

eip-agri
AGRICULTURE & INNOVATION

Fokusna skupina EIP-AGRI

Zaščita pridelka sadja pred pozebo

KONČNO POROČILO
NOVEMBER 2019

Kazalo

1. Povzetek	4
2. Uvod.....	6
3. Sestava fokusne skupine in opis dela	7
4. Stanje.....	8
a. Ključna vprašanja	8
Občutljivost pridelkov in kritične temperature	8
Metode za zaščito pred pozebo	9
Poraba energije, stroški in ekonomičnost metod zaščite pred pozebo	11
b. Dejavniki uspešnosti in neuspešnosti	12
5. Kaj lahko storimo? Priporočila za boljšo zaščito pred pozebo v prihodnje	14
a. Manjša poraba vode pri oroševanju nad krošnjami	14
b. Spletni podatki o pozebi, dostopni ob pravem času.....	15
c. Poznavanje fonologije (in modeli)	16
d. Uporaba kemičnih pripravkov pri zaščiti pred pozebo: tehnike in uvodna priporočila	17
e. Ocena stroškov in koristi tehnik za zaščito pred pozebo pri pridelavi sadja	18
f. Druga priporočila	19
6. Raziskave na podlagi potreb iz prakse	20
7. Zamisli in teme za operativne skupine	21
8. Reference	24
Priloga A: Člani fokusne skupine	25
Priloga B. Kratka poročila o prednostnih temah	26
Priloga C: Dobre prakse, dejavniki uspešnosti in neuspešnosti	27
Priloga D: Seznam potrebnih raziskav	35

1. Povzetek

V poročilu so predstavljeni izsledki **fokusne skupine EIP-AGRI o zaščiti pridelka sadja pred pozebo**. V Evropski uniji je zaradi pozebe najbolj prizadeta pridelava sadja in kljub globalnemu segrevanju se nevarnost pozebe povečuje. Škoda zaradi pozebe nastane, ko so temperature pod lediščem nižje od kritičnih temperatur, ki v rastlinskih tkivih lahko povzročijo nepopravljivo škodo.

Tehnike zaščite proti pozebi, ki jih trenutno uporabljajo pridelovalci sadja, so dejansko enake kot tiste, ki so se uporabljale v zadnjih desetletjih 20. stoletja. Čeprav so na voljo številne tehnike, je za pridelovalce v Evropi boj proti pozebi velik izziv. Novi sistemi ali materiali, ki so bili uvedeni, niso v celoti preizkušeni in prav tako njihova uporaba med pridelovalci sadja ni zelo razširjena.

V tej fokusni skupini je sodelovalo dvajset strokovnjakov in koordinator, pomoč sta ji zagotovili podporna skupina EIP AGRI in storitvena točka EIP AGRI (**priloga A**). Strokovnjaki so raziskovalci, pridelovalci, svetovalci, predstavniki industrije ali nevladnih organizacij. Fokusna skupina je začela delovati junija 2018, poročilo pa je bilo objavljeno oktobra 2019.

Razprave so potekale na podlagi **izhodiščnega dokumenta**, ki ga je pripravil koordinator na podlagi ankete, ki je bila članom skupine poslana pred prvim sestankom. Na osnovi tega dokumenta so bile na kratko povzete trenutne tehnike zaščite pred pozebo za vsako skupino sadja in trte. Posebna pozornost je bila namenjena oviram, pomanjkljivostim in izzivom teh praks, tehnik in tehnologij. Sledila je razprava o strategijah, orodjih in praksah, ki bi lahko izboljšali uspešnost učinkovitih tehnik, in nato obravnava dejavnikov neuspešnosti nekaterih sicer lahko uspešnih tehnik/tehnologij. Skupina je poleg tega podrobneje razvila nekatere teme in vprašanja v kratkih poročilih, ki zajemajo glavne zamisli in pomisleke, ki so bili izraženi v razpravah (**priloga B**).

V razpravah so opredelili dobre prakse ter dejavnike uspešnosti in neuspešnosti za izbrane pasivne in aktivne metode zaščite pred pozebo, ki so predstavljene v 5. poglavju in v **prilogi C**, v kateri so zaradi celovitosti predstavljene tudi druge tehnike. Ključne zamisli so:

- ▶ Poznavanje mikroklimе v nočeh nastanka pozebe je zelo pomembno tako za pasivne kot za aktivne tehnike, predvsem pretoka hladnega gostega zraka in intenzivnosti inverzije za kar so nujne fizične meritve.
- ▶ Poznavanje fenologije (natančni modeli) je bistveno za obe vrsti tehnik, saj se kritična temperatura spreminja s stopnjo fenološkega razvoja rastline.
- ▶ Pri aktivni zaščiti sta bistvena časovni okvir in spremljanje okoljskih dejavnikov. To je mogoče doseči le, če se v sadovnjaku na različnih točkah merijo temperatura, vlažnost in v nekaterih primerih hitrost in smer vetra v realnem času. Pomembno je tudi merjenje temperature na različnih točkah reliefa.
- ▶ Vrsta/sorta in/ali podlaga, odporna proti pozebi, prihrani energijo, delo in denar.
- ▶ Primerna je tudi uporaba nekaterih kemičnih pripravkov, zaradi katerih bi se rastline lahko izognile pozebi ali bile zanje manj občutljive.
- ▶ Za številne pridelke je trenutno najboljša zaščita oroševanje nad krošnjami, ki pa ni popolna. Mogoče jo je še izboljšati, zlasti glede varčevanja z vodo.

Delo, opravljeno za pripravo kratkih poročil, in razprava na drugem sestanku sta omogočila pripravo seznama raziskovalnih potreb, ki izhajajo iz prakse, ter zamisli za fokusne skupine EIP-AGRI (OS).

Ključna raziskovalna potreba je bila študija in primerjava učinkovitosti tehnik v različnih razmerah. Naslednje štiri prednostne raziskovalne potrebe so:

- ▶ večja uporaba biologije v modelih,
- ▶ vzpostavitev zbirke podatkov za natančnejšo zaščito pred pozebo,
- ▶ razvoj zanesljivega sistema za spremljanje in opozarjanje,
- ▶ oblikovanje boljših fenoloških modelov.

Seznam zamisli za fokusne skupine vključuje zahtevo po sistemu podpore pri odločanju, da se izbere lokalno primernejša tehnika zaščite pred pozebo in oceni tveganje nastanka pozebe. Vzpostavitev takega sistema podpore pri odločanju bi omogočila pridelovalcem in svetovalcem, da se uspešno spopadejo z zapletenostjo zaščite pred pozebo. Sledile so tudi druge zamisli: izbira najučinkovitejših kemičnih pripravkov za uporabo pri zaščiti pred pozebo, vzpostavitev sistema za spremljanje in opozarjanje, vzpostavitev zbirke podatkov o pozebah ter oblikovanje naprave za ročno merjenje škode po pozebi.



**EIP-AGRI
Strokovnjaki
fokusne skupine**

2. Uvod

Nevarnost pozebe se lahko kljub globalnemu segrevanju poveča, če se zaradi vremenskih razmer rastna doba začne hitreje, kot v preteklih letih. Gospodarska škoda zaradi pozebe je večja od vsake druge z vremenom povezane škode (Snyder & De Melo-Abreu, 2005^a). V Evropski uniji je bila prav sadjarska pridelava v letu 2017 najbolj prizadeta zaradi škode po pozebi. Škoda v sadovnjakih in vinogradih je bila rekordna (EK, 2017; EK, 2018).

Škoda zaradi pozebe nastane, ko so temperature pod lediščem nižje od kritičnih temperatur, ki v rastlinskih tkivih lahko povzročijo nepopravljivo škodo. Večina teh procesov je dobro poznanih, zlasti procesov, ki so povezani z okoljem in odzivom rastlin. Vrzeli v znanju ostajajo na področju kvalitativnega odziva, variabilnosti in dednosti odpornosti proti pozebi, narave poškodb zaradi pozebe na celični ali molekularni ravni ter pomena in mehanizmov nastajanja ledenih kristalov.

Zaščita pred pozebo je lahko aktivna ali pasivna. Večinoma se uporablja pasivna zaščita (varovanje pred pozebo) in se izvaja vnaprej, veliko pred nastankom pozebe. Aktivna zaščita se izvaja neposredno pred nastankom pozebe ali med njo. V zadnjem času je bilo predlaganih nekaj novih metod aktivne zaščite, vendar njihova učinkovitost še ni dokazana.

Fokusna skupina (FS) si je zastavila naslednje cilje:

- ▶ Določiti svoje področje dela s poudarkom na dobrih praksah.
- ▶ Opredeliti zaščitne metode, ki lahko zmanjšajo škodo zaradi pozebe. Če je mogoče, določiti možne učinke.
- ▶ Opredeliti težave, ki se pojavijo pri uporabi zaščitnih metod, in upoštevati predloge, kako se jim izogniti.
- ▶ Pretehtati razpoložljive informacije in orodja za simulacijo za pomoč sadjarjem in vinogradnikom pri izvajanju zaščite pred pozebo in pri presoji stroškovne učinkovitosti.
- ▶ Opredeliti najpomembnejše vrzeli v tem znanju in predlagati nove smeri aplikativnih raziskav.
- ▶ Analizirati vpliv globalnih podnebnih sprememb na pojav pozebe pri pridelavi sadja in na zaščito pred pozebo.
- ▶ Predlagati inovativne spremembe trenutnih metod ali ponuditi nove, učinkovitejše metode zaščite pred pozebo ter prispevati k prihodnjemu delu fokusnih skupin.
- ▶ Pripraviti načrt za širjenje ugotovitev in končno poročilo fokusne skupine.



3. Sestava fokusne skupine in opis dela

V fokusni skupini (EIP-AGRI *Focus Group*) je sodelovalo 20 strokovnjakov iz prakse in raziskovalnega področja iz različnih območij Evropske unije (**priloga A: Člani fokusne skupine**). V letu in pol skupnega dela so se člani sestali dvakrat. Za strokovnega koordinatorja za pomoč pri organizaciji in vsebini je bil imenovan J. Paulo de Melo e Abreu. Njegove naloge so bile; priprava izhodiščnega dokumenta, pomoč pri tehničnih razpravah v skupini in pomoč pri pripravi poročil. Ta **izhodiščni dokument**, ki je bil pripravljen na začetku delovanja, je bil v pomoč pri enotnem razumevanju namena fokusne skupine in skupaj s prispevki strokovnjakov na podlagi spletnega vprašalnika prikazuje s pozebo povezane fizikalne in biološke procese, stanje na področju zaščitnih tehnik ter ponuja teme za razpravo na prvem srečanju.

Cilj prvega sestanka (Varšava in območje Grójec, Poljska, 27. in 28. junij 2018) je bil doseči enotno razumevanje in organiziranost dela fokusne skupine v skladu z nalogami, kot so navedene v dokumentu o ustanovitvi fokusne skupine. Razprava na tem srečanju se je osredotočila na izzive in težave pri zaščiti pridelka sadja pred pozebo ter na dobre prakse in inovacije za njihovo reševanje. Na podlagi teh razprav je bilo izbranih nekaj tem za bolj poglobljeno delo v obliki tako imenovanih kratkih poročil. Ti dokumenti, ki so jih člani diskusijske skupine pripravili med prvim in drugim srečanjem, so navajali ugotovitve nadaljnjih raziskovanj ključnih vprašanj in omejitev teh strategij. Teme teh kratkih poročil so (**priloga B**):

- ▶ Sistemi za aktivno zaščito
- ▶ Ocena stroškov in koristi zaščitnih ukrepov pri pridelavi sadja
- ▶ Spletni podatki o pozebi, dostopni v realnem času
- ▶ Uporaba kemičnih pripravkov, ki rastlinam pomagajo pri odpornosti proti pozebi
- ▶ Fenološki modeli in kritične faze

Srečanje je zajemalo dva ogleda na terenu, v okviru katerih so bile predstavljene dobre kmetijske prakse izvajanja in nadzorovanja zaščite pred pozebo ter prikazane celovite posledice škode zaradi pozebe, ter razpravo o učinkovitosti tehnik za preprečevanje pozebe.

Na drugem srečanju (Bruselj in Sint-Truiden, Belgija, 27. in 28. november 2018) so bili obravnavani cilji kratkih poročil, da bi se doseglo soglasje o potrebah po inovacijah in raziskavah, kot izhajajo iz prakse, ter da bi se pripravili predlogi za operativne skupine in druge inovativne pobude. Skupina je razpravljala tudi o nadaljnjih korakih in dejavnostih za širjenje ugotovitev po objavi poročila. Tokratni terenski ogled je zajemal tri obiske, ki so pokazali nekatere načine zaščite pridelka pred pozebo z uporabo inovativnih rešitev na podlagi raziskav (npr. tehnike ciljnega oroševanja nad krošnjami).

4. Stanje

Škoda zaradi pozebe nastane, ko so negativne temperature nižje od temperatur, ki v rastlini lahko povzročijo nepopravljivo škodo. Najnižje temperature, ki jih rastlina prenese, in njena odpornost proti pozebi so odvisne od same rastline (konstitucije, kondicije...) in drugih dejavnikov. Rastline postajajo s poznejšo fenološko fazo manj odporne (npr. najbolj kritično je cvetenje in faza, ko so že razviti plodiči). Ugodne razmere za rast v posamezni fazi zmanjšujejo odpornost rastline proti pozebi, po drugi strani se ob neugodnih razmerah za rast odpornost rastlin povečuje. Okoljske razmere so lahko naravne ali posledica človekovega posega. Večina teh procesov je dobro poznanih, zlasti procesov, ki so povezani z okoljem in odzivom rastlin. Še vedno pa je precej neznanega, zlasti glede nekaterih vidikov kvalitativnega odziva, variabilnosti in dedovanja odpornosti proti pozebi, oblike poškodb zaradi pozebe na celični ali molekularni ravni, pomena in mehanizmov nastajanja ledenih kristalov, natančnih modelov za napovedovanje vremena na lokalni ravni.

Zdaj uporabljane metode za zaščito pred pozebo so dejansko enake kot tehnike, ki so se uporabljale v zadnjih desetletjih 20. stoletja. Večina teh metod je pasivnih (zaščitnih), kot je izbor podlag, odvajanje hladnega zraka, izbor sort, ustrezna rez, zaščitne folije in tekstil, nega tal za povečanje toplotne prevodnosti, čas sajenja pri enoletnih pridelkih, uporaba bakterijskih ali kemičnih pripravkov. Priznane aktivne metode zajemajo sisteme za ogrevanje, oroševanje, meglenje, vetrnice, helikopterje, pene in kombinacije teh tehnik, ki se aktivirajo med pozebo.

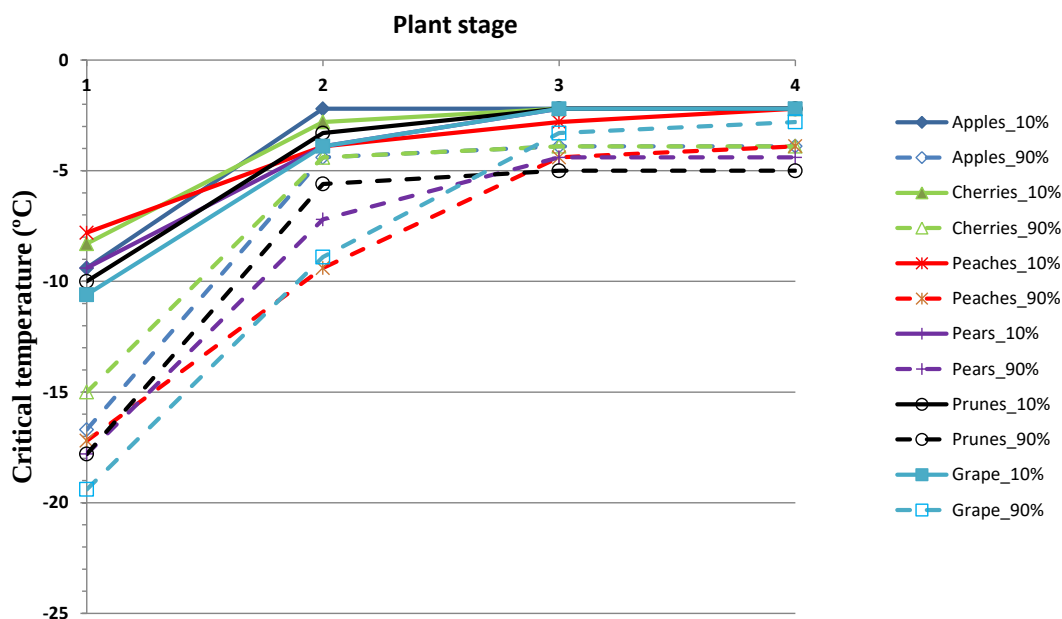
Kljub velikemu številu metod je pozeba za večino sadjarjev še vedno velik izziv. Vse te klasične metode imajo pomanjkljivosti, so zapletene in večinoma drage. V zadnjem času je bilo vendarle ponujenih nekaj novih tehnik: vertikalni puhalniki zraka (poznani kot sistem SIS) ali horizontalni puhalniki toplega zraka (ki jih vleče traktor ali statični). Poleg tega so težave z izvajanjem inovativnih in tradicionalnih metod privedle do razvoja novih orodij, zlasti modelov in posebne programske opreme.

a. Ključna vprašanja

Občutljivost pridelkov in kritične temperature

Škoda zaradi pozebe ne nastane zaradi nizkih temperatur, ampak predvsem zaradi nastajanja zunajceličnega ledu v rastlinskem tkivu, ki vleče vodo iz celic in tako celice dehidrira ter jih pri tem poškoduje. Po obdobjih zmernih ohladitev postanejo rastline odpornejše proti poškodbam zaradi pozebe, po toplih obdobjih pa to sposobnost izgubijo. Kombinacija tega in drugih dejavnikov določa temperaturo, pri kateri nastane led v tkivu rastline in pride do poškodb. S padanjem temperature se poškodbe zaradi pozebe večajo, temperatura, pri kateri nastane določena škoda, pa je "kritična temperatura" ali "temperatura kritične škode", označena s simbolom T_c (Sakai & Larcher, 1987). Splošno je znano, da se vrednosti T_c za sadovnjake in vinograde spreminjajo glede na fenološko fazo (Snyder & De Melo-Abreu, 2005^a) in so odvisne tudi od sadne vrste. Robide in borovnice so na primer odpornejše kot vinska trta, zlasti ko so brsti v fazi mirovanja, vinska trta pa je odpornejša proti pozebi kot aktinidija ali jagode. Po drugi strani so agrumi zelo občutljivi za pozebo.

Kritične temperature so za nekatere sadne vrste in trte prikazane na [sliki 1](#) in v [kratkem poročilu 5](#). Vrednosti 10% in 90% v legendi slike 1 se nanašajo na vrednosti T_{10} in T_{90} . T_{10} in T_{90} so temperature, pri katerih je verjetno, da bo 10% in 90% tržnega pridelka poškodovanega. Na splošno se temperaturi T_{10} in T_{90} višata, ko se razvijajo brsti do faze razvoja plodičev, ko je pridelek najbolj občutljiv za pozebo. Vrednost T_{90} je na začetku rasti precej nizka, vendar se dviguje hitreje kot vrednost T_{10} in razlika med T_{10} in T_{90} je zelo majhna, ko je pridelek najbolj občutljiv.



Slika 1: Kritična temperatura (critical temperature) **za nastanek poškodb glede na fazo razvoja** (plant stage) **nekaterih sadnih dreves** (apples=jabolka, cherries=češnje, peaches=breskve, pears=hruške) **in vinske trte** (grape). **Prva faza: začetek brstenja** (nabrekanje brstov); **druga faza: odpiranje brsta**; **tretja faza: cvetenje ali prvi list pri vinski trti**; **četrta faza: odpadanje venčnih listov ali četrti list pri vinski trti**. Vir: Snyder & De Melo-Abreu, 2005^a.

Vrednosti T_c sicer pokažejo, kdaj je treba začeti izvajati metode aktivne zaščite ali jih prekiniti, vendar je pri njihovi uporabi potrebna velika previdnost. Na splošno vrednosti T_c predstavljajo temperaturo brsta, cveta ali plodiča tam, kjer je opažena poškodba. Težko je meriti temperaturo občutljivih rastlinskih tkiv, ki je drugačna kot temperatura zraka, ki jo sadjarji običajno merijo. Temperature brsta, cveta in plodiča so, razen pri velikem sadju (npr. pomarančah), običajno nižje kot temperatura zraka, zato bi bilo treba tehnike aktivne zaščite začeti in končati pri temperaturah zraka, ki so višje kot tiste, navedene v preglednicah. Pri velikem sadju (kot so agrumi) večerna temperatura zraka pade hitreje kot temperatura sadja, zato se puhalniki ali grelniki lahko vključijo, ko je temperatura zraka enaka ali malo pod temperaturo T_c (De Melo-Abreu, 1985).

Metode za zaščito pred pozebo

Metod za zaščito pred pozebo je veliko in številne so zelo učinkovite. Metode lahko razdelimo na pasivne (posredne) in aktivne (neposredne) (Bagdonas *et al.* 1978; Snyder & De Melo-Abreu, 2005^a). Pasivna zaščita zajema metode, ki se izvajajo veliko pred nastankom pozebe, da se izognemo uporabi aktivne zaščite. Aktivna zaščita se izvaja neposredno pred nastankom pozebe ali med njo (preglednica 1). Za podrobnosti o teh metodah glej [izhodiščni dokument](#) in [prilogo C](#) ter Bagdonas *et al.*, 1978; Evans, 2000; Powell & Himelrick, 2000; De Melo-Abreu, 2018.

Preglednica 1: Razvrstitev zaščitnih metod (na podlagi Snyder & De Melo-Abreu, 2005^a).

Pasivna zaščita: <i>se izvaja veliko pred nastankom pozebe.</i>	Aktivna zaščita: <i>se izvaja neposredno pred nastankom pozebe ali med njo.</i>
izbira tal (izogibanje območjem ali legam, ki so podvržena pozebi)	grelniki (dodajanje ustrezne toplote sistemu hlajenja)
odvajanje hladnega zraka (npr. ureditev odtoka hladnega zraka proč od nasada, odstranitev ovire, ki preprečujejo pretok)	puhalniki (mešanje inverzijskih plasti v nočeh z radiacijsko slano in s tem višanje temperature nad tlemi)
izbira sadnih vrst in časa sajenja (izbira sadnih vrst ali podlag s poznejšim odganjanjem)	helikopterji (enak učinek kot pri puhalnikih)
drevesne krošnje (bujna drevesa, ki dajejo senco pridelku; običajno pri tropskih nasadih, npr. kave)	razpršilci (npr. oroševalni sistem nad krošnjami ob pozebi sprosti latentno toploto fuzije, s katero krošnja ohranja svojo temperaturo)
prehrana rastlin (npr. izogibajte se prekomernega gnojenja z dušikom in s tem povezane rasti ob koncu rastne dobe)	namakanje (sproščanje latentne toplote fuzije v zrak uravnava temperaturo)
pravilna vzgojna oblika in rez (npr. višje arhitekture sadnih dreves in dvojno odganjanje – zimska in korekcijska rez)	premični in rotacijski puhalniki toplega zraka (dodajanje ustrezne toplote sistemu hlajenja)
zaščitne folije in tekstil (npr. uporaba naravnih ali umetnih materialov, plastike in mrež za zmanjševanje izgube toplote in radiacije)	vertikalni puhalniki zraka (domnevno uspešno potiskajo plast zraka navzgor, tako da jo lahko nadomesti toplejša plast)
ohranjanje visoke kondukcijske toplote (ohranjanje visokega prenosa toplote proti površini) (npr. odvajanje plasti zraka nad tlemi in prekrivanje pridelka)	kombinacija teh tehnik
beljenje in ovijanje debel (beljenje debel zmanjšuje temperaturo in zakasni odganjanje; ovijanje debel zmanjšuje prenos toplote z debla v zrak)	
uporaba bakterij (nekateri bakterije delujejo kot jedra za tvorbo ledenih kristalov;¹ njihovo zmanjšanje omogoča podhladitev ledu)	
kemični pripravki (nekateri zamaknejo odganjanje, drugi učinkujejo tako, da preprečujejo zmrzovanje tkiv in poškodbe celic)	

¹Led se večinoma začne tvoriti zaradi prisotnosti aktivnih bakterij, ki delujejo kot kondenzacijska jedra za nastanek ledu, ki se začne širiti v tkivo rastline. Bakterije, ki niso jedra za nastanek ledu (NINA), tekmujejo z aktivnimi bakterijami, ki tvorijo kondenzacijsko jedro – INA in lahko zmanjšajo njihovo koncentracijo. Koncentracijo aktivnih bakterij lahko zmanjša tudi uporaba antibiotikov in bakrovih pripravkov.

Poraba energije, stroški in ekonomičnost metod zaščite pred pozebo

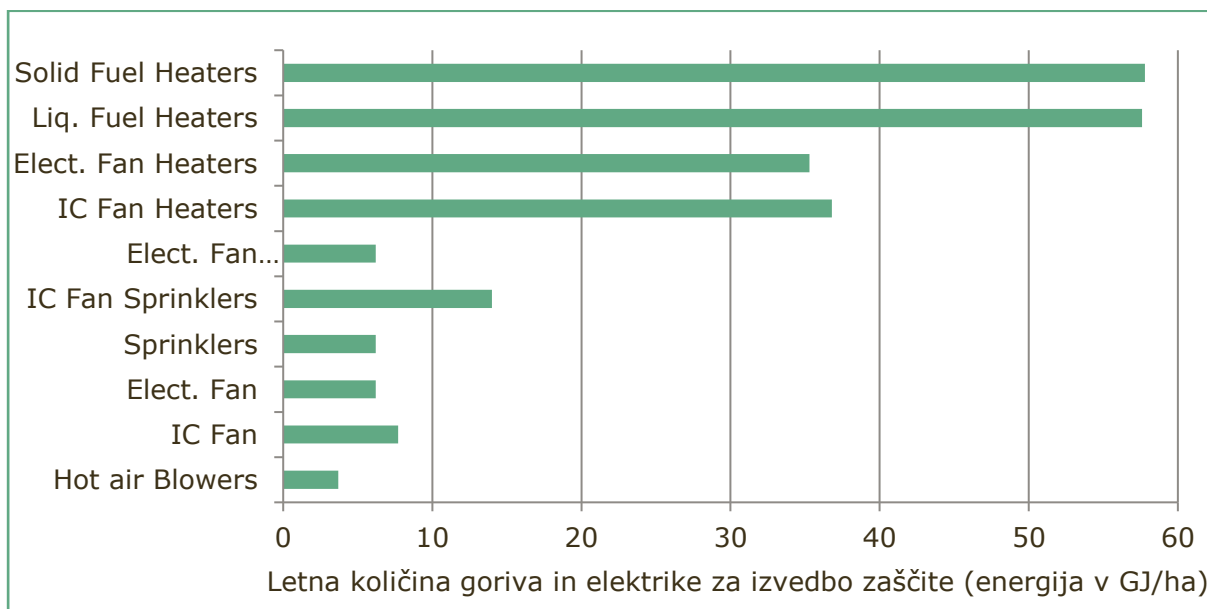
Energija, ki se uporablja pri vsakem od sistemov za zaščito pred pozebo, je pomemben dejavnik pri analizi uspešnosti posamezne tehnike.

Pasivne metode potrebujejo na splošno malo ali nič dodatne energije. Pogosto zadostuje energija, ki je že na voljo v okolju, in potrebnega je malo dela za usmerjanje energijskih tokov v korist rastlin. Pri drugih tehnikah se upoštevata genska raznolikost (variabilnost) ter poznavanje odziva rastlin in njihove fiziologije, da se odberejo rastline, ki se v mrzlih okoljih ne poškodujejo. Aktivne tehnike zahtevajo velik vnos energije iz fosilnih goriv (trdnih, tekočih ali plinastih) ali elektrike, ki prav tako prihaja iz fosilnih goriv, atomske energije ali obnovljivih virov.

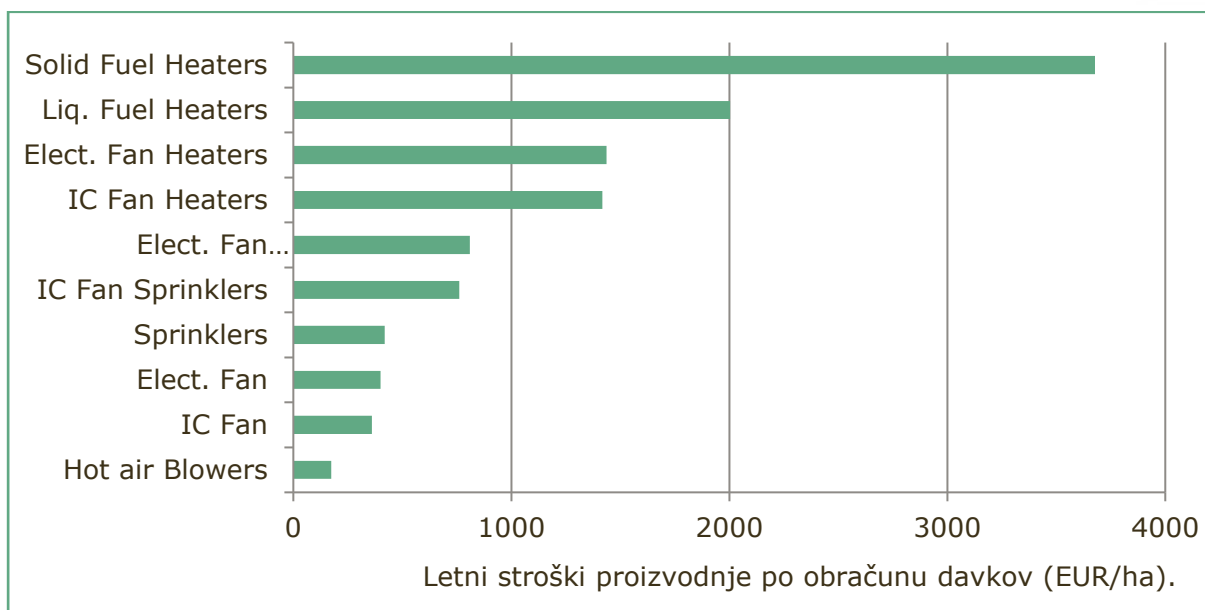
S programom FrostEcon je bila narejena ocena potrebne energije za aktivno zaščito fiktivnega (namišljenega) nasada jablan (Snyder & De Melo-Abreu, 2005^b) (slika 2). Pokazalo se je, da so horizontalni puhalniki toplega zraka porabili manj energije kot druge tehnike ter da so npr. razpršilci in vetrnice potrebovali za približno 10 % več energije kot grelniki.

Analiza stroškov in koristi upošteva skupne predvidene stroške (fiksne in variabilne) vsake tehnike in jih primerja s pričakovanimi koristmi. V Evropski uniji je zelo malo novejših raziskav ocene stroškov in koristi zaščitnih ukrepov pri pridelavi sadja. Kratko poročilo 2 ([Minipaper 2](#)) med drugim obravnava metodologije, ki bi jih bilo mogoče uporabiti za izdelavo take študije. [Priloga C](#) vsebuje kvalitativno oceno ravni stroškov namestitve in operativnih stroškov delovanja nekaterih tehnik.

V idealnem primeru bi morale te tehnike delovati z računalniškim programom, ki bi omogočal njihovo prilagajanje drugačnim razmeram, kar pa ni preprosto. Kolikor nam je znano, je program FrostEcon (Snyder & De Melo-Abreu, 2005b) za zdaj najpopolnejši računalniški program, ki omogoča medsebojno primerjavo metod za zaščito pred pozebo. Program obdeluje podatke o številu pozeb, njihovem trajanju, škodi zaradi pozebe, stroških zaščite s posamezno tehniko ter izračunava tveganja in verjetnost izgub ali dobičkov ([Minipaper 2](#)).



Slika 2: Ocena letnih potreb po energiji za izvajanje nekaterih aktivnih tehnik zaščite pred pozebo na fiktivni lokaciji, kot je opredeljena v programu FrostEcon (Snyder & De Melo-Abreu, 2005^b).



Slika 3: Ocena letnih stroškov zaščite pred odbitkom davkov za izvajanje nekaterih aktivnih metod na fiktivni lokaciji, kot je opredeljena v programu FrostEcon (Snyder & De Melo-Abreu, 2005^b). Cene in stroški so ocena za leto 2018.

b. Dejavniki uspešnosti in neuspešnosti

Škoda zaradi pozebe nastane, ko je temperatura nižja od kritične temperature (T_c), zato so podnebni, fenološki in T_c podatki ključni za napovedovanje teh dogodkov. Pri razmišljanju o uvedbi zaščite proti pozebi je treba vedeti tudi, kakšna je optimalna zaščita, ki jo lahko zagotovi posamezna tehnika.

- ▶ Temperaturo in druge vremenske podatke je večinoma mogoče dobiti od meteoroloških služb ali prebrati z vremenskih postaj v sadovnjakih. Vendar pa je zaradi topografskih dejavnikov (npr. nagib in videz, oddaljenost od dna doline), strukture in teksture tal, smeri vrst, ter pokritosti tal lahko mikroklima bistveno drugačna od vremenskih razmer, ki jih kaže najbližja vremenska postaja.
- ▶ T_c je odvisna od fenološke faze in utrjenosti rastlin. Zaradi tega je treba s primernimi modeli, ki pa še niso na voljo za vse pridelke, simulirati fenološko fazo.

Zaradi potrebe po vseh teh podatkih o legah, rastlinah in načinu gojenja, ter o zahtevah in posebnostih posameznih razpoložljivih tehnik, je učinkovita zaščita sadja zelo težavna in zahtevna naloga.

Fokusna skupina je pregledala dejavnike, ki kažejo na uspešnost ali neuspešnost teh metod. V preglednici v **prilogi C** so skupaj predstavljeni ti prispevki in tudi informacije za večino tehnik, ki niso bile osrednji predmet obravnav fokusne skupine.

Izsledki razprav kažejo, da je pri aktivnih tehnikah glavna ovira visok strošek namestitve ali pa neučinkovito delovanje sistema. Zaradi tega so grelniki, helikopterji, sveče proti pozebi ali puhalniki cenovno sprejemljivi le v primeru visokih donosov ali pri zelo dragih končnih pridelkih ter pri zanesljivih lokalnih vremenskih napovedih, ki omogočajo natančno določitev začetka delovanja.

Na nekaterih območjih so v vinogradih sveče običajne (npr. v Franciji), saj visoka cena pridelka pokrije strošek zaščite in dela, vendar pa je to zahteven proces. Največja težava je hitro prižiganje sveč ob pravem času in stabilna postavitev na nagnjenem terenu.

Oroševanje nad in pod krošnjami je seveda med najbolj uporabljenimi in popularnimi metodami za boj proti pozebi. Težave se pojavljajo v dostopnosti do vode in z vodo povezanih omejitev. Omejitve se ne nanašajo le na pomanjkanje vode v sušnih obdobjih, ampak tudi na okoliščine, če se pozeba pojavlja več dni zapored in ni priporočljivo (ali pa zaradi velike porabe vode mogoče) teh tehnik uporabljati dalj časa.

Pri **pasivnih metodah** se je razprava osredotočala na posebnosti lege, sort in vrst (odpornost, čas cvetenja, robustne sorte ter tržno zanimive sorte) ter rez (kdaj, kako intenzivna naj bo itn.). Te tehnike so teoretično na splošno učinkovite, imajo pa vrsto stranskih učinkov za rastline (npr. manjša rast in/ali pridelek) in je zato potrebnega več informiranja in podpore za njihovo učinkovito uvajanje. Enako velja za tehnike z uporabo kemičnih pripravkov, vključno nekaterih novih proizvodov, ki še niso dovolj raziskane.

Pri trti, na primer, je bilo navedeno, da minimalna rez še ni široko uporabljana, ima pa nekatere prednosti, kot sta manjši strošek delovne sile za izvedbo rezi in večja možnost, da nekaj brstov preživi pozebo. Slaba stran tega so manjši grozdi, kar trti ne škodi, ni pa sprejemljivo za vinogradnike, ki se ukvarjajo s pridelavo grozdja za proizvodnjo namiznega vina.

Z uporabo najboljših praks v okviru posamezne tehnike in z upoštevanjem dejanskih okoliščin se doseže optimalno delovanje posamezne tehnike, kar pa ni preprosta zadeva. Seveda pa je mogoče oblikovati nekaj smernic za pomoč sadjarjem pri sprejemanju strateških in praktičnih odločitev. Te smernice so lahko podlaga za izvajanje **sistema za podporo pri odločanju (Decision Support System (DSS))**, ki je verjetno najboljši način za spoprijemanje s tako kompleksnim vprašanjem.

5. Kaj lahko storimo? Priporočila za boljšo zaščito pred pozebo v prihodnje

Po razpravi fokusne skupine o uspešnosti in neuspešnosti obstoječih metod so se pojavile zamisli, kako bi bilo mogoče te tehnike izboljšati. Pri nekaterih gre za izboljšave trenutnih praks, druge predvidevajo sistematično zbiranje informacij in oblikovanje novih orodij za trenutne tehnike. Nekateri zadnje zamisli se nanašajo na prihodnje raziskave, ki bi jih lahko izvedle novo oblikovane fokusne skupine EIP AGRI. Z namenom, da bi nekatere od teh zamisli vključili v pomembne teme, je bilo pripravljenih **pet kratkih poročil**.

Splošna ugotovitev fokusne skupine je bila, da je bilo v zadnjih 50 letih ponujenih zelo malo novih tehnik. Nov razvoj je povezan predvsem z novimi materiali in opremo, vendar so nekatere »nove« tehnike dejansko le spremenjene obstoječe tehnike. Horizontalne puhalnike za tople zrak, na primer, ki so zdaj na tržišču izboljšani, so uvedli že v šestdesetih letih prejšnjega stoletja (Ballard in Proesting, 1978). Ugotovljeno je bilo tudi, da je neuporaba nekaterih tehnik posledica nepoznavanja nekaterih sistemov zaščite ali okolja, pomanjkljivega spremljanja pomembnih okoljskih parametrov ponoči, ko nastane pozeba, težav pri upravljanju sistemov med izvajanjem zaščite, pomanjkanja smernic za razumevanje uspešnosti in izbiro najprimernejše tehnike. Izbira pomeni tako učinkovitost sistema za zaščito pridelkov kot tudi stroškovno učinkovitost zaščite.

V razpravi so bili zbrani primeri dobrih praks za posamezne pasivne in aktivne tehnike zaščite. Ti so povzeti v naslednjih podpoglavjih in v **prilogi C** skupaj s podobnimi povzetki za preostale tehnike, ki v razpravah niso bile deležne posebne pozornosti. Glavne zamisli so bile:

- ▶ Poznavanje mikroklimе v nočeh nastanka pozebe je zelo pomembno tako za pasivne kot za aktivne metode, predvsem zaradi dotoka hladnega zraka in intenzivnosti inverzije. Za to je nujno merjenje minimalnih temperatur in hitrosti vetra v različnih delih nasada.
- ▶ Poznavanje fenologije (natančni modeli) je bistveno za obe vrsti tehnik, saj se kritična temperatura spreminja s stopnjo fenološkega razvoja rastline.
- ▶ Pri aktivni zaščiti sta bistvena čas in spremljanje vremenskih pogojev. To je mogoče doseči le, če se v sadovnjaku na različnih točkah merijo temperatura, vlažnost in v nekaterih primerih hitrost in smer vetra. Pomembno je tudi merjenje temperature na različnih višinah in točkah.
- ▶ Vrsta/sorta in/ali podlaga, odporna proti pozebi, prihrani energijo, delo in denar.
- ▶ Primerna je tudi uporaba nekaterih kemičnih pripravkov, s katerimi bi lahko preprečili pozebo rastlin ali povečali odpornost proti njej.
- ▶ Za številne pridelke je oroševanje nad krošnjami najboljša zaščita, ni pa popolna. Mogoče jo je še izboljšati, zlasti glede varčevanja z vodo.

a. Manjša poraba vode pri oroševanju nad krošnjami

Med vsemi obstoječimi tehnikami je oroševanje nad krošnjami med pozebo edina tehnika, ki zagotavlja učinkovito zaščito do -7°C , vendar ima tudi več omejitev. To je, na primer; velika poraba vode, zaradi česar je ta tehnika na nekaterih območjih nerentabilna, nenatančnost nekaterih oroševalnih sistemov, neučinkovitost v vetrovnih razmerah, stroški namestitve ali večje tveganje pojava nekaterih bolezni, povezanih z vlažnimi razmerami.

Ta sistem res v celoti ščiti cvetove pred hudimi poškodbami zaradi pozebe, ima pa tudi več resnih pomanjkljivosti, pri čemer je najbolj problematična njegova obstojnost - trajnost.

Dodatni preizkusi in izboljšave (npr. občutljivost teh sistemov na veter je še vedno problematična) bodo potrebni za zmanjšanje porabe vode (do 50 %) z oroševanjem v vrstah ali z uporabo razpršilcev z manjšim pretokom. To bi zelo vplivalo na varovanje okolja (Jorgensen in drugi, 1996), saj je v povezavi natančnim spremljanjem temperature (in relativne vlažnosti) mogoče dodatno zmanjšati porabo vode pri blagih negativnih temperaturah (do -2°C) z zniževanjem jakosti njenega tlaka.

V kratkem **poročilu 1** je zbranih nekaj primerov že uporabljenih tehnologij, kot so mikrorazpršilci v vrstah, ki pomembno zmanjšujejo porabo vode.



Sistem Naandanjain Flipper, ki se uporablja v vinogradih in sadovnjakih za pečkarje, orošuje samo v vrsti dreves in ne v medvrstnem prostoru. Porabi približno 15 m³/ha/h vode, kar je več kot 50 % manj vode kot konvencionalni sistemi oroševanja. Sistem je nekoliko bolj občutljiv za veter kot običajni razpršilci in se lahko uporablja pod protitočnimi mrežami ali drugimi sistemi pokrivanja.

Netafim Pulsar™ z glavo StripNet™ je cev z *air bagom* in posebnim ventilom, ki daje več pulzov na minuto in ima pretok 12 l/h ter daje intenziteto oroševanja 3,8 mm/h v oroševanem pasu. Ta sistem oroševanja omogoča dodatni 40% prihranek vode.

Excel-wobbler razpršilci porabijo približno 20–30 % manj vode ter zaradi večje in enakomernije velikosti kapljic omogočajo bolj enakomerno razporeditev kapljic kot standardni razpršilci. Zaradi nižjega tlaka so tudi energetsko učinkovitejši.

Nujna je temeljita primerjava, kako se varčnejši razpršilci obnesejo pri pozebi, saj je takih razpršilcev veliko, ni pa jasno, kateri so primerni za zaščito pred pozebo.

b. Spletni podatki o pozebi, dostopni ob pravem času

Za zaščito rastlin pred pozebo obstaja več tehnik. Vendar je za uspeh nujno, da so na voljo natančne informacije. Podatki, ki jih kmetje nujno potrebujejo pred aktiviranjem sistema za zaščito pred pozebo:

- ▶ vremenska napoved (predvidene vremenske razmere),
- ▶ natančne informacije o temperaturi in drugih parametrih v njihovih sadovnjakih.

Na splošno imajo kmetje samo eno merilno mesto na postajo, pri čemer se temperatura meri na standardni višini (od 1,25 m do 2 m), kar očitno ni dovolj za točno napoved pozebe. Dodajanje več senzorjev na različnih višinah v eno postajo in/ali dodajanje več postaj povečuje število meritev v celotnem sadovnjaku. Dodajanje teh dragih v celoti opremljenih vremenskih postaj samo za napovedovanje pozebe je draga naložba. Ena od možnosti

je, da se namesto več dragih vremenskih postaj uporabi večje število posameznih (manjših) merilnih naprav, ki merijo le temperaturo in relativno vlažnost. Kakšne so torej značilnosti zanesljivega in cenovno sprejemljivega sistema za napovedovanje pozebe?

Idealni sistem za napovedovanje pozebe ponuja številne ključne funkcije, ki so opisane v **kratkem poročilu 3**. Rešitev bi morala biti za povprečnega sadjarja cenovno sprejemljiva. Idealna rešitev je torej preprosta, cenovno dostopna, zanesljiva, točna in v pravem času dostopna na spletu.

Spletni podatki o pozebi, dostopni za pridelovalce na območjih, ki so podvržena pozebi

- ✓ Evidentirani podatki: Merjenje temperature in vlažnosti zraka (RH, rosišča ali temperature mokrega termometra, brsta) na več lokacijah na območju ogroženega pridelka je bistveno.
- ✓ Cenovna dostopnost: V enem sadovnjaku je potrebnih več meritev na več višinah in mestih. Sodobne naprave za digitalno spremljanje zagotavljajo cenovno dostopno alternativo klasičnim vremenskim postajam in imajo po potrebi tudi kombinacija senzorjev. Ti senzorji so zelo natančni in občutljivi, naprava pa potrebuje zanesljivo internetno povezavo, kot je GPRS ali 3G/4G.
- ✓ Meritve in obvestila: Rezultate meritev je treba poslati pravočasno, pri čemer je treba uporabnikom zagotoviti informacije o preteklih nekaj minutah, ne urah. Če ima omrežje omejeno pasovno širino, je možna rešitev ta, da se podatki pošiljajo le, ko je presežen določeni prag. Opozorila sadjarju je mogoče poslati tudi po SMS ali elektronski pošti.
- ✓ Podpora odločanju: Sistem za podporo (DSS) odločanju je v pomoč pri povezovanju različnih virov informacij, da se kmetom zagotovijo čim bolj točne informacije. Na trgu obstajajo različne rešitve.

Temperaturna inverzija:² Za odločitev, ali je mogoče izkoriščati inverzijo, je bistveno, da se najprej izmeri temperatura na različnih višinah. Vrsta pozebe (radiacijska ali adveksijska) določi debelino inverzijske plasti.

Za izboljšanje natančnosti je bil v Avstriji uporabljen način „znanosti za državljane“ za napoved škrlupa: kmetje imajo spletno aplikacijo na svojih pametnih mobilnih napravah in lahko vanjo vpišejo dejansko stanje v svojem sadovnjaku: tj. „listi so vlažni“, čeprav napoved sporoča, da so „listi suhi“ (<https://obstwarndienst.lko.at/1251/Schorf>). Napoved se nato prilagodi dejanskemu stanju, zdravstveno stanje rastlin se znova oceni in zato bolj ustreza dejanskemu stanju. Po analogiji bi bilo koristno razmisliti o orodju, ki bi omogočalo sadjarjem dodajati podatke.

c. Poznavanje fonologije (in modeli)

Stopnja škode zaradi pozebe je odvisna od fenološke faze in vremenskih razmer. Ker je fenološka faza ključna za občutljivost za pozebo, je pomembno razumeti fiziologijo rastline in dejavnike, ki vplivajo na brstenje in cvetenje. Razen fenološke faze je tudi kritična temperatura odvisna od različnih dejavnikov, na katere lahko do neke mere vpliva tudi pridelovalec. Za pravočasno napovedovanje nevarnosti pozebe so lahko koristni fenološki modeli, ki pomagajo predvideti razvoj rastlin.

Razumevanje fizioloških procesov v rastlinah, ki so povezani s spomladanskimi pozebami, lahko pridelovalcem pomaga, da bolje ocenijo tveganje škode zaradi pozebe in, kolikor je to mogoče, sprejmejo ustrezne ukrepe. V **kratkem poročilu 5** so zbrane nekatere dodatne informacije o posebnih tehnikah in praksah, ki jih kmetje

²Temperaturna inverzija pomeni, da se temperatura viša z višino in plast hladnega zraka na površini prekrije plast toplejšega zraka.

lahko uporabljajo za predvidevanje fenofaz. Potrebno je biti previden, saj ti modeli zagotavljajo le teoretične ocene, ne upoštevajo pa vseh dejavnikov, ki vplivajo na fenologijo.

Za pečkarje in koščičarje ter lupinarje je na voljo več modelov, ki predvsem napovedujejo čas cvetenja. Večina modelov dejansko uporablja isto predpostavko, da mora za akumuliranje toplote najprej priti do ustrezne ohlaiditve ("sequential model"). Model nizkih temperatur - Chill Units (Utah ali Anderson) je primeren za večino podnebij in ga je danes mogoče šteti za „referenčno“ tehniko. Trenutno je najboljši model za večino pridelovalnih območij, zlasti pri prenosu sort iz ene pokrajine v drugo.

Za vinsko trto se uporabljata predvsem dva načina: model urnih stopinj rasti (Growing Degree Days model – GDD) in model cvetenja vinske trte (Grapevine Flowering Veroison - GFV). Ti modeli zagotavljajo dobro oceno faze cvetenja (GDD tudi za začetek brstenja) v zmernih in hladnih podnebjih, v toplih in sredozemskih območjih pa so predvideni datumi prezgodnji (do dveh tednov), zato ni mogoče uporabljati splošne oblike modelov ali istih vrednosti. Model GDD daje referenčne vrednosti tudi za tople pokrajine. S tem se izboljša točnost ocen, vendar je pričakovana napaka lahko še vedno prevelika. Fenološki modeli za oceno cvetenja pri lupinarjih, koščičarjih in pečkarjih, ki so prilagojeni za evropske razmere, so predstavljeni v [kratkem poročilu 5](#).

Za vse sadne vrste pa velja:

- ▶ Fenologija in razvoj rastlin sledita notranjim vzpodbudam v rastlini (tj. fitohormonom) in zunanjim razmeram (tj. temperatura, dolžina dneva). Zato neobičajne vremenske razmere zaradi podnebnih sprememb zelo vplivajo na trajne rastline. Zlasti v toplih razmerah na koncu mirovanja (zgodaj spomladi) se lahko pojavi zgodnje brstenje ali cvetenje in s tem veliko tveganje za spomladansko pozebo.
- ▶ Odsotnost stresa na splošno povečuje občutljivost rastlin na neugodne razmere.
- ▶ Občutljivost rastlin za pomladansko pozebo je odvisna od fenološke faze. Na nastop brstenja ali cvetenja lahko vplivajo izbira vrste ali kultivarja, kombinacija podlag in sort ter izbira lege.
- ▶ Stanje prehranjenosti vpliva na stopnjo škode zaradi pozebe. Zlasti je nujna uravnotežena oskrba z dušikom in kalijem. Izogniti se je treba čezmernemu gnojenju z dušikom, saj povečuje občutljivost za pozebo.
- ▶ Če so uporabljene kombinacije (podlaga/cepiči) iz različnih podnebnih območij, je običajno vpliv podlage zelo močan. Tako je znano, da se na primer pri kultivarjih breskev cepljenih na *Prunus mandshurica*, cvetenje/razvoj ploda zamakne za 7–10 dni. Zato je mogoče najti in uporabiti »kasnejše odganjajočo podlago« za boljše obvladovanje zgodnje spomladanske pozebe, vendar je treba upoštevati stranske učinke, kot je večja nezdružljivost podlage in cepiča. Razen tega ne pride v poštev za zgodnje kultivarje.
- ▶ Fenološki modeli niso dovolj izpopolnjeni, da bi jih bilo mogoče uporabiti v sistemih za podporo pri odločanju (DSS), saj običajno predvidijo samo cvetenje (včasih tudi brstenje).

d. Uporaba kemičnih pripravkov pri zaščiti pred pozebo: tehnike in uvodna priporočila

Čeprav se nekateri kemični pripravki v praksi že uporabljajo, njihovi učinki v številnih primerih niso dobro poznani. Prednosti in slabosti pomembnih tehnik, stranskih učinkov, stroškov, težav itd. so obravnavane v [kratkem poročilu 4](#).

Obravnavana sta zlasti dva načina:

- ▶ Zamik cvetenja ali brstenja.
- ▶ Pomoč rastlini pri preprečevanju poškodb zaradi pozebe.

Zamik cvetenja ali brstenja je posredna in preventivna tehnika, ki jo je treba izvesti, preden se lahko oceni tveganje za nastanek pozebe. Glede na časovni zamik in čas spomladanske pozebe lahko z zamikom preprečimo ali zmanjšamo škode na rastlinah. V nasprotnem primeru je dodatno potrebna aktivna zaščita.

Zamik je zelo obetavna tehnika, zlasti pri občutljivih vrstah s kratkimi fazami mirovanja (marelice, češnje ali vinska trta). Vendar zamik morda ni dovolj učinkovita tehnika (odvisno od razmer in časa spomladanske pozebe) in je aktivna zaščita še vedno potrebna. Glede tehnik za zaščito sadnega drevja je na voljo le malo informacij. Ocenjuje se, da imajo snovi, ki povečujejo odpornost rastlin proti pozebi, precej omejen učinek, ki za hude in dolgotrajne spomladanske pozebe ni zadosten. Zato je tveganje za nastanek škode kljub (dragim) ukrepom preveliko.

Tehnike, ki so že bile preskušene na terenu in v praksi:

- ▶ GA₃ lahko ohrani pridelek nekaterih sort hrušk (lahko pomaga uravnavati cvetenje in vegetativno rast), vendar je treba upoštevati slabšo kakovost sadja – kot pri naravno partenokarpnih sortah. Učinek je izrazit le pri partenokarpnih sortah sadnega drevja.
- ▶ Uporaba Proheksadion-Ca (Regalis), po možnosti v kombinaciji z GA₄+7 po pozebi, zmanjšuje izgube pridelka jabolk.
- ▶ Oroševanje z Gibberellinom GA₄+7 se uporablja pred pozebo ali po njej za jabolka in hruške, za zmanjšanje škode po pozebi. Pri večjih odmerkih se lahko poslabša kakovost plodov.
- ▶ Olje iz oljne repice za zamik brstenja vinske trte velja za obetavno tehniko, vendar je treba še proučiti specifične odzive sort in druge neznanke.

Pri vseh teh tehnikah je treba upoštevati, da so doseženi učinki in neželeni stranski učinki močno odvisni od različnih notranjih (npr. sorta, bujnost rasti) in zunanjih dejavnikov (npr. razmere pred uporabo ali po njej), za uspešnost pa je bistven čas uporabe.

e. Ocena stroškov in koristi tehnik za zaščito pred pozebo pri pridelavi sadja

Izbira tehnike za zaščito pred pozebo je zapletena in pri tem morajo sadjarji upoštevati predvsem podnebne razmere in tveganja, tehnično izvedljivost, učinkovitost ter gospodarske vidike. Na splošno so aktivne metode dražje od pasivnih, čeprav ne bi smeli zanemariti nekaterih posrednih stroškov pasivnih metod, npr. povečane nevarnosti erozije tal pri sajenju navzdol po pobočju za lažje odvajanje hladnega zraka.

Odločitve za obvladovanje tveganja zaradi pozebe so težke, saj je treba načrtovati daleč vnaprej, upoštevati različne fiksne in spremenljive stroške ter presojati parametre, ki niso natančno znani. Med ključnimi spremenljivkami so nastop cvetenja, obseg poškodb zaradi pozebe in nihanje cen ob katastrofalnih pozebah.

Na številnih področjih je odločitev, kako obvladovati tveganje, posledica simulacije in analize. Ta upošteva tveganje in neznanke ter pomaga sadjarjem objektivno kvantificirati pozebo in izbrati ustrezne rešitve za naprej. Doslej so sadjarji te tehnike uporabljali le redkokdaj, saj jih številni ne poznajo, orodja zanje pa tudi niso splošno dostopna. Raziskave in razširjanje informacij bi morali biti sadjarjem v pomoč pri izbiri strategije za zaščito pred pozebo in bi morali v celoti upoštevati tudi njihovo lokacijo.

Kratko poročilo 2 med drugim obravnava metodologije, ki bi jih bilo mogoče uporabiti za izdelavo take študije. V idealnem primeru bi morale te tehnike delovati z računalniškim programom, ki bi omogočal njihovo prilagajanje različnim razmeram.

Odločanje zajema naslednje korake:

- ▶ opredelitev ukrepov zaščite pred pozebo, izvedljivih in učinkovitih na dani lokaciji in za določeni sadno vrsto,
- ▶ opredelitev stroškov in koristi,
- ▶ izračun neto koristi.

Obvladovanje neznank

Ključni izziv pri odločanju o naložbah v ukrepe za zaščito proti pozebi je obvladovanje neznank. Za presojo neznank je mogočih več načinov.

Splošno uporabljena tehnika za oceno tveganja je tako imenovana **simulacija Monte Carlo**, ki se lahko izvede s programsko opremo (Excel ali drugo) za izračun podatkov. Opredeliti je treba slučajne (stohastične) spremenljivke izračuna stroškov in koristi, tj. tiste, ki jih ni mogoče zanesljivo predvideti. Namesto ocene ene srednje vrednosti se uporabi verjetnostna porazdelitev možnih vrednosti. V izračunu se, na primer, za vrednost spremenljivke določijo najmanjše, največje in najverjetnejše vrednosti (glej tudi razpredelnico 3), odvisno od razmer na kmetiji in opazovanj sadjarja. V simulaciji Monte-Carlo orodje znova in znova izdela izračun stroškov in koristi, npr. 10 000-krat in pri teh izračunih se vrednosti za vsako določeno spremenljivko vzamejo iz predhodno določenih razponov možnih vrednosti. Zato je rezultat vsakega izračuna kombinacija različnih možnih vrednosti in prikazuje možno neto korist. Porazdelitev možnih izidov se lahko dodatno analizira: Kako širok je razpon možnih izidov? Kakšen je delež rezultatov simulacije z negativnimi neto koristmi? Na podlagi teh kazalnikov je mogoče različne tehnologije primerjati med seboj z referenčnimi vrednostmi, izmerjenimi v razmerah brez zaščite proti pozebi.

Preglednica 3: Slučajne spremenljivke analize stroškov in koristi ukrepov za zaščito pred pozebo

Dejavnik (spremenljivka)	Primer	Vir podatka
Predviden pridelek brez pozebe v določenem letu, na določeni legi in za določeno sadno sorto	Razpon ravni pridelka, najmanjši in največji pridelek na ha	Pokrajinske statistike pridelave sadja, poskusne postaje in poskusne tehnike, podatki o pridelku po kmetijah
Pridelek v primeru pozebe brez zaščite	Razpon ravni pridelka, najmanjši in največji pridelek na ha	Pokrajinske poskusne postaje in poskusne tehnike, podatki o pridelku po kmetijah
Ohranjen pridelek/preprečena izguba za vsakega od obravnavanih ukrepov za zaščito	Tehnična učinkovitost, delež rešenega pridelka	Tehnična poročila, poskusne postaje
Pogostnost pozeb z možno izgubo pridelka	Najmanjše in največje število let s pozebami med življenjsko dobo sadovnjaka	Zgodovinski vremenski podatki, zapisi o datumu cvetenja v pokrajini.
Proizvodna cena v letu s pozebo	Najnižja, najvišja in najverjetnejša proizvodna cena	Statistika cen, gibanja cen

f. Druga priporočila

Izhodiščni dokument z referencami vsebuje številna priporočila, dejavnike uspešnosti in neuspešnosti, ki niso bili predmet glavne razprave v diskusijski skupini, a so kljub temu koristni pri zaščiti pred pozebo. V **prilogi C** je povzetih nekaj pomembnih vidikov, ki so bili le bežno obravnavani.

6. Raziskave na podlagi potreb iz prakse

Fokusna skupina je po obširni razpravi na prvo mesto postavila raziskave na podlagi potreb iz prakse in presodila, katere so najpomembnejše.

a. Analiza in primerjava učinkovitosti tehnik v različnih razmerah

Večina študij za oceno učinkovitosti tehnik zaščite pred pozebo proučuje samo eno tehniko na eni lokaciji/v enem okolju. Zato je možnost, da se sklepi takih študij uporabijo za izbiro ene tehnike izmed številnih drugih na drugi lokaciji, zelo majhna. Enako razmišljanje velja v zvezi s posameznimi rešitvami na določeni lokaciji/v določenem okolju.

Zato bi bilo koristno, da se enake tehnike ali rešitve preizkusijo na različnih lokacijah ali v različnih okoljih in se pri tem natančno navedejo fenološke faze sadnega drevja (pridelka) ob pozebi. Izvesti bi bilo treba, na primer, primerjalne preskuse različnih kemičnih pripravkov, ki se uporabljajo za zaščito pred pozebo (ki povečajo odpornost proti pozebi, zamaknejo brstenje ali cvetenje) v različnih okoljih.

b. Večja uporaba biologije pri metodah

Izvajanje študij za iskanje in potrditev jasno zaznavnih fizioloških kazalnikov fenoloških faz, s čimer bodo modeli lahko natančnejši.

c. Vzpostavitev zbirke podatkov o možnih donosih za posamezne vrste/sorte in kritične temperature za vrste in sorte

Mišljeno je, da bi se vzpostavila zbirka podatkov z možnimi pridelki in poškodbami zaradi pozebe v povezavi z dejanskimi temperaturami za čim več lokacij. Ti podatki bi se lahko uporabili za določitev kritične temperature za nastanek poškodb in za potrjevanje modelov za ocenjevanje škode zaradi pozebe.

d. Razvoj zanesljivega sistema za spremljanje in opozarjanje na podlagi podatkov o temperaturi, vlažnosti in hitrosti vetra

Merjenje temperature na različnih višinah (0–30 m) in relativne vlage (RH, veter), za vzpostavitev natančnega in zanesljivega sistema opozarjanja, ki bo omogočil pravočasen začetek na primer oroševanja.

e. Študija različnega odziva in fenologije rastline v različnih podnebnih razmerah

Izvajanje študij o odzivanju rastlin z mehanizmi za zmanjšanje občutljivosti rastlin na pozebo. Študije fonoloških faz in zanesljivi simulacijski modeli so bistveni za presojo sadnih vrst oz. sort.

V **prilogi D** je seznam raziskav, ki so jih strokovnjaki opredelili za prednostne.

7. Zamisli in teme za operativne skupine

Fokusna skupina je pripravila pet tem za operativne skupine EIP AGRI.

a. Sistem za podporo odločanju na lokalni ravni za izbiro metode zaščite ali za presojo tveganja zaradi pozebe pri pridelavi sadja

Na splošno pridelovalci težko dobijo zanesljive in lokalne informacije, da bi ustrezno ocenili tveganje za nastanek pozebe in se odločili, katera metoda je v posameznem primeru najboljša za zaščito sadovnjaka pred pozebo. Zato je cilj omogočiti pridelovalcu, da izbere ustrezne in lokalne strategije proti pozebi.

Namen te operativne skupine je razviti orodje, ki bo lokalno ovrednotilo tveganje zaradi pozebe, pridelovalcem pa bo povedalo, kdaj obstaja nevarnost pozebe in kateri način zaščite je primernejši. To orodje je lahko računalniška aplikacija, lahko je pa kakšen drug način svetovanja.

Ugotovitve in informacije bodo koristne za mnoge deležnike, tj. agronome, pridelovalce, svetovalce, znanstvenike ali organe upravljanja.

Razvijanje takega orodja se bo začelo z zbiranjem vseh osnovnih informacij, potrebnih za popolno oceno tveganja zaradi pozebe, kar vključuje meteorološke podatke, podatke o količini in razpoložljivosti vode itn.

Razen tega bodo morali podatke zagotoviti pridelovalci, na primer o tem, kar imajo (lokacija sadovnjakov, nameščeni sistemi proti pozebi, pridelki itn.), ter obveščati o novih tehnologijah in sodelovati pri predstavitvah tehnik, ki bi jih želeli preskusiti.

Ker so vhodni podatki različni, bodo v tej operativni skupini sodelovali kmetje, svetovalci, znanstveniki, meteorološke službe, uprava, dobavitelji itd.

b. Preizkusi uporabe različnih zaščitnih snovi (kemičnih pripravkov) na terenu

Trenutno je na voljo več proizvodov, katerih učinek in funkcionalnost sta vprašljiva in/ali imajo lahko neželene ali negativne stranske učinke. Poleg tega lahko na njihovo učinkovitost vplivajo fenološki dejavniki, vremenske razmere in velikost odmerka.

Cilj je primerjava nekaterih razpoložljivih sredstev za zaščito proti pozebi pod različnimi pogoji ali z različnimi odmerki, da se določijo optimalne razmere za njihovo učinkovitost. Na podlagi teh preizkusov bodo oblikovana priporočila za ustrezno uporabo teh kemičnih pripravkov za zaščito pred pozebo.

Operativna skupina (OP) bo najprej pripravila ožji seznam zaščitnih sredstev za preizkušanje. Potem bo sestavila protokol za preizkuse pod nadzorovanimi razmerami in razmerami na prostem, da se oceni škoda zaradi pozebe. Preizkus bo trajal vsaj dve leti. Končni korak bo razvoj smernic za pravilno uporabo teh sredstev.

Udeleženci v operativni skupini bodo sadjarji, raziskovalne organizacije na terenu in dobavitelji kemičnih pripravkov.

c. Vzpostavitev in optimizacija omrežja senzorjev T/RH (veter) na sadjarskih območjih

Težava, s katero se bo morala spopasti operativna skupina, je, da sistemi za opozarjanje pred pozebo pri pridelovalcih niso standardizirani in niso primerljivi ali zanesljivi. Cilj projekta bo vzpostaviti zanesljiv sistem merjenja in opozarjanja na kraju samem, ki bo koristil pridelovalcem, svetovalcem in raziskovalcem.

Naloga skupine bo pregledati in izbrati senzorje, sisteme za zbiranje in prenos podatkov, namestiti te sisteme in začeti izvajati meritve (neodvisno, v vseh razmerah, ne le ob pozebi) na najbolj kritičnih mestih, da se omogočita umerjanje in prilagoditev sistema.

V projektu bodo sodelovali sadjarji in vinogradniki ter svetovalci, dobavitelji senzorjev in tehnološke opreme, raziskovalci in meteorologi.

d. Zbirka podatkov o učinkovitih tehnikah zaščite pred pozebo (FRED)

Cilj je prispevati k boljšemu preprečevanju škode zaradi pozebe na lokalni ravni in povečati učinkovitost tehnik za zaščito sadovnjakov. Cilj je ustanoviti operativno skupino s posebno skupino sadjarjev.

Operativna skupina bo pripravila odprte protokole in informacije za lokalno oceno in presojo tveganja pozebe.

Zamisel se bo razvijala v šestih korakih:

1. Zbiranje preteklih meteoroloških podatkov za območje.
2. Vzpostavitev mreže meteoroloških postaj za zapisovanje lokalnih meteoroloških podatkov.
3. Zbiranje in analiza podatkov na lokalni ravni (odprta platforma za izmenjavo), modeliranje napovedi tveganja in kartiranje območij tveganja.
4. Zbiranje informacij in dejanskih izkušenj s pozebami na območju (prepoznavanje težav).
5. Celovita namestitev sistema pri vsakem članu operativne skupine.
6. Preizkušanje sistema in povratne informacije za njegovo izboljšanje.

Nujno je, da so v projektu udeleženi pridelovalci, svetovalci, lokalni in državni organi ter kmetijske zbornice in morebitne neprofitne organizacije, ki so povezane s pridelovalci. Ti udeleženci bodo tudi potencialni upravičenci za uporabo dobljenih rezultatov.

Pri projektu morajo obvezno sodelovati tudi raziskovalci (postaje, meteorološki podatki, kmetijstvo) in podjetja, ki proizvajajo in dobavljajo opremo.

e. Ročne naprave za merjenje škode zaradi pozebe

Cilj je izmeriti dejansko temperaturo, ki povzroča poškodbe cvetov, določiti mejno temperaturo, pod katero bi lahko nastala škoda in je treba ukrepati. To temelji na merjenju temperature kristalizacije ledu na cvetih in bi lahko pripomoglo k razvoju, izboljšanju ali celo potrditvi modelov napovedovanja, ki se uporabljajo za ocenjevanje in določanje tveganja nastanka pozebe. Rezultat za končnega uporabnika bo naprava, ki določa natančno temperaturo, pri kateri na rastlini nastane škoda, kar bo pomagalo pri odločanju za izvedbo zaščitnih ukrepov.

Naprava bo določila temperaturo, pri kateri se led v cvetovih kristalizira. Izmerjena kritična temperatura se bo lahko uporabila za natančne in zanesljive sisteme za opozarjanje pred pozebo/sisteme za pomoč pri odločanju. Naloga operativne skupine bo dvojna: a) razvoj zanesljivega modela osnove za določanje mejne temperature, ki temelji na raziskavah in poskusih na terenu, ter b) razvoj in optimizacija postopka in naprav za merjenje temperature.

V te operativne skupine bodo večinoma vključeni raziskovalci, pridelovalci in tehnične družbe. Rezultati bodo koristili pridelovalcem in svetovalcem, saj bodo lahko računali na sistem, ki bo zagotavljal informacije o tem, kdaj in kje lahko nastane škoda.

f. Druga priporočila za izboljšanje uporabe

Pasivne metode zaščite pred pozebo so tako pomembne, da ni mogoče, da bi jim namenili preveč pozornosti.

3-D modeliranje pretoka hladnega zraka bi lahko bilo zelo pomembno za metode, ki temeljijo na „izbiri lege“ in „upravljanju odtoka hladnega zraka“. To vključuje modeliranje, ki temelji na geografskem informacijskem sistemu (GIS), in obsežne raziskave za potrjevanje modela. Ta vrsta modela bi bila lahko vključena v sistem za podporo odločanju, ki bi vključeval te tehnike.

Tehnika, ki temelji na „izbiri rastlin“ zajema številna področja, ki spadajo bolj v temeljne raziskave. Za uspešno povečanje zaščite pridelka pred pozebo je pri večini vrst na voljo več možnosti. Daleč najbolj učinkovita je izbira proti zmrzali odporna sorta, ki se lahko sadi na pozebnih legah. Z raziskavami medsebojnega vpliva rastline, lege in načina gojenja bi lahko izbrali sorte, ki so primernejše za posamezno okolje. Ključni del takšnih raziskav je vpliv podlage na odziv rastline.

Strokovnjaki v tej operativni skupini bodo pomembni za širjenje ugotovitev svojega dela in aktivni pobudniki ustanavljanja operativnih skupin v svojih državah.

Člani operativne skupine bodo tudi prispevali k širjenju priporočil in zamisli, ki jih oblikuje skupina. Za izboljšanje sprejemanja tehnik in tehnologij za zaščito pred pozebo so pomembni vsi načini posredovanja teh informacij.

8. Reference

- Bagdonas, A., Georg, J. C., & Gerber, J. F. 1978. Techniques of frost prediction and methods of frost and cold protection. World Meteorological Organization Technical Note, št. 157. Ženeva, Švica 160 str.
- Ballard, J. K., & Proebsting, E. L. 1978. Frost and frost control in Washington orchards. Washington State University Extension Bulletin, št. 634. Pullman, Washington. 27 str.
- De Melo-Abreu, J. P. 1985. As Geadas, Conceitos, Génese, Danos e Métodos de Protecção. ISA, UTL. Lizbona 219 str. (v portugalščini).
- De Melo-Abreu, J. P. 2018. Agrometeorologia. Aplicação da Meteorologia para Maximizar a Produção Agrícola. Agrobook. Lizbona 360 str. (v portugalščini).
- EK, 2017. Extreme weather pushes EU wine harvest to historical low in 2017. Novica (4 October 2017), European Commission, EU. Dostopno na <https://ec.europa.eu/info/news>.
- EK, 2018. Apple Dashboard. Agricultural markets: dashboards and Tariff Rate Quotas (TRQs). Dostopno na https://ec.europa.eu/agriculture/dashboards_en.
- Evans, R. G. 2000. Frost protection in orchards and vineyards. Dostopno na <http://www.bsye.prosser.wsu.edu/report/frost.html>.
- Jorgensen, G., Escalera, B. M., Wineman, D. R., Striegler, R. K., Zoldoske, D., & Krauter, C. 1996. Microsprinkler frost protection in vineyards. California State University v Fresno, CATI Publication #960803.
- Powell, A. A., & Himelrick, D. G. 2000. Principles of freeze protection for fruit crops. Alabama Cooperative Extension System, ANR 1057B. (Dostopno tudi na <http://www.aces.edu>.)
- Sakai, A., & Larcher, W. 1987. Frost survival of plants. New York NY: Springer-Verlag. 321 str.
- Snyder & De Melo-Abreu, 2005^a. Frost Protection: fundamentals, practice, and economics, Vol. I. FAO, United Nations, Rome. This volume details the technical aspects of frost protection (podrobnosti o tehničnih vidikih zaščite pred pozebo).
- Snyder, De Melo-Abreu & Matulich, 2005^b. Frost Protection: fundamentals, practice, and economics, Vol. I. FAO, Združeni narodi, Rim. This volume details the technical aspects of frost protection (podrobnosti o tehničnih vidikih zaščite pred pozebo).

Priloga A: Člani fokusne skupine

Strokovnjak	Poklic	Država
Jean-Marc Audergon	Raziskovalec	Francija
<u>Alois Bilavcik</u>	Raziskovalec	Češka republika
<u>Anna Brugner</u>	Svetovalka	Avstrija
<u>Lopo Carvalho</u>	Svetovalec (kmet)	Portugalska
Roman Chaloupka	Sodelavec NVO	Češka republika
<u>Sabrina Dreisiebner-Lanz</u>	Raziskovalka	Avstrija
<u>Hildegard Garming</u>	Raziskovalka	Nemčija
<u>Maciej Gastoł</u>	Raziskovalec	Poljska
<u>Jerneja Jakopič</u>	Raziskovalka	Slovenija
<u>Jean-François Larrieu</u>	Svetovalec	Francija
<u>Kieran Lavelle</u>	Svetovalec	Irska
Eike Luedeling	Raziskovalka	Nemčija
<u>Susan McCallum</u>	Raziskovalka	Združeno kraljestvo
<u>Carlos Miranda</u>	Raziskovalec	Španija
<u>Serge Remy</u>	Raziskovalec	Belgija
<u>Jonathan Sercu</u>	Industrijski sektor	Belgija
<u>Andrej Soršak</u>	Svetovalec	Slovenija
Branislav Šebo	Kmet	Slovaška
<u>Chiara Vicini</u>	Raziskovalka	Italija
Krystian Zawiliński	Kmet	Poljska
Podpora		
José Paulo Mourão de Melo e Abreu	Strokovnjak za koordinacijo	Portugalska
<u>Beatriz Guimarey Fernández</u>	Projektni vodja	Španija
<u>Liisa Kübarsepp</u>	Namestnica	Estonija

Na člane fokusne skupine (FG) se lahko obrnete prek spletne strani EIP-AGRI. Do teh vsebin lahko dostopajo le registrirani uporabniki. Če že imate račun, [se lahko prijavite tukaj](#). Če želite postati del diskusijske skupine EIP-AGRI, [se prijavite na spletni strani preko te povezave](#)

Priloga B. Kratka poročila o prednostnih temah

Kratko poročilo	Naslov	Avtorji
MP 1	Zaščita sadnega drevja z oroševanjem nad krošnjami	Serge Remy (koordinator), José Lopo Carvalho, Jerneja Jakopič, Jean-François Larrieu, Andrej Soršak, Anna Brugner
MP 2	Ocena stroškov in koristi zaščitnih ukrepov pri pridelavi sadja,	Hildegard Garming (koordinator) Eike Lüdeling
MP 3	Spletni podatki o pozebi, dostopni v realnem času,	Jonathan Sercu (koordinator), Kieran Lavelle, Lopo Carvalho, Serge Remy, Sabrina Dreisiebner-Lanz, Chiara Vicini, Anna Brugner, Jean-Marc Audergon
MP 4	Uporaba kemičnih pripravkov, ki rastlinam zvišujejo odpornost proti poškodbam zaradi pozebe	Sabrina Dreisiebner-Lanz (koordinator), Alois Bilavcik, Roman Chaloupka, Maciej Gąstoł, Susan McCallum, Carlos Miranda
MP 5	Fenologija in kritične temperature	Carlos Miranda (koordinator), Alois Bilavcik, Roman Chaloupka, Sabrina Dreisiebner-Lanz, Maciej Gąstoł, Eike Luedeling, Susan McCallum

Priloga C: Dobre prakse, dejavniki uspešnosti in neuspešnosti

Na podlagi De Melo-Abreu, 1985, 2018; Snyder & De Melo-Abreu, 2005^{a,b} in strokovnih mnenj članov fokusne skupine.

PASIVNE METODE					
TEHNIKA/ RAZLIČICA	BISTVO TEHNIKE	UPORABNOST	DEJAVNIKI USPEŠNOSTI	DEJAVNIKI NEUSPEŠNOSTI	GOSPODARSKI VIDIKI
Izbira lege	Izberite ustrezno območje za sadovnjak. Izogibajte se lokacij, kjer se zadržuje ali po pobočju teče hladen zrak, ali zastaja voda.	To bi moralo biti najbolj premišljeno pri sajenju rastlin, ki so občutljive za pozebo.	Zanesljivi podatki o podnebnih razmerah. Ustrezno poznavanje značilnosti in upravljanja kmetijskih rastlin. Predvideti pretok zraka v pokrajini. Rahlo nagnjeni tereni so navadno boljša izbira, ker se hladen zrak ne kopiči. V nočeh s pozebo je na pobočjih pogosto za več stopinj topleje. Na osojnih (proti severu obrnjenih) pobočjih je fenološki razvoj listopadnih dreves kasnejši, zato je manjša verjetnost poškodb zaradi zimske in spomladanske pozebe. Prisojna (proti jugu obrnjena) pobočja so navadno toplejša in boljša za zimzelene rastline.	Neupoštevanje katerega koli od teh pomislekov ima lahko nepopravljive posledice. Pomanjkanje primernih območij.	Trajna kultura na slabi lokaciji lahko povzroči popolno ali delno izgubo investicije.
Nadzor odtoka hladnega zraka	V hladnih razmerah usmerite pretok mrzlega zraka proč od nasada. Odstranite ovire za odvajanje mrzlega zraka.	Včasih je to izvedljivo. Učinkovita je že ovira iz nekaj vrstami dreves, ki zagotavljajo zaščito z dvigom temperature za več stopinj.	Preverjajte nočni pretok zraka (npr. z uporabo dimnih bomb). Odstranite vire hladnega zraka v smeri, iz katere piha veter.	Nepoznavanje pretoka zraka.	Pozitivni učinki v številnih primerih zaradi neposrednih in posrednih koristi (npr. prihodki od lesa, učinki protivetrnih pasov).
Izbira rastlin (čas sajenja)	Izbira ustrežnejših vrst/sort, odpornih rastlin, pozneje cvetočih in boljših podlag.	Zelo pomembno za sajenje rastlin, ki so občutljive za pozebo.	Ustrezno poznavanje značilnosti genskega materiala in učinkov podlag.	Nepoznavanje teh vidikov. Na voljo ni podlag pozno odganjanje.	Cenovno dostopno.

Bujna drevesa	Mešane zasaditve visokih, proti pozebi odpornih dreves in nižjih, občutljivih dreves. Učinkovito pri višjem nočnem radiacijskem toku.	Zelo učinkovito in absolutno potrebno v številnih okoliščinah. V številnih pokrajinah se sadijo za senco nad kavovci (npr. v Braziliji).	Najti je treba ustrezno kombinacijo, da se preprečijo škodljivi učinki zaradi biologije rastlin ali načina gojenja.	Nezdružljivosti, senčenje, težave pri vastvu, težave pri gojenju.	Pozitivni v nekaterih okoliščinah.
Prehranjenost rastlin	Preveliko dodajanje dušika pospeši rast in poveča občutljivost za pozebo.	Pri sadnem drevju je treba konec poletja omejiti gnojenje in vodo, ker se morajo drevesa okrepiti pred nastopom hladnega vremena jeseni/pozimi.	Ustrezen časovni interval.	Krepitev je aktiven postopek, zato je slaba prehranjenost lahko škodljiva.	Pozitivni, če sploh so.
Pravilna gojitvena oblika in rez	– Rez pospešuje rast. – Dvojna rez ohranja les, ki lahko rodi po poškodbah zaradi pozebe. – Visoke gojitvene oblike (arhitekture) sadnih rastlin/grozdja dvignejo pridelek nad nizke temperature pri tleh.	Pozna rez, dvojna rez (dva šparona) in visoke gojitvene oblike se uporabljajo v mnogih delih sveta, zlasti v vinogradih. Lahko zelo zmanjšajo verjetnost poškodb zaradi pozebe.	Ustrezen časovni interval.	Neugodne vremenske razmere tik pred brstenjem lahko zelo zamaknejo izvajanje rezi.	Povečajo se stroški dela.
Prekrivanje	Pod pokrivkami je topleje kot v okolici: večji tok sevanja navzdol.	Ustrezni materiali lahko zagotovijo do 5 °C višjo temperaturo in s tem ustrezno zaščito.	Namestite pokrivne materiale okrog rastlin, tako da se omeji pretok zraka. Da bi se izognili zdravstvenim težavam, te pokrivke odstranite takoj, ko je mogoče.	Nekatere folije niso učinkovite. Črne folije so manj učinkovite kot prozorne. Kondenzacija pod folijo in odvečna toplota podnevi sta lahko škodljivi.	Precej draga tehnika za nasade.
Ohranjanje visoke kondukcije (prenosa toplote proti površini)	V brezvetrju ima zrak zelo nizko kondukcijo, zato tal tik pred pozebo ne smemo obdelovati. Tla morajo biti namočena, da se	Ponoči se toplota prenaša proti površju in upočasni nočno hlajenje, če je površina prevodna (konduktivna).	Izvedena mora biti dovolj zgodaj pred nastopom pozebe, da se toplota lahko akumulira v tleh. Časovni okvir je pomemben	Neustrezen časovni okvir (interval).	Dobro razmerje med stroški in koristmi.

	čim bolj zmanjša plast mirnega zraka (voda je bolj prevodna). Odstranitev pokrovnih rastlin, v katere se ujame zrak.	Ta tehnika lahko zagotovi do 2 °C višjo temperaturo in s tem ustrezno zaščito.	(interval). Če se izvede prepozno, se shrani premalo toplote. Vlažna tla so koristna, vendar imajo preveč namočena tla manjšo konduktivnost in bodo verjetno izgubila toploto z izhlapevanjem.		
Beljenje in ovijanje debel	Jesenska uporaba belih (pralnih) barv iz lateksa na vodni osnovi preprečuje ali zmanjšuje poškodbe debla zaradi padca odpornosti. Ovijanje istočasno lahko nadomesti barvanje. Beljenje lahko tudi zamakne začetek brstenja spomladi. Ovijanje debel z izolacijskimi materiali (tj. materiali, ki preprečujejo prenos toplote) zaščiti mlada drevesa pred škodo zaradi pozebe in lahko prepreči, da bi propadla.	– Uporablja se za zaščito debel v hladnem celinskem podnebj. Zaščiti deblo in omogoči regeneracijo dreves. Viri navajajo, da ovijanje debel mladih agrumov z vodnimi vrečkami zagotavlja celo boljše zaščito kot steklena vlakna ali poliuretanska pena.	– Beljenje naj se izvaja le, ko je temperatura zraka nad 10 °C. Beljenje je treba dokončati do sredine popoldneva, da se omogoči dovolj časa za sušenje. Čim hitreje je sušenje, manjša je možnost pojava poškodb. Debla morajo biti ovita od tal in čim višje.	Izolacija, ki absorbira vodo, prinaša bolezn. Če so brsti preblizu tal, lahko pride do nastanka bolezni.	Dobri ovoji za debela so dragi, namestitvev in odstranitev (po 2–3 letih) pa je delovno intenzivna. Zastiranje z zemljo je učinkovito, material je brezplačen, vendar je delovno intenzivno.
Uporaba bakterij	Led se večinoma začne tvoriti zaradi prisotnosti aktivnih bakterij, ki delujejo kot jedra za nastanek ledu. Potem se razširi v rastlinsko tkivo. Bakterije NINA (ki niso jedra za nastanek ledu) tekmujejo z bakterijami INA (ki so jedra za nastanek ledu) in lahko zmanjšajo njihovo koncentracijo.	Uporaba bakterij NINA ali antibiotikov ni zelo razširjena. Bakrove spojine se redno uporabljajo (npr. za krompir na Portugalskem).			Bakrove spojine se uporabljajo tudi za zatiranje gliv. Zato je njihova cena le delno odvisna od tega, da se uporabljajo tudi za preprečevanje pozebe.

	Koncentracijo aktivnih bakterij (INA) lahko zmanjša tudi uporaba antibiotikov in bakrovih pripravkov.				
Kemični pripravki	Razen bakrovih spojin, ki preprečujejo razvoj bakterij, obstaja tudi nekaj kemičnih pripravkov, ki zavirajo rast dreves, in drugih pripravkov, ki varujejo pred mrazom in preprečujejo transpiracijo (izhlapevanje), kar domnevno neposredno zmanjšuje Tc sadnih rastlin.	Dokazi, da komercialno dostopni pripravki, ki varujejo pred pozebo in preprečujejo transpiracijo, delujejo, si nasprotujejo.			Stroški nanosa in stroški delovanja so nizki.

AKTIVNE METODE

TEHNIKA/ RAZLIČICA	BISTVO TEHNIKE	UPORABNOST	DEJAVNIKI USPEŠNOSTI	DEJAVNIKI NEUSPEŠNOSTI	GOSPODARSKI VIDIKI
Grelniki	Z grelniki z odprtim ognjem in svečami se nadomešča izguba energije. Poleg tega infrardeči grelniki oddajajo veliko sevalne energije, ki jo rastline vsrkajo. Grelniki uporabljajo tekoča, trdna ali plinasta goriva. Dim nima nobenega učinka, saj so delci dima premajhni, da bi absorbirali prizemno sevanje.	Grelniki se še vedno uporabljajo v nekaterih državah, kjer je gorivo poceni ali kjer se gojijo sadne vrste z visoko ceno. Grelniki so učinkoviti, če jih je dovolj in je stopnja gorenja ustrezna.	Uporabljajo naj se le v razmerah močne inverzije in radiacijske pozebe. Infrardeči grelniki (<i>stack heaters</i>) zagotavljajo nekaj zaščite celo v primeru pozebe zaradi vetra. Zaradi učinka dimljenja je bolj učinkovita uporaba več manjših grelnikov kot le nekaj velikih.	Ledeni ali katabatični veter odplavi toploto proč od pridelka. Temperaturne inverzije ni ali je šibka. Neustrezno število ali neustrezna razporeditev grelnikov.	Operativni stroški izvajanja so zelo visoki. V večini primerov je tehnika cenovno nedostopna.
Vetrnice (klasične)	Pri temperaturni inverziji nastane radiacijska slana. Klasične vetrnice so sestavljene iz jeklenega stolpa z velikim dvokrilnim	Učinkovite so le v razmerah močne inverzije. (Močnejša je inverzija, učinkovitejša je uporaba vetrnic.) Vetrnice se veliko	Pred njihovo namestitvijo je treba preveriti mikroklimatske razmere. Moč inverzije je treba	Slab nadzor nad začetkom in koncem izvajanja zaščite. Najnižje možne temperature ne smejo	Stroški namestitve so visoki, stroški delovanja pa zmerni. Na voljo so tudi

	propelerjem (s premerom od 3 do 6 m), nameščenim na osi, ki ima nagib približno 7° navzdol od vodoravne smeri v smeri stolpa. Višina vetrnice je običajno 10–11 m, hitrost vrtenja pa 590–600 obratov/min. Obstajajo tudi vetrnice s štirikrilnim propelerjem. Delujejo na dizelsko gorivo, plin ali elektriko. Njihova moč je običajno 65–143 kW, pri nekaterih modelih tudi več (npr. 143 kW). Vetrnice premešajo nižje ležeče plasti, zato se temperatura na ravni dreves dvigne.	uporabljajo v razmerah, ko je treba zagotoviti zaščito pred pozebo za manj kot 2 °C. Običajno se uporabljajo v trajnih nasadih (npr. sadovnjakih, vinogradih), vendar se lahko uporabljajo za vse pridelke. Lahko pokrijejo površino 4–6 ha.	meriti nekaj dni zapored. Mesto postavitve vetrnice se določi glede na pretok zraka v nočeh pozebe. Vetrnice je treba ustaviti, če je hitrost vetra večja od 8 km/h ali nastane podhlajena megla (someglica).	biti več kot 2 °C nižje od kritične temperature. Prisotna mora biti inverzija. Zagotoviti je treba, da je hrup vetrnice v mejah tolerance in skladen z zakonodajo.	sistemi s samodejnim vklopom.
Vetrnice (različice)	Razen klasičnih stacionarnih vetrnic poznamo tudi premične vetrnice, ki imajo nižje nosilce in večjo hitrost obračanja.	Temeljna načela teh vetrnic so enaka kot pri klasičnih vetrnicah. Vendar: i) če je stolp nižji, je dostop do višjih plasti toplega zraka omejen; ii) če je moč manjša, se zmanjša površina, ki jo pokriva pretok zraka; iii) večja hitrost propelerja je manj učinkovita.	Nižje in šibkejše premične vetrnice zagotavljajo manjšo zaščito na manjši površini. Zato se potrebuje več vetrnic. Preverite, ali je nastala temperaturna inverzija.	Tudi pri teh vetrnicah veljajo enaki pomisleki glede inverzije in hrupa kot za klasične vetrnice.	Stroški namestitve so visoki, stroški delovanja pa zmerni.
Helikopterji	S helikopterji premikamo toplejše zračne mase z višin proti hladnejši površini tal v razmerah inverzije. Območje, ki ga pokriva en sam helikopter, je odvisno od velikosti in teže	Uporabljajo se v nekaterih državah/pokrajinah, kjer so helikopterji dostopni. Območje, ki ga pokriva en helikopter, je veliko od 22 do 44 ha.	Ključno je merjenje temperatur v krošnjah na več mestih in hladna mesta morajo oddajati signale, ki opozarjajo pilota. Preleti so potrebni vsakih 30 do 60	Brez ustreznega nadzora temperature lahko nastanejo resne poškodbe na rastlinah.	Uporaba helikopterja je za večino sadjarjev predraga.

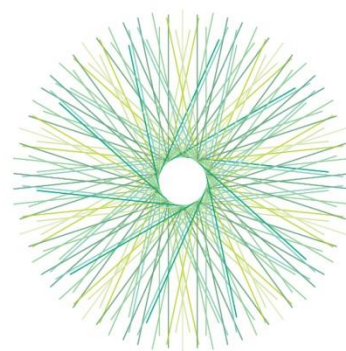
	helikopterja ter od vremenskih razmer.		minut, odvisno od vremenskih razmer.		
Razpršilci (oroševanje nad krošnjami, klasično)	Voda oddaja precej toplote, in kar je ključno, ob zamrzovanju oddaja latentno toploto fuzije rastlinam (in v zrak). Voda moči površino ledu, ki se tvori na rastlinah, zato se temperatura na površju rastline ne spusti pod 0 °C. Hkrati se toplota izgublja zaradi izhlapevanja, zlasti če je zrak suh in vetroven. Treba je uporabiti posebne razpršilce, da ne zamrznejo in se ustavijo. Število nanosov je odvisno od vremenskih razmer, mikroklima in značilnosti krošenj.	Če so rastline sposobne prenašati težo ledu in je uporabljena zadostna količina vode, lahko ta tehnika zagotovi zaščito do -7 °C. Zaloge vode morajo zadoščati za celotno trajanje pozebe, prav tako mora biti kakovost ustrezna. V razvitih državah se na široko uporablja za številne sadne vrste (npr. pečkarje, borovnice, jagode). Ne uporablja se za koščičarje in nekatere agrume, saj je pri njih večja nevarnost lomljenja in uničenje ogrodnih vej.	Začetek oroševanja pri tej tehniki je odvisen od temperature mokrega termometra in ne temperature zraka. Oroševanje se preneha, ko se led stopi. Pri izračunavanju pogostosti oroševanja je treba upoštevati vse dejavnike. Pri nekaterih vrstah je treba gojitveno obliko in rez prilagoditi tehniki, da drevesa lahko prenesejo težo ledu. Za primer okvare glavne črpalke mora biti na voljo rezervna.	Če je nadzorovanje temperature mokrega termometra pomanjkljivo, se sistem vklopi prepozno. Škodo lahko povzročita veter in prenehanje vrtenja razpršilcev. Huda škoda nastane, če se razpršilci ustavijo. Teža ledu lahko na drevesih nekaterih vrst polomi veje in povzroči izgubo ogrodnih vej. Vzrok bolezni vegetativne podlage so slabo osušena tla in/ali občutljivost podlage.	Stroški namestitve so visoki, stroški porabljene energije in operativni stroški pa so relativno nizki.
Usmerjeni razpršilci nad krošnjami	Usmerjeni razpršilci pršijo vodo neposredno na rastline tako, da čim manj orosijo medvrstni prostor.	Ta različica ni pogosta, jo pa nekateri sadjarji uporabljajo in so z njo zadovoljni.	Število nanosov se zmanjšuje v odvisnosti od pokritosti tal. Sistem za filtriranje vode mora biti zelo učinkovit in voda mora biti zelo kakovostna. Tehnika naj se ne uporablja v mikroklimah s katabatičnim vetrom.	Pogosti dejavniki neuspeha so veter, slaba kakovost vode ali nezadostno prečiščevanje (filtriranje) vode.	Stroški namestitve so visoki. Poraba energije in vode je zmanjšana na minimum. Stroški obratovanja so relativno nizki.
Razpršilci nad pokritimi pridelki	Oroševanje pridelka v rastlinjakih zagotavlja precejšnjo zaščito. Načela te tehnike so podobna kot pri	Ta različica ni pogosto uporabljana, je pa zelo učinkovita. Poraba vode je velika.	Kakovost vode, zlasti odsotnost snovi, ki bi se lahko nalagale na material, uporabljen za prekrivanje, je ključnega pomena.	Sol in druge usedline lahko zmanjšajo prosojnost prekrivnih materialov. Struktura in kritina se lahko porušita pod težo ledu.	Cenovno dostopno za številne pridelke. Stroški namestitve so visoki, stroški obratovanja pa nizki.

	drugih sistemih za oroševanje.		Struktura rastlinjaka ali tunela mora prenesti težo ledu.		
Razpršilci pod krošnjami in mikrorazpršilci	Zaščita pred pozebo z mikrorazpršilci je zasnovana po enakih načelih kot oroševanje nad krošnjami. Z mikrorazpršilci se orošuje samo pod drevesi, kar zmanjšuje zaščito, zato pa je poraba vode manjša.	Razpršilci pod krošnjami se običajno uporabljajo za zaščito dreves, kjer najnižje temperature niso prenizke. Uporabljajo se tudi mikrorazpršilci, ki včasih nadomestijo velike razpršilce.	Manj zdravstvenih težav na tleh kot pri oroševanju nad krošnjami. Manj težav s tlemi in podlagami kot pri oroševanju nad krošnjami.		Ker se sistem uporablja predvsem za namakanje, stroškov namestitve ni, stroški delovanja pa so nizki.
Kapljično namakanje	To so sistemi namakanja z majhno količino vode. Razpon komponent za take sisteme je zelo širok, razlikuje se tudi število nanosov.	Učinek je običajno slab zaradi fizikalnih dejavnikov in nezadostne količine sproščene latentne toplote.	Na splošno ta tehnika ni zanesljiva.	Pri tej tehniki lahko celo nastanejo negativni učinki zaradi izhlapevanja.	
Površinsko namakanje	Poplavno namakanje temelji predvsem na prenosu zaznavne toplote vode, namakanje v brazdah pa se opira predvsem na sproščanje latentne toplote fuzije.	Poplavno namakanje se uporablja na nizkih sadnih vrstah, ko so na voljo velike količine vode. Pri zadostni količini vode zagotavlja popolno zaščito. Namakanje v brazdah je učinkovito samo pri nizkih rastlinah in porabi manj vode kot poplavno namakanje. Obe tehniki se redno uporabljata.	Stopnja uporabe se izračuna ob upoštevanju temeljnih načel tehnik. Za listopadna drevesa je treba brazde postaviti pod krošnje, da jih ogreva tople zrak, ki se dviga. Namakati je treba začeti dovolj zgodaj, da se zagotovi, da voda doseže konec nasada, preden temperatura zraka pade pod kritično temperaturo.	Razpoložljivost vode, napovedovanje pozebe, neustrezen začetek namakanja, majhen učinek pri visokih drevesih so dejavniki neuspešnosti.	Stroški namestitve in delovanja so nizki, če je voda poceni ali zastoj.
Kombinirane metode	Kombinacije metod so mogoče in se uporabljajo: razpršilci in namakanje pod krošnjo ter vetrnice, površinsko namakanje in puhalniki, grelniki in puhalniki,	Pogosto se uporablja površinsko namakanje v kombinaciji z grelniki, druge kombinacije pridelovalci uporabljajo zelo redko ali nikoli. Kombinacija tehnik je zadnja izbira za	Izberite pravo kombinacijo za svojo lokacijo, sadno vrsto in okoliščine. Nadzor nad temperaturo in časom sta bistvena. Pogosto se uporabi le ena tehnika,	Izvajanje teh tehnik je težavnejše in zahteva spremljanje gibanja temperature ponoči. Če piha veter, nekatere od teh kombinacij niso izvedljive.	Stroški so na splošno visoki in odvisni od stroškov posameznih tehnik, ki jih kombiniramo.

	razpršilci in grelniki.	lokacije in okoliščine, v katerih ena sama od izvedljivih tehnik ne zadostuje za preprečitev škode zaradi pozebe.	druga se doda le po potrebi. Najprej se, na primer, vključijo vetrnice, grelniki pa se prižgejo, če temperatura še naprej pada.		
Premični in rotacijski puhalniki vročega zraka	Tok vročega zraka je vodoraven. Proizvajalec trdi, da segrevanje ne zagotavlja zaščite. Zaščita se domnevno opira na menjavo faz.	Ne poznamo nobenih nadzorovanih znanstvenih poskusov, ki bi podpirali njihovo učinkovitost.			Stroški namestitve so visoki, stroški delovanja pa nizki. Poraba energije je majhna.
Vertikalni puhalniki zraka	Vertikalni puhalniki zraka so dostopni na trgu in izvedenih je bilo že tudi nekaj preskusov teh strojev. Ti puhalniki delujejo na predpostavki, da bo ventilator puhalnika vsrkal gosti mrzli zrak nad površino in ga pihal navzgor, kjer se bo pomešal s toplejšimi plastmi zraka.	Poskusi so pokazali, da ima ta tehnika začasni pozitiven učinek na temperature blizu ventilatorja; vendar pa sta učinek in njegovo trajanje majhna.			Stroški namestitve so visoki, stroški delovanja pa nizki. Poraba energije je majhna.

Priloga D: Seznam potrebnih raziskav

Razvrstitev	Potrebne raziskave
1	Analiza in primerjava učinkovitosti metod v različnih razmerah
2	Večja uporaba biologije rastlin v modelih
¾	Vzpostavitev zbirke podatkov o potencialnih pridelkih za posamezne vrste/sorte in kritične temperature za vrste in sorte
¾	Razvoj zanesljivega sistema za spremljanje in opozarjanje na podlagi podatkov o temperaturi, vlažnosti in hitrosti vetra pri tleh in na različnih višinah
5	Študija odziva in fenologije sort v različnih podnebnih razmerah
6/9	Preizkušanje podzemnega razprševanja (v kombinaciji s puhalniki) za koščičarje
6/9	Aplikacija (orodje) za ocenjevanje ukrepov za zaščito pred pozebo glede na tveganje (orodje za simulacijo) V zvezi s potrebo po vzpostavitvi zbirke podatkov o potencialnih pridelkih/izgubah v različnih razmerah
6/9	Študija o uporabi olj za zakasnitev cvetenja pri sadnem drevju, ne le pri vinski trdi (tudi kombinacije različnih olj), na primer za koščičarje in jagodičevje • Običajno se uporablja samo za vinsko trto, saj ga je treba nanesti precej pred cvetenjem, da se zamakne brstenje. Pri drugih sadnih vrstah bi to pomenilo pri precej nizkih temperaturah, ki pa ne omogočajo nanašanja olja (pričakovati je poškodbe rastline) • Tudi čas nanašanja olja glede na fenofazo (kdaj ga uporabiti) • Uporaba različnih olj (tudi kombinacije olj)
6/9	Potreba po združevanju obstoječih podatkov o fenoloških fazah ("marge bubbles") Cilj je zbrati in ovrednotiti vse raznovrstne raziskave o fenoloških fazah, razpršene po vsej Evropi



eip-agri
AGRICULTURE & INNOVATION

funded by



European
Commission



Join the EIP-AGRI Network & Register via www.eip-agri.eu

www.eip-agri.eu | +32 2 543 73 48 | servicepoint@eip-agri.eu | Avenue de la Toison d'Or 72 | 1060 Brussels | Belgium