

Zaščita pred spomladansko pozebo

Avtorji vsebine:

Andrej Soršak, univ. dipl. inž. kmet.

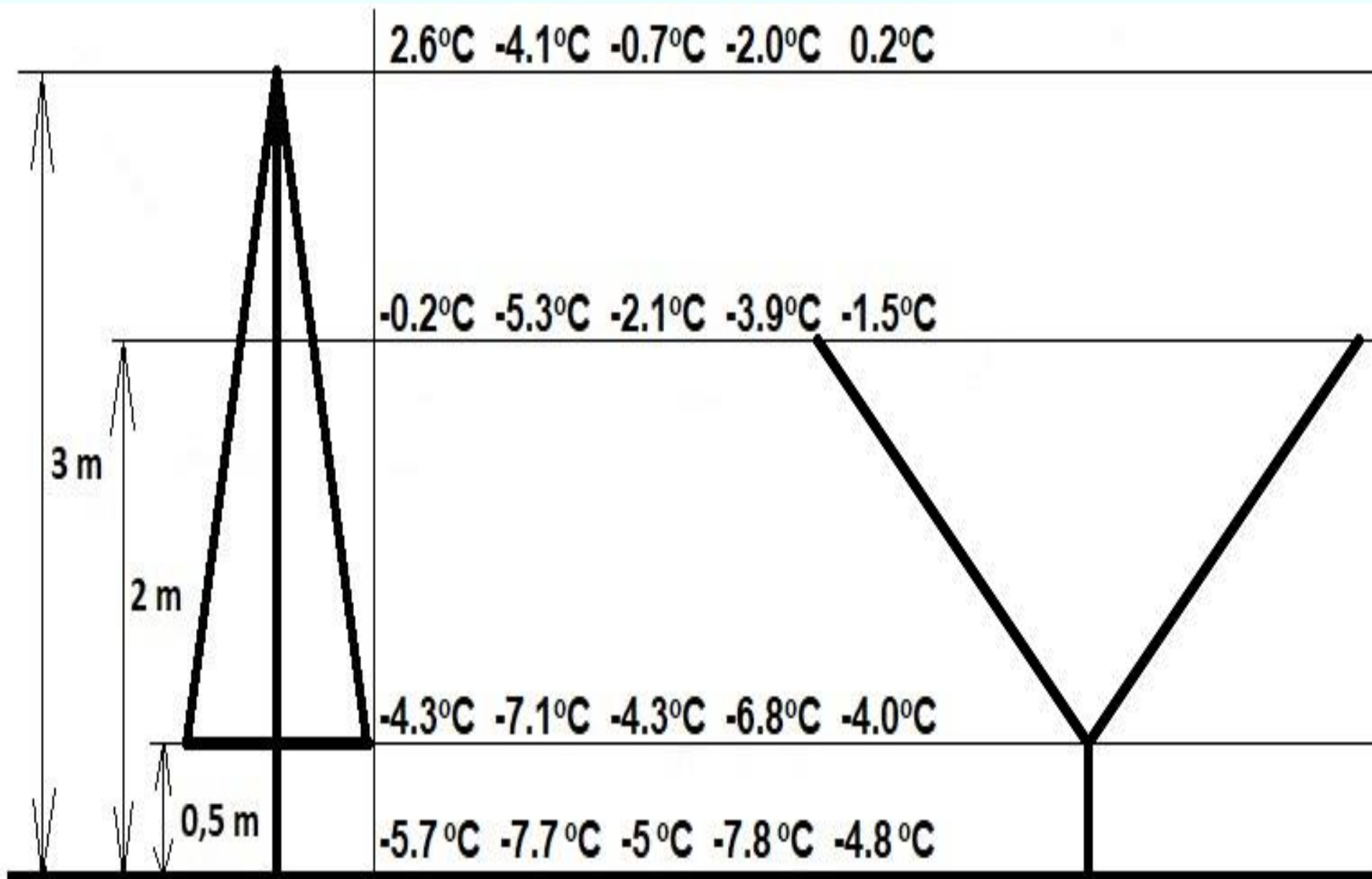
Mag. Zlatka Gutman Kobal, univ. dipl. inž. kmet.

Ivan Kodrič, univ. dipl. inž. kmet.

Dr. Darinka Koron, univ. dipl. inž. kmet.

Tel.: 031 346 351 E - mail: ivan.kodric@gmail.com

- **Spomladanske pozebe so v zadnjih desetletjih vse pogostejše in povzročajo vedno večje gospodarske škode tudi v sadjarstvu.**
- **Pri padcu temperatur pod ničlo pride do pozebe, če je sadna vrsta v občutljivi fenofazi.**
- **Zaradi višjih povprečnih temperatur prihaja do zgodnejšega fenološkega razvoja, brstenja in cvetenja vseh sadnih vrst in večje občutljivosti za spomladanske pozebe.**
- **Če se v marcu in aprilu dvigne povprečna temperatura za 1° C, lahko pričakujemo za 4 do 10 dni zgodnejše cvetenje vseh sadnih vrst in posledično večjo nevarnost izpada pridelka sadja zaradi spomladanskih pozeb.**



	Bilje		Maribor	
obdobje	1992-2017 26 let	%	1998-2017 19 let	%
Število dni z minimalno temperaturo pod 0°C	20	3	46	6
Število let z minimalno temperaturo pod 0°C	10	38	16	84
Število dni z minimalno temperaturo pod -1°C	13	2	28	4
Število let z minimalno temperaturo pod -1°C	7	27	14	74

Število dni in let z minimalnimi temperaturami pod ničlo na meteoroloških postajah Bilje in letališče Edvarda Rusjana Maribor v mesecu aprilu na 2 m višine

Energetska bilanca tal

Tla prejemajo toploto od sonca v obliki kratkovalovnega sevanja, ki se delno odbije od tal, ostalo pa vpije v tla in jih segreje.

Tla sama pa oddajajo toploto v ozračje in vesolje v obliki dolgovalovnega infrardečega sevanja.

Velike molekule v zraku predvsem vodna para in ogljikov dioksid vpijejo to dolgovalovno sevanje in ga ponovno usmerijo proti zemlji. V oblačnih nočeh z nizko in debelo oblačnostjo se tla ne morejo ohladiti pod ničlo in ne pride do pozebe.

V jasnih nočeh so izgube toplote tako velike, da se tla in zrak tik nad njimi ohladijo tudi do $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ali celo do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ in pride do pozebe.

Če je zrak suh prihaja tudi do izparevanja vode iz listov – transpiracije, pri kateri se porabi veliko energije in tako prihaja še do dodatnega ohlajanja rastlin.

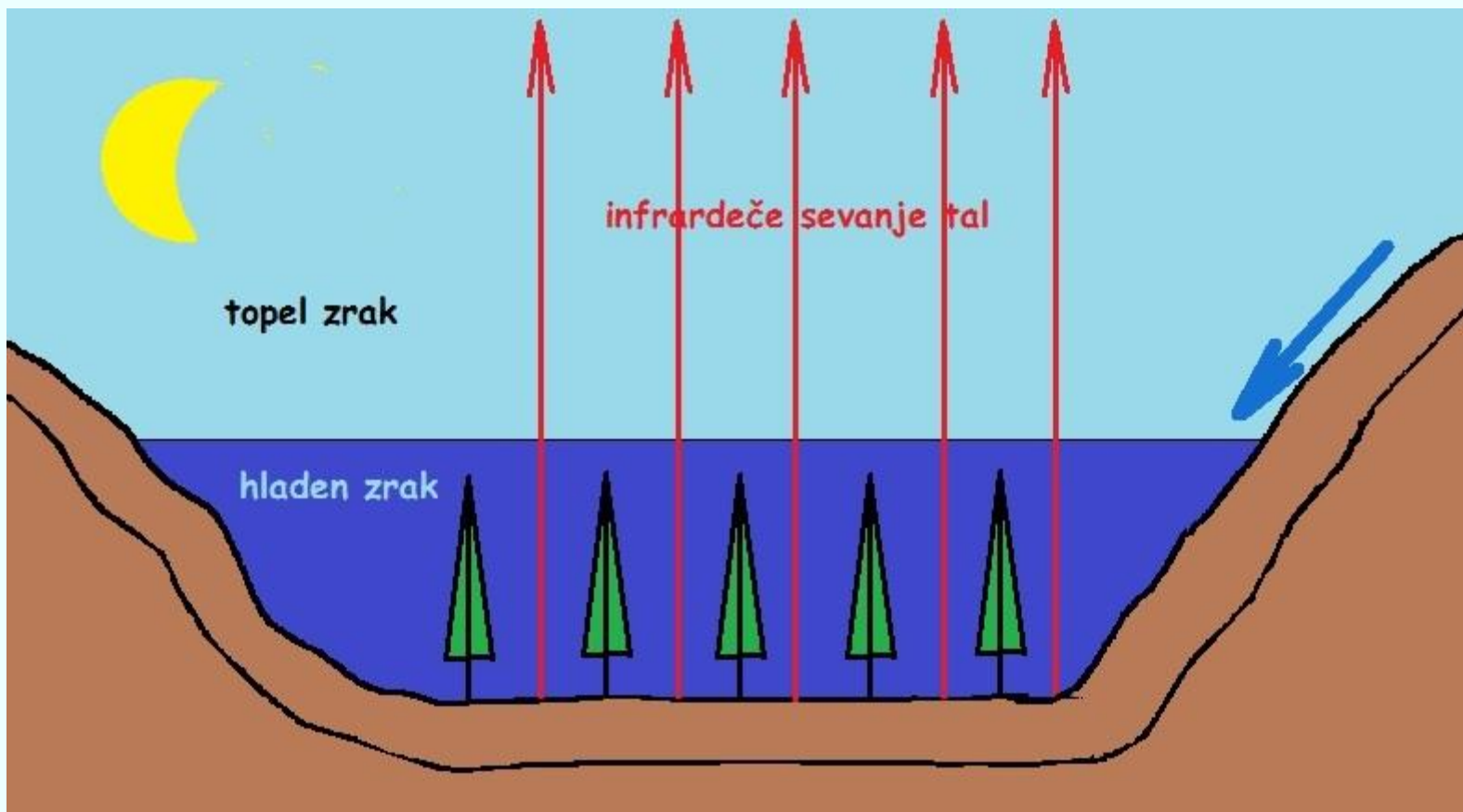
Fizikalne lastnosti vode odločilne pri nastanku pozeb in pri različnih metodah zaščite pred pozebo

Lastnosti vode	kJ/kg	kcal/kg
Specifična toplota vode	4,2 /°C	1 /°C
Talilna toplota	335	80
Izparilna toplota	2260	540
Toplota izhlapevanja pri 20 °C	2454	586
Sublimacija – izhlapevanje ledu	2830	676



Temperat.	°C	35	30	25	20	15	10	5	±0	-5	-10
gostota zraka	kg/m ³	1,1455	1,1644	1,1839	1,2041	1,2250	1,2466	1,2690	1,2922	1,3163	1,3413

Pri ohlajanju se gostota zraka stalno povečuje. Hladnejši zrak je težji in se nabira v kotlinah in dolinah in tudi v najnižjem delu sadovnjaka - depresiji.



VRSTE POZEB:

Radiacijske

Adveksijske

Kombinirane

Evaporacijske



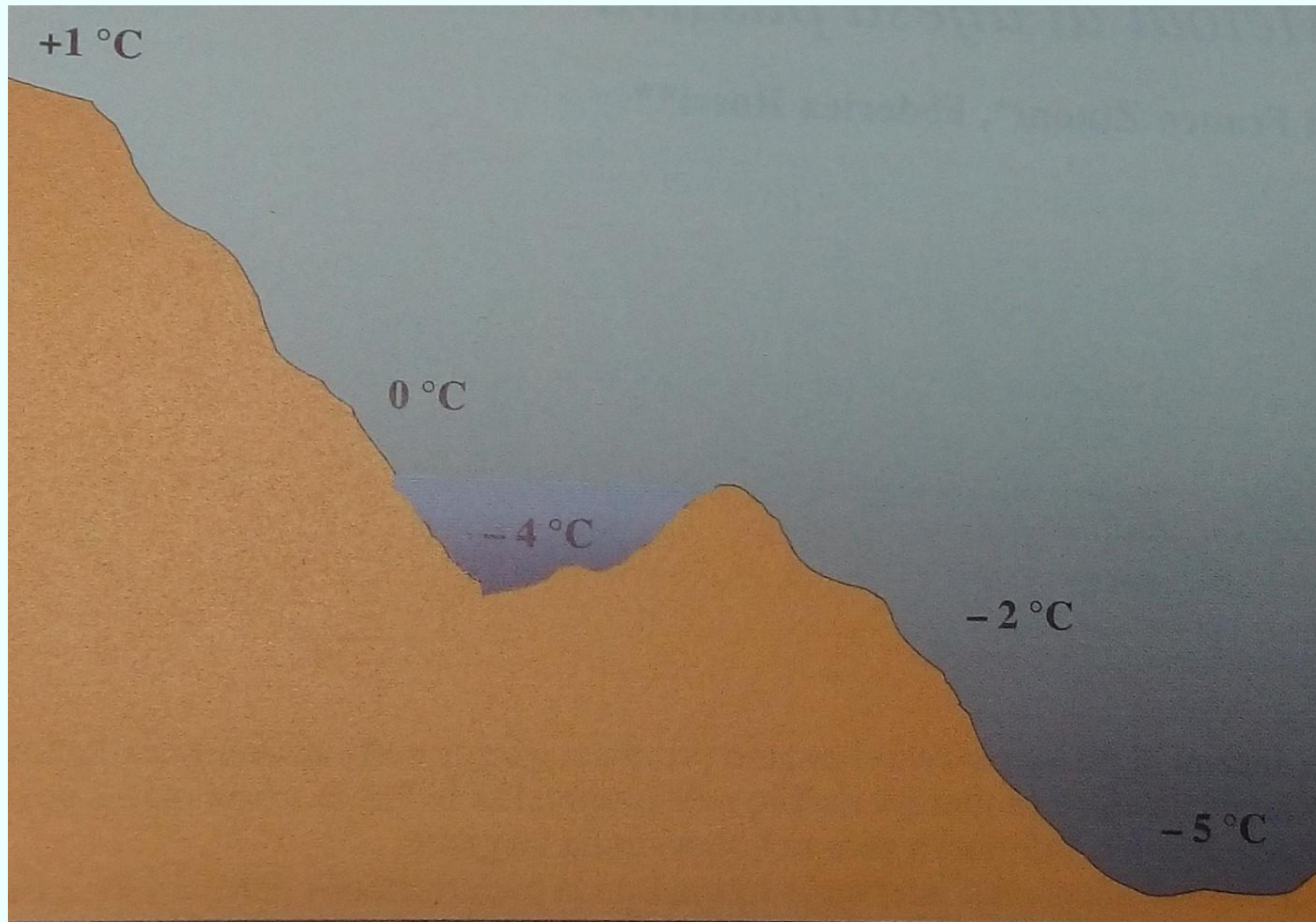
Radiacijske pozebe

Radiacijske pozebe nastanejo zaradi dolgovalovnega sevanja tal ali radiacije.

Podnevi je sončno in brez vetra, ponoči ob jasnem nebu, pa se temperatura začne počasi spuščati zaradi dolgovalovnega sevanja tal, s katerim tla oddajajo toploto in se ohlajajo ter ohlajajo tudi plast zraka ob njih. Mrzel zrak ob tleh se začne zaradi svoje večje gostote in teže pretakati v najnižje dele zaprtih dolin in kotlin – pozebne lege.



Zaradi brezvetrja prihaja do ustvarjanja inverzije, to je nabiranje najhladnejšega zraka ob tleh. Z višino se temperatura zraka dviguje in šele na večjih višinah se začne spet spuščati.



Plast hladnega zraka je razmeroma tanka. Ta tip pozebe nastane zaradi hladnih zračnih mas, ki se s severa Evrope počasi spuščajo proti jugu. Največkrat ga spremlja pojav slane, če pa je vlažnost zraka zelo nizka, pa lahko nastane pozeba tudi brez slane.

Vlažna in zbita tla vpijejo čez dan veliko več toplote kot lahka in suha tla. Zaradi tega ne obdelujemo tal pred pozebo in če so presuha, jih prej namočimo.

Negovana ledina odbije več sončnega sevanja podnevi in ponoči odda več toplote zaradi transpiracije – izhlapevanja vode preko listov.

Pred nevarnostjo pozebe je treba pomulčiti travo tik nad tlemi, da uničimo večino listne mase, da bodo izgube toplote s transpiracijo čim manjše.

Adveksijske pozebe

Pozebe zaradi advekcije ali dotoka hladnega zraka nastanejo zaradi velikih arktičnih zračnih mas, ki se gibljejo zelo hitro proti jugu.

Podnevi je hladno, včasih oblačno in vetrovno z severovzhodnimi vetrovi. Ponoči ali že zvečer, ko preneha veter, se temperatura hitro spusti pod ničlo. Plast hladnega zraka je zelo debela.

Zaščita proti taki pozebi je zelo težka.

Kombinirane pozebe

Največkrat pridejo s hladno fronto polarne zračne mase s temperaturami okrog 0°C ali le nekaj stopinj nad ničlo in pustijo jasno nebo ali nebo z redko visoko oblačnostjo in razmeroma suhim zrakom. Ko se naslednjo noč veter poleže, pride do radiacijske pozebe z zelo nizkimi temperaturami – tudi do -10°C.

Evaporacijske pozebe

So relativno redke in nastanejo ob posebnih pogojih, ko so rastline omočene, je nizka zračna vlažnost, temperatura okrog 0°C in je prisoten močan veter. Voda na rastlini izhlapeva in pri tem porablja veliko energije in rastlinske organe ohladi nekaj stopinj pod ničlo ter jih poškoduje.

OBČUTLJIVOST RAZLIČNIH SADNIH VRST NA NIZKE TEMPERATURE JE ODVISNA OD:

- sadne vrste**
- sorte**
- razvojne faze**
- lege**



Na nekoliko bolj zaprtih hladnih legah, ki so pozimi dalj časa v senci, je razvoj poznejši in taka lega utрпи manj škode po spomladanski pozebi kot tipične preksončne sadjarske lege na isti nadmorski višini.

Debeloplodne sadne vrste

5 % oplojenih cvetov – poln pridelek

Drobnoplodne sadne vrste

20 % oplojenih cvetov – poln pridelek

90 % pozeba cvetov pri breskvi ne napravi pomembne škode, pri češnji pa je škoda že zelo velika.

Pri ocenjevanju poškodb cvetov se v glavnem ugotavlja lažje opazne poškodbe oziroma uničenje semenskih zasnov ali plodnic, ne vidijo pa se morebitne poškodbe brazd in pestičev, ki lahko onemogočijo oprašitev in oploditev in zato so lahko te ocene samo približne. Končno oceno škode po pozehi je možno podati šele po končanem junijskem trebljenju plodičev.



Jablane



Fenofaze	A Zimski brst	B Nabrekanje brstov	C Brstenje	C ₃ mišja ušesa
Kritična temp. °c		-7	-4	-4
10 % poškodb pri °c		-9,4	-7,7	-5
90 % poškodb pri °c		-16,7	-12,2	-9,4



Fenofaze	D-D ₃ Vidni zeleni cvetni brsti	E-E ₂ rdeči brsti, stadij balona	F začetek cvetenja
Kritična temp. °c		-2,2	-2
10 % poškodb pri °c	-2,8	-2,2	-2,2
90 % poškodb pri °c	-6,1	-4,4	-3,9



Fenofaze	F ₂ polno cvetenje	H konec cvetenja	I debeljenje plodičev
Kritična temp. °c	-1,8	-1,6	-1,6
10 % poškodb pri °c	-2,2	-2,2	-2,2
90 % poškodb pri °c	-3,9	-3,9	-3,9



**Uničeni odprti cvetovi po
pozebi pri temp. $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$.
Med zaprtimi je preživel
le majhen delež plodnic**



ZAŠČITA PRED POZEBO

Pasivna in aktivna

Pasivna:

Pasivna zaščita ima omejen učinek in se izvaja predvsem tam, kjer ni možnosti za aktivno zaščito ali pa kot preventivni ukrep in jo sestavljajo večinoma tehnološki ukrepi.

- **Načrtovanje nasadov**
- **Izbor lokacije**
- **Odvajanje hladnega zraka**
- **Izbor sadnih vrst, sort in podlag**
- **Arhitektura dreves**
- **Pravočasna in pravilna rez**
- **Protitočne mreže in zaščitne folije ter tekstil**
- **Prehrana sadnih rastlin**
- **Izbor sort**
- **Beljenje debel**
- **Nega tal in namakanje**
- **Pokrivanje jagod s plastičnimi tuneli in vrtnarskimi koprenami bi lahko šteli tudi k aktivni zaščiti**

Aktivna zaščita

- **Klasično oroševanje nad krošnjami**
- **Oroševanje nad krošnjami z mikrorazpršilci**
- **Oroševanje ozkih dreves ali vinogradov nad krošnjo**
- **Oroševanje pod krošnjami z mikrorazpršilci**
- **Ogrevalni sistemi**
- **Parafinske sveče**
- **Vetrnice**
- **Helikopterji**
- **Dimljenje**
- **Megljenje**
- **Zakasnitev cvetenja z oroševanjem**

Aktivna zaščita

- **Za aktivno zaščito so potrebne dovolj natančne meteorološke napovedi pozeb in ustrezna sredstva za izvajanje ukrepov ter veliko znanja in natančnosti pri izvajanju.**
- **vremenska napoved**
- **mikrometeorološke napovedi v povezavi z reliefom**
- **alarmni sistem z mobilnim telefonom ali radijsko zvezo**
- **avtomatika za vključitev črpalk**
- **dežurstvo – merjenje temperatur**

➤ psihrometer (suhi in mokri termometer), minimalno maksimalni termometer – natančni in umerjeni



Izvajanje meritev

- **Psihrometer postaviti na 0,5 m višine na najnižjo točko nasada ali v depresijo**
- **Vsaj še dva ali več termometrov na višini 0,5 m izven nasada in na višini 1,5 do 2 m v nasadu**
- **Uporabi se lahko različne izvedbe digitalnih termometrov ali zapisovalcev temperature, ki pokažejo tudi čas trajanja nizkih temperatur**
- **Pri navadnih termometrih je treba voditi ustrezno evidenco izmerjenih temperatur**
- **Meritve ne izvajati ob vodotokih, ampak 50 do 100 m stran, ker so ob tekoči vodi temperature višje vsaj za 1 °C ali več ne glede na najnižjo točko nasada.**

Klasično oroševanje nad krošnjami

- Oroševanje proti pozebi je način zaščite, pri katerem se celoten nasad pokrije z umetnim dežjem.
- Zaščita je zasnovana na fizikalnem pojavu, da voda ob zmrzovanju oddaja toploto, in sicer vsak kg vode 335 kJ (80 kcal), ob ohlajanju pa odda vsak kg 4,2 kJ (1kcal)/°C.
- Temperatura ledu se ne spusti pod 0 °C, dokler vsa voda ne zmrzne.

Sistem oroševanja nasadov proti pozebi se je v Evropi prvič uporabil že pred 60 leti (1957), v Ameriki še prej, pri nas pa pred nekaj več kot 35 leti (Miren – nasad hrušk).







Prozoren led je znak pravilnega in uspešnega oroševanja

Bel ali mlečni led ponoči pomeni mraz in podhlajevanje zaradi evaporacije







Izgube toplote iz nasada

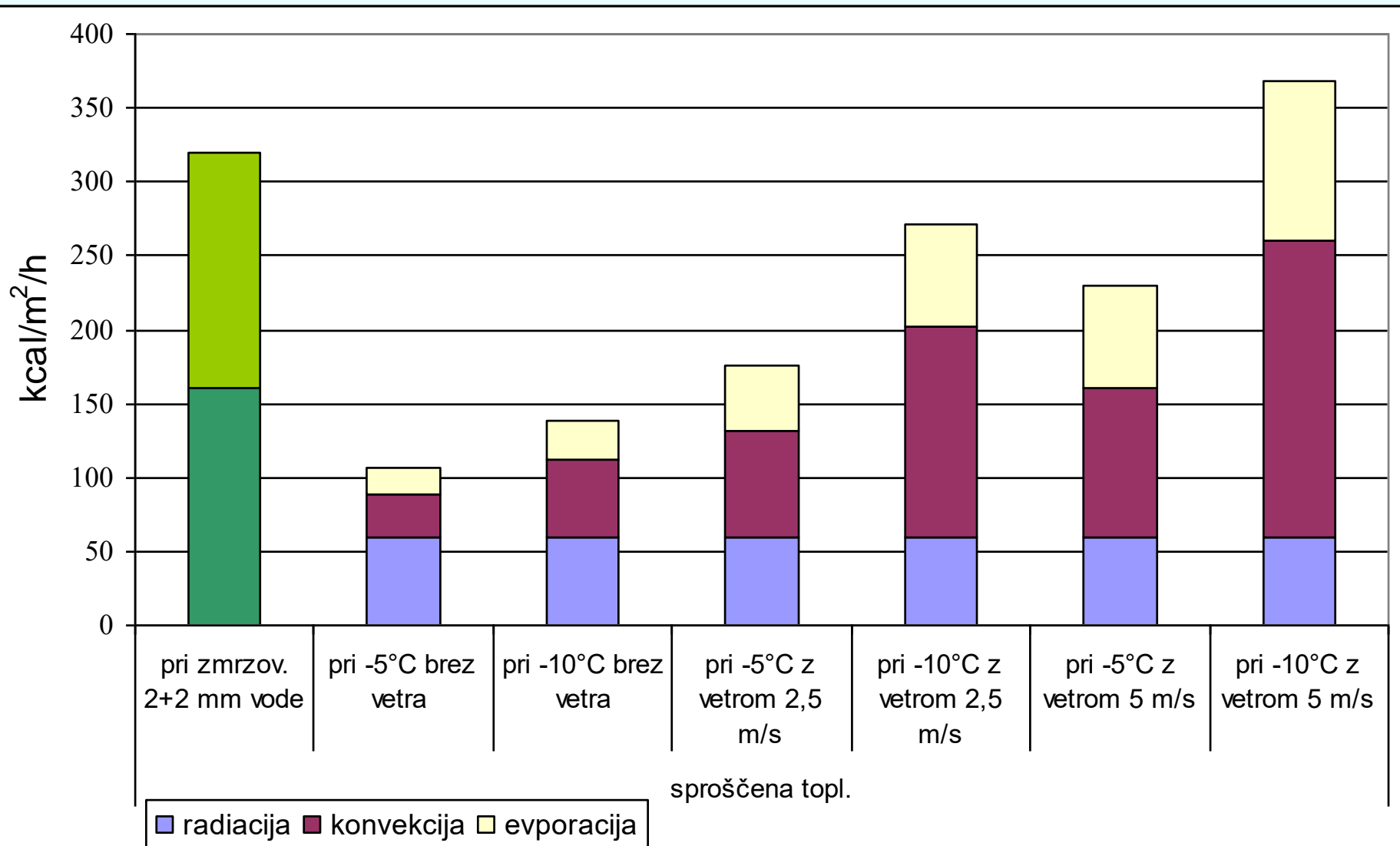
Podatki o izgubah toplote iz tal se med različnimi avtorji razlikujejo, vendar pa ostajajo osnovne usmeritve podobne ali enake.

Vrsta izgube	$\text{kJ/m}^2/\text{h}$	$\text{kcal/m}^2/\text{h}$
Radiacija ali sevanje	252 – 376	60 - 90
Termokonvekcija 1. vir	3,8 - 1657	1 – 396
Termokonvekcija 2. vir	45 - 420	10 - 100
Evaporacija 1. vir	0,04 – 18,3	0 - 4
Evaporacija 2. vir	84 - 210	20 - 50

Termokonvekcija je odvisna od vetra, evaporacija pa od vetra in relativne vlažnosti zraka.

Dovajanje toplote v nasad in izgube

Pri vetru 5 m/s rabimo 4 mm padavin, da pokrijemo vse izgube toplote do -7°C



izgube toplote	brez vetra		z vetrom 2,5 m/s		z vetrom 5 m/s	
	pri - 5°C	pri - 10°C	pri - 5°C	pri - 10°C	pri - 5°C	pri - 10°C
radiacija	60	60	60	60	60	60
konvekcija	28	52	72	142	100	200
evaporacija	18	27	44	69	70	108
izgube skupaj	106	139	176	271	230	368
dodana topl. z 2 mm vode	160	160	160	160	160	160
bilanca	+	+	-	-	-	-
dodana topl. s 4 mm vode	320	320	320	320	320	320
bilanca	+	+	+	+	+	-

Izvedba klasičnega oroševanja

Pri klasičnem oroševanju je za uspešno zaščito pred pozebo potrebno dodati zadostno količino vode. Priporočena doza je 4 mm padavin ali litre na kvadratni meter na uro za temperature do $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ in 6 – 7 mm za nižje temperature.

Razpršilci morajo za en obrat porabiti manj od 40 sekund. Razpršilce, ki se vrtijo prepočasi, a so primerni za oroševanje proti pozebi, naravnamo z zatezanjem vzmeti pod kapico.



Čimprej moramo ustvariti visoko zračno vlago, da preprečimo izgube zaradi izhlapevanja. Oroševanje je učinkovito le ob brezvetrju oz. le ob zelo šibkem vetru z manjšo hitrostjo od 3 do 4 m/s. Pri večji hitrosti vetra izgubimo več toplote, kot se jo pri zmrzovanju sprosti in pride do podhladitve cvetov in večjih poškodb.



Čim večjo površino orošujemo, boljši je učinek, ker se temperatura celotnega območja dvigne za 2 do 3 °C. Pri oroševanju majhnih parcel, bomo imeli na zunanjih vrstah, če so slabo orošene, celo večje poškodbe kot na neoroševanih.

Učinkoviti namakalni sistemi za protislansko zaščito

razpršilci na 15 - 16 x 15 m s šobami premera 3,8 - 4 mm ali

17,5 - 18 x 18 m s šobami premera 4,2 mm

Razdalje med razpršilci = domet razpršilcev

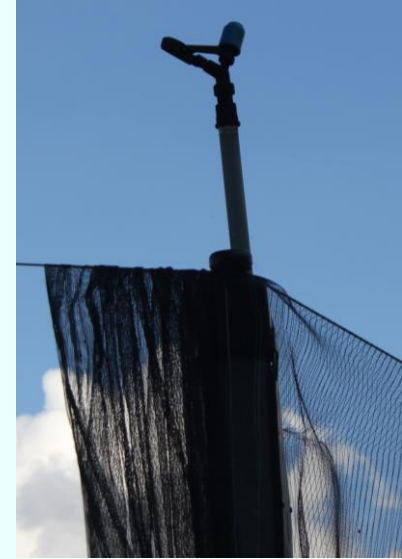
2 do 4 kratno prekrivanje

intenziteta dežja pri 4 barih približno 4 mm padavin na uro

koristen domet razpršilcev za 20% manjši od dejanskega

Visok koeficient uniformnosti – okrog 90 %

Večina izdelovalcev razpršilcev je v svojih prospektih navajalo precej večje razdalje med linijami in razpršilci, vendar so se taki sistemi pokazali neuspešni pri nižjih temperaturah, tudi zaradi različne intenzitete padavin, ki jo dajo na različni oddaljenosti od razpršilca in je po izkušnjah najmanjša tik ob razpršilcu, ki ima samo eno šobo. Koeficienta uniformnosti ne navajajo.





Prav tako se ne smejo uporabljati sektorski razpršilci za zaščito pred pozebo, ker pri nižjih temperaturah (pod -3 ali -4°C) zamrznejo in se zaustavijo. Ob poti in na koncu nasada je treba postaviti ustrezne kovinske ščitnike ob normalnih razpršilcih, da se prepreči oroševanje poti, kjer se ustvari poledica in lahko pride do nesreč.





Zadnji razpršilec s ščitnikom bi moral biti nameščen pred drevesom. Obstaja nevarnost, da prevelika količina ledu polomi drevo

Najbolj uporabljeni razpršilci na Južnem Tirolskem so Kofler, Perrot, Komet in Rolland, pri nas pa Perrotov ZS 30, Kometova Polar in Eskimo, Naandanjain 233 B ter Sime idromeccanica Koala.

Na razpolago so še makrorazpršilci z dometom 6 do 8 m in enakimi priporočenimi razdaljami Naandanjain Mamkad 16 in Super 10 ter Netafim Meganet. Pritiski 2 do 5 bar.



233B Performance Table

Precipitation rates (mm/hr) and uniformity (CU) at various spacing

Sleeve Color	Nozzle Color (mm)	P (bar)	Q (m ³ /h)	D (m)	Spacing (m)							
					12x12	12x15	12x18	15x15	15x18	18x18	18x20	20x20
Red	3.5x2.5L Blue	3.0	1.240	27.0	8.6	6.9	5.7	5.5	4.6	3.8		
		4.0	1.430	29.0	9.9	7.9	6.6	6.4	5.3	4.4		
		5.0	1.620	29.0	11.3	9.0	7.5	7.2	6.0	5.0		
	4.0x2.5L Black	3.0	1.490	29.0	10.3	8.3	6.9	6.6	5.5	4.6		
		4.0	1.740	29.0	12.1	9.7	8.1	7.7	6.4	5.4		
		5.0	1.950	29.0	13.5	10.8	9.0	8.7	7.2	6.0		
	4.5x2.5L Brown	3.0	1.790	30.0	12.4	9.9	8.3	8.0	6.6	5.5	5.0	
		4.0	2.070	31.0	14.4	11.5	9.6	9.2	7.7	6.4	5.8	
		5.0	2.320	32.0	16.1	12.9	10.7	10.3	8.6	7.2	6.4	
Black	5.0x2.5L Purple	3.0	2.110	32.0	14.7	11.7	9.8	9.4	7.8	6.5	5.9	5.3
		4.0	2.400	34.0	16.7	13.3	11.1	10.7	8.9	7.4	6.7	6.0
		5.0	2.690	35.0	18.7	14.9	12.5	12.0	10.0	8.3	7.5	6.7
	5.5x2.5L Orange	3.0	2.390	34.0	16.6	13.3	11.1	10.6	8.9	7.4	6.6	6.0
		4.0	2.760	37.0	19.2	15.3	12.8	12.3	10.2	8.5	7.7	6.9
		5.0	3.090	39.0	21.5	17.2	14.3	13.7	11.4	9.5	8.6	7.7
	6.0x2.5L Red	3.0	2.700	37.0	18.8	15.0	12.5	12.0	10.0	8.3	7.5	6.8
		4.0	3.160	37.0	21.9	17.6	14.6	14.0	11.7	9.8	8.8	7.9
		5.0	3.540	40.0	24.6	19.7	16.4	15.7	13.1	10.9	9.8	8.9

Color code - Distribution uniformity	CU > 92%	CU 88-92%	CU 85-88%	CU < 85%
--------------------------------------	----------	-----------	-----------	----------

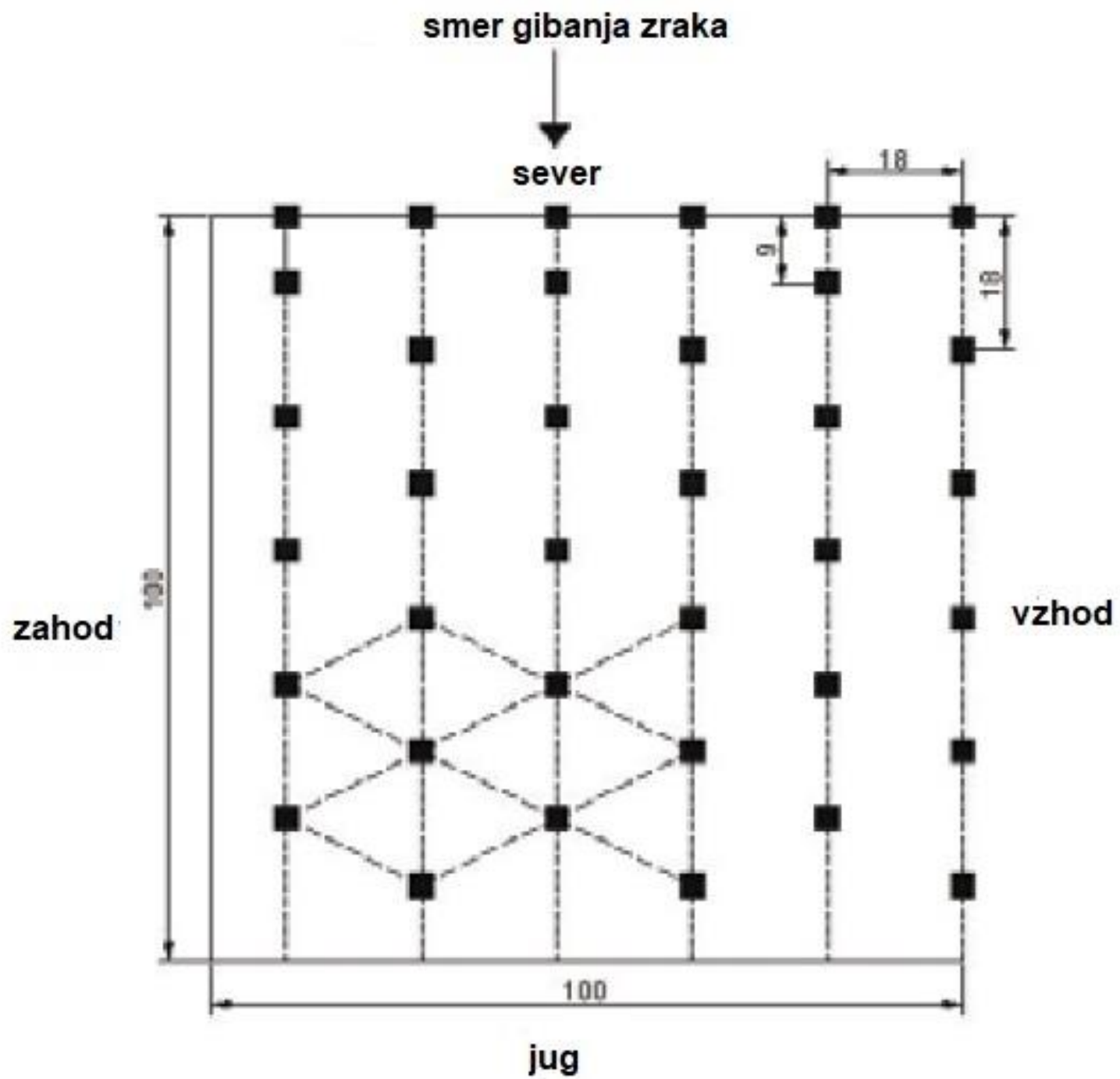
Rear nozzle color: 2.5L - grey

Do not change nozzles from Red Sleeve group to Black Sleeve Group or vice-versa.

* Performance table prepared under laboratory conditions

* For windy conditions use closer spacing





- **Pri temperaturah do -2 °C lahko uporabimo nižje pritiske, ki nam dajo manjšo intenziteto padavin in s tem prihranimo precejšnjo količino vode.**
- **Ko pa se temperatura spušča pod – 2 °C moramo uporabiti vsaj 4 mm padavin na uro.**
- **5 bar → 3 bare prihranimo 23 % vode**
- **5 bar → 1,5 bar prihranimo 45 % vode**
- **Pri konkretni postavitvi razpršilcev v nasad in izračunu intenzitete iz pretoka razpršilcev lahko dobimo namesto 4 mm tudi 6,6 mm padavin/h, kar pomeni, da rabimo za 1 ha namesto 40 kar 66 m³ vode/h.**



Priprava oroševalnega sistema na obratovanje

Že nekaj dni pred nevarnostjo pozebe je treba preveriti delovanje celotnega sistema in očistiti šobe na razpršilcih, sesalni koš, sesalno cev, tesnilo na osi črpalke, morebitne filtre. Sistem bo zanesljivo deloval šele po nekaj urah obratovanja.

Če namočimo tla se bo povečala kapaciteta tal za sprejemanje toplote in tudi prevodnost tal za toploto. Tla se bodo globlje segrela in oddajala toploto iz globljih plasti in s tem zakasnila pojav pozebe. Namakanje je koristno tudi tam kjer nimamo možnosti oroševanja proti pozebi zaradi pomanjkanja vode.

Namakanje izvedemo nekaj dni pred napovedano pozebo.

Travo v nasadu pomulčimo, da zmanjšamo izgube toplote zaradi transpiracije

Začetek oroševanja nad krošnjo






Za učinkovito zaščito je zelo pomemben začetek oroševanja. Z oroševanjem začnemo od faze polnega cvetenja naprej, ko se temperatura **mokrega termometra** na 50 cm višine spusti na $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ oz. na $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ za občutljive sadne vrste oz. ko doseže kritično temperaturo za določeno sadno vrsto in fenofazo.





V stadiju balona so breskve po naših izkušnjah prenesle tudi -5°C oziroma je ostalo še vedno dovolj nepoškodovanih cvetov za pridelek.

Oroševanje je smiselno šele, ko je odprtih več kot 80 % cvetov. Pred to fazo bi bilo potrebno oroševanje, če bi bila napovedana pozeba s temperaturami pod -5°C .

Razvojni stadij po Fleckingerju	jablane prenesejo do °C	začetek oroševanja pri °C mokrega termometra
C 	- 10	- 4
D 	- 8	- 3
E2 	- 5	- 2
F 	- 3	- 0,5
F2 	- 1	0

Konec oroševanja nad krošnjo

Oroševalni sistem mora delovati neprekinjeno, dokler se zjutraj ne dvigne temperatura mokrega termometra nad 0°C ali 1°C merjeno izven oroševanega nasada.

Če takrat piha veter, je treba to upoštevati in prenehati z oroševanjem pri višji temperaturi.

izparilna toplota vode = 2260 kJ/kg = skoraj 7 kratna talilna toplota (335 kJ/kg)

izhlapevanje ledu = 2594 kJ na kg = skoraj 8 kratna talilna toplota



Sprememba barve ledu v belo zjutraj po sončnem vzhodu pomeni, da se bo kmalu lahko prekinilo oroševanje, ker se led začne taliti in pride zrak med vejice in led.

Prednosti in slabosti klasičnega oroševanja

- najbolj učinkovit pri močnih radiacijskih pozebah in tudi kombiniranih radiacijsko adveksijskih
- zahteva dovolj velike količine vode (40 do 60 m³/ha/h) in mora obratovati na celotni površini hkrati – ena pozeba 10 ur porabi 400 do 600 m³ vode/ha

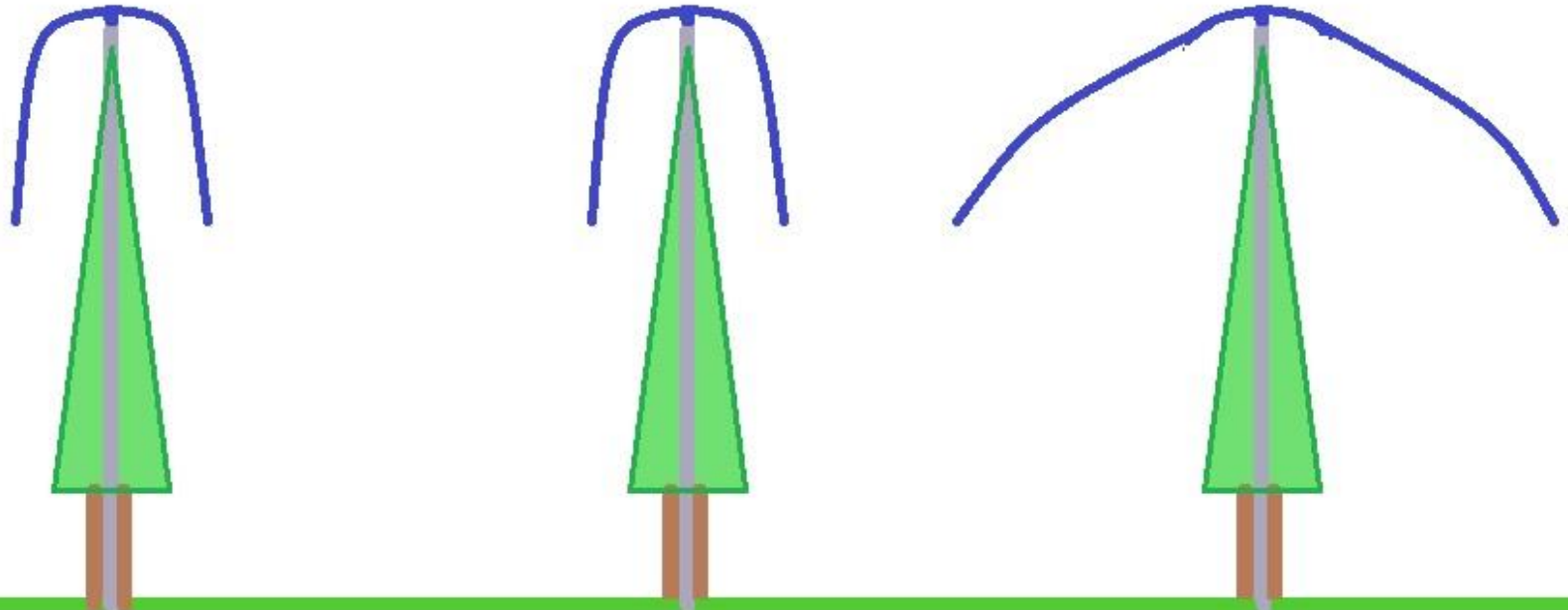


- izpiranje hranil
- poslabšanje strukture tal
- lomljenje vejic, vej in vrhov – mlada drevesa, kotlasta gojitvena oblika
- Na težjih tleh lahko pride do zadušitve korenin



Oroševanje nad krošnjami z mikrorazpršilci

Če je domet mikrorazpršilcev tak, da močijo celoten medvrstni prostor, je tudi poraba vode enaka kot pri klasičnih razpršilcih. Nižji je potreben pritisk (1,5 do 3 bar), kar vpliva na manjše stroške obratovanja. Omočenost dreves je bolj izenačena.





Mikrorazpršilci morajo biti kompenzacijski, dinamični s pretoki od 20 do 90 l/h in premerom oroševane površine od 2 do 4,5 m.

Filtracija vode s filtri gostote 100 do 130 Mesh.

Če je voda bolj umazana, je treba namestiti več vzporedno vezanih filtrov z možnostjo avtomatskega izpiranja brez prekinitve oroševanja.

Peščeni filtri



Diskasti ali lamelni filtri





➤ **2002 Aquasmart (pokončen ali viseč)**



➤ **2005 Aquamaster (pokončen ali viseč)**



➤ **Mamkad 16**



➤ **Super 10**



SuperNet



GyroNet™



MegaNet™



Začetek in konec mikrooroševanja nad krošnjo

Oroševanje se začne, ko pade temperatura mokrega termometra na najbolj hladnem delu nasada na 0 °C. Tudi če bi npr. pri jablanah lahko začeli z oroševanjem zaradi zgodnejše fenofaze kasneje, si tega pri tem sistemu ne moremo privoščiti, ker lahko pride do zamrzovanja vode v cevkah ali mikrorazpršilcih in nasad ne bi bil enakomerno orošen.

Za konec oroševanja velja isto kot pri klasičnih razpršilcih.



Oroševanje ozkih pasov nad vrstami - ciljni razpršilci nad krošnjo – lokalizirano namakanje z razpršilci nad krošnjo

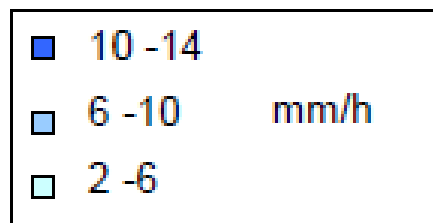
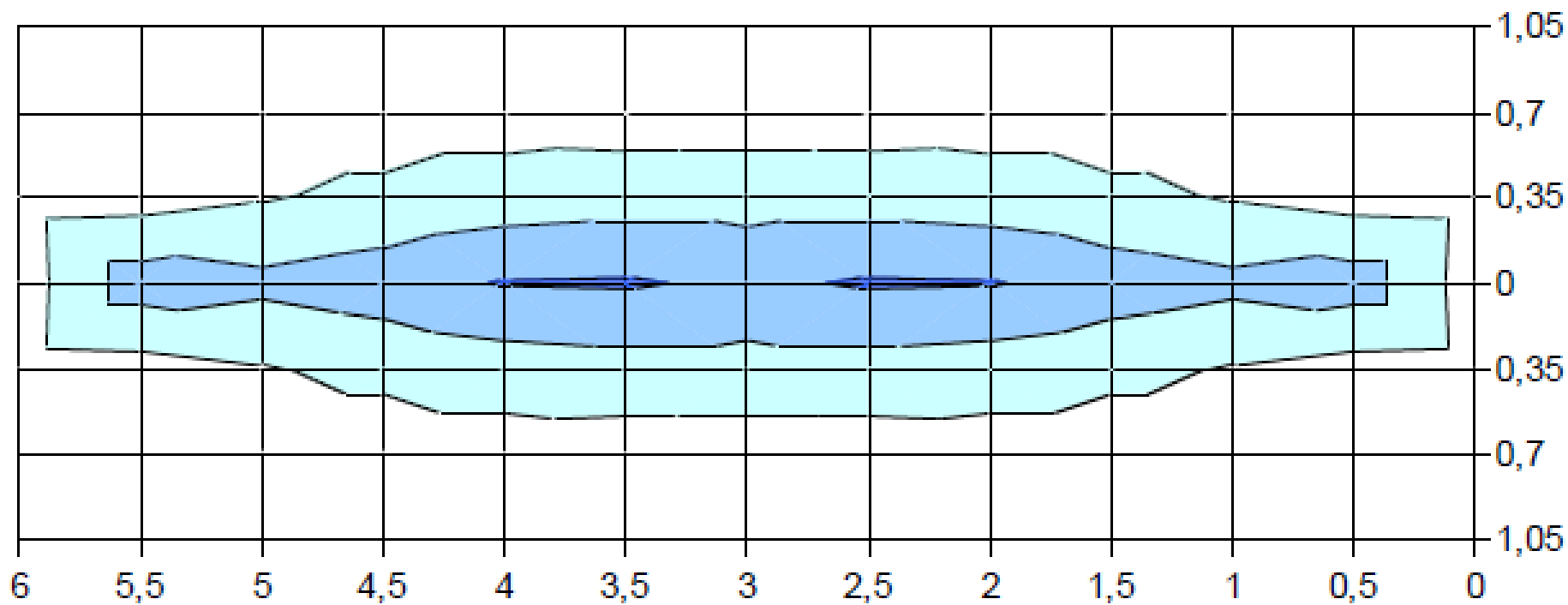
- Velik prihranek vode pri popolni zaščiti
- Občutljivi na veter
- Naandanjain mini razpršilci Flipper Netafim StripNet™



Oroševanje samo krošenj z mini razpršilci Flipper



<http://www.naandanjain.com/index.php?mact=News,cntnt01,print,0&cntnt01articleid=26&cntnt01showtemplate=true&cntnt01returnid=48>



Martin Thalheimer,
Versuchszentrum Laimburg

StripNet™

- Flow regulation
- Strip area protection
- Highly efficient in water consumption

Pokriva 0,5 m širine in 5,5 m dolžine

Postavitev na 5 m

Prihrani do 50 % vode ob večji intenziteti padavin

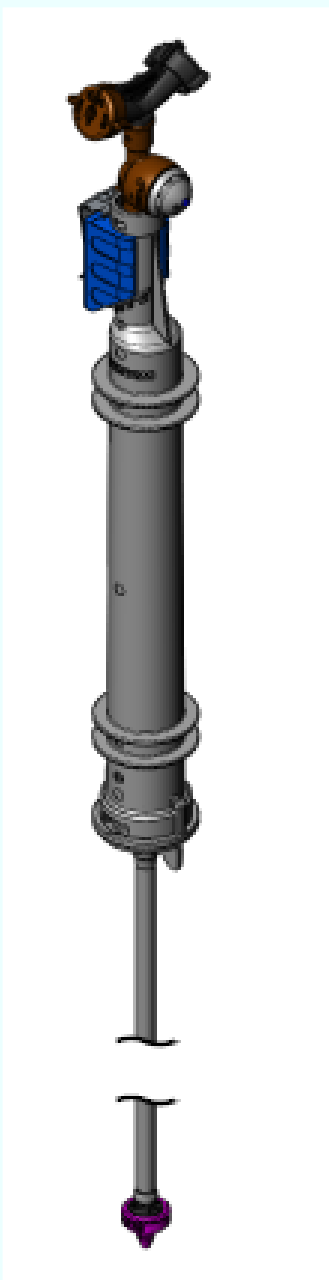


	Deflector	Nominal flow rate (l/h.)	Spacing (m.*m.)	Protected dia. (m.)	Protected area (m2.)
MegaNet sprinkler	24D	450	12*12	total area	144
MegaNet sprinkler	24D	550	12*12	total area	144
SuperNet micro-sprinkler	SR	30	4*3	3	7.1
SuperNet micro-sprinkler	SR	40	4*5	4	12.6
StripNet Pro micro-emitter	-	31	5*2.5	5*0.5	2.5
StripNet Pro micro-emitter	-	31	5*3.0	5*0.5	2.5

	Precipitation rate (mm/h.)	Units p/ha.	Total flow rate (l/h.)	Total flow rate (m3/h.)
MegaNet sprinkler	3.13	69	31250	31.3
MegaNet sprinkler	3.82	69	38194	38.2
SuperNet micro-sprinkler	4.24	833	25000	25.0
SuperNet micro-sprinkler	3.18	500	20000	20.0
StripNet Pro micro-emitter	12.40	800	24800	24.8
StripNet Pro micro-emitter	12.40	667	20667	20.7



Pulsar™



Ima cev z air bagom
in posebnim
ventilom

Več pulzov na minuto

StripNet™ glava

5 m razdalje

Pretok 12 l/h

Intenziteta 3,8 mm/h

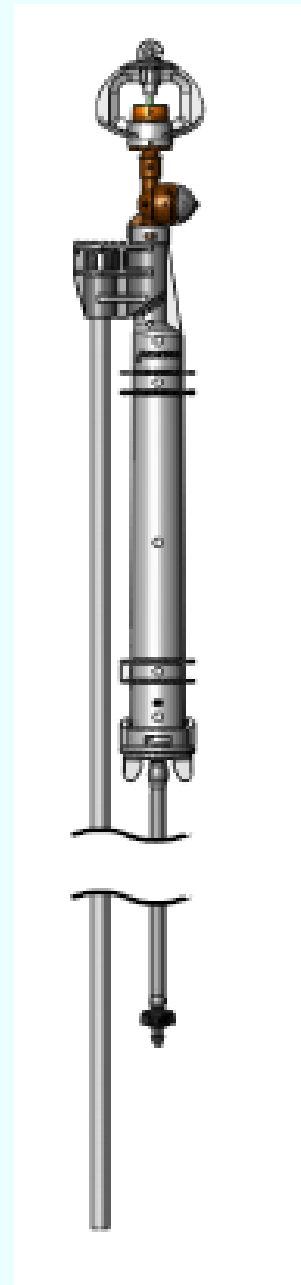
40 % prihranek vode

GyroNet™ glava

Razdalja 2 m

Pretok 12 l/h

40 % prihranek vode



Oroševanje pod krošnjami z mikrorazpršilci

To metodo razvijajo in preizkušajo, da bi dobili neko nadomestilo za klasično oroševanje za območja, ki nimajo dovolj vode ali imajo težka tla. Z velikim zmanjšanjem porabljene količine vode bi zmanjšali stroške, probleme z zadužitvijo korenin, z izpiranjem hranil, uničevanjem strukture tal, lomljenjem vej ter odpadanjem cvetov.



Voda zmrzuje na travi negovane ledine in večja kot je trava, večja je površina, na kateri zmrzuje voda in več toplote se sprosti. Ponekod puščajo ostanke lesa od rezi, da se poveča površina zmrzovanja. Sproščena toplota zvišuje temperaturo zraka do višine 3 ali 5 m, z največjim učinkom tik nad tlemi, kjer so ponavadi tudi poškodbe po pozebi največje.

Možno in celo priporočljivo je intervalno namakanje (2 minuti namakanja in 4 – 6 minut prekinitve), da lahko voda zmrzne in sprosti vso toploto.



Prednosti

- **Zmanjšanje porabe vode**
- **Nižji pritiski, nižji stroški**
- **Manjši vpliv na okolje**
- **Z napakami pri obratovanju se ne poveča nevarnost pozebe**
- **Večja površina zmrzovanja vode več sproščene toplote**
- **Lahko deluje intervalno in z istimi črpalkami pokrije trikrat večjo površino**
- **Isti sistem se lahko uporablja za namakanje in zaščito pred pozebo**

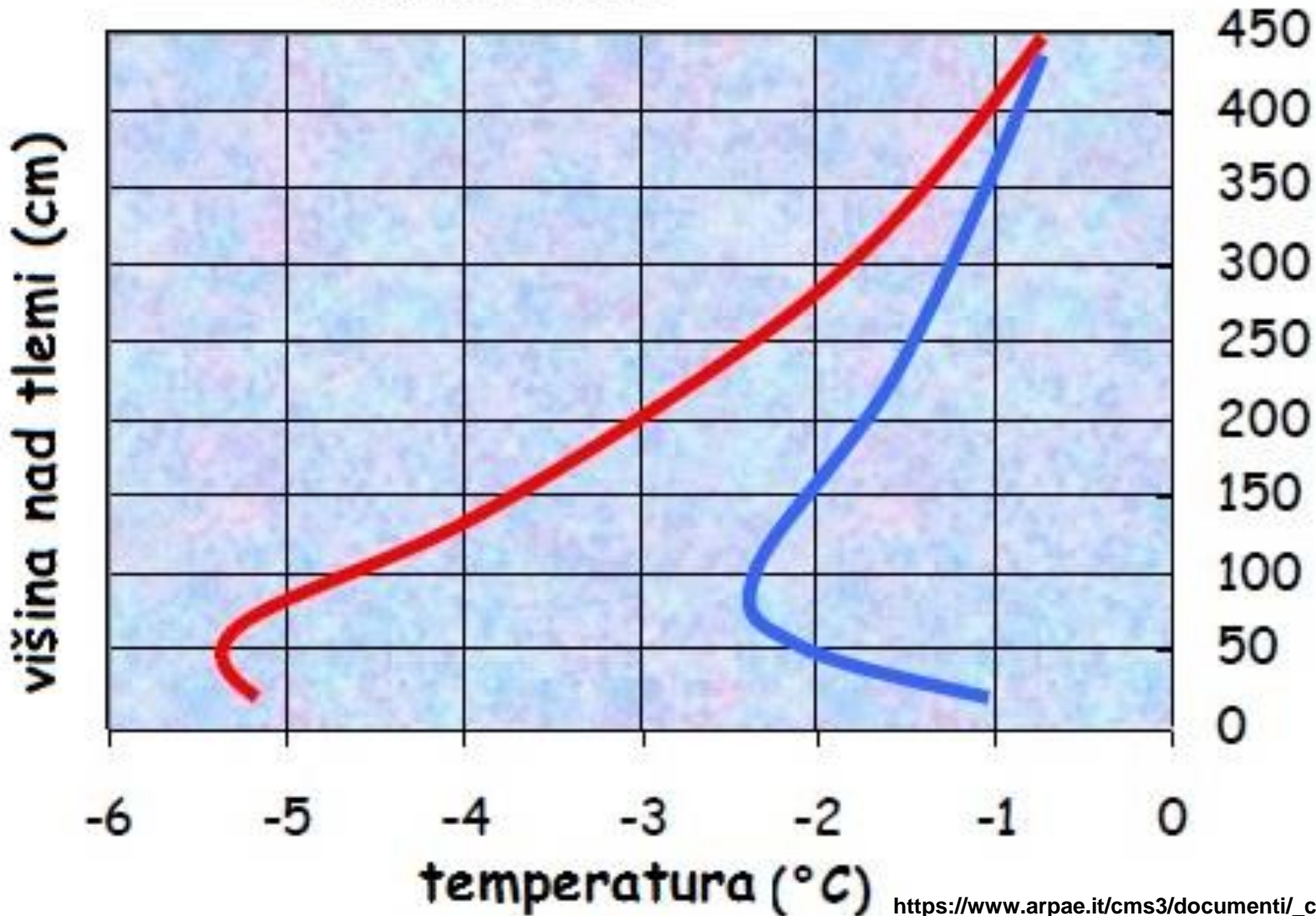
Slabosti

- **Dobra učinkovitost pri radiacijskih pozebah do -3 °C, po drugih podatkih do – 4 ali - 6 °C**
- **Učinkovitost se izboljša z odprtimi mrežami proti toči, ki delno zadržujejo sproščeno toploto**
- **Omejen učinek v vetrovnih razmerah**
- **Omejen učinek na bolj nagnjenih terenih - vertikali**

- **Mikrooroševanje pod krošnjo se izvaja z mikrorazpršilci s pretokom 40 – 60 l/h in dometom, da pokrijejo celotno površino.**
- **Intenziteta namakanja se giblje od 1,5 do 2,5 mm/h glede na temperaturo in poraba vode je od 40 do 60 % glede na klasično oroševanje.**
- **Za intervalno namakanje so potrebni mikrorazpršilci s pretokom 40 – 70 l/h, razporejeni na razdaljo 4 x 2 m in z intenziteto dežja 5 – 8 mm/h ter električne črpalke in avtomatika za odpiranje sektorjev. Poraba vode je lahko samo 30 % od klasičnega oroševanja.**

temperaturni profil 29. 3. 1995 ob 6:00

- mikrooroševanje pod krošnjo
- neoroševano



Začetek in konec oroševanja

Oroševati se začne, ko doseže suh termometer v bližini tal 0°C . To temperaturo doseže ponavadi pozneje kot moker termometer, ki je merilo za začetek oroševanja nad krošnjo.

Z oroševanjem se preneha, ko doseže suh termometer v bližini tal vsaj 1°C . To se zgodi vsaj uro ali dve pred zaključkom oroševanja nad krošnjo. Obratovalni čas je tako vsaj nekaj ur krajši od oroševanja nad krošnjo.

Ogrevalni sistemi – grelniki

- **Oljne, plinske peči in peči na brikete**
- **Parafinske sveče ali geli**
- **Frostbuster**
- **Frostguard**

Oljne, plinske peči in peči na brikete

Zaščito vršijo s segrevanjem zraka, ki prenaša toploto s konvektivnim mešanjem zraka v inverzijski plasti in direktnim segrevanjem rastlin z infrardečim sevanjem. Učinkovitost sistemov je približno 5 %, zato je za kolikor toliko učinkovito zaščito potrebno od 140 do 280 W/m² (120 – 140 kcal/h/m²).

Pri grelnikih z odprtim ognjem je treba paziti, da ni plamen prevelik.

Boljše je imeti več peči z manjšo močjo in gosteje jih je treba postaviti ob robove parcele in proti smeri vetra.

Potrebno je 200 do 400 peči na ha, ki se jih postopno prižiga glede na padanje temperature.

Parafinske sveče ali geli

Uporabi se 200 do 500 kom/ha
Gorijo 10 ur, po nekaterih podatkih
tudi 15 do 20

STOPGEL 6 so sveče iz parafinskega
voska v ognjevarnem kovinskem
vedru s stenjem iz nebeljene lepenke
in stanejo cca. 10 eur/kom.



T v °C	- 2	- 3	- 4	- 5 do - 6	- 6 do - 7
Število sveč/ha	200	250 - 300	300 - 350	350 - 400	400 - 500



STOP ICE® candles



Frostbuster

Propan 45 kg/h 100 °C

Topel zrak 50 m desno in levo

Vračanje na 10 min

Zaščiti 5 – 8 ha ob primerni lokaciji in pogojih

Preizkušanje -6,4 do -9 °C



Frostguard

Stacionarni grelnik, ki se vrti okrog lastne osi

Piha zrak s temperaturo 70-100 °C

Učinkuje na 50 do 60 m

10,5 kg propana/h

0,7 – 1 ha zaščiti

Preizkušano na – 2 do – 4,7 °C

<http://agrofrost.eu/index.php/en/products/frostguard/models>



Vetrnice

Helikopterji

Dimljenje

Meglenje

Zakasnitev cvetenja z oroševanjem

Vetrnice

So uporabne predvsem za radiacijske pozebe z razmeroma tanko plastjo hladnega zraka ($<$ od višine stolpa) in veliko razliko v temperaturi.

Stacionarna vetrnica na 10 m stolpu zaščiti 4 – 7 ha površine.



Začetek in konec obratovanja

Začetek pri temperaturi mokrega termometra 3 do 4°C nad kritično temperaturo za sadno vrsto.

Konec obratovanja, ko se temperatura suhega termometra izven zaščitnega nasada dvigne nad 0°C

Vetrnice z dodatnim ogrevanjem zraka

Vetrnice, ki izpihavajo hladen zrak navzgor



Helikopterji

Uporabni samo za radiacijske pozebe

Pokriva 20 do 40 ha

Prelet na 30 do 60 minut

Visoki stroški obratovanja

Let ponoči

Hrup

Dimljenje

Dimno zaveso, ki odbija dolgovalovno sevanje tal, zelo težko ustvarimo – lahko samo v zaprti kotlini in popolnem brezvetrju.

Ta stara metoda je tudi okoljsko sporna.

Meglenje

Meglo lahko ustvarimo z posebnimi namakalnimi sistemi ali kemičnimi snovmi, a noben način ni prišel v uporabo.

Zakasnitev cvetenja z oroševanjem

Večkratni vklop in izklop oroševalnega sistema preko dneva omogoča ohlajevanje sadovnjaka in drevesa dosežejo potrebno temperaturno vsoto za odganjanje kasneje in kasneje cvetijo.

V praksi se ne uporablja.

Primerjava stroškov med različnimi metodami aktivne zaščite pred pozebo po italijanskih virih

Način zaščite	Faktor stroškov
intervalno namakanje z mikrorazpršilci pod krošnjo	1
oroševanje z mikrorazpršilci nad krošnjo	1,3
klasično oroševanje	1,7
uporaba vetrnic	2,2
uporaba parafinskih sveč	2,5
uporaba peči	3

Poleg cene je treba upoštevati še zanesljivost in uporabnost posameznega sistema za najpogosteje pričakovan tip pozebe.

Napovedovanje pozeb

Splošna napoved – ARSO

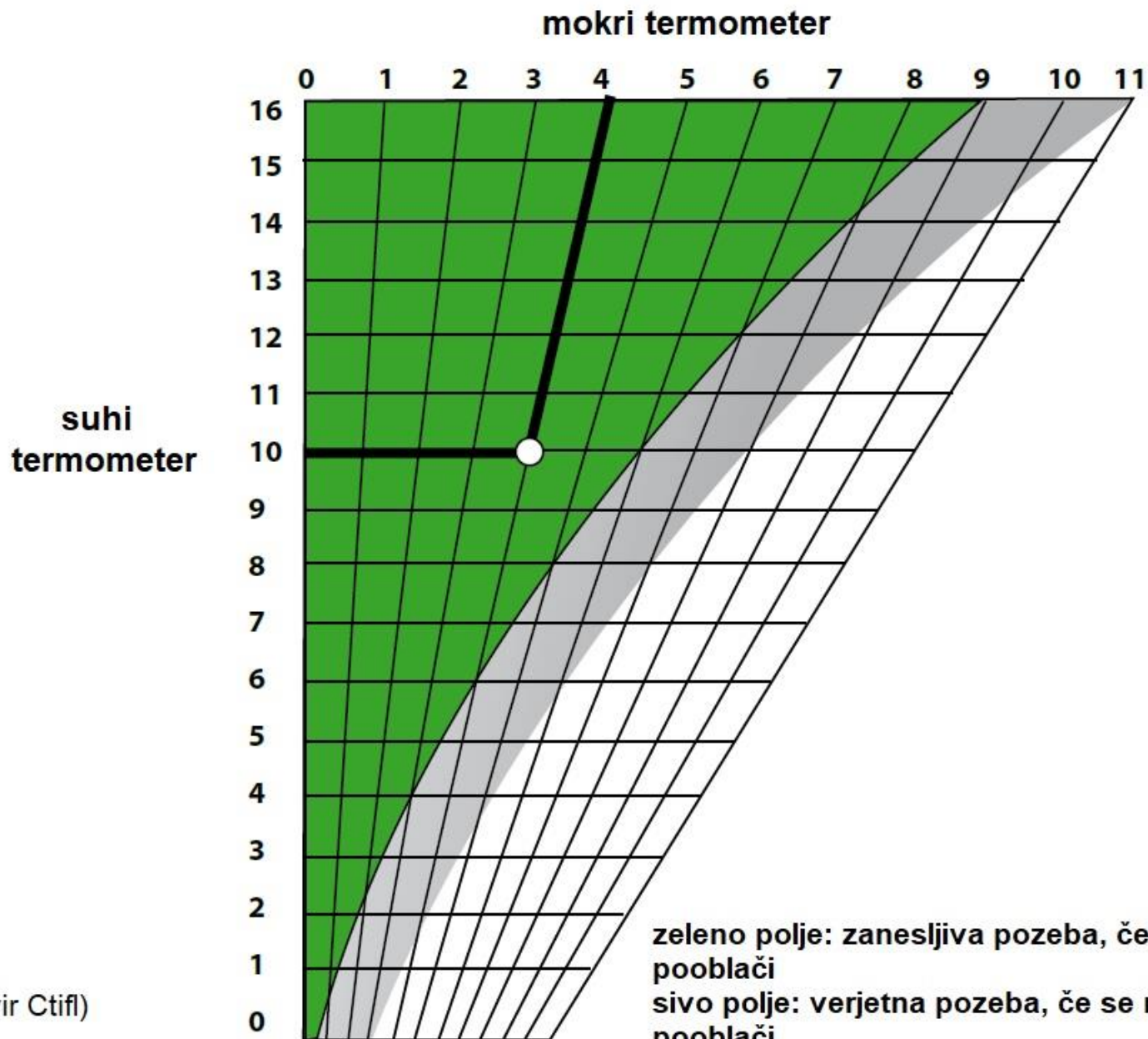
Mikrometeorološke napovedi – potrebno razviti

Agrometeorološke postaje v Agrometeorološki mreži MKGP UVHVVR le redke bi lahko služile za alarmiranje ob dograditvi sistema

Lastni alarmni sistem

Avtomatika za vključitev črpalk

Lastne meritve s psihrometrom – mokri in suhi termometer, vodenje evidence meritev, meritev ob 18 uri po sončnem času



zeleno polje: zanesljiva pozeba, če se ne pooblači
 sivo polje: verjetna pozeba, če se ne pooblači
 belo polje: pozeba malo verjetna

(vir Ctifl)

Izkušnje z zaščito pred pozebo v SLO

Nasad jablan in hrušk v Posavju 4 ha – kmetija Šušteršič

- **Klasično in mikrooroševanje nad krošnjo**
- **-2,8 do -3,8 °C najnižja temperatura, pod ničlo dve noči zaporedoma**
- **Ostalo 50 % jabolk in hrušk namizne kakovosti in še pridelek za predelavo**

Nasad breskev Oplotnica 1 ha

- **Klasično oroševanje 12 x 12 m**
- **Razpršilci koala, šobe 4,4 in 2,4 mm**
- **Letos -6 °C**
- **Notranje vrste poln pridelek, zunanje 50 % pridelka**
- **Oroševanje vedno uspešno od leta 2002**

Nasad jablan in hrušk Miren 1,5 + 0,3 ha

- **Klasično oroševanje 18 x 25 m**
- **Temperatura na 1 m višine -5 °C, na 0,5 m višine -7 °C**
- **Poln pridelek odlične kakovosti**
- **Zunanje vrste so dobile rjaste obroče od pozebe**

Nasad jablan Volče pri Tolminu 1,15 ha

- **Klasično oroševanje 16 x 16 m**
- **Temperatura -3 °C**
- **Poln pridelek odlične kakovosti**
- **Zunanje vrste so imele povečano mrežavost**
- **Cela Soška dolina je bila brez pridelka jabolk**

Breskve 1 ha 1991 Vipavska dolina

V nasadu breskev sort Veteran in Roza so se temperature od 19. 4. do 29. 4. 1991 7 krat spustile pod ničlo. Najnižja izmerjena je bila -4°C . Oroševano je bilo 4 krat z razpršilci Soča, ki so dajali ogromno količino vode (10 mm/h). Kljub temu, da je prišlo enkrat do kratke prekinitve zaradi okvare črpalke in je bil enkrat prepozno pognan oroševalni sistem, so bili pridelki močno povečani.

	neoroševana drevesa		oroševana drevesa	
sorta	kg/drevo	t/ha	kg/drevo	t/ha
Roza	0,5	0,6	6	7,5
Veteran	16	20	30	37,5
povprečje	8,25	10,3	18	22,5



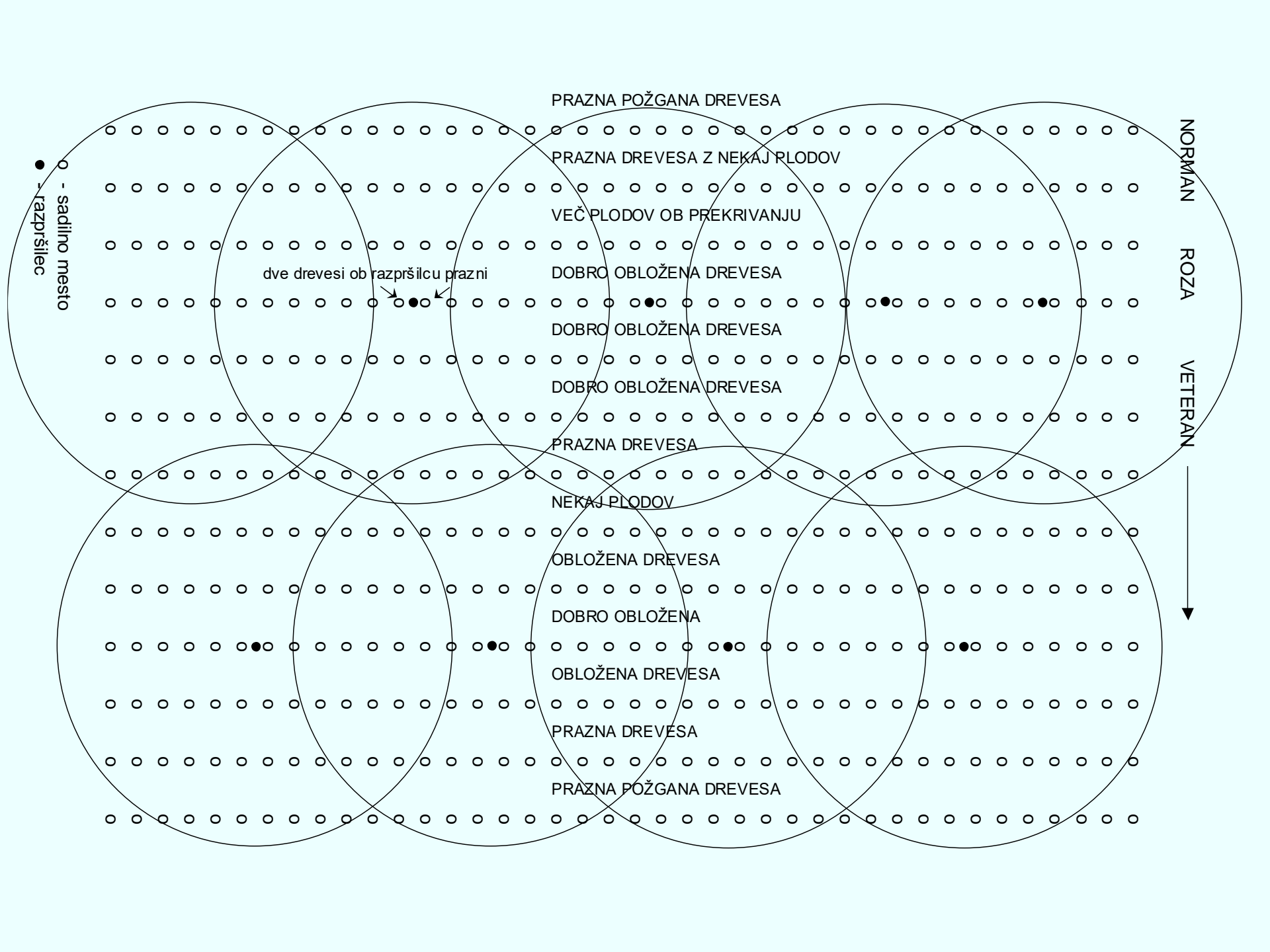
Breskve 1997 več hektarjev Vipavska dolina

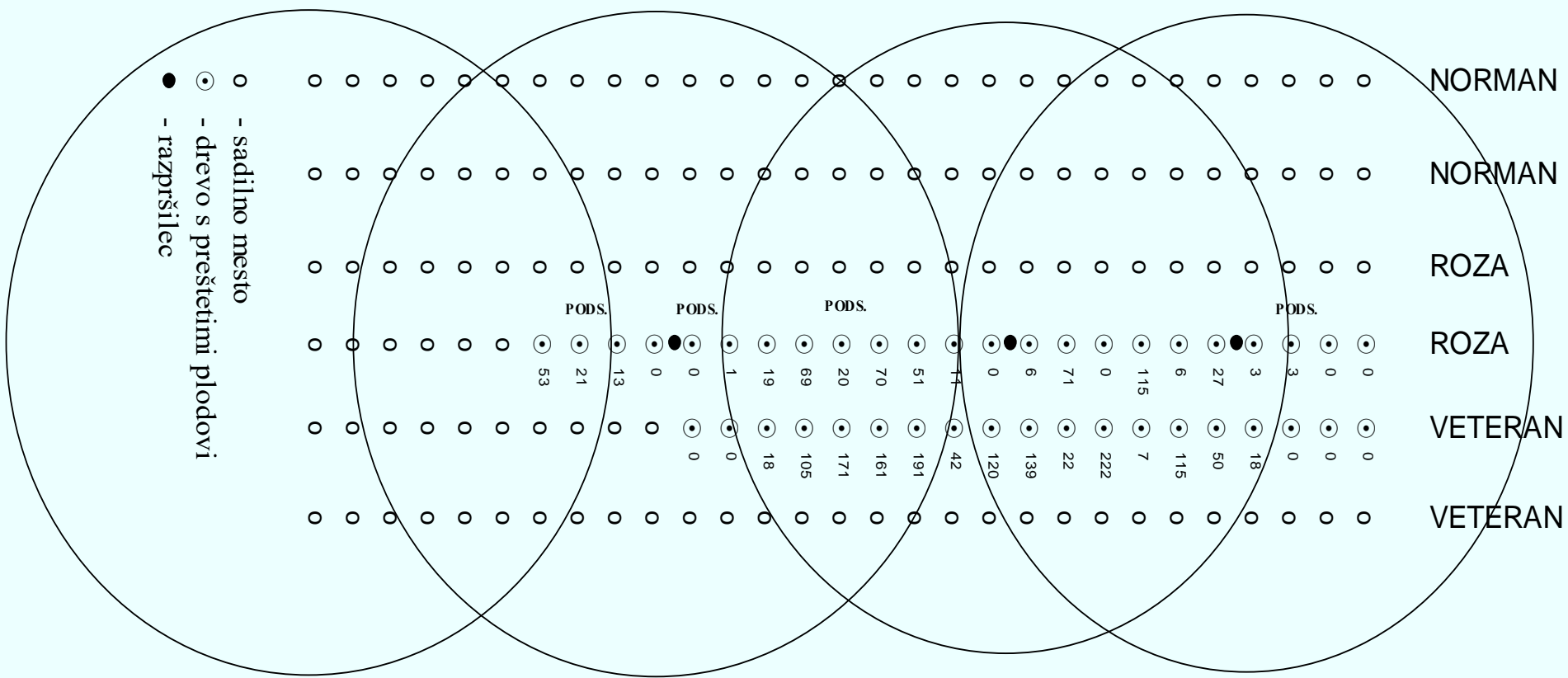
V letu 1997 se je temperatura na Vipavskem spustila 20 krat pod ničlo od polnega cvetenja naprej.

V stadiju balonov so breskve prenesle brez večjih poškodb temperaturo – 4,5 °C.

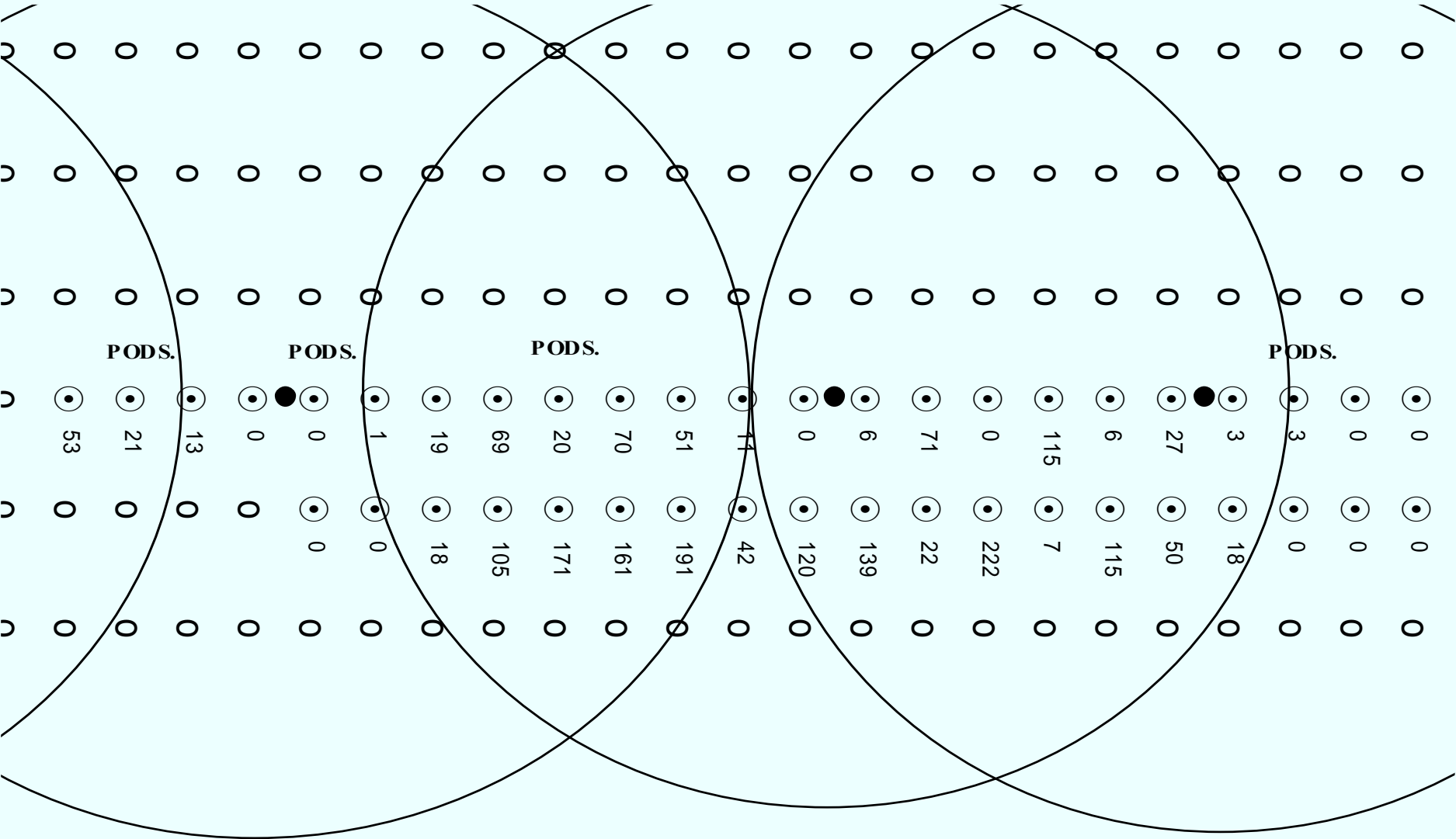
Oroševanje je bilo potrebno 17 krat in kar štiri krat je bilo potrebno oroševati več kot 10 ur nepretrgoma. Po takratnem vedenju in informacijah je bilo treba oroševati dokler se ni stalil ves led, ki se je nabral na drevesih in tako je trajalo najdaljše nepretrgano oroševanje skoraj 16 ur.

Za večino nasadov je bil usoden 17. april z –7,8°C, ko niso bili več učinkoviti slabo dimenzionirani oroševalni sistemi s premajhno intenziteto padavin.





NORMAN
 NORMAN
 ROZA
 ROZA
 VETERAN
 VETERAN



Izkušnje z zaščito pred pozebo v Italiji

Južna Tirolska 20 000 ha klasično oroševanje

Emilia Romagna v letu 2000

Modena 300 do 400 ha klasični razpršilci nad krošnjo in mikrorazpršilci pod krošnjo – hruške, marelice, češnje

Okolica Faenze in Forlija 60 – 80 ha aktinidij oroševanje nad krošnjo in 50 – 70 ha aktinidij pod krošnjo; 20 ha marelic

**Ferrara 200 ha hrušk klasično oroševanje
Imola, Faenza 150 – 200 ha vetrnic**

Piemonte v letu 2000 900 ha oroševanje nad krošnjo, 90 ha vetrnice, 100 ha ogrevanje – največ s svečami

Na osnovi pregleda literature, domačih izkušenj in konzultacij s tujimi strokovnjaki, so bila podana priporočila za izvajanje zaščite pred pozebo, predvsem pa za učinkovito izvajanje oroševanja proti pozebi, ki zahteva izjemno natančnost pri delu, ima pa tudi svoje meje učinkovitosti.



[http://www.kgzs.si/Portals/0/Strokovna%20gradiva/Tehnolo ska%20navodila%20za%20zascito%20pred%20spomladan sko%20pozebo%20v%20sadjarstvu_KONCNA%20-.pdf](http://www.kgzs.si/Portals/0/Strokovna%20gradiva/Tehnolo%20ska%20navodila%20za%20zascito%20pred%20spomladan%20sko%20pozebo%20v%20sadjarstvu_KONCNA%20-.pdf)





Hvala za pozornost!

Najnižje temperature na višini 0,5 m na polju Brje - Žablje v letu 1997 in začetek oroševanja

Dan	mesec	Temperatura (°C)	Začetek oroševanja
13	3	- 4,5	
16	3	- 0,5	
22	3	- 2,5	2 ³⁰
25	3	- 1,5	
28	3	- 0,3	2 ³⁰
29	3	- 0,7	
30	3	- 5,6	22 ³⁰
31	3	- 1,3	0 ³⁰
3	4	- 0,3	3 ³⁰
5	4	- 2,2	3 ³⁰
6	4	- 3,2	1 ⁴⁵
8	4	- 0,1	
9	4	- 5,3	0 ³⁰
10	4	- 0,9	2 ⁰⁰
13	4	- 5,0	2 ³⁰
16	4	- 1,5	4 ³⁰
17	4	- 7,8	21 ⁴⁵
18	4	- 5,5	21 ⁴⁵
19	4	- 4,9	23 ⁰⁰
20	4	- 1,0	3 ⁰⁰
24	4	- 0,3	4 ⁰⁰
25	4	- 1,6	1 ³⁰