

# Bestrijding mediterraan draaigatje door bevroering van de bodem

Effectiviteit van een *in situ* behandeling

Chris van Dijk, Jinze Noordijk en Andre Evers



# Bestrijding mediterraan draaigatje door bevroering van de bodem

Effectiviteit van een *in situ* behandeling

Chris van Dijk<sup>1</sup>, Jinze Noordijk<sup>2</sup> en Andre Evers<sup>3</sup>

<sup>1</sup> WR

<sup>2</sup> EIS Kenniscentrum Insecten, Leiden

<sup>3</sup> TIBACH, Ulf

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, december 2022

---

Rapport WPR-1205  
EIS rapport EIS2022-24

---

C. van Dijk, J. Noordijk & A. Evers, 2022. *Bestrijding mediterrane draaigatje door bevrozing van de bodem; Effectiviteit van een in situ behandeling*. Wageningen Research, Rapport WPR-1205. 32 blz.; 9 fig.; 4 tab.; 12 ref.

Dit onderzoek is tot stand gekomen met financiële steun van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/581404>

Trefwoorden: Mieren, Mediterraan draaigatje, *Tapinoma nigerrimum*-complex, grond, bevroren, *in situ*

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

KvK: 09098104 te Arnhem  
VAT NL no. 8113.83.696.B07



CC-BY-4.0

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-1205

Foto omslag: Werksters van het mediterrane draaigatje (Foto Jinze Noordijk)

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Invasieve exoten	9
1.2 Mediterraan draaigatje	9
1.3 Probleemstelling	11
1.4 Doel van het onderzoek	11
<b>2 Opzet en uitvoering</b>	<b>12</b>
2.1 Testlocatie	12
2.2 Thermische behandeling	12
2.2.1 Opzet thermische installatie	12
2.2.2 Configuratie temperatuursensoren	12
2.3 Monitoring effectiviteit	13
<b>3 Resultaten</b>	<b>14</b>
3.1 Testlocatie	14
3.2 Koudebehandeling	15
3.3 Effectiviteit koudebehandeling	17
3.4 Energieverbruik	19
<b>4 Discussie en aanbevelingen</b>	<b>21</b>
4.1 Discussie	21
4.2 Aanbevelingen	22
<b>5 Praktische toepasbaarheid</b>	<b>23</b>
5.1 Opschaalbaarheid van de bestrijding	23
5.1.1 Geïntegreerde bestrijding	23
5.1.2 Bodemleven	23
5.1.3 Andere plaagsoorten	23
5.2 Effectiviteit ten opzichte van andere methoden	24
5.3 Technische optimalisatie	24
5.4 Voorbereidende werkzaamheden	25
5.4.1 Vergunningen en meldingen	25
5.4.2 Technische voorbereidingen	26
5.4.3 Voorbereidingen communicatie	26
<b>Literatuur</b>	<b>27</b>
<b>Bijlage 1 Overzicht opbouw proefopstelling</b>	<b>28</b>



---

# Samenvatting

Invasieve exoten soorten zijn planten en diersoorten die van nature niet in Nederland voorkomen en door menselijk handelen hier terecht zijn gekomen. Transport, handel en toerisme zijn de belangrijkste routes waarlangs exoten hier terecht komen. Het mediterrane draaigatje is een voorbeeld van een exotische miersoort die is meegekomen met tuin- of potplanten uit zuidelijk Europa en zich hier invasief is gaan gedragen. Ze verdringen inheemse mierensoorten, ondergraven bestrating en dringen huizen binnen op zoek naar voedsel en warmte wat tot grote overlast kan leiden.

Het mediterrane draaigatje is voor het eerst in 2013 in Nederland aangetroffen en het aantal meldingen neemt nog steeds toe. Mediterrane draaigatjes bestaan uit een complex van vier soorten die heel sterk op elkaar lijken en ook qua gedrag nauwelijks van elkaar verschillen. Vandaar dat deze vier *Tapinoma*-soorten worden samengenomen onder de naam "mediterrane draaigatje". In Nederland zijn drie van de vier soorten aangetoond: mediterrane kustdraaigatje (*T. darioi*), westmediterrane draaigatje (*T. magnum*) en Iberisch draaigatje (*T. ibericum*). Alle drie de soorten gedragen zich invasief en veroorzaken veel overlast door de superkolonies die ze vormen en de enorme aantallen werksters die daarin leven.

Het mediterrane draaigatje komt oorspronkelijk uit Zuid-Europa. De soort is naar Nederland gekomen met grond van tuin- of potplanten. Het mediterrane draaigatje heeft warmte nodig, omdat het een soort is uit het uiterste zuiden van Europa. Vandaar dat ze in Nederland vaak onder bestrating, bij muren en soms in spouwmuren worden aangetroffen, omdat deze plekken snel opwarmen in de zon.

Het mediterrane draaigatje is moeilijk te bestrijden omdat het nest ondergronds zit en bestaat uit vele nestkamers die onderling verbonden zijn door een uitgebreid gangenstelsel. Een kolonie kan een zeer groot aantal koninginnen bevatten, en zolang er koninginnen overblijven na bestrijding kan de kolonie zich altijd herstellen. In het voorliggende onderzoek wordt gekeken of bevrozing van de bodem een effectieve bestrijdingsmethode is voor het mediterrane draaigatje (*proof of principle*). Uit praktische overwegingen is voor de test gekozen voor een kolonie op een bedrijfsterrein. De kolonie bevindt zich over een aanzienlijk oppervlak van het parkeerterrein, het buitengebied van het bedrijf en langs de gevel en plantenborders. Op de locatie is de bodem afgekoeld tot circa -10 °C door verticale vrieslansen in de bodem te brengen die zijn aangesloten op een koelinstallatie. Door de vrieslansen circuleert een koelmiddel met een temperatuur van -35 tot -45 °C. Door het lateraal onttrekken van energie koelt ook de omliggende bodem af. De effectiviteit van de behandeling is gemeten aan de hand van aantal actieve nestopeningen, vers zand daaromheen duidt namelijk op uitbreiding van de kolonie en dus aanwezige koninginnen.

## Conclusies

- Uit het onderzoek is gebleken dat bevrozing van de bodem lokaal een effectieve bestrijdingsmethode is voor het mediterrane draaigatje. Op het behandelde oppervlak nam het aantal nestopeningen met bijna 90% af. De afname is voornamelijk het gevolg van het doden van de mieren, maar voor een klein deel ook het gevolg van vluchtende mieren.
- Het bevriezen van een groot bodemvolume gaat relatief langzaam, zeker in een warme periode zoals tijdens de test. Dat bood een deel van de mieren voldoende tijd om te 'vluchten' tot buiten het behandelde vak.
- Na afloop van de behandeling toen de bodem weer de omgevingstemperatuur had aangenomen koloniseerde de mieren het behandelde vak deels weer.

## Aanbevelingen

- Herkolonisatie na behandeling is primair het gevolg van de gekozen opzet om de test uit te voeren in het zomerseizoen als de mieren actief zijn omdat anders het effect van de behandeling niet bepaald kan worden. De verwachting is dat bij toepassing in de winter betere resultaten behaald kunnen worden. Er is dan een periode van minimaal 2-3 maanden dat het koud is en de mieren in de grond stil in ruimtes bij elkaar overwinteren. In deze periode kunnen de mieren naar alle waarschijnlijkheid nauwelijks vluchten en

---

de behandelde plekken herkoloniseren. De effectiviteit van de behandeling wordt dan pas in het daarop volgende voorjaar duidelijk.

- Als een behandeling eenmaal is gestart is het zaak de bestrijding door te zetten omdat anders afhankelijk van de omgevingstemperatuur herkolonisatie van het behandelde gebied kan optreden.
- Toepassing in najaar of winter betekent minder hoge bodemtemperaturen. Dit verkort de behandelduur en vergt minder energie-input, dus ook qua efficiënt gebruik van tijd, kosten en energie kan een winterbehandeling voordelen leveren. Een herhaling van de test zou dit moeten aantonen.
- Het is aannemelijk te veronderstellen dat warmteminnende mieren ook al bij minder lage temperaturen onder nul al worden gedood. De resultaten uit het onderzoek beschrijven daarmee een *worst case* scenario. Dat biedt mogelijkheden voor verdere energiebesparing.
- Het is raadzaam om voor aanvang van een bestrijding eerst bodemonderzoek te doen. Op basis hiervan kan in combinatie met kennis over de kolonieopbouw worden bepaald tot welke diepte de bodem moet worden behandeld.

#### *Praktische toepasbaarheid*

- Inzet van de niet-chemische koudebehandeling heeft alleen nut als daarnaast ook (andere) bestrijding plaatsvindt van de kolonieranden, kleine apart gesitueerde koloniedelen en koloniedelen in tuinen en gebouwen. Voordeel van een dergelijke integrale aanpak is dat het leidt tot een substantiële afname in middelengebruik.
- Het is aannemelijk te veronderstellen dat wortels van bomen en struiken niet bestand zijn tegen lage temperaturen gedurende de periode dat de planten fysiologisch actief zijn (groeiseizoen). Gedurende de winterrust zou dit anders kunnen zijn, maar dat is niet onderzocht.
- Bij toepassing in de openbare ruimte is voorzichtigheid in verband met kabels en leidingen geboden. Glasvezelkabels en waterleidingen kunnen beschadigd raken door bevroering.
- Bovengrondse delen van installatie zoals de aansluitpunten van de vrieslansen kunnen een temperatuur van -35 °C bereiken. Om risico's voor omstanders te voorkomen dient de locatie afgezet te worden met bouwhekken en voorzien van een waarschuwingsbord.
- In theorie kunnen veel organismen bestreden worden door middel van bevroering. Momenteel ontbreekt het echter aan informatie om aan te kunnen geven in hoeverre het bevroeren van de bodem geschikt is als bestrijdingsmethode tegen invasieve plaagsoorten. Nader onderzoek zal hierover uitsluitsel moeten geven.



---

# Summary

Invasive alien species are plants and animals that do not naturally occur in the Netherlands and have been introduced through human activities. Transport, trade and tourism are the main routes by which alien species arrive here. The Mediterranean ant species is an example of an alien ant species that was introduced with garden or potted plants from southern Europe and has become invasive. They outcompete indigenous ant species, undermine pavement and invade houses in search of food and warmth, which can lead to major nuisance.

The Mediterranean ant species from the *Tapinoma nigerrimum* complex were first detected in the Netherlands in 2013, with a steady rise in sightings ever since. The four species strongly resemble each other in appearance and behaviour. Three of the four have been found in the Netherlands, namely *T. darioi*, *T. magnum* and *T. ibericum*, all of which are considered invasive and cause damage by forming super colonies containing large numbers of worker ants.

Originally from Southern Europe, these invasive ants are brought to the Netherlands in the soil of garden and indoor plants. They thrive in warm environments. In the Netherlands they are often found under paving, near walls and even in cavity walls – areas that are quickly heated up by the sun.

The ants are hard to control as nests are situated underground and comprise large numbers of nesting chambers, connected via an extensive underground network. Most importantly, colonies can accommodate many queens: as long as one queen survives any attempted eradication, the nest will still be able to recover.

This research studied whether freezing the soil could be a good method to control these invasive ants (proof of principle). For practical reasons, it was decided to perform a test on a colony at an industrial estate. The colony was located over a large surface underneath a parking area, on the outside premises of the estate and along the facades and plant borders. The soil on site was cooled to approximately -10 °C by inserting vertical freezing lances connected to a cooling system into the soil. The lances are filled with a circulating coolant with a temperature of -35 to -45 °C. As the energy is extracted laterally, the soil surrounding the lances is also cooled down. The effectiveness of the treatment was measured based on the number of active nest openings, with fresh sand around these openings indicating whether the colony was expanding and the queens still alive.

## Conclusions

- The research showed that freezing the soil locally is an effective way to control the invasive ant. The number of nest openings on the treated surface was reduced by nearly 90%, mainly due to the ants being killed, with fleeing ants also having a small effect.
- Freezing a large volume of soil is a relatively slow process, especially during warm periods such as during this test. As a result, a proportion of the ants had the opportunity to flee outside the treatment area.
- The ants recolonised the treated area partly after the treatment when the soil reached its usual environmental temperature.

## Recommendations

- Recolonization after treatment is primarily the result of the chosen design to carry out the test in the summer season when the ants are active, otherwise the effect of the treatment could not be determined. It is expected that better results can be achieved in winter when there will be a period of at least two to three months that temperatures are low and the ants in the ground are hibernating quietly in the underground spaces. Ants would have little opportunity to flee the nest and recolonise the treated areas.
- If once a treatment via soil freezing is started it should be continued to prevent recolonisation of the treated area.

- 
- Application in the autumn or winter means lower soil temperatures. As this would also reduce the treatment time and require less energy input, such treatments could also be more efficient with regards to time, costs and energy. Performing the test again in winter would show whether this is actually the case.
  - We can assume that ants which thrive in warmth will already be killed in temperatures closer to zero. The results of the test therefore describe a worst-case scenario and there are further opportunities for energy savings in this respect.
  - It is advisory to carry out soil research before starting any treatment. Combining these studies with knowledge of the colony build-up can help determine how deep the soil should be treated.

#### *Practical applicability*

- Use of non-chemical cold treatment is only useful if (another) treatment also takes place at the colony borders, small separate colony parts and colony parts in gardens and buildings. The benefit of such an integrated approach is a substantial reduction in the use of pesticides.
- We can assume that the roots of trees and plants would not be resistant to low temperatures during the period that they are physiologically active (the growth season). This should be different during the winter months although this has yet to be studied.
- Caution is needed when applying this treatment in public spaces with regard to cables and pipelines. Glass fibre cables and water pipelines could be damaged when frozen.
- The above-ground parts of the system such as the connection points of the freezing lances can reach a temperature of  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . To prevent any risk to passers-by, the location should be fenced off and a warning sign placed.
- In theory, many organisms could be combatted by freezing. At this time, however, there is insufficient information to indicate whether freezing the soil could be used to tackle other invasive pests. This should first be proven by means of further research.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Invasieve exoten

Invasieve exoten soorten zijn planten en diersoorten die van nature niet in Nederland voorkomen en door menselijk handelen hier terecht zijn gekomen. Transport, handel en toerisme zijn de belangrijkste routes waarlangs exoten hier terecht komen. Ze kunnen per ongeluk hier terechtkomen, bijvoorbeeld door meeliften met transporten of opzettelijk door het verhandelen van exotische dieren en planten. Een klein deel van de exoten kan zich vestigen in onze natuur. Gaat een soort zich snel vermeerderen dan spreken we van een invasieve exoot. Invasieve exoten verdringen inheemse soorten en veroorzaken schade aan natuur, economie en veiligheid of gezondheid van mens en dier.

Het mediterraan draaigatje is een voorbeeld van een exotische miersoort die is meegekomen met tuin- of potplanten uit zuidelijk Europa en zich hier invasief is gaan gedragen. Ze verdringen andere mierensoorten, ondergraven bestrating en dringen huizen binnen op zoek naar voedsel en warmte wat tot grote overlast kan leiden. Het mediterraan draaigatje is moeilijk te bestrijden omdat het nest ondergronds zit en bestaat uit vele nestkamers die onderling verbonden zijn door een uitgebreid gangenstelsel. Bestrijding vindt nu voornamelijk plaats door toepassing van bestrijdingsmiddelen. Echter, dit heeft over het algemeen weinig en kortdurend effect omdat niet alle koninginnen worden geraakt. Bestrijdingsmiddelen moeten dan ook langdurig worden toegepast wat ook negatieve effecten heeft op de overige dieren in het gebied.

Het ontwikkelen van niet-chemische bestrijdingsmethoden is dan ook noodzakelijk om te komen tot een meer natuur- en milieuvriendelijkere wijze van aanpak van een kolonie. In het voorliggende onderzoek is gekeken of bevroering van de bodem een effectieve, niet-chemische methode zou kunnen zijn voor de bestrijding van het mediterraan draaigatje. Behalve recent onderzoek naar de bestrijding van de plant Japanse duizendknoop (*Fallopia*-soort) door middel van het bevriezen van de bodem (Van Dijk & De Visser, 2022) is er voor zover bekend verder geen onderzoek gedaan naar bestrijding van plaagsoorten door bodembefroering. Dat komt waarschijnlijk door de complexiteit van deze methode in het veld, waarbij tot voor kort eigenlijk geen manieren beschikbaar waren om grotere bodemvolumes te bevroeren.

Met het beschikbaar komen van een installatie voor het bevriezen van de bodem zouden in theorie mogelijk meer in de bodem levende diersoorten bestreden kunnen worden door middel van bevroering. Immers, veel dieren kunnen hier niet tegen, met name door het stoppen van noodzakelijke fysiologische processen of door schade in het lichaam op het moment dat ijskristallen ontstaan. Indien het bevriezen van de bodem een effectieve methode blijkt te zijn zou deze mogelijk ook ingezet kunnen worden voor bestrijding van andere plaagsoorten die in de bodem leven zoals verschillende landplatwormen en vuurmiersoorten. Voor deze soorten, die op de [Unie-lijst](#) van zorgwekkende invasieve uitheemse soorten staan, is momenteel nog geen effectieve bestrijdingsmethode beschikbaar. Het is de taak van de lidstaten om deze soorten, waar mogelijk, uit te roeien in het wild. Als uitroeien niet lukt, moeten de lidstaten de soort beheren en de nadelige effecten zoveel mogelijk beperken.

## 1.2 Mediterraan draaigatje

Mediterrane draaigatjes bestaan uit een complex van vier soorten die heel sterk op elkaar lijken en ook qua gedrag nauwelijks van elkaar verschillen. Vandaar dat deze vier *Tapinoma*-soorten worden samengenomen onder de naam "mediterraan draaigatje". In Nederland zijn drie van de vier soorten aangetoond: mediterraan kustdraaigatje (*T. darioi*), westmediterraan draaigatje (*T. magnum*) en Iberisch draaigatje (*T. ibericum*) (Boer *et al.*, 2018; Noordijk, 2019). Alle drie de soorten gedragen zich invasief. In deze rapportage worden de miersoorten verder aangeduid als 'het mediterraan draaigatje'.

---

Het mediterraan draaigatje is een zwarte, glanzende mier. De werksters zijn 2,4 tot 5,1 mm groot (Figuur 1). Deze flinke variatie in lichaamsgrootte is één van de kenmerken om de soort te onderscheiden van onder andere de wegmier (*Lasius niger*). Met een sterke loop is te zien dat tussen het borststuk en achterlijf één kleine knoop zit die van bovenaf niet goed te zien is. En dat de bovenlip een flinke inkeping heeft. Daarnaast kan de mierensoort herkend worden aan zijn nestelwijze en gedrag. De kolonies kunnen tientallen vierkante meters beslaan en de nestholtes zitten tot vaak minimaal een halve meter diep. Rondom de nestopeningen ligt vaak opgeworpen zand in een kratervorm. De werksters lopen vaak allemaal dezelfde route, zogenaamde straten. Het mediterraan draaigatje maakt clusternesten: elke ruimte rondom de kolonie kan gebruikt worden als nest.



**Figuur 1** Werksters van het mediterraan draaigatje (Foto Jinze Noordijk).

Het mediterraan draaigatje komt oorspronkelijk uit Zuid-Europa. De soort is naar Nederland gekomen met grond van tuin- of potplanten (Noordijk, 2020, 2022). Het mediterraan draaigatje heeft warmte nodig, omdat het een soort is uit het uiterste zuiden van Europa. Vandaar dat ze in Nederland vaak onder bestrating, bij muren en soms in spouwmuur worden aangetroffen, omdat deze plekken snel opwarmen in de zon. De soort is in 2013 voor het eerst in Nederland aangetroffen (Noordijk, 2016). Het aantal kolonies neemt nog steeds toe: in het voorjaar van 2019 waren er acht populaties bekend, een jaar later waren dat er achttien en momenteel staat de teller al op circa 45. Alle kolonies komen voor in stedelijk gebied en zijn bekend uit woonwijken en tuincentra. Dit hangt samen met de wijze van verspreiding: de mierensoort komt mee met mediterrane tuin- en potplanten en vestigt zich vervolgens op een tuincentrum of in tuinen. In Nederland kan de soort zich vervolgens verder verspreiden als grond of koninginnen worden verplaatst.

Bij het mediterraan draaigatje vliegen nieuwe koninginnen vrijwel niet weg om een eigen kolonie te beginnen, zoals bij veel inheemse mieren, maar keren ze na de paring terug naar het moedernest. De werksters van alle koninginnen werken met elkaar samen en zo ontstaat een uitgebreide superkolonie. De werksters vergaren voedsel, zoeken nieuwe nestplekjes en verplaatsen het broed naar warme en veilige plekken. In de zomermaanden is de kolonie op z'n grootst en zijn er aan de flanken ook satellietnesten te zien, die mogelijk alleen door werksters gebruikt worden om zo dicht bij nieuwe voedselbronnen te komen.

In het voorjaar worden poppen van geslachtsdieren (nieuwe koninginnen en mannetjes) naar de oppervlakte van het nest gebracht, waar ze sneller ontwikkelen door de warmte van de zon. Na ongeveer een maand verpoppen de eerste, waarna er ongeveer een maand lang gevleugelde geslachtsdieren in de kolonie zijn, tot aan het begin van de zomer. De geslachtsdieren zijn vooral 's ochtends te zien en dan kunnen er ook mannetjes wegvliegen, in de hoop een koningin van andere kolonie te bevruchten (Noordijk, 2016).

---

## 1.3 Probleemstelling

Mediterrane draaigatjes veroorzaken overlast door de uitgebreide superkolonies die ze kunnen vormen en de enorme aantallen werksters die dat met zich meebrengt. In 2013 werd in Wageningen een kolonie gevonden met een lengte van ongeveer 65 meter, een paar jaar later was deze lengte ruim verdubbeld. In Rotterdam is een kolonie bekend die ongeveer 200 huishoudens beslaat en ook elders in het land zijn kolonies bekend die meerdere straten beslaan. De mieren ondergraven bestratingen waardoor deze verzakken. De mieren houden bladluizen waardoor tuinplanten hun esthetische waarde verliezen en kleverige honingdauw op bijvoorbeeld tuinmeubelen komt. Daarnaast komen de mieren ook binnenshuis en kunnen ze bijten en spuiten ze een irriterende afweerstof in de bijtwond. De aanwezigheid van een kolonie kan ook tot psychologische klachten leiden, waarbij sprake kan zijn van stress, zorgen, schaamte of angst door de grote hoeveelheid mieren in huis. Ook vormen mediterrane draaigatjes een risico voor biodiversiteit (Seifert *et al.*, 2017): ze eten alles en ze 'houden' bladluizen die aan planten zuigen. Door hun grote dichtheden en uitgebreide kolonies hebben ze lokaal effect op alle planten en dieren.

Het mediterrane draaigatje is moeilijk te bestrijden omdat het nest ondergronds zit en bestaat uit vele nestkamers die onderling verbonden zijn door een uitgebreid gangstelsel en werksterstraten. Een kolonie kan een zeer groot aantal koninginnen bevatten, en zolang er koninginnen overblijven na bestrijding kan de kolonie zich altijd herstellen. Gangbare methoden zoals heet water of een bestrijdingsmiddel in het nest gieten hebben in superkolonies meestal slechts weinig en kortdurend effect omdat niet alle koninginnen worden geraakt en is alleen werkzaam bij een langdurig bestrijdingsproject, waarbij doorgedaan wordt tot alle mieren weg zijn. Een continue strakke monitoring van de kolonieomvang (en bijsturing van bestrijdingshandelingen waar nodig) is daarbij noodzakelijk. De bestrijding van een grote kolonie duurt daardoor vaak lang en is intensief. Een nadeel hierbij is dan ook dat er vaak (door bewoners en professionele bestrijders) veel en langdurig chemische bestrijdingsmiddelen ingezet worden, met vanzelfsprekend ook effecten op de overige dieren in zo'n gebied (Noordijk *et al.*, 2022). Het onderzoeken van niet-chemische bestrijdingsmethoden is dan ook noodzakelijk om te komen tot natuur- en milieuvriendelijkere wijzen van de aanpak van een kolonie.

## 1.4 Doel van het onderzoek

Doel van het hier beschreven onderzoek is het ontwikkelen van een effectieve, niet-chemische methode voor de bestrijding van het mediterrane draaigatje. De warmte-minnende mieren bouwen hun nest vaak onder bestrating omdat die gemakkelijk opwarmt in de zon. Een nest kan net onder de bestrating zitten en tot meer dan 1 meter diep in de grond doorlopen. In dit onderzoek wordt gekeken of bevriezing van de bodem een effectieve bestrijdingsmethode is voor het mediterrane draaigatje (*proof of principle*). De verwachting is namelijk dat als het bodemvolume waarin zich een kolonie(deel) bevindt voldoende wordt afgekoeld (onder het 0-punt, dus bevriezing) de daarin aanwezige mieren, inclusief de koninginnen dood zullen gaan. Voor het bevroren wordt een bestaande installatie ingezet waarvan eerder als is aangetoond dat daarmee grotere bodemvolumes kunnen worden afgekoeld tot circa -10 °C (Van Dijk & De Visser, 2022).

## 2 Opzet en uitvoering

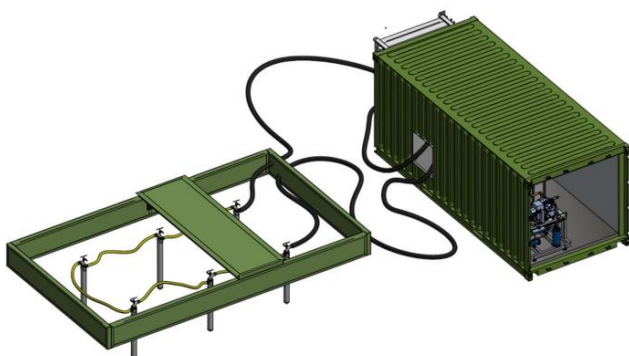
### 2.1 Testlocatie

Uit praktische overwegingen (goede bereikbaarheid en veel ruimte) is de test uitgevoerd op een parkeerplaats van een bedrijfsterrein. Daar bevindt zich een kolonie die in 2018 is ontdekt, en toen al zeer groot was. De kolonie bevindt zich daar over een aanzienlijk oppervlak van het parkeerterrein, het buitengedeelte van het bedrijf en langs de gevel en plantenborders. Om de bodem af te koelen is gebruik gemaakt van een bestaande koelinstallatie. De installatie is opgebouwd op een deel van de parkeerplaats aan de rand van de kolonie en het behandelde oppervlak bedroeg circa 20 m<sup>2</sup>, afhankelijk van de doorgroei van het ijslichaam in de bodem zowel in de breedte en in de diepte. De verharding kon hierbij grotendeels intact blijven, alleen waar de vrieslansen geplaatst moesten worden zijn enkele klinkers verwijderd en na afloop van de test weer zijn teruggeplaatst.

### 2.2 Thermische behandeling

#### 2.2.1 Opzet thermische installatie

Op de locatie is de bodem afgekoeld tot circa -10 °C. Hiervoor zijn verticale vrieslansen in de bodem gebracht die via een geïsoleerde slang in serie zijn aangesloten op een koelinstallatie. Door de vrieslansen circuleert een koelmiddel met een temperatuur van -35 °C tot -45 °C. Door het lateraal onttrekken van energie koelt ook de omliggende bodem af, waarbij er sprake zal zijn van een temperatuurgradiënt in de bodem. Het te behandelen oppervlak is afgedekt met een isolerende box. De installatie omvat ook een container met daarin de apparatuur en elektronica (Figuur 2). De gehele testlocatie is afgezet met bouwhekken. De installatie is in het veld relatief eenvoudig en met twee personen in ongeveer een halve dag te installeren.



**Figuur 2** Schematische weergave koude-installatie (links) en rechts de installatie in het veld (Foto TIBACH).

#### 2.2.2 Configuratie temperatuursensoren

In het te behandelen vak werden meerdere temperatuursensoren geplaatst. De temperatuur werd continue gemeten en elke minuut gelogd en is op afstand uitleesbaar. De temperatuur is dichtbij de vrieslansen (injectiepunten koelvloeistof) het laagste en neemt toe naarmate de afstand tot de lans groter wordt. De temperatuursensoren zijn daarom midden tussen, en op maximale afstand van, de filters geplaatst. De op deze plekken gemeten temperatuur is daarmee als het ware de "worst case", dat wil zeggen de hoogste

---

temperatuur in het behandelde vak. Als de minimale temperatuur van  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  bij de verst weggelegen temperatuursensoren is bereikt, dan wordt verondersteld dat deze temperatuur in het hele behandelde grondvolume is bereikt.

## 2.3 Monitoring effectiviteit

De test is uitgevoerd in de tweede helft van mei 2022 omdat in deze periode van het jaar de aanwezigheid en activiteit van de mieren bovengronds waarneembaar is aan de hand van het aantal actieve nestopeningen (vers zand daaromheen duidt op eileg en dus nog aanwezige koninginnen) (Figuur 3). Dit laat toe dat het effect op de mieren waargenomen kon worden en de duur van het effect gemonitord kon worden. Voor aanvang van de pilot is de omvang van de betreffende kolonie in beeld gebracht en een uniform koloniedeel uitgekozen om de test uit te voeren. Nestopeningen zijn geteld op het te behandelen vak, op twee (uitloop)stroken ernaast en op het referentievak (zonder behandeling, even groot als het behandelde vak). Na afloop van de behandeling zijn de vakken maandelijks beoordeeld waarbij telkens de nestopeningen zijn geteld.

Door deze wijze van monitoring zijn gegevens verzameld over (1) de effectiviteit van de behandeling (worden de mieren gedood of kunnen ze ontsnappen), (2) de effecten op het betreffende koloniedeel (zijn de mieren echt verdwenen uit het behandelde gebied) en de (3) duur van de effecten van de behandeling. Dit is van belang voor bepaling van de energie-input en omdat een grote kolonie waarschijnlijk niet in een keer behandeld kan worden en de vrieslansen enkele keren verzet moeten worden (geen onderdeel van dit onderzoek).



**Figuur 3** Actieve nestopeningen op de locatie voorafgaande aan de behandeling (Foto Jinze Noordijk).

# 3 Resultaten

## 3.1 Testlocatie

Het gedeelte van de kolonie dat voor de test bestreden is bevond zich onder een parkeerplaats. Deze bestaat uit klinkerbestrating op een zandcunet van circa 30 cm. Onder het zand ligt een circa 20 cm dikke laag van puingranulaat. Daaronder ligt een kleilaag. Voorafgaande aan het opbouwen van de installatie zijn de proefvakken op de testlocatie uitgezet (Figuur 4-5). Langs de rand van de parkeerplaats is een vak van circa 28 m<sup>2</sup> geselecteerd waar de behandeling (bevrozing) zal worden uitgevoerd (vak a). Aan zowel de zuidzijde (vak b) als de noordzijde (vak c) naast het te behandelen vak is ruimte vrijgehouden voor monitoring om vast te stellen of de mieren zich verplaatsen. Aan de overzijde van de toegangsweg naar de grote parkeerplaats is een vak van circa 28 m<sup>2</sup> geselecteerd waar alleen monitoring zal plaatsvinden (referentiemeting, vak d).



**Figuur 4** Bovenaanzicht testlocatie. Rood is het te behandelen vak (a) met aan de zuidzijde (b) en de noordzijde (c) vakken voor monitoring en referentiemetingen (d). Oranje is de ruimte gereserveerd voor de installatie (container en randapparatuur).



**Figuur 5** Zijaanzicht van de testlocatie aan de rand van de parkeerplaats. Rood is het vak voor bevrozing (7x4 m). Blauw zijn vakken voor monitoring (Foto Jinze Noordijk).



## 3.2 Koudebehandeling

De installatie die ingezet is voor de bestrijding van het mediterraan draaigatje is gebouwd en getest voor de bestrijding van Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*), een invasieve plantensoort. Het afkoelen van de bodem tot  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  bleek tijdens aanpak van deze plant relatief snel te verlopen en was voldoende effectief om alle wortelstokken van de duizendknoop te doden. Uit een korte literatuursearch is gebleken dat er niet eerder proeven zijn gedaan om (invasieve) mierensoorten te bestrijden door middel van een koudebehandeling van de bodem. Dat betekent dat er op basis van *expert judgement* vooraf een inschatting is gemaakt tot welke temperatuur de bodem moet worden afgekoeld voor een effectieve bestrijding. Om er zeker van te zijn dat de temperatuur van de bodem voldoende laag is geweest voor een effectieve bestrijding van het draaigatje, is gekozen om de bodem af te koelen tot circa  $-8$  tot  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dit is met de installatie ook goed realiseerbaar zoals uit de duizendknoop-test is gebleken.

Op zondag 15 mei 2022 zijn bouwhekken om de proefvakken geplaatst om deze vrij te houden van geparkeerde auto's. Op 16 en 17 mei is de installatie op de testlocatie afgeleverd en geïnstalleerd (Figuur 6). In het vak voor bevriezing zijn enkele klinkers verwijderd waarna met een hydraulische boor de gaten voor de vrieslansen konden worden geboord. In totaal zijn er 10 vrieslansen tot circa een meter diep in de bodem aangebracht. Na plaatsing zijn de lansen met water en zand aangespoeld, zijn de slangen aangekoppeld en is het systeem gevuld met koelvloeistof. De lansen zijn in serie met elkaar verbonden (effectief behandelde oppervlak circa  $12\text{ m}^2$ ). In het begin van het vriesproces zal de eerste lans in serie het meest koelen, maar gedurende de tijd zal het verschil tussen de eerste en laatste lans in serie steeds kleiner worden.



**Figuur 6** Boren van de gaten voor de vrieslansen (linksboven), detail vrieslans na plaatsing (rechtsboven), de volledig aangesloten installatie net voor ingebruikname (linksonder) (Foto's TIBACH) en de operationele installatie afgedekt met een isolerende box en folie (rechtsonder) (Foto Jinze Noordijk).

Op 17 mei aan het einde van de middag is de isolerende deksel op de box geplaatst en is de koelmachine gestart. De installatie heeft in totaal 13 dagen storingsvrij gedraaid, waarna de koeling op 30 mei is beëindigd. Vier dagen later zijn de vrieslansen uit de bodem gehaald en is de installatie verder ontmanteld en opgehaald. De klinkerbestrating is weer in de oorspronkelijke staat hersteld. Na stopzetten van de koeling blijft de bodem nog geruime tijd koud en deels bevroren. Het heeft nog circa 2-3 weken geduurd voordat de bodem weer was ontdooid. Daarna is gestart met het tellen van de nestopeningen.

Als gevolg van het warme weer in de periode voorafgaande aan de test was de bodemtemperatuur bij aanvang van het koelproces relatief hoog. Net onder maaiveld varieerde de temperatuur van 22,2 tot 23,3 °C. Op 130 cm beneden maaiveld varieerde de temperatuur van 16 tot 17,8 °C (Tabel 1).

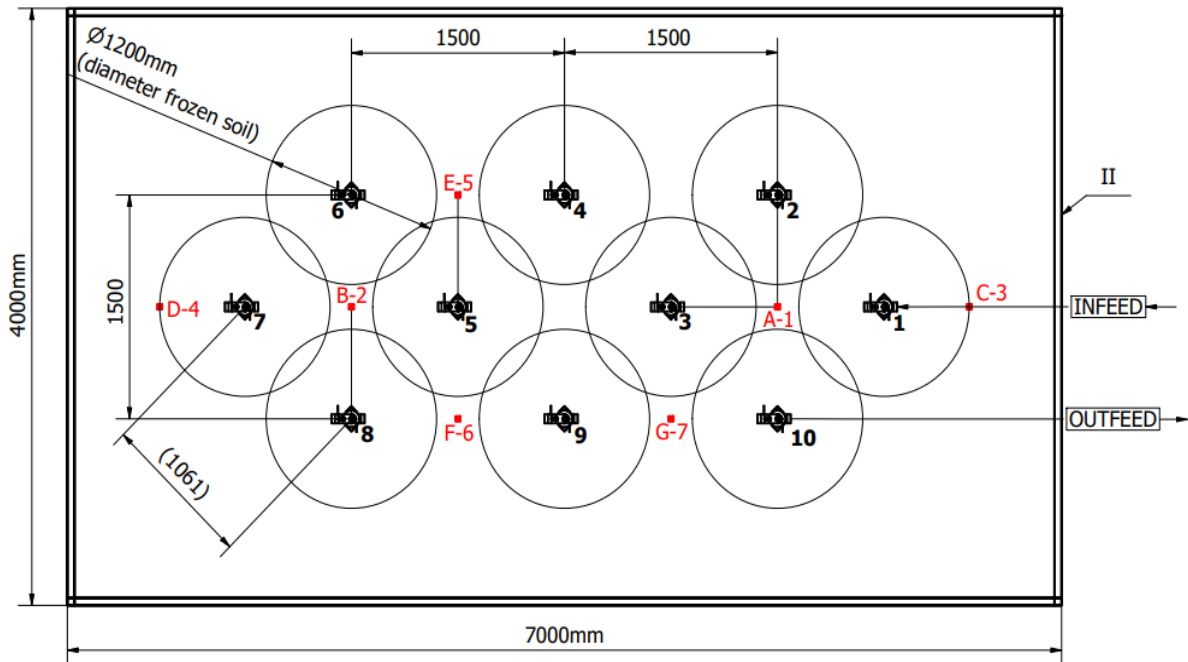
Uit de temperatuurmetingen tussen de lansen (Temp voeler A-1 en B-2, Figuur 7), in het midden van de behandelde locatie, blijkt dat de temperatuur op 30 cm onder maaiveld na 13 dagen koelen was gedaald tot -12,9 en -14,9 °C. Op 130 cm onder maaiveld bedroeg de temperatuur -10,3 °C (Van B-2 was geen meting beschikbaar als gevolg van een defect). Meer naar de zijanten van de behandelde locatie maar nog tussen de vrieslansen (Temp voelers E-5, F-6 en G-7) varieerde de temperatuur op 30 cm onder maaiveld tussen -10,3 en -13 °C. Dieper gelegen op 130 cm onder maaiveld was de bodem afgekoeld variërend van -2,9 tot -7,2 °C.

Langs de buitenrand van het behandelde gebied (Temp voelers C-3 en D-4), op 60 cm afstand van de vrieslansen, varieerde de temperatuur op 30 cm onder maaiveld tussen 0,1 en 0,8 °C. Dieper gelegen op 130 cm onder maaiveld was de grond afgekoeld van 17,6 en 17,8 °C bij aanvang naar respectievelijk 6,6 en 6,1 °C aan het einde van de afkoelingsperiode maar bleef daarbij boven het vriespunt. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de koude energie deels 'verloren' gaat door uitstraling naar het bodemvolume buiten het behandelgebied.

**Tabel 1** Overzicht van de minimum, maximum (omgevingstemperatuur bij aanvang) en gemiddelde temperaturen op verschillende dieptes in de periode van 17 tot en met 30 mei 2022 (13 dagen). De situering van de verschillende temperatuursensoren is te vinden in Figuur 7.

Sensor		Temperatuur (°C)		
		30 cm -mv	80 cm -mv	130 cm -mv
Temp voeler A-1	Min	-14.9	-13.9	-10.3
	Max	23.2	21.5	16.0
	Gemid	-5.8	-2.7	0.4
Temp voeler B-2	Min	-12.9	n.b.	n.b.
	Max	22.5	n.b.	n.b.
	Gemid	-3.8	n.b.	n.b.
Temp voeler C-3	Min	0.1	2.6	6.1
	Max	23.3	21.4	17.8
	Gemid	5.8	8.7	10.9
Temp voeler D-4	Min	0.8	3.9	6.6
	Max	22.7	20.8	17.6
	Gemid	5.7	9.3	10.9
Temp voeler E-5	Min	-13	-11.2	-7.2
	Max	22.6	20.3	17.8
	Gemid	-3.6	-0.3	2.9
Temp voeler F-6	Min	-10.3	-8.4	-2.9
	Max	22.5	20.4	16.9
	Gemid	-2.1	1.5	4.9
Temp voeler G-7	Min	-11.8	-9.5	-4.2
	Max	22.2	20.4	17.0
	Gemid	-3.0	1.0	4.4

n.b.: niet bepaald (defecte temperatuursensor).



TOP VIEW

PARTS LIST		
ITEM	QTY	DESCRIPTION
[1-10]	10	FREEZING TUBE
II	1	ISOLATED BOX
[A-G]	7	TEMPERATURE SENSOR

**Figuur 7** Situering van de vrieslansen (nummer 1 t/m 10) en temperatuursensoren (A-1 t/m G-7) binnen de isolatiebox (aangegeven met dubbele lijn). Effectief behandelde oppervlak circa 12 m<sup>2</sup>.

### 3.3 Effectiviteit koudebehandeling

Voor aanvang van de behandeling is een 0-meting uitgevoerd waarbij het aantal nestopeningen in de verschillende vakken is bepaald. Na de behandeling, in de periode juni-oktober zijn op vijf verschillende tijdstippen de vakken opnieuw beoordeeld aan de hand van het aantal nestopeningen (Tabel 2; Figuur 8). Het aantal nestopeningen is de maat voor de aanwezigheid en activiteit van de mieren. De tellingen op het referentievak (d) laten zien dat het aantal nestopeningen zonder verstoring (geen behandeling) heel licht toenamen over het seizoen van circa 150 naar 229 in september. In oktober daalde het aantal licht (Tabel 2). Op het behandelde vak (a) daalde het aantal nestopeningen van 640 naar 73, een afname van bijna 90% (Tabel 3; Figuur 8). Na de behandeling trad er gedurende het seizoen herkolonisatie van het behandelde vak op, het aantal openingen nam toe tot bijna 450 in augustus en nam daarna licht af.

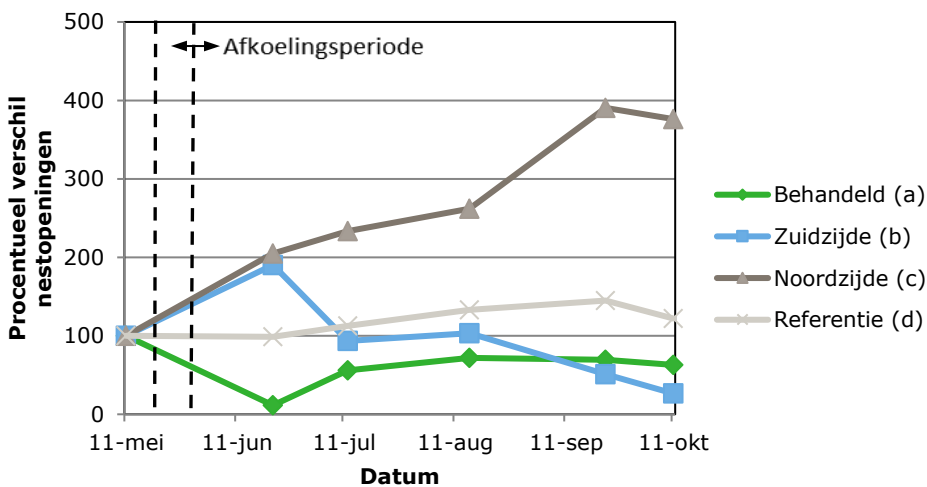
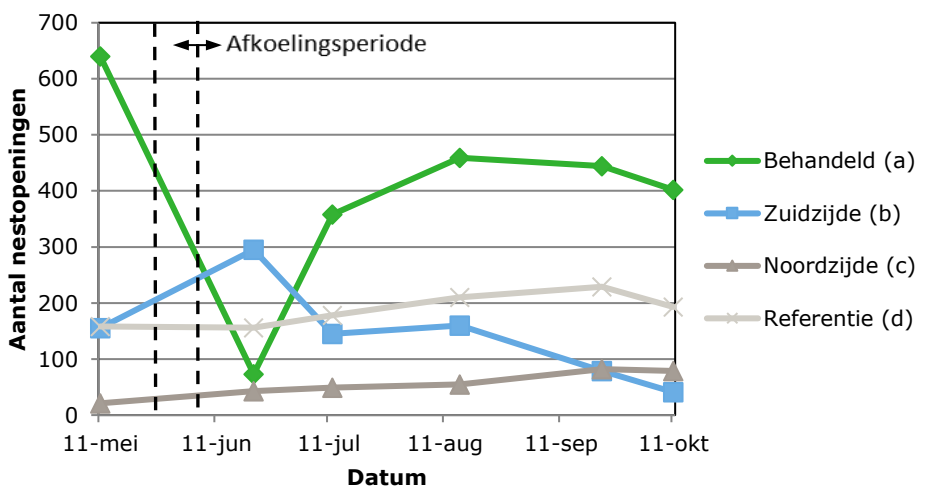
Tijdens en direct na de koudebehandeling heeft een deel van de mieren zich vanuit het behandelde vak (a) verplaatst naar het naastgelegen vak aan de zuidzijde (b), het aantal nestopeningen nam op dat vak toe van 155 naar 295. Dat de mieren zich naar dat vak hebben verplaatst is waarschijnlijk het gevolg geweest van het feit dat dit vak in die periode in de zon lag en relatief warm was. De mieren hebben zich tijdens de koudebehandeling minder sterk verplaatst naar het vak aan de noordzijde (c) van het behandelde vak, waarschijnlijk omdat dit een groot deel van de dag in de schaduw lag van de container en daardoor relatief koud was. Vanaf september kwam het vak aan de zuidzijde meer en meer in de schaduw te liggen, de mieren verplaatsten zich terug naar de behandelde vak en het vak aan de noordzijde, dat toen meer zon opving.

**Tabel 2** Aantal nestopeningen voor en na de koude behandeling op het behandelde vak (a in Figuur 7), de twee naastgelegen vakken, Zuidzijde (b) en Noordzijde (c) en het Referentievak, zonder behandeling (d).

Datum	Voor/na behandeling	Behandeld (a)	Zuidzijde (b)	Noordzijde (c)	Referentievak(d)
11-mei	Voor (0-meting)	640	155	21	158
21-jun	Na	73	295	43	156
12-jul	Na	358	145	49	178
15-aug	Na	459	160	55	210
22-sep	Na	444	79	82	229
11-okt	Na	402	41	79	193

**Tabel 3** Procentuele verschillen in nestopeningen per vak ten opzichte van de 0-meting (=100%) op 11 mei.

Datum	Voor/na behandeling	Behandeld (a)	Zuidzijde (b)	Noordzijde (c)	Referentievak(d)
11-mei	Voor (0-meting)	100	100	100	100
21-jun	Na	11.4	190.3	204.8	98.7
12-jul	Na	55.9	93.5	233.3	112.7
15-aug	Na	71.7	103.2	261.9	132.9
22-sep	Na	69.4	51.0	390.5	144.9
11-okt	Na	62.8	26.5	376.2	122.2

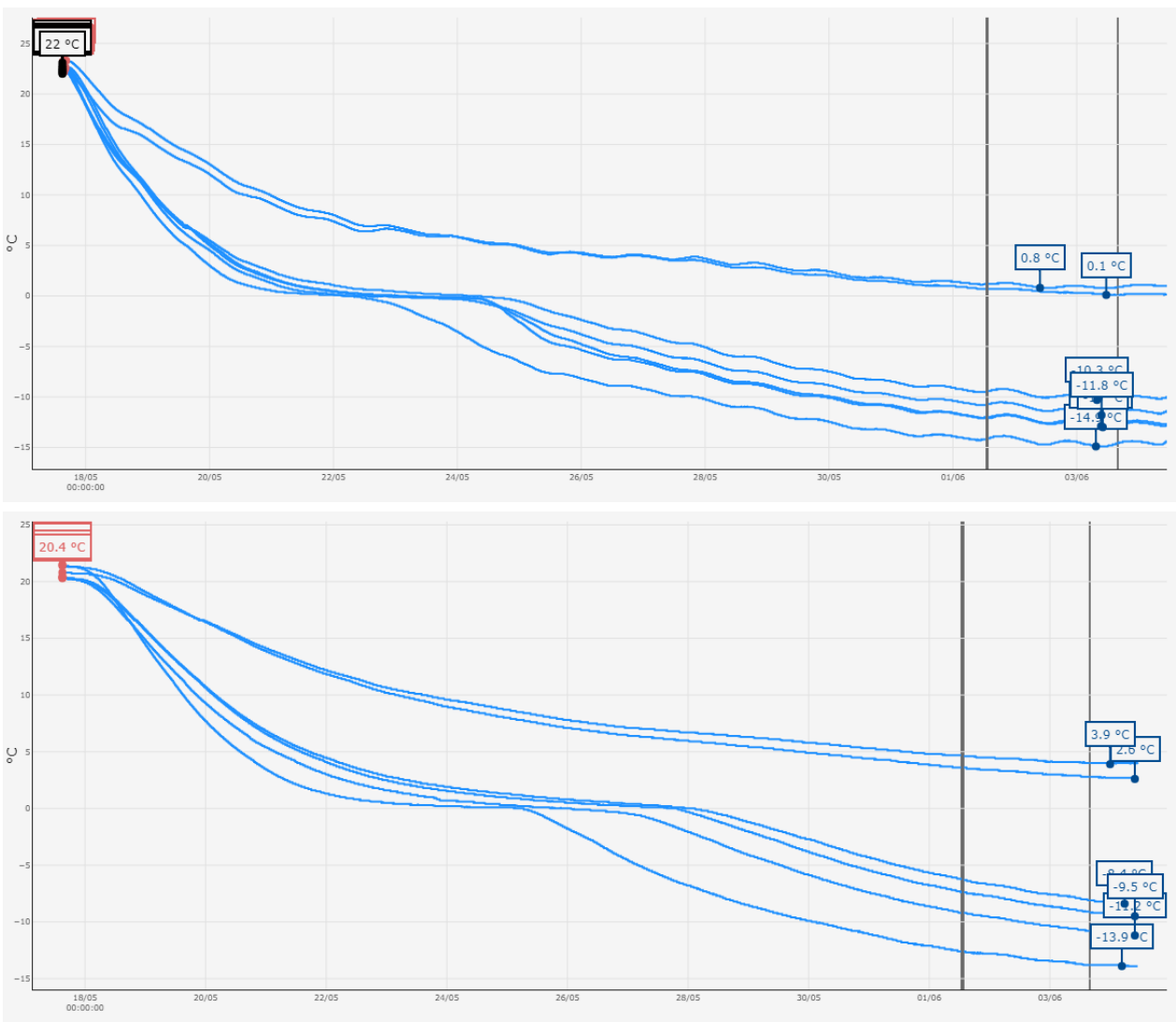


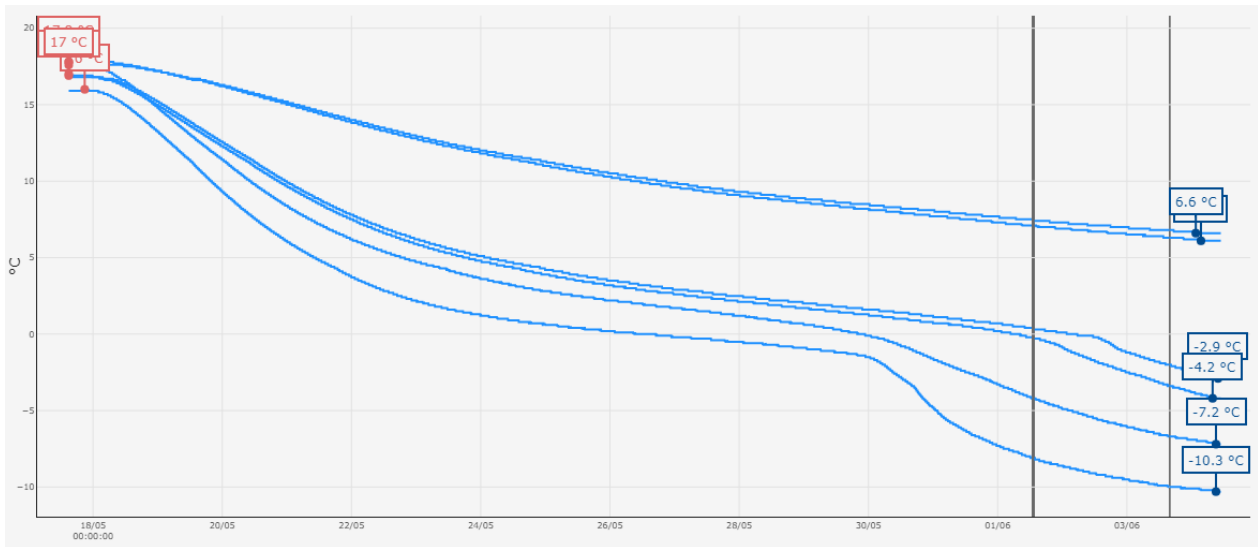
**Figuur 8** Aantal nestopeningen voor en na de koude behandeling op het behandelde vak (a), de twee naastgelegen vakken, Zuidzijde (b) en Noordzijde (c) en het Referentievak, zonder behandeling (d) (boven) en de procentuele verschillen in nestopeningen per vak ten opzichte van de 0-meting (=100%) op 11 mei (onder).

### 3.4 Energieverbruik

Om de bodem af te koelen is (fossiele) energie nodig om een generator aan te drijven die elektriciteit opwekt voor de koelmachine en de randapparatuur (pompen, ventilatoren, sturing, etc.). De totale energie-input voor de test bedroeg 572 kW. Deze energie is geleverd door een aggregaat van 40 Kva. Het totale brandstofverbruik van het aggregaat kwam uit op circa 1705 liter blauwe diesel over een periode van 13 dagen. Doordat de bodemtemperatuur in de testperiode rond de +20 °C lag, had de machine meer tijd nodig om deze warmte af te voeren. Per vierkante meter bedroeg de energie-input 48 kW, waarvoor 142 liter brandstof nodig was. Kosten voor brandstof per vierkante meter bedroegen € 259,- (prijspeil november 2022, € 1,82/l inclusief BTW)

Uit het temperatuurverloop over de gehele afkoelingsperiode van 13 dagen blijkt dat het tussen de vrieslansen ongeveer drie dagen duurde voordat de relatief warme bodem van circa 22-23 °C was afgekoeld tot rond de 0 °C (Figuur 9). Uit het verloop blijkt ook dat het stollingspunt van water een kantelpunt is. De temperatuur bleef ongeveer 1 tot 1,5 dag rond de 0 °C hangen. Nadat er eenmaal ijs was gevormd daalde de temperatuur relatief snel tot rond -10 °C. Langs de buitenranden van het behandelde oppervlak varieerde de bodemtemperatuur van rond het vriespunt net onder maaiveld tot circa 6 op 10 cm diepte (bovenste twee lijnen in Figuur 9).





**Figuur 9** *Temperatuurverloop in de bodem op verschillende plaatsen in het behandelde vak over de gehele afkoelingsperiode van 13 dagen op 30 cm onder maaiveld (boven), 80 cm onder maaiveld (midden) en 130 cm onder maaiveld (beneden).*

---

## 4 Discussie en aanbevelingen

### 4.1 Discussie

Er is voor gekozen de test uit te voeren in de tweede helft van mei, omdat in deze periode van het jaar de aanwezigheid en activiteit van de mieren bovengronds waarneembaar is aan de hand van het aantal 'actieve' nestopeningen (vers zand duidt op eileg en dus nog aanwezige koninginnen). Na afloop van de behandeling kon aan de hand van het aantal nestopeningen de effectiviteit van de behandeling worden bepaald en door de nestopeningen in de maanden er na te monitoren kon ook de duur van het effect bepaald worden.

Uit de resultaten van de test is gebleken dat bevrozing van de bodem lokaal een effectieve bestrijdingsmethode is voor het mediterrane draaigatje. Op het behandelde oppervlak nam het aantal nestopeningen met bijna 90% af. Het *proof of principle* is daarmee geleverd. De afname is voornamelijk het gevolg van het doden van de mieren door bevrozing, maar voor een klein deel ook het gevolg van vluchtende mieren.

De eerste telling van nestopeningen vond plaats 21 dagen na stopzetten van de koeling, op dat moment was het erg warm weer en de bodem was weer grotendeels boven de 0 °C. De draaigatjes waren massaal aanwezig in de vakken naast het behandelde vak. Hierdoor kon niet met zekerheid worden vastgesteld of de nestopeningen in het behandelde vak tijdens de telling van 21 juni afkomstig waren van mieren die het bevrozingsproces hadden overleefd of dat ze van de weer teruggekomen mieren zijn. Echter, gezien de lage temperaturen die met het bevrozen zijn gerealiseerd en het feit dat de mieren zich bij warm weer zeer snel te kunnen verplaatsen, is het aannemelijk dat de mieren de plek weer opnieuw hebben gekoloniseerd. Dat impliceert dat door het bevrozen dus mogelijk (of zelfs waarschijnlijk) alle mieren zijn gedood en de effectiviteit van bevrozen boven de 90% ligt.

Het bevrozen van een groot bodemvolume gaat relatief langzaam, zeker in een warme periode zoals tijdens de test. Dat biedt een deel van de mieren de gelegenheid om te 'vluchten' tot buiten het behandelde vak, hetgeen ook daadwerkelijk geobserveerd is in het veld. Een stroom mieren verliet het vak onder behandeling en liep naar een noordelijker gelegen parkeerplaatsdeel. Het is hierbij niet te achterhalen of ze vluchtten voor de kouder wordende bodem of voor het plaatsen van de isolatiebox en dus het wegvallen van inkomende zonnewarmte.

Geholpen door de hoge temperaturen in de betreffende periode hebben de mieren die uit de kolonie wegvluchtten het behandelde vak in de loop van het seizoen weer deels gekoloniseerd. Met name het vak aan de zuidzijde van het behandelde vak bleek in trek bij de mieren. Hier nam de dichtheid aan nestopeningen toe na het behandelen (verplaatsingen er naar toe = meer nestopeningen) en na het weghalen van de installatie werd de behandelde plek weer gekoloniseerd hier vandaan (afname nestopeningen). Het vak aan de noordzijde van het behandelde vak laat ook een stijging in aantal nestopeningen zien (verplaatsingen er naar toe), maar hiervandaan zijn de mieren niet meer teruggegaan (geen afname na het weghalen van de installatie). Dit verschil wordt verklaard omdat het noordelijke deel even geschikt is voor de mieren als het behandelde deel en er dus geen noodzaak is om terug te trekken, terwijl de rand aan de zuidzijde zeer klein is en overbevolkt werd en in de loop van de zomer ook steeds meer in de schaduw kwam te liggen.

Ondanks de herkolonisatie kwam de grootte van de kolonie niet terug op het oude niveau, het bleef steken op circa 70%. Deze herkolonisatie is primair het gevolg van de noodzaak om de test uit te voeren in het zomerseizoen als de mieren actief zijn, omdat anders het effect van de behandeling niet bepaald kon worden. De praktische betekenis hiervan is dat (1) een bestrijding door middel van afkoelen van de bodem beter in de winterperiode kan worden uitgevoerd als de mieren minder actief zijn (de effectiviteit wordt dan pas in het daarop volgende voorjaar duidelijk), en (2) als de behandeling eenmaal is gestart het zaak is de bestrijding door te zetten omdat anders afhankelijk van de omgevingstemperatuur herkolonisatie van het behandelde gebied kan optreden.

---

## 4.2 Aanbevelingen

Aangezien er met de huidige installatie slechts een relatief klein bodemoppervlak behandeld kan worden én het feit dat de mieren tijdens een warme periode actief zijn en de plek kunnen ontvluchten en weer kunnen herkoloniseren, lijkt een aanpak in een warme periode dus minder geschikt om een koloniebrede bestrijding uit te voeren. De verwachting is dat bij het toepassing in de winter betere resultaten behaald kunnen worden. Er is dan een periode van minimaal 2-3 maanden dat het relatief koud is en de mieren in de grond in ruimtes bij elkaar overwinteren. In deze periode kunnen de mieren naar alle waarschijnlijkheid nauwelijks vluchten en de behandelde plekken herkoloniseren. Dus er worden veel meer mieren gedood en er is tijd beschikbaar om de installatie enkele keren te verplaatsen en zo grotere delen van of de gehele kolonie aan te pakken. Het effect van de behandeling is in deze periode echter niet bovengronds vast te stellen.

Toepassing in najaar of winter betekent, niet onbelangrijk, dat gewerkt wordt met minder hoge bodemtemperaturen. Dit verkort de behandelduur en vergt minder energie-input, dus ook qua efficiënt gebruik van tijd, kosten en energie kan een winterbehandeling vele voordelen leveren. Onze belangrijkste aanbeveling is dan ook om het onderzoek te herhalen in een winterperiode om dit te toetsen.

Voor het *proof of principle* is gekozen voor een zekere over-dimensionering door de bodem tot ruim 1 meter diep af te koelen tot circa -8 tot -10 °C (onder de lansen is er ook ijs-opbouw van ongeveer 50 cm). Uit de later bepaalde bodemopbouw bleek dat er op 50 cm onder maaiveld een dichte kleilaag aanwezig was waarvan het niet aannemelijk is dat zich daarin nog mieren bevinden. Toepassing van vrieslansen van 0,5 m waren in deze situatie waarschijnlijk ook voldoende geweest. Het is aannemelijk dat warmteminnende mieren ook al bij minder lage temperaturen onder nul worden gedood. De resultaten uit het onderzoek beschrijven daarmee een *worst case*-scenario. Het energieverbruik was hoger dan in deze situatie waarschijnlijk had gehoeven. Dat biedt mogelijkheden voor verdere energiebesparing. Op andere locaties kunnen de mieren overigens ook dieper nestelen dan 1 m, zoals bijvoorbeeld op een locatie op de hogere zandgronden is waargenomen. De diepte van de nesten hangt grotendeels af van de combinatie van de bodemopbouw en de ouderdom van de kolonie. Het is derhalve aan te bevelen om voor aanvang van een bestrijding eerst bodemonderzoek te doen. Op basis hiervan kan in combinatie met kennis over de kolonieopbouw worden bepaald tot welke diepte de bodem moet worden behandeld.



---

# 5 Praktische toepasbaarheid

## 5.1 Opschaalbaarheid van de bestrijding

Om 'vluchtgedrag' en herkolonisatie bij de bestrijding van een mierenkolonie te voorkomen moet er gewerkt worden volgens een vooraf bepaalde strategie. Als er in het warme gedeelte van het jaar wordt gewerkt, dan betekent dit onder andere dat er in een kolonie altijd van buiten naar binnen gewerkt moet worden. Door een cirkel/vierkant of rechthoek te maken van ijs kan mogelijk het vluchten van de mieren onmogelijk worden gemaakt en kan de bestrijding doorgezet worden naar binnen toe. Als een bestrijding is gestart is het zaak de bestrijding door te zetten tot de gehele locatie is behandeld, anders komen de mieren weer terug en zijn de acties voor niks geweest.

### 5.1.1 Geïntegreerde bestrijding

Gezien de complexiteit van een kolonie (met koloniedelen niet alleen onder bestrating, maar ook in tuinen en muren; en de kolonie is vaak niet continu, maar kan ook kleine delen op afzonderlijke locaties hebben) kan het bevriezen van de bodem altijd maar een deel van een integrale aanpak zijn, die met name ingezet kan worden om in omvangrijke kolonies hotspots van enorme activiteit kwijt te raken (Noordijk *et al.*, 2022). Thans wordt de bestrijding uitgevoerd door bestrijdingsmiddelen per nestingang toe te dienen. Dit werkt goed om kleine koloniedelen aan te pakken en in de randen van de kolonie toe te passen en zo de kolonie te verkleinen. In kolonies die enorm groot zijn of met enorme dichtheden aan nestopeningen (zie bijv. Figuur 3) is zo'n werkwijze bijna niet toe te passen, het ontbreekt dan altijd aan tijd en mankracht om zo intensief te werken. Juist op deze plekken zou een geïntegreerde bestrijding toegepast moeten worden: de grote, mierenrijke en relatief uniforme koloniedelen worden aangepakt door de grond te bevriezen en zo massaal mieren te doden, terwijl een meer traditionele bestrijding wordt toegepast op allerlei plekken met kleine of moeilijk toegankelijke koloniedelen.

### 5.1.2 Bodemleven

De installatie die ingezet is voor de bestrijding van het draaigatje is gebouwd en getest voor de bestrijding van ondergrondse wortelstokken van Japanse duizendknoop, een invasieve plantensoorten (Van Dijk & De Visser, 2022). Gezien de effectiviteit op de duizendknoop is het aannemelijk te veronderstellen dat ook wortels van bomen en struiken niet bestand zijn tegen lage temperaturen gedurende de periode dat de planten fysiologisch actief zijn (groeiseizoen). Gedurende de winterrust zou dit anders kunnen zijn, maar dat is niet onderzocht. In hetzelfde onderzoek zijn verschillende bodemeigenschappen gemeten. Hieruit bleek dat er geen aanwijzingen zijn dat koudebehandeling van de bodem een destructief effect heeft op de micro-organismen in de bodem (i.t.t. warmteminnende mieren). Kwalitatief gezien was er vrijwel geen verschil tussen behandelde en onbehandelde grond. De koudebehandeling had ook geen effect op de fysische parameters van de bodem zoals pH en organisch stofgehalte en de zaadbank van kruidachtigen bleef grotendeels intact. Na beëindiging van de koudebehandeling en ontdooien van de grond ontkiemden diverse kruiden en grassen.

### 5.1.3 Andere plaagsoorten

In theorie zouden meer in de bodem levende diersoorten bestreden kunnen worden door middel van bevriezing. Immers, veel dieren kunnen hier niet tegen, met name door het stoppen van noodzakelijke fysiologische processen of door schade in het lichaam op het moment dat ijskristallen ontstaan. Nu uit de test is gebleken dat het bevriezen van de bodem een effectieve methode is zou deze mogelijk ook ingezet kunnen worden voor bestrijding van andere plaagsoorten die in de bodem leven. Een niet uitputtende literatuurreview laat zien dat er niet eerder onderzoek naar bestrijding door bodembevriezing heeft plaatsgevonden. Dit komt waarschijnlijk door de complexiteit van deze methode in het veld, waarbij tot voor kort eigenlijk geen manieren beschikbaar waren om dit toe te passen en uit te proberen. In de literatuur

---

vinden we wel beschrijvingen van bestrijding door bevriezing van relatief simpele objecten (d.w.z. objecten die in een vrieskist gestopt kunnen worden). Het gaat hierbij om voedsel, museumcollecties en archiefmateriaal (Strang, 1992; Bergh *et al.*, 2006).

Momenteel is het lastig aan te geven in hoeverre het bevriezen van de bodem geschikt is als bestrijdingsmethode tegen andere (invasieve) plaagsoorten. Dit zal vooral afhangen van de mogelijkheden van elke soort om met koude om te gaan, in ruststadia te verkeren of te kunnen ontsnappen. Nieuw onderzoek, dat zowel als een gecontroleerd experiment of als verkennend veldonderzoek kan plaatsvinden, is nodig om de effectiviteit van de hier beschreven methode te bepalen.

## 5.2 Effectiviteit ten opzichte van andere methoden

Andere bestrijdingsmethoden die momenteel worden ingezet om over grotere oppervlakten het mediterraan draaigatje te bestrijden zijn het inbrengen van nematoden en het gebruik van grote hoeveelheden kokend water (Groothuis, 2022; Noordijk *et al.*, 2022). Het is momenteel niet mogelijk om de drie methoden van niet-chemische bestrijding te vergelijken qua energie-input, brandstof, inzet van personeel en kosten omdat het ontbreekt aan kengetallen. Het wordt ingeschat dat de tijdsinvestering van het toedienen van heet water of nematoden en het plaatsen en weghalen van de vriesinstallatie grofweg eenzelfde tijdsinspanning zal vergen. Zowel bevriezen als de heet-watermethode vergen de nodige energie-input. Het bevriezen van de bodem heeft wel als groot voordeel ten opzichte van de twee andere methoden dat hierbij niet de straat wordt opengebroken. Voor het toedienen van nematoden en kokend water wordt de bestrating verwijderd, terwijl voor het inbrengen van de vrieslansen slechts enkele tegels verwijderd hoeven worden. Dit zorgt voor reductie aan werk en overlast in de wijk.

Praktijkervaring leert dat deze niet-chemische methoden alleen effectief zijn als daarnaast ook (andere) bestrijding plaatsvindt van de kolonieranden, kleine koloniedelen en koloniedelen in tuinen en gebouwen. Een integrale aanpak, dat wil zeggen een combinatie van chemische en niet-chemische methoden, biedt het meeste perspectief op een volledige bestrijding van grote kolonies en daarmee verschilt de algemene aanpak tussen de methoden niet qua hoeveelheid te gebruiken bestrijdingsmiddelen of personele inzet voor de bestrijding er om heen. Voordeel van een integrale aanpak is wel dat het leidt tot een substantiële afname in bestrijdingsmiddelengebruik.

## 5.3 Technische optimalisatie

De koelinstallatie die is gebruikt voor de test wordt op dit moment verder doorontwikkeld. Er zijn drie belangrijke verbeteringen die zorgen voor een efficiënte opschaalbaarheid.

1. Het prototype van de koelmachine had de beschikking over 10 vrieslansen van 1 m lengte, die met een onderlinge afstand van 1 m in de bodem zijn geplaatst. De capaciteit van de machine is inmiddels verder uitgebreid en is nu geschikt gemaakt voor aansluiting van 30 vrieslansen (van 1 m). Afhankelijk van de situatie biedt dat mogelijkheden om een groter oppervlak gelijktijdig te behandelen.
2. Voor een snel bevriezingsproces is het van belang om de vrieslansen in een vierkant te plaatsen met een onderlinge afstand van 1 meter. Op deze manier is een ijslichaam het snelst gesloten. Bij de volgende machine, die meer koelcapaciteit heeft, kunnen meer vrieslansen worden geplaatst. Het maximale aantal kan pas worden bepaald na testen in de praktijk.
3. Voor de huidige test is gebruik gemaakt van een rechthoekige isolatiebox die over de vrieslansen wordt geplaatst. Om de vrieslansen flexibeler te kunnen inzetten afhankelijk van de vorm van de kolonie en eventuele oneffenheden in de ondergrond wordt nu gewerkt aan het toepassen van isolerende afdekzeilen die in allerlei vormen aangebracht kunnen worden.

Met de (verbeterde) installatie zijn inmiddels drie *in situ* behandelingen uitgevoerd, twee voor de bestrijding van Japanse duizendknoop (2021 en 2022) en een voor mediterraan draaigatje (2022, dit rapport). Hieruit zijn diverse kengetallen af te leiden met betrekking tot energie-input en brandstofverbruik. Naast de

technische verbeteringen die zijn doorgevoerd wordt de grootste besparing aan energie gerealiseerd door toepassing in een periode met relatief lage lucht- en bodemtemperaturen. Bij toepassing in november was substantieel minder energie (en brandstof) per vierkante meter nodig dan in perioden met temperaturen tussen de 20 en 30 °C om dezelfde gewenste bodemtemperatuur te realiseren.

**Tabel 4** Kengetallen van drie in situ behandelingen door middel van bevrozing voor de bestrijding van Japanse duizendknoop en mediterrane draaigatje.

Kengetallen	Pilot Japanse duizendknoop	Pilot mediterrane draaigatje	Pilot Japanse duizendknoop
Periode	Juli 2021	Mei 2022	November 2022
Luchttemperatuur (°C)	+30	+20	+8
Oppervlak (m <sup>2</sup> )	12	12	28
Diepte (m)	1.5	1	1
Aantal vrieslansen	10	10	30
Gewenste bodemtemperatuur (°C)	-10	-8/-10	-10
Duur behandeling (dagen)	21	13	9
Grondsoort	zand/leem	zand/klei	zand
Energie-input (kW)	924	572	170
Brandstofverbruik (l)	2307	1705	1404
<i>Input per m<sup>2</sup></i>			
Energie-input (kW/m <sup>2</sup> )	77	48	6
Brandstofverbruik (l/m <sup>2</sup> )	192	142	50
Kosten brandstof (€/m <sup>2</sup> )*	350	259	91

\* prijspeil november 2022: € 1.82 per liter, incl. BTW.

## 5.4 Voorbereidende werkzaamheden

Voor het uitvoeren van werkzaamheden in de openbare ruimte gelden regels en voorwaarden waaraan voldaan moet zijn voordat de installatie geplaatst en in gebruik genomen mag worden. Afhankelijk van de gemeente waar de werkzaamheden worden uitgevoerd moeten hiervoor verschillende aanvragen en/of meldingen worden gedaan. Om een indruk te geven om welke voorbereidingen het gaat worden onderstaand een aantal aspecten benoemd die hierbij van belang zijn. Het betreft voornamelijk aanvragen van vergunningen, het doen van meldingen, technische voorbereidingen op de betreffende locatie en communicatie met omwonenden. Onderstaande benamingen van vergunningen en regelingen hebben betrekking op werk in de openbare ruimte van de gemeente Amsterdam. In andere gemeenten kunnen afwijkende benamingen en/of voorwaarden worden gehanteerd.

### 5.4.1 Vergunningen en meldingen

1. Indienen Aanmeldingsformulier Coördinatiestelsel Werken aan de Weg. Hierbij wordt gekeken of:
2. projecten kunnen worden gecombineerd: als een partij werkzaamheden uitvoert, kunnen andere partijen meegaan in dit werk. Dit is kostenefficiënt en voorkomt meerdere opbrekingen van dezelfde weg in een korte periode.
3. Projecten toetsen op Bereikbaarheid, Leefbaarheid, Veiligheid en Communicatie (BLVC).
4. Toezicht houden op het aantal projecten dat tegelijkertijd wordt uitgevoerd. Plannings aanpassen wanneer in een gebied teveel projecten gepland zijn en projecten combineren waar mogelijk. Hierbij wordt gekeken of de werkzaamheden kunnen worden gecombineerd. Andere (nuts)bedrijven beoordelen of ze tegelijkertijd ook werkzaamheden willen uitvoeren.
5. Opstellen BLVC uitvoeringsnotitie. BLVC staat voor Bereikbaarheid, Leefbaarheid, Veiligheid en Communicatie
6. WIOR (Werken in de Openbare Ruimte) vergunning aanvragen. Het BLVC-plan is hier onderdeel van en moet worden bijgevoegd. In de aanvraag is het ook mogelijk om aan te geven of je parkeervakken wilt reserveren.

- 
7. Objectenvergunning aanvragen voor het plaatsen van objecten (container, bouwhekken) in de openbare ruimte.
  8. Ontheffing TVM (Tijdelijke Verkeersmaatregel) aanvragen.
  9. Aanvragen Verkeersontheffing RVV (Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens). Hiermee mag met voertuigen worden gereden waar dat normaal niet mag. Bijvoorbeeld op de stoep (alleen om te laden en te lossen), park of plein.
  10. Voor het transport moet rekening worden gehouden met milieuzones die in de steden gelden.

#### 5.4.2 Technische voorbereidingen

1. KLIC-melding voor het vaststellen van de ligging kabels en leidingen. Zijn deze aanwezig, dan is voorzichtigheid geboden in verband met boren in de bodem. Daarnaast kunnen glasvezelkabels en waterleidingen beschadigd raken door bevriezing. Oplossing kan zijn om deze in te pakken met isolatiemateriaal, of een verwarmingslint aan te brengen op een leiding of kabel.
2. Aanvragen tijdelijke stroomaansluiting bij de netbeheerder (indien van toepassing);
3. Bodemkwaliteit(klasse) op de locatie vaststellen in het kader van de CROW-400;
4. Bodemopbouw van de locatie vaststellen om te bepalen tot welke diepte de plaagsoort zit en of de bodem geschikt is voor het plaatsen van vrieslansen.

#### 5.4.3 Voorbereidingen communicatie

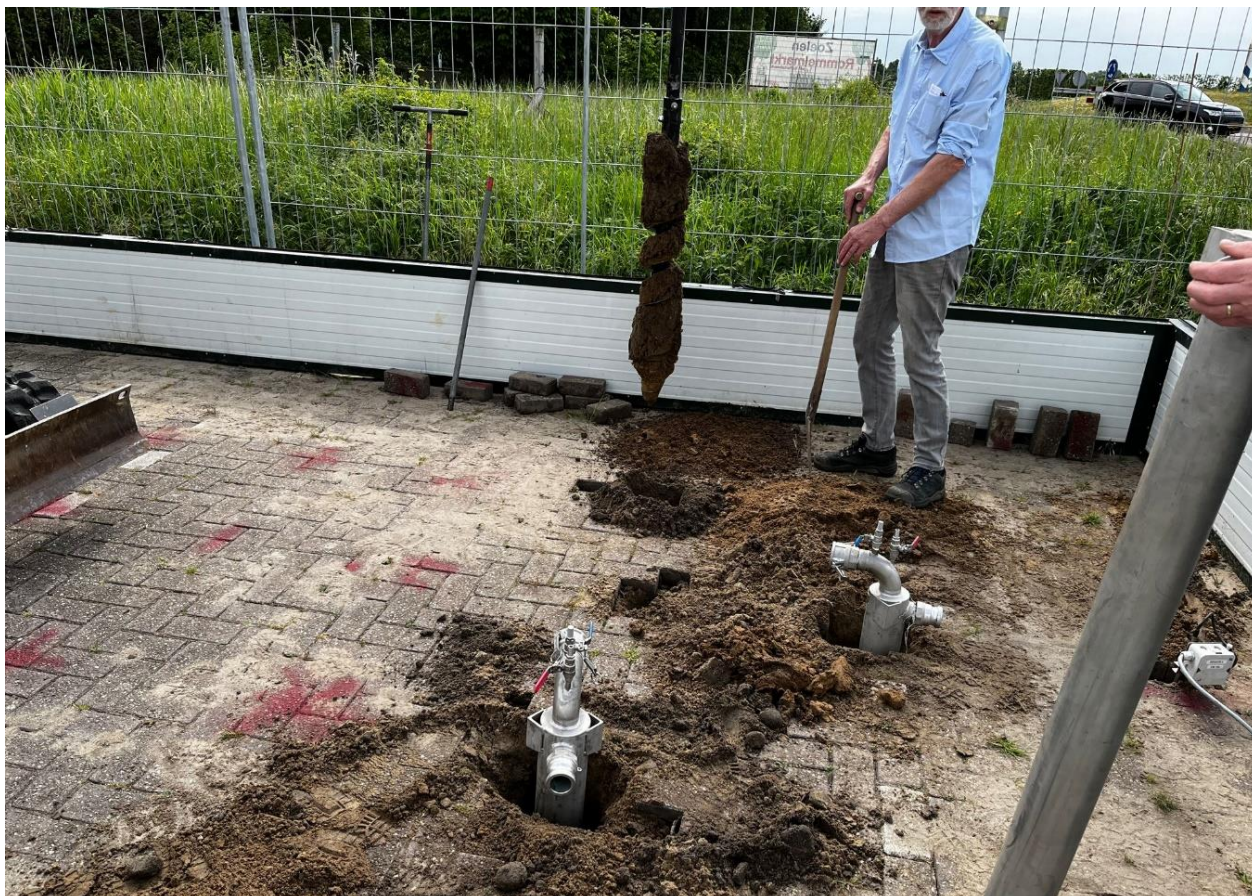
1. Bewonersbrieven opstellen en verspreiden;
2. Beheerders informeren;
3. Informatieborden plaatsen. Bovengrondse delen van installatie zoals de aansluitpunten van de vrieslansen kunnen een temperatuur van -35 °C bereiken. Aanraking kan huidschade veroorzaken. Om risico's voor omstanders te voorkomen dient de locatie afgezet te worden met bouwhekken voorzien van een waarschuwingsbord;
4. Opzetten nood- en klachtennummer voor omwonenden;

---

# Literatuur

- Bergh, J.-E., K.-M.V Jensen, M. Åkerlund, L. Stengård Hansen & M. Andrén 2006. A contribution to standards for freezing as a pest control method for museums. *Collection Forum* 21: 117-125.
- Boer, P., J. Noordijk & A.J. van Loon 2018. Ecologische atlas van Nederlandse mieren (Hymenoptera: Formicidae). EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden. 125 pp.
- Groothuis, J. 2022. Beheersing van het mediterrane draaigatje, er is hoop. *Dierplagen Informatie* 25-2: 10-12.
- Mullen, M.A. & R.T. Arbogast 1979. Time-temperature-mortality relationships for various stored-product insect eggs and chilling times for selected commodities. *Journal of Economic Entomology*, 72: 476-478.
- Noordijk, J. 2016. Leefwijze van *Tapinoma nigerrimum* (Hymenoptera: Formicidae), een nieuwe exotische mier in Nederland. *Entomologische Berichten* 76: 86-93.
- Noordijk, J. 2019. Nieuws over invasieve draaigatjes, inclusief literatuurmelding van een nieuwe Nederlandse soort: Iberisch draaigatje *Tapinoma ibericum*. *Forum Formicidarum* 20(2): 12-17.
- Noordijk, J. 2020. Het Iberisch draaigatje, massale vondst in een plantenpot uit een tuincentrum. *Dierplagen Informatie* 23 (4): 10-11.
- Noordijk, J. 2022. Inventarisatie en kennisverspreiding exotische mieren in tuincentra. EIS2022-019, EIS Kenniscentrum Insecten, Leiden.
- Noordijk, J., E. Brouwer & T. Wurfbain, 2022. Aanpak van het mediterrane draaigatje op alle fronten. *Nature Today*, 28 oktober 2022.
- Seifert, B., D. D'Eustacchio, B. Kaufmann, M. Centorame, P. Lorite & M.V. Modica 2017. Four species within the supercolonial ants of the *Tapinoma nigerrimum* complex revealed by integrative taxonomy (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 24, 123-144.
- Strang, T.J.K. 1992. A review of published temperatures for the control of pest insects in museums. *Collection Forum* 8: 41-67.
- Van Dijk, C.J. & W. de Visser, 2022. Bestrijding Aziatische duizendknoop door bevroering van de bodem. Effectiviteit van een in situ behandeling. Wageningen Research, Rapport WPR-1130.

## Bijlage 1 Overzicht opbouw proefopstelling



**Figuur B1.1** Plaatsing van de vrieslansen in het te behandelen deel van de kolonie (Foto TIBACH).



**Figuur B1.2** Gangenstelsel met mieren net onder de klinkerbestrating (Foto TIBACH).



**Figuur B1.3** Overzicht vrieslansen en bekabelde temperatuursensoren (Foto TIBACH).



**Figuur B1.4** Vrieslansen middels geïsoleerde slangen aangesloten op de koelinstallatie (Foto TIBACH).



**Figuur B1.5** Proefdraaien van de installatie, door afkoeling bevriest condens op de leidingen en vrieslansen (Foto TIBACH).





**Figuur B1.6** Overzicht van het te behandelen vak. De vrieslansen bevinden zich in de afgesloten isolerende box (Foto TIBACH).



**Figuur B1.7** Overzicht van de volledige proefopstelling met de isolerende box (rechts) en de koelinstallatie plus aggregaat (links) (Foto TIBACH).

---

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16

6700 AA Wageningen

T 0317 48 07 00

[wur.nl/plant-research](http://wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-1205



---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

---



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Correspondentieadres voor dit rapport:  
Postbus 16  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[wur.nl/plant-research](http://wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-1205

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

