



CONCEPTADVIES SDE++ 2020

Energie uit water

Notitie

Luuk Beurskens, Koen Smekens (ECN part of TNO)

Bart in 't Groen (DNV GL)

Hans Elzenga (PBL)

6 mei 2019



PBL

Colofon

Conceptadvies SDE++ 2020 Energie uit water

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2019

PBL-publicatienummer: 3693

Contact

sde@pbl.nl

Auteurs

Luuk Beurskens, Koen Smekens (ECN part of TNO), Bart in 't Groen (DNV GL), Hans Elzenga (PBL)

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Luuk Beurskens, Koen Smekens, Bart in 't Groen, Hans Elzenga (2019), Conceptadvies SDE++ 2020 Energie uit water, 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	Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm	6
4	3	Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie	7
5	4	Waterkracht, valhoogte < 50 cm	9
6	5	Osmose	10
7	6	Aquathermie	11
8	7	Vragen en overwegingen	14

9

10

11 1 Beschrijving

12 adviesvraag

13 1.1 Algemene introductie

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

17 Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft aan PBL gevraagd om advies uit te
18 brengen over de subsidiehoogtes voor elektriciteit uit waterkracht en aquathermie in 2020.

19 Dit document beschrijft de bevindingen over de categorieën gerelateerd aan waterkracht.
20 Achtereenvolgens worden in de volgende hoofdstukken de bevindingen van het kostenonder-
21 zoek, de beschrijvingen van de referentie-installaties en de adviezen van de basisbedragen
22 gegeven. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen de volgende categorieën:

- 23 • Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm
- 24 • Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie
- 25 • Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm
- 26 • Osmose
- 27 • Aquathermie

28
29 De kostenstructuur zoals wij deze waarnemen voor waterkrachtprojecten in Nederland biedt
30 op dit moment geen aanleiding om wijzigingen door te voeren in de technisch-economische
31 parameters van de verschillende waterkrachtcategorieën. Waterkrachtprojecten zijn locatie-
32 specifiek en uit de geanalyseerde projectaanvragen is gebleken dat deze dan ook verschillen
33 in het maximale opwekkingsvermogen en het aantal vollasturen. Hierdoor zijn er in de pro-
34 jectaanvragen projecten te vinden die zowel duurder als goedkoper uitgevoerd worden, in
35 vergelijking met het huidige basisbedrag. Binnen de SDE++-regeling is het basisbedrag in
36 2019 afgetopt op 0,13 €/kWh.

37 Achtereenvolgens komen de toegepaste werkwijze, de kostenbevindingen en de referentie-
38 systemen aan de orde, gevolgd door de voorgestelde basisbedragen en tenslotte nog een
39 korte opsomming van vragen aan de markt.

40 1.2 Basisbedragen

41 Deze notitie bevat het conceptadvies voor energie uit water SDE++ 2020 inclusief kostenbe-
42 vindingen. Op basis van schriftelijke reacties uit de markt en marktconsultatiegesprekken
43 stelt PBL, ondersteund door ECN part of TNO en DNV GL, vervolgens het uiteindelijke eindad-
44 vies op voor het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. De minister van EZK besluit
45 uiteindelijk aan het eind van het jaar over de openstelling van de nieuwe SDE++-regeling,
46 de open te stellen categorieën en de bijbehorende basisbedragen.

47 1.3 Marktconsultatie

48 Het nu voorliggende document geeft naast een conceptadvies over de basisbedragen, ook
49 een actualisatie van het overzicht van de kosten van waterkrachtprojecten en aquathermie.

50 Op basis van anonieme informatie van SDE+-aanvragen, die door RVO.nl beschikbaar is ge-
51 steld, is opnieuw een kostenonderzoek uitgevoerd en zijn de referentie-installaties en basis-
52 bedragen bijgewerkt. In 2018 zijn er 11 SDE+-subsidie aanvragen ingediend, alle voor de
53 categorie *Waterkracht valhoogte ≥ 50 cm*.

54 Dit document wordt algemeen beschikbaar gesteld, waarna geïnteresseerden consultatiere-
55 acties kunnen indienen en consultatiegesprekken met de onderzoekers van PBL, ECN part of
56 TNO en DNV GL gevoerd kunnen worden.

57 Belanghebbenden worden uitgenodigd om in een open consultatieronde een reactie te geven
58 op het conceptadvies en de onderliggende kostenbevindingen per thema. De marktconsulta-
59 tie zal dit jaar plaatsvinden eind mei en begin juni 2019.

60

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

2 Waterkracht, valhoogte \geq 50 cm

2.1 Beschrijving referentie-installatie

Nederland is een relatief vlak land en daardoor is het verval van rivieren in de Nederlandse delta gering. Toch zijn bestaande civiele werken (kunstwerken) in rivieren geschikt om voldoende valhoogte te creëren om te gebruiken voor elektriciteitsopwekking in waterkrachtcentrales. In de praktijk varieert deze doorgaans van drie tot zes meter, maar hij kan oplopen tot elf meter in uitzonderlijke situaties, zoals bij enkele sluizen.

De mogelijke projecten binnen de categorie waterkracht kennen een grote spreiding in investeringskosten en bijhorende basisbedragen. Daarom zijn de basisbedragen in dit advies gebaseerd op specifieke projecten waarbij het realisatiepotentieel en de kosten bepalend zijn geweest voor de selectie van een referentieproject. Voor de categorie Waterkracht, valhoogte \geq 50 cm is de referentie-installatie onveranderd gebaseerd op een valhoogte van minder dan vijf meter.

2.2 Kostenbevindingen

De technisch-economische parameters waar het basisbedrag op is gebaseerd zijn te vinden in Tabel 2-1. Deze zijn niet veranderd ten opzichte van het advies van vorig jaar, daar de technische en economische parameters uit de in 2018 ingediende projectaanvragen hier geen aanleiding toe geven.

Tabel 2-1 Technisch-economische parameters Waterkracht, valhoogte \geq 50 cm

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019	Conceptadvies SDE++ 2020
Installatiegrootte	[MW]	1,0	1,0
Vollasturen	[uur/jaar]	5700	5700
Investeringskosten	[€/kW]	8000	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW/jaar]	100	100

2.3 Advies basisbedragen

In Tabel 2-2 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 2-2 Overzicht van subsidieparameters Waterkracht, valhoogte \geq 50 cm

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019	Conceptadvies SDE++ 2020
Basisbedrag	[€/kWh]	0,173	0,171
Looptijd subsidie	[jaar]	15	15

3 Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie

3.1 Beschrijving referentie-installatie

De kosten voor elektriciteitswinning uit waterkracht omvatten niet alleen de kosten voor energie-installatie, maar ook additionele voorzieningen die geëist worden door wet- en regelgeving bij constructie van een waterkrachtinstallatie. Deze paragraaf is van toepassing op renovatie van bestaande waterkrachtcentrales, zoals met name het doorvoeren van visbeschermende maatregelen, in het kader van het aansluiten bij wet- en regelgeving.

Voor de categorie *Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie* wordt ervan uitgegaan dat bij de referentie-installatie de turbines vervangen zullen worden voor visvriendelijke(re) varianten. Een dergelijke innovatieve visvriendelijke turbine lijkt voornamelijk de voornaamste manier om aan de strengere eisen op het gebied van vissterfte te voldoen. Het is zeer waarschijnlijk dat bij een dergelijke renovatie ook (een deel van) de elektrische infrastructuur, zoals de generator, transformatoren en bediening moeten worden aangepast. Er wordt aangenomen dat de benodigde aanpassingen aan de civiele werken (de kunstwerken) nihil zijn. Het lagere aantal vollasturen, in vergelijking met de categorie *Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm*, is gebaseerd op de vollasturen van bestaande installaties geschikt voor renovatie.

3.2 Kostenbevindingen

De parameters voor deze categorie zijn niet veranderd ten opzichte van het eindadvies SDE+ 2019. Een overzicht van de technisch-economische parameters voor de referentie-installatie staat in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Technisch-economische parameters Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019	Conceptadvies SDE++ 2020
Installatiegrootte	[MW]	1,0	1,0
Vollasturen	[uur/jaar]	2600	2600
Investeringskosten	[€/kW]	1600	1600
Vaste O&M-kosten	[€/kW/jaar]	80	80

114 3.3 Advies basisbedragen

115 In Tabel 3-2 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

116 **Tabel 3-2 Overzicht van subsidieparameters Waterkracht, valhoogte \geq 50 cm, reno-**
117 **vatie**

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019	Conceptadvies SDE++ 2020
Basisbedrag	[€/kWh]	0,103	0,102
Looptijd subsidie	[jaar]	15	15

118

119

4 Waterkracht, valhoogte < 50 cm

4.1 Beschrijving referentie-installatie

Naast het plaatsen van stuwdammen in rivieren (zoals beschreven in bovenstaande hoofdstukken 2 en 3), waarbij het gecreëerde verval van water stromend in één richting zorgt voor de opwekking van elektriciteit uit water, is het ook mogelijk om in vrij stromend water energie op te wekken. De categorie *Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm* is bedoeld voor technieken zoals energie uit getijden of onderzeese stroming en energie uit golven, waarbij de opgewekte elektriciteit niet zozeer voorkomt uit het verval, maar uit de stroming van het water. Hieronder valt ook getijdenstroming door damdoorlatingen met bidirectionele opwekking (*inshore* vrije-getijden-stromingsenergie), indien de valhoogte beperkt blijft tot minder dan een halve meter.

4.2 Kostenbevindingen

Tabel 4-1 staan de gebruikte technisch-economische parameters voor energie uit vrije stroming. Deze zijn niet veranderd ten opzichte van het eindadvies van vorig jaar.

Tabel 4-1 Technisch-economische parameters Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019	Conceptadvies SDE++ 2020
Installatiegrootte	[MW]	1,5	1,5
Vollasturen	[uur/jaar]	3700	3700
Investeringskosten	[€/kW]	5100	5100
Vaste O&M-kosten	[€/kW/jaar]	155	155

4.3 Advies basisbedragen

In Tabel 4.2 zijn het basisbedrag en de looptijd van de subsidie weergegeven.

Tabel 4-2 Overzicht van subsidieparameters Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm.

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019	Conceptadvies SDE++ 2020
Basisbedrag	[€/kWh]	0,197	0,195
Looptijd subsidie	[jaar]	15	15

5 Osmose

143

144 5.1 Beschrijving referentie-installatie

145 Voor deze categorie wordt een basisbedrag berekend voor een osmosecentrale, waarbij elek-
146 triciteit wordt opgewekt door het verschil in zoutconcentratie tussen zout en zoet water.
147 Hierbij kan gebruik worden gemaakt van zouthoudend industrieel proceswater of zeewater.
148 De onzekerheid in de kosten van deze categorie is vanwege het vroege stadium van de ont-
149 wikkeling nog zeer groot.

150 5.2 Kostenbevindingen

151 Het basisbedrag voor deze categorie is ruim boven 0,20 €/kWh. In Tabel 5-1 zijn de tech-
152 nisch-economische parameters voor osmose weergegeven.

153 **Tabel 5-1 Technisch-economische parameters Osmose**

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019	Conceptadvies SDE++ 2020
Installatiegrootte	[MW]	1,0	1,0
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000
Investeringskosten	[€/kW]	37000	37000
Vaste O&M-kosten	[€/kW/jaar]	213	213

154

155 5.3 Advies basisbedragen

156 Het basisbedrag voor deze categorie is ruim boven 0,20 €/kWh. In Tabel 5-2 zijn het basis-
157 bedrag en enkele andere subsidieparameters voor weergegeven.

158 **Tabel 5-2 Overzicht van subsidieparameters Osmose**

Parameter	Eenheid	Eindadvies SDE+ 2019	Concept advies SDE++ 2020
Basisbedrag	[€/kWh]	> 0,200	> 0,200
Looptijd subsidie	[jaar]	15	15

159

6 Aquathermie

160

161 6.1 Beschrijving referentie-installatie

162 Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over thermische energie uit oppervlaktewater als re-
163 presentatief voor de categorie aquathermie.

164 Dit is een mogelijke nieuwe categorie voor de SDE++-regeling 2020. Deze categorie was ook
165 al opgenomen in de adviezen voor de SDE+ 2019, maar kende nog enkele nader te onder-
166 zoeken vragen. De beschrijving van de categorie was wel opgenomen in het rapport met
167 Aanvullende berekeningen SDE+ 2019 (Lensink, 2018). De nader te onderzoeken vragen
168 worden behandeld in het rapport Warmte in de SDE++ 2020 (Pisca en Lensink, 2019). Om
169 het thermisch potentieel van oppervlaktewater te kunnen benutten wordt EZK ter overwe-
170 ging gegeven deze nieuwe categorie toe te voegen aan de SDE++-regeling.

171 Bij Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) wordt warmte, middels een warmtewis-
172 selaar onttrokken uit het oppervlaktewater. Dit kan zowel stromend als stilstaand oppervlak-
173 tewater zijn. De temperatuur van het oppervlaktewater is afhankelijk het seizoen (in de
174 zomer ligt de temperatuur beduidend hoger dan in de winter) en varieert hiermee typisch
175 tussen de 5 en 20 °C. Gebruikelijk is om de thermische energie uit het oppervlaktewater op
176 te slaan in een warmte- en koudeopslagsysteem (WKO-systeem) tijdens de zomer, om zo-
177 doende in de winterperiode de opgeslagen warmte door middel van een warmtepomp aan de
178 eindverbruikers te leveren. Door de kleinere temperatuurlift (het verschil tussen de ingaande
179 en uitgaande temperatuur van een warmtepomp) kan deze efficiënter werken. Een WKO-
180 systeem is nodig bij deze categorie omdat er anders een warmtepomp ingezet moet worden
181 die een grotere temperatuurlift moet leveren, voornamelijk in de winterperiode, wanneer de
182 temperatuur van het oppervlaktewater laag is en de warmtevraag van de gebouwen het
183 grootst is. Een warmtepomp met een grote temperatuurlift is per definitie minder efficiënt.

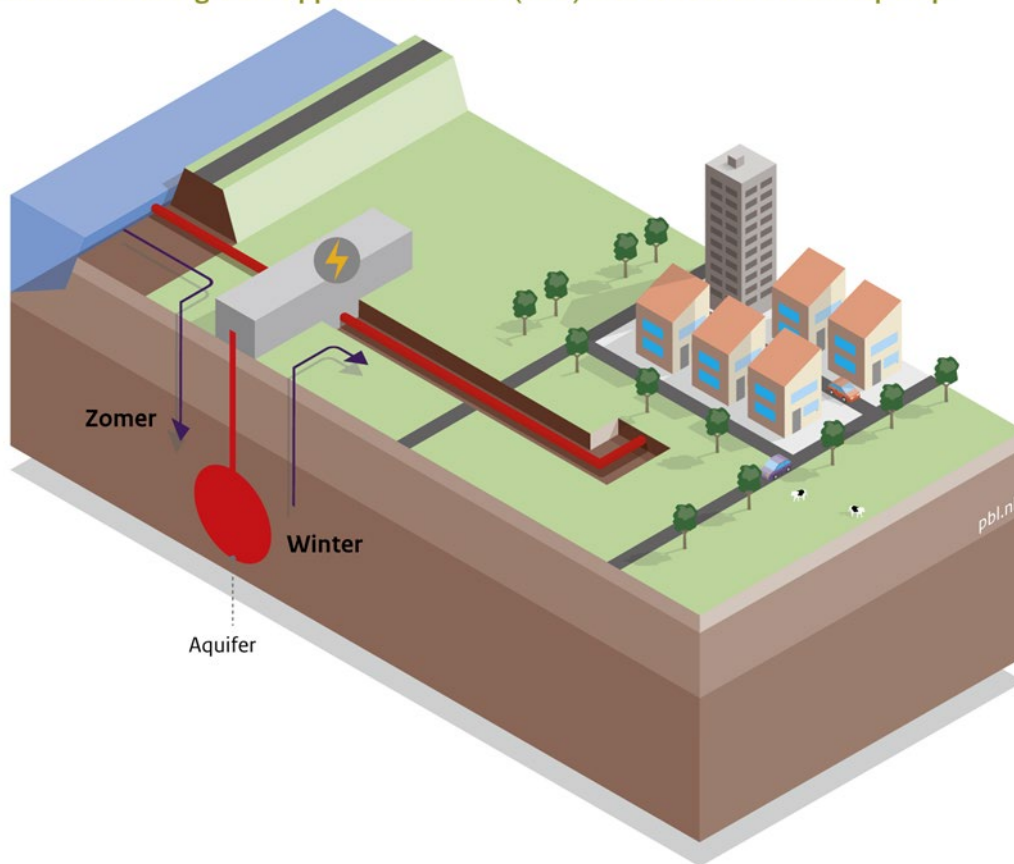
184 Het gebruik van een warmtepomp bij een TEO-installatie maakt dat voor deze categorie de
185 warmteafgifte na de warmtepomp leidend is en niet de warmteonttrekking uit het oppervlak-
186 tewater of uit de WKO.

187 TEO kan in combinatie met een warmtenet op twee manieren worden toegepast in de ge-
188 bouwde omgeving: directe warmtelevering en warmtelevering met een collectieve warmte-
189 pomp. In het eerste geval wordt de warmte direct geleverd aan de afnemers die elk over een
190 individuele warmtepomp beschikken, waarbij de woningen geschikt moeten zijn voor lage-
191 temperatuurverwarming (bijvoorbeeld goed geïsoleerde woningen voorzien van vloerverwar-
192 ming). Voor tapwater moet in huidige regelgeving de temperatuur 60 °C zijn. Hiervoor is in
193 het pand een boosterwarmtepomp of andere oplossing nodig.

194 Als de ruimteverwarming een hogere temperatuur vraagt, kan een collectieve warmtepomp
195 worden toegepast. In dat geval wordt de opgeslagen warmte uit de ondergrond opgewaar-
196 deerd met een warmtepomp tot circa 50-70 °C, waarna deze warmte wordt geleverd aan de
197 afnemers. Hierbij is een matige tot goede isolatie van gebouwen gewenst en is geen of be-
198 perkte aanpassing in het afgiftesysteem nodig. Dit systeem nemen we aan als referentie
199 voor deze categorie. Figuur 6.1 geeft een voorbeeld van het referentiesysteem, waarbij ther-
200 mische energie uit oppervlaktewater wordt gecombineerd met een WKO-systeem en een col-
201 lectieve warmtepomp.

202

Thermische Energie uit Oppervlakte water (TEO) met collectieve warmtepomp



203 Bron: PBL, ECN part of TNO, DNV-GL, TNO AGE

204 **Figuur 6.1 Voorbeeld van een schematische voorstelling TEO met WKO en collectieve**
205 **warmtepomp**

206

207 Voor de referentie-installatie voor het eindadvies SDE++ 2020 gaan we uit van een TEO-
208 systeem, waarbij alleen warmte en geen koude wordt geleverd, uitgevoerd met een WKO-
209 systeem en een collectieve warmtepomp. In Tabel 6-1 worden de kosten weergegeven die al
210 dan niet zijn meegenomen.

211

212

213 **Tabel 6-1: Wel en niet meegenomen kosten voor aquathermie**

Kostenpost	Groep	Details
Wel meegenomen	Investeringskosten	Onttrekkingsinstallatie warmte oppervlaktewater
		Warmtewisselaar oppervlaktewarmte WKO
		WKO-systeem (leidingen en pompen)
		Collectieve warmtepomp
		Aansluiting op transportnet warmte
		Restwaarde na einde levensduur project
	Operationele kosten	Onderhoudskosten
		Elektra voor pompen en warmtepomp
Niet meegenomen	Investeringskosten	Kosten voor een warmtedistributienet naar de afnemers
		Kosten voor lokale woningaansluitingen
		Kosten voorbereidingstraject, inclusief financieringskosten en kosten ten gevolge van juridische procedures

214 **6.2 Kostenbevindingen**

215 In Tabel 6-2 staan de technisch-economische parameters van de referentie-installatie.

216 **Tabel 6-2 Technisch-economische parameters**

Parameter	Eenheid	Advies	Conceptadvies
		SDE+ 2019	SDE+ 2020
Thermisch outputvermogen	[MW]	0,88	0,88
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	1500	1500
Elektriciteitsverbruik	[MWh/jaar]	426	426
Investeringskosten	[€/kWth]	748	748
Vaste O&M-kosten	[€/kWth/jaar]	71	71
Variabele O&M-kosten	[€/kWth/jaar]	0,0019	0,0019

217

218 **6.3 Advies basisbedragen**219 In onderstaande tabel zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.
220221 **Tabel 6.3 Overzicht subsidieparameters**

Parameter	Eenheid	Eindadvies SDE+ 2020
Basisbedrag	[€/kWh]	0,110
Looptijd subsidie	[jaar]	15

222

223

7 Vragen en overwegingen

224

225

7.1 Waterkracht

226

227

228

229

230

231

232

233

234

- In Nederland is waterkracht meestal locatie-specifiek, met een grote spreiding in de waargenomen kostenstructuur. Door stapeling van steunmaatregelen kunnen ook de duurdere projecten toch financieel sluitend gemaakt worden. Dus ook in gevallen waar, door project-specifieke omstandigheden, het SDE++-basisbedrag niet toereikend is. De kosten van duurdere projecten zijn verminderd zichtbaar, doordat deze (potentiële) projecten via de SDE+ onvoldoende vergoeding krijgen voor de onrendabele top. Informatie van marktpartijen over de financiering en kostenstructuur van zulke waterkrachtprojecten blijft onverminderd relevant en is welkom in de consultatieperiode. Tenslotte zouden we graag informatie over osmose actualiseren.

235

7.2 Aquathermie

236

237

238

239

240

241

- De voorgestelde categorie gaat uit van oppervlaktewater als warmtebron. Er bestaan ook alternatieven, met name waarbij afvalwater of drinkwater als warmtebron gebruikt worden, nog steeds in combinatie met een WKO en een warmtepomp. Kan de markt aangeven welke de redenen zouden kunnen zijn om voor elk een aparte categorie op te nemen, of dat een generieke volstaat waarbij de warmtebron niet gespecificeerd wordt.

242

243

244

- Kan de markt nadere kentallen delen over separate WKO-systemen (investeringskosten in €/kW, maar ook €/kWh opslagcapaciteit, vollasturen warmte, thermisch vermogen).

245