



**Andrej Soršak**  
**Mag. Zlatka Gutman Kobal**  
**Ivan Kodrič**  
**Dr. Darinka Koron**

# **TEHNOLOŠKA NAVODILA ZA ZAŠČITO PRED SPOMLADANSKO POZEBO**



## KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	4
2	SPOMLADANSKE POZEBE .....	4
2.1	Kdaj pride do spomladanske pozebe .....	4
2.2	Pogostost pojavljanja temperature pod 0°C v spomladanskih mesecih .....	5
2.3	Energetska bilanca tal .....	8
2.4	Fizikalne lastnosti vode in zraka .....	10
2.4.1	Specifična toplota vode .....	10
2.4.2	Talilna toplota .....	11
2.4.3	Toplota izhlapevanja (izparilna toplota vode) .....	11
2.4.4	Gostota vode .....	11
2.4.5	Gostota zraka .....	12
2.4.6	Konvekcija, advekcija, kondukcija, radiacija .....	12
2.5	Vrste pozeb .....	12
2.5.1	Radiacijske pozebe .....	13
2.5.2	Adveksijske pozebe .....	13
2.5.3	Kombinirane pozebe .....	14
2.5.4	Evaporacijske pozebe .....	14
3	OBCUTLJIVOST RAZLIČNIH SADNIH VRST IN SORT NA NIZKE TEMP. ....	14
3.1	Jablane .....	16
3.2	Hruške .....	17
3.3	Breskve .....	18
3.4	Slive in češplje .....	18
3.5	Marelice .....	18
3.6	Češnje .....	19
3.7	Aktinidija .....	19
3.8	Trte .....	21
3.9	Kaki .....	22
3.10	Jagodičevje .....	22
3.10.1	Jagoda .....	24
3.10.2	Ameriška borovnica .....	25
3.10.3	Malina .....	26
3.10.4	Robida .....	27
3.10.5	Ribezi in kosmulja .....	27
3.10.6	Aronija .....	28
3.11	Lupinarji .....	29
3.11.1	Oreh .....	29
3.11.2	Leska .....	29
3.11.3	Kostanj .....	30
4	ZAŠČITA PRED POZEBO .....	30
4.1.1	Načrtovanje nasadov .....	30
4.1.2	Izbor lokacije .....	31
4.1.3	Odvajanje hladnega zraka .....	32
4.1.4	Izbor sadnih vrst, sort in podlag .....	32
4.1.5	Arhitektura dreves .....	33
4.1.6	Pravočasna in pravilna rez .....	34
4.1.7	Protitočne mreže in zaščitne folije ter tekstil .....	35

4.1.8	Prehrana sadnih rastlin.....	36
4.1.9	Izbor sort .....	36
4.1.10	Beljenje debel.....	36
4.1.11	Nega tal in namakanje .....	37
4.2	Aktivna zaščita.....	37
4.2.1	Klasično oroševanje nad krošnjami.....	40
4.2.2	Oroševanje nad krošnjami z mikrorazpršilci .....	48
4.2.3	Oroševanje ozkih dreves ali vinogradov nad krošnjo .....	50
4.2.4	Oroševanje pod krošnjami z mikrorazpršilci .....	52
4.2.5	Ogrevalni sistemi .....	54
4.2.6	Parafinske sveče .....	56
4.2.7	Vetrnice .....	57
4.2.8	Helikopterji.....	59
4.2.9	Dimljenje.....	59
4.2.10	Megljenje .....	59
4.2.11	Zakasnitev cvetenja z oroševanjem .....	59
5	NAPOVEDOVANJE POZEB.....	60
6	DOMAČE IZKUŠENJE S KLASIČNIM IN MIKRO OROŠEVANJEM NASADOV ZA ZAŠČITO PRED SPOMLADANSKIMI POZEBAMI.....	61
6.1	Nasad jablan in hrušk .....	62
6.2	Nasad breskev Oplotnica.....	63
6.3	Nasad jablan in hrušk Miren .....	63
6.4	Nasad jablan Volče pri Tolminu .....	63
6.5	Breskve 1 ha 1991.....	64
6.6	Breskve 1997 več hektarjev.....	64
6.7	Tuje izkušnje .....	68
7	ZAKLJUČEK.....	69
8	LITERATURA .....	70

## 1 UVOD

Spomladanske pozebe so v zadnjih desetletjih vse pogostejše in povzročajo vedno večjo gospodarsko škodo 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. S podobnimi problemi so se in se srečujejo tudi v drugih sadnih okoliših Evrope. Največ izkušenj z aktivno zaščito nasadov jablan in hrušk pred spomladanskimi mrazovi imajo sadjarji v Italiji na Južnem Tirolskem. Proti spomladanskim pozebam se je potrebno boriti s pasivnimi in aktivnimi tehnikami. V tehnoloških navodilih so zbrane vse za slovenske nasade primerne tehnike zaščite pridelkov sadja pred pozebami.

## 2 SPOMLADANSKE POZEBE

Spomladanske pozebe lahko povzročijo sadjarjem zelo veliko gospodarsko škodo. V ekstremnih neugodnih vremenskih razmerah (leto 2016 in 2017) je prišlo do popolnega izpada pridelka jabolk in večine sadnih vrst. Glavni dohodek slovenskih sadjarjev predstavlja tržna pridelava jabolk namizne kakovosti, zato ni vseeno kako uspešno bodo tehnike zaščita pred spomladanskimi mrazovi v prihodnje vključene v tehnologije pridelave sadja.

### 2.1 Kdaj pride do spomladanske pozebe

Do spomladanske pozebe pri večini sadnih vrst pride, ko v občutljivih zgodnjih fenoloških fazah padejo temperature pod interval od 0°C do – 2°C (v času cvetenja in po njem ter v času od odpiranja brstov naprej pri kiviju in kakiju ter vinski trti).

Začetek cvetenja opazovanih sadnih vrst se po letu 1987 začneja vsako desetletje nekaj dni prej, v primerjavi s cvetenjem v petdesetih letih prejšnjega stoletja in sicer jablane 2 dni, hruške 4 do 5 dni in češnje več kot 3 dni prej na desetletje. (Žust, 2017). Cvetenje postaja zgodnejše zaradi višjih temperatur zraka, ki so posledica klimatskih sprememb. Če se bo ozračje v marcu in aprilu ogrelo za povprečno 1 °C, lahko pričakujemo za 4 do 10 dni zgodnejše cvetenje in posledica tega bo še pogostejše pojavljanje spomladanskih pozeb. Glede na to, da so bile v letu 2017 v marcu in aprilu do ohladitve za 3 do 4 °C višje povprečne temperature, je zelo možno, da se bodo temperature dvignile tudi za več kot 1 °C. (Žust, 2017)

Preglednica 1: Začetek cvetenja nekaterih sadnih vrst in vinske trte po fenoloških postajah v Sloveniji v primerjavi s povprečnim nastopom cvetenja v obdobju 1971 – 2015 (Vir Žust po Arso, 2017)

Fenološka postaja	Breskve		Češnje		Hruške		Jablane		Vinska trta	
	2017	Pov.	2017	Pov.	2017	Pov.	2017	Pov.	2017	Pov.
Bizeljsko	26.3.	5.4.	23.3.	10.4.	30.3.	10.4.	1.4.	15.4.	6.4.	30.4.
Brod	25.3.	11.4.	23.3.	5.4.	28.3.	11.4.	5.4.	-	12.4.	25.4.
Novo mesto	29.3.	2.4.	27.3.	7.4.	29.3.	12.4.	1.4.	15.4.	-	-
Metlika	27.3.	7.4.	27.3.	11.4.	29.3.	11.4.	3.4.	14.4.	10.4.	13.4.
Zibika	24.3.	9.4.	23.3.	7.4.	29.3.	13.4.	4.4.	26.4.	13.4.	23.4.
Maribor	1.4.	13.4.	24.3.	8.4.	4.4.	13.4.	7.4.	15.4.	-	-
Celje	26.3.	8.4.	29.3.	10.4.	29.3.	10.4.	13.4.	24.4.	-	-
Javor	29.3.	9.4.	30.3.	18.4.	2.4.	12.4.	10.4.	24.4.	-	-
Bilje	20.3.	27.3.	31.3.	4.4.	30.3.	7.4.	4.4.	12.4.	12.4.	18.4.
Goriška Brda	16.3.	10.4.	25.3.	2.4.	24.3.	8.4.	26.3.	2.4.	5.4.	19.4.
Portorož	17.3.	22.3.	19.3.	1.4.	23.3.	4.4.	1.4.	5.4.	-	-

## 2.2 Pogostost pojavljanja temperature pod 0°C v spomladanskih mesecih

Na osnovi podatkov dveh meteoroloških postaj (Bilje, Letališče Edvarda Rusjana Maribor) (ARSO, 2017) so bili narejeni izračuni pogostosti pojavljanja negativnih najnižjih dnevnih temperatur in tudi razlik v temperaturi na 2 m višine in 5 cm višine in izračuni (interpolacija) temperature na 0,5 m višine, kjer se pojavljajo prve ogrodne in rodne veje v intenzivnih sadovnjakih.

Preglednica 2: Število dni in let z minimalnimi temperaturami pod 0°C na meteoroloških postajah Bilje in letališče Edvarda Rusjana Maribor v mesecu aprilu na višini 2 m

Obdobje	Bilje		Maribor	
	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

Temperatura pod -1°C na 2 m višine pomeni temperaturo pod -2 °C ali celo -3 °C na 0,5 m in hkrati manjšo ali večjo pozebo, ki pa je odvisna tudi od fenološke faze v kateri se nahaja sadna vrsta. Iz preglednice vidimo, da je verjetnost pozebe v Biljah 27 % oziroma dve in pol pozebi na 10 let, v Mariboru (letališče Edvarda Rusjana) je verjetnost pozebe 74 % ali več kot 7 pozeb na 10 let. Zato take lege niso primerne za pridelavo sadja. V Biljah obstaja verjetnost pozebe že v marcu, ki pa ni bil vključen v izračun zaradi boljše preglednosti in primerjave.

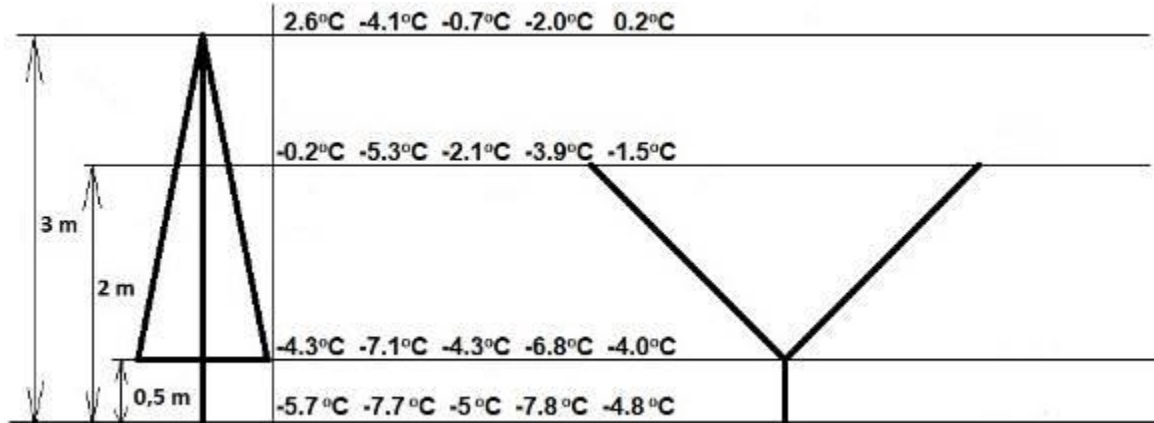
Zavedati se moramo, da se nevarnost pozebe zmanjšuje z vsakim metrom višine nad meteorološko postajo, ker se hladen zrak nabira na dnu dolin ali kotlin.

Preglednica 3: Minimalne dnevne temperature na višini 2 m in 5 cm v aprilu, ko padejo temperature na 2 m pod 0°C za meteorološko postajo Bilje in izračuni razlik ter izračunana minimalna temperatura na 0,5 m

Datum	T min 2 m (°C)	T min 5 cm (°C)	Razlika (°C)	T min izračunana 0.5 m (°C)
15.04.1995	-1.2	-3.5	2.3	-2.9
9.04.1997	-1	-4.1	3.1	-3.3
13.04.1997	-1	-4.8	3.8	-3.9
17.04.1997	-3.9	-7.6	3.7	-6.7
18.04.1997	-1	-4.4	3.4	-3.6
15.04.2001	-0.7	-3	2.3	-2.4
7.04.2003	-1.2	-5.5	4.3	-4.4
8.04.2003	-5.3	-7.7	2.4	-7.1
9.04.2003	-1.4	-3.5	2.1	-3.0
3.04.2005	-1	-2.4	1.4	-2.1
4.04.2005	-1	-2.4	1.4	-2.1
5.04.2005	0	-1.2	1.2	-0.9
6.04.2005	0	-1	1	-0.8
8.04.2006	-0.6	-2.1	1.5	-1.7
9.04.2012	-1.2	-3.7	2.5	-3.1
10.04.2012	-0.2	-1.6	1.4	-1.3
8.04.2015	-0.5	-2.5	2	-2.0
20.04.2017	-0.9	-2.8	1.9	-2.3
21.04.2017	-1.7	-4.2	2.5	-3.6

Preglednica 4: Minimalne dnevne temperature na višini 2 m in 5 cm v aprilu, ko padejo temperature na višini 2 m pod 0°C za meteorološko postajo letališče Edvarda Rusjana Maribor in izračuni razlik ter izračunana minimalna temperatura na 0,5 m

Datum	T min 2 m (°C)	T min 5 cm (°C)	Razlika (°C)	T min izračunana 0.5 m (°C)
14.04.1998	-0.5	-2.7	2.2	-2.2
15.04.1998	-2.6	-5.6	3	-4.9
07.04.2000	-0.6	-6.1	5.5	-4.7
10.04.2001	-1.1	-3.7	2.6	-3.1
14.04.2001	-2.4	-5.3	2.9	-4.6
15.04.2001	-4.1	-6.7	2.6	-6.1
16.04.2001	-1.8	-3.5	1.7	-3.1
18.04.2001	-1.4	-3.9	2.5	-3.3
06.04.2002	-0.6	-3.1	2.5	-2.5
07.04.2002	-3.2	-7	3.8	-6.1
08.04.2002	-2.3	-5.7	3.4	-4.9
01.04.2003	-0.1	-4.5	4.4	-3.4
05.04.2003	-1.8	-5.2	3.4	-4.4
07.04.2003	-3.7	-6.2	2.5	-5.6
08.04.2003	-1	-3.1	2.1	-2.6
09.04.2003	-4.1	-6.7	2.6	-6.1
08.04.2004	-1.6	-3.6	2	-3.1
02.04.2005	-1.4	-3.8	2.4	-3.2
03.04.2005	-1.9	-4.4	2.5	-3.8
04.04.2005	-1	-3.9	2.9	-3.2
05.04.2005	-0.8	-4.1	3.3	-3.3
22.04.2005	-2.3	-4.9	2.6	-4.3
23.04.2005	-0.3	-3.1	2.8	-2.4
04.04.2006	0	-1.6	1.6	-1.2
08.04.2006	-2	-4.6	2.6	-4.0
09.04.2006	-0.6	-3.4	2.8	-2.7
05.04.2007	-0.4	-3.6	3.2	-2.8
06.04.2007	-0.4	-3.2	2.8	-2.5
05.04.2008	-0.4	-4	3.6	-3.1
06.04.2008	-2	-5	3	-4.3
03.04.2010	-1.6	-4.2	2.6	-3.6
07.04.2010	-1.1	-3.6	2.5	-3.0
08.04.2010	-0.3	-3.4	3.1	-2.6
02.04.2012	-3.7	-6.8	3.1	-6.0
09.04.2012	-1.3	-5.2	3.9	-4.2
10.04.2012	-2	-4.9	2.9	-4.2
04.04.2013	-1.2	-3	1.8	-2.6
02.04.2015	-2.8	-5.9	3.1	-5.1
03.04.2015	-1.6	-6	4.4	-4.9
04.04.2015	-0.8	-4.4	3.6	-3.5
06.04.2015	-0.4	-3.2	2.8	-2.5
20.04.2015	-0.5	-3.5	3	-2.8
26.04.2016	-2	-5.1	3.1	-4.3
21.04.2017	-3.9	-7.8	3.9	-6.8
22.04.2017	-1.5	-4.8	3.3	-4.0
30.04.2017	-0.5	-2.7	2.2	-2.2



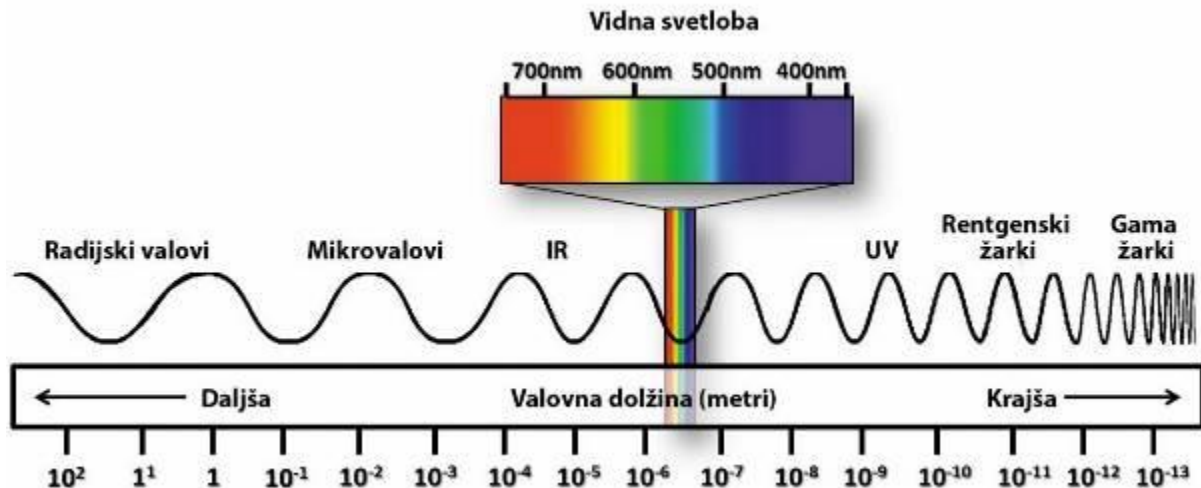
Slika 1: Prikaz primerjave gibanja temperatur po višini glede na gojitveno obliko

Na sliki 1 so prikazani primeri dejanskih minimalnih temperatur na višini 2 m in 5 cm ter izračunana temperatura na višini 0,5 m, kjer se nahajajo spodnje ogradne rodne veje ter višini 3 m, kjer se rodni volumen krošenj dreves konča z vrhom. Predpostavljamo, da poteka spreminjanje temperature po višini krošenj dreves linearno. Največja izmerjena razlika med minimalnima temperaturama na obeh višinah je bila 5,5 °C, najmanjša pa 1 °C. Razlike so odvisne predvsem od tipa pozebe in meteorološke situacije in ne od najnižje izmerjene temperature. Pri gojitvenih oblikah, ki dosežejo višino 3 do 4 m (vitko vreteno, vretenast grm, palmeta, piramida...) lahko ostane na vrhu precej več pridelka kot pri kotlasti obliki, ki doseže višino 2 m.

### 2.3 Energetska bilanca tal

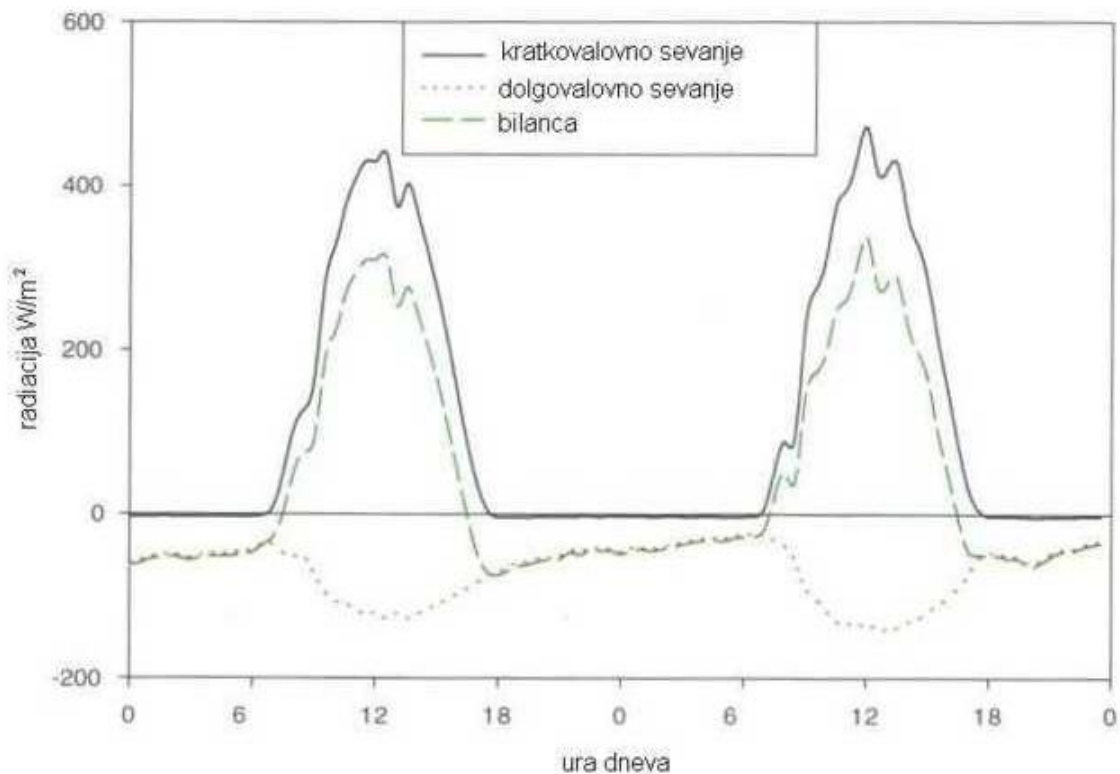
Tla prejemajo toploto od sonca večinoma v obliki kratkovalovnega sevanja, največ ultravijoličnega, ki se delno odbije od tal, preostali del pa se vpije v tla in jih segreva. Tla oddajajo toploto v ozračje in vesolje v obliki dolgovalovnega, največ infrardečega sevanja.





Slika 2: Valovne dolžine različnih sevanj in vidne svetlobe (Huš, 2015)

Podnevi prejmejo tla veliko več energije kot jo oddajo, zato se segrevajo, hkrati se segreva tudi zrak nad tlemi. Ponoči oddajo tla več energije kot je prejmejo in se zato ohlajajo, ohlaja se tudi zrak nad tlemi. Tla sprejmejo več energije, če so temno obarvana (bolj humozna) in zadostno preskrbljena z vodo. Namočena tla imajo večjo kapaciteto za skladiščenje toplote in boljše prevajajo toploto v globlje plasti. Namočena tla imajo lahko tudi 7 – 8 krat večjo toplotno prevodnost kot suha tla (web.bf.uni-lj.si/agromet/Kondukcija.ppt, 2017). Dobro namočena tla ponoči oddajo več toplote iz globljih plasti in tako zmanjšajo nevarnost nastanka pozebe. Toplota se v tleh prenaša s kondukcijo, ki prenaša toploto od dela tal z višjo temperaturo do dela tal z nižjo temperaturo, do izenačitve temperatur.



Slika 3: Bilanca sevanja (Zinoni et al, 2000)

Velike molekule v zraku, predvsem vodna para in ogljikov dioksid, vpijejo dolgovalovno sevanje tal in ga ponovno usmerijo proti zemlji. V oblačnih nočeh z nizko in debelo oblačnostjo se tla ne morejo ohladiti pod nič °C in tako ne pride do pozebe. V jasnih nočeh pa 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.

## 2.4 Fizikalne lastnosti vode in zraka

Nekatere osnovne fizikalne lastnosti vode in zraka so zelo pomembne tako pri nastanku pozeb kot tudi pri zaščiti pred njimi.

### 2.4.1 Specifična toplota vode

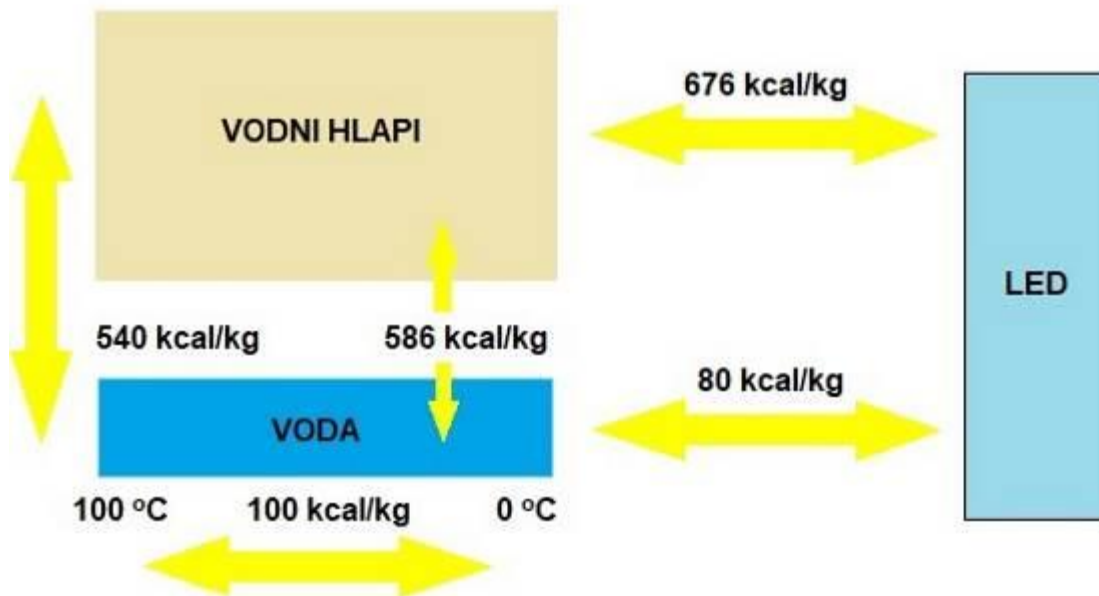
Voda pri segrevanju veže toploto, pri ohlajanju jo sprošča. Kilogram vode porabi ali sprosti  $4,2\text{ kJ}$  ( $1\text{ kcal}$ ) energije za vsako stopinjo Celzija. Sprejeta toplota služi za rahljanje vodikovih vezi in povečano gibljivost molekul.

## 2.4.2 Talilna toplota

Pri zmrzovanju vode se sprosti 335 kJ (80 kcal) na kg vode, pri taljenju ledu se ta energija porabi. Toplota, ki se sprošča pri zmrzovanju vode omogoča zaščito sadovnjakov pred pozebo z oroševanjem. Mešanica vode in ledu, ki je izpostavljena temperaturam pod ničlo, obdrži temperaturo 0 °C dokler vsa voda ne zmrzne.

## 2.4.3 Toplota izhlapevanja (izparilna toplota vode)

Pri prehodu vode iz tekočega v plinasto stanje, pri izparevanju se porabi 2260 kJ (540 kcal) na kg vode. Toplota izhlapevanja pri 20 °C znaša 2454 kJ/kg (586 kcal) ([http://ksh.fgg.uni-lj.si/e\\_ucbenik\\_OH/03sklop/3-1.htm](http://ksh.fgg.uni-lj.si/e_ucbenik_OH/03sklop/3-1.htm), 2017). Pri sublimaciji ali izhlapevanju ledu se porabi 2830 kJ/kg (676 kcal). Energija je potrebna za trganje vodikovih vezi med molekulami. Pri prehodu iz plinastega stanja v tekoče, se ta energija sprosti.



Slika 4: Sproščanje in poraba energije pri prehodu vode iz enega v drugo agregatno stanje

## 2.4.4 Gostota vode

Gostota vode se pri ohlajanju povečuje do 4 °C, ko doseže 1000 kg/m<sup>3</sup> nato se zmanjšuje do 0°C. Pri zmrzovanju se gostota še zniža in volumen ledu se v primerjavi z vodo poveča za 9 %, zato led plava na vodi. Pri povečanju volumna se ustvari tlak do 207000 kPa ([http://ksh.fgg.uni-lj.si/e\\_ucbenik\\_OH/03sklop/3-](http://ksh.fgg.uni-lj.si/e_ucbenik_OH/03sklop/3-)

1.htm ). Jakost tega tlaka je tako velika, da lahko razžene močno kamnino, črpalko za namakanje ali škropljenje ter motor, ki nima v hladilnem sistemu sredstva proti zmrzovanju.

#### 2.4.5 Gostota zraka

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

Preglednica 5: Gostota zraka v odvisnosti od temperature ([https://sl.wikipedia.org/wiki/Gostota\\_zraka](https://sl.wikipedia.org/wiki/Gostota_zraka))

Temperatura	°C	35	30	25	20	15	10	5	±0	-5	-10
Gostota zraka	kg/m <sup>3</sup>	1,1455	1,1644	1,1839	1,2041	1,2250	1,2466	1,2690	1,2922	1,3163	1,3413

#### 2.4.6 Konvekcija, advekcija, kondukcija, radiacija

Konvekcija ali toplotna konvekcija je prenašanje toplote zaradi gibanja snovi ([http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj\\_testa&expression=konvekcija&hs=](http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=konvekcija&hs=)).

Po meteorološki terminologiji pomeni konvekcija vertikalno mešanje zraka in njegovih primesi v ozračju, ki nastane zaradi gibanja neenakomerno segretega zraka (prosta konvekcija) ali zaradi delovanja mehaničnih sil (prisilna konvekcija). Advekcija je prenos toplote z gibanjem zraka predvsem v vodoravni smeri (Meteorološki terminološki slovar). Po ameriškem meteorološkem slovarju pomeni advekcija pojav pozebe, ki je posledica vodoravnega prenosa hladnih arktičnih zračnih mas s temperaturo pod 0°C. Advekcijska pozeba je posledica advekcijske ohladitve.

Kondukcija ali prevajanje je prenos toplote od dela predmeta z višjo temperaturo, do dela z nižjo temperaturo, do njihovega izenačenja brez premikanja snovi. Prenos toplote iz globljih plasti tal proti površini ponoči in obratno podnevi je v glavnem posledica kondukcije. Segrevanje ali ohlajanje zraka od tal je posledica prestopa toplote.

Radiacija ali sevanje je prenos energije z elektromagnetnim valovanjem valovnih dolžin  $10^{-4}$  do  $10^{-7}$  m.

### 2.5 Vrste pozeb

Po času nastanka delimo pozebe na zimske, spomladanske in jesenske. Zimske pozebe, ki so se zapisale v spomin naših kmetov so bile v letih 1929, 1956 in 1985. Pozeba leta 1929 je skoraj iztrebila oljke na Primorskem in močno

prizadela vinograde. Nasadi oljk se takrat niso obnovili, ker je bila Primorska pod Italijo, ki je imela dovolj oljčnega olja. Pozeba leta 1985 je močno prizadela prizadela vinograde in tudi nasade jablan na podlagi M9 na tistih nižinskih legah, kjer so se temperature spustile tudi na  $-20$  do  $-26^{\circ}\text{C}$  pri tleh na 5 cm celo  $-29^{\circ}\text{C}$ . Propadli so celi vinogradi in sadovnjaki.

Jesenske pozebe prizadenejo lahko pridelek kakija in aktinidije, ki še ni popolnoma dozorel zaradi dolge vegetacijske dobe.

Največ škode pa naredijo pozne spomladanske pozebe na vseh sadnih vrstah in vinski trti.

### 2.5.1 Radiacijske pozebe

Radiacijske pozebe nastanejo zaradi dolgovalovnega sevanja tal ali radiacije. Podnevi je sončno in brez vetra, ponoči, ob jasnem nebu in nizki vlažnosti zraka, pa se temperatura začne počasi spuščati zaradi dolgovalovnega sevanja tal, ki z njim 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 nastanka inverzije, nabiranja 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 in pozeba lahko prizadene samo spodnje dele krošenj sadnih dreves (slika 1). 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, lahko nastane pozeba tudi brez slane. Vlažna in zbita tla vpijejo čez dan veliko več toplote kot lahka in suha. Zaradi tega pred pozebo ne obdelujemo tal, če pa so presuha, jih prej namočimo. Negovana ledina odbije več sončnega sevanja podnevi, ponoči pa odda več toplote zaradi transpiracije – izhlapevanja vode skozi liste. Pred nevarnostjo pozebe je treba pomulčiti travo tik nad tlemi, da uničimo večino listne mase, tako da bodo izgube toplote s transpiracijo čim manjše.

### 2.5.2 Adveksijske pozebe

Pozebe zaradi advekcije ali dotoka hladnega zraka nastanejo zaradi velikih arktičnih zračnih mas s temperature pod  $0^{\circ}\text{C}$ , ki se gibljejo zelo hitro proti jugu. Prihajajo lahko od severa ali tudi vzhoda. Podnevi je hladno, včasih oblačno in vetrovno s 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. Zimske pozebe so najpogostejše adveksijskega izvora.

### 2.5.3 Kombinirane pozebe

Največkrat nastanejo kombinirane adveksijsko radiacijske pozebe. S hladno fronto pridejo polarne zračne mase s temperaturami okrog 0 °C ali le nekaj stopinj nad ničlo. Nebo ostane jasno ali pa se pojavi le redka visoka oblačnost, zrak je razmeroma suh. Ko se naslednjo noč veter poleže, pride do radiacijske pozebe z zelo nizkimi temperaturami – tudi do -10 °C.

### 2.5.4 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.

## **3 OBČUTLJIVOST RAZLIČNIH SADNIH VRST IN SORT NA NIZKE TEMPERATURE**

Občutljivost na pozebo je odvisna od sadne vrste, sorte in predvsem od razvojne faze. Kdaj pride določena rastlina iste sadne vrste in sorte v določeno razvojno fazo, je odvisno tudi od lege, na kateri je posajena. 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. Pri debeloplodnih sadnih vrstah je za kolikor toliko normalen pridelek dovolj, če se oplodi in razvije v plodove okrog 5 % cvetov, pri drobnoplodnih, kot so češnje, pa se mora razviti v plodove vsaj 20 % cvetov. To pomeni, da 90-odstotna pozeba cvetov pri breskvi ne napravi pomembne škode, pri češnji pa je škoda že zelo velika – več kot 50 procentna. 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 oprашitev in oploditev in zato so lahko te ocene samo približne. Končno oceno škode zaradi pozebe je možno podati šele po končanem junijskem trebljenju plodičev (slike 5, 6, 7).

Preglednica 6: Občutljivost različnih sadnih vrst na spomladansko pozebo v različnih fazah razvoja (Zinoni et al, 2000)

Oznaka fenofaze	A	B	C-C <sub>3</sub>	D-D <sub>3</sub>	E-E <sub>2</sub>	F-F <sub>2</sub>	G	I	J
Fenofaze	Zimski brst	Nabrekanje brstov	Odpiranje brsta- mišja ušesa	Vidni cvetni brsti - stadij balona	Začetek cvetenja	Polno cvetenje	Odpadanje venčnih listov	Cvetna čaša odpade - slačenje plodov	Debelitev plodov
<b>Breskve</b>									
Kritična temperatura °C		-4	-4	-3,3	-2,8	-2,2	-1,8	-1	-1
10 % poškodb pri °C			-6,1	-3,9	-3,3	-2,7	-2,2		
90 % poškodb pri °C			-15	-9,1	-5,6	-4,4	-3,9		
<b>Slive</b>									
Kritična temperatura °C	-20	-5	-4	-3	-2,8	-2	-1,5	-0,5	
10 % poškodb pri °C		-8,3	-6,6	-3,3	-2,8	-2	-1,5		
90 % poškodb pri °C		-16	-14	-5,6	-5	-5	-5		
<b>Mareljice</b>									
Kritična temperatura °C	-9,4	-4	-4	-3,5	-3	-2,2	-0,8	-0,5	-0,5
10 % poškodb pri °C			-6,2	-4,9	-4,3	-2,9		-2,6	-2,3
90 % poškodb pri °C			-14	-10	-10	-5,6		-4,4	-3,3
<b>Češnjje</b>									
Kritična temperatura °C		-5	-4,5		-2,2	-1,7	-1,1	-1	-1
10 % poškodb pri °C				-2,7	-2,7	-2,4	-2,1		
90 % poškodb pri °C				-6,2	-4,9	-3,9	-3,6		
<b>Jablane</b>									
Kritična temperatura °C		-7	-4		-2,2	-2	-1,8	-1,6	-1,6
10 % poškodb pri °C		-9,4	-5	-2,8	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
90 % poškodb pri °C		-17	-9,4	-6,1	-4,4	-3,9	-3,9	-3,9	-3,9
<b>Hruške</b>									
Kritična temperatura °C		-7	-6	-2,8	-2	-1,6	-1,5		-1
10 % poškodb pri °C		-9,4	-6,7	-3,3	-2,8	-2,2	-2,2		
90 % poškodb pri °C		-18	-14	-5,6	-5	-4,4	-4,4		
<b>Aktinidija</b>				Zelene konice	Odprti listi				
Kritična temperatura °C	-15	-2	-1	-0,5	0				
<b>Vinska trta</b>									
Kritična temperatura °C	-15	-8	-2	-2	-2 -1,5				



Slika 5: Uničeni odprti cvetovi po pozebi pri temp. -7 °C. Med zaprtimi je preživel le majhen delež plodnic



Slika 6: Nepoškodovani cvetovi breskev



Slika 7: Uničene semenske zasnove hrušk

### 3.1 Jablane

Zaradi vsako leto zgodnejšega nastopa brstenja jablan v gostih nasadov na šibki vegetativni podlagi M9 in zgodnejšega primarnega razvoja vseh fenoloških faz do T-stadija, so žlahtnitelji v zadnjem desetletju pospešeno začeli iskati nove sorte in podlage jablan, ki so poleg večje odpornosti na boleznih (hrušev ožig) in škodljivce, bolj odporne tudi na pozebe in dovolj rodne na utrujenih tleh.

In ker je glavna podlaga večine sodobnih gostih nasadov jablan šibka vegetativna podlaga M9, občutljiva za zimske in spomladanske pozebe, se je zaradi tako zgodnjega fenološkega razvoja vseh sort jablan gospodarska škoda zaradi izpada pridelka jabolk namizne kakovosti v zadnjem desetletju zelo povečala. Rezultati slovenske introdukcije

Preglednica 7: Občutljivost različnih sort jablan podlagi M9 na zimsko pozebo (Lucas, Anleitung zum Obstbau 1992)

Majhna	Srednja	Velika
Zlati delišes, gloster	Summered, alkmene, jonatan, gala, idared	Elstar, jonagold, boskop

Zaradi velikega vpliva šibke vegetativne podlage M9, na rodnost jablan, na občutljivost za boleznih in škodljivce, na neugodne vremenske razmere (suša, pozeba, toča...), na lastnosti tal (utrujena tla) ter druge neugodne vremenske razmere (tople jeseni in mile zime) je posledično zelo velik vpliv podlage M9 tudi na fenološki razvoj vseh sort jablan. Izkušnje priznanega sadjarskega strokovnjaka M. Thalheimerja iz Južne Tirolske, kjer imajo več kot 40-letne izkušnje z zaščito jablanovih nasadov pred pozebami z oroševanjem, potrjujejo



zelo velik vpliv podlage M9 na fenološki razvoj vseh sort jablan, zato je občutljivost vseh sort jablan mnogo bolj odvisna od fenofaze in manj od sorte. Posamezne sorte jablan se razlikujejo po različni občutljivosti na mrazove glede na fenofazo. Tako so v času cvetenja na pozebo občutljivejše sorte braeburn, idared in jonagold. Z razliko, od idareda in jonagolda pa je sorta braeburn mnogo manj občutljiva na pozebo po končani oplodnji, ko se plodiči začno debeliti. Drugače se obnašata sorti gala in zlati delišes, ki sta v času cvetenja manj občutljivi za pozebo, so pa mnogo bolj občutljivi že razviti plodiči. Plodiči gale in zlatega delišesa kljub velikim poškodbam kože zaradi pozebe pogostokrat ne odpadejo (rjasti obroči, kravate, plodovi nepravilnih oblik...) in se razvijajo dalje (domača letina jabolk 2016 in 2017).

Rezultati slovenske introdukcije novih sort jablan v zadnjem obdobju v svojih poročilih nimajo podatkov fenoloških opazovanj izbranih sort jablan, ki so ključni za določitev občutljivosti posamezne sorte, oziroma klona na pozebo. Zato smo mnenja, da bi bilo glede na klimatske spremembe tudi v naših pridelovalnih okoliših, v poročilo nujno vključiti tudi fenološka opazovanja. Tako kot so to počeli naši priznani pionirji sloveske intodukcije jablan ( J. Priol in J. Črnko, ).



Slika 8: Rjasti obroči zaradi pozebe



Slika 9: Pozebli plodiči jablan

### 3.2 Hruške

Hruške so od jablan občutljivejše na pozebo. Dobro uspevajo le v zmerno toplih, milih podnebnih z dovolj zračne vlage. Zato večina hrušk, zgodnjih, srednjih in poznih sort, pri nas dobro uspeva na območju Goriškega sadnega okoliša. Sorti viljamovka in konferans pa tudi na toplejših lokacijah Podravja in Posavja.

Preglednica 8: Občutljivost različnih sort hrušk na zimsko pozebo  
(Lucas, Anleitung zum Obstbau 1992)

Majhna	Srednja	Velika
Gelertova	Trevuška, klapovka, dobra luisa, aleksander lukas	Viljamovka, konferans, boskova steklenka



Slika 10: Aktivna zaščita pred pozebo –  
oroševanje hrušk

### 3.3 Breskve

Cvetni brsti breskev so bolj občutljivi od listnih na zimsko pozebo. Posebno nevaren je prihod ponovne ohladitve po otoplitvi pozimi. Cvetni brsti lahko odpadajo tudi še ob napenjanju. Po spomladanski pozebi je priporočljivo počakati z redčenjem vsaj 15 dni ali še boljše do začetka trditve koščice, da prej odpadejo poškodovani plodiči. Vseeno je priporočljivo pustiti več plodičev, ker lahko pride do poznega odpadanja. Med sortami breskev je najbolj odporna na spomladansko pozebo sorta Veteran, ki zelo pozno cveti in postopno odpira cvetne brste. Žal je primerna samo za predelavo v sok, ker je premeška in preveč občutljiva na odtise, da bi jo lahko prodajali kot namizno breskev. Med ostalimi sortami so relativno odporne breskve Redhaven, Rome star, Norman, nektarine Orion, Maria aurelia, Caldesi 2010 in Stark red gold, vendar se njihova odpornost ne more primerjati z Veteranom.

### 3.4 Slive in češplje

V našem sadnem izboru imamo samo evropske sorte sliv in češpelj, ki so bolj odporne in kasneje cvetijo od bolj občutljivih in bolj zgodaj cvetočih kitajsko japonskih sliv.

### 3.5 Marelice

Marelice cvetijo najbolj zgodaj med vsemi sadnimi vrstami z izjemo mandlja. Zato so najbolj občutljive na spomladanske pozebe. Saditi jih je treba na dvignjene lege, kjer je manjša možnost spomladanskih pozeb. Po naših izkušnjah so najboljše severne, sevrovzhodne, odprte, vetrovne lege z ilovnatimi tlemi. Marelice imajo kratko fiziološko mirovanje in jih vsaka otoplitev v januarju ali februarju zbudi in začnejo krožiti sokovi ter so pripravljene na brstenje. Ta problem je še bolj izrazit na južnih, zaščitelih legah na lahkih in toplih lapornatih tleh. Ob ponovni ohladitvi lahko pride do pozebe še zaprtih cvetnih brstov in do pokanja luba na deblu. Pri temperaturi zraka npr.  $-5^{\circ}\text{C}$  se ob sončnem vremenu

temno obarvan lub na južni strani segreje na + 10 ali več °C, na severni pa ostane -5°C. Na prehodu iz negativne v pozitivno temperaturo lub popoka in odstopi od lesa in kasneje omogoči okužbe z različnimi lesnimi glivami, ki lahko vodijo do odmiranja dreves. Da bi to preprečili se priporoča beljenje debel marelic po koncu fiziološkega mirovanja v začetku januarja. Bela barva odbije veliko več sončnega sevanja kot temnejše barve in debela se manj segrevajo. Še boljše pa je, da je nasad na taki legi, da je v januarju in delu februarja večino dneva v senci.

Med sortami je manj občutljiva na pozebo sorta San Castrese zaradi obilnega cvetnega nastavka in postopnega odpiranja cvetnih brstov. Poznejše cvetenje ima tudi briška lokalna sorta Flokarji in je zato manj občutljiva za pozebo.

### **3.6 Češnje**

Češnje cvetijo kasneje od marelic in breskev in so zato nekoliko manj občutljive na spomladansko pozebo. Razlike v času cvetenja med sortami so lahko v določenem letu velike (14 dni) v drugem pa zelo majhne (7 dni) (Fajt et al, 2011) in takrat skoraj ni razlik v občutljivosti na pozebo. Kljub vsemu se priporoča sajenje nasadov na dvignjene lege, kjer je manjša nevarnost pozeb in tudi nihanje temperatur, ki lahko vodijo v močnejše trebljenje, je manjše.

### **3.7 Aktinidija**

Aktinidija ali kivi je občutljiva na vse vrste pozeb: spomladanske, jesenske in zimske. Do zimske pozebe odraslih rastlin pride pri temperaturi – 15 do - 18 °C odvisno od prehranjenosti, dozorelosti lesa in zimskega mirovanja. Mlade rastline so veliko bolj občutljive posebno proti koncu zime, ko že krožijo sokovi in lahko pozebejo pri višjih temperaturah (-8 do -10°C). Prav tako so mlade sadike v prvem do tretjem letu zelo občutljive na prvi jesenski mraz, ker so še v vegetaciji. Če pade temperatura naenkrat na -5 ali -8°C, lahko pozebejo celotne sadike. Ob taki pozebi pozebe kambij in odstopi lub na koreninskem vratu tik nad zemljo, kjer so tudi najnižje temperature (preglednica 3, slika 1,11).



Slika 11: Uničen nadzemni del in začetek odganjanja iz podzemnega dela



Slika 12: Rez sadike tik nad tlemi

Da bi to preprečili, se ne sme dognojevati z dušikom po sredini maja in se priporoča zavijanje debel pred nastopom prve slane do višine vsaj 0,5 m z vrtno pokrivko v več plasteh ali s slamo ali senom vsaj 3 do 5 let. Če že pride do pozebe, je treba spomladi ob začetku odganjanja odrezati celoten nadzemni del, da se koreninski sistem ne izčrpa in lahko obnovi rastlino iz podzemnega dela (slika 12).

Aktinidija ima zelo dolgo rastno dobo z zgodnjim odganjanjem – v začetku marca in poznim dozorevanjem – v začetku novembra. Zaradi tega je zelo občutljiva na spomladanske pozebe odganjajočih brstov in poganjkov s kritično temperaturo med  $-1$  in  $-2$  °C in na jesensko pozebo plodov pred obiranjem s kritično temperaturo  $-3$  do  $-3,5$ °C, ki naredi plodove netržne (Cicogna, Centore, 2004). Dokler ima krošnja aktinidije vso listno maso (prva pozeba v jeseni) absorbira krošnja energijo dolgovalovnega sevanja tal in jo oddaja nazaj proti tlem in delno tudi navzgor. Posledica tega je, da je temperatura v nasadu in posebej pod krošnjo dosti višja od temperature nad krošnjo. Če se pozeba ali slana naslednji dan ponovi, ko je večina listja zaradi pozebe že odpadla, so temperature v celotnem nasadu izenačene razen majhnega območja pod najgostejšim delom krošnje, ki je malo toplejši (Cicogna, Centore, 2004). To potrjuje izkušnje, da so posledice pozebe drugi dan pri isti temperaturi dosti hujše. Jesensko pozebo bi lahko reševali z mikrooroševanjem pod krošnjo, ki pa je učinkovito do  $-4$  ali  $-5$  °C. Oroševanje nad krošnjo ne pride v poštev, ker bi nastali led preobremenil oporo in jo podrl.

Obe sorti našega sadnega izbora (Hayward in Soreli) odganjata hkrati in sta enako občutljivi na spomladansko pozebo. Ostale sorte rumenomesnatega kivija, ki so prisotne v Italiji in Novi Zelandiji, odganjajo še veliko prej in niso primerne za naše podnebne razmere. Soreli dozoreva precej pred Haywardom in ni občutljiv na jesenske pozebe.

Zaradi občutljivosti aktinidije na nizke temperature je ne smemo saditi v kotline in doline, ki so izpostavljene pozebam.

### 3.8 Trte

Pri vinski trti so na pozebo občutljive vse zgodaj odganjajoče sorte kot so rumeni muškat, modra frankinja, šipon, chardonnay, traminec. Sorti zeleni silvanec in modra portugalka lahko dajeta ob pozebi celo višji pridelek zaradi izredno dobro razvitih pryočes. Pogostejše so pozebe na nižjih legah, na sončnih legah trte prej odganjajo. Kot pri drugih sadnih vrstah je lahko odločilen za pozebo čas zimske rezi in čas vezanja rodnega lesa.

Rešitev v preprečevanju spomladanske pozebe v vinogradih vidimo v:

- modificirana zimska rez, ki nam zagotavlja večje števila rodnih očes z vzpodbujanjem dvojnega odganjanja. Izredno praktičen in ekonomičen ukrep saj imamo zaradi minimalnih vlaganj zagotovljen pridelek.
- podaljšanje dormance rastlin za do 20 dni je lahko izziv ni pa nemogoče!

Na območju Podravja je pod vplivom polarnih zračnih mas nastopila kratkotrajna a izredno pogubna adveksijsko radiacijska pozeba v letu 2017 z jutranjimi temperaturami med -2 in -3°C, v depresijah in dolinah pa tudi do -5°C. Zaradi tega so bili na celotnem območju poškodovani prav vsi vinogradi.

Pri pozebi v tem letu je bilo odločilno stanje razvoja trte. Tako smo ugotovili, da je trta v fazi:

- volne prenesla tudi -5°C in več ,
- do 2 cm -zaprti brst do -4°C,
- pol odprtih brstov z vidnimi zelenimi konicami listov do -3°C,
- petih listov do največ -2°C
- devetih listov samo še do -0,5 in največ -1,0 °C.

V fazi 5 listov je bilo v Podravju v času spomladanske pozebe na višjih vinogradniških legah okrog 80% sort rumeni muškat, chardonnay, modra frankinja, muškat otonel, šipon, traminec, na nižjih in nekoliko hladnejših legah pa do 40%. Ostale bolj odporne sorte, ki bolj pozno odganjajo pa so bile v tem času okrog 80% v fazah, ki so prenesle temperature do -3°C.

Ocenjujemo, da bo v Podravju zaradi pozebe v letu 2017 vsaj 40% manj pridelka grozdja. V povprečju pa lahko v Podravju pričakujemo manj pridelanega grozdja kot v letu 2016. (Roman Štabuc KGZS Zavod Maribor).

Pri zimskih temperaturah v vinogradu – 14 do – 18 °C pride do 10 – 20 % pozebe zimskih brstov. Pri temperaturi -20°C pozeba zimskih brstov naraste na 80 do 100 %. Pod to temperaturo lahko pozebejo celotne trte. Za zimsko pozebo je od primorskih sort precej občutljiv Cabernet sauvignon, ki je med najmanj občutljivimi sortami na spomladansko pozebo zaradi poznega odganjanja. Zaradi istega razloga je na spomladansko pozebo najmanj občutljiva sorta Malvazija. Na spomladansko pozebo najbolj občutljive so zaradi zgodnjega odganjanja sorte Chardonnay, Beli pinot in Barbera. Zanimivo je da lahko sorta Merlot tudi ob 100 % pozebi iz stranskih oči da še 20 do 30 % pridelka.

### 3.9 Kaki

Kaki spada med subtropske sadne vrste podobno kot aktinidija. Odganja malo pozneje kot aktinidija, občutljivost na pozebe pa je zelo podobna in tudi ukrepi so enaki. Pri nas najbolj razširjena sorta KakiTipo zelo pozno dozoreva in je včasih problem obrati pred pozebo, ker nima dovolj rumene barve (slika 13). Nekoliko prej zorijo oz. se obarvajo rumeno sorte Hachiya, Fuji (slika 14), Tone wase in se jih lahko obere pred slano.



Slika 13: Kaki Tipo, ki ni dovolj dozorel



Slika 14: Primerno dozorel Fuji

### 3.10 Jagodičevje

#### Stanje ob spomladanskih pozebah v letih 2016 in 2017

V letih 2016 in 2017, ko je Slovenijo prizadela močna spomladanska pozeba in uničila velik del pridelka različnih sadnih vrst, je bila gospodarska škoda na jagodičju relativno majhna. Bolj kot na količini pridelka in času dozorevanja, se je izrazila na kakovosti pridelka. Spomladanska pozeba je uničila prve cvetove jagode izven tunelov, posamezne odprte cvetove ameriške borovnice, ribezov, kosmulje in aronije. Cvetovi enkrat rodne maline so delno pomrznili. Cvetovi dvakrat rodne maline, robide in goji jagode so ostali nepoškodovani, saj rastline cvetijo zelo pozno, ko spomladanskih pozeb ni več. Prizadeti so bili rastni vršički poganjkov ali celi poganjki dvakrat rodne maline.

## **Pričakovana letina v letu 2017**

V letošnjem letu je bil pridelek pri jagodi zelo dober, saj je več kot tri četrtine nasadov jagod v tunelih, kjer so rastline pridelovalci dodatno zavarovali z enojnimi ali dvojnimi vrtnarskimi koprenami ali zaprtimi tuneli. Ocenjujemo, da je bil povprečen izpad okrog 10 %, na posameznih izredno pozebnih legah pa do 30 %. Glede na cene, ki so jih pridelovalci dosegli, večje ekonomske škode ni bilo. V letošnjem letu je na pridelek imel velik negativnih vpliv zimski mraz brez snega. Škoda je bila velika predvsem v dveletnih nasadih in pri sortah, katerih poganjki se močneje podaljšajo iz rozete (Clery).

Pri ameriški borovnici so škodo utrpeli tisti, pri katerih je temperatura padla pod -3 °C. V nasadih na Ljubljanskem barju, kjer je temperatura padla pod -6 °C in so nasade varovali z dimom (kurjenje bal), je izpad približno od 15 do 20 %. Ker so pomrznile posamezne sorte, je delež teh sort v nasadu pomembno vplival na celoten izpad. Tisti, ki nasadov pri tako nizkih temperaturah niso zaščitili, so imeli od 30 do 50 % izpada.

Maline enkrat rodnih sort so imele do polovice manjši pridelek. Maline dvakrat rodnih sort so zaradi manjšega volumna imele do 30% manjši pridelek.

Letina robid je bila dobra. Pridelek aronije je bil za eno tretjino do polovice manjši.

## **Občutljivost jagodičastih sadnih vrst na nizke zimske in spomladanske temperature**

V primerjavi z drugimi sadnimi vrstami, so posledice zaradi nizkih zimskih in spomladanskih temperatur pri jagodičastih rastlinah manjše. Jagodičaste sadne vrste izvirajo iz severnih predelov Azije in Amerike ter iz evropskega severa in visokogorij (Alpe). Rastline so se pred pozebo zavarovale z nizko rastjo oz. polegajočimi poganjki, ki jih zavaruje sneg ter s poznim cvetenjem in sposobnostjo razvoja cvetov poznejših generacij (pocvetanje) v grozdu ali kobulu. Večja je tudi neposredna odpornost cvetov.

Preglednica 9: Občutljivost nadzemnih delov jagodičastih rastlin na nizke zimske in spomladanske temperature (°C)

Sadna vrsta	Zimska pozeba		Spomladanska pozeba			Opomba
	Cvetni brst	Les (rastlina)	Cvetni brst	Cvet	Plod	
Jagoda	od -35 do -12*	od -35 do -12*	-5,6 do -2,2	-1 do -0,6	-2,2**	*z in brez snega **zelen plod
Ameriška borovnica	-32	-32	-6	-2,2 -0,6	-1,3	zaprt cvet odprt cvet
Malina	-30	-30	-5	/	-0,9	
Robida	-28 do -10*	-28 do -10*	/	-2,2	-0,8	* z in brez snega
Ribezi in kosmulja	-30	-30 do -40	/	- 9 do -4*	/	*odvisno od sorte
Aronija	-30	-30	/	/	/	

### 3.10.1 Jagoda

Jagoda raste v vseh obdobjih leta, ko se temperatura zraka dvigne nad 5 °C. Zaradi te lastnosti, so ob vdorih hladnega zraka v zimskem in spomladanskem času, rastline izpostavljene nevarnostim pozebe. Ko rastline niso pokrite s snegom, nizke temperature poškodujejo liste, izdolžene poganjke in rastni vršiček. Poškodbe so večje, če nizke temperature spremlja veter. Pri rastlinah, ki so zaradi neusklajenega ali pretiranega gnojenja z dušikom močno rastle, so poškodbe poganjkov večje. Posledice pozebe so pri različnih sortah lahko različne. K večji občutljivosti na pozebo rastlin prispeva tudi način oz. doslednost pri sajenju. Rastline ki so pravilno posajene (do sredine korenike), so odpornejše od plitvo sajenih in tistih, ki imajo razgaljeno koreniko ali korenine izven zemlje. Korenine jagode pozebejo le v izjemnih primerih, pri izredno nizkih temperaturah brez snežne odeje (golomrazica).

Jagoda na prostem cveti zelo zgodaj. V toplejših predelih (Primorska, Posavje) konec marca, v nižinah notranjosti Slovenije v začetku aprila in v višjih predelih v maju. Spomladanska pozeba v nepokritih nasadih običajno prizadene vse odprte cvetove jagode, ne glede na sorto. Večina sort, razen nekaj zelo poznih, cveti istočasno ali v razmiku nekaj dni. Poškodbe zaradi pozebe so torej popolnoma odvisne od vremenskih razmer in padca temperature.

Pozeba običajno prizadene prve cvetove, ki imajo največje in najbolj kakovostne plodove. Zaradi uničenja prvih plodov se razvijejo plodovi kasnejših generacij (četrte, pete), ki so manjši. Prihodek v letu s pozebo je običajno manjši ne le zaradi drobnejših plodov, temveč tudi zaradi zapoznelega obiranja. Najvišje cene običajno dosegamo z zgodnjim pridelkom.

Izpad pridelka je popoln le takrat, ko so temperature zelo nizke daljše obdobje in uničijo cvetne zasnove vseh generacij.



Pri jagodi pomrznejo prašniki in plodnice, ki so razporejene na cvetišču. Če je pozeba popolna, se cvetišče sploh ne razvija (omesenelo cvetišče). Na cvetnem peclju ostane samo čaša. Če je pozeba delna, se razvije deformiran plod. Deformacije so podobne oz. enake kot pri slabi oplodnji zaradi pomanjkanja čebel oz. drugih oprasovalcev.



Slika 15: Poškodbe po spomladanski pozebi na jagodah

### 3.10.2 Ameriška borovnica

Ameriška borovnica izvira hladnih predelov Severne Amerike, zato je njena odpornost na nizke zimske temperature zelo velika. Poganki borovnice pomrznejo le ob izjemno dolgotrajnih nizkih zimskih temperaturah pod  $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V Sloveniji je zimska pozeba najmočnejše prizadela borovnice v zimi 1986/87, ko so pomrzili enoletni poganki starejših rastlin vseh sort. V posameznih hladnejših zimah so pozebli enoletni poganki starejših grmov sorte Brigitta in posamezni enoletni poganki mladih rastlin različnih sort.

V hladnih zimah brez snega je večja nevarnost izsušitve rastlin. V območjih, kjer se take zime ponavljajo, izberemo nižje sorte ali izvajamo rez, s katero ohranjamo rastline nižje.

V zadnjih letih so problematične zime z občasnimi otoplitvami. Ko borovnica doseže potrebno količino nizkih temperatur, se ob otoplitvi dormanca prekine. Ob ponovnem padcu temperature so rastline bolj občutljive na mraz.

Spomladanska pozeba borovnic je pogostejša v zadnjih letih. Vzrok je zgodnejše brstenje in nenadne ohladitve ob vdorih hladnega zraka. Odprt cvet pozebe pri temperaturi pod  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , delno odprt pa pri temperaturi  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cvetni brsti različnih faz razvoja so prizadeti, če se temperatura za daljše obdobje spusti pod  $-4$  oz.  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pri blažji zmrzali pozebejo pestič in prašniki, pri nižjih temperaturah pa tudi zasnova ploda s pecljem. Če prvi cvetovi pomrznejo, se razvijejo cvetovi poznejših generacij, ki se brez pozebe sploh ne bi razvili. Cvetovi na drobnih pogankih se prej odprejo kot cvetovi na debelejših pogankih. Če so pozebe v času cvetenja pogoste, režemo na debelejšje poganjke, na katerih je cvetenje bolj pozno. Rez pri ameriški borovnici izvajamo ko so rastline v popolni dormanci.

V letu 2017 je bila škoda po aprilski pozebi relativno velika, kljub dimljenju nasadov, ko je temperatura več ur bila pod  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pri sortah Bluecrop in Elliott je pomrznilo približno 10 %, pri zgodnjih sortah Duke in Earliblue od 30 do 50 % ter pri novejših sortah Chandler in Aurora 60 % cvetov oz. plodičev. Glede na to, da je pri posameznih sortah naraven osip velik, pri drugih pa majhen, smo ob oceni upoštevali tudi ta podatek.



Slika 16: Zaščita pred pozebo pri ameriški borovnici



Slika 17: Pozebli cvetovi am. borovnice

### 3.10.3 Malina

Malina je rastlina hladnih severnih predelov in visokogorij, zato je nizke zimske temperature skoraj nikoli ne prizadenejo. Vzrok pozeb pogankov (lesa) in brstov enkrat in dvakrat rodnih malin so predvsem vdori hladnega zraka v jesenskem obdobju (november), ko rastlina še ne preide v mirovanje ter nenadne otoplitve v zimskih mesecih (januar, februar). Maline jeseni rastejo zelo dolgo. Prilagajanje na nizke temperature je postopno. V oktobru rastline prenesejo približno do  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v januarju pa celo do  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Poškodbe rastlin zaradi zimske pozebe so skoraj vedno posledica nenadnih oz. pojavljajočih zimskih otoplitev. Zimska pozeba na obeh tipih malin se izrazi v popolnem ali delnem uničenju brstov. Običajno najprej pozebejo brsti v zgornjem delu poganjka in brsti na debelejših poganjkih.

Spomladanska pozeba cvetov enkrat rodnih malin je zaradi poznega cvetenja, izredno redka. Ob izjemno nizkih temperaturah poleg odprtih cvetov pozebejo tudi zaprti cvetni brsti. Pri dvakrat rodnih malinah, namenjenih za zgodnje poletni pridelek na lanskoletnih poganjkih (tehnologija dveh obiralnih obdobj), je vplivi nizkih temperatur na pridelek enak kot pri enkrat rodnih malinah. Pri dvakrat rodnih malinah, kjer obiramo le pridelek na toletnih poganjkih (tehnologija enega obiralnega obdobja), cvetovi nikoli ne pozebejo, ker je cvetenje zamaknjeno v pozno pomlad oz. začetek poletja. Spomladanska pozeba pri dvakrat rodnih malinah z enim obiralnim obdobjem običajno prizadene rastne vršičke. Ob izredno nizkih temperaturah popokajo stebela mladih poganjkov. Posledica pozebe je nižja rast rastline in bujno izraščanje stranskih poganjkov, kar vpliva na zračnost rastline in s tem na kakovost pridelka. Na poškodovanih delih rastline se pogosto razvijejo bolezni lesa. Glede na to, da pri malini talni poganjki stalno

izraščajo, je najbolje, da od pozebe poškodovane poganjke izrežemo do tal. Obiranje na kasneje izraslih poganjkah je običajno poznejše, vendar po količini in kakovosti enako. V malinovih nasadih v tunelih poškodb zaradi pozebe običajno ni.

V letošnji pomladi (2017) so cvetovi enkrat rodne maline in dvakrat rodne maline na lanskoletnem lesu (novejše nizozemske sorte) delno pomrznili. Cvetovi dvakrat rodne maline na prostem (letošnji poganjki), ki je v Sloveniji pridelujemo v največjem deležu, niso pomrznili. Zaradi poznega cvetenja cvetovi na letošnjih talnih poganjkah praktično nikoli ne pozebejo. V nasadih na prostem so bili močno prizadeti rastni vršički talnih poganjkov vseh sort. V nasadih v tunelih poškodb ni bilo. Poškodba se je izrazila v tem, da je rast zastala in povprečna višina rastlin je bila nižja za približno eno tretjino.



Slika 18: Pozebli cvet maline

#### 3.10.4 Robida

Breztrnata robida je na nizke temperature občutljiva rastlina, zato jo sadimo predvsem na manj pozebne in brezvetrne lege ali v rastlinjake oz. tunele. Na primernih rastiščih zimska temperatura rastlin ne prizadene. Cvetov robide spomladanska pozeba ne prizadene, ker je cvetenje zelo pozno.

#### 3.10.5 Ribezi in kosmulja

Ribezi in kosmulja izhajajo iz hladnih severnih predelov in iz visokogorij, zato jih zimska pozeba ne prizadene. Glede na to, da so rastline prilagojene na hladno okolje, brstenje in cvetenje začneta zelo zgodaj, od sredine do konca marca. Višek cvetenja pogosto sovпада z ohlaiditvami, ki prizadenejo odprte cvetove. Brsti in plodovi običajno ne pozebejo. Posledica pozebe je razredčen grozd. Po pozebi je količina pridelka nekoliko manjša. Kakovost plodov je prizadeta predvsem pri rdečem ribezu, namenjenemu za svežo potrošnjo.

### 3.10.6 Aronija

Aronija izhaja iz hladnih predelov vzhodne in severne Evrope. Zimski mraz rastlin ne prizadene. Zaradi poznega cvetenja poškodbe cvetov ob spomladanski pozebi niso poznane.

V letošnjem letu so v našem okolju cvetovi aronije delno pozebli. Ocenjujemo, da je bil pridelek zato manjši. Po vizualni oceni je bil manjši za eno tretjino do eno polovico. Poškodba cvetov je pri aroniji enaka poškodbi cvetov jabolane.

#### **Obstoječi načini zaščite nasadov jagodičja pred spomladansko pozebo in ukrepi po pozebi**

##### **Pasivna zaščita**

Pred zimsko pozebo vse jagodičaste rastline obvarujemo predvsem s tem, da jih z dušičnimi gnojili gnojimo zmerno in da z gnojenjem prenehamo v ustreznem času. Pri lesnatih rastlinah, z izjemo dvakrat rodnih malin, z dušikom gnojimo do konca junija. Pri dvakrat rodnih malinah z manjšimi količinami dušika gnojimo do avgusta. Odpornost rastlin povečamo s škropljenjem z bakrenimi sredstvi, ki rastline prisilijo k zgodnejšemu prehodu v mirovanje.

Pred zimskim mrazom nasade jagod lahko zavarujem s slamo ali z vrtnarskimi koprenami. Varovanje je pomembno predvsem v zimah brez snega in z izjemno nizkimi temperaturami.

Večji delež slovenskih nasadov jagod (3/4) in dvakrat rodnih malin (1/2) je pokrit s plastičnimi tuneli. Varovanje pred spomladansko pozebo kombiniramo z uporabo vrtnarskih kopren. V pozebnih legah spomladansko čiščenje jagod opravimo čim bolj pozno. Čiščenje nasada pospeši začetek rasti in s tem zgodnejše cvetenje.

Zaščito pred pozebami predstavlja tudi sajenje ustreznih sadnih vrst in sort v ustrezno okolje (robide v zavetrne in toplejše lege; v hladnejša visoka rastišča sadimo zgodnje sorte borovnic).

Po spomladanski pozebi rastline tretiramo s sredstvi za krepitev rastlin.

##### **Aktivna zaščita**

Klasično oroševanje z razpršilci na različnih višinah uporabljajo v tujini za zaščito ameriških borovnic.

Pozebo jagod lahko zmanjšamo z namakanjem oz. oroševanjem tal. Mokra, temna tla ohranjajo več toplote kot suha, svetlejša tla.

V nasadih ameriških borovnic se poleg mešanja zraka z vetrnicami, pogosto uporablja dimljenje in ogrevanje nasadov. Ti dve metodi sta močno razširjeni v ZDA in na Poljskem, v dveh izjemno velikih pridelovalkah jagodičja. V Sloveniji smo v dveh zaporednih pozebnih letih dimljenje izvajali v nasadih na Ljubljanskem barju in v Prekmurju. Izkazalo se je kot ukrep, ki je pridelek obvaroval tudi pri temperaturah, ki so se za daljše obdobje spustile od -6 do -10 °C.

### 3.11 Lupinarji

#### 3.11.1 Oreh

Preglednica 10: Občutljivost na nizke temperature v posameznih fenoloških fazah

Čas / fenofaza	Kritična T (°C)	Občutljive sorte*
Pozna jesen	- 2 do - 6	Najbolj: G-139, Krka
Fiziološko mirovanje	- 20	Srednje: Lara, Rasna,
Ekološko mirovanje	- 4	Adams, Chandler, Cisco
Brstenje	- 1	Hartley, Jupiter
Mladike v zgodnji fazi razvoja	- 2	
Moška socvetja (mačice) med prašenjem	- 3	

\*Upoštevane sorte, ki so v slovenskem Sadnem izboru.

#### 3.11.2 Leska

Preglednica 11: Občutljivost na nizke temperature v posameznih fenoloških fazah

Čas / fenofaza	Kritična T (°C)	Občutljive sorte*
Pozna jesen	- 2 do - 6	Najbolj: Tonda gentile delle Langhe
Fiziološko mirovanje	- 30	Srednje: Daria, Torino-119, Tonda di Giffoni,
Ekološko mirovanje	- 13 do - 16	Negret, Tonda gentile Romana
Cvetenje ženskih cvetov	- 7	
Moška socvetja (mačice) med prašenjem	- 5	
Olistanje	- 2 do - 3	
Zgodnji razvoj ploda	- 4 do - 5	

\*Upoštevane sorte, ki so v slovenskem Sadnem izboru.

### 3.11.3 Kostanj

Preglednica 12: Občutljivost na nizke temperature v posameznih fenoloških fazah

Čas / fenofaza	Kritična T (°C)	Občutljive sorte
Pozna jesen	pod 0	Srednje: Garrone Rosso, Precoce Migoule
Fiziološko mirovanje	- 20	
Ekološko mirovanje	- 4	
Brstenje	pod 0	
Mladike v zgodnji fazi razvoja	- 1	

\*Upoštevane sorte, ki so v slovenskem Sadnem izboru

## 4 ZAŠČITA PRED POZEBO

Zaščita pred pozebo sadovnjakov se izvaja s pasivnimi in aktivnimi tehnikami. Cilj vseh tehnik je ekonomično in okolju prijazno preprečevanje večjega izpada pridelka namiznega sadja. Ekonomsko in okoljsko učinkovitost ukrepov zaščite pred pozebo v veliki meri določa pridelovalni okoliš s svojimi pedoklimatskimi značilnostmi. Za učinkovito zaščito nasadov pred pozebami, je za posamezen nasad potrebno izdelati nabor tehnik, ki temeljijo na načelu realnih možnosti.

### 4.1 Pasivna zaščita

Od izbora pasivnih zaščit pred pozebo je v veliki meri odvisna tudi učinkovitost aktivnih zaščit. Metode pasivne zaščite imajo omejen učinek, vendar so ključne za učinkovito delovanje vseh aktivnih zaščit. Zato morajo biti pasivne metode vedno vključene v načrtovanje in postavitve nasadov ter v tehnologijo pridelave posamezne sadne vrste. Za učinkovitejšo pasivno zaščito je ključen izbor tehnoloških ukrepov, ki z veliko gotovostjo ščitijo nasade pred pozebami.

#### 4.1.1 Načrtovanje nasadov

Pri načrtovanju novih nasadov je treba upoštevati najnižje temperature, ki se pojavljajo na predvideni lokaciji v času kritičnih fenofaz izbrane sadne vrste. Če podatki o temperaturah za določeno lokacijo niso dosegljivi, je najbolje napraviti meritve najnižjih temperatur in po možnosti tudi čas njihovega trajanja ob spomladanskih in tudi zimskih pozebah. V skrajnem primeru je mogoče oceniti nevarnost pojava pozeb na osnovi izkušenj z njimi v najbližjem nasadu na primerljivi legi.

Nevarnost pozeb na makroravni se da oceniti na osnovi reliefa. Če pogledamo primer Vipavske doline, vidimo iz reliefa, da na severu prehaja v Trnovsko planoto, na vzhodu v Nanos, na jugu v Kras, na zahodni strani pa ni popolnoma odprta proti morju, ampak je zaprta z nižjimi griči, ki onemogočajo odtok hladnega zraka proti morju.



Slika 19: Satelitski posnetek Vipavske doline (vir: <http://zemljevid.e-informacije.com/zemljevid-primorska.php>)

Najnižje temperature se pojavijo v Mirnu tik ob državni meji, kjer je tudi najmanjša nadmorska višina (39,5 m). Pri tem je treba upoštevati tudi dotok hladnega zraka iz Trnovske planote po dolini Lijaka v kateri se pojavijo še nižje temperature, ker je tudi ta delno zaprta pri Vogrskem. Naslednje mrazišče je polje Brje Žablje v katerem se nabira mrzel zrak iz Nanosa in Predmeje in nima možnosti odtoka naprej po dolini zaradi gričev med Batujami in Dornberkom, kjer se reka Vipava prebija skozi tesen v Peklu. Najmanj pozeb se pojavi v dolini Branice v okolici Branika, ki nima dotoka hladnega zraka niti iz kraške planote, niti iz zgornjega dela doline Branice niti iz doline Vipave.

Na mikroravni se da vsako parcelo analizirati na osnovi nadmorske višine, ki se jo lahko izmeri na spletni strani Javnega pregledovalnika grafičnih podatkov MKGP. Nadmorsko višino se lahko izmeri za vsak del GERK-a posebej. Znano je, da se pojavijo najnižje temperature na najnižjem delu parcele.

Na bolj osojnih legah je nevarnost pozeb na isti lokaciji manjša kot na preksončni legi, kjer je razvoj hitrejši in pridejo drevesa prej v kritično fenofazo.

#### 4.1.2 Izbor lokacije

Sedanja tržna pridelava domačega sadja je zasnovana na predpostavki, da z vremenom ne bo večjih težav in so skrbno izbrane lokacije nasadov že zadosten pogoj za uspešno pridelavo sadja vso rodno dobo nasadov. Pri načrtovanju in postavitvi nasadov na novih lokacijah in pri zamenjavi starih izrojenih nasadov z novimi je izbor lokacije ključen. Pri izbrani lokaciji za nasad je potrebno upoštevati mikroklimatske podatke in predvideti najnižje možne temperature, ki se pojavljajo na lokaciji v času razvoja, za mrz občutljivejših fenofaz izbrane sadne vrste in sorte. Če podatki o temperaturah za izbrano lokacijo niso

dosegljivi in so manj uporabni tudi zgodovinski viri, je potrebno samostojno izvesti meritve temperatur in ugotoviti časovni interval trajanja nizkih temperaturnih vrednosti, ki lahko povzročijo pozebo sadnih rastlin. Zelo koristno je poleg lege nasada in razporeditve smeri vrst, upoštevati tudi izhodišče nadmorske višine. To še posebej velja za slovenske pedoklimatsko zelo raznolike sadne okoliše. Pri nasadih z isto nadmorsko višino je variabilnost v razvoju vseh fenoloških faz, tudi zgodnjih, ki so bolj občutljive za spomladanske pozebe, mnogo manjša kot med nasadi z večjo medsebojno oddaljenostjo v kilometrih. Zato se v skrajnih primerih, ko ni na razpolago nobenih merljivih temperaturnih podatkov, za preprečitev nevarnosti pojava spomladanskih pozeb poslužujemo izkušenj iz najbližjih nasadov, na primerljivih legah enakih nadmorskih višin. Prave sadjarske lege za vse sadne vrste morajo biti dobro osvetljene skozi vse letne čase, zato se glavnina nasadov nahaja na prisojnih legah. To pa ima za posledico, da je na prisojnih legah cvetenje sadnega drevja zgodnejše in je nevarnost spomladanskih pozeb mnogo večja, kot na osojnih legah.

#### 4.1.3 Odvajanje hladnega zraka

Hladen zrak se nabira v najnižjih delih zaprtih dolin in kotlin v obliki jezera. Pogostokrat pretok zraka na spodnjem delu nasada preprečujejo naravne in umetne ovire (gozd, sestoji gostega visokega grmovja, razni infrastrukturni objekti, nasipi cest in železnic). Če je le mogoče, je takšne ovire potrebno odstraniti v celoti ali do take mere, da je skozi očiščen prostor možen odtok hladnega zraka. V primerih, ko gre pretok hladnega zraka skozi nasad na rahlo nagnjenem terenu, je učinkovita zaščita dodatno postavljen vetrozaščitni pas. Delujočo umetno bariero – zaščitni pas, je mogoče ustvariti z gostim sestojem primernih dreves, oziroma grmov ali z dovolj gosto mrežo na zgornjem delu nasada in jo uprabiti tudi kot ekološko nišo za koristne živali in organizme. Mrzel zrak zato ob postavitvi takšnih dodatnih naravnih ali umetnih barrier potuje mimo nasada.

#### 4.1.4 Izbor sadnih vrst, sort in podlag

Pozebi so mnogo bolj podvržene vse sadne vrste, ki imajo zgodnejši fenološki razvoj. Najbolj občutljiv je zgodaj cvetoč mandelj, sledijo marelice, breskve, aktinidije, zgodaj cvetoče češnje, slive, kaki, pozno cvetoče češnje, hruške in jabolane, kot najmanj občutljiva sadna vrsta, zaradi poznega cvetenja. Zato je vrsto desetletij preteklega tisočletja veljalo, da so jabolane najbolj odporna sadna vrsta za spomladanske mrazove pri nas in da jih pozeba skoraj nikoli ne prizadene do take mere, da bila ogrožena njihova ekonomična pridelava. Že prva leta na prehodu v novo tisočletje se je pogostost škod v gostih nasadih jablan, na šibki vegetativni podlagi M9, zaradi izpada pridelka po spomladanskih pozebah zelo povečala. Razlog so spremenjene vremenske razmere nastale zaradi klimatskih sprememb, ki imajo za posledico tudi mnogo zgodnejši začetni fenološki razvoj jablan. Pri aktinidiji, kakiju in vinski trti je treba upoštevati, da



lahko pozebejo že napeti brsti, iz katerih bodo zrasli poganjki s cvetovi. Poganjki odganjajo razmeroma zgodaj in so na pozebo zelo občutljivi. Razlike med sortami teh vrst so opisane v poglavjih 3.7, 3.8 in 3.9.

Pri izboru sort izbrane sadne vrste, je za vsako lokacijo posebej potrebno upoštevati njihovo občutljivost na spomladanske mrazove. Zasaditev povsem novih sort z manj izkušnjami zahteva analizo genetike staršev nove sorte. Pozno zoreče sorte vseh sadnih vrst imajo lahko tudi zelo zgoden fenološki razvoj, zato so škode zaradi spomladanskih pozeb še večje. Zanimivo je, da je zelo pozno zoreča sorta breskev Fayette dokaj občutljiva na pozebo, ker cveti zgodaj in zelo kratko. Različno odporne na zimsko in spomladansko pozebo so tudi podlage, ki vplivajo na zgodnejše ali poznejše odganjanje sadnih dreves. Večina nasadov zadnje generacije vseh sadnih vrst raste v gostih nasadih, katerih osnova so šibkejše in zelo rodne vegetativne podlage, ki imajo zgodnejši fenološki razvoj in so zaradi tega občutljivejše na spomladanske mrazove. Zato žlahtnitelji prednostno izbirajo bolj pozno odganjajoče, vendar enako rodne šibke vegetativne podlage.

Podlaga za češnje Colt zakasni cvetenje, Rešeljika pa vpliva na zgodnejše cvetenje.

#### 4.1.5 Arhitektura dreves

Pridelava sadja se nenehno spreminja in tehnološko izpopolnjuje ter prilagaja potrebam trgov. Razvoj pridelave sadja je od visokodebelnih dreves, cepljenih na podlagah sejancev z gostoto dreves nekaj sto na hektar, prešel na nizkodebelna drevesa, cepljena na šibke vegetativne podlage, z gostoto najmanj 2000 dreves na hektar. Rast in rodnost sadne vrste ter sorte sta zelo odvisni od izbrane podlage. Lastnosti podlag genetsko pogojujejo velikost in gostoto rodnega volumna krošenj dreves. Tehnologije pridelave sadja morajo biti prilagojene gojitveni obliki dreves in obratno. S pravilno izbiro gojitvenih oblik za posamezno sadno vrsto in sorto lahko glede na mikrolokacijo nasada občutno vplivamo na zmanjšanje škode po klasični radiacijski slani. Največje škode se običajno pojavljajo pri tleh. Zato so višje arhitekture sadnih dreves glede škod po spomladanskih pozebah v prednosti pred nižjimi, saj v vrhovih običajno ostane precej pridelka. Pridelava sadja nedosegljiva s tal pa je žal precej dražja in ni pričakovati, da bi v nasadih zadnje generacije prišlo do pridelave na višjih drevesih od 4m. V našem klimatu namreč zelo veliko škodo v tržni pridelavi sadja povzročajo tudi zelo pogosta neurja s točo. Zato mora biti večina sodobnih gostih nasadov zaščitenih z mrežami proti toči, ki pa zahtevajo nižje arhitekture dreves. To pa pomeni večjo občutljivost za spomladanske pozebe predvsem v spodnjem delu krošenj dreves, najmanj do višine enega metra od tal. Zato so se v tehnologijah pridelave v nasadih s protitočnimi mrežami začele uveljavljati ozke in zelo ozke gojitvene oblike, upoštevajoč fiziološke zakonitosti rasti in rodnosti ter medsebojnega ravnovesja. Znano je dejstvo, da je najbolje prehranjen rodni les umirjene rasti, čim bližje debla in enakomerno porazdeljen od spodnjega dela

do vrha krošenj dreves, v obliki vijačnice. Arhitektura dreves mora biti takšna, da so vse rodne veje enako osvetljene v vseh letnih časih. Fenološki razvoj je zato kasnejši 2-3 dni, vsekakor pa je zelo izenačen tudi v času začetka brstenja in cvetenja, ko je nevarnost za spomladanske pozebe največja. Takšna izenačenost v fenološkem razvoju je zelo pomembna za učinkovito izvajanje nekaterih pasivnih oblik (prehrana, zamik cvetenja z ohlajevanjem ali kemičnimi pripravki, bakterijami...) in še posebej za vse aktivne oblike protislanske zaščite. Zaradi novo nastalih arhitekturnih oblik krošenj dreves, se je v zadnjih desetih letih zelo spremenila tehnologija pridelave primernih sadik, najbolj pri pečkatem sadju. V nasade jablan in hrušk zadnje generacije se sadijo sadike, ki imajo tako rekoč dokončen roden volumen, oblikovan že v sadni drevesnici, najmanj 50–70 %. Prednost takšnih sadik je v minimalni vzgojni rezi, hitri začetni rodnosti in umirjeni rasti ter redni rodnosti vso življenjsko dobo nasada. Ozke arhitekture dreves namreč že same po sebi določajo-omejujejo življenjski prostor in skrbijo za pravo ravnovesje med rastjo in rodnostjo. Prehranjenost dreves je zadovoljiva tudi v letih z manj padavinami, manjše so tudi negativne posledice moče. Učinkovitejša je tudi zaščita pred boleznimi in škodljivci. Mnogo bolj je izenačeno zorenje večine plodov, kar olajša spravilo pridelka.

#### 4.1.6 Pravočasna in pravilna rez

Rez sadnih dreves je pomemben pomotehnični ukrep s katerim vso življenjsko dobo uravnavamo njihovo rast in rodnost v nasadih. Vse dosedanje tehnologije vključujejo ukrep rezi sadnega drevja v času mirovanja rasti, od zaključka obiranja do začetka brstenja. Večina rezi poteka v zimskih mesecih, zato so jo poimenovali zimski rez. Zimski rez najbolj vpliva na ravnovesje med rastjo in rodnostjo sadnih dreves vseh sadnih vrst. Zato je obravnavana kot prvi ukrep uravnavanja pridelka, redči odvečne in manj kakovostne cvetne brste. Zimski rez zagotavlja izenačene rastne in rodne pogoje že na začetku brstenja in cvetenja, vse do nastopa drevesne zrelosti plodov. Odločilna je za količino in kakovost vsakoletnega pridelka. Še posebej pri zelo pozno zorečih sortah vseh sadnih vrst, ki so pogostokrat mnogo bolj podvržene izmenični rodnosti. Postavitev protitočnih mrež v nasadih zadnje generacije, je pri vseh sadnih vrstah zaradi dodatne senčitve krošenj dreves, v tehnologiji pridelave zahtevala poleg preoblikovanja arhitekture dreves tudi drugačne tehnike rezi. V zadnjem desetletju je zaradi ekonomičnosti pridelave sadja začela poleg tradicionalne ročne izvedbe rezi prihajati v veljavo tudi strojna rez. Zato je prišlo do določenih sprememb tudi v času izvedbe strojne rezi in kasnejših ročnih korekcijskih rezi, tudi zimске. Še vedno pa je prevladujoča zimski rez, ki vzpodbuja rast enoletnih poganjkov in zagotavlja kasnejšo dobro rodnost le teh.

Skozi desetletja razvoja tehnologij pridelave sadja se je jablana v gostih nasadih na šibki podlagi M9, najbolj razširjeni sadni vrsti pri nas izkazala za tehnološko najbolj prilagodljivo nastalim klimatskim spremembam. Zelo dobro se odziva na vse spremembe pomotehničnih ukrepov, postavitve mrež proti toči in tudi na preoblikovano rez. S spremembo terminov zimске rezi jablan znotraj

priporočenega intervala lahko v nasadih zaščitnih s protitočnimi mrežami uspešno zamaknemo začetek brstenja in čas cvetenja za najmanj 3-7 dni. In to brez večjih negativnih posledic za količino in kakovost pridelka jabolk namizne kakovosti. Zaradi zmanjšane osvetlitve vseh predelov krošenj dreves v intenzivnih jablanovih nasadih pokritimi z mrežami proti toči, je nujno prilagoditi že vzgojno zimsko rez. Bujno rastoči dominantni vrhovi in višje ležeči rodni poganjki jablan v nasadih pokritih z mrežami proti toči lahko že v mladosti preveč zasenčijo spodnje dele krošenj dreves. To ima za posledico trajno slabšo rodnost spodnjih predelov in konstatno bujo rast vrhnjega dela krošenj dreves. Zato je obvezno z zimsko vzgojno rezjo oblikovati pod mrežami nekoliko vitkejšo gojitveno obliko ozkega vretena, s krajšimi rodnimi nosilci. Pomembno je, da se pretežni delež cvetov razvije na dvo in troletnem rodnem lesu in da je razmerje cvetnih brstov, brstik in krajših rodnih poganjkov dolžine največ 30 cm prilagojeno sorti oziroma klonu.

V nasadih breskev na posebnih legah se izvede manj intenzivna zimsko rez in dodatna korekcijska rez v začetku maja. V poskusu in praksi se je pokazalo, da ostane več pridelka po manjši pozebi, če pustimo več rodnih vejic pri zimski rezi. Pri korekcijski rezi odstranimo prazne vejice ali pa tudi polne, če do pozebe ni prišlo.

#### 4.1.7 Protitočne mreže in zaščitne folije ter tekstil

Mreže lahko odbijajo del infrardečega sevanja zemlje, ki ostane pod mrežo, zato se slana pojavi z zamikom. Če se pojavi slana na mreži pride do ohlajanja zraka tik pod mrežo, ki se nato nalaga nad tlemi in je zato škoda po pozebi še večja. Pozitiven ali negativen učinek mrež je odvisen od vrste pozebe in vlažnosti zraka. Pozitiven vpliv mrež se pokaže pri oroševanju proti pozebi pod krošnjo, ko mreža zadržuje sproščeno toploto. Zaradi pogostih škod po toči so mreže vključene v postavitev nasadov zadnje generacije vseh sadnih vrst. Protitočne mreže zmanjšujejo osvetlitev krošenj sadnih dreves, zato je pri načrtovanju in postavitvi nasadov potrebno izbrati optimalne sadjarske lege. V nasprotnem primeru je lahko negativen vpliv mrež prevelik in nasadi slabo rodijo, bujno rastejo in so občutljivejši za bolezni in škodljivce ter za zimske in spomladanske mrazove. Sadna drevesa v nasadih s protitočnimi mrežami kasneje zaključijo vegetacijo, les kasneje in slabše dozori-oleseni in zelo pozno odvrže listje. Zato je potrebno skupaj s pravilno izvedbo rezi ustrezno načrtovati tudi vso prehrano in namakanje. Zaradi slabše osvetlitve vseh predelov krošenj dreves je v nasadih vseh sadnih vrst, ki so zaščitene z mrežami proti toči mnogo bolj pomembno, da je ovesek plodov na drevo optimalen. In da so vsa redčenja odvečnih cvetov in plodičev sadežev: kemična, strojna in ročna, izvedena v optimalnih terminih, da ne pride do večje izmenične rodnosti. To še posebej velja za vse sadeže, ki so rdeče obarvani. Jablana je v prednosti pred ostalimi sadnimi vrstami, saj so žlahtnitelji novih sort v zadnjem desetletju na globalni ravni zelo povečali ponudbo stabilnih rdečih klonov jabolk, od zelo zgodnjih do zelo poznih sort, različnih oblik in okusov ter časa zrelosti, ki se rdeče obarvajo tudi pod mrežami.

Vse več nasadov sadnih vrst drevesnih in grmičastih vzgojnih oblik zadnje generacije pa je dodatno pokritih tudi z zaščitnimi folijami. Le te zelo koristno varujejo pridelke pred boleznimi in spomladansko zmrzaljo.

V pridelavi jagodičastega sadja pa se je dodatno uveljavila tudi raba zaščitnega tekstila pred zmrzaljo in sončnimi ožigi.

#### 4.1.8 Prehrana sadnih rastlin

Zelo rodna in prekomerno rodna drevesa v preteklem letu so običajno slabše prehranjena, zato so občutljivejša za pozebe v naslednji vegetaciji. Tudi zelo bujno rastoča sadna drevesa so bolj občutljiva za mrazove. Nepravilno, oziroma prekomerno gnojenje z dušikom dodatno poveča občutljivost za pozebe v fazi začetka brstenja in cvetenja. Raba različnih pripravkov v obliki listnih gnojil in biostimulatorjev za povečanje odpornosti sadnih rastlin na spomladanske pozebe je v fazi preizkušanja. V skupino biostimulatorjev spadajo aminokisliline, ekstrakti alg, mikrobiološki preparati (metaboliti bakterij, gliv), vitamini (B in D skupine ) in huminske ter fulvo kisline.

#### 4.1.9 Izbor sort

Izbor sort za posamezno sadno vrsto je pri žlahtniteljih že zgodovinsko trajnostno naravnano na križanje odpornejših sort, ki so prilagojene neugodnim vremenskim razmeram, suši, pozebi ter manj občutljive na bolezni in škodljivce.

#### 4.1.10 Beljenje debel

Zaradi klimatskih sprememb so v zadnjih dveh desetletjih jesenske in zimske temperature višje. Zime so mile in brez snežne odeje. To ima za posledico zgodnejši fenološki razvoj vseh sadnih vrst, cvetenje tudi za 2-3 tedne prej glede na 50-letno povprečje. Zato je beljenje debel zelo koristen pasiven ukrep pred spomladanskimi pozebami, ker povzroči zamik cvetenja od 3-5 dni. Bela površina odbija sončne žarke, zato se debela segrejejo kasneje in pride kasneje do pretoka sokov po končanem zimskem mirovanju. Beljenje debel zelo ublaži tudi nastale škode zaradi neugodnih vremenskih razmer med rastno dobo: suša, moča, pozeba in sončni ožigi, ki ob zaključku zime na začetku brstenja povzročijo masovno pokanje debel. Večja so temperaturna nihanja med dnevom in nočjo, intenzivnejše je pokanje drevesne skorje. Sončna stran debela se čez dan močno segreje in sokovi v deblu se začnejo pretakati. Zaradi ohladitev v nočnih urah se na teh mestih, ki so bila čez dan zaradi sonca intenzivno pregreta pojavijo poškodbe drevesne skorje. Takšne poškodbe so pogostejše v nasadih na lažjih, peščenih tleh in na izrazitih južnih legah. Najbolj so občutljiva mlada šibko rastoča drevesa do rodnosti, še posebej na utrujenih tleh. Beli trajni premaz v

veliki meri zelo dobro odbija sončne žarke in zmanjšuje segrevanje debel ter učinkovito zmanjša pokanje debel in propadanje večjih površin drevesne skorje. Beljenje debel se priporoča preventivno izvesti že v letu sajenja obnove, najkasneje do meseca februarja. Za beljenje debel lahko uporabimo bele obstojne ali že v ta namen v sadjarstvu preizkušene in pripravljene barve: Weisskonzentrat-Griwecolor, ARBO-FLEX-Flügel, Baumweiss-Proagro. Beljenje debel se izvaja s čopičem ali z ročno škropilnico. Nekatere za sadjarstvo namenske gostejše bele barve vsebujejo tudi kremen in so hkrati zaščita tudi pred glodalci. Takšen premaz je najbolje nanesti na debela s čopičem že v letu sajenja in se obdrži 3-4 leta.

#### 4.1.11 Nega tal in namakanje

Vsaka oblika pokritosti tal zmanjšuje oddajanje toplote tal. Najbolj ugoden vpliv proti pozebi imajo gola, kompaktna in vlažna tla. Če so tla suha, jih pred nevarnostjo pozebe namočimo in pomulčimo, ter tako zmanjšamo izgube zaradi transpiracije.

## 4.2 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. Razviti pa bi bilo treba še mikrometeorološke napovedi za rizične lege na osnovi povezave meteorološke situacije z reliefom.

Vremenska napoved nas lahko samo opozori na nevarnost pojava pozebe, a ne more natančno napovedati, kdaj in koliko se bo temperatura v določenem nasadu spustila pod ničlo. Organiziranega alarmnega sistema nimamo, pa tudi mreža meteoroloških postaj je za te namene preredka. Vsak sadjar mora sam poskrbeti za dežurstvo ali primeren alarmni sistem. Če so nasadi v bližini hiše in uporablja za namakanje električne črpalke, lahko postavi tudi avtomatiko za vključitev črpalke, ko pade temperatura na kritično točko. Kjer so nasadi bolj oddaljeni od naselij in se uporabljajo za oroševanje dizelski agregati ali traktorske črpalke, si lahko nabavi alarmno napravo, ki ga zbudi ob padcu temperature preko mobilnega telefona.

Za učinkovito izvajanje zaščite mora imeti vsak sadjar v nasadu psihrometer (slika 20), ki je sestavljen iz suhega in mokrega termometra. Mokri termometer je navaden termometer, ki ima bučko z živim srebrom oblečeno z bombažnim stenjem, ta pa sega v posodico z destilirano vodo. Tak termometer pokaže nižjo temperaturo od suhega, ker upošteva izgube toplote zaradi evaporacije ali izhlapevanja. Razlika je večja pri nižji relativni zračni vlagi. Temperatura se izenači pri 100 % relativni zračni vlagi. Postavljen mora biti 0,5 m nad tlemi, kjer so najnižje rodne ali ogrodne veje, ker se zrak najprej ohladi tik nad tlemi in na najnižji točki nasada. Postavitve psihrometra na 2 m višine, kot so postavljeni termometri na meteoroloških postajah, ni ustrezna. V nasadu mora biti postavljen

na najnižjo točko nasada po nadmorski višini ali v depresijo, da izmeri najnižjo možno temperaturo v nasadu. Ko se izvaja zaščita, mora biti postavljen izven dosega razpršilcev – izven nasada. Zelo dobro bi bilo, da ima še dva termometra, enega na višini 150 do 180 cm in enega na višini 50 cm izven nasada. Pri večjih nasadih bi bilo potrebno postaviti vsaj še nekaj termometrov na višino 50 cm in na višino 150 do 180 cm, da se lahko kontrolira temperaturo na različnih lokacijah. Po možnosti naj bi bili to minimalno maksimalni termometri (slika 21). Vsi termometri morajo biti natančni in umerjeni. Za meritve temperature se lahko uporablja različne izvedbe digitalnih termometrov ali zapisovalcev temperature, ki pokažejo tudi čas trajanja nizkih temperatur.



Slika 20: Psihrometer: mokri in suhi termometer



Slika 21: Minimalno maksimalni termometer

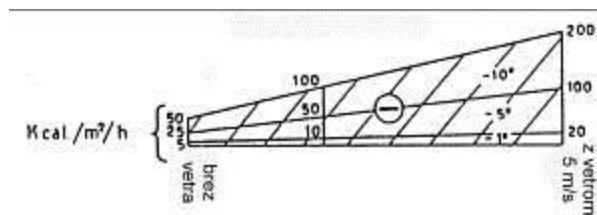
### Izgube toplote iz nasada

Podatki o izgubah toplote iz tal se med različnimi avtorji razlikujejo, vendar ostajajo osnovne usmeritve podobne ali enake (Zinoni et al, 2000, Du Guide 1967).

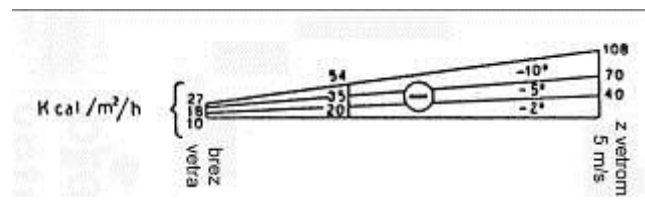
Toplota izhaja iz nasada s pomočjo radiacije ali sevanja, ki je dokaj konstantno in znašajo izgube po enem viru 252 po drugem pa 376,2 kJ/m<sup>2</sup>/h (to je 60 ali 90 kcal/m<sup>2</sup>/h).

Izgube zaradi termokonvekcije glede na hitrost vetra zelo varirajo in znašajo po enem viru od 3,8 do 1657 kJ/m<sup>2</sup>/h, po drugem pa od 45 do 420 kJ/m<sup>2</sup>/h (to je od ena do 396 ali od 10 do 100 kcal/m<sup>2</sup>/h) (slika 22). Čeprav so razlike med najmanjšo in največjo izgubo po obeh virih na prvi pogled velike, pa so pri enakih pogojih dokaj podobne.

Izgube zaradi evaporacije so tudi odvisne od vetra in relativne vlažnosti zraka in znašajo po prvem viru od 0,04 do 18,3 kJ/m<sup>2</sup>/h, po drugem pa od 84 do 210 kJ/m<sup>2</sup>/h (to je od nič do štiri ali od 20 do 50 kcal/m<sup>2</sup>/h) (slika 23).



Slika 22: Izgube toplote zaradi termokonvekcije



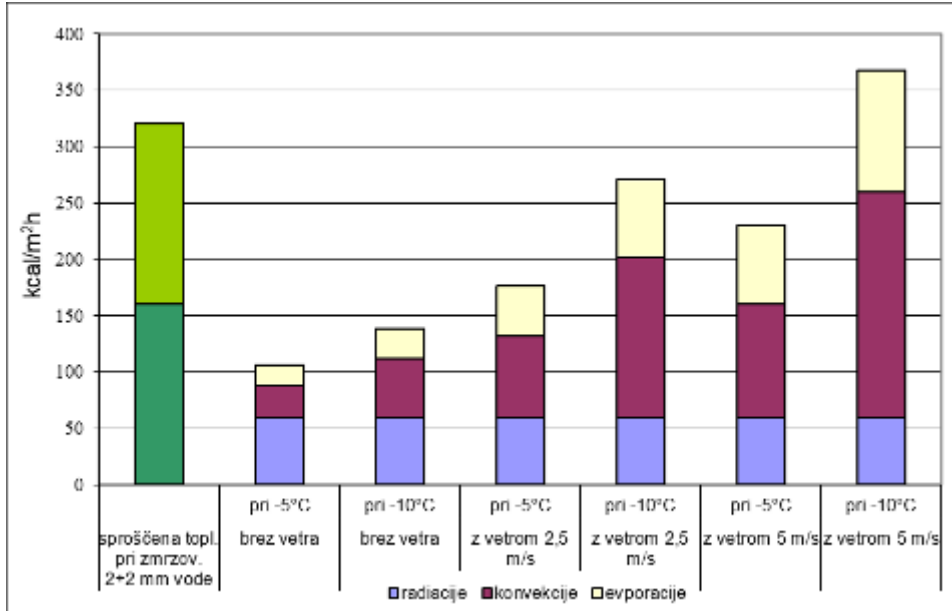
Slika 23: Izgube toplote zaradi evaporacije

### Dovajanje toplote v nasad

Z dovajanjem 2 l/m<sup>2</sup>/h vode oz. 2 mm/h padavin se sprosti 668,8 kJ (160 kcal) toplote na m<sup>2</sup>. Ta zadošča za pokrivanje vseh izgub toplote v brezvetrju. Pri vetru 5 m/s rabimo 4 mm padavin, da pokrijemo vse izgube toplote do -7 °C (preglednica 13; slika 24). Pri močnejših pozebah priporočajo nekateri avtorji večjo intenziteto oroševanja 6 – 7 mm na uro (Zinoni et al 2005).

Preglednica 13: Primerjava posameznih izgub toplote pri različnih temperaturah (°C) in vetru (m/s) v kcal/m<sup>2</sup>/h z dodano toploto z zmrzovanjem 2 ali 4 mm vode ali l/m<sup>2</sup>/h.

Izgube toplote	Brez vetra		Z vetrom 2,5 m/s		Z vetrom 5 m/s	
	- 5 °C	- 10 °C	- 5 °C	- 10 °C	- 5 °C	- 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 2mm vode	160	160	160	160	160	160
Bilanca	+	+	-	-	-	-
Dodana topl. S 4 mm vode	320	320	320	320	320	320
Bilanca	+	+	+	+	+	-



Slika 24: Primerjava posameznih izgub toplote v kcal/m<sup>2</sup>/h z dodano toploto z zmrzovanjem 2 ali 4 mm vode ali l/m<sup>2</sup>/h

#### 4.2.1 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. S stalnim dodajanjem vode, ki zmrzuje, se sprošča toliko toplote, da temperatura ledu ne pade pod 0 °C oz. - 0,5 °C in tako ostanejo plodiči ali plodnice, ki so pokriti z ledom, nepoškodovani. Vodo je potrebno dodajati brez prekinitve, dokler ne preneha zmrzovanje in se temperatura ledu ne more več spustiti pod ničlo. Sistem oroševanja nasadov proti pozebi se je v Evropi učinkovito uporabil že pred 70 leti ob pozebi v maju 1957 (Pantezzi 2008), v Ameriki pa še prej. V Sloveniji se je prvi oroševalni sistem proti pozebi v nasadu hrušk v Mirnu zgradil v letih 1978 in 1979.

Na Južnem Tirolskem v Italiji je 20000 ha nasadov pokritih z oroševalnimi sistemi, ki ohranijo pridelek jabolk tudi pri temperaturi - 7 °C ali -8 °C. Orošuje se redno vsako leto od 1 do 5 krat, odvisno od vremenskih razmer (Pantezzi 2008, Thalheimer in Paoli 2008, Zinoni et al, 2000). V letu 1997 so oroševali 25-krat v letu 1998 pa 9 krat. V polnem cvetenju se je temperatura spustila na - 6 °C, na eni lokaciji celo na -11 °C. Oroševanje je bilo uspešno, saj so imeli rekorden pridelek, razen na robnih lokacijah z -11 °C.





Slika 25: Zaščita cvetov z ledenim oklepom.



Slika 26: Zaščita plodičev z oroševanjem.

### Izvedba klasičnega oroševanja

Pri klasičnem oroševanju je za uspešno zaščito pred pozebo potrebno dodati zadostno količino vode. Priporočeno je dodati 4 mm padavin ali 4 litre na kvadratni meter na uro, za nižje temperature od  $-6$  ali  $-7$  °C pa 6 – 7 mm na uro (Zinoni et al 2005). Razpršilci morajo za en obrat porabiti manj kot 40 ali 30 sekund. Razpršilce, ki se vrtijo prepočasi, a so primerni za oroševanje proti pozebi, naravnano z zatezanjem vzmeti pod kapico (slika 29). Razpršilci, ki se bolj počasi obračajo, rabijo večjo intenziteto padavin za isti učinek. Pri enkrat manjši hitrosti obračanja je lahko ta razlika tudi 20 %.



Slika 27: Prozoren led je znak pravilnega in uspešnega oroševanja



Slika 28: Bel ali mlečni led ponoči pomeni mraz in podhlajevanje zaradi evaporacije in premajhne intenzitete oroševanja

Čim prej 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 nekaj °C. Pri oroševanju majhnih parcel, bomo

imeli na zunanjih vrstah, če so preslabo orošene, celo večje poškodbe kot na neoroševanih.



Slika 29: Odstranimo kapico in varovalko, zategnemo vzmet in ponovno namestimo varovalko in kapico.



Slika 30: Vsak oroševalni sistem – tudi montažni mora imeti manometer za kontrolo in pravilno nastavljanje tlaka.



Slika 31: Izgradnja stabilnega oroševalnega sistema.



Slika 32: Montažni oroševalni sistem iz aluminijastih cevi.



Slika 33: Za namakanje še ustrežna mreža razpršilcev, pri oroševanju pa je predvsem zunanja vrsta preslabo pokrita.

Učinkoviti namakalni sistemi za protislansko zaščito imajo razpršilce na 15 - 16 x 15 m s šobami premera 3,8 - 4 mm in 17,5 - 18 x 18 m s šobami premera 4,2 mm. Razdalje med razpršilci so enake dometu razpršilcev in tako je zagotovljeno 2 do 4-kratno prekrivanje in je intenziteta dežja pri **4 barih** pritiska približno 4 mm padavin na uro. Vedeti moramo, da je koristen domet razpršilcev za 20 % manjši od dejanskega. Večina izdelovalcev razpršilcev v svojih prospektih navaja precej

večje razdalje med linijami in razpršilci, vendar so se taki sistemi pokazali kot neuspešni pri nižjih temperaturah, tudi zaradi različne intenzitete padavin, ki jo dajo na različni oddaljenosti od razpršilca. Po izkušnjah je intenziteta padavin najmanjša tik ob razpršilcu, ki ima samo eno šobo. Razpršilci, ki imajo dve šobi, dajo bolj izenačeno količino padavin po celotni površini, ki jo pokrivajo in rabijo manjše prekrivanje. Uniformnost ali izenačenost količine padavin po celotni parceli je zelo pomembna. Žal je zelo težko priti do podatkov o tem. Izenačenost naj bi bila nad 80%

(<http://www.infokeeper.it/keeperfiles/creso/attach/DIFESA%20GELATE%20TAR DIVE.pdf>).

Pri obstoječih sistemih se lahko preveri količino padavin tako, da se postavi med dva razpršilca več dežemerjev na 1 m razdalje in odčita količino padavin po določenem času obratovanja. Iste meritve se lahko napravi s posodami z navpičnimi stenami in navadnim metrom.

233B Performance Table  
Precipitation rates (mm/hr) and uniformity (CU) at various spacing

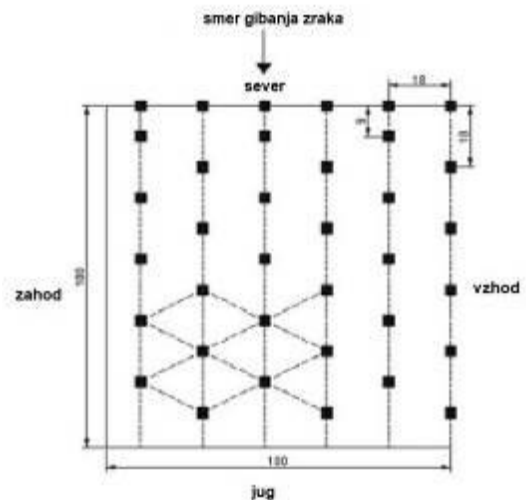
Sieve Color	Nozzle Color (mm)	P (bar)	Q (m <sup>3</sup> /hr)	D (mm)	Spacing (m)										
					12x12	12x15	12x18	15x15	15x18	18x18	18x22	20x20			
Red	35x2.5L Blue	3.0	1,240	27.0	8.6	6.9	5.7	5.5	4.6	3.8					
		4.0	1,620	29.0	9.9	7.9	6.6	6.4	5.2	4.4					
		5.0	1,620	29.0	11.3	9.0	7.5	7.2	6.0	5.0					
	40x2.5L 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					
45x2.5L 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	50x3L 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			
	55x2.5L 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			
	60x2.5L 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% (green), CU 88-92% (light green), CU 85-88% (orange), CU < 85% (red)

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

Slika 34: Primer koeficientov izenačenosti pri različnih šobah in razdaljah med razpršilci  
(<http://www.catalogue.naandanjain.com/cat.php?g=1859>)



Slika 35: Primer trikotnega razporeda razpršilcev in zgostitve na tistem koncu od koder prihaja mrzel zrak – veter. Tudi vzhodna stran je bolj zaščitena od zahodne.

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



Slika 36: Oroševan nasad – zadnji razpršilec s ščitnikom bi moral biti nameščen pred drevesom. Obstaja nevarnost, da prevelika količina ledu polomi drevo.



Slika 37: Kovinski ščitnik, ki preprečuje oroševanje ceste; samo za namakanje lahko uporabimo sektorski razpršilec.

Pri temperaturah do  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  lahko uporabimo nižje pritiske, ki nam dajo manjšo intenziteto padavin in s tem prihranimo precejšnjo količino vode (od 35 do 45 %). Ko pa se temperatura spušča pod  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  moramo uporabiti vsaj 4 mm padavin na uro. Pri izračunu potrebne količine vode za nasad ne smemo izhajati samo iz povprečne oz ciljne intenzitete 4 mm, ampak moramo narisati načrt razporeda razpršilcev in iz njihovega števila ter pretoka pri izbranem pritisku izračunati potrebno količino vode. Ob ciljni intenziteti 4 mm/h, smo po razporedu razpršilcev na izbrani parceli dobili 4,6 do 6 mm/h, po konkretni postavitvi v nasad je bil pretok še za 10 % višji in izračunana intenziteta od 5,04 do 6,59 mm/h. Intenziteta 4 mm/h pomeni porabo  $40\text{ m}^3$  vode na uro na hektar, intenziteta 6,59 mm/h pa kar  $65,9\text{ m}^3$ /h. Za oroševanje ob pozebi 10 ur na noč rabimo namesto  $400\text{ m}^3$  kar  $659\text{ m}^3$  na noč. Če zaloge vode niso dovolj velike, se oroševanja ne smemo lotiti. Škoda ob prekinitvi oroševanja zaradi pomanjkanja vode ali kakršne koli okvare, bo večja kot v neoroševanem nasadu.

Pri načrtovanju sistemov za protislansko zaščito je treba upoštevati tudi izgube pritiska v ceveh in izbrati ustrezen premer cevi za določeno število razpršilcev in s tem uskladiti tudi črpalke, ki morajo imeti kar nekaj rezerve v pretoku. Najbolj uporabljani razpršilci na Južnem Tirolskem so Kofler, Perrot, Komet in Rolland. V Sloveniji se največ uporablja Perrotov ZS 30 in Kometova Polar ter Eskimo; v zadnjem času tudi Naandanjain 233B in 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.

## Začetek in konec oroševanja

Že nekaj dni pred nevarnostjo pozebe je treba preveriti delovanje celotnega sistema in očistiti šobe na razpršilcih. Sistem bo zanesljivo deloval šele po nekaj urah obratovanja. To poskusno obratovanje bo hkrati namočilo tla in povečalo njihovo kapaciteto za shranjevanje toplote ter malo zakasnilo pojav radiacijske slane.

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 na najnižji točki nasada spusti na **0 °C oz. na + 0,5 °C** za občutljive sadne vrste. V odvisnosti od zračne vlage je treba začeti z oroševanjem kar nekaj stopinj nad kritično temperaturo (preglednica 6). Na začetku oroševanja pride do padca temperature zaradi izhlapevanja vode pri nizki zračni vlažnosti za dve ali več stopinj Celzija in če začnemo v cvetenju oroševati prepozno (pri 0 °C suhega termometra), že nastanejo poškodbe semenskih zasnov.

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 50 - 80 % cvetov. Pred to fazo bi bilo potrebno oroševanje, če bi bila napovedana pozeba s temperaturami pod -5 °C.

Po južnotirolskih izkušnjah lahko začnemo oroševati nasade jablan v zgodnejših fazah razvoja nekoliko kasneje in sicer v fazi C pri -4, v B pri -3, F2 pri -2, F pri -0,5 in F2 pri 0 °C mokrega termometra, tako da kljub padcu temperature v začetku oroševanja, še ne presežemo kritične temperature, pri kateri bi dobili poškodbe semenskih zasnov. Pri tem pa moramo računati na nevarnost zamrzovanja vode v sistemu.

Preglednica 14: Občutljivost jablan na pozebo in začetek oroševanja proti pozebi po razvojnih stadijih

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



Slika 38: Alarmna naprava domače izdelave - akumulator, mokri kontaktni termometer in oddajnik.



Slika 39: Sprememba barve ledu v belo zjutraj pomeni, da se bo kmalu lahko prekinilo oroševanje.

Oroševalni sistem mora delovati neprekinjeno, dokler se temperatura mokrega termometra zjutraj ne dvigne nad  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ali  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  merjeno izven oroševanega nasada. Če takrat piha veter, je treba to upoštevati in prenehati z oroševanjem pri višji temperaturi, da se led na rastlinah zaradi evaporacije ne podhladi. Zavedati se moramo, da je toplota izhlapevanja vode  $2260\text{ kJ/kg}$ , kar je sedemkrat več, kot znaša talilna toplota, ki se sprošča pri zmrzovanju. Če prekinemo prezgodaj ob sončnem vzhodu, lahko pride do podhladitve ledu zaradi izhlapevanja vode in tudi direktnega izhlapevanja ledu, pri čemer se porabi kar  $2594\text{ kJ}$  na  $\text{kg}$  ledu, kar je 8,5 krat več kot talilna toplota. Temperatura cvetov ali plodičev se spusti pod kritično mejo in pride do hujših poškodb kot na neoroševanih drevesih.

Po drugih priporočilih se preneha z oroševanjem, ko doseže temperatura suhega termometra  $2$  ali  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  in je hitrost dvigovanja temperature vsaj  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  na uro (Zinoni et al 2000). Ob tem se spremeni tudi barva ledu, ki postane bel, ker pride zrak med vejice in led in se le-ta začne taliti (slika 39).

### **Prednosti in slabosti klasičnega oroševanja**

Klasični oroševalni sistem mora imeti dovolj velike količine vode ( $40$  do  $60$  ali  $80\text{ m}^3/\text{ha/h}$ ) in mora obratovati na celotni površini hkrati. V primerjavi z namakalnim sistemom, ki lahko deluje po sektorjih, mora imeti večje premere cevi in zmogljivejše črpalke. V primerjavi z ostalimi sistemi zaščite (ventilatorji, peči) je cenejši. Ker se uporablja tudi za namakanje poleti, so stroški amortizacije nižji. Med vsemi sistemi zaščite je najbolj učinkovit pri močnih radiacijskih pozebah in

tudi kombiniranih radiacijsko advekcijских, kjer ostali sistemi ponavadi dajejo omejene učinke.

Na težjih tleh lahko pride do zadušitve korenin, ker se uporabljajo velike količine vode, posebno, če se pojavljajo pozebe več dni zaporedoma (slika 40). Temu se lahko izognemo s pravilno pripravo terena pred sajenjem (planiranje, dreniranje) in izborom takih sadnih vrst in podlag, ki so manj občutljive na zadušitev korenin.

Z velikimi količinami vode, ki pronica v podtalje, lahko pride do izpiranja hranil. Najlažje se izpirajo dušična gnojila. Da bi preprečili onesnaževanje podtalnice, je treba v takih nasadih dodajati dušična gnojila šele po nevarnosti pojava spomladanskih pozeb.

Zaradi dolgotrajnejše zasičenosti težjih tal z vodo lahko pride tudi do poslabšanja strukture tal.

Nenazadnje je treba omeniti tudi lomljenje vejic, vej in vrhov zaradi prevelike količine ledu, ki se nabere predvsem na tistih drevesih, ki dobijo večjo količino padavin zaradi neenakomerne razporeditve (slika 41). Iz izkušenj z lomljenjem ogrodnih vej in vrhov bi priporočil, da se mladih nasadov breskev od prvega do tretjega leta ne orošuje proti pozebi s klasičnim oroševanjem oziroma se vzame v zakup možnost lomljenja vej. Ta problem je pri tradicionalno gojeni kotlasti obliki prisoten tudi do petega leta, ko obstaja nevarnost loma vseh ogrodnih vej (razčesnjenja debla).



Slika 40: Nabiranje odvečne vode v nasadu lahko preprečimo s planiranjem in dreniranjem; ta dva ukrepa sta za koščičarje obvezna tudi zaradi naravnih padavin.



Slika 41: Pri oroševanju mladih nasadov lahko pride do lomljenja vrhov in ogrodnih vej.

#### 4.2.2 Oroševanje nad krošnjami z mikrorazpršilci

Zaščita pred pozebo z mikrorazpršilci je zasnovana na istih principih kot klasično oroševanje. Če je domet mikrorazpršilcev tak, da močijo celoten medvrstni prostor, je tudi poraba vode enaka. Nižji je potreben pritisk (1,5 do 3 bar), kar vpliva na manjše stroške obratovanja. Bolj učinkoviti so dinamični mikrorazpršilci (Anconelli, 2002, Pratizzoli et al, 2008, [https://www.arpae.it/cms3/documenti/cerca\\_doc/siccita\\_desertificazione/Nota\\_tecnica\\_difesa\\_antibrina.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/cerca_doc/siccita_desertificazione/Nota_tecnica_difesa_antibrina.pdf))

Zaželjeno je, da so mikrorazpršilci kompenzacijski, ki dajo vedno enak pretok vode ne glede na pritisk, s pretoki od 20 do 90 l/h in premerom oroševane površine od 2 do 4,5 m. Namestitev vzdolž vrste mora biti taka, da zagotavlja enakomerno omočenost celotne vrste. Intenziteta padavin je lahko po celotni površini 4 do 6 mm/h ali pa je taka intenziteta samo na območju krošnje in so medvrstni prostori neorošeni. V tem primeru je poraba vode na ha precej manjša. Mikrorazpršilci so nameščeni navpično približno 0,5 m nad krošnjo na žici ali oporah. Pri manjših dometih morajo biti natančno nameščeni, da lahko prekrivajo celotno krošnjo. Zaradi manjših kapljic in stalnega dotoka vode je omočenost krošenj bolj izenačena kot pri klasičnem oroševanju.

Ker je odprtina mikrorazpršilcev 1 do 1,5 mm, je nujna filtracija vode s filtri gostote 100 do 120 Mesh. Namestiti je treba več vzporedno vezanih filtrov z možnostjo avtomatskega izpiranja brez prekinitve oroševanja (sliki 42, 43).



Slika 42: Vzporedno vezana peščena filtra.



Slika 43: Več povezanih lamelnih ali diskastih filtrov





Slika 44: Mikrorazpršilci nad krošnjo v nasadu jablan



Slika 45: Preslabo usklajeni parametri pri načrtovanju in izvedbi so povzročili zamrznitev delov linij z mikrorazpršilci.

### Začetek in konec oroševanja

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.

Oroševalni sistem mora delovati neprekinjeno, dokler se zjutraj ne dvigne temperatura mokrega termometra nad 1 °C merjeno izven oroševanega nasada ali ko doseže temperatura suhega termometra 2 ali 3 °C in je hitrost dvigovanja temperature vsaj 2 °C na uro. Ob tem se, kot je omenjeno že pri klasičnem oroševanju, spremeni tudi barva ledu, ki postane bel, ker pride zrak med vejice in led in se le-ta začne taliti.

### Prednosti in slabosti mikrooroševanja

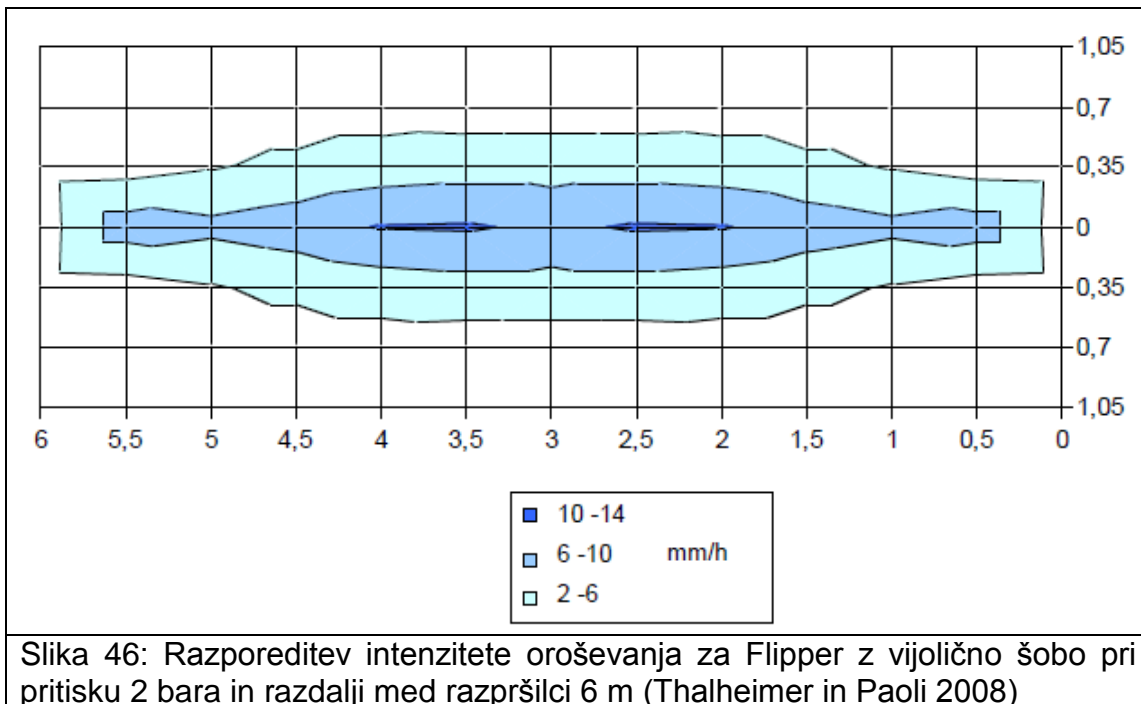
Mikrorazpršilci se na Južnem Tirolskem ne uporabljajo. Pri nas so bili mikrorazpršilci v nekaterih primerih učinkoviti, v drugih pa je prišlo do zamrzovanja dela linije (od ene tretjine do ene polovice). Možni vzrok je lahko v prenizkem pritisku in posledično premajhnem pretoku, ali pa tudi predolgi povezovalni cevki med glavno cevjo in mikrorazpršilcem. V Ameriki se uporabljajo mikrorazpršilci za oroševanje nad krošnjo in dajo ob enaki intenziteti padavin enake rezultate kot klasični razpršilci (Rieger, 1993). Tudi v Avstriji gradijo sisteme z mikrorazpršilci za zaščito pred pozebo in so uspešni. Če imajo manjši domet, kot je medvrstna razdalja, lahko porabijo manj vode za isti učinek. Njihova prednost je tudi v tem, da lahko poleti namakamo pod krošnjami in ne močimo listov ter plodov in tako ne pospešujemo razvoja bolezni in uporabljamo en sistem za namakanje in zaščito pred pozebo samo z zamenjavo dela mikrorazpršilca.

Namestitev cevi na tla je neugodna zaradi večje možnosti zamrzovanja, ker so pri tleh najnižje temperature.

Mikrooroševanje je primerno za ne premočne pozebe, na slabo prepustnih tleh in kjer so omejene količine vode. Stroški so nekoliko nižji kot pri klasičnem oroševanju, zaradi enakomerne razporeditve vode je manj lomov vej. Zahteva večjo pozornost in kontrolo delovanja ter pri nizki vlažnosti zraka bolj zgođen zagon, ker prihaja do večjega izhlapevanja drobnih kapljic in posledično zniževanja temperature okolja.

#### 4.2.3 Oroševanje ozkih dreves ali vinogradov nad krošnjo

Da bi zmanjšali porabo vode za oroševanje proti pozebi z nezmanjšanim učinkom, so razvili razpršilce za oroševanje samo ozkih pasov nad krošnjami – lokalizirano oroševanje (strip area protection). Danes sta znana dva taka razpršilca in sicer Naandanjain mini razpršilci Flipper in Netafim StripNet™. Flipper deluje pri 2 do 3 bare, ima pretok od 25 do 45 l/h, pokriva 60 cm širok pas in se montira na oporo na razdalje 6 do 9 m. Izračunana intenziteta znaša 1,82 mm/h in je v primerjavi z intenziteto 4,5 mm/h poraba vode skoraj za 60 % manjša ob intenziteti oroševanja v pasu od 2 do 14 mm/h (slika 46). V poskusu je dal celo boljše rezultate od klasičnega oroševanja z 4 mm/h (Pratizzoli et al, 2008).



Slika 46: Razporeditev intenzitete oroševanja za Flipper z vijolično šobo pri pritisku 2 bara in razdalji med razpršilci 6 m (Thalheimer in Paoli 2008)



Slika 47: Netafim StripNet™  
<http://www.netafim.com/product/stripnet-pro>



Slika 48: Naandanjain Flipper  
<http://www.naandanjain.com/products/micro-sprinklers/micro/flipper/>



Slika 49: Zaščita vinograda z Netafim StripNet™  
<http://www.netafim.com/>



Slika 50: Zaščita s Flipperjem  
<http://www.naandanjain.com/>

Netafim StripNet™ pokriva pas 0,5 m širine in 5,5 m dolžine in se postavlja na 5 m razdalje in pri pretoku 31 l/h prihrani 50 % vode ob večji intenziteti - 12,4 mm/h v oroševanem pasu v nasadu jablan. Najnovejši izum za dodatno zmanjšanje porabe vode je Pulsar™, ki je cev z air bagom in posebnim ventilom, ki daje več pulzov na minuto in z StripNet ali GyroNet glavo ima pretok 12 l/h ter daje intenziteto oroševanja 3,8 mm/h v oroševanem pasu. To predstavlja dodatni 40 % prihranek vode.

Razpršilci, ki pokrivajo ozek pas so najbolj primerni za vinograde in zelo ozka drevesa jablan – zelo vitko vreteno. Nekoliko bolj so občutljivi na veter kot razpršilci, ki pokrijejo celotno površino (Snyder in Abreu 2005).

#### 4.2.4 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 zadušitvijo korenin, z izpiranjem hranil, uničevanjem strukture tal, lomljenjem vej ter odpadanjem cvetov. Primerna je samo za radiacijske pozebe brez vetra (Anconelli in Zinoni, 2003).

Z mikrorazpršilci se moči samo zatravljena tla v nasadu. Toplota, ki se sprosti pri zmrzovanju vode (80 kcal/kg) zadošča za pokrivanje izgub toplote tal s sevanjem. Voda zmrzuje na travi negovane ledine in večja kot je trava, večja je površina, na kateri zmrzuje voda in več toplote se sprosti. Sproščanje toplote povečajo tudi nepomulčeni ostanki lesa po rezi. 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. Učinkovito zaščiti nižje dele krošnje (Pratizzoli et al, 2008).

Možno in celo priporočljivo je intervalno namakanje (2 minuti namakanja in 4 – 6 minut prekinitve), da lahko voda zmrzne in sprosti vso toploto ([https://www.arpae.it/cms3/documenti/cerca\\_doc/siccita\\_desertificazione/Nota\\_tecnica\\_difesa\\_antibrina.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/cerca_doc/siccita_desertificazione/Nota_tecnica_difesa_antibrina.pdf), Pratizzoli et al, 2008).

Med tem časom lahko iste črpalke orošujejo še en ali dva sektorja. Veter nad 2 m/s odnese vso sproščeno toploto in drevesa ostanejo nezaščiteni, lahko pa zanese tudi drobne kapljice vode na krošnjo, kjer še povečajo škodo po pozebi.



Slika 51: Oroševanje z visečimi statičnimi mikrorazpršilci.



Slika 52: Stoječi dinamični kompenzacijski mikrorazpršilec.

Mikrooroševanje pod krošnjo se izvaja z dinamičnimi mikrorazpršilci s pretokom 40 – 60 l/h in dometom 2 m, ki so razporejeni v vrsti na razdaljo 2,5 – 3 m. 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. Cevi so ponavadi obešene 1 m nad tlemi na nosilni žici, da ne ovirajo obdelave ali košnje prostora v vrsti. V tistih nasadih, kjer je herbicidni pas vedno čist, so lahko cevi položene na tla, vendar obstaja večja nevarnost zamrzovanja vode v cevkah, ki izhajajo iz nje, kot pri višje postavljeni cevi. Mikrorazpršilci ne morejo biti montirani neposredno na cev, ker je nemogoče zagotoviti navpični položaj zaradi raztezanja, krčenja in sukanja cevi. Montirani morajo biti na cevki in pritrjeni na oporo, ki zagotavlja navpično lego. Pri obešeni cevi je najbolj primerno, da se mikrorazpršilec montira na cevko, ki visi navzdol in ga v navpični legi drži ustrezna utež. Pri tem je potrebno biti pazljiv pri izboru, saj so nekateri mikrorazpršilci konstrukcijsko ustrezni za obratovanje pokonci, drugi pa v visečem položaju.

### **Začetek in konec oroševanja**

Oroševati se začne, ko doseže suhi termometer v bližini tal (20 – 30 cm) 0 °C. To temperaturo doseže ponavadi pozneje kot mokri termometer, ki je merilo za začetek oroševanja nad krošnjo.

Z oroševanjem se preneha, ko doseže suhi termometer izven nasada 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.

### **Prednosti in slabosti mikrooroševanja pod krošnjo**

Vse izkušnje s takim mikrooroševanjem so pridobili v sosednji Italiji v ravninah. Na nagnjenih terenih nad 5 – 10 % bi verjetno prišlo do odnašanja proizvedene toplote z gibanjem toplega zraka po terenu navzgor. Če se izvaja na večjih površinah, se dosežejo boljši rezultati. Doslej je to oroševanje pokazalo dobro učinkovitost pri radiacijskih pozebah, ko so se temperature spustile do -4 ali -6 °C. Pri nižjih temperaturah in pri advekcijah je ta sistem manj učinkovit od klasičnega oroševanja. Učinkovitost se lahko poveča s pomočjo mrež proti toči ali folij proti pokanju plodov, ki delno zadržujejo sproščeno toploto v območju nasada.

Mikrooroševanje pod krošnjo se dobro obnese v ravninah, na slabo propustnih tleh, pri srednjemočnih radiacijskih pozebah in ko je vir vode omejen. Pri intervalnem namakanju je poraba vode samo 30% od količine, ki je potrebna za klasično oroševanje.

Stroški izgradnje so nižji in sistem se lahko v celoti avtomatizira od začetka obratovanja do zaključka. Zaradi manjše porabe vode je tudi manjša nevarnost za zadušitev korenin, izpiranje hranil in poslabšanje strukture tal. V primerjavi s

klasičnim oroševanjem so manjši riziki napak pri začetku in koncu oroševanja ter neizenačeni količini padavin. Ob morebitni okvari in prekinitvi oroševanja ne pride do večjih poškodb v primerjavi z neoroševanim nasadom do katerih lahko pride pri oroševanju nad krošnjo. Kljub vsem prednostim pa je manj učinkovit kot klasično oroševanje pri močnejših in adveksijskih pozebah.

V Italiji uporabljajo ta način oroševanja v nasadih aktinidij in je uspešen pri temperaturah le nekaj stopinj pod ničlo (do  $-4$  ali  $-6$  °C) in radiacijskih pozebah. V teh nasadih oroševanje nad krošnjo ni zaželeno, ker bi led polomil ("pomandal") odgnale poganjke in bi bila škoda še večja. Nadvse uporaben je za oroševanje proti jesenski pozebi v nasadih aktinidij, kjer bi led, ki bi se nabral na listju pri oroševanju nad krošnjo, lahko podrl oporo. Tudi v tem primeru se učinek oroševanja še poveča z mrežo proti toči in gosto krošnjo aktinidij (Cicogna in Centore, 2004).

#### 4.2.5 Ogrevalni sistemi

Različni grelniki so se uporabljali za zaščito rastlin pred pozebo že pred 2000 leti zato so učinki in metode znani. Osnova pri uporabi kurilnih naprav, sveč proti pozebi in ostalih goriv (premog, les, slama...) je nadomestiti pomanjkanje toplote z oddajanjem toplotnih teles. Toplotne izgube zaradi pozebe v noči v vrednosti od  $-90$  do  $-50$  W/m<sup>2</sup> nadomestimo tako, da temperaturo z dodatnim ogrevanjem v okolju dvignemo nad kritično mejno vrednost. Zaradi naravnega dotoka toplote iz tal potrebujemo le od  $20 - 40$  W/m<sup>2</sup> (Snyder et de Melo-Abreu, 2005) iz dodatnega ogrevalnega vira. Zaradi večjih izgub od proizvedene energije zaradi kurjenja je potrebno poskrbeti za pravilno razporeditev energije na površino. Zaradi velikih izgub morajo grelna telesa oddajati od  $140 - 280$  W/m<sup>2</sup> toplote.

##### **Grelniki** (oljne in plinske peči, peči na brikete ...)

Grelniki ščitijo pred pozebo z neposrednim sevanjem v okolico rastlin, kjer pride do konvektivnega mešanja zraka v inverzijski plasti. Večina energije iz grelnikov se sprosti v obliki vročih plinov, ki so v neposrednem vidnem polju grelnikov. Zato se s konvekcijo ogreje največ zunanega zraka okoli rastlin, le majhen delež sevalne energije grelnikov pa segreje rastline.

Friedrich (1993) pravi, da se del toplote prenaša neposredno z infrardečim sevanjem na rastline, drugi del pa segreva okolico - zrak okoli rastline. Večji kot je delež infrardečega sevanja bolj učinkovita je peč. Velik del energije se dvigne v obliki dima v zgornje zračne plasti, zato je učinkovitost teh sistemov zelo nizka in znaša približno 5%. Porabijo se velike količine goriva, ki so okolju škodljiva in se zato le redko uporabljajo (LINK 2002). Poznamo grelnike, ki zvišujejo temperaturo preko kovinskih elementov in grelnike z odprtim ognjem.

Pri uporabi grelnikov moramo biti pazljivi, da ogenj ni prevelik (nevarnost previsokih temperatur). Za uspešno zaščito pred pozebami z grelniki

naparavami je ključna vsaj minimalna inverzija. Strokovna raba kurilnih naprav poveča učinkovitost kurjenja, ki je odvisna od naslednjih dejavnikov:

- temperature izgorevanja /velikosti plamena,
- števila in pozicije kurilne naprave,
- intenzivnosti vremenske inverzije,
- višine oblačne odeje ter
- smeri in moči vetra.

Proizvedena sevalna toplota in sproščena skupna toplota (= sevalna toplota + toplota zraka) ima delež med trdimi in tekočimi gorivi 40 : 25. Zato je učinek direktnega toplotnega sevanja pri trdih gorivih boljši od tekočih goriv. Za segrevanje več kot deset ur moramo imeti na voljo dovolj oljnih rezervoarjev, zato potrebujemo od 200 do 400 peči /ha. Nakup peči in njihovo vzdrževanje je drago. Namestitev in prižiganje peči je težko fizično in izvedbeno zahtevno delo, ker je potrebno peči pravilno namestiti in nadzorovati kurjenje vso noč. Ker je običajno glede na pojav nizkih temperatur potrebno kurjenje izvajati dve do pet noči zapored, je zelo pomembna organizacija dela. Zato so grelniki običajno dobra podpora in dopolnitev drugim metodam v primeru ekstremnih zmrzali, še posebej za pridelke višje vrednosti.

### Premični grelniki

**Frostbuster** je vlečni stroj priključen na traktor, kjer plinski gorilnik segreva zrak z zgorevanjem propana, ki doseže temperaturo približno 100 °C. Poraba plina je 45 kg na uro . Puhalo z izhodom na levi in desni strani razporedi zrak do 50 m v nasadu. Naprava se uporablja neprekinjeno v nočnem času. Po navodilih proizvajalca lahko s frostbusterjem zaščitimo pred pozebo sadovnjak velikosti od 5 – 8 ha. Pomembno je, da se delujoči stroj vsakih 10 min vedno znova vrača na prvotno lokacijo. Zato mora ves čas nevarnosti pozebe (pozne nočne in jutranje ure), traktorist voziti neprekinjeno. (Agrofrost nv belgium 2014).



Slika 53: Frostbuster proti pozebi uporabljamo tudi v Sloveniji

## FrostGuard

Frostguard je stacionarni grelnik, kjer se naprava vrti okrog lastne osi in premeša topel zrak v razdalji 50 do 60 m v vrstah sadovnjaka. Topel zrak se bolje širi v vrsti kot med vrstami, zato dobimo elipsasto zaščiteno območje. Naprava je bencinska ali plinska, zračni pihalnik piha skozi izstopno cev, ki je na višini približno 1 m od tal. Plinski gorilnik segreje zrak na 70-100 °C. Poraba plina je približno 10-15 kg propana na uro, ki jo lahko hkrati pridobimo iz več plinskih jeklenk (Aldenhoff 2013). Pri namestitvi naprave moramo upoštevati smer vetra.

Frostguard in Frostbuster poleg povečanja temperature tudi osušita liste in cvetove ter zmanjšata relativno zračno vlažnost (Agrofrost nv belgium 2014).

### 4.2.6 Parafinske sveče

Za zaščito hektarja sadovnjaka je potrebno razporediti po sadovnjaku 200 do 500 sveč, ki lahko gorijo približno 10 ur. Sveče je možno ponovno uporabiti, dokler se parafin ne porabi (Schumacher 1989). Pokrite lahko uporabljamo tudi do cvetenja naslednjega leta (Friedrich 1993). Parafinski ostanki se uporabljajo kot trdno gorivo in povzročajo manjše onesnaženje okolja kot les ali briketi. Razdeljevanje, prižiganje in pospravljanje sveč je organizacijsko zahteven proces. Upoštevati moramo varnostne razdalje do gorljivih predmetov v nasadu in okolici, da ne pride do požara. Najprej prižgemo 250 – 300 sveč, nato ob padanju temperature število prižganih sveč povečujemo. Učinek je dosežen le v brezvetrju, ko lahko dvignemo temperaturo tudi za največ 1,5 °C. Primer parafinskih sveč so tako imenovani stop geli za vinograde in sadovnjake. STOPGEL 6 so sveče iz parafinskega voska v ognjevarnem kovinskem vedru s stenjem iz nebeljene lepenke in stanejo cca. 10 eur/kom.

Preglednica 15: Gostota sveč STOPGEL 6 sveč glede na temperaturo po priporočilu proizvajalca

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

Metoda je zelo draga in se uporablja za zelo verjetne in kratkotrajne pozebe.





Slika 54a: Parafinske sveče na delovni poziciji



Slika 54b: Parafinske sveče v pripravljenosti pod vrsto

#### 4.2.7 Vetrnice

Zaščita pred pozebo z vetrnicami (horizontalnimi) je precej razširjena, saj pod ugodnimi pogoji dosežemo učinkovito zaščito pred pozebo. Za učinkovito delovanje vetrnic sta pomembna kraj uporabe in okoljski pogoji ter poznavanje njihovega delovanja. Potrebne so inverzne vremenske razmere ali vsaj inverzni pas, da je delovanje učinkovito. Metoda temelji na mešanju hladnega in toplega zraka. Vremensko inverzijo imamo, kadar pride do obratnega vertikalnega temperaturnega gradienta med tlemi in zgornjimi zračnimi masami. Učinkovitost te metode je odvisna od moči inverzije, ki jo določimo s temperaturo na 10-ih m višine, zmanjšano za temperaturo na 1,5 m višine. Močnejša kot je inverzija, učinkovitejša je uporaba vetrnic. Višina (debelina) inverzijskega sloja niha med 8 in 15 metrov.

Uporaba vetrnic je odvisna od hitrosti vetra. Vetrnice lahko delujejo, v času, ko hitrost vetra ni večja od 2,5 m/s. Pri večji hitrosti vetra od 2,5 m/s moramo delovanje vetrnic ustaviti. Čas uporabe je odvisen od kritičnih temperatur za pozebo rastlin, ki nastopijo že med 0 in 1°C. V vlažnih in mokrih razmerah so mokre tudi rastline, zato vetrnice vklopimo prej, da vsaj delno osušimo rastline (FAO 2005). Suhi cvetovi in plodiči, še posebej jablan in hrušk, so odpornejši za pozebo (od -3 do -4°C) v primerjavi z mokrimi. Friedrich 1993 trdi, da pri visoki relativni zračni vlagi ali rosi cvetovi in prvi oplojeni plodiči pozebejo že pri -1 °C. V dolinah s pogostimi in velikimi inverzijami je vlaganje v vetrnice za zaščito pred pozebo smiselno (Wertheim 1990, Glej Davis 1977). Friedrich (1993) vidi prednosti zaščite pred pozebo z vetrnicami zaradi majhne delovne intenzivnosti in hitrega učinka. Slabost je visoka nabavna cena vetrnic. Dodatna slabost je večja obremenitev zaradi hrupa, ki je na razdalji 300 m še zmeraj 62 db odvisno od vetrnice (Link 2002). Vetrnice so lahko stacionarne, mobilne ali stacionarne z možnostjo odstranitve iz nasada.

Nepremične vetrnice so sadjarji uporabili v ZDA že leta 1920. Tehnologijo zaščite proti pozebi z vetrnicami pa so napisali in sprejeli mnogo kasneje, šele leta 1940. Zaradi zelo pogostih pozeb tehnologijo zaščite nasadov pred pozebami z vetrnicami skozi desetletja ves čas posodablajo. Danes podjetja predhodno z računalniškim programom določijo potrebne karakteristike vetrnic za vsako lokacijo nasada posebej. Stacionarna vetrnica je visoka 10,4 m in je nameščena na betonski podlagi in po podatkih proizvajalca zaščiti 5 do 7 ha površin (Wertheim 1990, Ballert & Probesting 1982).

Premične pokončne vetrnice različnih proizvajalcev so visoke 6 – 6,5 m z dvokrilnim propelerjem premera 5,79 m. Zložljivi stolp je nameščen na mobilnem priklopniku z mehansko podaljšljivimi nosilci ter ga lahko nastavi in odstrani ena oseba sama (Orchard-Rite Ltd. Inc., 2012).

Vetrnice so se izkazale za učinkovito tehniko zaščite pred srednje močnimi pozebami v sadovnjakih, ob obvezni prisotnosti temperaturne inverzije in so zato ob teh pogojih tudi ekonomsko najbolj upravičene. V rabi so tudi vodoravne vetrnice, ki topel zrak posesajo iz zgornjih in izrinejo hladni sloj v spodnjem delu in takšne, ki privlačijo zrak iz okolja in ga odpravijo navzgor. Tudi izrivanje hladnega zraka iz okolice rastlin ima pozitiven učinek, posebej v dolinah, depresijah, nasipih... in kjer ni naravnega odtoka hladnega zraka. Kljub temu je učinek manjši, saj večina rastlin predstavlja prevelik zračni upor in ne pride do zadostnega mešanja (cirkulacije zraka). Vodoravne vetrnice so podobne malim vetrnim motornim kolesom velikosti 5-10 m. Ventilator je večinoma nad rastlinami (krošnjami dreves ali grmov) in lahko pokrije površino 4 - 5 ha/ventilator. Metoda zaščite pred pozebo z vetrnicami se uporablja predvsem v državah, kjer ni zadostnih količin vode za oroševanje in pri sadju, občutljivem na vodo.



Slika 55: Vetrnice uporabljajo za zaščito pred pozebo tudi v am. Borovnici

#### 4.2.8 Helikopterji

S helikopterji premikamo toplejše zračne mase iz višin proti površini tal. Brez inverzije so helikopterji neučinkoviti. Območje, ki ga pokriva en sam helikopter, je odvisno od velikosti in teže helikopterja ter od vremenskih pogojev. Območje pokritosti je med 22 in 44 hektarji. Preleti so potrebni vsakih 30 do 60 minut, sicer lahko pride do poškodb na rastlinah. Optimalna višina je običajno med 20 in 30 m in hitrost od 25 do 40 km/h (Powell in Himelrick, 2000). Višje hitrosti niso izboljšale zaščite. Leti se ustavijo, ko je temperatura zraka nad kritično temperaturo poškodb. Dvig temperature z uporabo helikopterjev za zaščito pred pozebo je odvisen od jakosti inverzije.

Zaradi stalne pripravljenosti in obratovalnih stroškov je uporaba helikopterja za zaščito pred pozebo zelo draga.

S helikopterjem zaščitimo do max. 40 ha površin, z vodoravnimi (horizontalnimi) vetrnicami od 4 – 5 ha in z navpičnimi (vertikalnimi) vetrnicami 1 – 2 ha. Pri helikopterski zaščiti so tekoči stroški zelo visoki, zato so horizontalne vetrnice najučinkovitejša metoda vetrnic, ki je odvisna od razpoložljive inverzije. (FAO 2005).

#### 4.2.9 Dimljenje

V primeru zaščite pred pozebo z dimom ustvarimo umetno meglo, ki zadrži toplotno sevanje rastlin. Zelo težko dosežemo zaprt pokrov z dimom nad rastlinami, saj metoda deluje samo na določenih lokacijah, kot so doline in ob brezvetrju. Metoda je primerna samo za radiacijsko pozebo. Friedrich (1993) pravi, da je dimljenje dobra dopolnitev ogrevalnih sistemov in bi ga morala izvajati celotna dolina. Postopek je okolju škodljiv in ni več času primeren. Še večja je nevarnost kurjenja pod folijo.

#### 4.2.10 Megljenje

Megla je metoda za zaščito pred pozebo in je stroškovno ugodna možnost predvsem pri že obstoječem namakalnem sistemu v nasadu, vendar je uporaba učinkovita samo pri blagih pozebah. (Mee & Bartholc 1979).

#### 4.2.11 Zakasnitev cvetenja z oroševanjem

Večkratni vklop in izklop oroševalnega sistema preko dneva omogoča ohlajevanje sadovnjaka in drevesa dosežejo potrebno temperaturno vsoto za odganjanje šele kasneje. Pride do kasnejšega odganjanja in cvetenja. (Schumacher 1989). Drevo tako doseže fazo cvetenja šele takrat, ko je nevarnost spomladanske pozebe ponavadi že mimo.

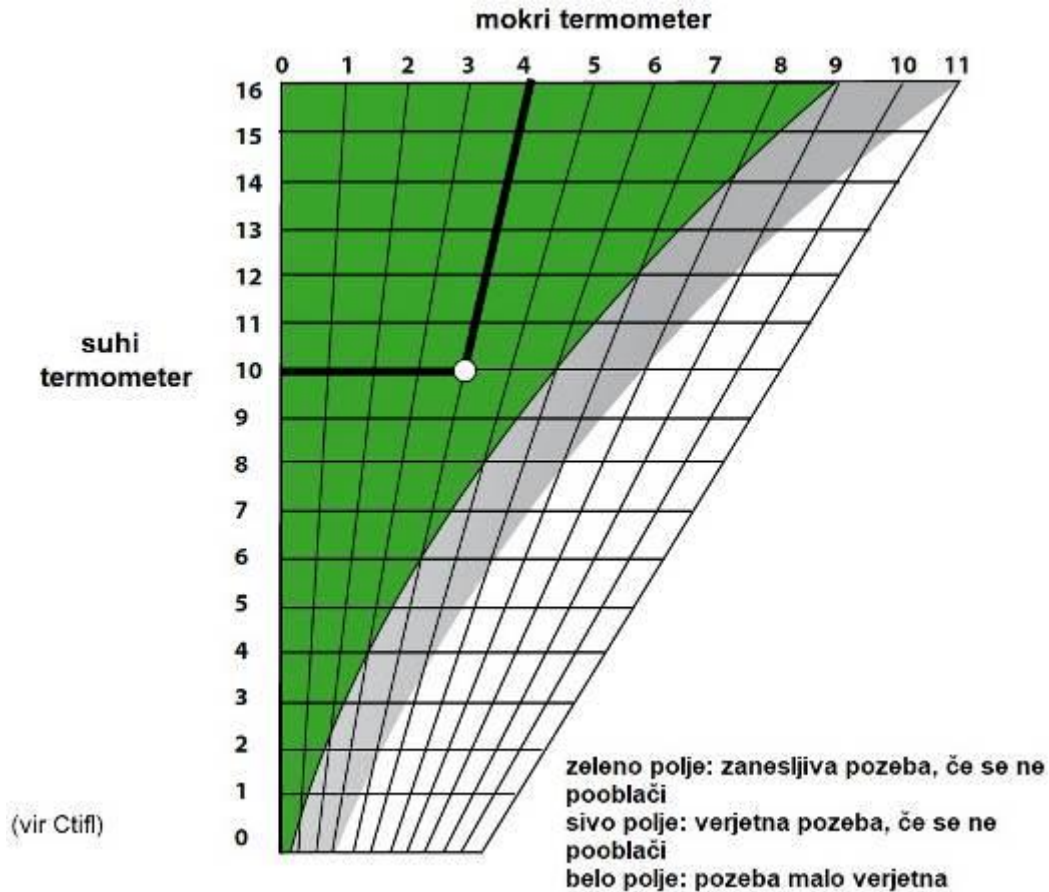
## 5 NAPOVEDOVANJE POZEB

Splošne napovedi spomladanskih pozeb glede na vremensko situacijo so za nekaj dni vnaprej na voljo na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO). Vremenska napoved nas lahko samo opozori na nevarnost pojava pozebe, a ne more natančno napovedati, kdaj in koliko se bo temperatura spustila pod ničlo v določenem nasadu.

Razviti bi bilo treba še mikrometeorološke napovedi za rizične lege na osnovi povezave meteorološke situacije z reliefom.

Agrometeorološke postaje v Agrometeorološki mreži MKGP UVHVVR so namenjene predvsem varstvu rastlin in so tudi večinoma locirane v vinogradih. Nekatero med njimi, ki so locirane na bolj pozebnih legah, bi se dalo dograditi z dodatnimi senzorji za merjenje temperature mokrega in suhega termometra na 0,5 m višine in meritve bi bile lahko dostopne na spletu, kot so že sedaj vse ostale. Lahko bi tudi alarmirali zainteresirane sadjarje ali vinogradnike preko sms podobno kot je urejen sistem alarmiranja na Južnem Tirolskem v Italiji. Temperaturo mokrega termometra bi se dalo tudi izračunavati iz temperature suhega termometra in relativne zračne vlage, vendar bi morali oboje meriti na višini 0,5 m. Vsi tisti, ki nimajo nasadov v neposredni bližini agrometeorološke postaje, si morajo nabaviti psihrometer (slika 20) in še nekaj natančnih termometrov za spremljanje gibanja temperatur. Vsi termometri morajo biti umerjeni oz. preverjeni. Najbolj enostaven način preverjanja točnosti je posoda z mešanico destilirane vode in ledu, ki ima natančno 0°C in vanjo postavimo termometre ter preverimo morebitna odstopanja (Cicogna in Sandra, 2002). Psihrometer mora biti postavljen v najhladnejši – najnižji del nasada. Z odčitkom temperature suhega in mokrega termometra ob 18 uri po sončnem času se da iz slike 56 ugotoviti ali je nevarnost pojava pozebe zanesljiva, verjetna ali malo verjetna. Pri zanesljivi ali verjetni nevarnosti je potrebno dežurstvo, da se lahko ukrepa pravočasno. Če je temperatura mokrega termometra nad 10 °C, skoraj ni možnosti za pojav pozebe

(<http://www.infokeeper.it/keeperfiles/creso/attach/DIFESA%20GELATE%20TARDIVE.pdf>).



Slika 56: Razpredelnica za odčitavanje verjetnosti nastopa pozebe

## 6 DOMAČE IZKUŠENJE S KLASIČNIM IN MIKRO OROŠEVANJEM NASADOV ZA ZAŠČITO PRED SPOMLADANSKIMI POZEBAMI

Zadnja generacija nasadov jablan, hrušk in drugih sadnih vrst žal ni opremljena s sistemi oroševanja, ki lahko uspešno ščitijo pridelek sadja pred izgubami zaradi spomladanskih pozeb. Obstaja le nekaj primerov dobrih domačih praks. Aktivna tehnika oroševanja v nasadih je lahko učinkovita le ob zadostnih količinah vode. Kljub temu, da je za mikro oroševanje potrebno manj vode (do 30%) v mnogih primerih zaloge vode ne zadoščajo za daljši interval oroševanja.

Za večino nasadov, ki so že opremljeni s kapljičnim namakanjem njihovi vodni viri zagotavljajo vodo za največ 2 do največ 3 dni oroševanja z mikrorazpršilci, pri predpostavki 2 dni po 6 ur ali 3 dni po 4 ure. To predstavlja v povprečju rabo vode do 200 m<sup>3</sup> za 6 ur oroševanja 1 ha. Izhodišče rabe 400 m<sup>3</sup> za dva dni mikrooroševanja je že sedaj zagotovljeno v vseh nasadih z delujočim kapljičnim sistemom namakanja, zato predvidevamo, da ima kar nekaj sadjarskih gospodarstev možnosti zaščite pred spomladansko pozebo.

## 6.1 Nasad jablan in hrušk

Takšen primer celostne zaščite nasadov jablan in hrušk s klasičnim in mikrooroševanjem imamo v Sloveniji le na sadjarski družinski kmetiji Šušteršič v Posavju. V drugih redkih primerih je v sistem oroševanja vključen le del nasada. Sadjar Šušteršič pove, da je redni strošek vzdrževanja sistemov oroševanja poleg vzdrževanja vodnih virov velik in izvedba časovno in strokovno zahtevna. Oroševanje namreč poteka po diktatu nizkih temperatur, ki so nevarne za pozebo in tega ni mogoče vedno z gotovostjo v naprej predvideti. Pred samim začetkom delovanja sistema klasičnega ali mikro oroševanja je potrebno delovanje preizkusiti. V času protislanske zaščite pa je potrebno delovanje sistema ves čas tudi fizično nadzirati, kar je delovno in izvedbeno zelo naporno. Vsekakor pa se je na kmetiji investicija v aktivno zaščito s klasičnim in tudi mikrooroševanjem nasadov jablan in hrušk v teh letih, še posebej v zadnjih dveh, zelo obrestovala. Vzpodbudni so zadnji rezultati zaščite pred pozebo z mikrorazpršilci v nasadu jablan sort gala in zlati delišes. Kljub 2 dni trajajočim zaporednim nizkim temperaturam od 0°C do -2,8°C na najnižjih točkah, ki so trajale od poznih večernih ali zgodnjih jutranjih ur pa vse do 9.00 ure zjutraj, je sadjarju uspelo ohraniti krepko več kot 50 % jabolk in hrušk namizne kakovosti istočasno pa na kmetiji v letih 2016 in 2017 ni bil zanemarljiv tudi pridelek industrijske kakovosti tega sadja za potrebe lastne domače predelave.



Slika 57: Uspešno oroševanje hrušk 2017



Slika 58: Oroševanje hrušk z mikrorazpršilci



Slika 59: Vodno zajetje za oroševanje



Slika 60: Zelo pomembno je pravilno načrtovanje in izvedba vodnih zajetij

## 6.2 Nasad breskev Oplotnica

Nasad breskev in nektarin površine 1 ha v Oplotnici pri Mariboru se orošuje s klasičnimi razpršilci Koala s šobami 4,4 in 2,4 postavljenimi na razdalje 12 x 12 m že od leta 2002. Uporablja se dve črpalci na elektromotorni in traktorski pogon. Pri pritisku 3,2 bara na razpršilcu ima intenziteto 5,8 mm padavin in oroševanje je bilo uspešno pri vseh pozebah tudi letošnji pri temperaturi  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ko so bili plodovi debeline lešnika. Na zunanjih vrstah je bilo 50 % pridelka, na ostalih pa poln pridelek.

## 6.3 Nasad jablan in hrušk Miren

Nasad jablan in hrušk v Mirnu je bil v letu 2017 oroševan s klasičnimi razpršilci na razdalji 18 x 25 m. Površina jablan v dveh nasadih je 0,8 ha in 0,7 ha, površina hrušk je 0,3 ha ob nasadu jablan. Temperatura na višini 0,5 m se je spustila na  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , na višini 1 m na  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Priderek je ostal v celoti in je bil odlične kakovosti razen jablan na zunanjih vrstah, ki so dobile nekaj rjastih obročev od pozebe.

## 6.4 Nasad jablan Volče pri Tolminu

Nasad jablan površine 1,15 ha je bil oroševan s klasičnimi razpršilci na razdalji 16 x 16 m. Temperatura se je spustila na  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V nasadu je bil poln pridelek odlične kakovosti, čeprav so jablane v celoti pozeble v celi Soški dolini. Zunanje vrste so imele pridelek zmanjšan za 10 do 15 %, niso se pa pojavili rjasti obroči, ampak samo malo povečana mrežavost.

## 6.5 Breskve 1 ha 1991

Prve izkušnje z oroševanjem in z ovrednotenim pridelkom smo na Vipavskem dobili v letu 1991. V nasadu breskev sort Veteran in Roza so se temperature od 19. 4. do 29. 4. 7-krat spustile pod ničlo. Najnižja izmerjena je bila  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Breskve so že odcvetele. Oroševano je bilo štirikrat 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.

Preglednica 16: Pridelki na neoroševanih in oroševanih drevesih v letu 1991

Sorta	Neoroševana drevesa		Oroševana drevesa	
	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



Slika 57: Na oko vidna razlika med neorošeni in orošeni polni drevesi pri sorti Roza.



Slika 58: Priderek na dobro oroševanem drevesu je bil še večji od povprečno izračunanega.

## 6.6 Breskve 1997 več hektarjev

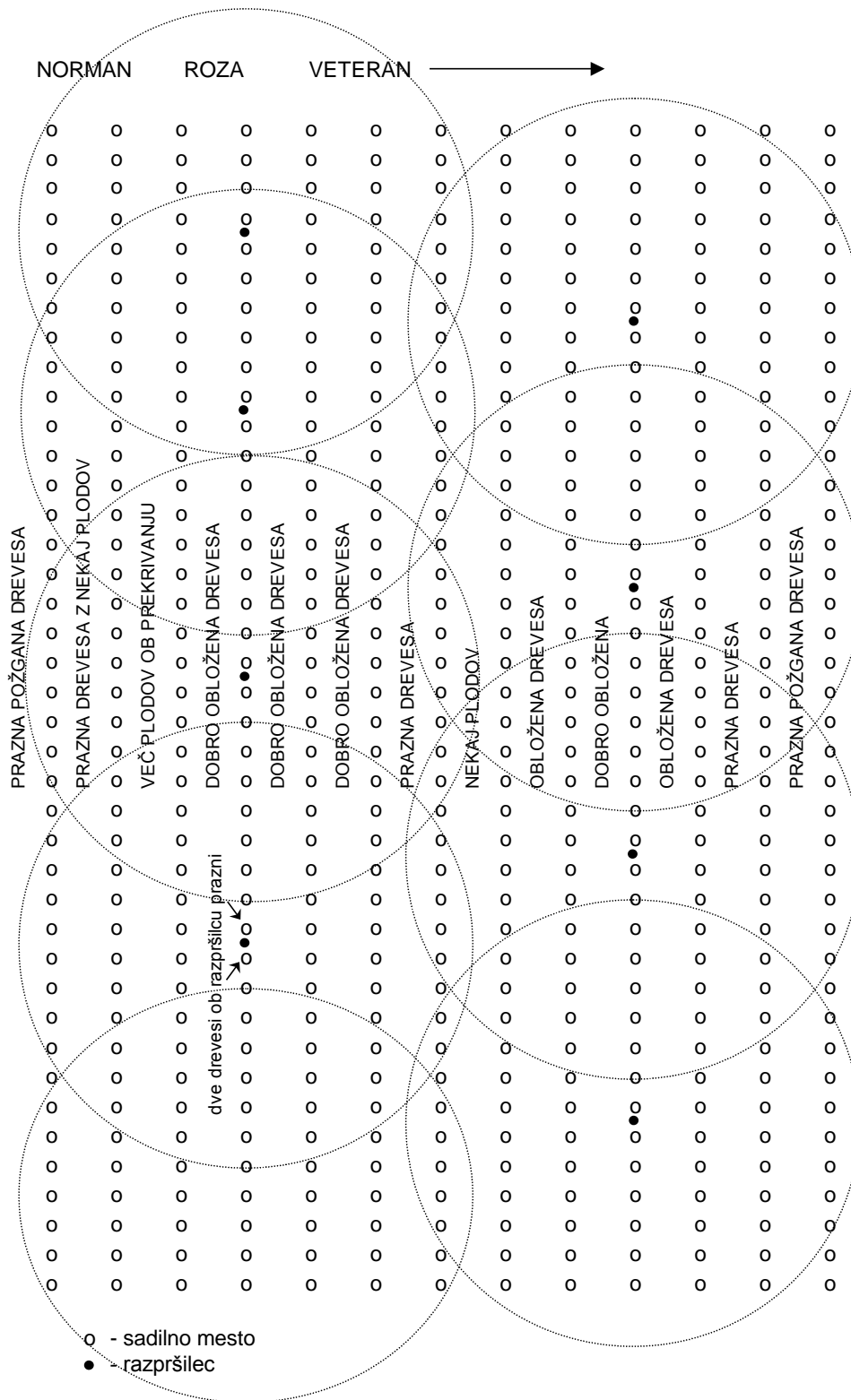
Ob katastrofalni pozehi v letu 1997 smo ugotovili, da ne držijo priporočila nekaterih izdelovalcev razpršilcev o razdaljah med razpršilci (20 x 24 m). Noben od izdelovalcev tudi ni dal podatkov o količini padavin na različnih razdaljah od razpršilca (diagram padavin).



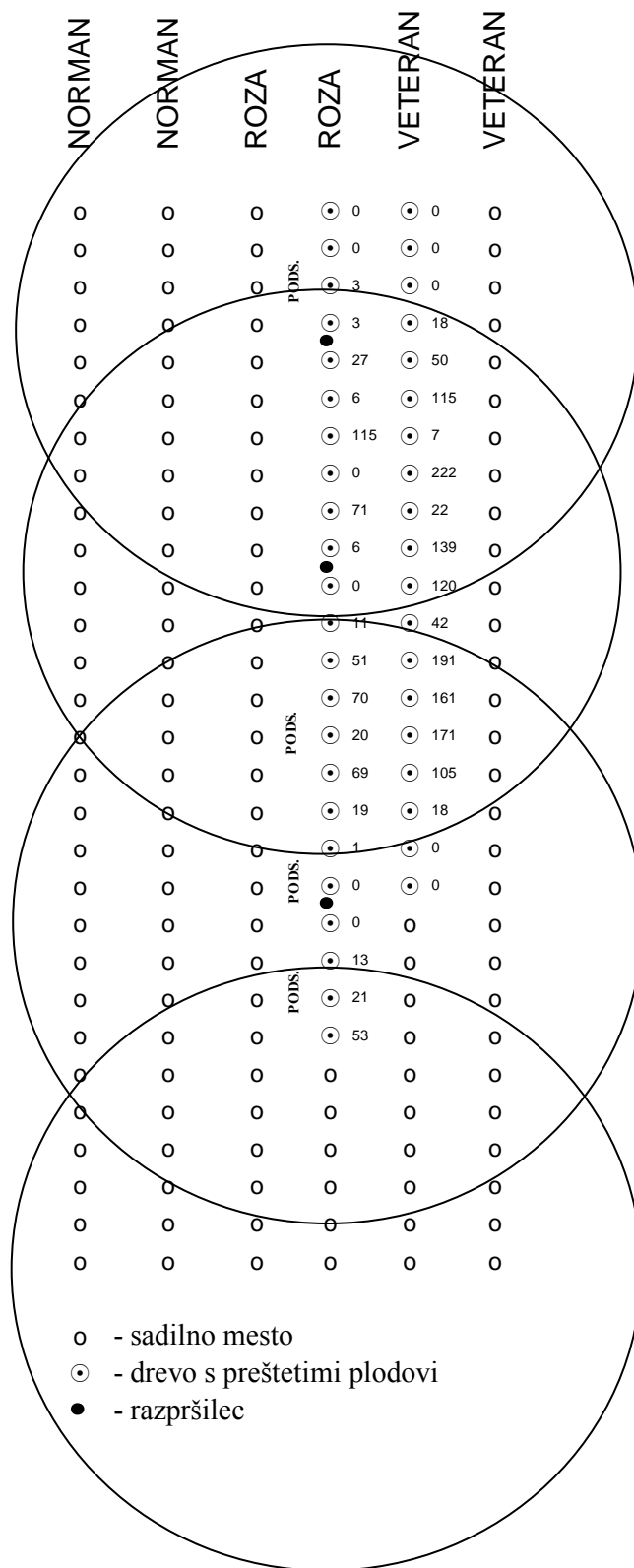
Preglednica 17: Najnižje temperature na višini 0,5 m na polju Brje - Žablje v letu 1997 in začetek oroševanja

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

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



Slika 59: Shema oroševalnega sistema z opombami – oroševanje 1997



Slika 60: Število plodov po oroševanju v letu 1997

Mreža razpršilcev v trikotnem razporedu na razdalji 20 x 18 m je bila preredka. To se dobro vidi iz slike 59, saj je bila srednja vrsta med obema linijama razpršilcev popolnoma brez pridelka. Zunanje vrste, ki so bile slabo orošene, so bile brez pridelka, po oroševanju je bilo tudi listje požgano. Iz slike 60 in podatkov o številu plodov na drevo ter tlorisa dometa razpršilcev je razvidno, da daje razpršilec v svoji bližini premalo padavin, saj sta dve drevesi ob njem, ki jih ni pokrival še sosednji razpršilec, popolnoma pozebli. Med prvima dvema razpršilcema, ki sta bila na razdalji 12 m, so imela pridelok vsa drevesa. Jasno se tudi vidi, da je imela odpornejša sorta Veteran veliko več plodov kot občutljivejša Roza.

## **6.7 Tuje izkušnje**

V Emilii Romagni, ki je poleg Južne Tirolske, najpomembnejša in največja sadjarska dežela v Italiji, so imeli v letu 2000 zaščito pred pozebo na relativno majhnih površinah. Na območju Modene so imeli 300 do 400 ha zaščite s klasičnimi razpršilci nad krošnjo in mikrorazpršilci pod krošnjo na hruškah, marelicah in češnjah. V okolici Faenze in Forlija so oroševali 60 do 80 ha aktinidij nad krošnjo in 50 do 70 ha aktinidij pod krošnjo. V istem območju so oroševali še 20 ha marelic. V okolici Ferrare so oroševali okrog 200 ha hrušk s klasičnimi razpršilci nad krošnjo. Kjer ni bilo dovolj vode, so postavili vetrnice na 150 do 200 ha v okolici Imole in Faenze.

V deželi Piemonte so imeli 900 ha oroševanja nad krošnjo, 90 ha vetrnice z dodatnim ogrevanjem, 100 ha ogrevanja - največ s svečami.

Na Južnem Tirolskem orošujejo okrog 20000 ha nasadov (Zinoni et al, 2000).

## 7 ZAKLJUČEK

Tuje in domače izkušnje potrjujejo, da je oroševanje zanesljiva tehnika aktivne zaščite nasadov pred pozebo. Zaradi potrebe po ekonomični rabi vode v kmetijstvu in upoštevanju okoljskih danosti, je razvoj tehnike oroševanja nasadov z varčno rabo vode zelo napredoval. Velike količine vode, ki so potrebne za varovanje sadnih dreves pred sušo in pozebo, je nova tehnika z mikrorazpršilci zmanjšala. Z mnogo manjšo porabo vode je v številnih primerih uspešno obvarovala pred večjim izpadom pridelka. Tržni nasadi jablan so glavni vir dohodka slovenskih sadjarjev, na manjših, srednjih in večjih gospodarstvih, zato je stroka skupaj s pridelovalci sadja začela pospešeno iskati rešitve s pomočjo dobrih tujih praks. Prednostno smo se lotili načrtovanja enotnih namakalnih sistemov z mikrooroševanjem in dodatno zaščito pred spomladanskimi pozebami z mikrorazpršilci. Zaradi izgube dveh zaporednih domačih sadjarskih letin (2016 in 2017) smo proučili razpoložljive vodne vire pri sadjarskih gospodarstvih. Že obstoječi vodni viri teoretično omogočajo sadjarjem do leta 2025 z mikrooroševanjem opremiti 300 ha intenzivnih jablanovih nasadov, na najmanj 30-tih sadjarskih gospodarstvih, od tega na treh večjih posestvih. Tudi za koščičasto in jagodičasto sadje je zadostnih vodnih virov za slabih 200 ha. Tehnika mikrorazprševanja v sušnih razmerah zagotavlja preživetje sadnih dreves. V primeru spomladanskih pozeb pa z isto tehniko obvarujemo pridelek sadja pred večjim izpadom. Vse tehnike aktivne zaščite pridelkov domačega sadja: namakanje, oroševanje in mreže proti toči bodo morale biti uvrščene med redne naložbe v nasade zadnje generacije. Le tako bodo lahko slovenski sadjarji z gotovostjo tudi v prihodnje ohranili vsakoletne pridelke sadja dobre kakovosti. Redna oskrba zvestih potrošnikov s kakovostnim slovenskim sadjem je najboljša zagotovilo preživetja vsem domačim pridelovalcem. Zato na vseh kmetijskih gospodarstvih s tržno pridelavo sadja priporočamo dolgoročno prioritarno naložbeno planiranje, ki zagotavlja najnižjo možno stopnjo odvisnosti pridelave domačega sadja od neugodnih vremenskih razmer in hkrati večja ekonomsko varnost.

## 8 LITERATURA

1. Anconelli, S., Facini, O., Marletto, V., Pitacco, A., Rossi, F., Zinoni, F. 2002. Micrometeorological test of microsprinklers for frost protection of fruit orchards in Northern Italy. Physics and Chemistry of the Earth 27 str.1103 – 1107  
[http://www.academia.edu/27724487/Micrometeorological\\_test\\_of\\_microsprinklers](http://www.academia.edu/27724487/Micrometeorological_test_of_microsprinklers)
2. Anconelli, S., Zinoni, F. 1998. Prime valutazioni sull'efficacia di alcuni microirrigatori, statici e dinamici, da impiegare per l'irrigazione antibrina sottochioma. Irrigazione e drenaggio, Bologna, Let. XLV, št. 3, str. 37-42
3. Anconelli, S., Zinoni, F. 2003. L'irrigazione sottochioma del frutteto per la difesa dalle gelate tardive. Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura, Bologna, Vol. LXV, No. 9, str. 39-44
4. ARSO <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>
5. Baumann F., Vermeidung von Spätfrostschäden bei Kernobst der Einsatz von Windmaschinen am Beispiel des Prototyps »Freilandwind BSR5«, 2014
6. Cicogna, A., Centore, M. 2004. Andamento delle temperature minime in un impianto di actinidia durante una gelata autunnale. Notiziario ERSA 1/2004, Gorizia
7. Cicogna, A., Sandra, M. 2002. Actinidia e gelate: metodi di previsione e mezzi di difesa.  
[http://www.arpa.veneto.it/upload\\_teolo/agrometeo/fix/actinidia\\_e\\_gelate.pdf](http://www.arpa.veneto.it/upload_teolo/agrometeo/fix/actinidia_e_gelate.pdf)
8. de Franceschi M., Zardi D. I processi fisici dei fenomeni di gelata in ambiente montano. Risultati dalle campagne sperimentali del progetto gepri. Italian Journal of Agrometeorology 45 - 51 (3) 2008  
[http://www.agrometeorologia.it/documenti/Rivista2008\\_3/45.pdf](http://www.agrometeorologia.it/documenti/Rivista2008_3/45.pdf)
9. Difesa dalle gelate tardive.  
<http://www.infokeeper.it/keeperfiles/creso/attach/DIFESA%20GELATE%20TARDIVE.pdf>
10. Eccel, E., Dalla Nora, S., De Franceschi, M., Ghielmi, L., Pitacco, A., Rea, R., Zardi, D. Gepri: un progetto di ricerca sulle gelate primaverili in Trentino. Terra trentina str. 16 – 19  
[http://www.archivioriviste.provincia.tn.it/ppw/TerraTre.nsf/0/36DE9B2182BA88B9C1256E9B002F8783/\\$FILE/7.pdf?OpenElement](http://www.archivioriviste.provincia.tn.it/ppw/TerraTre.nsf/0/36DE9B2182BA88B9C1256E9B002F8783/$FILE/7.pdf?OpenElement)

11. Fajt, N., Komel, E., Kodrič, I., Hudina, M., Usenik, V., Ambrožič Turk, B., Štampar, F. 2011. Sadjarski center Bilje 1993-2008. Kmetijsko-gozdarski zavod Nova Gorica, Sadjarski center Bilje, Bilje
12. Friederich G. : Handbuch des Obstbaus, Neumann Verlag, str. 377 – 395
13. Huš M. Pozor, sevanje, Revija Monitor julij – avgust 2015  
<http://www.monitor.si/clanek/pozor-sevanje/167593/>
14. [http://ksh.fgg.uni-lj.si/e\\_ucbenik\\_OH/03sklop/3-1.htm](http://ksh.fgg.uni-lj.si/e_ucbenik_OH/03sklop/3-1.htm)
15. [https://sl.wikipedia.org/wiki/Gostota\\_zraka](https://sl.wikipedia.org/wiki/Gostota_zraka)
16. [http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj\\_testa&expression=konvekcija&hs=1](http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=konvekcija&hs=1)
17. [https://www.arpae.it/cms3/documenti/cerca\\_doc/siccita\\_desertificazione/Nota\\_tecnica\\_difesa\\_antibrina.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/cerca_doc/siccita_desertificazione/Nota_tecnica_difesa_antibrina.pdf)
18. <http://www.catalogue.naandanjain.com/cat.php?g=1859>
19. Köpcke D. 2012: Erfolgreicher Frostschutz unter Berücksichtigung der thermodynamischen Prozesse in Obstanlagen, Mitt.OVR 64, str.136 – 143
20. Pantezzi, T., Pellegrini, F. 2008. La difesa dalle gelate primaverili nella frutticoltura trentina. Italian Journal of Agrometeorology str. 11 – 14  
[http://www.agrometeorologia.it/documenti/Rivista2008\\_3/11.pdf](http://www.agrometeorologia.it/documenti/Rivista2008_3/11.pdf)
21. Praticcoli, W., Zinoni, F., Eccel, E. 2008. Metodi di irrigazione antibrina tradizionali e innovativi a confronto. Le esperienze in Trentino e in Emilia. Italian Journal of Agrometeorology str. 62 – 73  
[http://www.agrometeorologia.it/documenti/Rivista2008\\_3/62.pdf](http://www.agrometeorologia.it/documenti/Rivista2008_3/62.pdf)
22. Priol, J. 1956. Zbornik za kmetijstvo in gozdarstvo. Biologija cvetja, oplodbe in rodnosti pri jablani. Inštitut za sadjarstvo v Mariboru
23. Ricco du Guide, 1967. L'irrigazione dei terreni; basi tecniche e realizzazioni. Edagricole, Bologna
24. Rieger, M. 1993. Under and overtree microsprinkler irrigation for frost protection of peaches. Hort technology, vol. 3, No 1, p.81-85

25. Snyder, R.L., Abreu, J.P. de M. 2005 Frost Protection: fundamentals, practice, and economics Volume 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome  
<http://www.fao.org/docrep/008/y7223e/y7223e00.htm>
26. Solanelles, F., Planas, S. 1992. Overhead microsprinkling irrigation for cold protection of apple and pear trees. International symposium on irrigation of horticultural crops, Almeria, Spain, str. 469-476
27. Spuhler M. 2016, Welche Frostschutzmethode passt zu meinem Betrieb? Besseres Obst 9/2016, str 4-6, 10-11/2016 str 14-18
28. Steinbauer L., Wirksame Methoden zur Abwehr von Spätfrostschaden, Besseres Obst 8/2017, str. 10-13
29. Taglioli, G., Guidoboni, G. 2003. L'irrigazione delle colture arboree da frutto. Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura, Bologna, Vol. LXV, No. 1, str. 31-35
30. Thalheimer, M., Paoli, N. 2008. La difesa dalle gelate tardive nel melo: irrigazione sì, ma con meno acqua. Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura, Bologna, 2008, No. 5, str. 48-50
31. Van Sonsbeek B., Mit Windmaschinen gegen Blütenfrost, EFM 2017-3, str. 12-13
32. [web.bf.uni-lj.si/agromet/Kondukcija.ppt](http://web.bf.uni-lj.si/agromet/Kondukcija.ppt)
33. Zinoni, F., Antolini, G., Palara, U., Rossi, F., Reggidori, G. 2005. Aspetti fisici ed ecofisiologici nella previsione e difesa delle piante da frutto dalle gelate tardive. Italus Hortus 12 (4), 2005: str. 63 – 78  
[http://www.italushortus.it/phocadownload/review/review\\_2/05.zinoni.pdf](http://www.italushortus.it/phocadownload/review/review_2/05.zinoni.pdf)
34. Zinoni, F., Rossi, F., Pitacco, A., Brunetti, A. 2000. Metodi di previsione e difesa dalle gelate tardive. Calderini edagricole, Bologna
35. Žust, A. 2017 Agrometeorološke razmere v aprilu. Naše okolje, Mesečni bilten Agencije RS za okolje, april 2017, letnik XXIV, številka 4

Avtorji fotografij:

Andrej Soršak  
Mag. Zlatka Gutman Kobal  
Ivan Kodrič  
Dr. Darinka Koron  
Vojko Šušteršič