



---

# Duurzaam elektrisch beregenen

Joanneke Spruijt en Harm Jan Russchen

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Lelystad, juni 2015

PPO-RAPPORT 649



**WAGENINGEN UR**  
*For quality of life*

---

---

# Duurzaam elektrisch beregenen

Joanneke Spruijt en Harm Jan Russchen

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Lelystad, juni 2015

---

PPO-rapport 649

---

In opdracht van : Hendrik Luth vanuit het praktijknetwerk Duurzaam Elektrisch Beregenen

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
: Edelhertweg 1, Lelystad  
Tel. : +31 320 291 11  
E-mail : info.ppo@wur.nl  
Internet : www.ppo.wur.nl

*© 2015 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO. Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten. DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.*

---

# Inhoud

<b>Inhoud</b>	<b>3</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Aanleiding en achtergrond	5
1.2 Vraagstelling	6
1.3 Vergelijken beregeningsystemen	7
<b>2 Uitgangspunten</b>	<b>8</b>
<b>3 Resultaten</b>	<b>10</b>
3.1 Kosten	10
3.2 Broeikasgasemissies	12
3.3 Cumulatief energieverbruik	13
<b>Bijlage 1: Kosten bij beregening uit de sloot met een dieselmotorpomp</b>	<b>14</b>
<b>Bijlage 2: Kosten bij beregening uit een bron met een dieselmotorpomp</b>	<b>15</b>
<b>Bijlage 3: Kosten bij beregening uit een bron met een elektromotorpomp</b>	<b>16</b>
<b>Bijlage 4: Energieverbruik en BKG emissies bij beregening uit de sloot met een dieselmotorpomp</b>	<b>17</b>
<b>Bijlage 5: Energieverbruik en BKG emissies bij beregening uit een bron met een dieselmotorpomp</b>	<b>18</b>
<b>Bijlage 6: Energieverbruik en BKG emissies bij beregening uit een bron met een elektromotorpomp</b>	<b>19</b>

---

# Samenvatting

Het praktijknetwerk Duurzaam elektrisch beregenen wil bijdragen aan kennisontwikkeling en kennisverspreiding over duurzame methoden van beregening.

Op het akkerbouwbedrijf van de heer Luth werd tot en met 2014 met een haspelinstallatie beregend waarbij slootwater met een dieselmotor werd opgepompt. Door verplaatsing van de dieselmotorpomp en de aluminiumbuizen kan elk perceel desgewenst beregend worden. In 2015 is er een bron geslagen en wordt er met een elektromotor grondwater opgepompt. Met de nieuwe installatie wordt ook via een haspel beregend, maar om de totale oppervlakte te kunnen bereiken wordt het water ondergronds via pvc buizen getransporteerd, zodat de motorpomp en buizen tussentijds niet verplaatst hoeven te worden. Wens is ook om zonnepanelen aan te leggen zodat er duurzame stroom wordt gebruikt. Gemiddeld wordt er op het bedrijf 2-3 keer beregend over 36 ha, waarbij er 25 mm per keer wordt gegeven. De kosten, het energieverbruik en de broeikasgasemissies van beide type installaties worden volledig toegerekend aan dit verbruik en per beregeningsbeurt van 25 mm per ha vergeleken. Het aantal draaiuren voor een beregeningsbeurt van 25 mm per ha en het energieverbruik per uur is nu nog ingeschat, maar zal in de loop van het seizoen 2015 in de praktijk gemeten worden.

De berekende kosten voor een beregeningsbeurt zijn bij het oppompen van slootwater met een dieselmotor €117 per ha, dat is duurder dan oppompen van grondwater met een elektrische pomp wat € 92 kost. Het verschil in kosten wordt vooral veroorzaakt doordat het gebruik van diesel duurder is dan stroom, maar er zijn ook iets hogere kosten voor arbeid vanwege het verleggen van de aluminium buizen. De kosten voor de installatie verschillen nauwelijks. Wanneer er met een dieselmotor grondwater uit een bron opgepompt wordt, is dat iets minder duur dan uit de sloot vanwege besparing op arbeidskosten, maar met €110 nog steeds duurder dan met elektrisch beregenen.

Elektrisch beregenen heeft een 28% lagere uitstoot van broeikasgassen en 16% lager cumulatief energieverbruik dan conventioneel beregenen. Indien de stroom volledig met zonne-energie zou worden opgewekt zijn de broeikasgasemissies 75% en het energieverbruik 44% lager dan bij beregenen met een dieselmotorpomp.



**Foto 1: Eind juni 2015 wordt er volop beregend (hier in Flevoland)**

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en achtergrond

De landbouw wordt geconfronteerd met een aantal belangrijke knelpunten, onder andere klimaatverandering, de beschikbaarheid van voldoende water en afhankelijkheid van fossiele energie. Het praktijknetwerk Duurzaam elektrisch beregenen wil bijdragen aan kennisontwikkeling en kennisverspreiding over duurzame methoden van beregening.

Als doel wil het praktijknetwerk beoordelen de economische en milieutechnische duurzaamheid van twee beregeningstechnieken. Als eerste de reguliere beregening met beregeningshaspel aangedreven met dieselmotor en als tweede een beregeningshaspel met een elektrische pomp voor de watervoorziening en aandrijving.

Tevens wil het praktijknetwerk een dak met zonnepanelen in de optie meenemen, zodat de installatie vanuit eigen zonnepanelen kan worden voorzien van energie.



Foto 2: Beregeningshaspel (80 m<sup>3</sup> /uur)

---

## 1.2 Vraagstelling

Wat is de bedrijfseconomische impact van elektrisch beregenen ten opzichte van regulier beregenen met een dieselmotor/-pomp?

Wat is het verschil in direct en indirect energieverbruik en broeikasgasuitstoot tussen elektrisch en regulier beregenen?

Wat zijn verdere verschillen in duurzaamheid tussen beide beregeningsmethoden?



**Foto 3: De elektromotorpomp wordt in de grondwaterput gebracht**

---

## 1.3 Vergelijken beregeningssystemen

Op het akkerbouwbedrijf van de heer Luth werd tot en met 2014 met een haspelinstallatie beregend waarbij slotwater met een dieselmotor werd opgepompt. Door verplaatsing van de dieselmotorpomp en de aluminiumbuizen kan elk perceel desgewenst beregend worden. In 2015 is er een bron geslagen en wordt er met een elektromotor grondwater opgepompt. Met de nieuwe installatie wordt ook via een haspel beregend, maar om de totale oppervlakte te kunnen bereiken wordt het water ondergronds via pvc buizen getransporteerd, zodat de motorpomp en buizen tussentijds niet verplaatst hoeven te worden. Wens is ook om zonnepanelen aan te leggen zodat er duurzame stroom wordt gebruikt.

Gemiddeld wordt er op het bedrijf 2-3 keer beregend over 36 ha, waarbij er 25 mm per keer wordt gegeven. De kosten, het energieverbruik en de broeikasgasemissies van beide type installaties worden volledig toegerekend aan dit verbruik en per beregeningsbeurt van 25 mm per ha vergeleken.



Foto 4: De voorheen gebruikte dieselmotorpomp



## 2 Uitgangspunten

	<b>diesel</b>	<b>elektrisch</b>
te beregenen oppervlakte	36 ha	36 ha
aantal keer beregenen	2,5 keer	2,5 keer
beregeningshoeveelheid per keer	25 mm	25 mm
watertype gebruik	open water	grondwater
waterbron	aanwezige sloten	grondwaterbron, 80 m <sup>3</sup> /uur PVC filterbuis 63 m diep, 16 cm doorsnede en grind
pomp	dieselmotor 60-100 m <sup>3</sup> /90 pk	elektrische centrifugaalpomp 83 m <sup>3</sup> /25 pk
buizen	aluminiumbuizen 300 m lang, doorsnede 10 cm	PVC buizen, 700 m lang, 16 cm doorsnede
beregeningsinstallatie	haspelinstallatie 120 mm/540 m, 80 m <sup>3</sup> /uur	haspelinstallatie 120 mm/540 m, 80 m <sup>3</sup> /uur
PE slang	540 m, 16 cm doorsnede	540 m, 16 cm doorsnede
draaiuren voor 25 mm per ha	3 uur	3 uur
energieverbruik per uur	9,5 liter diesel	30 kWh
arbeidsduur verplaatsen installatie	15 min per ha	n.v.t.

Het aantal draaiuren voor een beregeningsbeurt van 25 mm per ha en het energieverbruik per uur is nu nog ingeschat, maar zal in de loop van het seizoen 2015 in de praktijk gemeten worden.

Voor de kostenberekeningen is uitgegaan van KWIN-AGV 2015 en/of gegevens van de leverancier. Het energieverbruik en de gewichten van voor beide installaties is ingeschat met de leverancier.

Voor gegevens over energieverbruik en broeikasgasemissies van de installatie en energiedragers is gebruik gemaakt van de database Ecoinvent v2.2 ([www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org)). Het cumulatief energieverbruik (van zowel hernieuwbare als niet hernieuwbare energiebronnen) is daarin uitgedrukt in MJ equivalenten en de IPCC 2007 broeikasgasemissies als Global Warming Potential (GWP in 100 jaar in kg CO<sub>2</sub> equivalenten).

Bij de dieselvariant wordt voor een zuiver vergelijk ook een variant berekend waarbij grondwater met een dieselmotor wordt opgepompt en met ondergrondse PVC buizen over het perceel naar de haspelinstallatie gaat (net als bij de elektrische variant).

Bij de elektrische variant wordt m.b.t. het cumulatieve energieverbruik en de broeikasgasemissies ook een variant doorgerekend waarbij geen grijze stroom, maar zonnestroom van een PV installatie wordt gebruikt.



Foto 5: Aluminiumbuizen die over de percelen verlegd kunnen worden



Foto 6: PVC buizen die in de grond worden aangebracht

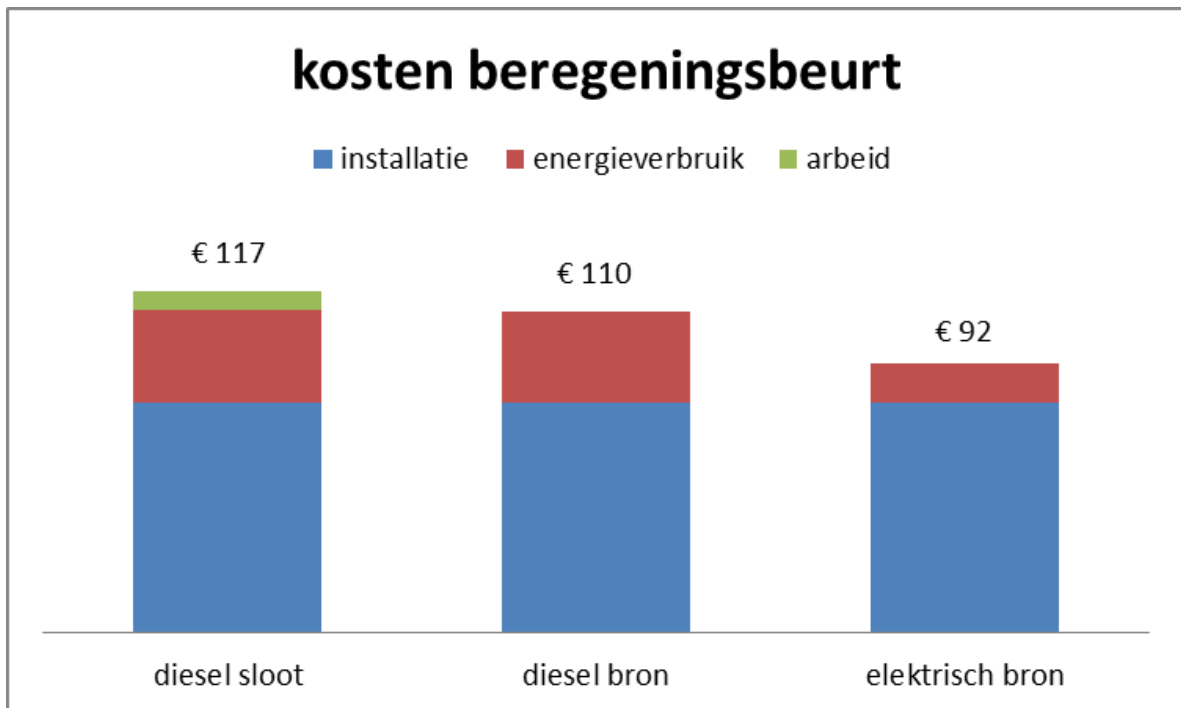
# 3 Resultaten

## 3.1 Kosten

Het investeringsbedrag voor een haspelinstallatie is in beide situaties gelijk, namelijk €25.500. De variant waarbij slootwater met een dieselmotor wordt opgepompt en via verplaatsbare aluminium buizen wordt verdeeld vraagt een investering van €17.500 voor de dieselmotorpomp en €2.700 voor de aluminium buizen. Een elektrische pomp kost €7.000, een grondwaterbron €3.500 en de PVC buizen €10.000. De totale investeringsbedragen zijn voor beide installaties vergelijkbaar, namelijk €45.200 voor de dieselinstallatie en €45.500 voor de elektrische. De jaarlijkse kosten bestaan uit rente, afschrijving, onderhoud en verzekering en zijn toegerekend aan één beregeningsbeurt van 25 mm per ha.

Op basis van de voorlopige inschattingen van het energieverbruik van beide typen motorpompen zijn de energiekosten vergeleken.

Bij de dieselinstallatie is ook rekening gehouden met arbeidskosten voor het verplaatsen van de aluminium buizen. (In de bijlagen zijn de achterliggende berekeningen weergegeven).



**Figuur 1: Kosten voor materieel, energie en arbeid voor de verschillende beregeningsystemen bij een beregeningsbeurt van 25 mm per ha**

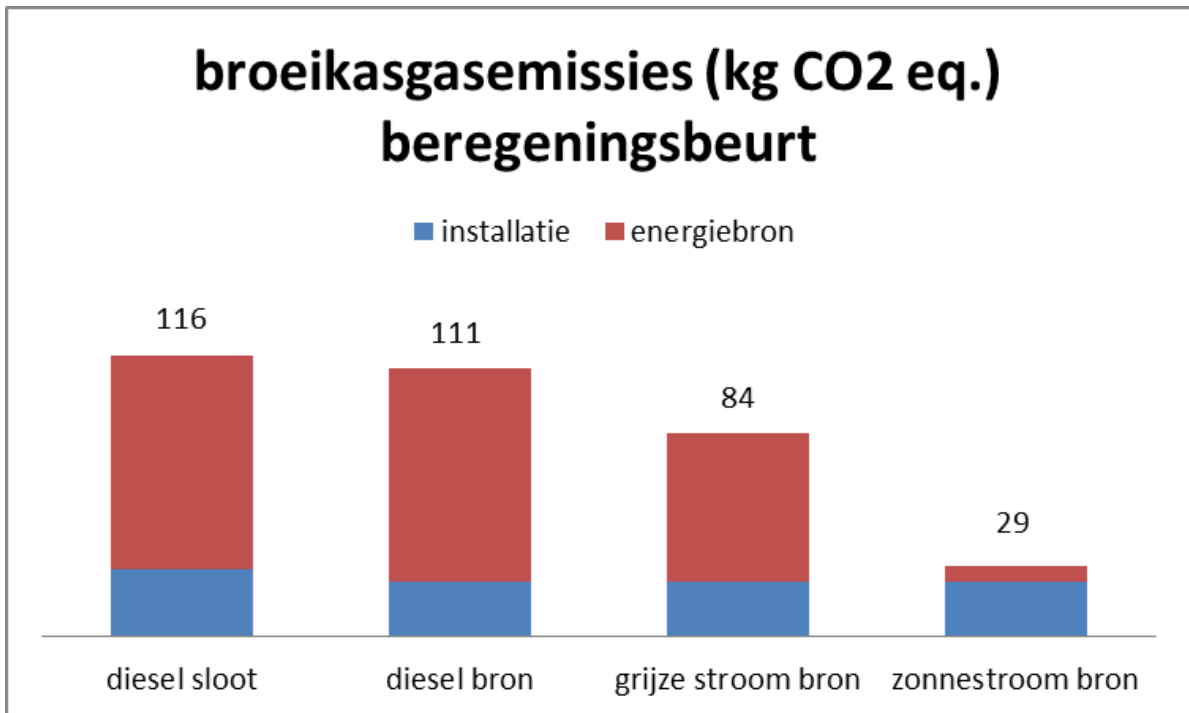
De berekende kosten voor een beregeningsbeurt zijn bij het oppompen van slootwater met een dieselmotor €117, dat is duurder dan oppompen van grondwater met een elektrische pomp wat € 92 kost. Het verschil in kosten wordt vooral veroorzaakt doordat het gebruik van diesel duurder is dan stroom, maar er zijn ook iets hogere kosten voor arbeid vanwege het verleggen van de aluminium buizen. De kosten voor de installatie verschillen nauwelijks. Wanneer er met een dieselmotor grondwater uit een bron opgepompt wordt, is dat iets minder duur dan uit de sloot vanwege besparing op arbeidskosten, maar met €110 nog steeds duurder dan met elektrisch beregenen.



Foto 7: De beregeningshaspel met 540 meter PE slangen

## 3.2 Broeikasgasemissies

De totale uitstoot van broeikasgassen die toegerekend worden aan een beregeningsbeurt bestaat niet alleen uit CO<sub>2</sub> emissies bij de verbranding van diesel, maar ook uit emissies die ontstaan bij de vervaardiging van de haspelinstallatie, de PE slangen, de aluminium of PVC buizen en de energiebron (diesel of stroom).

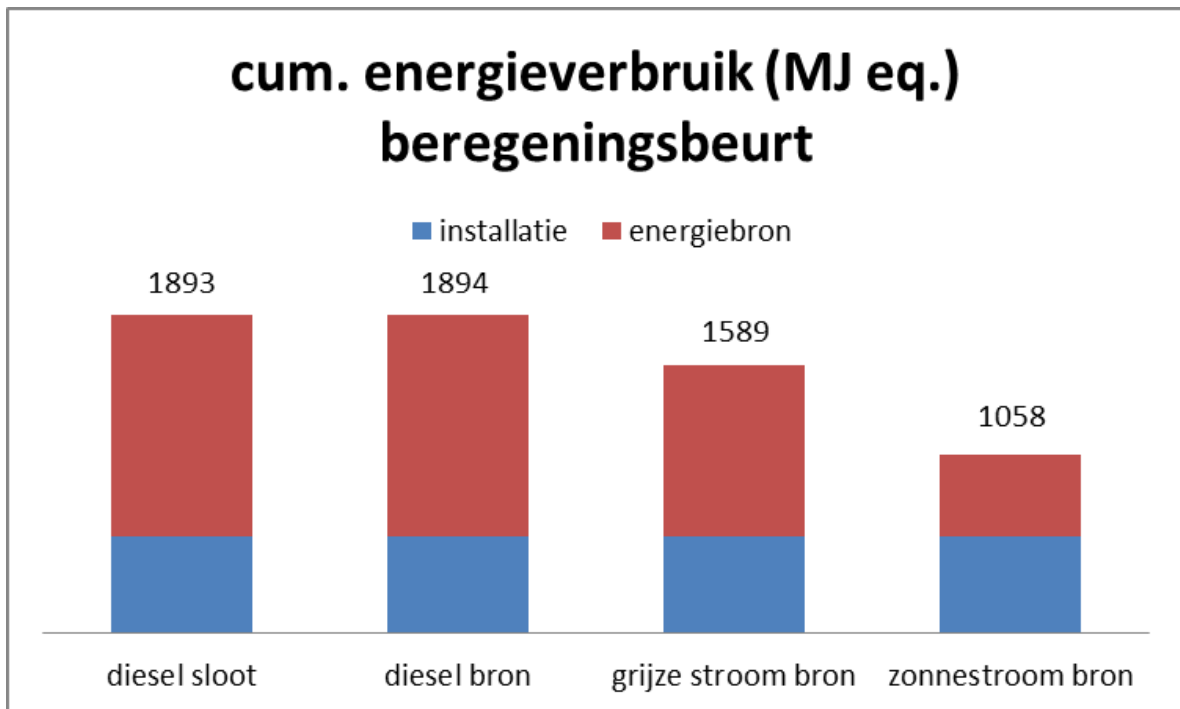


**Figuur 2: Broeikasgasemissies (kg CO<sub>2</sub> equivalenten) van de installatie en de energiebron voor de verschillende beregeningssystemen bij een beregeningsbeurt van 25 mm per ha**

Elektrisch beregenen heeft een 28% lagere uitstoot van broeikasgassen dan conventioneel beregenen. Indien de stroom volledig met zonne-energie zou worden opgewekt zijn de broeikasgasemissies nog lager, namelijk 75% lager dan beregenen met een dieselmotorpomp.

### 3.3 Cumulatief energieverbruik

Het cumulatief energieverbruik bestaat uit benodigde energie voor de vervaardiging van de haspelinstallatie, de PE slangen, de aluminium of PVC buizen en de energiebron (diesel of stroom). Het grootste deel van het cumulatief energieverbruik bestaat uit benodigde energie voor het beschikbaar maken van de energiebron (stroom of elektrisch).



**Figuur 3: Cumulatief energieverbruik (MJ equivalenten) van de installatie en de energiebron voor de verschillende beregeningsystemen bij een beregeningsbeurt van 25 mm per ha**

Elektrisch beregenen heeft een 16% lager cumulatief energieverbruik dan conventioneel beregenen. Indien de stroom volledig met zonne-energie zou worden opgewekt is het cumulatieve energieverbruik nog lager, namelijk 44% lager dan beregenen met een dieselmotorpomp.

## Bijlage 1: Kosten bij beregening uit de sloot met een dieselmotorpomp

		afschrijvingstermijn (jr)	vervangingswaarde	bron	jaarlijkse kosten			totaal	per jaar	per beregeningsbeurt
					rente	afschrijving	onderhoud en verzekering			
<b>diesel sloot</b>										
te beregenen oppervlakte	36 ha									
aantal keer beregenen	2,5 keer									
beregeningshoeveelheid per keer	25 mm									
watertype gebruik	open water									
waterbron	aanwezige sloten									
pomp	dieselmotor 90 pk	10	€ 17,500	Robbemont	3.0%	9.0%	2.5%	14.5%	€ 2,542.75	€ 28.25
buizen	aluminiumbuizen, 300 m lang, doorsnede 10 cm	10	€ 2,700	Robbemont	3.0%	9.0%	2.0%	14.0%	€ 378.81	€ 4.21
beregeningsinstallatie	haspelinstallatie 120 mm/540 m, 80 m <sup>3</sup> /uur	8	€ 25,000	KWIN-AGV 2015	3.0%	11.3%	2.5%	16.8%	€ 4,207.50	€ 46.75
PE slang	incl. PE slang 540 m, 16 cm doorsnede		<b>€ 45,200</b>							
draaiuren voor 25 mm per ha		3 uur								
energieverbruik per uur		9.5 liter diesel	€ 1.10	per liter	KWIN-AGV 2015				€ 2,821.50	€ 31.35
arbeidsduur verplaatsen installatie		0.25 uur per ha	€ 26.28	per uur	KWIN-AGV 2015				€ 591.30	€ 6.57
									<b>€ 10,541.86</b>	<b>€ 117.13</b>

## Bijlage 2: Kosten bij beregening uit een bron met een dieselmotorpomp

					jaarlijkse kosten					
		afschrijvingstermijn (jr)	vervangingswaarde	bron	rente	afschrijving	onderhoud en verzekering	totaal	per jaar	per beregeningsbeurt
	<b>diesel bron</b>									
te beregenen oppervlakte	36 ha									
aantal keer beregenen	2,5 keer									
beregeningshoeveelheid per keer	25 mm									
watertype gebruik	grondwater									
waterbron	grondwaterbron, 80 m3/uur	10	€ 3,500	Robbemont	3.0%	9.0%	1.5%	13.5%	€ 473.55	€ 5.26
pomp	elektrische centrifugaalpompe 83 m3/25 pk	10	€ 7,000	Robbemont	3.0%	9.0%	2.5%	14.5%	€ 1,017.10	€ 11.30
buizen	PVC buizen, 700 m lang, 16 cm doorsnede, 6 mm	10	€ 10,000	Robbemont	3.0%	9.0%	2.0%	14.0%	€ 1,403.00	€ 15.59
beregeningsinstallatie	haspelinstallatie 120 mm/540 m, 80 m3/uur	8	€ 25,000	KWIN-AGV 2015	3.0%	11.3%	2.5%	16.8%	€ 4,207.50	€ 46.75
PE slang	incl. PE slang 540 m, 16 cm doorsnede		<b>€ 45,500</b>							
draaiuren voor 25 mm per ha		3 uur								
energieverbruik per uur		9.5 liter diesel	€ 1.10	per liter	KWIN-AGV 2015				€ 2,821.50	€ 31.35
									<b>€ 9,922.65</b>	<b>€ 110.25</b>



### Bijlage 3: Kosten bij beregening uit een bron met een elektromotorpomp

					jaarlijkse kosten						
			afschrijvingstermijn (jr)	vervangingswaarde	bron	rente	afschrijving	onderhoud en verzekering	totaal	per jaar	per beregeningsbeurt
	<b>elektrisch</b>										
te beregenen oppervlakte	36 ha										
aantal keer beregenen	2,5 keer										
beregeningshoeveelheid per keer	25 mm										
watertype gebruik	grondwater										
waterbron	grondwaterbron, 80 m3/uur		10	€ 3,500	Robbemont	3.0%	9.0%	1.5%	13.5%	€ 473.55	€ 5.26
pomp	elektrische centrifugaalpomp 83 m3/25 pk		10	€ 7,000	Robbemont	3.0%	9.0%	2.5%	14.5%	€ 1,017.10	€ 11.30
buizen	PVC buizen, 700 m lang, 16 cm doorsnede, 6 mm		10	€ 10,000	Robbemont	3.0%	9.0%	2.0%	14.0%	€ 1,403.00	€ 15.59
beregeningsinstallatie	haspelinstallatie 120 mm/540 m, 80 m3/uur		8	€ 25,000	KWIN-AGV 2015	3.0%	11.3%	2.5%	16.8%	€ 4,207.50	€ 46.75
PE slang	incl. PE slang 540 m, 16 cm doorsnede			<b>€ 45,500</b>							
draaiuren voor 25 mm per ha		3 uur									
energieverbruik per uur		30 kWh		€ 0.15	per kWh	KWIN-AGV 2015				€ 1,215.00	€ 13.50
arbeidsduur verplaatsen installatie	n.v.t.										
										<b>€ 8,316.15</b>	<b>€ 92.40</b>

## Bijlage 4: Energieverbruik en BKG emissies bij berekening uit de sloot met een dieselmotorpomp

			afschrijvingstermijn (jr)	gewicht (kg)		jaarlijkse toerekening	jaarlijks		per beregeningsbeurt	
							MJ eq.	kg CO2 eq.	MJ eq.	kg CO2 eq.
<b>diesel sloot</b>										
te beregenen oppervlakte	36 ha									
aantal keer beregenen	2,5 keer									
beregeningshoeveelheid per keer	25 mm									
watertype gebruik	open water									
waterbron	aanwezige sloten									
pomp	dieselmotor 90 pk		10	1,500	overige landbouwwerktu	150	11,228	581	125	6
buizen	aluminiumbuizen, 300 m lang, doorsnede 10 cm, 1		10	773	aluminium	77	10,529	669	117	7
beregeningsinstallatie	haspelinstallatie 120 mm/540 m, 80 m3/uur		8	2,000	overige landbouwwerktu	250	18,713	968	208	11
PE slang	540 m, 16 cm doorsnede		10	1,504	HDPE	150	11,627	293	129	3
energieverbruik	2,565 liter diesel per jaar			2,167	diesel	2,167	118,270	7,955	1,314	88
							<b>170,367</b>	<b>10,467</b>	<b>1,893</b>	<b>116</b>
soortelijk gewicht:										
aluminium	2,755 kg/m3				Wikipedia					
polyethyleen (HDPE)	960 kg/m3				Wikipedia					
PVC	1,450 kg/m3				Wikipedia					

## Bijlage 5: Energieverbruik en BKG emissies bij beregening uit een bron met een dieselmotorpomp

		afschrijvingstermijn (jr)	gewicht (kg)		jaarlijkse toerekening	jaarlijks MJ eq.	jaarlijks kg CO2 eq.	per beregeningsbeurt MJ eq.	per beregeningsbeurt kg CO2 eq.
<b>diesel bron</b>									
te beregenen oppervlakte	36 ha								
aantal keer beregenen	2,5 keer								
beregeningshoeveelheid per keer	25 mm								
watertype gebruik	grondwater								
waterbron	PVC filterbuis 63 m diep, 20 cm doorsnede	10	334	PVC	33	2,035	67	23	1
pomp	elektrische centrifugaalpomp 83 m3/25 pk	10	250	overige landbouwwerktu	25	1,871	97	21	1
buizen	PVC buizen, 700 m lang, 16 cm doorsnede, 6mm di	10	2,945	PVC	294	17,947	591	199	7
beregeningsinstallatie	haspelinstallatie 120 mm/540 m, 80 m3/uur	8	2,000	overige landbouwwerktu	250	18,713	968	208	11
PE slang	540 m, 16 cm doorsnede	10	1,504	HDPE	150	11,627	293	129	3
energieverbruik	2,565 liter diesel per jaar		2,167	diesel	2,167	118,270	7,955	1,314	88
						<b>170,463</b>	<b>9,972</b>	<b>1,894</b>	<b>111</b>
soortelijk gewicht:									
aluminium	2,755 kg/m3			Wikipedia					
polyethyleen (HDPE)	960 kg/m3			Wikipedia					
PVC	1,450 kg/m3			Wikipedia					

Bijlage 6: Energieverbruik en BKG emissies bij beregening uit een bron met een elektromotorpomp

							jaarlijks		per beregeningsbeurt	
		afschrijvingstermijn (jr)				jaarlijkse toerekening	MJ eq.	kg CO2 eq.	MJ eq.	kg CO2 eq.
	elektrisch		gewicht (kg)							
te beregenen oppervlakte	36 ha									
aantal keer beregenen	2,5 keer									
beregeningshoeveelheid per keer	25 mm									
watertype gebruik	grondwater									
waterbron	PVC filterbuis 63 m diep, 20 cm doorsn	10	334	PVC	33	2,035	67	23	1	
pomp	elektrische centrifugaalpomp 83 m3/2	10	250	overige landbouwwe	25	1,871	97	21	1	
buizen	PVC buizen, 700 m lang, 16 cm doorsne	10	2,945	PVC	294	17,947	591	199	7	
beregeningsinstallatie	haspelinstallatie 120 mm/540 m, 80 m	8	2,000	overige landbouwwe	250	18,713	968	208	11	
PE slang	540 m, 16 cm doorsnede	10	1,504	HDPE	150	11,627	293	129	3	
stroomverbruik			8,100	kWh per jaar		8,100	90,845	5,537	1,009	62
stroomverbruik van PV installatie			8,100	kWh per jaar		8,100	43,011	637	478	7
							143,039	7,554	1,589	84
					met PV installatie		95,205	2,654	1,058	29
soortelijk gewicht:										
aluminium			2,755	kg/m3	Wikipedia					
polyethyleen (HDPE)			960	kg/m3	Wikipedia					
PVC			1,450	kg/m3	Wikipedia					

To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,  
onderdeel van Wageningen UR  
Edelhertweg 1  
Postbus 430  
8200 AK Lelystad  
T (+31)320 29 11 11  
[www.wageningenUR.nl/ppo](http://www.wageningenUR.nl/ppo)

Report 649

---

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

