

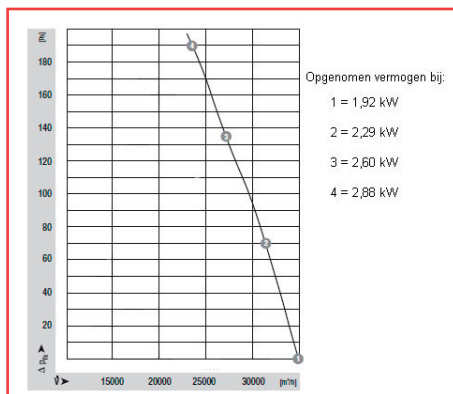
Ventilatoren voor droogwand

Bloembollenbedrijven gebruiken krachtige systeemventilatoren voor het drogen en bewaren. Motoren met een vermogen van ongeveer 3 kW zijn nu gebruikelijk. De uitvoering van de droogwand waarop de ventilator gemonteerd wordt heeft een grote invloed op de luchtopbrengst.



Tekst: Rik Vasen DLV Plant, team bloembollen
r.vasen@dlvplant.nl
Foto en illustraties: DLV Plant

Ventilatoren moeten de lucht door de bollen drukken. Deze lucht ondervindt weerstand, hetgeen leidt tot opbouw van druk in wanden en palletkanalen. Veel weerstand betekent een hoge druk en minder luchtopbrengst. De relatie tussen druk en luchtopbrengst is van elke ventilator bekend, en wordt door de fabrikant in een grafiek gezet. Naarmate de druk in de wand toeneemt, neemt het luchtvolume af. Een goede reden dus om de druk in de wand zo laag mogelijk te houden.



Grafiek: Relatie tussen druk en volume van de gelijkstroomventilator EBM-Papst W3 G910 bij maximum toerental

WAAR ZIT WEERSTAND?

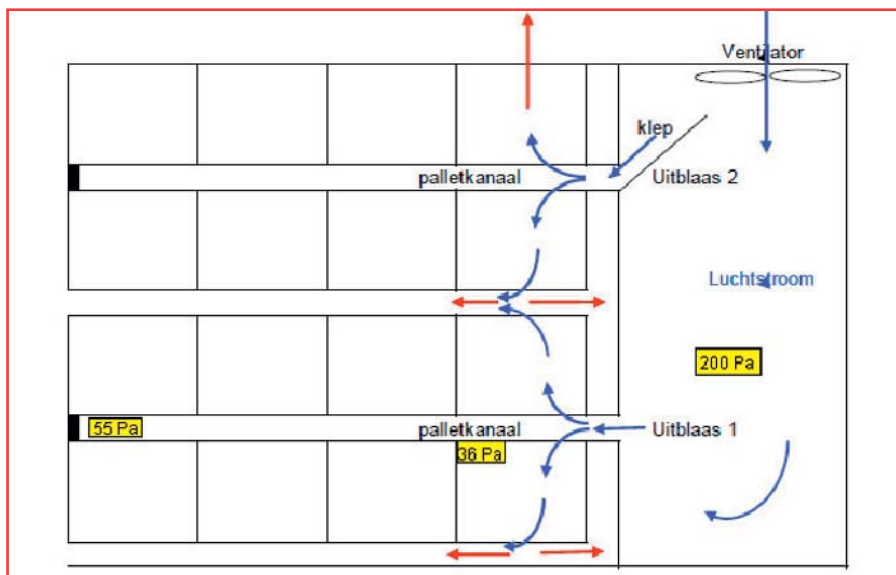
Luchtweerstand ontstaat in de droogwand, palletkanalen en in de kist. Bij metingen tijdens de bewaring blijkt dat een druk van 20-30 Pascal (100 Pascal = 1 millibar) meestal voldoende is om 500 m³ lucht per uur per m³ bollen te circuleren. Voor het drogen van bloembollen moet er 1.000 m³ lucht per uur per m³ bollen door de kisten ventileren. Daarbij worden drukken gemeten van 50-75 Pascal. Voor het drogen van gespoelde bollen moet 2.000 m³ lucht per m³ bollen door de kisten circuleren. Met het toerental van de ventilator op maximaal blijkt de druk in de droogwand veel hoger dan achter het kus-

sen. Ergens in het systeem moet de druk dus erg hoog oplopen, daar zit de grootste weerstand. In de palletkanalen blijkt nauwelijks weerstand te zitten. We meten aan het eind van het palletkanaal (achter het kussen) een hogere druk dan bij de kist bij de wand. Dat geeft aan dat de lucht zich gemakkelijk door het palletkanaal verplaatst. Het grootste drukverschil zit in de overgang van wand naar eerste kist. Daar zit dus de grootste weerstand. Illustratief hierbij is een drukmeting in een lege drukwand zonder kisten. Bij maximaal toerental blijkt de druk op te lopen tot 90 Pascal. Dit maakt duidelijk dat de beperkte luchtdoorlaat veel weerstand veroorzaakt.

Druk in droogwand met 4 openingen + ventilator 2,5 kW zonder kisten

toerental	Pascal
100%	90,6
80%	78,2
60%	41,3
40%	16,8
20%	2,4

Tabel 2 : Drukopbouw in een droogwand met een gelijkstroomventilator EBM-Papst W3 G910



Figuur: Schets van het drogen met een ventilator (Ziehl-Abegg FE 091, 3 kW) op een rij kisten. In geel de gemeten drukken

RELATIE WEERSTAND EN KOSTEN

In het voorbeeld van tabel 2 werd gemeten aan een droogwand van 4 hoog en 2 kisten breed. Andere uitvoeringen van de droogwand worden ook gebruikt, zoals een enkele wand van 4 hoog, een dubbele wand van 6 hoog of voor een dubbele wand voor sloffen of tussenpallets. Elke uitvoering van de wand heeft zijn eigen weerstand. Als de weerstand in de kisten met bollen als een gegeven wordt beschouwd, dan verschilt de druk in de wand als gevolg van het gezamenlijke oppervlak van de openingen in de wand. Een groter gezamenlijk oppervlak van de openingen zorgt voor een lagere druk in de wand en een hogere luchtopbrengst van de ventilator. Een lagere druk laat ook het opgenomen vermogen van de ventilator afnemen. Bij elkaar hebben deze effecten een grote invloed op de elektriciteitskosten die nodig zijn om een kist bollen te drogen of te bewaren.

Wanden: reken aan opstelling

Uitvoering van de wand	druk Pa in de wand	luchtopbrengst per ventilator	kisten per wand 1000 m ³ per kist	elektriciteitskosten voor het drogen per kist (24 uur)	elektriciteitskosten van de wand per jaar per kist	50 dagen drogen	60 dagen bewaren	hele periode
dubbele wand 4 hoog, toerental 80% van max. tussenpallets toerental maximaal	75	26000	26	€ 0,22	€ 11,08	€ 6,65	€ 17,73	
dubbele wand 6 hoog toerental maximaal	50	33000	33	€ 0,24	€ 12,00	€ 9,54	€ 21,54	
dubbele wand 4 hoog toerental maximaal	65	32000	32	€ 0,26	€ 13,20	€ 7,92	€ 21,12	
enkele wand 4 hoog toerental maximaal	110	29000	29	€ 0,32	€ 15,90	€ 9,54	€ 25,44	
	200	23000	23	€ 0,48	€ 24,22	€ 14,53	€ 38,75	

Tabel 1: Berekening van de jaarlijkse elektriciteitskosten bij verschillende uitvoeringen van de droogwand met dezelfde ventilator (EBM-Papst W3 G910 van 2,5 kW)

KOSTEN EN INVESTERING

De prestatie van de ventilator kan verhoogd worden door de lucht over meer of grotere uitstroomopeningen te verdelen. Dat betekent wel dat er meer geld geïnvesteerd moet worden. Dat kan door een hogere wand van 5 of 6 hoog, sloffensysteem/tussenpallets voor het drogen of extra droogwanden. Bij de keuze voor extra droogwanden wordt het voordeel behaald door minder kisten voor de wanden te zetten, waardoor de ventilatoren op een lager toerental kunnen draaien.

In tabel 1 worden de alternatieven op een rij gezet. Er is gerekend aan een wand die 50 dagen gebruikt wordt om te drogen en 60 dagen om te bewaren. Als ventilator is de EBM-Papst W3 G910 genomen: een gelijkstroomventilator van 2,5 kW met een maximum toerental van 1000 rpm. Wanneer de ventilator op een droogwand staat van een enkele rij van 4 hoog, dan zal de ventilator een druk ondergaan van ongeveer 200 Pascal. Alle lucht wordt door 2 palletkanalen geperst. De luchtopbrengst bij deze druk is 23.000 m³/uur. De ventilator neemt daarbij 2,9 kW op. Voor deze wand kunnen dan 23 kisten bollen bij 1.000 m³ lucht/uur drogen. Als deze ventilator 50 dagen voluit blijft draaien zal de wand gedurende die tijd € 24,22 per kist aan elektrische energie verbruiken voor het drogen (1 kWh=16 cent). Om te bewaren wordt 60 dagen de dubbele hoeveelheid kisten voor de wand gezet. Dat kost nog eens € 14,53 aan elektriciteit per plek voor de wand.

Deze berekening is ook gemaakt voor een droogwand waarbij de luchtopbrengst van de ventilator verdeeld wordt over 2 rijen van 4 hoog. De druk in de wand is dan lager, waardoor de luchtopbrengst hoger is en het elektriciteitsverbruik lager. Hierdoor nemen de elektriciteitskosten flink af tot in totaal € 25,44 per plaats. Dat is al een flinke kostenbesparing. Daar staat tegenover dat de droogwand duurder is en meer schuurruimte inneemt. Voor dat verschil in energiekosten van € 13,31 per plek voor de wand, is deze extra investering in een dubbele wand in twee jaar terugverdiend.

Er wordt op dit moment ook al zes hoog gestapeld. Dit betekent een opening meer per rij en

daardoor een lagere druk in de wand. Vergeleken met twee rijen vier hoog neemt het rendement van de ventilator verder toe, zodat er nog eens € 4,32 per plek voor de wand bespaard wordt. Deze ruimtebesparende manier van stapelen levert dus ook nog een lagere energierekening op.

Het gebruik van sloffen of tussenpallets is een manier om de luchtweerstand in de wand te minimaliseren. De luchtweerstand wordt dan veel meer bepaald door de bollen in de kisten. In de tabel is gerekend met een druk van 50 Pascal om 1.000 m³/uur lucht door elke kist te krijgen. Deze systemen met sloffen of tussenpallets zijn het hoogst haalbare om de luchtweerstand te verlagen. Deze droogwanden zouden later voor het 4 hoog bewaren gebruikt kunnen worden. De investering in ruimte en materiaal is nauwelijks hoger dan een droogwand zonder deze extra grote opening. Er is in dit voorbeeld een besparing te behalen van € 3,90 per plek voor de wand per jaar alleen door deze manier van drogen, maar dat bedrag weegt niet op tegen het vele malen slepen met sloffen of tussenpallets. Drogen op sloffen of tussenpallets is dan ook meer een manier om sneller te drogen dan mogelijk is zonder tussenpallets.

Naast het alleen verlagen van de weerstand in het circulatiesysteem is het ook mogelijk om het rendement van de ventilator te verhogen door het toerental te verlagen. Bij minder toeren neemt niet alleen de druk in de wand af maar ook het rendement van de ventilator toe. In het voorbeeld van tabel 1 is het toerental van de ventilator verlaagd van 1.000 rpm naar 800 rpm op een wand van 4 hoog en 2 kisten breed. Hierdoor neemt het jaarlijkse energieverbruik van de wand af met € 7,71 per kist. Daar staat tegenover dat de ventilator minder lucht verplaatst, zodat er voor 3 kisten geen plaats is voor de wand met dit lager ingestelde toerental. Om de droog- en bewaarcapaciteit toch op peil te houden zal het aantal droogwanden uitgebreid moeten worden. Dat betekent een investering in een extra droogwand en de ruimte daarvoor: in dit voorbeeld één droogwand meer per 9 wanden. Met die 10 droogwanden en drogen op 800 toeren wordt

€ 2000,- per jaar aan energie minder uitgegeven dan met 9 wanden drogen op maximaal toerental (1000 rpm). Die extra wand is dus na 2 jaar terugverdiend.

In dit voorbeeld is gerekend met de EBM-Papst W3 G910, een van de eerste gelijkstroomventilatoren. Later ontworpen gelijkstroomventilatoren als de Ziehl-Abegg FN091, Klima EC900 en Tolsma TTR9.40 presteren nog wat beter, doordat de verhouding tussen druk en luchtopbrengst verbeterd is. (Zie: www.gelijkstroomventilator.nl)

SAMENGEVAT

In verband met de energiekosten is het belangrijk de weerstand in de droogwand zelf beperkt te houden. Daarom moet bij het bepalen van de droogcapaciteit met 1.000 m³ lucht/uur per kist uitgegaan worden van 3 kisten diep, en 6 diep bij het bewaren met 500 m³/uur per kist. De ventilator op een droogwand van 2 rijen breed en 4 kisten hoog moet dan in toeren teruggeregeld worden tot de gewenste circulatie (max. 24.000 m³/uur). Op dezelfde droogwandwand maar dan 6 hoog zou de ventilator op maximum toerental moeten draaien. De grote gelijkstroomventilator van Klima met een vermogen van 3,5 kW verplaatst maximaal 36.000 m³/uur (=1000 m³/uur voor 36 kisten of 500 m³/uur voor 72 kisten).

Deze informatie is vergaard binnen het praktijknetwerk gelijkstroomventilatoren. Dit praktijknetwerk is mogelijk gemaakt door bijdragen van het Ministerie van EZ, de EU en de betrokken ondernemers zelf. De uitvoering is in handen van DLV Plant, team Bloembollen.

Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling: Europa investeert in zijn platteland. Het Ministerie van Economische Zaken is eindverantwoordelijk voor POP2 in Nederland.