



CONCEPTADVIES SDE++ 2020

Windenergie op land

Notitie

Eeke Mast (DNV GL)
Iulia Pisca (PBL)

6 mei 2019



PBL

Colofon

Conceptadvies SDE++ 2020 Windenergie op land

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2019

PBL-publicatienummer: 3691

Contact

sde@pbl.nl

Auteurs

Eeke Mast (DNV GL), Iulia Pisca (PBL)

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Eeke Mast, Iulia Pisca (2019), Conceptadvies SDE++ 2020 Windenergie op land, 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	1.1	Introductie	4
4	1.2	Basisbedragen SDE++ 2020	4
5	1.3	Hoogtebeperkingen najaarsronde SDE+ 2019	5
6	1.4	Marktconsultatie	5
7	2	Werkwijze SDE++ 2020	6
8	2.1	Uitgangspunten en rekenmethode	6
9	2.2	Windviewer	7
10	2.3	Winddifferentiatie	7
11	2.4	Meegenomen kosten windenergie	8
12	2.5	Ashoogte en tiphoogte	9
13	3	Kostenbevindingen	11
14	3.1	Verdeling in tiphoogte	11
15	3.2	Kosten en baten - Reguliere categorie	11
16	3.3	Kosten en baten - Hoogtebeperkt	12
17	4	Beschrijving referentie-installaties	13
18	4.1	Referentie wind op land	13
19	4.2	Referentie wind op waterkeringen	13
20	4.3	Wind in meer, water ≥ 1 km ²	14
21	5	Advies basisbedragen	16
22	5.1	Basisbedragen wind op land - regulier	16
23	5.2	Basisbedragen wind op land - hoogtebeperkt	16
24	5.3	Basisbedragen wind op waterkeringen	17
25	5.4	Basisbedragen wind in meer, water ≥ 1 km ²	17
26	6	Hoogtebeperkingen	19
27	6.1	Motie subsidiering kleinere windturbines	19
28	6.2	Hoogtebeperkingen vanuit landelijk beleid	19
29	6.3	Beschrijving referentie-installatie najaarsronde 2019	25
30	6.4	Basisbedragen najaarsronde 2019	25
31	6.5	Conclusies hoogtebeperkte categorie	26
32	7	Vragen en overwegingen	28
33			

1 Beschrijving adviesvraag

1.1 Introductie

Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft aan het PBL advies gevraagd over de volgende twee onderwerpen:

1. De hoogte van de basisbedragen in het kader van de SDE+-regeling voor 2020.
2. De impact van hoogtebeperkingen vanuit vastgesteld landelijk beleid op de basisbedragen, voor de najaarsronde van de SDE+ 2019.

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

In 2020 wordt de bestaande SDE+-regeling verbreed naar de SDE++, waarbij energieprijzen de bodemprijs wordt genoemd. Nieuw hierbij is dat naast categorieën voor de productie van hernieuwbare energie ook CO₂-reducerende opties anders dan hernieuwbare energie in aanmerking komen voor subsidie. Dit zorgt ervoor dat de regelgeving en de methodiek en dus ook de uitgangspunten voor de SDE+ zodanig worden uitgebreid dat deze ook toepasbaar zijn voor een breder palet aan CO₂-reducerende categorieën.

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 de SDE++. EZK gebruikt dit advies bij het vaststellen van de maximale subsidiebedragen per categorie productie-installaties en de vormgeving en uitvoering van de SDE+-regeling.

1.2 Basisbedragen SDE++ 2020

Deze notitie bevat het conceptadvies voor windenergie op land SDE++ 2020 inclusief kostenbevindingen. Achtereenvolgens komen de toegepaste werkwijze, de kostenbevindingen en de referentiesystemen aan de orde, gevolgd door de voorgestelde basisbedragen en tenslotte nog een overzicht van openstaande vragen.

Dit rapport beschrijft de bevindingen voor de SDE++ 2020-categorieën voor windenergie:

- Wind op land
- Wind op waterkeringen
- Wind in meer, water ≥ 1 km²

In de beschrijving van de werkwijze worden de uitgangspunten gepresenteerd voor de SDE++ 2020 (zie hoofdstuk 2).

73 1.3 Hoogtebeperkingen najaarsronde SDE+ 2019

74 Het ministerie van EZK heeft aan PBL, dat ondersteund wordt door DNV GL, gevraagd om te
75 onderzoeken of er in de najaarsronde 2019 via een aparte categorie in de SDE+ kleinere
76 windmolens gesubsidieerd kunnen worden in die gevallen waar door landelijk beleid restric-
77 ties gelden.

78
79 Als specifieke uitgangspunten heeft het Ministerie meegegeven:

- 80 • Er wordt een analyse uitgevoerd op de prijzen voor de SDE++ 2020 en
- 81 • Er wordt slechts een aparte categorie voor lagere windturbines gepresenteerd als dit
82 nodig is en als dit kostenefficiënt kan worden toegepast.

83 1.4 Marktconsultatie

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

87
88 Op basis van schriftelijke reacties uit de markt en marktconsultatiegesprekken stelt PBL ver-
89 volgens het uiteindelijke eindadvies op voor EZK. De minister van EZK besluit uiteindelijk
90 aan het eind van het jaar over de openstelling van de nieuwe SDE++-regeling, de open te
91 stellen categorieën en de bijbehorende basisbedragen.

92
93 Nadere informatie is te vinden via de website: www.pbl.nl/sde

94
95

96

97

98 2 Werkwijze SDE++ 99 2020

100 2.1 Uitgangspunten en rekenmethode

101 Voor de SDE++ 2020 heeft EZK de volgende algemene uitgangspunten meegegeven voor de
102 categorieën gerelateerd aan windenergie:

- 103 • De grondkosten voor SDE++ 2020 worden bepaald door uit te gaan van een prijs die
104 10% lager ligt dan de prijs die gehanteerd is bij de advisering over de basisbedragen
105 SDE+ 2019.

106 De volgende aandachtspunten zijn tevens benoemd door EZK:

- 107 • De Windviewer¹ zal worden gebruikt om de gemiddelde windsnelheid te bepalen voor
108 het project. Deze gemiddelde windsnelheid zal gebruikt worden voor de winddifferenti-
109 atie in verschillende windklassen. De winddifferentiatie naar gemeentegrenzen (zo-
110 als geïntroduceerd voor de SDE+ 2015) zal dus niet meer worden toegepast.
- 111 • Mogelijk kan een extra windcategorie voor de SDE++ 2020 worden toegevoegd voor
112 projecten met een gemiddelde windsnelheid van meer dan 8,5 m/s ter voorkoming
113 van te hoge financiële rendementen in deze categorie.
- 114 • Wellicht is het passend, gezien de toename van de grootte van turbines, om voor het
115 referentieproject uit te gaan van ashoogtes van tenminste 100 meter.
- 116 • Voor de SDE++ 2020 zal worden onderzocht of het kostenefficiënt is om een opde-
117 ling te maken in een reguliere categorie windturbines en een categorie hoogtebe-
118 perkte windturbines zoals gevraagd voor de najaarsronde SDE+ 2019.

119 De volgende algemene uitgangspunten zijn wederom geldig:

- 120 • De uitbreiding van de cashflowperiode door inkomsten uit elektriciteitsverkoop van
121 15 naar 20 jaar zoals geïntroduceerd in de SDE+ 2019 wordt toegepast. Merk op bij
122 dit uitgangspunt, dat PBL hierbij de ontmantelingskosten meeneemt in jaar 21 voor
123 een nettowaarde van 5% van initiële investeringskosten.
- 124 • Er geldt geen generieke vollasturencap.
- 125 • Zoals ook in SDE+ 2019 het geval was, worden in SDE++ 2020 participatiekosten en
126 voorbereidingskosten niet meegerekend in de berekening van het basisbedrag. De
127 voorbereidingskosten dienen terug te worden verdiend uit het rendement op eigen
128 vermogen. Participatie beschouwt EZK de facto als het laten meedelen in de netto-
129 opbrengst van een windpark; bij participatie gaat het niet om kosten maar om af-
130 spraken omtrent winstdeling.

131

¹ Wind Viewer: <https://windviewer.rvo.nl/>

132 2.2 Windviewer

133 In de SDE+ is tot nu toe gebruik gemaakt van de gemeentegrenzen om de windparken te
134 verdelen in de windcategorieën. Dit blijkt niet altijd representatief voor de gemiddelde wind-
135 snelheid voor een windpark, zeker bij grote gemeentes zoals in de Flevopolder. EZK heeft
136 daarom aangegeven de winddifferentiatie niet meer toe te passen gebaseerd op de gemeen-
137 tegrenzen, maar op basis van de Windviewer. Deze Windviewer geeft voor elke locatie in Ne-
138 derland de gemiddelde windsnelheid weer. De Windviewer wordt reeds gebruikt voor de
139 bepaling van de maximale gemiddelde windsnelheid op de betreffende locatie voor het wind-
140 rapport bij de SDE+-subsidieaanvraag. Het kan dus zijn dat turbines binnen één project in
141 verschillende windcategorieën gaan vallen en dus verschillende subsidiebedragen kunnen
142 gaan ontvangen.

143 2.3 Winddifferentiatie

144 Ter voorkoming van hoge rendementen wordt in het conceptadvies voor de SDE++ 2020 een
145 extra categorie voor de winddifferentiatie geïntroduceerd; de categorie voor projecten met
146 een gemiddelde windsnelheid op 100 m hoogte groter dan 8,5 m/s zal worden toegevoegd.
147 De windcategorieën worden hiervoor omgenummerd in dit conceptadvies, zie Tabel 2-1.

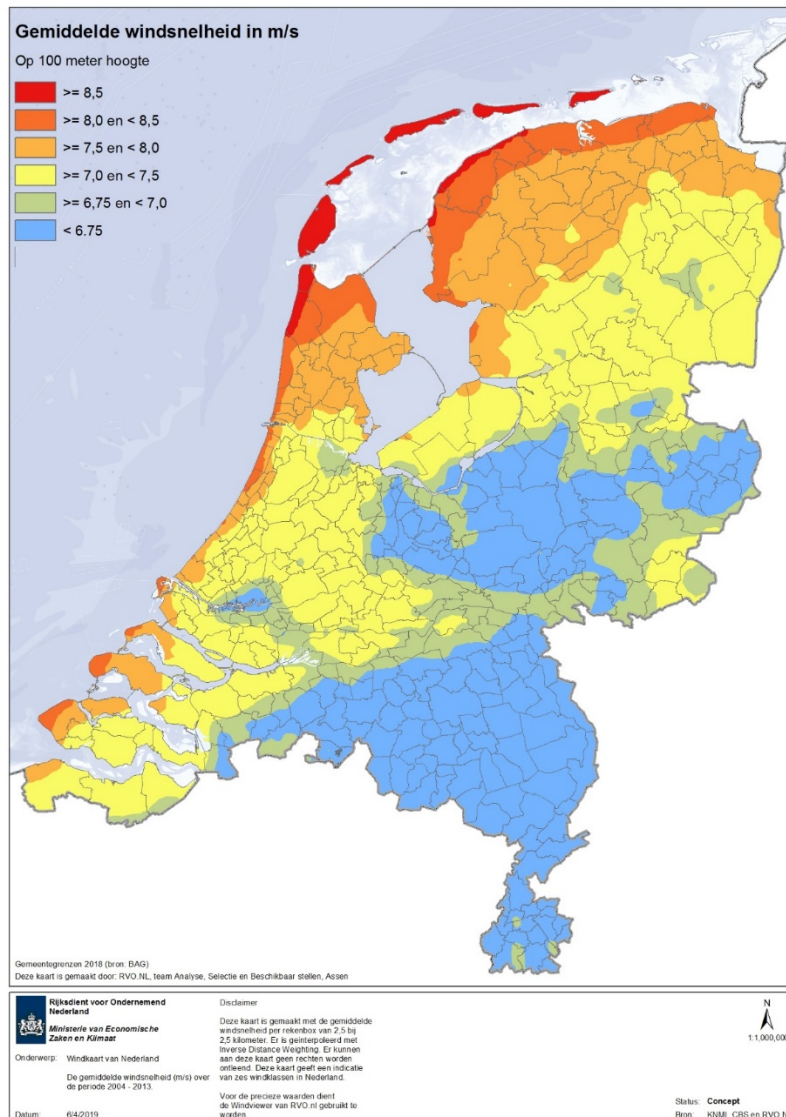
148 **Tabel 2-1: Onderverdeling windsnelheidscategorieën voor windenergie**

Categorie SDE++ 2020	Windsnelheid op 100 meter [m/s]	Windsnelheid in basisbedragbepaling	Categorienummering in SDE+ 2019
I	> 8,50	8,50 m/s	(Nieuw)
II	8,00 - 8,50	8,00 m/s	I
III	7,50 - 8,00	7,50 m/s	II
IV	7,00 - 7,50	7,00 m/s	II
V	6,75 - 7,00	6,75 m/s	IVa
VI	< 6,75	6,50 m/s	IVb

149 RVO.nl heeft een nieuwe windkaart gemaakt op basis van de Windviewer (zie Figuur 2-1) die
150 de gebieden aangeeft voor categorie I-VI. Deze nieuwe windkaart is toegevoegd ter indica-
151 tie; voor het bepalen van de categorie zal de Windviewer gebruikt moeten worden om de ge-
152 middelde windsnelheid op 100 meter op de gekozen locatie te bepalen. In de figuur is te zien
153 is dat het gebied met >8,50 m/s gemiddelde windsnelheid op 100 meter hoogte vooral gele-
154 gen is aan de kustlijn van Nederland (in paragraaf 2.5 wordt op de as- en tiphoogte inge-
155 gaan)

156
157
158

Windkaart van Nederland



159
160
161

Figuur 2-1: Windkaart op basis van de Windviewer, met windsnelheden op 100 meter hoogte (Bron: RVO.nl)

162

2.4 Meegenomen kosten windenergie

163
164
165
166
167
168

Ter verduidelijking van de wel en niet meegewogen kosten binnen de SDE++, staan in de onderstaande tabel, Tabel 2-2, welke kosten er wel en niet meegewogen worden in de bepaling van de basisbedragen. De niet meegewogen kosten, die in de praktijk wel ten laste van het project kunnen komen, worden diensgevolge verondersteld uit het projectrendement gehaald te kunnen worden.

Tabel 2-2: Wel en niet meegenomen kosten voor windenergie

Kosten	Groep	
Meegewogen kosten	Investeringskosten	Windturbine (incl. transport en installatie)
		Fundering (inclusief heipalen)
		Elektrische infrastructuur in het park
		Netaansluiting
		Civiele infrastructuur
		Bouwrente
		CAR-verzekering tijdens de bouw
	Variabele operationele kosten	Verwijderingskosten
		Grondkosten
		Garantie- en onderhoudscontracten
	Vaste operationele kosten	Garantie- en onderhoudscontracten
		Verzekeringen: WA, machinebreuk, stilstand
		Netinstandhoudingskosten
		Eigenverbruik
OZB		
Beheer		
Niet meege- wogen kosten	Project-specifieke kosten	Land- en wegonderhoud
		Gebiedsgebonden bijdrage
	Keuzes ontwikkelaar	Afdrachten (niet bij wet geregeld) aan decentrale overheden
		Participatiekosten
		Ontwikkelingskosten
		Kosten voorbereidingstraject, inclusief financieringskosten en kosten ten gevolge van juridische procedures

170 2.5 Ashoogte en tiphoogte

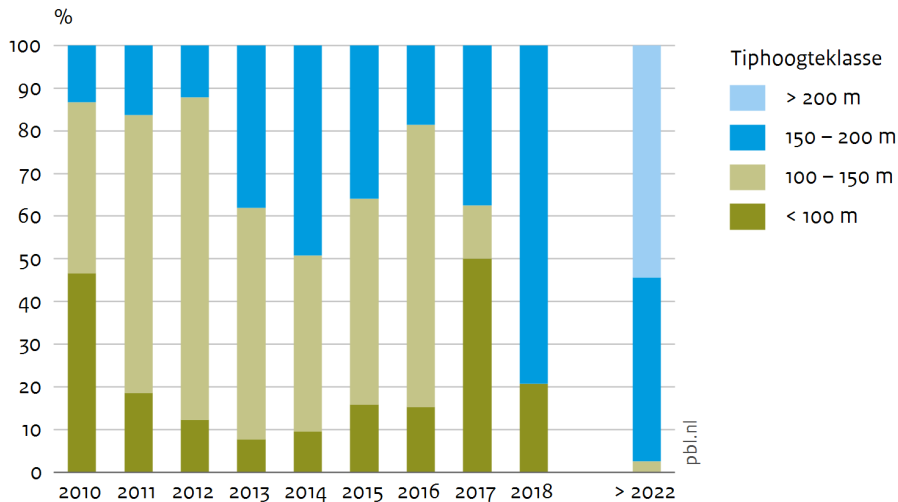
171 Gezien de toename van de grootte van turbines, heeft EZK gevraagd of het opportuun is om
 172 voor het referentieproject uit te gaan van ashoogtes van tenminste 100 meter. De grootte
 173 van de windturbines stijgt inderdaad snel over de afgelopen jaren, waarbij zowel de as-
 174 hoogte als de rotordiameter toeneemt. In de SDE+ 2019 is uitgegaan van een ashoogte van
 175 minimaal 80 meter voor de berekening van het basisbedrag om een grens te stellen aan de
 176 windturbines die meegenomen worden in de kosten- en batenschattingen in de SDE+-
 177 basisbedragenbepaling. Voor de SDE++ 2020 is het relevant om te kijken of deze ashoogte
 178 verhoogd moet worden om representatief te zijn voor de projecten in Nederland, maar ook
 179 om te kijken naar relevante rotordiameters. Een maat die ashoogte en rotordiameter koppelt
 180 is de tiphoogte: de tiphoogte is gelijk aan de ashoogte plus een halve rotordiameter.

181

182 Figuur 2-2 toont de stijging in de tiphoogte van windturbines geïnstalleerd in Nederland, in
 183 de periode 2010 tot en met 2018. In deze periode werd het aandeel van windturbines met
 184 een tiphoogte van minder dan 100 meter geleidelijk verminderd. Het aandeel turbines met
 185 een tiphoogte tussen 100 en 150 meter piekte in 2012, maar bleef tot en met 2016 veel ge-
 186 kozen. In 2018 zien we een duidelijke voorkeur voor turbines met een tiphoogte van 150
 187 meter of hoger, alhoewel een percentage van projecten met kleinschalige turbines blijft be-
 188 staan.

189 De verwachting is dat deze klasse van kleiner dan 100 meter in de toekomst verdwijnt, om-
 190 dat deze niet competitief zijn met de grotere windturbines en de SDE++-bedragen steeds
 191 meer geënt zijn op deze grote machines. Dit wordt ondersteund door de projecten die in
 192 2018 de SDE+-subsidieaanvraag hebben ingediend.² Te zien is dat na 2022 windprojecten
 193 vooral windturbines met een tiphoogte van meer dan 200 meter toepassen.

Hoogte van nieuw geplaatste windmolens op land, 2010 – 2018 en prognose 2022



194 Bron: PBL en RVO

195 **Figuur 2-2: Overzicht van windturbinetiphoogtes in Nederland**

196 PBL en DNV GL zijn tevens gevraagd te kijken naar een mogelijke opslag voor de SDE+
 197 2019-najaarsronde (zie hoofdstuk 6) voor kleine windturbines die in bouwhoogte beperkt zijn
 198 door nationale wet- en regelgeving. Gezien de resultaten van het onderzoek naar landelijke
 199 bouwhoogtebeperkingen (zie hoofdstuk 6) en de windturbinetrends in de markt, adviseren
 200 wij om een reguliere categorie te handhaven die de groeiende tiphoogtetrend volgt, en een
 201 hoogtebeperkte categorie te introduceren voor locaties waar deze hoge turbines niet toege-
 202 past kunnen worden door nationale wet- en regelgeving.
 203

204 In dit conceptadvies tonen we wat de impact is van deze scheiding in de beschouwde wind-
 205 turbintypes op de berekening van de basisbedragen. Het advies voor de SDE++ 2020 zal
 206 dus verdeeld zijn in basisbedragen voor twee klassen:
 207

- 208 • *Regulier*: windturbines met een tiphoogte > 150 meter
- 209 • *Hoogtebeperkt*: windturbines met een hoogtebeperking van ≤ 150 meter

210

² Opgesteld vanuit RVO.nl-data voor de SDE+ 2018-najaar en -voorjaarsprojecten, zie <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/feiten-en-cijfers/stand-van-zaken-aanvragen>

3 Kostenbevindingen

211

3.1 Verdeling in tiphoogte

212

213 De kosten zijn bepaald voor zodat een merendeel van de windprojecten in Nederland gereali-
214 seerd kunnen worden. Zoals gesteld in paragraaf 2.5, worden de kosten en baten gepresen-
215 teerd voor de volgende categorieën:

- 216 • *Regulier*: windturbines met een tiphoogte > 150 meter
- 217 • *Hoogtebeperkt*: windturbines met een hoogtebeperking van \leq 150 meter

3.2 Kosten en baten - Reguliere categorie

218

3.2.1 Investeringskosten: turbineprijzen en meerkosten

219

220 Om tot de basisbedragen voor de categorieën voor windenergie op land te komen, worden
221 verschillende windturbintypes met bijbehorende investeringen gebruikt (inclusief transport
222 en installatie). Net als vorig jaar zien wij een daling in de turbineprijzen; de turbineprijzen
223 worden vastgesteld op 780 €/kW.

224 Bovenop de turbineprijs komen kosten voor fundering (inclusief heipalen), elektrische infra-
225 structuur in het park, netaansluiting, civiele infrastructuur, bouwrente en CAR-verzekering
226 tijdens de bouw. De extra kosten zijn slechts licht gedaald; rekening houdend met inflatie
227 wordt deze gelijk gehouden. De geschatte totale investeringskosten komen hiermee uit op
228 een totaalbedrag van 1100 €/kW.

3.2.2 O&M-kosten: variabele en vaste operationele kosten

229

230 De variabele kosten bestaan uit de grondkosten en de kosten voor de garantie- en onder-
231 houdscontracten voor de turbines. In SDE+ 2019 werden de garantie- en onderhoudskosten
232 voor de turbine op 0,0092 €/kWh vastgelegd, gemiddeld over 20 jaar. Voor de SDE++ 2020
233 wordt wederom een daling verwacht en onderhoudskosten worden vastgesteld op
234 0,0070 €/kWh gemiddeld over 20 jaar.

235 Bovenop de genoemde turbineonderhoudskosten komen de grondkosten. Sinds de SDE+
236 2014 rekenen wij op aangeven van EZK met een jaarlijkse verlaging van 10% op de grond-
237 kosten. In de SDE+ 2019 is gerekend met grondkosten die op 0,0029 €/kWh liggen. Voor de
238 SDE++ 2020 worden de grondkosten dus verlaagd naar 0,0026 €/kWh. Hiermee komen de
239 totale variabele O&M-kosten voor deze categorie op 0,0096 €/kWh.

240 De vaste jaarlijkse kosten betreffen kosten voor WA-verzekering, machinebreukverzekering,
241 stilstandverzekering, netinstandhoudingskosten, eigenverbruik, OZB, beheer en land- en we-
242 genonderhoud. Deze vaste kosten zijn voor SDE++ 2020 geschat op 11,5 €/kW. Dit is een
243 daling ten opzichte van de 12,3 €/kW vaste kosten van vorig jaar, vooral vanwege een la-
244 gere inschatting van de beheerkosten en eigenverbruik. Verder wordt voor de totale onder-
245 houdskosten, inclusief grondkosten, gerekend met een inflatie van 2,0% per jaar.

3.2.3 Overige kosten

246

247 Participatiekosten en andere bijkomende kosten van windprojecten, zoals (niet bij wet gere-
248 gelde) afdrachten aan decentrale overheden en kosten ten gevolge van het voorbereidings-
249 traject (inclusief financieringskosten en kosten ten gevolge van juridische procedures), wor-

250 den niet meegewogen in de berekening van de productiekosten. Deze kosten worden geacht
251 uit het financiële rendement op eigen vermogen terugverdiend te kunnen worden.

252 3.2.4 Baten windenergie

253 Het basisbedrag is tot stand gekomen door bovengenoemde kosten te combineren met de
254 energieopbrengst van windturbines. Deze opbrengsten worden in hoge mate bepaald door
255 het windaanbod en de vermogenskromme van de windturbines.

256 De berekeningen van de basisbedragen worden gemaakt in het OT-model.³ Ter ondersteu-
257 ning wordt een turbinemodel gebruikt. In dit turbinemodel wordt de energieopbrengst voor
258 afzonderlijke turbines berekend met behulp van de specifieke vermogenskromme per wind-
259 turbine bij de jaargemiddelde windsnelheden. In het model wordt de windsnelheid (op een
260 hoogte van 100 meter) uit de tabel gecorrigeerd voor de windsnelheid op ashoogte van de
261 betreffende turbine. Daarnaast wordt in het model alleen gerekend met de turbines die vol-
262 gens de IEC-classificering ook daadwerkelijk bij de betreffende windsnelheid geplaatst mo-
263 gen worden.

264 Evenals vorig jaar hebben wij gerekend met 13% opbrengstverliezen voor een referentiepark
265 van 50 MW. Deze verliezen ontstaan onder andere door zogverliezen, niet-beschikbaarheid,
266 elektrische verliezen, turbine *performance*, *environmental losses* en *curtailment*.

267 Bij nieuwe windprojecten wordt veelal gebruik gemaakt van nieuwe types windturbines die
268 bij dezelfde windsnelheden een aanzienlijk groter aantal vollasturen realiseren. Dit heeft een
269 substantieel effect op de daling van de basisbedragen.

270 3.2.5 Technisch-economische parameters

271 De technisch-economische parameters specifiek voor windenergie staan in Tabel 3-1. De on-
272 derbouw van de financiële parameters staan in het conceptadvies *Basisbedragen alge-
273 meen SDE++ 2020*.

274 **Tabel 3-1: Technisch-economische parameters voor windenergie op land**

Parameter	Eenheid	Advies SDE++ 2020
Rendement op eigen vermogen	[%]	15,0
Rente lening	[%]	2,5
Vennootschapsbelasting ⁴	[%]	20,5

275 3.3 Kosten en baten – Hoogtebeperkt

276 Voor de hoogtebeperkte categorie wordt er een onderscheid gemaakt ten opzichte van de re-
277 guliere categorie voor de turbine-onderhoudskosten en de energieopbrengst. De turbine-on-
278 derhoudskosten worden vaak opgegeven in een €/MWh-kostpost, maar deze kosten dalen
279 naarmate de turbine groter wordt. Voor de hoogtebeperkte categorie, de categorie met een
280 tiphoogte onder of gelijk aan 150 meter, worden de variabele onderhoudskosten verhoogd
281 naar 0,080 €/kWh gemiddeld over 20 jaar.

282
283 De gemiddelde windsnelheid op ashoogte stijgt naarmate de ashoogte stijgt. Het is dus rede-
284 lijk dat windturbines die in een reguliere categorie bekeken worden, meer vollasturen halen
285 dan hoogtebeperkte windturbines. De resultaten van het turbinemodel worden gebruikt om
286 een berekening te maken van de basisbedragen en vollasturen voor de reguliere en hoogte-
287 beperkte categorie.

³ PBL-website OT-model: <https://www.pbl.nl/sde>

⁴ Tarief vennootschapsbelasting: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/belastingplan/belastingwijzigingen-voor-ondernemers/tarief-vennootschapsbelasting-omlaag>

4 Beschrijving referentie-installaties

4.1 Referentie wind op land

Wij gebruiken voor de berekeningen voor *Wind op land* evenals vorig jaar voor alle windsnelheidscategorieën een gemiddelde windparkgrootte van 50 MW; deze referentie-grootte is gekozen om zowel recht doet aan kleinere parken (indicatief 15 MW) als aan de grote RCR-projecten van meer dan 100 MW. De technisch-economische parameters staan in Tabel 4-1 en Tabel 4-2. De parameters worden in de onderstaande tekst nader toegelicht.

Tabel 4-1: Technisch-economische parameters voor wind op land (regulier)

Parameter	Eenheid	Advies SDE++ 2020
Installatiegrootte	[MW]	50,0
Investeringskosten	[€/kWe]	1100
Vaste O&M-kosten	[€/kWe/jaar]	11,5
Variabele O&M kosten	[€/kWh]	0,0096
Opslag voor transactiekosten, basisprijspremie	[€/kWh]	0,0027
Totale variabele operationele kosten	[€/kWh]	0,0123

Tabel 4-2: Technisch-economische parameters voor wind op land (hoogtebeperkt)

Parameter	Eenheid	Advies SDE++ 2020
Installatiegrootte	[MW]	50,0
Investeringskosten	[€/kWe]	1100
Vaste O&M-kosten	[€/kWe/jaar]	11,5
Variabele O&M kosten	[€/kWh]	0,0106
Opslag voor transactiekosten, basisprijspremie	[€/kWh]	0,0027
Totale variabele operationele kosten	[€/kWh]	0,0133

4.2 Referentie wind op waterkeringen

Voor de categorie *Wind op waterkeringen* zijn wij uitgegaan van windturbines die geplaatst worden binnen de beschermingszones van waterkeringen dan wel binnen de kernzone of binnen de beschermingszone aan de waterkant van een waterkering. Wij gebruiken voor de berekeningen voor wind op waterkeringen net als bij wind op land een gemiddelde windparkgrootte van 50 MW om recht te doen aan kleinere projecten (indicatief 15 MW) en grotere RCR-projecten van meer dan 100 MW.

Het plaatsen van een windturbine in de categorie *Wind op waterkeringen* leidt ten opzichte van de categorie *Windenergie op land* tot de volgende extra kosten:

- Funderingskosten: het plaatsen van een windturbine mag geen dijkverzwakking tot gevolg hebben. Hiervoor moeten in sommige gevallen extra damwanden geplaatst worden.
- Civiele werken: voor de kraanopstelplaatsen en toegangswegen kunnen eveneens damwanden nodig zijn.

- 315 • Netaansluitingen: de aansluitingsmogelijkheden voor wind op primaire waterkeringen be-
 316 vinden zich vaak op grotere afstand. Bovendien moeten vaak extra boringen onder het
 317 wateroppervlak gedaan worden.

318
 319 Door de daling in de turbineprijzen (zie hoofdstuk 3) is evenals voor *Wind op land* ook een
 320 aanpassing in de totale investeringskosten gedaan. Voor *Wind op waterkeringen* worden de
 321 investeringskosten verlaagd naar 1160 €/kW. Tabel 4-3 toont de technisch-economische pa-
 322 rameters voor *Wind op waterkeringen*. Deze parameters zijn, op de investeringskosten na,
 323 gelijk aan die van de categorie *Wind op land*. Voor een toelichting op de overige parameters
 324 (en de rekenmethode) wordt verwezen naar hoofdstuk 3 over windenergie op land.

325 **Tabel 4-3: Technisch-economische parameters voor wind op waterkering**

Parameter	Eenheid	Advies SDE++ 2020
Installatiegrootte	[MW]	50,0
Investeringskosten	[€/kWe]	1160
Vaste O&M-kosten	[€/kWe/jaar]	11,5
Variabele O&M kosten	[€/kWh]	0,0101
Opslag voor transactiekosten, basisprijspremie	[€/kWh]	0,0027
Totale variabele operationele kosten	[€/kWh]	0,0128

326 4.3 Wind in meer, water $\geq 1 \text{ km}^2$

327
 328 Voor *Wind in meer, water $\geq 1 \text{ km}^2$* is gerekend met een parkgrootte van 150 MW. Door de
 329 grootte van het park zijn de zogverliezen, de effecten van windschaduw, hoger dan bij het
 330 referentiepark van 50 MW. In deze categorie wordt gerekend met een totaal van 17% pro-
 331 jectverliezen in plaats van de 13% die geldt voor de categorie *Wind op land*. Er is gerekend
 332 met een windsnelheid van 8,5 m/s, omdat aangenomen is dat projecten voor *Wind in meer*
 333 geplaatst worden in water waarboven een relatief hoge gemiddelde windsnelheid heerst.

334
 335 Door de daling in de turbineprijzen (zie paragraaf 3.1) is evenals voor *Wind op land* ook een
 336 aanpassing in de totale investeringskosten gedaan; deze zijn verlaagd naar 1800 €/kW. Een
 337 reden van deze vrij grote daling is de locatie van wind-in-meer-projecten: momenteel zien
 338 we vooral projecten die gebouwd worden langs de dijken.

339
 340 De garantie- en onderhoudskosten voor de turbines wordt verlaagd naar 0,0104 €/kWh. Hier
 341 bovenop komen grondvergoedingen van 0,0026 €/kWh, conform de beschrijving in paragraaf
 342 3.1.2, zodat de totale variabele O&M-kosten op 0,0130 €/kWh uitkomen. De vaste kosten
 343 bestaan uit de verzekeringskosten, netinstandhoudingskosten, kosten voor eigenverbruik,
 344 onroerendezaakbelasting (OZB), kosten voor beheer en kosten voor onderhoud van de *Ba-*
 345 *lance of Plant* (BoP). Voor wind in meer zijn de kosten voor het onderhoud van de BoP hoger
 346 dan voor wind op land, wat ook geldt voor de verzekeringskosten en de OZB door de hogere
 347 investeringskosten. De vaste O&M-kosten worden gesteld op 15,0 €/kW.

348
 349 Tabel 4-4 toont de technisch-economische parameters voor *Wind in meer*. Deze parameters
 350 wijken af van de parameters gehanteerd voor *Wind op land*. Een toelichting op de afwijkende
 351 parameters is te vinden in bovenstaande tekst.

352 **Tabel 4-4: Technisch-economische parameters Wind in meer**

Parameter	Eenheid	Advies SDE++ 2020
Installatiegrootte	[MW]	150
Investeringskosten	[€/kWe]	1800
Vaste O&M-kosten	[€/kWe/jaar]	15,0
Variabele O&M kosten	[€/kWh]	0,0130
Opslag voor transactiekosten, basisprijspremie	[€/kWh]	0,0027
Totale variabele operationele kosten	[€/kWh]	0,0157

353

5 Advies basisbedragen

5.1 Basisbedragen wind op land - regulier

De uit de aannames en berekeningen resulterende basisbedragen staan in Tabel 5-1 en Tabel 5-2. De windviewer bepaalt de windcategorie voor een project en daarmee tot welk basisbedrag maximaal mag worden ingediend. Bijvoorbeeld: stel dat volgens de windviewer alle turbines vallen binnen de categorie *Wind op land, $\geq 8,00$ m/s en $< 8,50$ m/s*, dan is een basisbedrag van 0,045 €/kWh van toepassing voor die turbines.

Tabel 5-1: Basisbedragen voor Wind op land (regulier)

Categorie	Eenheid	Advies SDE++ 2020	Advies SDE+ 2019
Wind op land, $\geq 8,50$ m/s	[€/kWh]	0,042	-
Wind op land, $\geq 8,00$ en $< 8,50$ m/s	[€/kWh]	0,045	0,054
Wind op land, $\geq 7,50$ en $< 8,00$ m/s	[€/kWh]	0,048	0,058
Wind op land, $\geq 7,00$ en $< 7,50$ m/s	[€/kWh]	0,052	0,064
Wind op land, $\geq 6,75$ en $< 7,00$ m/s	[€/kWh]	0,056	0,067
Wind op land, $< 6,75$ m/s	[€/kWh]	0,060	0,071

Tabel 5-2: Overzicht subsidieparameters Wind op land (regulier)

	Eenheid	Advies SDE++ 2020
Basisbedrag SDE++ 2020	[€/kWh]	0,042-0,060
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor"	

5.2 Basisbedragen wind op land – hoogtebeperkt

Voor de hoogtebeperkte turbines staan de resulterende basisbedragen in Tabel 5-3. De windviewer bepaalt de windcategorie voor een project en daarmee tot welk basisbedrag maximaal mag worden ingediend.

371 **Tabel 5-3: Basisbedragen SDE++ 2020 voor Wind op land (hoogtebeperkt)**

Categorie	Eenheid	Basisbedrag Regulier	Basisbedrag hoogtebeperkt	Opslag voor hoogtebeperkt
Wind op land, $\geq 8,50$ m/s	[€/kWh]	0,042	0,048	0,005
Wind op land, $\geq 8,00$ en $< 8,50$ m/s	[€/kWh]	0,045	0,051	0,006
Wind op land, $\geq 7,50$ en $< 8,00$ m/s	[€/kWh]	0,048	0,055	0,006
Wind op land, $\geq 7,00$ en $< 7,50$ m/s	[€/kWh]	0,052	0,058	0,006
Wind op land, $\geq 6,75$ en $< 7,00$ m/s	[€/kWh]	0,056	0,062	0,006
Wind op land, $< 6,75$ m/s	[€/kWh]	0,060	0,066	0,006

372

373

In Tabel 5-4 zijn het basisbedrag en subsidieparameters weergegeven.

374

375

Tabel 5-4: Overzicht subsidieparameters Wind op land (hoogtebeperkt)

	Eenheid	Advies SDE++ 2020
Basisbedrag SDE++ 2020	[€/kWh]	0,048-0,066
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor"	

376 **5.3 Basisbedragen wind op waterkeringen**

377

De resulterende basisbedragen voor *Wind op waterkeringen* staan in Tabel 5-5. Evenals voor

378

wind op land, is winddifferentiatie van toepassing. De windviewer bepaalt de windcategorie

379

voor een project en daarmee tot welk basisbedrag maximaal mag worden ingediend.

380

381

Tabel 5-5: Basisbedragen Wind op waterkeringen

Categorie	Eenheid	Advies SDE++ 2020	Advies SDE+ 2019
Wind op waterkering, $\geq 8,50$ m/s	[€/kWh]	0,044	-
Wind op waterkering, $\geq 8,00$ en $< 8,50$ m/s	[€/kWh]	0,046	0,059
Wind op waterkering, $\geq 7,50$ en $< 8,00$ m/s	[€/kWh]	0,050	0,064
Wind op waterkering, $\geq 7,00$ en $< 7,50$ m/s	[€/kWh]	0,054	0,070
Wind op waterkering, $\geq 6,75$ en $< 7,00$ m/s	[€/kWh]	0,058	0,073
Wind op waterkering, $< 6,75$ m/s	[€/kWh]	0,062	0,078

382

383

In Tabel 5-6 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

384

Tabel 5-6: Overzicht subsidieparameters Wind op waterkeringen

	Eenheid	Advies SDE++ 2020
Basisbedrag SDE++ 2020	[€/kWh]	0,044-0,062
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor"	

385 **5.4 Basisbedragen wind in meer, water ≥ 1 km²**

386

Het resulterende basisbedrag voor *Wind in meer, ≥ 1 km²* en enkele andere subsidieparame-

387

ters staan in Tabel 5-7. Evenals voor de andere windenergiecategorieën geldt er een project-

388 specifieke vollasturencap. Voor *Wind in meer* is géén winddifferentiatie van toepassing, aan-
389 gezien er verwacht wordt dat wind-in-meer-projecten alleen in de windrijkere delen van Ne-
390 derland ontwikkeld worden.
391

392 **Tabel 5-7: Overzicht subsidieparameters Wind in meer**

	Eenheid	Advies SDE++ 2020	Advies SDE+ 2019
Basisbedrag SDE++ 2020	[€/kWh]	0,064	0,086
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor"		

393

394

395

396

6 Hoogtebeperkingen

6.1 Motie subsidiëring kleinere windturbines

399 Het ministerie van EZK heeft aan het PBL, dat ondersteund wordt door DNV GL, gevraagd
400 om te onderzoeken of in de najaarsronde 2019 via een aparte categorie in de SDE+ kleinere
401 windmolens gesubsidieerd kunnen worden, die door landelijk beleid een hoogterestructie heb-
402 ben. Achtergrond hierbij is de motie subsidiëring van kleinere windmolens – kabinetsaanpak
403 klimaatbeleid (6 maart 2019)⁵ (hieronder aangeduid als 'de motie'). Zie de bijlage voor de
404 inhoud van deze motie.

405

406 Als uitgangspunten zijn de volgende punten gesteld door EZK:

- 407 • De analyse wordt uitgevoerd op SDE++ 2020-prijzen voor de basisbedragen.
- 408 • Alleen beperkingen vanuit nationale wet- en regelgeving worden meegenomen.
- 409 • Externe veiligheid dat niet expliciet leidt tot hoogtebeperking, wordt niet meegenomen in de inventarisatie.
- 410
- 411 • De basisbedragen van de beperkte categorie dienen kostenefficiënt te zijn ten op-
412 zichte van andere SDE+-categorieën.

413

414 Wij onderzoeken daarbij of deze beperkte locaties objectief af te bakenen zijn en het bijbe-
415 horende basisbedrag concurrerend is ten opzichte van andere duurzame technieken. Het
416 gaat hierbij om beperkingen waardoor kleinere turbines wel zouden kunnen passen, waarbij
417 de beperkingen dus vallen op de tiphoogte dan wel ashoogte of rotordiameter. Aangezien in
418 de inventarisatie beperkingen bouwhoogtebeperkingen zijn, gaat het hier om hoogtebeper-
419 kingen, oftewel tiphoogtebeperkingen voor windturbines.

420

421 In het licht van deze motie is aanvullend onderzoek uitgevoerd om:

- 422 • de hoogtebeperkingen voor windturbines vanuit landelijk beleid in kaart te brengen
423 en te kijken naar een objectieve afbakening van een categorie van kleinere windtur-
424 bines;
- 425 • de bijhorende basisbedragen te berekenen voor deze hoogtebeperkte categorieën
426 met een vergelijking of deze kosten competitief zijn ten opzichte van de andere
427 duurzame technieken.

6.2 Hoogtebeperkingen vanuit landelijk beleid

6.2.1 Inventarisatie wet- en regelgeving hoogtebeperkingen

430 De wet- en regelgeving omtrent bouwhoogtebeperkingen voor windturbines komen voort uit
431 restricties in de omgeving van luchthavens, laagvlieggebieden en Communicatie, Navigatie
432 en Surveillance (CNS) systemen. De bouwhoogtebeperkingen omtrent de luchtvaart zijn in
433 kaart gebracht door RVO.nl in samenwerking met Inspectie Leefomgeving en Transport,
434 Luchtverkeersleiding Nederland, de Ministeries van Defensie en van Infrastructuur en Water-
435 staat, het Rijksvastgoedbedrijf en Rijkswaterstaat.⁶

436

⁵ Tweede Kamer, vergaderjaar 2018–2019, 32 813, nr. 291

⁶ Viewer Hoogtebeperkingen Luchtvaart: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/milieu-en-omgeving/bouwhoogtebeperkingen>

437 In Tabel 6-1 staan de verschillende categorieën en de relevante wet- en regelgeving van
 438 waaruit hoogtebeperkingen kunnen worden opgelegd. Tabel 6-1 geeft een samenvatting van
 439 de hoogtebeperking en hun toepasselijke wettelijke omgeving. De mogelijke beperkingen
 440 zijn opgedeeld in toetsingsvlakken en restrictievlakken. Restrictievlakken stellen een harde
 441 eis aan de toegelaten bouwhoogten. Bij het doorsnijden van een toetsingsvlak zal onderzocht
 442 moeten worden of er moet worden vastgehouden aan de gestelde bouwhoogte. Om in kaart
 443 te brengen of een objectieve afbakening te definiëren is, worden de restricties voor elk van
 444 deze categorieën hieronder besproken.

445
 446

Tabel 6-1: Hoogtebeperkingen uit de Viewer Hoogtebeperkingen Luchtvaart

Hoogtebeperking categorie	Juridische grondslag	Beperking	Bronhouder
Helikopterluchthaven	Wet Luchtvaart	Toetsingsvlak, Restrictievlakken	Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)
Laagvliegruimte	Regeling minimum VFR-vlieghoogten en VFR-vluchten buiten de daglichtperiode voor militaire vliegtuigen en helikopters	Toetsingsvlak, Restrictievlakken	Commandant Luchtmacht (Bureau PANS-OPS)
	Vrijstellingsregeling Besluit Luchtverkeer 2014	Toetsingsvlak, Restrictievlakken	Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)
Burgerluchthavens	Wet Luchtvaart, luchthavenbesluit	Toetsingsvlak, Restrictievlakken	Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)
	Wet Luchtvaart, luchthavenbesluit	Restrictievlak (obstacle limitation surface)	Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)
Militaire luchthaven	Besluit militaire luchthavens	Toetsingsvlak, Restrictievlakken	Commandant Luchtmacht (Bureau PANS-OPS)
	Besluit militaire luchthavens	Restrictievlak (obstacle limitation surface)	Commandant Luchtmacht (Bureau PANS-OPS)
CNS (communication, navigation, surveillance)	Wet Luchtvaart, Opname in luchthavenbesluit	Toetsingsvlak, Restrictievlakken	Luchtverkeersleiding NL
	Regeling algemene regels ruimtelijke ordening	Toetsingsvlak, Restrictievlakken	Commandant Luchtmacht (Bureau PANS-OPS)

447

448 6.2.2 Helikopterluchthaven en laagvlieggebieden

449 Vanuit de nationale wet- en regelgeving geven de helikopterluchthavens geen grondslag voor
 450 een objectieve hoogtegrens; specifieke gebieden rondom helikoptervluchthavens zijn uitsluit-
 451 gebieden waar geen turbines geplaatst kunnen worden.

452 6.2.3 Laagvlieggebieden

453 In Nederland zijn verschillende laagvlieggebieden gedefinieerd. Hier worden oefeningen ge-
 454 daan door Defensie, maar ook de civiele luchtvaart voor bijvoorbeeld noodlanding oefeningen
 455 voor piloten in opleiding. Dit zijn over het algemeen gebieden die niet in het geheel uitgeslo-
 456 ten hoeven te worden voor windturbines.

457

458 Artikel 1 van de *Regeling minimum VFR-vlieghoogten en VFR-vluchten buiten de daglichtpe-*
 459 *riode voor militaire vliegtuigen en helikopters* stelt een minimale vlieghoogte van 300 meter
 460 of hoger voor de laagvlieggebieden. Uitzondering hierbij zijn laagvlieggebieden 10 en 10A,
 461 waarvoor een minimale vlieghoogte van 75 meter (Artikel 2) is bepaald. Hier zouden dus
 462 windturbines geplaatst kunnen worden tot aan een tiphoogte van 75 meter.

463

464 De eerstgenoemde waarde van 300 meter wordt niet gezien als een hoogtebeperking voor
465 windturbines. Laagvlieggebieden 10 en 10A hebben een zeer strikte hoogtebeperking van 75
466 meter; dit wordt gezien als een zeer lage tiphoogte gezien daarvoor slechts een zeer beperkt
467 aanbod is vanuit de windturbinefabrikanten. Bij het aannemen van deze hoogte als een
468 hoogtebeperking zou in feite een nichemarkt gecreëerd worden.

469 6.2.4 Burgerluchthavens en militaire luchthavens (CNS en vliegveiligheid)

470 De wet- en regelgeving met betrekking tot hoogtebeperkingen bij burger- en defensielucht-
471 havens is opgesteld met het oog op de goede werking van luchtverkeerscommunicatie, - na-
472avigatie of –begeleiding apparatuur en de vliegveiligheid. Voor elke luchthaven wordt een
473 luchthavenbesluit opgesteld dat aangeeft in welke gebieden hoogtebeperkingen worden ge-
474steld volgens besluit van de Minister volgens ICAO EUR DOC 15. Deze gebieden omhelzen
475zowel restrictievlakken als toetsingsvlakken met betrekking tot de vliegveiligheid en detectie
476van aankomend vliegverkeer.⁷

477

478 De hoogtebeperkingsgebieden zijn de gebieden in de omgeving van de landings- en startba-
479nen:

- 480 • *Take-off surface*
- 481 • *Approach surface*
- 482 • *Transition surface*
- 483 • *Obstacle Free Zone (OFZ)*
- 484 • *Inner horizontal surface*
- 485 • *Conical surface*
- 486 • *Outer horizontal surface*

487

488 Voor de OFZ geldt, dat objecten niet door de OFZ mogen steken, behalve als hun functie ge-
489relateerd is aan luchtverkeer.. Zulke OFZ is alleen van toepassing voor de luchthavens van
490nationaal belang: Schiphol, Rotterdam, Eelde, Maastricht, Lelystad.⁸ Een voorbeeld van een
491OFZ is het verlengde van landingsbaan, waar geen obstakels aanvliegend en opstijgend
492vliegverkeer mag hinderen.

493 De overige gebieden zijn toetsingsvlakken; een object in dit gebied niet is toegestaan tenzij
494er geen bezwaar is verleend door de bevoegde autoriteit. Geen bezwaar kan worden aange-
495geven als het object is gelegen in de schaduw van een niet te verwijderen object of als een
496*aeronautical study* heeft aangetoond dat het object geen gevolgen heeft op de veiligheid of
497gevolgen heeft voor de continuïteit van de vliegoperaties.

498 De volgende toetsingsvlakken stellen de hoogtebeperkingen voor windturbines in de omge-
499ving van de luchthaven:

- 500 • *Inner Horizontal Surface*: dit is het gebied tot een afstandsradius van 4 km van de
501start en landingsbanen en hier geldt een maximale bouwhoogtebeperking tot 45 m.
- 502 • *Conical Surface*: Dit gebied sluit aan op de *inner horizontal surface* en loopt op van
50345 naar 145 m hoogte op een afstandsradius van 4 tot 6 km van de banen,
- 504 • *Outer Horizontal Surface*: Dit gebied loopt van een afstandsradius van 6 km tot 15
505km van de start- en landingsbanen en de bouwhoogtebeperking is 150 m.

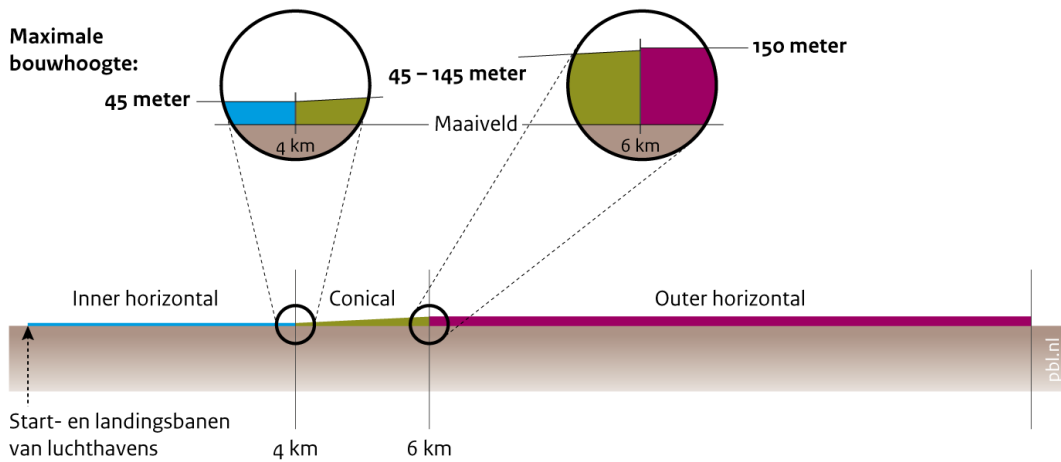
506

507 Deze vlakken zijn grafisch weergegeven in Figuur 6-1.

⁷ Informatiebulletin Hoogtebeperkingen op en rond luchthavens, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Inspectie Leefomgeving en Transport, April 2017

⁸ Ibid.

Gebouwbeperkte gebieden van start- en landingsbanen van luchthavens



Bron: PBL

509

510

511

Figuur 6-1: Het gespikkelde gebied geeft de gebouwbeperkte gebieden aan tot een afstandsradius van 4, 6 en 15 km van start- en landingsbanen van luchthavens

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

In de *Conical Surface* en zeker in de *Outer Horizontal Surface* is er een mogelijkheid om windturbines te bouwen gezien de grootte van het beslagen oppervlak rondom de luchthavens en doorsnijdingen van de buitenste horizontale oppervlak zijn niet uitgesloten maar afhankelijk van bovengenoemde aeronautische studie. De ILT of Defensie zal bij een aanvraag voor een verklaring van geen bezwaar de voorgenomen plaatsing van een object hoger dan 150 meter toetsen aan de vastgestelde vliegprocedures die noodzakelijk zijn voor de luchtzijdige bereikbaarheid van de luchthaven.

Als voorbeeld is de *Outer Horizontal Surface* van Schiphol weergegeven in Figuur 6-2. Voor de kleinere luchthavens met een baanlengte tot 1200 meter is de *Outer Horizontal Surface* begrensd op 5,1 km radius van de start- en landingsbanen, tot een hoogte van 100 meter.⁹ Dit betekent dat in de omgeving van kleine luchthavens een ruimer gebied wordt vrijgehouden van hoge objecten die een belemmering kunnen vormen voor het veilig gebruik van de luchthaven.

⁹ Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, van 20 maart 2015, nr. IENM/BSK-2015/59034, tot wijziging van de Regeling burgerluchthavens in verband met het vaststellen van gebieden met hoogtebeperkingen in verband met de vliegveiligheid.



527
528
529

Figuur 6-2: De Outer Horizontal Surface rondom Schiphol geeft een toetsingsvlak voor windturbines aan. (Bron: Luchthavenindelingsbesluit Schiphol)¹⁰

530

6.2.5 CNS

531
532
533
534

Buiten de bovengenoemde luchthavens en de CNS-systemen voor de luchthavens, zijn er ook andere radarstations in Nederland: defensieradarstations en secundaire radarsystemen voor de ondersteuning van luchtverkeersleiding Nederland.

535
536
537
538
539
540
541

Radarinstallaties kunnen door hoge bouwwerken in hun werking worden verstoord door de verminderde waarnemingskans achter het bouwwerk. Windturbines kunnen zodanig sterke reflecties van de radarsignalen veroorzaken dat de radar plaatselijk wordt verblind of als vliegtuig wordt bemerkt. Bovendien kunnen windturbines extra verstoring veroorzaken voor overige luchtverkeersapparatuur en dit kan de zichtbaarheid onder bepaalde (weers)omstandigheden verstoren.

542
543
544
545
546
547
548
549

Voor defensieradars geldt een toetsingsgebied voor nieuwe windenergieplannen vanaf een bepaalde hoogte binnen een straal van 75 kilometer van een van de zeven defensieradarposten. Voor civiele radars geldt een toetsingsgebied voor nieuwe windenergieplannen vanaf een bepaalde hoogte binnen een straal van 15 kilometer van een radarpost. Binnen deze toetsingsgebieden is het niet toegestaan om een nieuw bestemmingsplan vast te stellen waarin nieuwe windturbines mogelijk gemaakt worden zonder verklaring van geen bezwaar van Defensie of van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).

550
551
552
553
554
555
556
557
558

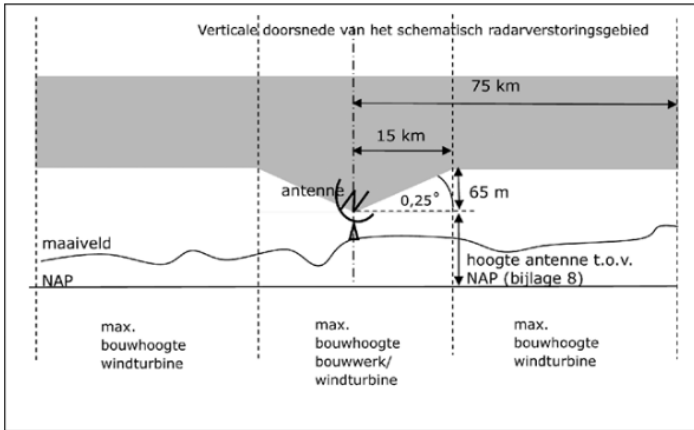
In artikel 2.4 van de *Regeling algemene regels ruimtelijke ordening* zijn de hoogtes van de toetsingsgebieden aangegeven en volgend uit lid 1 en 2 van dit Artikel 2.4 gelden er bouwbeperkingen voor de volgende gebieden, zie ook Figuur 6-3 voor een grafische weergave:

- Vanaf de radar tot 15 km afstand met een hoogte van de radar oplopend met 0,25 graden tot 65 meter boven de radar;
- Het gebied van de radar tot een afstand van 75 km met een hoogte van 65 m voor defensieradars.

In

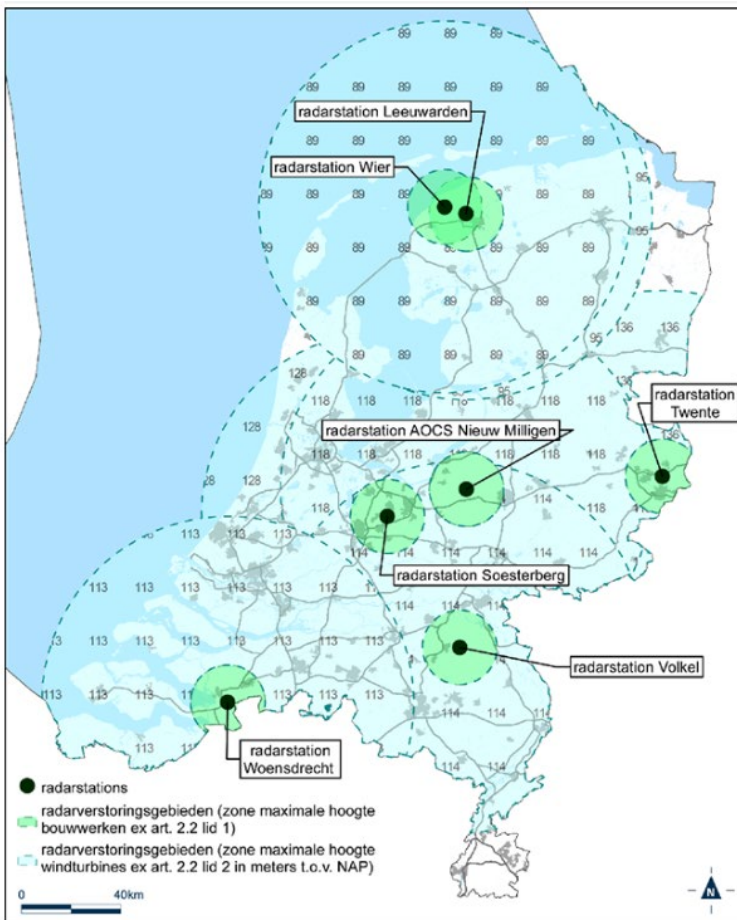
¹⁰ Luchthavenindelingbesluit Schiphol, 26 november 2002. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0014329/2014-07-01/>

559 Figuur 6-4 Figuur 6-3 is het mogelijke radarverstoringsgebied van de defensieradars aange-
 560 geven; dit gebied heeft een toetshoogte van 90 tot 118 meter en strekt vrijwel over geheel
 561 Nederland. Een radartoets zal voor een windproject dus bijna altijd noodzakelijk zijn. Maar
 562 het doorsnijden van deze vlakken hoeft niet tot uitsluitel te leiden. Er wordt gestreefd naar
 563 efficiënt gebruik van de ruimte. Voor veiligheid moet minstens 90% van radarbeeld beschik-
 564 baar zijn voor Defensie dan wel LVNL. Hierbij is echter niet een bepaalde grenshoogte aan te
 565 geven die wel of niet toelaatbaar is: deze hoogte volgt uit de project-specifieke radartoets.
 566 Voor de CNS-systemen is er daarom geen objectieve hoogtebeperking vastgesteld.
 567



568
 569

Figuur 6-3: Toelichting Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro¹¹)



570

¹¹ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0031018/2014-01-22/0/Bijlage7>

571 **Figuur 6-4: Kaart radarstations en radarverstoringgebieden (Bron: Bijlage 8.4. bij**
572 **Rarro¹²)**

573

574 6.2.6 Conclusie hoogtegrens voor nieuwe categorieën

575 Vanuit nationale wet- en regelgeving geldt er voor luchthavens een hoogtegrens van 150
576 meter voor de veiligheid van het vliegverkeer. Dit moet onderzocht worden in een aeronauti-
577 sche studie, maar dit kan leiden tot een hoogtebeperking voor windturbines van 150 meter.
578 Vanuit andere objecten zijn er geen objectieve grenzen te stellen die geldig zijn op een
579 hoogte van 100 tot 250 meter, de relevante hoogte voor de windturbinetiphoogte.

580

581 Gekozen is voor een hoogtebeperking van 150 meter voor windturbines. Voor de duidelijk-
582 heid; deze hoogtebeperking betreft het hoogste punt van windturbine. Het hoogste punt is
583 als een blad recht boven de toren omhoog wijst oftewel de tiphoogte.

584 6.3 Beschrijving referentie-installatie najaarsronde 2019

585 Voor de berekeningen van een nieuwe hoogtebeperkte categorie voor de najaarsronde van
586 de SDE+ 2019 zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd en aannames gedaan, die hier-
587 boven zijn beschreven in de tabel. De hieruit resulterende technisch-economische parame-
588 ters staan in de tabel hieronder.

589 De kosten zijn hierbij gebaseerd op de kosten zoals berekend voor de SDE++ 2020.

590 **Tabel 6-2: Technisch-economische parameters voor wind op land (hoogtebeperkt)**

Parameter	Eenheid	Advies najaarsronde SDE+ 2019
Installatiegrootte	[MW]	50,0
Investeringskosten	[€/kWe]	1100
Vaste O&M-kosten	[€/kWe/jaar]	11,5
Variabele O&M kosten	[€/kWh]	0,0106
Opslag voor transactiekosten, basisprijspremie	[€/kWh]	0,0027
Totale variabele operationele kosten	[€/kWh]	0,0133

591

592 6.4 Basisbedragen najaarsronde 2019

593 Bij het bepalen van de basisbedragen voor een hoogtebeperkte categorie wordt gebruik ge-
594 maakt van de kosten en baten zoals berekend voor de SDE++ 2020. In Tabel 6-3 staan de
595 basisbedragen voor een hoogtebeperkte categorie naast de basisbedragen van wind op land
596 van de SDE+ 2019. Te zien is dat de basisbedragen van de hoogtebeperkte categorie lager
597 zijn dan de basisbedragen voor de SDE+ 2019; met het rekenen met 2020-cijfers voor de
598 najaarsronde behoeft er dus geen opslag meegenomen te worden in de najaarsronde voor de
599 SDE+ 2019.

600 **Tabel 6-3: Basisbedragen voor Wind op land (hoogtebeperkt)**

¹² Staatscourant 2012 nr. 18324; 7 september 2012. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0031018/2016-07-01/#Bijlage8.4>

Categorie	Eenheid	Basisbedrag SDE+ 2019 najaar	Basisbedrag hoogtebeperkt	Benodigde opslag voor 'hoogtebeperkt'
Wind op land, > 8,00 m/s	[€/kWh]	0,054	0,051	0,000
Wind op land, ≥ 7,50 en < 8,00 m/s	[€/kWh]	0,058	0,055	0,000
Wind op land, ≥ 7,00 en < 7,50 m/s	[€/kWh]	0,064	0,058	0,000
Wind op land, ≥ 6,75 en < 7,00 m/s	[€/kWh]	0,067	0,062	0,000
Wind op land, < 6,75 m/s	[€/kWh]	0,071	0,066	0,000

601 6.5 Conclusies hoogtebeperkte categorie

602 In de motie is gevraagd naar hoogtebeperkingen specifiek vanuit nationale wet- en regelge-
603 ving. In 2017 is er eerder een marktconsultatie uitgevoerd aangaande kleinschalige windtur-
604 bines.¹³ In deze marktconsultatie is vernomen dat hoogtebeperkingen vanuit grote delen van
605 de windsector voornamelijk als negatief gezien worden aangezien dit kostenverhogend werkt
606 en dus tegen de benodigde kostprijsverlaging in gaat. Door de openstelling van een categorie
607 voor windturbines met een beperkte tiphoogte kunnen gebieden die anders niet gebruikt
608 kunnen worden voor windenergie toch in aanmerking komen, zonder dat andersoortig re-
609 strictief beleid wordt beloond.

610
611 In de inventarisatie van de hoogtebeperkingen vanuit wet- en regelgeving komen vooral
612 hoogtebeperkingen vanuit luchthavens naar voren. Relevantste hoogtebeperking is 150 me-
613 ter tiphoogte voor windturbines, gerelateerd aan laagste vlieghoogtes van kleine vliegtuigen
614 die minder gebonden zijn aan de banen die uitgetekend zijn voor de grote vliegtuigen. An-
615 dere hoogtebeperkingen zijn of lager dan 100 m tiphoogte (laagvlieggebieden) of zeer pro-
616 ject-specifiek (radarverstoringen).

617
618 De berekende basisbedragen voor de hoogtebeperkte windturbines liggen lager dan de kos-
619 ten van windenergie in de reguliere basisbedragberekening van de SDE+ 2019: het verschil
620 bedraagt, afhankelijk van het windregime, ongeveer -0,004 tot -0,006 €/kWh. Met het reke-
621 nen met 2020-cijfers voor de najaarsronde, behoeft er dus geen opslag meegenomen te
622 worden in de najaarsronde voor de SDE+ 2019.

623
624 De introductie van een nieuwe subsidie categorie voor wind op land (hoogtebeperkt) in het
625 najaar van 2019 kan enkele consequenties voor de algemene categorie *Wind op land* heb-
626 ben. Het leidt mogelijk tot een onevenwichtigheid in de regeling. Het eindadvies voor SDE+
627 2019 bestond uit wind op land (regulier), gevolgd door een advies voor SDE++ 2020 waarin
628 onderscheid wordt gemaakt tussen een wind op land (regulier) en wind op land (hoogtebe-
629 perkt). Als de hoogtebeperkte wind-op-land categorie in het najaar van 2019 wordt geïntro-
630 duceerd, wordt deze gedaan in de afwezigheid van een update van de standaardreferentie.
631 Omwille van de consistentie tussen de verschillende windcategorieën, zou er voor de najaar
632 2019 niet alleen een hoogtebeperkte wind-op-land-categorie geopend moeten worden, maar
633 ook zou de regeling een update, dus in de praktijk verlaging, moeten bevatten van de basis-
634 bedragen voor wind op land (regulier). Bij een tussentijdse, onaangekondigde aanpassing
635 van de reguliere basisbedragen voor wind op land, geven we EZK het aandachtspunt mee om
636 ook na te denken over de voorspelbaarheid van de SDE+-regeling voor investeerders. Hierbij
637 is ook de relatie tussen de relatief lange voorbereidingstijd van windprojecten en de ver-
638 wachte gelimiteerde openstellingstijd van de SDE+ van belang.

639

¹³ Notitie kleinschalige windturbines, 8 juni 2017, ECN-N-17-024.

640 Zoals gezien in hoofdstuk 5, is er wel een opslag bij de verdeling van de turbines in een hoge
641 en een lage categorie voor de SDE++ 2020. Daarmee is er in algemene zin een basis om een
642 specifieke categorie voor hoogtebeperkte windprojecten in te voeren.

643

644

645

646

7 Vragen en overwegingen

647

648

649

650 In de SDE++-consultatieronde, die plaatsvindt eind mei en begin juni 2019, is informatie
651 met betrekking tot onderstaande onderwerpen welkom:

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

- Wat zijn de funderingskosten voor windparken op primaire waterkeringen?
- Wat zijn de ontwikkelingen in extra investeringskosten buiten de turbinekosten?
- Wat zijn de ontwikkelingen in investeringskosten in het buitenland, zoals Duitsland en Denemarken?
- Zijn er hoogtebeperkingen geweest in een project opgelegd vanuit nationale wet- en regelgeving die niet genoemd zijn in hoofdstuk 6? De referentiehoogte voor de hoogste beperkte installaties is 50 MW geïnstalleerd vermogen. Is dit de juiste maat voor deze categorie?
- De turbines geïnstalleerd in Nederland krijgt een steeds hogere ashoogte. De extrapolatie vanuit de windsnelheid op 100 meter speelt dus een steeds grotere rol. In Duitsland is er nu gekozen voor een extrapolatie waarbij de windsnelheden op ashoogtes boven de 100 m hoger anders worden ingeschat dan voorheen. Tevens is dit hoger dan de huidige windsnelheidsberekeningen in de basisbedragberekening. Dit heeft een effect op de geschatte energieopbrengst en daarbij dus op het basisbedrag en zou wellicht aangepast moeten worden.
- Garanties van oorsprong zijn momenteel nog buiten beschouwing gebleven. Toch zien we vanuit de markt dat de garanties van oorsprong wel een rol spelen in windenergie.

Bijlage A – Motie subsidie- ring kleinere windturbines

674

675

291 MOTIE VAN HET LID SIENOT C.S.

Voorgesteld 6 maart 2019

De Kamer, gehoord de beraadslaging, constaterende dat op sommige locaties in Nederland grote windmolens niet realiseerbaar zijn, terwijl kleine windmolens daar wel te realiseren zijn; overwegende dat het voor het draagvlak en de bevordering van particuliere participatie in projecten zoals «de buurtmolen» goed is als de onrendabele top van een kleinere windmolen ook in aanmerking kan komen voor de subsidie duurzame energie; overwegende dat qua kosteneffectiviteit kleinere windmolens het beter doen dan andere vormen van hernieuwbare energie (niet zijnde grote windmolens);

verzoekt de regering, om het PBL te laten onderzoeken of in de najaars-ronde via een aparte categorie in de SDE+ kleinere windmolens gesubsidieerd kunnen worden waar door landelijk beleid restricties gelden, en indien dit het geval blijkt in de najaarsronde 2019 een aparte categorie voor dergelijke molens aan de SDE+ toe te voegen – het PBL onderzoekt daarbij of deze locaties objectief af te bakenen zijn en het bijbehorende basisbedrag concurrerend is ten opzichte van andere duurzame technieken, en gaat over tot de orde van de dag.

Sienot Van der Lee Agnes Mulder

Tweede Kamer, vergaderjaar 2018–2019, 32 813, nr. 291

GEWIJZIGDE MOTIE VAN HET LID SIENOT C.S. TER VERVANGING VAN DIE GEDRUKT ONDER NR. 291

Voorgesteld 12 maart 2019

De Kamer, gehoord de beraadslaging, constaterende dat op sommige locaties in Nederland grote windmolens niet realiseerbaar zijn, terwijl kleine windmolens daar wel te realiseren zijn; overwegende dat het voor het draagvlak en de bevordering van particuliere participatie in projecten zoals «de buurtmolen» goed is als de onrendabele top van een kleinere windmolen ook in aanmerking kan komen voor de subsidie duurzame energie; overwegende dat qua kosteneffectiviteit kleinere windmolens het beter doen dan andere vormen van hernieuwbare energie (niet zijnde grote windmolens);

verzoekt de regering, om het PBL te laten onderzoeken of in de najaars-ronde via een aparte categorie in de SDE+ kleinere windmolens gesubsidieerd kunnen worden waar door landelijk beleid restricties gelden, en indien dit het geval blijkt in de najaarsronde 2019 een aparte categorie voor dergelijke molens aan de SDE+ toe te voegen - het PBL onderzoekt daarbij of deze locaties objectief af te bakenen zijn en het bijbehorende basisbedrag concurrerend is ten opzichte van andere duurzame technieken, en gaat over tot de orde van de dag.

Sienot Van der Lee Agnes Mulder Dik-Faber
kst-32813-304 ISSN 0921 - 7371 's-Gravenhage 2019

Tweede Kamer, vergaderjaar 2018-2019, 32 813, nr. 304

676

677