



1 **CONCEPTADVIES SDE++ 2021**
2 **BENUTTING RESTWARMTE UIT**
3 **INDUSTRIE OF DATACENTERS**

4
5
6
7
8

9 **Mike Muller, Sander Lensink**

10

11 **5 mei 2020**

PBL

12 **Colofon**

13 **Conceptadvies SDE++ 2021 Benutting restwarmte uit industrie of datacenters**

14

15 © PBL Planbureau voor de Leefomgeving

16 Den Haag, 2020

17 PBL-publicatienummer: 4113

18 **Contact**

19 sde@pbl.nl

20 **Auteurs**

21 Mike Muller en Sander Lensink

22 **Redactie figuren**

23 Beeldredactie PBL

24 **Eindredactie en productie**

25 Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding:
26 Muller M. en Lensink S. (2020), Conceptadvies SDE++ benutting restwarmte uit industrie of
27 datacenters, Den Haag: PBL.

28

29 Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische be-
30 leidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit
31 van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en eva-
32 luaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht.
33 Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk ge-
34 fundeerd.

Inhoud

36	1	Introductie	4
37	2	Algemene beschrijving	5
38	3	Kostenbeschouwing	7
39	3.1	Investeringskosten	7
40	3.1.1	ISBL-kosten	7
41	3.1.2	OSBL-kosten	8
42	3.1.3	Engineeringkosten & onvoorzien	8
43	3.2	Vaste operationele kosten	8
44	3.2.1	Vaste operationele kosten (exclusief kosten ingebruikname elektriciteitsnet)	8
45	3.2.2	Vaste operationele kosten ingebruikname elektriciteitsnet	9
46	3.3	Variabele operationele kosten	9
47	3.3.1	Groothandelsprijs	9
48	3.3.2	Belastingen	10
49	3.4	Vollasturen	10
50	3.5	Restwaarde	10
51	3.6	Wel en niet meegenomen kosten	10
52	4	Correctiebedrag	12
53	4.1	Warmteprijs	12
54	4.2	Emissierechten	12
55	5	Benutting restwarmte uit industrie of datacenters	13
56	5.1	Benutting restwarmte (warm water) zonder warmtepomp	13
57	5.1.1	Verhouding lengte/vermogen	14
58	5.2	Benutting restwarmte (warm water) met warmtepomp	14
59	6	Advies subsidieparameters	17
60	7	Vragen aan de markt	18
61	8	Literatuur	19
62			

1 Introductie

63

64 Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft PBL gevraagd advies uit bren-
65 gen over de openstelling van de SDE++ (Subsidieregeling voor Duurzame Energie) in 2021.
66 Het PBL heeft ondersteuning gevraagd van TNO EnergieTransitie en DNV GL.

67

68 De SDE+ is sinds 2011 het belangrijkste instrument voor de stimulering van de opwekking
69 van hernieuwbare energie in Nederland. Binnen deze regeling wordt jaarlijks de kostprijs van
70 hernieuwbare energie van diverse technologieën bepaald, binnen de SDE+-regeling aange-
71 duid als het basisbedrag. Daarnaast zijn ook het correctiebedrag en de basisprijs belangrijke
72 componenten van de SDE+-regeling.

73

74 In 2020 is de bestaande SDE+-regeling verbreed naar de SDE++. Nieuw hierbij is dat naast
75 categorieën voor de productie van hernieuwbare energie ook CO₂-reducerende opties anders
76 dan hernieuwbare energie in aanmerking komen voor subsidie. Dit zorgt ervoor dat de regel-
77 geving en de methodiek en dus ook de uitgangspunten voor de SDE+ zodanig worden uitge-
78 breid dat deze ook toepasbaar zijn voor een breder palet aan CO₂-reducerende categorieën.

79

80 Deze notitie bevat het conceptadvies met betrekking tot benutting restwarmte uit industrie
81 of datacenters. Belangrijk is om vooraf te melden dat er, aangezien er geen nieuwe informa-
82 tie beschikbaar is gekomen over de kosten van restwarmteprojecten sinds de publicatie van
83 het eindadvies basisbedragen 2020 in februari dit jaar, geen veranderingen in de uiteinde-
84 lijke basisbedragen zijn die worden gepresenteerd in dit conceptadvies. Daarnaast is, in te-
85 genstelling tot het eindadvies basisbedragen SDE++ 2020, de categorie *Benutting*
86 *restwarmte uit stoom* komen te vervallen, aangezien er geen onrendabele top voor derge-
87 lijke projecten is voorzien.

88

89 **Marktconsultatie**

90 Belanghebbenden kunnen schriftelijk een reactie geven op dit conceptadvies en de onderlig-
91 gende kostenbevindingen. Deze schriftelijke reactie dient uiterlijk 22 mei bij het PBL binnen
92 te zijn. Mocht een aanvullend gesprek door het PBL gewenst worden, dan zal dit tussen 8
93 juni en 3 juli worden gehouden.

94

95 Op basis van schriftelijke reacties uit de markt en marktconsultatiegesprekken stelt het PBL
96 vervolgens het uiteindelijke eindadvies op voor EZK. De minister van EZK besluit uiteindelijk
97 aan het eind van het jaar over de openstelling van de nieuwe SDE++-regeling, de open te
98 stellen categorieën en de bijbehorende basisbedragen.

99

100 Nadere informatie is te vinden via de website: www.pbl.nl/sde.

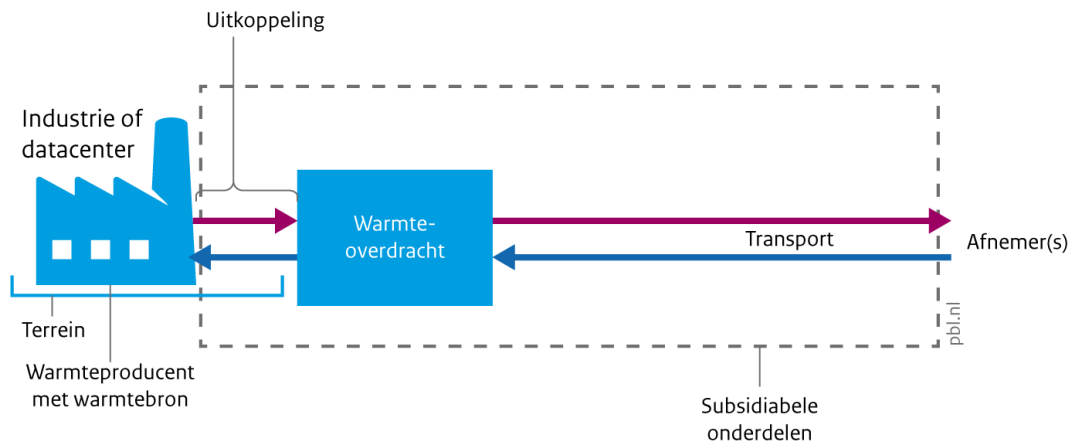
101 2 Algemene

102 beschrijving

103 Industrieën en datacenters kunnen een overschot aan warmte hebben. Wanneer deze
104 warmte in de huidige situatie niet nuttig wordt gebruikt in het eigen bedrijfsproces en wordt
105 gekoeld en geloosd, dan spreken we van restwarmte. Deze restwarmte kan echter soms po-
106 tentieel wel nuttig worden gebruikt, hetzij direct, hetzij door gebruik van een warmtepomp
107 waarbij de restwarmte wordt opgewaardeerd naar een hoger temperaturniveau. De rest-
108 warmte kan worden ingezet voor diverse toepassingen, zoals voor de verwarming van wonin-
109 gen, de glastuinbouw of andere bedrijfsmatige processen met een warmtevraag. De levering
110 van warmte naar deze eindgebruikers gebeurt ofwel direct van de warmteproducent (met
111 een warmtebron) naar de eindgebruiker(s) ofwel indirect via een distributienetwerk of bij-
112 voorbeeld een regionaal warmtenet naar de eindgebruiker(s).

113
114 Er kunnen verschillende actoren betrokken zijn bij de levering van restwarmte. Zo kan er in
115 de regel onderscheid gemaakt worden tussen een partij die de warmtebron beheert (warm-
116 teproducent), een partij die de restwarmte transporteert (netbeheerder of leverancier) en
117 een partij die de warmte levert aan diverse afnemers (leverancier of distributeur). Dit advies
118 is gericht op mogelijke subsidie voor de *uitkoppeling* (onttrekking) van restwarmte bij een
119 warmtebron inclusief de *warmteoverdracht* naar een transportleiding en (een deel) van de
120 *transportleiding* (zie Figuur 2-1 voor een schematisch overzicht van de onderdelen van een
121 restwarmteproject). De kosten die worden gemaakt voor de exploitatie van warmte nadat
122 het door de transportleiding is vervoerd naar een (klein)verbruiker en het eventueel daarbij
123 horende distributienet vallen buiten de scope van dit advies. Het advies kan van toepassing
124 zijn bij projecten waarbij er uitkoppeling is van warmte bij een bestaande warmtebron of een
125 nog te bouwen restwarmtebron. Dit geldt tevens voor de afnemende kant (warmte-uitkoppe-
126 ling die bedoeld is voor bijvoorbeeld de bestaande bouw of nieuwbouw). Daarnaast is het be-
127 langrijk te vermelden dat dit advies niet is gericht op subsidie voor (rest)warmteprojecten
128 waarbij (rest)warmte wordt verkregen van elektriciteitscentrales.
129

130 **Figuur 2-1 Schematische weergave van een typisch restwarmteproject zoals be-**
131 **schouwd in de SDE++**



Bron: PBL

132

133

134 Voor de bepaling van de basisbedragen die horen bij het thema *Benutting restwarmte uit in-*
135 *dustrie of datacenters* wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende categorieën, omdat
136 er meerdere soorten restwarmteprojecten mogelijk zijn waarbij verschillende componenten
137 en kosten zijn gemoeid. Dit hangt voornamelijk af van de restwarmtetemperatuur aan de
138 bronzijde, de afstand tussen producent en afnemer en het gevraagde temperatuurniveau aan
139 de ontvangende zijde. De categorieën worden verder toegelicht in latere paragrafen.

140

141 In het volgende hoofdstuk worden eerst de verschillende parameters die horen bij het over-
142 koepelende thema *Benutting restwarmte uit industrie of datacenters* in het algemeen be-
143 schouwd. Vervolgens wordt in een daaropvolgend hoofdstuk het correctiebedrag beschreven.
144 Dit hoofdstuk wordt opgevolgd door het hoofdstuk waar de verschillende categorieën be-
145 schouwd worden en waar de referentieprojecten en de daarbij horende technisch-economi-
146 sche parameters worden gepresenteerd. In het daaropvolgende hoofdstuk zullen de
147 verschillende subsidieparameters en het voorlopige advies worden gepresenteerd. Dit con-
148 ceptadvies sluit af met verschillende vragen die aan de markt worden gesteld.

149

3 Kostenbeschouwing

150

151 3.1 Investeringskosten

152 In de industrie worden de investeringskosten van een project vaak als volgt opgedeeld
153 (Sinnott & Towler, 2020):

154

- 155 - ISBL (*Inside Battery Limits*): de aanschaf- en de installatiekosten van de hoofd-
156 onderdelen van het project. Ofwel de onderdelen die het daadwerkelijke 'product'
157 gaan maken. Of in dit geval de onderdelen die nodig zijn om restwarmte uit te
158 koppelen en te leveren.;
- 159 - OSBL (*Outside Battery Limits*): de investeringskosten van de onderdelen die no-
160 dig zijn voor de ondersteuning van het maken van het 'product', zoals de elektri-
161 citeitsnetaansluiting;
- 162 - Engineeringkosten: kosten die nodig zijn voor de inhuur van onderaannemers.
163 Deze onderaannemers verzorgen onder andere de gedetailleerde *design enginee-*
164 *ring*;
- 165 - Onvoorziene kosten.

166

167 Voor de berekeningen van de basisbedragen wordt rekening gehouden met de hierboven ge-
168 noemde kosten. De engineeringkosten die worden gemaakt vóór de subsidieaanvraag wor-
169 den echter niet meegenomen bij de berekening van de basisbedragen en worden geacht
170 betaald te worden uit het rendement op het ingebrachte eigen vermogen.

171

172 In dit thema wordt met ISBL-kosten de investeringskosten bedoeld die nodig zijn voor de
173 aanschaf en installatie van de onderdelen om restwarmte uit te koppelen, de warmte over te
174 dragen en de warmte over een lange afstand te transporteren (zoals weergegeven in Figuur
175 2-1). Hieronder worden per onderdeel deze ISBL-kosten beschreven. Vervolgens wordt be-
176 schreven wat er onder OSBL-kosten valt en waar de posten engineeringkosten en onvoor-
177 zien worden onder gebracht.

178

179 De investeringskosten en operationele kosten zijn gebaseerd op verschillende bronnen uit de
180 literatuur, bestaande of in ontwikkeling zijnde projecten, gebruikte data in het rekenmodel
181 Vesta MAIS van het PBL, de marktconsultaties van de SDE++ 2020, en gesprekken met ex-
182 perts van het PBL, van TNO en van het bedrijfsleven.

183 3.1.1 ISBL-kosten

184 **Uitkoppeling**

185 Binnen het hek van de warmteproducent (in Figuur 2-1 symbolisch aangegeven met de
186 blauwe lijnen om de warmteproducent heen) moeten er aanpassingen worden gedaan aan de
187 huidige infrastructuur zodat de restwarmte kan worden onttrokken en getransporteerd. Hier-
188 voor moeten er zogeheten *tie-ins* (T-stukken) geplaatst worden. Deze worden geplaatst tus-
189 sen de bestaande warmwater- of stoomleidingen. Tenslotte moeten er tot aan de hekgrens
190 bovengrondse leidingen geïnstalleerd worden, inclusief pompsystemen en meet- en regelap-
191 paratuur. Aangezien de kosten van de pompsystemen en meet- en regelapparatuur relatief
192 laag zijn ten opzichte van de kosten van pijpleidingen en vaak ook worden meegenomen in
193 de kosten van de aanschaf en installatie van de pijpleidingen, worden deze kosten niet expli-
194 ciet meegenomen. De investeringskosten voor de uitkoppeling zijn daarom gebaseerd op de
195 kosten voor de aanschaf en installatie van de tie-ins en de bovengrondse pijpleidingen.

196 **Warmteoverdracht**

197 Voor de *warmteoverdracht* vanaf de hekgrens van de warmtebron naar een transportleiding
198 voor lange afstand of eventueel direct naar een afnemer bestaan er twee opties: of de
199 warmte wordt overgedragen via warmtewisselaars of via een warmtepomp.

200

201 Daarnaast is het belangrijk te vermelden dat er hier wordt uitgegaan van de situatie waarbij
202 het warmteoverdrachtstation (WOS), of de technische ruimte waar de warmteoverdracht
203 plaatsvindt, gepositioneerd is in de nabijheid (vlakbij de hekgrens) van de restwarmtebron.
204 De warmtewisseling tussen de warmte van het warmwatercircuit dat van de bron komt en de
205 warmte van het warmwatercircuit dat naar de afnemers gaat, vindt daarom plaats voordat
206 de warmte over een lange afstand naar de afnemer(s) wordt getransporteerd. In de praktijk
207 kan deze warmtewisseling ook pas gebeuren nadat de restwarmte van de bron over een
208 lange afstand is getransporteerd. Voor de hoogte van de totale investeringskosten maakt de
209 exacte configuratie niet uit; er wordt aangenomen dat er maximaal één warmteoverdracht-
210 station, inclusief warmtewisselaar(s) of warmtepomp in een restwarmteproject aanwezig is.

211 **Transport**

212 Voor de investeringskosten van het *transporteren* van warm water over een grote afstand is
213 gekeken naar de aanschaf en installatiekosten van pijpleidingen en transportpompen. De
214 transportleidingkosten zijn bepaald op basis van een ondergronds leidingnetwerk en op basis
215 van een gemiddelde van de kosten per meter pijpleiding door verschillende ondergronden
216 (asfalt, straatstenen en gras).

217

218 **3.1.2 OSBL-kosten**

219 Aangenomen wordt dat er in alle referentieprojecten sprake is van een nieuwe aansluiting op
220 het elektriciteitsnet. De kosten voor een nieuwe aansluiting op het elektriciteitsnet zijn geba-
221 seerd op de tarieven van regionale netbeheerders en Tennet (Tennet, 2019a), met 100-250
222 meter (afhankelijk van de categorie) als aangenomen afstand vanaf het project tot een aan-
223 sluitpunt.

224

225 In het geval van lage-temperatuur-restwarmte van datacenters kan er mogelijk een kosten-
226 voordeel voor de aansluiting van de warmtepomp worden gehaald als deze aangesloten zou
227 kunnen worden op de huidige elektriciteitsaansluiting van het datacenter. Met dit eventuele
228 voordeel wordt geen rekening gehouden in de verschillende categorieën. De reden is dat ver-
229 ondersteld wordt dat datacenters hun systemen gescheiden willen houden van systemen die
230 nodig zijn voor warmtelevering omdat het opereren van een datacenter hun kernactiviteit is.

231

232 **3.1.3 Engineeringskosten & onvoorzien**

233 In het huidige conceptadvies zijn deze posten onder gebracht in het deel *vaste operationele*
234 *kosten* (zie volgende paragraaf).

235 **3.2 Vaste operationele kosten**

236 **3.2.1 Vaste operationele kosten (exclusief kosten ingebruikname elektrici- 237 teitsnet)**

238

239 De *vaste operationele kosten* zijn kosten voor het bedrijf dat het project beheert, ongeacht
240 de hoeveelheid warmte die wordt geproduceerd. De kosten die hieronder vallen zijn onder
241 andere de personeelskosten van vaste medewerkers en managers, supervisiekosten, verze-
242 keringen, vaste onderhoudskosten, R&D, administratiekosten en engineeringskosten. Uit de

243 verschillende geraadpleegde bronnen en uit de marktconsultatie van vorig jaar blijkt dat de
244 vaste operationele kosten tussen de 1 en 3% van de investeringskosten bedragen. Daarom
245 is voor de referentieprojecten gekozen voor jaarlijkse vaste operationele kosten van 2% van
246 de totale investeringskosten.

247 3.2.2 Vaste operationele kosten ingebruikname elektriciteitsnet

248 Bovenop de, in de vorige alinea genoemde, vaste operationele kosten worden nog de vaste
249 kosten voor elektriciteitsverbruik opgeteld. Deze kosten zijn afhankelijk van:

- 250 • Het vermogen en bedrijfstijd van de transportpompen en eventueel het warmte-
251 pompsysteem;
- 252 • Het specifieke elektriciteitsverbruiksprofiel van het bedrijf die het project exploiteert
253 (piekvermogen en bedrijfstijd). Aangenomen wordt in de referentieprojecten, dat de
254 partijen die het project exploiteren bedrijven zijn met een grote afname van elektri-
255 citeit (bijvoorbeeld een warmtebedrijf of een energiebedrijf) die vallen in de aansluit-
256 categorie tussenspanning (TS) en een aansluitcapaciteit hebben van tussen de
257 10.000 en 100.000 kVA.

258
259 De vaste kosten voor het elektriciteitsverbruik zijn onderverdeeld in de volgende kostenpos-
260 ten:

- 261 • Netwerkkosten: de netwerkkosten (kW-gecontracteerd en kW-max) voor de referen-
262 tieprojecten zijn gebaseerd op het gewogen gemiddelde van de tarievenbesluiten
263 voor 2019 van de regionale netbeheerders en Tennet (Tennet, 2019b) die horen bij
264 een TS-aansluiting. Deze tarieven zijn vermenigvuldigd met het piekvermogen van
265 het referentieproject om de netwerkkosten te bepalen;
- 266 • Vaste kosten: aangezien er bij de referentieprojecten aangenomen wordt dat er geen
267 gebruik gemaakt kan worden van een bestaande aansluiting, zijn er additionele peri-
268 odieke aansluitingsvergoedingskosten en additionele kosten voor het vastrechttarief.
269 Deze kosten zijn berekend op basis van het elektriciteitsverbruiksprofiel (TS) en ge-
270 baseerd op de gemiddelde kosten die gelden bij verschillende regionale netbeheer-
271 ders.

272 3.3 Variabele operationele kosten

273 Variabele operationele kosten zijn kosten die alleen worden gemaakt wanneer er daadwerke-
274 lijk warmte wordt geleverd. In de referentieprojecten vallen alleen de variabele elektriciteits-
275 kosten – de kosten van de elektriciteit voor de transportpompen en eventueel het
276 warmtepompsysteem – onder de variabele operationele kosten. Deze integrale elektriciteits-
277 kosten bestaan uit de groothandelsprijs en belastingen.

278 3.3.1 Groothandelsprijs

279 De gebruikte groothandelsprijs voor basislast is €0,053 per kWh. Deze groothandelsprijs
280 voor elektriciteit is berekend op basis van het ongewogen gemiddelde van de elektriciteits-
281 prijzen van 2020 tot en 2034¹ zoals geraamd in de Klimaat en Energieverkenning (KEV)
282 2019.
283

¹ De KEV2019-raming loopt van 2020 tot en met 2030. Na 2030 is aangenomen dat de prijzen reëel constant zijn op het niveau van 2030 en nominaal enkel met de inflatie van 1,5%/jaar meestijgen.

284 3.3.2 Belastingen

285 De kosten voor de energiebelasting en de heffing opslag duurzame energie (ODE) zijn geba-
286 seerd op het gemiddelde van de verwachte ontwikkelingen in tarieven tussen 2020 en 2034.
287 Er is aangenomen dat de regeling 'Teruggaaf energie-efficiency' van toepassing blijft².

288 3.4 Vollasturen

289 Het aantal vollasturen dat er per jaar aan warmte kan worden geleverd hangt af van zowel
290 de leverende partij als de ontvangen partij. Een campagnebedrijf bijvoorbeeld, dat alleen
291 doordeweeks opereert of slechts delen van een seizoen, kan minder uren per jaar warmte
292 leveren dan bijvoorbeeld een datacenter, dat vrijwel continu opereert. Tegelijkertijd is er
293 door het jaar heen bijvoorbeeld meer vraag naar warmte bij een tuinbouwbedrijf dan bij de
294 gebouwde omgeving, waarbij er eerder een zogeheten 'badkuiprofiel' geldt. We zijn ons
295 daarom bewust van de verschillen in vollasturen per project, maar we zijn vooralsnog terug-
296 houdend in het doorvoeren van differentiatie in vollasturen. Dit is totdat we voldoende zeker-
297 heid hebben dat vollasturedifferentiatie geen invloed heeft op de concrete vormgeving en
298 bedrijfsvoering van projecten. Daarom adviseren wij voor beide categorieën in dit thema een
299 maximum van 6000 subsidiabele vollasturen per jaar.

300 3.5 Restwaarde

301 Er wordt aangenomen dat er geen restwaarde is na een subsidieperiode van 15 jaar. Dit
302 hangt niet zozeer samen met de technische levensduur maar met de onzekerheden over le-
303 vering en afname op langere termijn. Weliswaar is de technische levensduur van het project
304 naar verwachting langer, maar de economische waarde is op termijn onzeker. Deze is name-
305 lijk sterk afhankelijk van het committeren van leverantie en afname over een lange periode.
306 Meestal blijft dit in contracten beperkt tot 10 jaar en zijn er weinig alternatieven. Mogelijk
307 zijn er zelfs extra verwijderingskosten als een warmtenet na de subsidieperiode niet meer
308 gebruikt wordt.

309 3.6 Wel en niet meegenomen kosten

310 In Tabel 3-1 is weergegeven welke kostenposten wel of niet meegenomen worden bij de be-
311 paling van de investeringskosten en de operationele kosten en de uiteindelijke subsidiebe-
312 dragen. Sommige onderdelen worden niet meegenomen omdat deze buiten de scope van de
313 categorie vallen, terwijl andere onderdelen niet worden meegenomen omdat deze buiten de
314 scope van de SDE++-regeling vallen (zoals kosten voor vergunningen en contracten).

²Bedrijven kunnen een deel van hun energiebelasting terugvragen als zij meer dan 10 miljoen kWh verbruiken en een meerjarenafpraak met de overheid hebben afgesloten ter verbetering van hun energie-efficiëntie.

315
316

Tabel 3-1 Wel en niet meegenomen kosten conceptadvies *Benutting restwarmte uit industrie of datacenters*

Kostenpost	Groep	Details
Wel meegenomen	Investeringskosten	Kosten voor nieuwe netaansluiting (voor transportpompen en eventueel een warmtepompsysteem)
		Aanschaf en inpassing meet- en regelapparatuur en elektrische installaties
		Aanschaf en inpassing kleppen en appendages
		Aanschaf en inpassing van leidingen binnen de hekgrenzen van de warmteproducent
		Aanschaf en inpassing warmtepompsysteem (indien van toepassing)
		Aanschaf en inpassing transportleidingen (representatief deel)
		Aanschaf en inpassing transportpompen
		Warmteoverdrachtstation (inclusief warmtewisselaar)
	Operationele kosten	Elektriciteitsverbruik
		Energiebelastingen en ODE
		Garantie en onderhoud
		Netbeheer, elektra en warmte voor bedrijfspanden
		Personeelskosten
		Supervisiekosten
		Administratiekosten
		Engineeringkosten (na subsidieaanvraag)
		Opstalvergoeding
		R&D kosten
		Monitoringssysteem
		Verzekeringen
Reserveonderdelen		
Afvoerkosten (voor bijvoorbeeld afval)		
Onvoorzien		
Niet meegenomen	Investeringskosten	Kosten voor warmtedistributienet naar afnemers
		Kosten voor lokale woning- of gebouwaansluitingen
		Kosten voor vervangende warmte- en koudevoorziening (ketel, WKK, back-up)
		Kosten voorbereidingstraject, inclusief financieringskosten en kosten ten gevolge van juridische procedures
		Kosten voor geologisch onderzoek
		Kosten voor vergunningen en contracten
		Abandonneringskosten
		Restwaarde
	Operationele kosten	Kosten aankoop CO ₂

317

318

4 Correctiebedrag

319

4.1 Warmteprijs

320

321 Bij de berekening van het correctiebedrag wordt er vanuit gegaan dat de restwarmte in het
322 referentieproject de warmte vervangt die anders door een must-run warmtekrachtkoppeling
323 (WKK) zou worden geproduceerd. In lijn met de PBL-notitie Warmte ten behoeve van de
324 SDE++ in 2020 en consistent met andere SDE++-categorieën met warmte als outputpro-
325 duct, luidt de formule voor het correctiebedrag daarom (Planbureau voor de Leefomgeving,
326 2019):

327

328

$$\text{Correctiebedrag} = 90\% \times \text{TTF[LHV]}^3$$

4.2 Emissierechten

329

330 Het leveren en gebruiken van restwarmte kan een effect hebben op de handel in emissie-
331 rechten (officieel *European Emission Allowances* [EUA]). Jaarlijks wordt voor de waarde van
332 de emissierechten gecorrigeerd. De hoogte van dit correctiebedrag dient per aanvraag be-
333 oordeeld te worden, vanwege de verschillende mogelijke interacties met gratis gealloceerde
334 emissierechten. Het maximale bedrag waarvoor gecorrigeerd dient te worden per geprodu-
335 ceerde eenheid warmte wordt als volgt berekend:

336

337

338

339

$$\text{Correctiebedrag EUA } [\text{€}/\text{kWh,th}] = \text{CO}_2\text{-prijs } [\text{€}/\text{ton CO}_2] * \text{Emissiefactor}_{\text{warm water}} \\ [\text{tCO}_2/\text{kWh,th}]$$

340

waarbij

341

342

343

344

345

- CO₂-prijs = de ongewogen gemiddelde marktprijs van EEX-EUA;
- Emissiefactor = de emissiefactor van warmwaterproductie op basis van een gas-
ketel met terugwinning van condensatiewarmte. Deze is: [56,4 (kgCO₂/GJ) * 3,6
(GJ/MWh) /1000(kWh/MWh)] /100% = 0,203 kgCO₂/kWh,th.

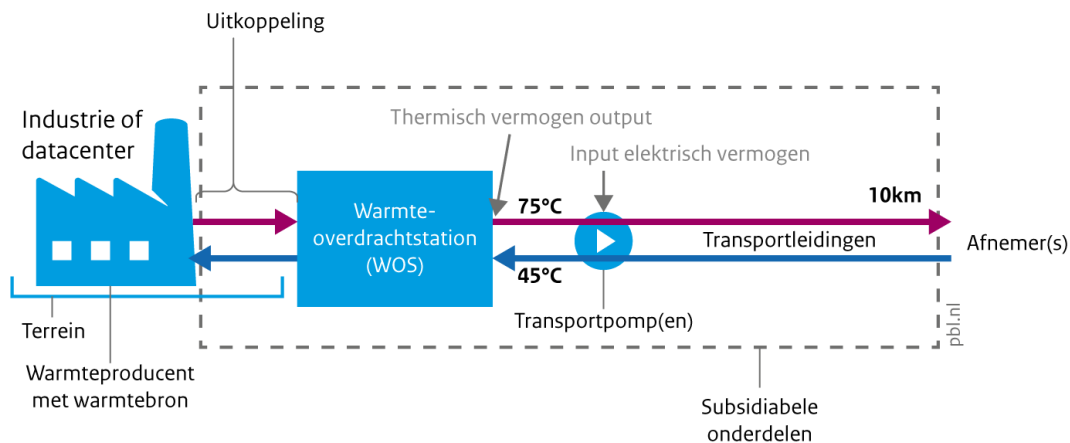
³ TTF = *Title Transfer Facility* = de groothandelsprijs van gas.

5 Benutting restwarmte uit industrie of datacenters

5.1 Benutting restwarmte (warm water) zonder warmtepomp

In figuur 5-1 is een illustratie van het referentieproject, horend bij deze categorie, weergegeven. In deze figuur is te zien welke onderdelen binnen het referentieproject vallen.

Figuur 5-1 Referentieproject voor de categorie Benutting restwarmte (warm water) zonder warmtepomp



Bron: PBL

In deze categorie wordt er uitgegaan van een referentieproject waar warm water vanuit de warmtebron in een warmteoverdrachtstation (WOS) via warmtewisselaars overgedragen wordt aan het warmwatercircuit van een transportleiding, die de warmte uiteindelijk naar de afnemer(s) transporteert. Er wordt uitgegaan van een verschil tussen de aanvoertemperatuur die het WOS verlaat en de retourtemperatuur bij het WOS, ofwel de delta T, van 30 graden Celsius (°C). In het referentieproject is aangenomen dat warm water van 75 °C het WOS verlaat en met 45 °C retour komt. Verder wordt er aangenomen dat er bij de bron tussen de 75 °C en 120 °C warm water beschikbaar is. Let wel: dit zijn enkel de cijfers waarmee is gerekend voor de referentie-installatie; deze temperaturniveaus worden niet als specifieke vereisten voor de aanvraag van de subsidie geadviseerd.

Aangenomen wordt dat de warmteproducent kan voorzien in de levering van warmte voor middenlast of basislast. Daarom wordt uitgegaan van 6000 vollasturen. Dit aantal vollasturen is typerend voor een project in bijvoorbeeld de glastuinbouw of een andere afnemer met een meer continue warmtevraagprofiel. Hierbij is de aanname gemaakt dat de winterpiek en een eventuele downtime van de restwarmteleverancier wordt opgevangen met een piek- of hulpketel. Deze voorziening maakt geen onderdeel uit van het referentieproject.

Er wordt vervolgens bij het referentieproject uitgegaan van een maximale tracélengte van de transportleidingen van 10 kilometer. Deze genomen vaste afstand van 10 kilometer

377 tracélengte is gekozen op basis van reacties uit de markt. Voor de tracélengte op het terrein
 378 van het warmteproducent wordt uitgegaan van circa 250 meter aan bovengrondse leidingen.
 379
 380 Voor het referentieproject wordt uitgegaan van een warmteleveringsvermogen bij de bron
 381 van 10.000 kW thermisch (kW_{th}). Aangenomen wordt dat dit vermogen tevens beschikbaar is
 382 nadat de warmteoverdracht heeft plaatsgevonden. Daarom is het totale thermisch output-
 383 vermogen tevens 10.000 kW_{th} . Dit vermogen is gekozen op basis van literatuur en de reac-
 384 ties tijdens de marktconsultatie van vorig jaar.
 385
 386 Voor de pompenergie wordt uitgegaan van een teruggekoppelde waarde uit de marktconsul-
 387 taties en volgens de NEN7125: $0,0018 * \text{lengte transportleiding (kilometer tracé)}$, wat resul-
 388 teert in een waarde van $0,018 MJ_e / MJ_{th}$ in dit referentieproject.
 389
 390 Ten slotte wordt uitgegaan van een afstand van 250 meter voor de afstand tot de dichtstbij-
 391 zijnde netaansluiting.
 392
 393 In Tabel 5-1 zijn de technisch-economische parameters voor het referentieproject van deze
 394 categorie weergegeven.

395 **Tabel 5-1 Technisch-economische parameters categorie Benutting restwarmte**
 396 **(warm water) zonder warmtepomp**
 397

Parameter	Eenheid	Conceptadvies SDE++ 2021
Thermisch outputvermogen	$[kW_{th,output}]$	10.000
Vollasturen	$[\text{uur/jaar}]$	6000
Investeringskosten	$[\text{€}/kW_{th,output}]$	1411
Vaste operationele kosten	$[\text{€}/kW_{th,output}/\text{jaar}]$	29
Variabele operationele kosten	$[\text{€}/kWh_{th,output}]$	0,001
Relatief elektriciteitsgebruik	$[kWh_e/kWh,output]$	0,018
Netto elektriciteitsprijs	$[\text{€}/kWh_e]$	0,053

398

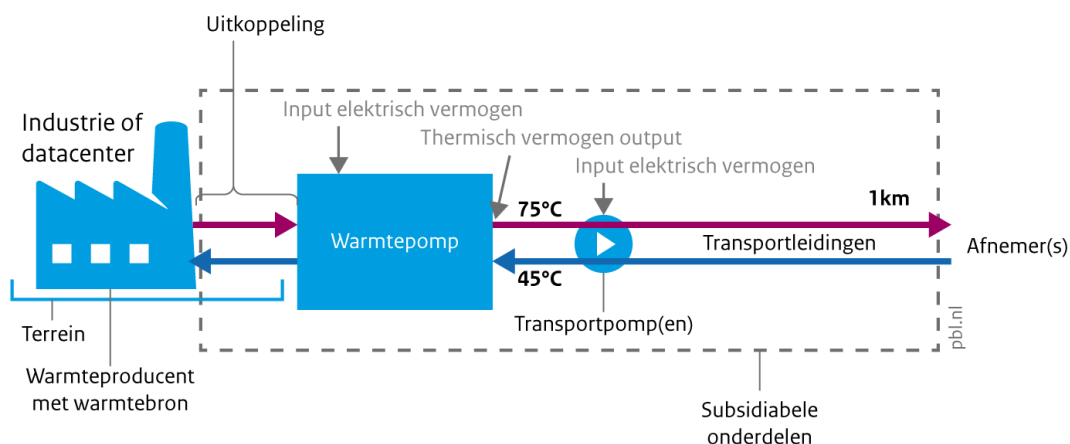
399 5.1.1 Verhouding lengte/vermogen

400 In het eindadvies basisbedragen SDE++ 2020 is geadviseerd om bij de toekenning van sub-
 401 sidie rekening te houden met de verhouding tussen de lengte van de pijpleiding en het out-
 402 putvermogen. Dit advies blijft staan. Dit betekent dat wij adviseren projecten uit te sluiten
 403 van subsidie wanneer de verhouding transportleidinglengte(m):outputvermogen(kW) kleiner
 404 is dan 0,3833. De verdere details van dit uitsluitingscriterium zijn toegelicht in de vastge-
 405 stelde subsidieregeling die is opgesteld voor deze categorie voor de openstelling in 2020.

406 5.2 Benutting restwarmte (warm water) met warmtepomp

407 In Figuur 3 is een illustratie van het referentieproject, horend bij deze categorie, weergege-
 408 ven. In deze figuur is te zien welke onderdelen binnen het referentieproject vallen.
 409

410 **Figuur 5-2 Referentieproject voor de categorie Benutting restwarmte (warm water)**
 411 **met warmtepomp**



Bron: PBL

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

In deze categorie wordt uitgegaan van een referentieproject waar warmte van een bepaalde (lage) temperatuur wordt opgewaardeerd via een warmtepomp. In het referentieproject wordt uitgegaan van een centrale warmtepomp nabij het terrein van de warmteproducent, voordat de warmte over een langere afstand wordt getransporteerd. Voor de *coëfficiënt of performance* (COP) wordt uitgegaan van een waarde van 3,1. Deze waarde is gekozen op basis van terugkoppeling uit de marktconsultatie en literatuur. In het referentieproject wordt uitgegaan van een situatie waar de warmtepomp in een technische ruimte staat en tevens voorziet in de warmtewisseling van twee gescheiden stromen (het warme water dat uit de warmtebron komt en het warme water wordt over lange afstand wordt getransporteerd naar de eindgebruikers). Om deze reden wordt er vanuit gegaan dat er geen WOS meer benodigd is aan het einde van de transportleiding. In het referentieproject wordt vervolgens uitgegaan van een verschil tussen de aanvoertemperatuur richting de afnemer(s) en de retourtemperatuur bij de warmtepomp, ofwel de delta T, van 30 °C. In het referentieproject is aangenomen dat 75 °C warm water de warmtepomp verlaat en dat er 45 °C retour komt naar de warmtepomp. Tevens wordt er aangenomen dat er tussen de 20 en 30 °C restwarmte beschikbaar is bij de bron. Ook hier geldt dat dit enkel cijfers zijn waarmee is gerekend in de referentieinstallatie. Deze temperaturniveaus worden niet als vereisten voor de aanvraag van de subsidie geadviseerd.

Mogelijke manieren vaststelling COP warmtepomp

In het referentieproject wordt er uitgegaan van een vaste COP van 3,1. Deze COP is gekozen op basis van een aanname voor de temperatuur van de beschikbare warmte bij de restwarmtebron en de temperatuur die de warmtepomp verlaat. Deze temperaturen kunnen echter per project in de praktijk afwijken. Het is daarom mogelijk dat er een hogere COP gehaald kan worden dan de aangenomen 3,1. Voor zulke projecten zouden de daadwerkelijke kosten lager uitvallen, door lagere elektriciteitskosten, dan het berekende basisbedrag en kan er oversubsidiëring optreden.

Mogelijke manieren om de kans op oversubsidiëring te verminderen zijn: 1) het creëren van additionele (sub)categorieën waarbij rekening worden gehouden met variërende temperatuurliften (en daarmee variërende COP's) bij het berekenen van het basisbedrag, 2) het vastleggen van een minimale temperatuurlift (of maximale COP) voor warmtepompprojecten, 3) het vaststellen van een basisbedrag per project waarbij de COP van het project wordt vastgesteld met behulp van een formule.

433

434

435 In lijn met de eerdergenoemde categorie wordt aangenomen dat de warmteproducent kan
 436 voorzien in de levering van warmte voor middenlast of basislast aan bijvoorbeeld de tuin-
 437 bouw. Daarom wordt uitgegaan van 6000 vollasturen. Tevens is de aanname gemaakt dat de
 438 winterpiek en een eventuele downtime van de restwarmteleverancier wordt opgevangen met
 439 een piek- of hulpketel, maar deze voorziening maakt geen onderdeel uit van het referentie-
 440 project.

441
 442 Binnen het hek van de warmteproducent (in Figuur 5-2 symbolisch aangegeven met onon-
 443 derbroken lijnen om de warmteproducent heen) moet er infrastructuur worden aangelegd om
 444 de warmte uit te koppelen. In het referentieproject van deze subcategorie wordt, in tegen-
 445 stelling tot de subcategorie zonder warmtepompsysteem, uitgegaan van een tracélengte van
 446 maximaal 100 meter aan bovengrondse leidingen in plaats van 250 meter. Het verschil is ge-
 447 maakt omdat de verwachting is dat projecten die vallen onder onderhavige categorie,
 448 warmte zullen afnemen van warmteproducenten die op kleinere industrieterreinen (bijvoor-
 449 beeld terreinen van datacenters) staan dan bij de categorie zonder warmtepomp. Er wordt
 450 vervolgens bij het referentieproject uitgegaan van een maximale tracélengte van de trans-
 451 portleidingen van één kilometer. Deze genomen vaste afstand van één kilometer is gekozen
 452 omdat de verwachting is dat de meeste aanvragen betrekking hebben op projecten waarbij
 453 de restwarmteproducenten vlakbij de afnemende partij(en) liggen.

454
 455 Voor het referentieproject wordt uitgegaan van een warmteleveringsvermogen bij de bron
 456 van 10.000 kW_{th}. Dit vermogen is gekozen op basis van literatuur en de reacties tijdens de
 457 marktconsultatie. Doordat de warmtepomp (met een aangenomen COP van 3,1; zie hierbo-
 458 ven) warmte toevoegt aan het systeem gaat er meer dan 10.000 kW_{th} de transportleiding in;
 459 namelijk 14.762 kW_{th}. Dit wordt gedefinieerd als het uiteindelijke outputvermogen.

460
 461 Voor de pompenergie wordt uitgegaan van een teruggekoppelde waarde uit de marktconsul-
 462 taties en volgens de NEN7125: 0,0018 * lengte transportleiding (kilometer tracé), wat resul-
 463 teert in een waarde van 0,0018 MJ_e / MJ_{th} in dit referentieproject. Ten slotte wordt uitgegaan
 464 van een afstand van 100 meter voor de afstand tot de dichtstbijzijnde netaansluiting.

465
 466 In Tabel 5-2 zijn de technisch-economische parameters voor het referentieproject van deze
 467 categorie weergegeven.
 468

469 **Tabel 5-2 Technisch-economische parameters categorie *Benutting restwarmte***
 470 ***(warm water) met warmtepomp***

Parameter	Eenheid	Conceptadvies SDE++ 2021
Thermisch outputvermogen	[kW _{th,output}]	14.762
Vollasturen	[uur/jaar]	6000
Investeringskosten	[€/kW _{th,output}]	1004
Vaste operationele kosten	[€/kW _{th,output} /jaar]	36
Variabele operationele kosten	[€/kWh _{th,output}]	0,017
Relatief elektriciteitsgebruik	[kWh _e /kWh _{th,output}]	0,324
Netto elektriciteitsprijs	[€/kWh _e]	0,053

471

472

6 Advies

subsidieparameters

473

474

475 In tabel 6-1 en tabel 6-2 zijn de geadviseerde subsidieparameters weergegeven voor de ca-
476 tegorieën horende bij het thema *Benutting restwarmte uit industrie of datacenters*. Zoals te
477 zien in deze tabel veranderen de adviezen voor de verschillende subsidiebedragen en bere-
478 keningswijze ten opzichte van het eindadvies voor dit thema uit 2019 niet.

479

480 **Tabel 6-1 Overzicht geadviseerde subsidieparameters voor het conceptadvies**
481 **SDE++ 2021 voor de categorieën horende bij het thema *Benutting restwarmte uit***
482 ***industrie of datacenters***

Categorie	Eindadvies Basisbedrag SDE++ 2020 (€/kWh _{th})	Conceptadvies Basisbedrag SDE++ 2021 (€/kWh _{th})	Vollast- uren	Looptijd subsidie (jaar)
Benutting restwarmte (warm water) zonder warmtepomp	0,033	0,034	6000	15
Benutting restwarmte (warm water) met warmtepomp	0,044	0,044	6000	15

483

484 **Tabel 6-2 Berekeningswijze jaarlijkse correcties**

Categorie	Berekeningswijze correctiebe- drag (€/kWh _{th})	Voorlopig correctiebedrag emissie- rechten (€/kWh _{th})
Benutting restwarmte (warm water) zonder warmtepomp	90% x TTF[LHV]	CO ₂ -prijs [€/tCO ₂] * Emissiefactor- warm water [tCO ₂ /kWh,th]
Benutting restwarmte (warm water) met warmtepomp	90% x TTF[LHV]	CO ₂ -prijs [€/tCO ₂] * Emissiefactor- warm water [tCO ₂ /kWh,th]

485

7 Vragen aan de markt

486

- 487 • Graag ontvangen wij meer informatie over hoe het hele ontwerp van een restwarmteproject eruit ziet. Welke (hoofd)onderdelen zijn er nodig voor een project (van uitkoppeling t/m levering)?
- 488
- 489
- 490 • Graag zouden wij meer informatie willen over:
 - 491 ○ De kosten van de zogeheten tie-ins die nodig zijn voor de uitkoppeling van
 - 492 de restwarmte.
 - 493 ○ De kosten voor het aansluiten van het elektriciteitsnet. Daarnaast bestaat
 - 494 ook de vraag of er eerder gebruik wordt gemaakt van bestaande netaansluitingen of dat er vaker een nieuwe netaansluiting moet komen?
 - 495
 - 496 ○ De kosten met betrekking tot blindstroomverbruik.
- 497 • Graag vernemen wij de grootste praktische problemen (bijvoorbeeld contractueel,
- 498 eigenaarschap, kostenverdeling tussen stakeholders) waar restwarmteprojecten te
- 499 genaam lopen.
- 500

8 Literatuur

501

502 Planbureau voor de Leefomgeving. (2019). *Conceptadvies SDE++ 2020: Notitie Warmte*.
503 Planbureau voor de Leefomgeving.

504 Sinnott, R., & Towler, G. (2020). *Chemical Engineering Design Sixth Edition*. Oxford, United
505 Kingdom: Butterworth-Heinemann.

506 Tennet. (2019a, april 29). *Kosten van een netaansluiting*. Opgehaald van Tennet:
507 [https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/aansluiten-op-het-nederlandse-](https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/aansluiten-op-het-nederlandse-hoogspanningsnet/kosten-van-een-netaansluiting/)
508 [hoogspanningsnet/kosten-van-een-netaansluiting/](https://www.tennet.eu/nl/elektriciteitsmarkt/aansluiten-op-het-nederlandse-hoogspanningsnet/kosten-van-een-netaansluiting/)

509 Tennet. (2019b). *Tarievenbesluit TenneT 2019*.

510

511