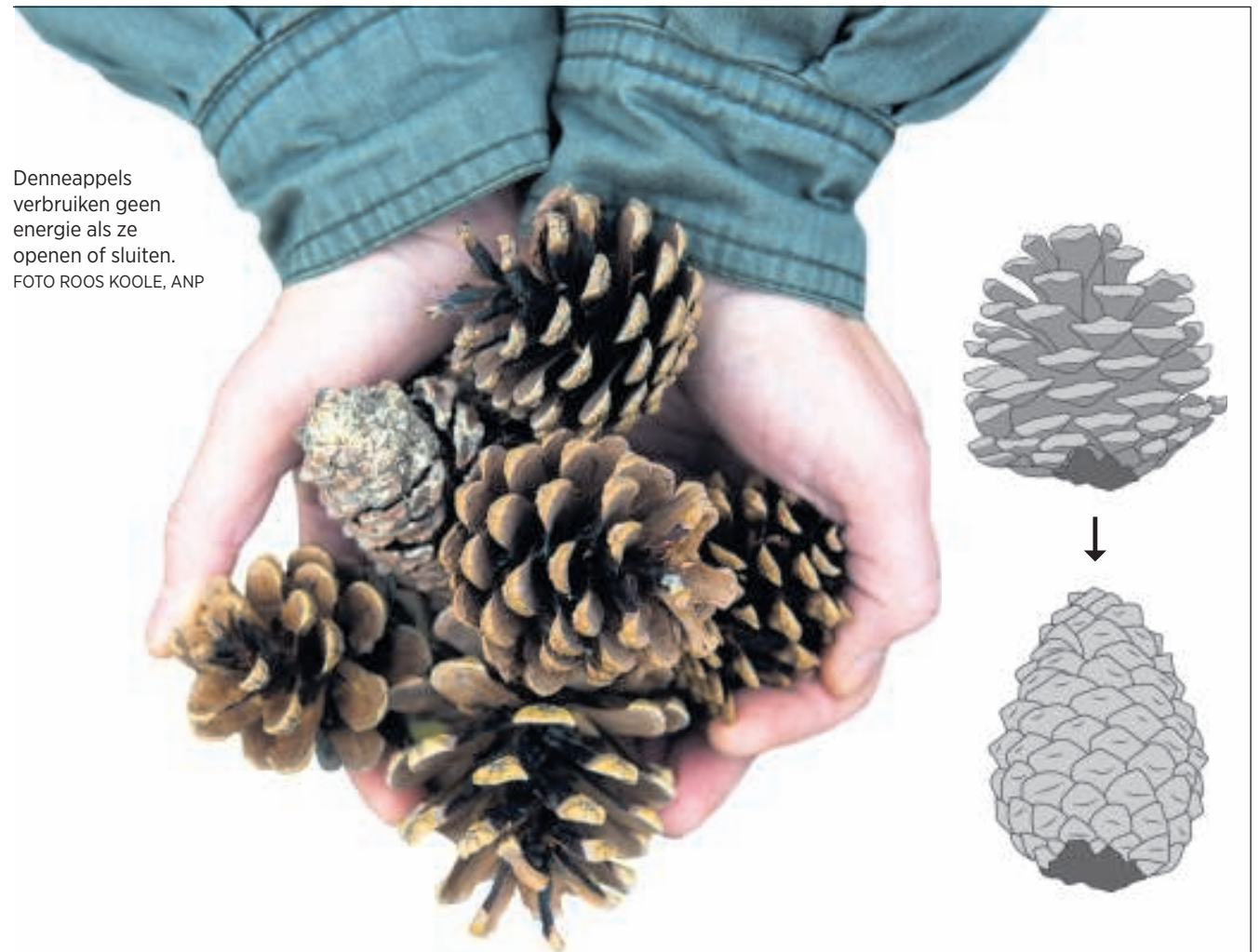


DE BIONISCHE VROUW Ylva Poelman

## Ventilatie zonder energie, dankzij de denneappel



Denneappels verbruiken geen energie als ze openen of sluiten.  
FOTO ROOS KOOLE, ANP

### KANSHEBBER INFRATECH INNOVATIEPRIJS

Het grassaproject van de provincie Noord-Holland is een van de genomineerden voor de InfraTech Innovatieprijs 2017. Deze prijs, die om de twee jaar wordt uitgereikt, belooft **baanbrekende ideeën** voor de aanleg en het onderhoud van infrastructuur. De uitkomst wordt 18 januari bekendgemaakt tijdens de Infratechbeurs in Ahoy in Rotterdam. Stemmen voor de publieksprijs kan via de site van vakblad Cobouw, [www.cobouw.nl](http://www.cobouw.nl)

Bermgras mag niet als veevoer worden gebruikt en is dus geen concurrent voor de voedselproductie.”

Voordat de strooiwagens daadwerkelijk met klotsend bruin grassap in hun bakken op pad gaan, moet er eerst nog veel onderzoek worden gedaan. Daarvoor werkt de provincie onder andere samen met de TU Delft, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en aannemers Van Gelder en Van Bodegom. “Want wat gebeurt er als je grassap langere tijd opslaat? Welke processen komen dan op gang?”, zegt Breuker. “Daarbij helpt het hoogheemraadschap ons. Zij hebben immers ervaring met het verwerken van grote hoeveelheden vloeistoffen in bassins.”

Daarnaast gaat de TU Delft onder leiding van Sandra Erkens, hoogleraar toegepaste weg- en bouwkunde, de vriespuntverlagende waarde van het sap uit bermgras op ijs testen. “Ook gaat Erkens voor ons onderzoeken of het grassap, dat een vrij lage pH-waarde heeft, onschadelijk is voor het wegdek”, zegt Breuker. “Mogelijk blijkt uit het onderzoek dat het sap nog wat geconcentreerder moet of dat er nog wat zout bij moet. Ook al is de uitkomst dat er nog steeds zout moet worden gestrooid, het zal minder zijn en dat is winst voor het milieu.”

Als de tests gunstig zijn, wil de provincie volgende winter al proef gaan strooien met het groene strooizout. Breuker hoopt dat het sap over vijf jaar in de hele provincie wordt gebruikt om de gladheid te bestrijden en misschien zelfs daarbuiten. Dat zou wel betekenen dat de strooibakken aangepast moeten worden, wat miljoenen kan gaan kosten.

Breuker verwacht dat de provincie deze kosten eruit kan halen met de opbrengst van de andere grondstoffen uit het gras. “Naast de vezels, het natrium en het kalium zitten er nog veel andere bruikbare stoffen in. Grassap bevat 10 gram fosfor per kilogram droge stof. Nu er een groot fosfaattekort dreigt, is dat een aantrekkelijke grondstof om te verkopen. En van de eiwitten die in het gras zitten, kunnen we bioplastic maken, voor paaltjes in de berm of voor kunststofplaten. Het groene strooizout is nog maar een opstapje voor allerlei andere innovaties met gras.”

Ylva Poelman beschrijft elke twee weken hoe het vernuft van de natuur leidt tot technische hoogstandjes. Vandaag: de vochtigheidsensor van de denneappel

Omdat de kans op bosbrand toeneemt bij droogte, houden boswachters denneappels altijd goed in de gaten. De kegelvruchten zijn natuurlijke vochtigheidsensoren. In natte omstandigheden liggen ze met gesloten schubben op de grond, maar als de grond droog is, staan hun schubben open.

Denneappels zijn de vrouwelijke voortplantingsorganen van dennenbomen en bevatten zaden. Deze zaden staan beter bekend als pijnboompitten, vernoemd naar de pijnboom, een ouderwetse benaming voor bepaalde denensoorten. Na de bevruchting via de wind door mannelijke pollen groeien de schubben van de kegelvrucht totdat ze stevig tegen elkaar zijn gedrukt en zo de zaden omsluiten en beschermen. Eenmaal uitgegroeid sterven de cellen van een denneappel af. Net als hout bestaat een volwassen denneappel uit dood, maar functioneel materiaal.

De rijpe zaden verspreiden zich bij droog weer, zodat de wind de zaden zo ver mogelijk van de moederboom kan wegdragen. Daarom openen de schubben na rijping zich pas bij droog weer. Het mechanisme van openen (en ook sluiten) is vergelijkbaar met die van een eenvoudige thermostaat.

De werking van een thermostaat berust op een bimetaal, een strip bestaande uit twee verschillende soorten metalen. Beide metalen reageren verschillend op temperatuurveranderingen, waardoor de ene helft van de strip meer uitzet of krimpt dan de andere. Hierdoor trekt het bimetaal krom en zet een schakelaar om die de verwarmingsketel een seintje geeft om aan of uit te gaan.

De schubben van de denneappel bestaan ook uit twee lagen, maar in dit geval reageren ze op vochtigheid in plaats van temperatuur. En in tegenstelling tot de thermostaat bestaan de helften niet uit verschillende materialen, maar hebben beide lagen dezelfde chemische samenstelling. Wel zijn ze anders gestructureerd.



*Om de zaden zo ver mogelijk te laten dragen openen de schubben zich pas bij droog weer*

De cellen in het bimateriaal zijn aan de buitenkant verstevigd met microvezels. Aan de binnenkant van de schub omwikkelen de microvezels de cellen spiraalsgewijs, waardoor de cellen nagenoeg niet kunnen vervormen. De cellen aan de buitenkant van de schub zijn in

de breedte omwonden door de microvezels. Hierdoor kan de cel niet in de breedte, maar wel in de lengte vervormen.

Als de vochtigheid stijgt, nemen de cellen water op. De cellen aan de buitenkant zwellen hierdoor in de lengte op en worden langer, terwijl de binnenkant van de schub nagenoeg niet vervormt. Zo wordt de schub tegen de kegel gedrukt en sluit de denneappel zich. Bij een lage vochtigheid krimpt de buitenkant en gaan de schubben juist open. Omdat de volwassen denneappel uit dood materiaal bestaat, is het openen en sluiten van de schubben een passief proces dat geen energie kost. Het mechaniek blijft werken, ook als de zaden allang zijn verspreid. Dat heeft op zich geen nut, behalve voor de boswachter, maar het kost ook niets.

De denneappel was de inspiratiebron voor slimme ventilatie van gebouwen. Hiertoe werd een plaatje van vochtgevoelig bimateriaal gecreëerd dat dienst doet als afsluiting van een ventilatieopening in de gevel van een gebouw. Als de lucht in het gebouw vochtiger is ten opzichte van de buitenlucht, wordt de ontluchting geopend. Is de lucht binnen droger, dan sluit de ontluchting zich.

Ook voor ventilerend textiel wordt naar de denneappel gekeken. Deze stof is helemaal bedekt met minuscule flapjes van bimateriaal. Als iemand die kleding van dit materiaal draagt warm en zweterig is, openen de flapjes zich om koele lucht binnen te laten. Hoewel de gebruikte bimaterialen nog niet, zoals de denneappel, heel slim uit slechts één type materiaal bestaan, verbruiken de systemen net als het natuurlijke voorbeeld geen energie.