken op de verschuldigde energiebelasting. In deze notitie hebben we niet nagedacht over methodes om deze complexe gevolgen via de SDE++-regeling te compenseren. We zijn ervan uitgegaan dat eventuele probleem met de energiebelasting ook via aanpassing aan de energiebelastingswet (Wet Belasting op Milieugrondslag) aangepast kan worden, zoals in het verleden bij biomassaketels gebeurd is.

<sup>6</sup> Bron: ECN zoals gerapporteerd in (De Buck *et al.*, Rentabiliteit van WKK, second opinion op conclusies modelberekeningen ECN en Ministerie EZ, ten behoeve van de Tweede Kamer, CE, Delft, 2009)

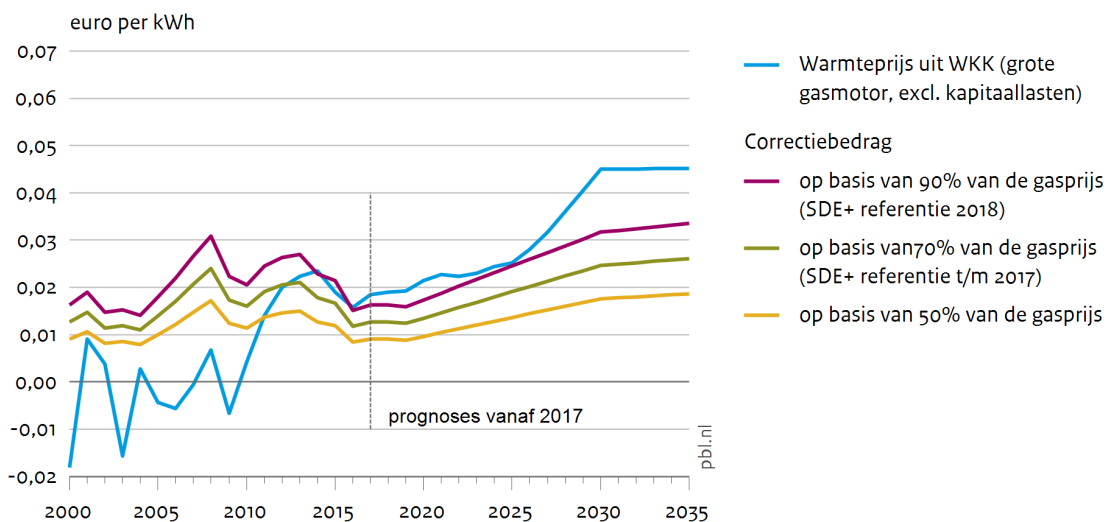
313 Hoewel het correctiebedrag in deze situatie zou kunnen compenseren voor fluctuaties in  
 314 *spark spread*, door zowel de gasprijs als de elektriciteitsprijs in de berekening van het  
 315 correctiebedrag terug te laten komen, doet dit geen recht aan de diversiteit van WKK's die in  
 316 de basisvariant denkbaar zijn. Daarom adviseert PBL om aan te blijven sluiten bij een  
 317 conclusie uit de consultatie over de introductie van warmte in SDE+ in 2011, om een  
 318 eenvoudige en transparante berekeningswijze te blijven hanteren. Wij adviseren als formule  
 319 te gebruiken:

320  $\text{Correctiebedrag} = 90\% \times \text{TTF[LHV]}$

321 Voor de basisvariant waarin de inzet van een WKK operationeel sterk gericht is op het  
 322 gebruik maken van de *spark spread*, kan rekening gehouden worden met de gemiste  
 323 inkomsten van elektriciteitsverkoop bij uitkoppeling van warmte (elektriciteitsderving).  
 324 Indien de WKK namelijk warmte levert, zal minder elektriciteit geproduceerd kunnen worden.  
 325 Deze gemiste inkomsten hangen af van de technische eigenschappen van de WKK-installatie,  
 326 te weten de elektriciteitsdervingsfactor. Bij een elektriciteitsdervingsfactor van 4, waarbij 4  
 327 kWh warmtelevering ten koste gaat van 1 kWh elektriciteitsproductie, kan de warmteprijs  
 328 gezien worden als  $1/4^e$  van de elektriciteitsprijs. Dit is doorgaans beduidend lager dan een  
 329 waarde van 90% van de gasprijs. Daar staat tegenover dat de WKK niet volledig voor de  
 330 elektriciteitsproductie kan worden ingezet (dus geheel zonder warmtelevering), omdat dan  
 331 de energiebelastingvrijstelling vervalt. Daarom adviseren we een beperkt lagere  
 332 warmteprijs te hanteren, waarbij de formule luidt:

333  $\text{Correctiebedrag} = 70\% \times \text{TTF[LHV]}$

### Prijs en benodigde opbrengsten van warmte uit WKK, 2000 – 2035



334 Bron: PBL

335 **Figuur 3-1 Benodigde prijs van warmte uit een WKK afgezet tegen drie varianten**  
 336 **voor berekening van het correctiebedrag. Cijfers uit de NEV 2017 zijn gebruikt. De**  
 337 **paarse lijn, het correctiebedrag op basis van 90% van de gasprijs, ligt de komende**  
 338 **jaren (t/m 2025) het dichtst bij de blauwe lijn en lijkt daarmee de beste afspiege-**  
 339 **ling te zijn voor een generieke warmteprijs. Herijking aan cijfers van de KEV 2019**  
 340 **zal plaatsvinden, zodra deze gereed is.**

341

### 342 3.2.6 Indeling van categorieën naar correctiebedrag

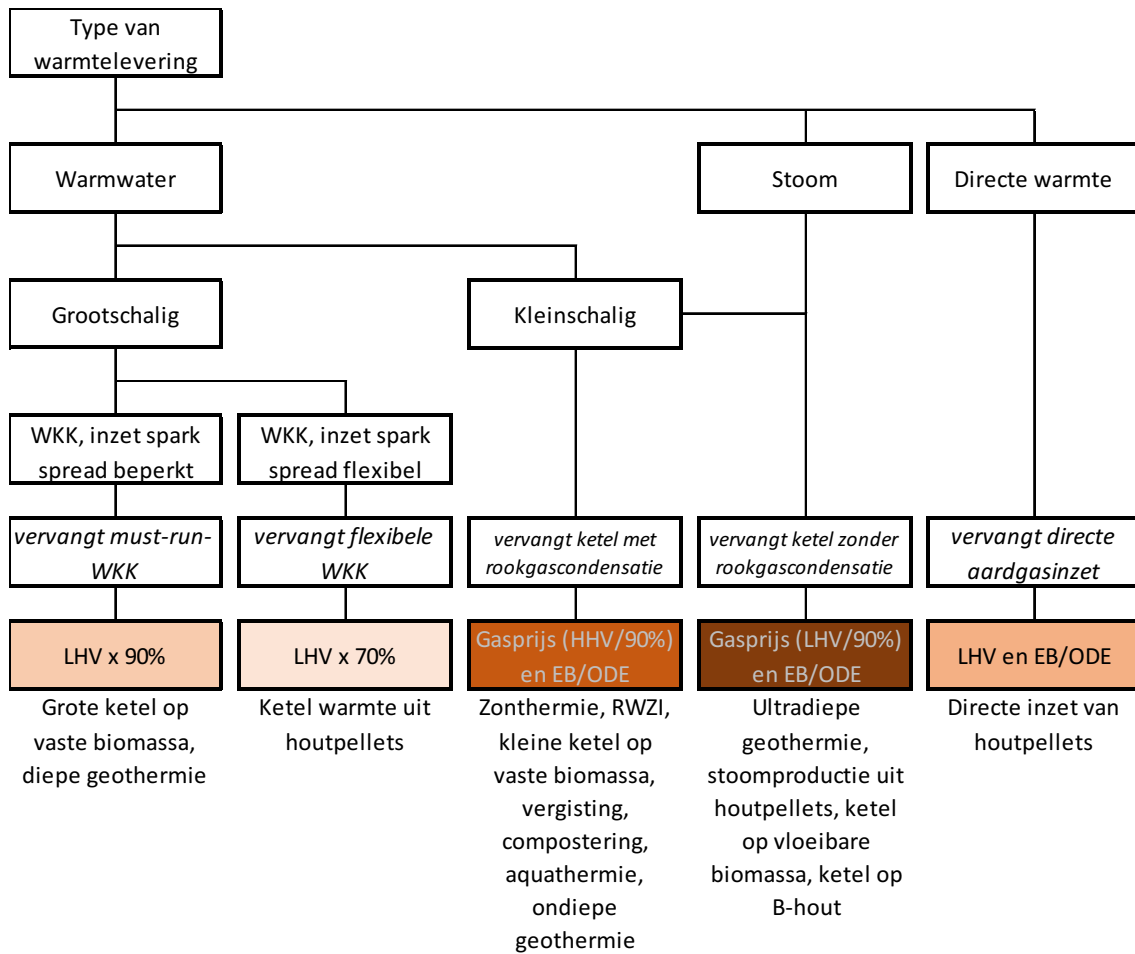
343 Een bestaande warmtevoorziening kan op diverse manieren verduurzaamd worden. De grote  
344 verscheidenheid aan warmtecategorieën in de SDE+-regeling getuigt hiervan. Het omge-  
345 keerde kan ook gesteld worden: één type van hernieuwbare-warmtevoorziening kan een ver-  
346 vanging zijn van verschillende vormen van fossiele warmteopwek. Dit staat op gespannen  
347 voet met de benadering dat de warmteprijs wordt berekend op basis van “wat men anders  
348 voor de warmte betaald zou hebben”. Als alle reacties in de marktconsultatie over elkaar  
349 heen gelegd worden, kan bij iedere productiecategorie voor hernieuwbare warmte drie tot  
350 vier verschillende correctiebedragen berekend worden – afhankelijk van de fossiele warmte-  
351 productie-installatie die vervangen wordt.

352 Enerzijds wenst de markt grote differentiatie in de SDE++-regeling wat betreft onderscheid  
353 in basisbedragen en correctiebedrag (dus meerdere correctiebedragen per categorie). Ander-  
354 zijds heeft EZK ook een duidelijke informatiebehoefte over nauwgezette berekeningen van  
355 het correctiebedrag<sup>7</sup>. PBL brengt daarbij een derde zienswijze naar voren, namelijk dat de  
356 SDE++-regeling een generieke regeling is die per definitie niet in alle gevallen kan voorzien  
357 in een projectspecifieke vergoeding van de onrendabele top. Wij adviseren daarom om de  
358 berekeningswijze voor warmte eenvoudig en transparant te houden en niet te veel differenti-  
359 atie aan te brengen. We adviseren wel om variatie aan te brengen in de berekeningswijze  
360 van correctiebedragen, maar niet om binnen één SDE++-categorie meerdere correctiebedra-  
361 gen voor warmte te gaan hanteren. Ook adviseren we om de berekeningswijze niet al te  
362 complex te maken en dus een enigszins eenvoudige formule (als een percentage van de gas-  
363 prijs) te blijven hanteren voor grootschalige warmte.

364 Figuur 3-2 toont systematisch een indeling van categorieën naar correctiebedragbereke-  
365 ningsmethode.

---

<sup>7</sup> Hiervan getuigen de uitgangspunten “speciale aandacht [...] voor helder onderscheid tussen correctiebedrag (marktprijs warmte) en basisbedrag (kostprijs hernieuwbare energie)” en “onderzoek of het wenselijk is om in het correctiebedrag voor warmte rekening te houden met seizoenseffecten (productie voornamelijk 's winters of gebruik van seizoensopslag).”



366

367

368

**Figuur 3-2 Schematisch overzicht hoe de categorieën vallen binnen de berekeningswijzen voor correctiebedrag (gekleurde vlakken)**

# 4 Bevindingen

369

370 Dit hoofdstuk vat de bevindingen van deze notitie samen. Deze notitie behandelt enkele vra-  
371 gen van EZK rondom het thema warmte in de SDE++. De vragen van EZK en daarmee deze  
372 notitie bouwen voort op het advies voor de SDE+ 2019, meer specifiek de notitie *Aanvul-*  
373 *lende berekeningen SDE+ 2019*. In de notitie *Aanvullende berekeningen SDE+ 2019* zijn een  
374 aantal aandachtspunten opgenoemd die de introductie van enkele nieuwe categorieën in de  
375 SDE+ bemoeilijkte. Deze aandachtspunten betroffen de aspecten "laagwaardige warmte",  
376 "differentiatie naar warmtevraag", "uitgesloten in uitgangspunten adviesvraag", "bevat WKO  
377 als integraal onderdeel", "niet technologie-neutraal", "mogelijk teeltafhankelijk" en "onder-  
378 deel van integrale installatie". Deze aspecten hebben niet allemaal een onderlinge samen-  
379 hang, maar elk van deze aspecten is genoemd als aandachtspunt bij uitbreiding van de  
380 SDE++ met nieuwe warmtecategorieën.

381 Enkele belemmeringen als "uitgesloten in uitgangspunten adviesvraag" en "bevat WKO als  
382 integraal onderdeel" zijn niet meer van toepassing doordat EZK de uitgangspunten voor het  
383 SDE++ 2020-advies heeft aangepast. Voor laagwaardige warmte zien wij in nadere beschou-  
384 wing geen reden deze anders te behandelen dan andere warmte. Voor de differentiatie naar  
385 warmtevraag is beperkt oplossing gevonden door te kunnen variëren in vollasturen (concreet  
386 doordat naar een volloopsceario voor geothermie gekeken kan worden cf. uitgangspunten  
387 SDE++ 2020). Met betrekking tot de technologieneutraliteit (m.b.t. composteringwarmte bij  
388 champignonkwekerijen) is nadere marktinformatie ontvangen, waaruit blijkt dat meerdere  
389 leveranciers verschillende technieken kunnen leveren. Een blijvend aandachtspunt is de mo-  
390 gelijke teeltafhankelijkheid. Dit heeft relevantie voor categorieën als de daglichtkas (die be-  
391 handelt wordt bij de verbredingsopties in de SDE++) en bij WKO in de glastuinbouw.  
392 Daarmee zien wij, behoudens de daglichtkas, geen belemmerende aandachtspunten bij het  
393 advies over de categorieën ondiepe geothermie, diepe geothermie (geen basislast),  
394 aquathermie en warmte uit compostering.

395 Voor WKO-systemen heeft EZK in de uitgangspunten aangegeven dat zij onderdeel kunnen  
396 zijn van een groter systeem (als bijvoorbeeld aquathermie). Daarnaast is gevraagd naar af-  
397 zonderlijk advies over WKO bij glastuinbouw. Wij adviseren tegen het geven van een exploi-  
398 tatiesubsidie (als de SDE++) voor een WKO-systeem met koudevraag. Deze zijn ons inziens  
399 vaak rendabel. Voor een WKO-systeem zonder koudevraag in de glastuinbouw kan subsidie  
400 overwogen worden. Een definitief advies hierover zal nader in moeten gaan op differentiatie  
401 met betrekking tot specifieke teelten.

402 Voor de correctiebedragen adviseren wij verschillende berekeningsmethodes voor (1) klein-  
403 schalige warmte; (2) stoom; (3) directe warmte en (4) twee varianten voor grootschalige  
404 warmte. Wij adviseren om per categorie één correctiebedrag te blijven hanteren vanwege  
405 het generieke karakter dat de SDE++ beoogt te hebben.



# 5 Consultatievragen

406

407 Wij leggen de volgende vragen graag voor in de consultatie en hopen dat er marktpartijen  
408 zijn die hun visie hierop met ons willen delen:

- 409 • EZK heeft PBL gevraagd om te onderzoeken of het wenselijk is om in het correctiebedrag voor warmte rekening te houden met seizoenseffecten (productie voornamelijk  
410 's winters of gebruik van seizoensopslag). Om deze vraag goed te kunnen beantwoorden vragen wij marktpartijen of zij inzicht willen geven op welke wijze de seizoensfluctuaties in de aardgasprijs terugkomt in hun warmte- of gascontracten.  
411  
412 Zonder dergelijke contractinformatie ligt het in de rede om een naar warmtevraag gewogen gemiddelde gasprijs te gaan hanteren als basis voor het correctiebedrag.  
413  
414 • Als een warmtevoorziening geheel verduurzaamd wordt bestaat er geen afhankelijkheid meer van de gasprijs. Het jaarlijks berekenen van het correctiebedrag aan de hand van gerealiseerde gasprijzen herintroduceert een gasprijrisico in de businesscase. Daarmee ontstaat een argument voor vaste correctiebedragen (één bedrag gedurende de looptijd van de subsidie) in plaats van variabele correctiebedragen (zoals nu gangbaar is in de SDE+-regeling). Daartegenover staan twee argumenten: (1) het gasprijrisico heeft altijd al bestaan in een warmte-businesscase, de SDE+ vergroot het risico dus niet. En (2) een duurzame warmtevoorziening werkt zelden geheel zelfstandig. Vaak is er een piek- of reservevoorziening. De operationele keuze om de piekinstallatie in te zetten, kan nog wel afhankelijk zijn van de gasprijs. PBL is voornemens te adviseren om de correctiebedragen variabel te houden, met een herberekening ieder jaar. Maar wij vragen marktpartijen wel om aan te geven onder welke omstandigheden een vast dan wel variabel correctiebedragen te verkiezen zou zijn.  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429

430