

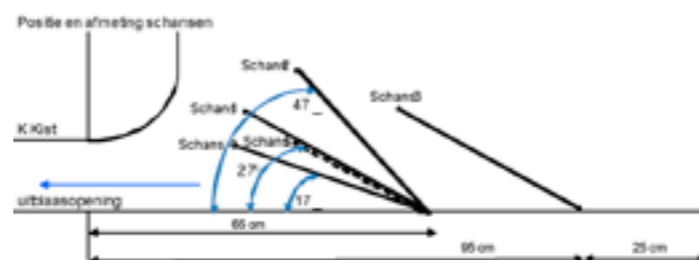
# Verbeterde systeemwand: scheppen en schansen

Het in 2007 gestarte project State-of-the-Art bewaarsysteem tulpenbollen heeft tot doel te demonstreren wat er met de huidige stand der techniek aan energiebesparing mogelijk is. Uiteraard met behoud of met verbetering van de productkwaliteit. Een doelstelling is ook om met aanvullend onderzoek na te gaan hoe in de toekomst nog meer energie bespaard kan worden.

4-5 keer zoveel lucht door de meest beluchte kist kan gaan als door de minst beluchte kist. Kisten het verst van de systeemwand krijgen meer lucht dan kisten het dichtst bij de wand, maar het verschil is tussen de lagen het grootst. In een moderne zeshoog eenlaags systeemwand van 1,70 m diep met een interne schuine wand krijgen de kisten in de vijfde laag het minste, en de kisten in de eerste en vooral de zesde laag het meeste lucht. Door het plaatsen van een schans voor de uitblaasopening van de eerste laag en het "aerodynamisch" verkleinen van de bovenste uitblaasopening kan de luchtverdeling over de lagen flink worden verbeterd. Veel systeemwanden zijn echter slechts 1,20 m of minder diep (zie figuur linksonder) en zijn niet uitgerust met een interne schuine plaat. Zonder zo'n plaat zou er nauwelijks lucht door de bovenste laag gaan. Daarom zijn er bij deze wanden meestal zogenoemde scheppen in de bovenste uitblaasopening(en) geplaatst. Met CFD-modellering is onderzocht wat, in combinatie met een interne schuine plaat, de optimale positie van de schans zou moeten zijn om ook in zo'n ondiepe wand de luchtverdeling te verbeteren. Een ander punt van onderzoek was na te gaan of en hoe het plaatsen van scheppen een beter alternatief is.

## SCHANSEN

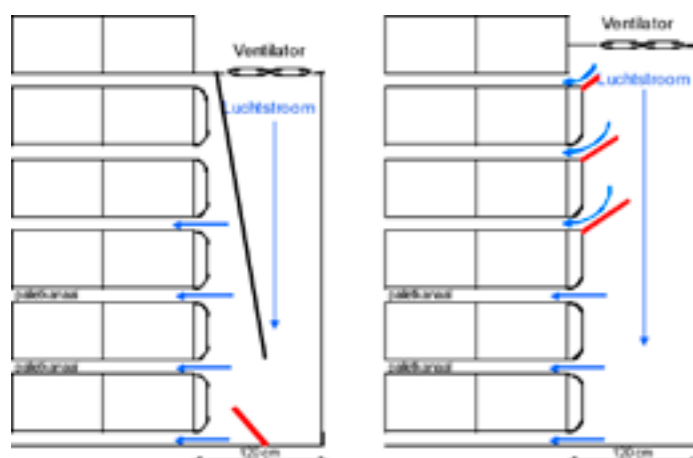
Bij een bolmaat van zift 6 (plantgoed, meer weerstand) en bij een bolmaat van zift 12 (leverbaar, minder weerstand) zijn vijf schansposities (40 cm breed of 30 cm, op 65 en 95 cm voor de uitblaasopening en onder een hoek van 17, 27 en 47 graden, zie schema) onderzocht. De schans van 40 cm breed op 65 cm van de uitblaasopening onder een hoek van 47 graden (Schans 2) gaf bij beide bolmaten voor de onderste vijf lagen de meest gelijkmatige luchtverdeling. Bij een gemiddeld debiet per kist van 300 m<sup>3</sup>/uur was bij bolmaat zift 12 het debiet in de minst beluchte laag 235 m<sup>3</sup>/uur. Schans 4 gaf de slechtste verdeling.



### Toelichting bij de figuren onderaan pagina 21:

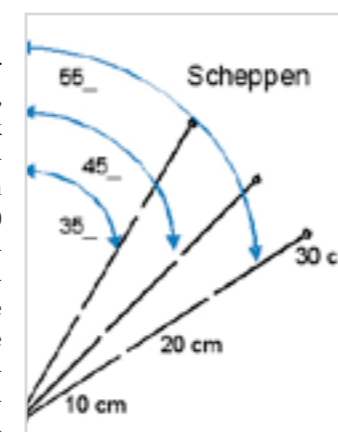
Met CFD-modellen wordt elke kuubskist in duizenden denkbeeldige kubusjes verdeeld en per kubusje wordt onder andere de luchtsnelheid berekend op basis van energie, weerstand en druk. De uitkomst van de berekeningen met de CFD-modellen is hier gepresenteerd met figuren waarin de luchtsnelheid (m/s) in elke kist door kleuren wordt weergegeven: van donkerblauw (0 m/s) tot rood (0,13 m/s). De gunstigste luchtverdeling over de vijf onderste lagen wordt gegeven door schans 2, de linker figuur. De slechtste door schans 4, rechter figuur.

De zesde laag kan alleen verbeterd worden door het aerodynamisch knippen van de uitblaasopening, of door het afdekken van de bovenste kisten met platen. De zesde laag mist de tegendruk van er bovenop geplaatste kisten.



## SCHIPPEN

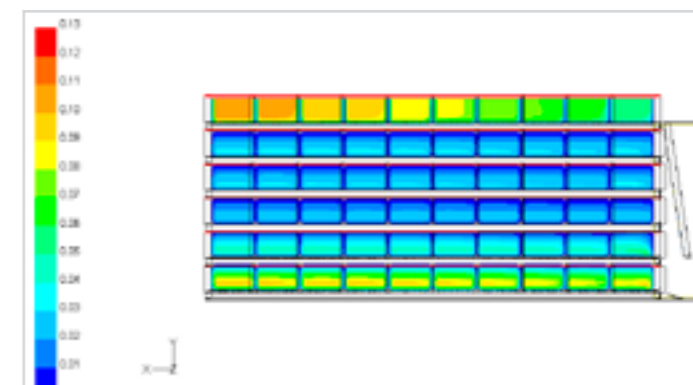
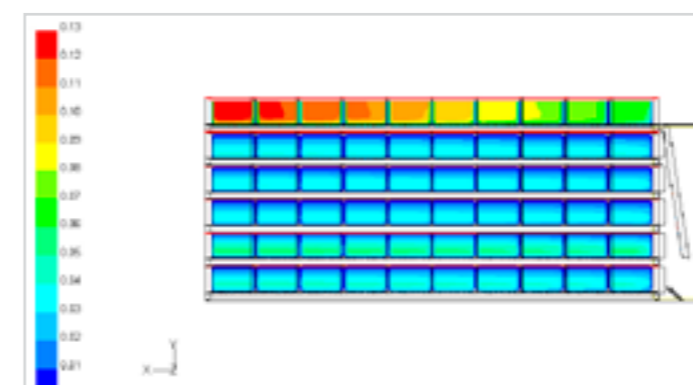
Bij eenzelfde ondiepe wand, maar zonder een interne schuine wand, en bij dezelfde bolmaten zijn ook vijf verschillende schep-instellingen onderzocht. Hierbij werden drie schepbreedtes (10, 20 tot 30 cm) gecombineerd met drie verschillende hoeken met de verticale wand (35, 45 en 55 graden), zie schema, geplaatst in de bovenste drie uitblaasopeningen doorgekeerd. Bij lage weerstand (leverbaar, 10 diep) en zonder een interne schuine wand komt er juist door de bovenste lagen erg weinig lucht. De meest gunstigste schepinstelling bij bolmaat zift 12 is die waarbij de scheppen in laag 5 en 6 onder een hoek van 45 graden staan en de schep in laag 4 onder een hoek van 55 graden. De schepbreedte is 10 cm voor laag 6 en 20 cm voor laag 4 en 5. Bij een gemiddeld debiet van 300 m<sup>3</sup>/uur was bij bolmaat 12 het debiet van de minst beluchte laag 237 m<sup>3</sup>/uur.



Energieverbruik bij een gemiddeld debiet van 300 m<sup>3</sup>/uur per kist (bolmaat 12)

		zonder aanpassingen	schuine plaat + schans	scheppen
Energieverbruik ventilator	kW	-	0,73	0,55
minimum debiet (per laag per kist)	m <sup>3</sup> /uur	114	235	237
maximum debiet (per laag per kist)	m <sup>3</sup> /uur	486	325	348
spreiding (excl. laag 6)	%	62%	17%	18%
Energie-efficiëntie (minst belucht laag)	m <sup>3</sup> lucht/watt	-	19,4	26,0

Bij een bolmaat van zift 6 is het gemiddelde debiet per laag voor de onderste 5 lagen voor alle onderzochte schep-instellingen gelijkmatiger dan bij bolmaat zift 12. Dit komt door de hogere weerstand. De 6de laag krijgt echter in alle gevallen nu teveel lucht (140-150% ten opzichte van het gemiddelde). De schep in de 6de laag moet dus bij plantgoed minder lucht pakken dan bij leverbaar (minder breed, kleinere hoek): Een systeemwand moet aangepast worden aan wat ervoor staat: leverbaar of plantgoed, 10 diep of 5 diep!



## State-of-the-art

Het project State-of-the-Art bewaren van tulpenbollen wordt uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Stuurgroep Schone en Zuinige Bloembollen (KAVB, PT, EL&I, Agentschap NL en telers). Rapportages zijn te downloaden vanaf <http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/publicaties-agro-sectoren>

## ENERGIE-EFFICIËNTIE

Met de CFD-modellen is ook de energie-efficiëntie berekend bij de meest gunstige schanspositie en bij de meest gunstige combinatie van scheppen, samengevat in de tabel. Uit de CFD-berekeningen komt duidelijk naar voren dat voor een ondiepe wand van 1,20 m het systeem om met scheppen de luchtstroom over de lagen gelijkmatiger te krijgen energie-efficiënter is dan het systeem met een interne schuine plaat + een schans. Voor dit laatste systeem is de wand te ondiep en wordt de doorstromopening door de schuine plaat te nauw waardoor de luchtstroom teveel weerstand ondervindt. Daarnaast is nog een extra aanpassing nodig om het teveel aan lucht door de bovenste laag ten goede te laten komen aan de lagen er onder. Per watt elektra levert het systeem met scheppen bij een bolmaat van 12 cm 34% meer lucht dan het systeem met de interne schuine plaat. Bij een bolmaat van 6 cm is dat ruim 12%. De luchtverdeling over de lagen is in beide systemen veel beter dan bij een ondiepe wand zonder aanpassingen: de minst beluchte laag krijgt gemiddeld per kist bijna twee maal zoveel lucht.

## Resumé

Bij ondiepe eenlaagssystemewanden is het systeem om met scheppen de luchtverdeling over de lagen te verbeteren (vooral bij leverbaar) veel energie-efficiënter dan het systeem met een interne schuine wand + schans. Het scheppensysteem moet wel aangepast zijn aan wat er voor de wand staat: leverbaar of plantgoed, 10 diep of 5 diep!