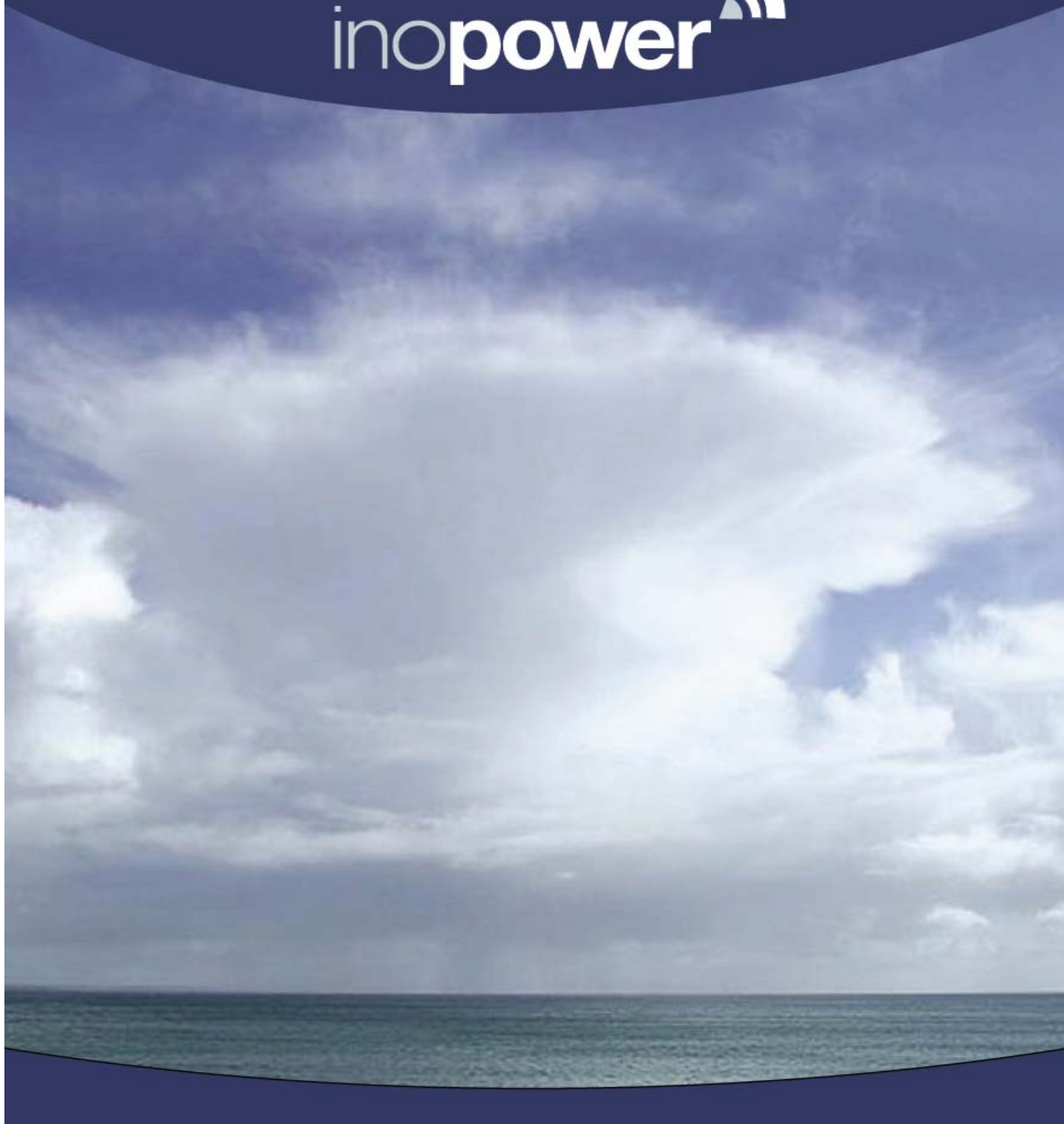


inopower 



**TUN ANTIGRINDINĂ**



## Istoria tunurilor antigrindină

Omenirea încearcă demult să împrăștie norii de furtună aducători de grindină. Din această cauză în trecut, când se apropia câte un nor de furtună, se băteau clopotele, dar și însăși principiul tunului antigrindină, adică perturbarea norilor de furtună cu ajutorul efectelor sonice generate de explozii are un trecut de 100-150 de ani. Utilizarea primelor tunuri antigrindină a început în anii 1860 în Austria, apoi la sfârșitul secolului XIX s-au răspândit în mai multe țări din Europa precum și în SUA. În 1895 în Ungaria viticultorii din Tokaj-hegyalja au cumpărat 30 de tunuri antifurtună pentru a proteja recolta. Dealtfel și prima licență mai importantă legată de tunuri antifurtună se leagă de o persoană maghiară: a fost introdusă în 1900 de Károly Ereky, fost ministru al agriculturii. Aceste tunuri antifurtună erau destul de primitive, funcționau cu praf de pușcă, încărcare manuală și putere relativ mică și erau în stare să producă explozii doar la intervale foarte mari de timp. Începând de la începutul secolului XX, utilizarea lor a și încetat, probabil datorită eficacității lor nedovedite.



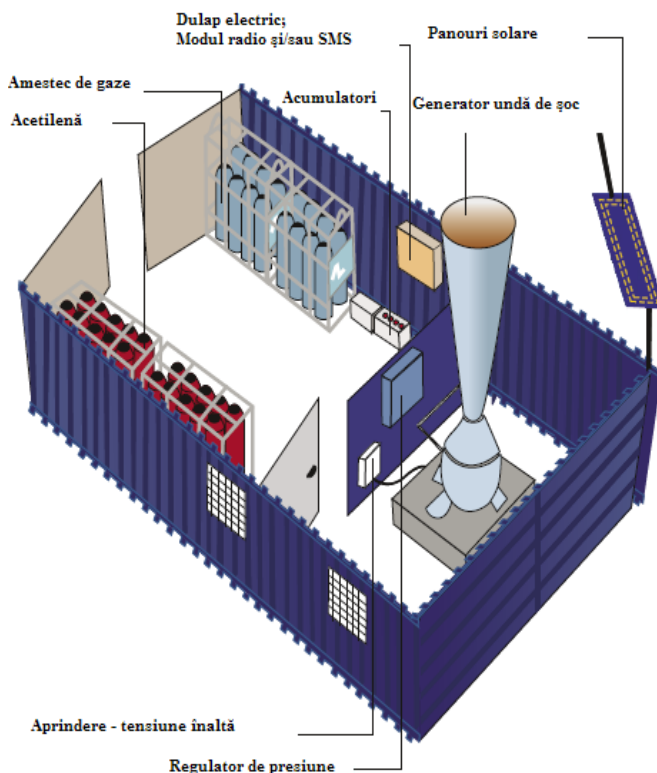
Pornind pe principiile datând din secolul al XIX-lea, apelând la ingineri, și ca rezultat al unei munci de dezvoltare de aproape două decenii, ne-am creat propriul tun antigrindină. Acest tun antigrindină – comparat cu predecesorii săi – se află la un nivel tehnologic mult mai ridicat:



- funcționează cu acetilenă, care este gazul cu cel mai înalt conținut energetic, astfel este capabil să producă explozii mult mai puternice,
- pe deasupra, exploziile se repetă foarte frecvent, la intervale de 6-7 secunde, în mod automat, astfel unda de șoc este „suplimentată” în mod continuu,
- ne stau la dispoziție sistemele moderne de avertizare meteo, care azi fac deja posibilă sesizarea timpurie a norilor de furtună și pornirea din timp a tunului.

Comercializarea tunului antigrindină sub marca „Inopower” a început în toamna anului 2003. Până azi în Europa (Olanda, Belgia, Germania, Polonia, Slovacia, Danemarca, etc. ) au fost puse în funcțiune aproximativ 150 de bucăți. Cele mai multe (70 de bucăți) funcționează în Olanda și în Belgia. În Ungaria tunurile au „intrat în dotare” pentru prima dată în 2010, fiind puse atunci în funcțiune 8 instalații.

## Construcția tunului antigrindină



Tunul antigrindină este montat într-un container de transport standard cu dimensiunile de 6,0 x 2,4 m, având următoarele părți principale: generatorul de undă de șoc, butelii de acetilenă, motor turbo sau în absența acestuia butelii cu aer comprimat, panou de comandă electric, regulator de presiune, colector solar, acumulatori de 24 V.

Exploziile au loc în generatorul de undă de șoc la intervale de timp de 6-7 secunde, prin amestecarea gazului de acetilenă cu aer, proces care – după pornirea tunului – este automat și reglat electronic. Undele de șoc create de explozii părăsesc camera de explozie printr-o țevă în formă de pâlnie.

Datorită panoului solar și acumulatorilor tunul are o sursă de energie de sine stătătoare, care-i asigură și pe timp de furtună curentul electric necesar.

## Formarea grindinei

Grindina se formează mai ales în norii de furtună de vară (în latină: cumulonimbus). În această perioadă radiația solară încălzește în mod suficient straturile de aer din apropierea solului, totodată straturile superioare sunt răcoroase, astfel aerul cald poate da naștere la curenți ascendenți puternici. Boabele de grindină se formează atunci, când la baza norului de furtună picăturile de apă sunt absorbite de acest curent ascendent puternic. Viteza curentului ascendent poate atinge și 50 m/sec. (180 km/h) și poate antrena foarte rapid picăturile de apă la înălțimi foarte mari. Când picăturile de apă trec de temperatura de zero grade – la altitudinea de cca. 3-4 km – ia naștere așa-numita apă suprarăcită, care atunci încă nu îngheață. Dacă însă curentul ascendent este destul de puternic pentru a ridica picăturile de apă în straturile de aer mai reci de  $-15 - -20^{\circ}\text{C}$  (la altitudini de peste 5-7 km), acolo deja picăturile de apă răcite îngheață și se formează boabele de grindină. Dat fiind faptul, că fiecare furtună are zone de curenți de aer ascendent și descendent, mai devreme sau mai târziu boabele de grindină ajung în curentul descendent. Aici încep să cadă spre suprafața terestră, să se topească odată cu creșterea temperaturii, și trecând prin straturile cu temperaturi și sarcini

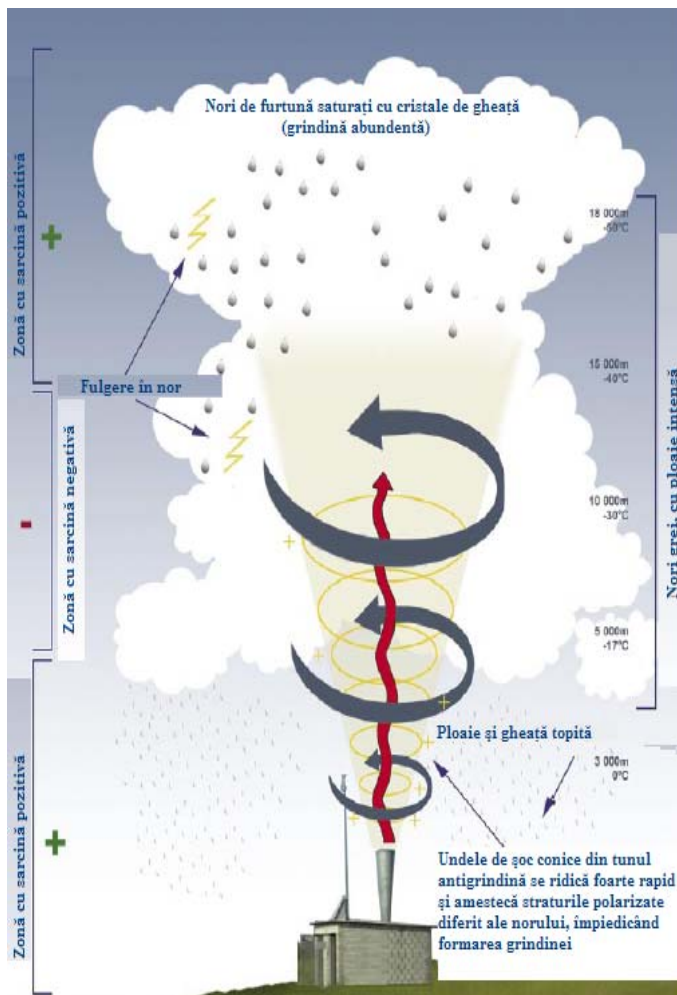


electrice diferite, pe mantaua lor condensează noi straturi de apă, ceea ce duce la creșterea bobului de grindină. Curenții ascendenți apoi ridică din nou bobul de grindină (chiar la 10-15 km), pe care, la temperatura de  $-20 - -40^{\circ}\text{C}$  va îngheța apa condensată pe suprafață. În timp ce bobul de grindină repetă de mai multe ori acest ciclu în norul de furtună, dimensiunea lui crește din ce în ce mai mult și până la urmă atinge o masă critică, care nu mai poate fi susținută nici de curenții ascendenți ai norului de furtună, astfel bobul de grindină începe să cadă. Dacă bobul de grindină nu se topește înainte de atingerea solului, se formează grindina. Cu cât este mai mare energia, viteza curentului ascendent, în interiorul său se pot forma boabe de grindină mai mari. În baza celor prezentate mai sus, trebuie să pornim de la faptul, că formarea grindinei are trei condiții importante:

- existența unei diferențe mari de temperatură între straturile inferioare și superioare de aer (această condiție este împlinită preponderent în perioada mai-septembrie),
- ca rezultat, se întâlnesc mase de aer rece și cald, în care aerul cald are un flux ascendent, iar aerul rece un flux descendent,
- stratificarea aerului conform sarcinilor electrice pozitive și negative (aceasta stă la baza îngrășării bobului de grindină în modul descris mai sus).

### Mecanismul de acțiune al tunului antigrindină

Principiul de bază al funcționării tunului antigrindină o constituie faptul, că undele de șoc de mare energie, încărcate pozitiv, care iau naștere în camera de explozie la intervale de 6-7 secunde, respectiv circulația provocată de undele de șoc – datorită efectului Venturi – amestecă straturile pozitive și negative de aer, eliminând astfel una din condițiile foarte importante ale îngrășării boabelor de grindină, pe nume stratificarea aerului pe baza încărcării electrice. Dispozitivul poate transmite nemijlocit undele de șoc în atmosferă până la altitudinea de 3-4 km, dar acestea, în baza efectului domino, după o perioadă de funcționare de 15-20 de minute, vor „construi” circulația de amestecare a sarcinilor până la o altitudine de peste 10 km. Tunul antigrindină poate „distrage” norul de furtună într-un cerc cu raza de de mai mulți km la o altitudine de 8-10 km, protejând la sol cu un grad mare de siguranță un cerc cu o rază de 500-600 m (cca. 80-100 hectare).



## **Operarea tunului antigrindină**

Una din condițiile cele mai importante ale operării efective a tunului antigrindină este pornirea lui cu cel puțin 20 de minute înainte de sosirea furtunii, doar astfel având timp suficient pentru a porni curenții, circulația în atmosferă care să distrugă norul de furtună.

Tunul este deci un mijloc preventiv: nu poate distruge boabele de grindină deja formate, ci „doar” împiedică, îngrădește formarea acestora, din această cauză este foarte importantă pornirea lui din timp.

Urmărirea formării furtunilor și al traseului acestora și astfel luarea deciziei de pornirea din timp a tunului antigrindină este ajutată astăzi de diferite sisteme radar, care parțial sunt accesibile public, prin internet (radare de ploaie, de fulgere), parțial sunt sisteme proprii, de uz intern (radare de fulgere, de câmp electric), care pot fi achiziționate împreună cu tunul. Tehnologia protecției antigrindină se compune din ansamblul format din utilaj, om, și sistemele radar de sprijinire a deciziilor, din care nici o verigă nu poate lipsi.

Operarea instalației este simplă, nu impune cunoștințe de specialitate mai aparte, poate fi pornită și oprită manual, prin apăsarea unui buton, sau de la orice distanță, prin mesaj SMS sau apel telefonic.

## **Date economice**

Prețul de bază al tunului antigrindină – inclusiv transportul și punerea în funcțiune în Ungaria, respectiv cu doi ani de garanție – este de 44 000 Euro care poate fi extins cu motorul turbo, radarul de fulgere și radarul de câmp electric (EFM) comandate opțional.

Avantajul instalației este costul relativ scăzut al investiției, deoarece prețul – depinzând de comenzile opționale – este între 11-16 milioane de Ft (44.000-62.000 Euro), astfel în funcție de mărimea ariei protejate la locul respectiv, costul de achiziție pe hectar variază între 150-400 de mii de Ft (500-1.500 Euro). Această sumă nu este mai mare decât prețul a 3-5 tone de mere, cam 10% din recolta unui singur an, timp ce durata de viață a tunului este de cel puțin 10-20 de ani.

Costul anual de operare este de asemenea relativ scăzut, doar suplimentarea acetilenei constituie un cost mai important. În funcție de apărările anuale, putem calcula costuri de 200-400 de mii de Ft anual (700-1400 Euro), care înseamnă o sumă de 10-20 de mii de Ft/ha/an (40-80 Euro) în funcție de aria protejată.

Poate fi considerat tot un avantaj, că poate proteja nu doar plantații, ci și sere, folii, precum și alte construcții vulnerabile, reprezentând o valoare mare, sau orice alte culturi de o valoare mare, situate în aria protejată de tun.



## Efectul tunului



(Foto: Viktor Szabó, Kasz-Coop Kft., Derecske, 30 iunie 2010)

### **Producător:**

Clima-systems bv  
Buys ballotstraat 1.  
4507 da schoondijke  
Administrator: Marnix Van Praet  
[www.inopower.be](http://www.inopower.be)  
[www.inopower.eu](http://www.inopower.eu)