

Trompetkalkkokerwormen in de jachthaven van WSV Herkingen, 2021

In opdracht van: WSV Herkingen



A. Gittenberger
M. Rensing
H. Keeler Perez

GiMaRIS
t r i e n t e n v e n t r
t e n b e r g e r r i n e s e a r c h y
G i t t e n b e r g e r r e s e a r c h y

GiMaRIS rapport 2022_07

Datum:
februari 2022

Rapport nr.:
GiMaRIS 2022_07

Titel:
Trompetkalkkokerwormen in de jachthaven van WSV Herkingen, 2021

Voorkant:
Begroeiing op een SETL-plaat opgehangen aan A van maart tot en met september 2021

Auteur:
Dr. A. Gittenberger
Drs. M. Rensing
H. Keeler Perez Msc.

Adres / opdrachtgever:
GiMaRIS
Rijksstraatweg 75
2171 AK Sassenheim

Opdrachtgever:
WSV Herkingen

Projectleider:
De heer H. van Dorsser

GiMaRIS is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit de toepassing van de gegevens in dit rapport. De opdrachtgever vrijwaart GiMaRIS voor aanspraken van derden in verband met de gegevens in dit rapport. Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden weergegeven, gepubliceerd, gekopieerd of op enige andere manier gebruik worden zonder schriftelijke toestemming van de auteur of de opdrachtgever. Het kwaliteitsmanagementsysteem van GiMaRIS is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd door NCK voor het nationaal en internationaal plegen van toegepast en wetenschappelijk onderzoek, het geven van adviezen en beleid maken voor bedrijven, semioverheid en overheid (NCK.2015.364.ISO9001). GiMaRIS is lid van het Netwerk Groene Bureaus (NGB).



INHOUD

1.	Introductie	p. 4
2.	Materiaal & methoden	p. 5
3.	Resultaten & Discussie	p. 7
	3.1. Vestiging van trompetkalkkokerwormen op SETL-platen in 2021	p. 7
	3.2. Watertemperatuur en saliniteit in de jachthaven van WSV Herkingen	p. 10
	3.3. Overige bevindingen	p. 17
4.	Conclusies	p. 18
5.	Aanbevelingen	p. 19
6.	Literatuur	p. 19

1. Introductie

De vermoedelijk uit Australië afkomstige trompetkalkkokerworm *Ficopomatus enigmaticus* heeft de potentie om binnen enkele weken tot maanden tijd tientallen centimeters dikke kalkriffen te vormen. Deze riffen veroorzaken wereldwijd, in vooral gematigde brakwater gebieden, veel overlast doordat (koel)waterleidingen worden verstopt, sluisdeuren niet meer goed sluiten en scheepshuiden worden begroeid. Hoewel de soort vermoedelijk al vele jaren in de jachthaven van WSV Herkingen voorkomt, neemt de laatste jaren de overlast sterk toe. Daarbij zorgen de riffen van trompetkalkkokerwormen op de aanwezige pleziervaartuigen er niet alleen voor dat deze langzamer kunnen varen vanwege de verhoogde waterweerstand, maar ook dat het roer soms niet goed meer werkt, en dat de schroef niet goed meer kan draaien (Fig. 1). Vanwege deze problemen is door WSV Herkingen contact opgenomen met GiMaRIS, met de vraag om te onderzoeken wat de oorzaak zou kunnen zijn dat de overlast van deze soort in recente jaren zo is toegenomen. Het huidige rapport beschrijft het onderzoek wat door GiMaRIS in samenwerking met WSV Herkingen is uitgevoerd in 2021, en geeft hierop gebaseerd enkele aanbevelingen.



Fig. 1. Trompetkalkkokerworm aangroei op een boot uit de haven van WSV Herkingen. ©Dik van Huizen

2. Materiaal en methoden

Op 22 maart 2021 zijn op vier verschillende plekken binnen de jachthaven drie SETL-platen (14x14 cm grijs PVC op een diepte van 0,5 tot 1 m) uitgehangen. Deze zijn vanaf 29 maart tot en met 17 november wekelijks gefotografeerd door de jachthavenmeesters van WSV Herkingen (Fig. 2). Hierbij werden wekelijk ook saliniteit en temperatuur gemeten, naast de parameters nitraat, nitriet, fosfaat en pH. Aangezien de meest duidelijke relaties met de vestigingsperiodes van trompetkalkkokerwormen in het huidige onderzoek konden worden gelegd met de waterparameters saliniteit en temperatuur, concentreert het huidige rapport zich op deze twee parameters.

In juni en september zijn in aanvulling op de SETL-platen die in maart waren opgehangen, op iedere locatie nog nieuwe SETL-platen opgehangen, om zo het verschil vast te kunnen leggen tussen de aangroei van trompetkalkkokerwormen bij reeds begroeide SETL-platen en “schone” SETL-platen.

Om een beeld te krijgen van de diversiteit aan soorten in de jachthaven (naast de trompetkalkkokerworm), is op 26 juni 2021 een inventarisatie uitgevoerd waarbij “alle” aanwezig soorten werden vastgesteld. Hierbij zijn verder zowel aan het wateroppervlak, als vlak boven de bodem, watermonsters genomen, met name om te onderzoeken in hoeverre de zoutgehalten op deze plekken verschillen.

Tenslotte zijn er, georganiseerd vanuit WSV Herkingen, door de leden enquêtes ingevuld waarbij werd geïnventariseerd of en in welke mate trompetkalkkokerwormen zich op de vaartuigen hadden gevestigd. In deze enquête werden ook vragen gesteld om vast te stellen in hoeverre de aangroei gerelateerd zou kunnen worden met het vaargedrag, de locatie binnen de haven en/of de manier waarop aangroei werd bestreden.

Om vast te stellen in welke periodes van het jaar de vestiging van trompetkalkkokerwormen met name plaats vond, zijn door GiMaRIS alle foto's die van de SETL-platen zijn gemaakt bekeken, waarbij per locatie wekelijk een inschatting is gemaakt van het aantal “nieuw” gevestigde trompetkalkkokerwormen. Om dit vast te stellen, werd een inschatting gemaakt van het aantal aanwezige kalkkokers kleiner dan 5 mm.

Los van de vestiging van trompetkalkkokerwormen werden andere dominante soorten die op de platen groeiden ook genoteerd. Hierbij werd vast gesteld in hoeverre deze soorten mogelijk zouden kunnen concurreren met de trompetkalkkokerwormen voor ruimte. Gebaseerd op de analyses van de platen, werd vervolgens vastgesteld in welke periodes van het jaar de voornaamste vestiging van trompetkalkkokerwormen plaats vond. Daarna werd gekeken in hoeverre deze periodes mogelijk gerelateerd waren aan de waterparameters die in de jachthaven gemeten waren. Om de vastgestelde veranderingen in temperatuur en zoutgehalten in de haven te kunnen verklaren, zijn vergelijkingen gemaakt met metingen die in dezelfde periode zijn uitgevoerd en ter beschikking zijn gesteld door de lokale waterbeheerders (RWS / Hoogheemraadschap). Hierbij is gebruik gemaakt van watermonsters genomen in het Grevelingenmeer en op twee plekken in het binnenwater achter het gemaal. Hierbij is ook rekening gehouden met het spui-beleid, ofwel de hoeveelheid water (debiet) wat wekelijks via het gemaal werd gespuid in 2021. Gebaseerd op alle analyses is tenslotte vastgesteld welke waterparameters vermoedelijk het meest van belang zijn geweest voor het voortplantings- en vestigings-succes van de trompetkalkkokerworm *Ficopomatus enigmaticus* in de jachthaven van WSV Herkingen in 2021.



Fig 2. Onderzoekslocaties in de jachthaven van WSV Herkingen

3. Resultaten & Discussie

3.1 Vestiging van trompetkalkkokerwormen op SETL-platen in 2021

Gebaseerd op de analyses van de foto's van de SETL-platen kon de vestiging van soorten in 2021 wekelijks gevolgd worden vanaf 29 maart. De aanwezigheid van "nieuw" gevestigde trompetkalkkokerwormen (*Ficopomatus enigmaticus*), werd hierbij wekelijks ingeschat (Tabel 1; Fig. 3). Waar het de overige soorten betreft, werd alleen het vestigingsmoment van de meer dominante soorten vastgesteld aangezien deze mogelijk in verband zouden kunnen worden gebracht met de vestiging van *F. enigmaticus*:

- Vanaf maart tot en met april vond geen duidelijke aangroei plaats op de SETL-platen.
- Op 3 mei kon de eerste zichtbare aangroei op de SETL platen worden vastgesteld. Hierbij was op de platen een groen-bruinige laag zichtbaar van voornamelijk eencellige algen.
- Op 17 mei, twee weken later, hadden enkele honderden kleine kalkkokerwormpjes zich gevestigd op de SETL platen bij steigers H en G, en < 20 wormpjes op de platen bij steiger A. Bij het gemaal had geen vergelijkbare vestiging plaats gevonden. De vestiging betrof de uit Zuid-Amerika afkomstige kalkkokerworm *Neodexiospira brasiliensis* waarvan de individuen hooguit enkele millimeters groot worden.
- Op 24 mei werden op de platen bij steigers A, G en H gemiddeld meer dan 20 nieuw gevestigde zakpijpen (ruwe zakpijp *Ascidella aspersa*) waargenomen en op de platen bij het gemaal de (vermoedelijk Amerikaanse) brakwater-zeepok *Amphibalanus improvisus*.
- Op 31 mei, was de vestiging zichtbaar van het inheemse mosdiertje *Cryptosula pallasiana*, waarvan er gemiddeld meer dan 10 kolonies per plaat aanwezig waren op alle locaties, behalve de locatie naast het gemaal.
- Op 7 juni waren de platen bij steiger H zo goed als volledig bedekt door het mosdiertje *C. pallasiana*, werden de platen bij steiger A en G gedomineerd door zowel dit mosdiertje



Fig. 3. Trompetkalkkokerwormen gevestigd in september (<5 mm; linksboven) en in juni 2021 (>5 mm; rechtsonder) naast elkaar op een SETL plaat aan de A steiger.

als de zakpijp *A. aspersa*, en waren de platen bij het gemaal alleen begroeid met groenbruine eencellige algen en de brakwater zeepok *A. improvisus*.

- Op 14 juni werd de trompetkalkkokerworm voor de eerste keer aangetroffen. Hierbij varieerden de aantallen per plaat sterk, maar waren zowel bij het gemaal, als bij steigers G en H platen aanwezig waarop enkele duizenden (tot ~5000/plaat) kalkkokers zichtbaar waren. Bij steiger A waren dit er slechts enkele tientallen. De grote variatie aan aantallen gevestigde wormen per plaat, leek voornamelijk te komen door de aanwezige mosdiertjes, zakpijpen en groen-bruine algen (bij het gemaal) waar de wormen zich niet op hadden gevestigd. Vestiging vond zo goed als volledig plaats op plekken op de SETL-platen waar zich nog geen andere soorten hadden gevestigd.
- Op 21 juni hadden zich wederom grote aantallen kalkkokerwormen gevestigd. Zo hadden zich bij steiger A gemiddeld meer dan honderd kalkkokerwormen per plaat gevestigd, bij steiger H enkele honderden per plaat, en bij steiger G gemiddeld enkele duizenden. Waar op 14 juni nog zo goed als geen vestiging werd vastgesteld op andere organismen, had-

- den de meeste kalkkokerwormen zich op 21 juni gevestigd op de aanwezige zakpijpen en mosdiertjes. De bruin-groene algen die op 14 juni nog de platen bij het gemaal domineerden, waren op 21 juni afgestorven waarbij op de vrijgekomen ruimte een extreem hoge vestiging van kalkkokerwormen werd vastgesteld van minimaal 2000 individuen / plaat tot maximaal ~10.000 kalkkokerwormpjes die zich binnen een week tijd op één SETL plaat van 14x14 cm hadden gevestigd. Op 21 juni werd op elke locatie een extra (lege) SETL-plaat opgehangen.
- Op 5 juli kon de vestiging van gemiddeld enkele tientallen kalkkokerwormen per plaat worden vastgesteld. Op de SETL-platen die op 21 juni waren opgehangen, werd geen vestiging vast gesteld.
 - Op 13 juli werden wederom enkele tientallen nieuw gevestigde kalkkokerwormen vast gesteld op de SETL-platen die in maart waren opgehangen. Op de platen die op 21 juni in de haven werden gehangen, werden enkele honderden nieuwe kalkkokerwormen vastgesteld bij steigers A, H en G, maar vestigde zich slechts enkele wormen bij het gemaal.
 - Op 19 juli werden maximaal 10 nieuwe vestigingen per plaat waargenomen bij steigers A, H en G, maar werd bij het gemaal geen vestiging vast gesteld. Bij de SETL-platen die in juni nieuw waren opgehangen hadden zich bij steigers A, H en G enkele honderden wormpjes gevestigd, maar minder dan op 13 juli. De eerder gevestigde wormen zijn op de meeste platen doorgroeid tot ~5 cm dikke kalkkokerriffen.
 - Op 27 juli werden op alle locaties op de in maart opgehangen platen, meer nieuw gevestigde wormen vastgesteld in vergelijking tot de voorgaande weken variërend van maximaal 10 wormen op een plaat bij het gemaal tot maximaal 400 nieuw gevestigde wormen op een plaat bij steiger H. Bij de op 21 juni opgehangen platen leek de vestiging vergelijkbaar te zijn met voorgaande weken.
 - Vanaf 27 juli tot en met 6 september werden over het algemeen slechts enkele “nieuw” gevestigde kalkkokerwormen per plaat aangetroffen, waarbij het niet uit te sluiten is dat dit mogelijk al eerder gevestigde individuen betrof die op de platen waren overleden (bij “nieuw” gevestigde individuen wordt aangenomen dat de kalkkokers < 5 mm groot zijn, aangezien de kokers van oudere individuen al snel >5 mm zijn).
 - Op 13 (en 20 september) kon met zekerheid een nieuwe vestiging van individuen worden vastgesteld bij met name steigers A en G waar zich ~10-40 nieuwe wormpjes per plaat hadden gevestigd.
 - Op 27 september kon voor de laatste keer worden vastgesteld dat enkele kalkkokerwormen zich hadden kunnen vestigen. Vanaf 27 september tot 9 december vond vermoedelijk geen nieuwe vestiging meer plaats. Dit wordt bevestigd door nieuwe platen die op alle locaties werden opgehangen. De enkele “vestigingen” die in tabel 1 staan opgenomen betreffen, zoals hierboven ook bij 27 juli is uitgelegd, vermoedelijk individuen die direct na vestiging zijn dood gegaan.

Gebaseerd op de bovenstaande analyses kon worden vastgesteld dat er drie periodes waren waarbij de voornaamste vestiging (binnen 1-2 weken) van trompetkalkkokerwormen plaats vond. Deze periodes vielen rond 21 juni, 27 juli en 13 september. Daarbij vestigde zich aanzienlijk meer wormen op relatief “recent” opgehangen platen. De vestiging van wormen op platen die al eerder waren opgehangen, wordt vermoedelijk in enige mate geremd door de reeds aanwezige aangroei.

Verreweg de grootste vestiging vond plaats rond 21 juni. In die periode werd vastgesteld dat zich binnen een week tijd tenminste enkele honderden, maar op veel platen van slechts 14x 14 cm groot enkele duizenden tot wel ~10.000 kalkkokerwormen per plaat hadden gevestigd. Bij de tweede vestiging-periode rondom 27 juli vestigde zich aanzienlijk minder wormen per plaat (~100 / plaat) en bij de derde vestiging waren dit er nog minder (~10-20 / plaat).

Tabel 1. Tellingen van nieuwe vestigingen van de trompetkalkkokerworm *Ficopomatus enigmaticus* (kalkkokers van <5 mm zijn gescoord).

Datum	Gemaal						gemiddeld	A Steiger						gemiddeld
29-3-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
6-4-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
12-4-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
20-4-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
26-4-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
3-5-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
10-5-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
17-5-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
24-5-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
31-5-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
7-6-2021	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0		
14-6-2021	0	2000	5000	-	-	2333,3	50	0	0	-	-	16,7		
21-6-2021	10000	2000	2000	nieuwe plaat	-	4666,7	200	30	200	nieuwe plaat	-	143,3		
5-7-2021	0	20	10	0	-	10	0	15	100	0	-	38,3		
13-7-2021	20	0	5	0	-	8,3	50	30	10	300	-	30		
19-7-2021	0	0	0	0	-	0	0	5	10	150	-	5		
27-7-2021	10	1	0	0	-	3,7	20	300	20	300	-	113,3		
2-8-2021	0	0	-	-	-	0	10	20	5	-	-	11,7		
16-8-2021	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0		
21-8-2021	0	0	5	0	-	1,3	5	4	2	5	-	4		
6-9-2021	10	15	15	5	-	11,3	5	5	0	10	-	5		
13-9-2021	15	10	5	5	-	8,8	10	40	10	30	-	22,5		
20-9-2021	20	10	5	0	-	8,8	10	50	10	30	-	25		
27-9-2021	20	10	20	10	nieuwe plaat	15	20	5	30	10	nieuwe plaat	16,3		
11-10-2021	0	5	5	0	0	2,5	2	10	4	7	0	5,8		
18-10-2021	10	0	0	0	0	2,5	0	5	5	10	0	5		
25-10-2021	0	0	0	0	0	0	2	0	5	2	0	2,3		
17-11-2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9-12-2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

3.2 Watertemperatuur en saliniteit in de jachthaven van WSV Herkingen

Het moment van voortplanting en vestiging van trompetkalkkokerwormen (*F. enigmaticus*) is afhankelijk van enerzijds de watertemperatuur en anderzijds de saliniteit van het water, waarbij er over het algemeen een vestigingsperiode in het voorjaar valt en een vestigingsperiode in het najaar. Oliva *et al.* (2018) en Peria & Pernet (2019) beschrijven in meer detail specifiek het effect van de absolute temperatuur en saliniteit, naast het effect van snelle veranderingen in de saliniteit van het water op de voortplanting van deze soort. Dit wordt gedaan gebaseerd op eigen onderzoek en literatuuronderzoek. Hieruit wordt geconcludeerd dat de soort een extreem grote tolerantie heeft voor saliniteit (tot minstens 55 ppt) en temperatuur (0-35 °C) waarbij voortplanting kan plaats vinden. Hoewel dit verschilt tussen locaties, vindt optimale voortplanting over het algemeen plaats bij een saliniteit van > 15 psu en een temperatuur van meer dan 18 °C. Zo worden bij experimenten met larven van trompetkalkkokerwormen (bijvoorbeeld door Peria & Pernet, 2019), volwassen wormen in aquaria tot voortplanten aangezet, door deze bij een temperatuur van > 21 °C van het een op het andere moment naar water te verplaatsen met een relatief hoge saliniteit. Door deze snelle saliniteits-verhoging bij een optimale watertemperatuur starten zo goed als alle wormen per direct met hun voortplanting (Peria & Pernet, 2019).

De voortplanting van *Ficopomatus enigmaticus* in de jachthaven van Herkingen zoals deze in 2021 plaats vond, lijkt op een sterk vergelijkbare wijze plaats te vinden bij een temperatuur van >20 °C en direct na een zeer snelle verhoging van de saliniteit. Dit is vooral het geval bij het gemaal en bij de A steiger (Fig. 4). Daar vindt de eerste vestigingsperiode rond 21 juni plaats op een moment dat de water temperatuur net ~1-2 weken boven de 20 °C is gestegen en de saliniteit binnen één week tijd meer dan dubbel zo hoog is geworden. Hierbij veranderde in zeer korte

tijd de saliniteit van een suboptimale waarde voor voortplanting (<15 psu) naar een optimale voortplantings-saliniteit (>15 psu). Deze plotselinge extreme stijging van de saliniteit bij een ideale watertemperatuur, verklaart vermoedelijk waarom bij het gemaal het hoogste vestigingsaantal op een enkele plaat binnen één week werd vastgesteld, ofwel ~10.000 trompetkalkkokerwormpjes op een plaat-oppervlak van slechts 14x14 cm (Tabel 1). Hoewel bij de H-steiger en de G-steiger (Fig. 5) geen vergelijkbare saliniteits-stijging werd vastgesteld, liggen deze steigers stroomafwaarts van het gemaal en kan worden aangenomen dat de voortplanting bij het gemaal en de A-steiger ook de verhoogde vestiging bij steigers H en G kan verklaren. Hierbij valt op dat de saliniteit van het water bij steigers H en G al in het begin van de maand juni geleidelijk was gestegen tot een waarde van >15 psu.

Waar het de watertemperatuur betreft, is de situatie in de jachthaven van Herkingen niet anders dan die in het open water van de Grevelingen (Figs 6-7). In figuren 4 en 5 is ook duidelijk zichtbaar dat de vestigingsperiodes van de trompetkalkkokerwormen in de jachthaven, alle drie de keren (21 juni, 27 juli en 13 september) direct na een watertemperatuurstijging valt waarbij de temperatuur tot net iets boven de 20 °C stijgt. In principe zouden de drie voortplanting-periodes in de jachthaven van Herkingen te verklaren kunnen zijn door deze temperatuur alleen. Echter, gezien het punt dat bij experimenten een saliniteits-verhoging specifiek wordt gebruikt om wormen tot optimale voortplanting aan te zetten, is het niet uit te sluiten dat de plotselinge saliniteitsverhogingen in de haven een belangrijke additieve rol spelen. Deze saliniteits-verschillen zijn echter niet te verklaren door een variatie van de saliniteit in het Grevelingenmeer (Fig. 7). De grote verschillen in de jachthaven in saliniteit bij de verschillende steigers, op verschillende dieptes en over de weken heen (Figs 4-5; Tabel 2) zijn duidelijk gerelateerd aan de verschillen die ook worden gemeten in de wateren in het binnenland direct achter het gemaal (Fig. 8).

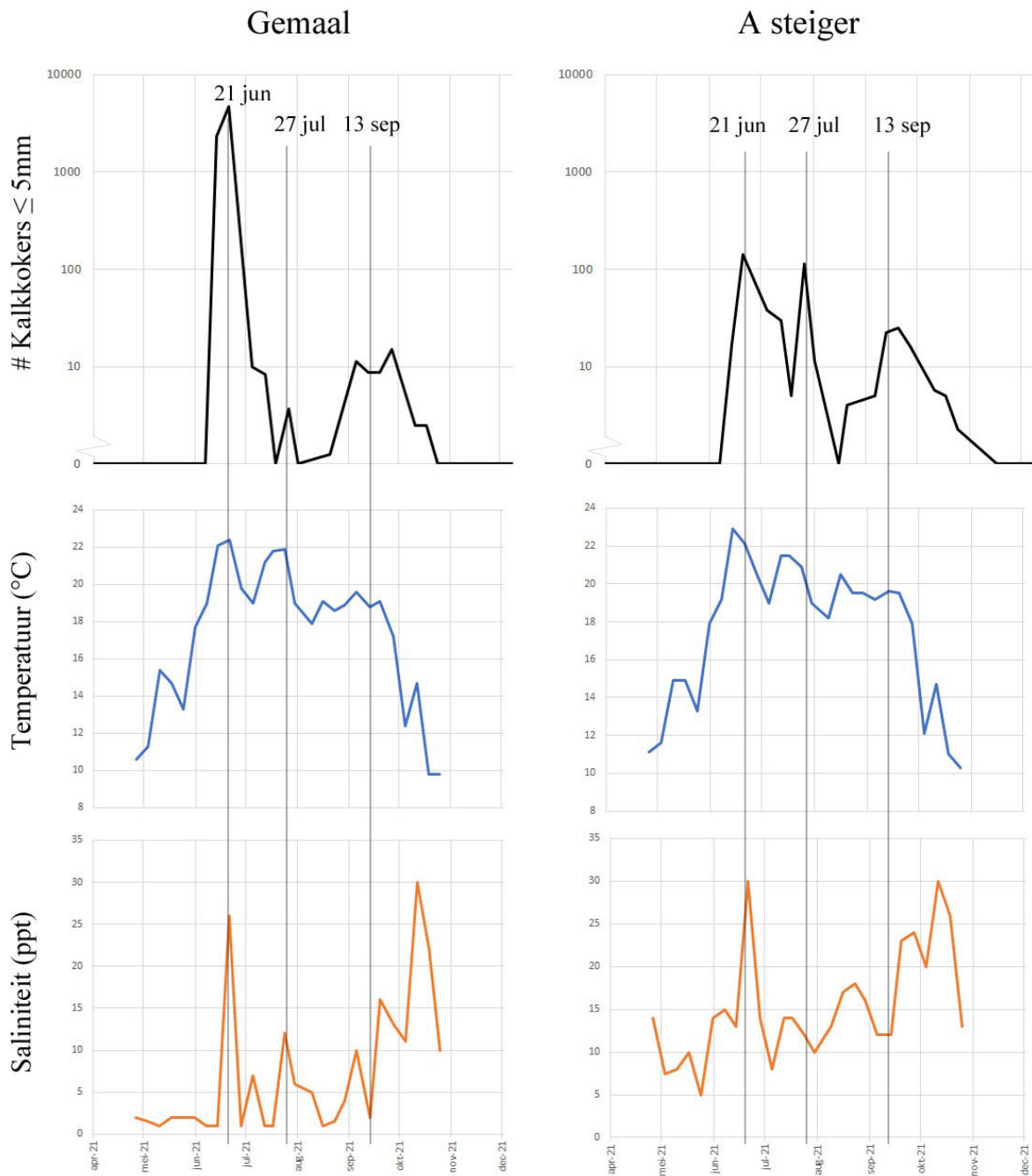


Fig 4. Het aantal nieuw gevestigde trompetkalkkokerwormen (kalkkokers kleiner dan 5 mm), de temperatuur en de saliniteit bij het gemaal en bij de A-steiger (Fig. 2) in de periode april tot en met oktober 2021. De drie data 21 juni, 27 juli en 13 september 2021, waarbij een verhoogde vestiging van trompetkalkkokerwormen werd vastgesteld, zijn uitgelicht.

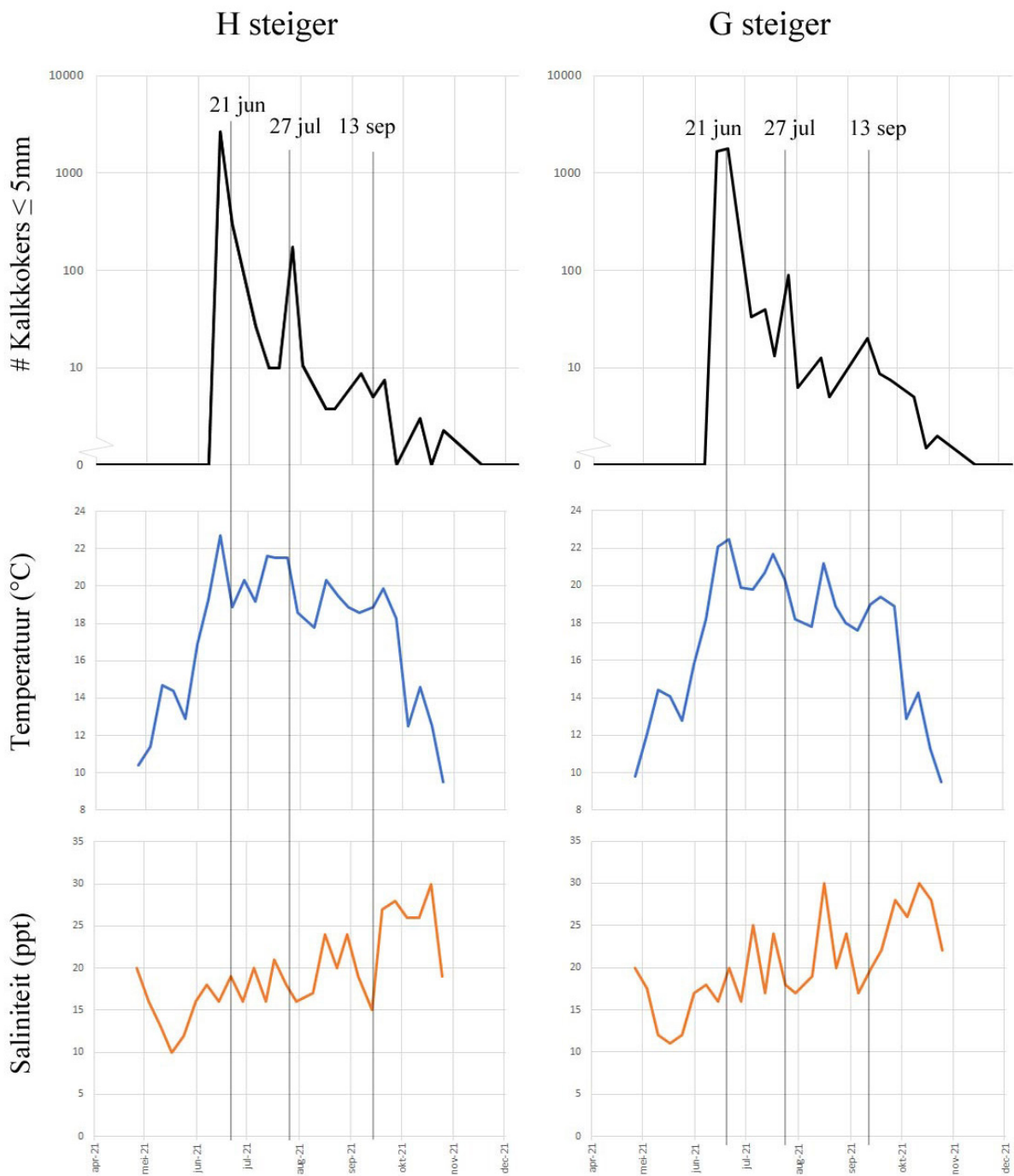


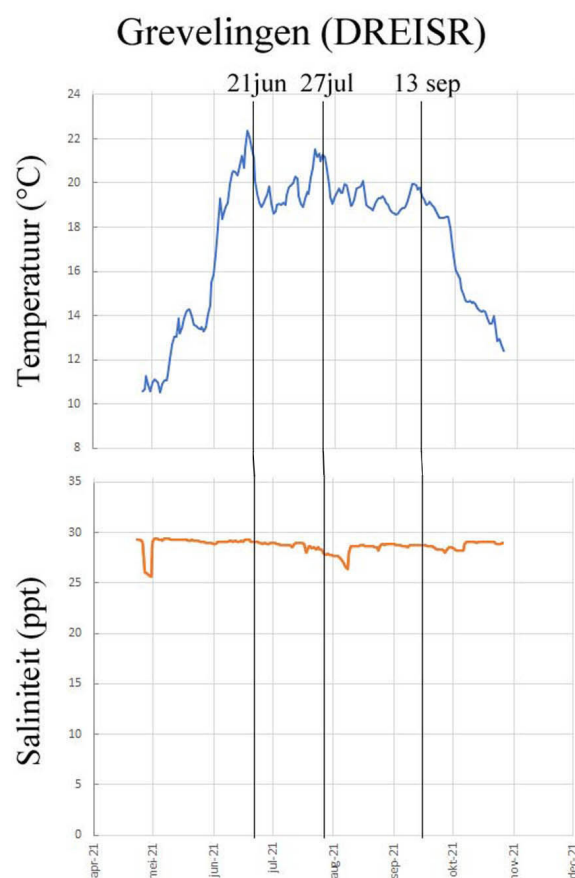
Fig 5. Het aantal nieuw gevestigde trompetkalkkokerwormen (kalkkokers kleiner dan 5 mm), de temperatuur en de saliniteit bij de H-steiger en bij de G-steiger (Fig. 2) in de periode april tot en met oktober 2021. De drie data 21 juni, 27 juli en 13 september 2021, waarbij een verhoogde vestiging van trompetkalkkokerwormen werd vastgesteld, zijn uitgelicht.



Fig 6. Meetpunten van de waterbeheerders (RWS en Hoogheemraadschap) waarvan de waterparameter metingen beschikbaar zijn gesteld voor het huidige onderzoek.

Tabel 2. Zuurtegraad en saliniteit gemeten in watermonsters genomen aan de oppervlakte en vlak boven de bodem bij de 4 onderzoekslocates (Fig. 2) op 26 juni 2021

Locatie		zuurtegraad (pH)	saliniteit (ppt)
Gemaal	oppervlakte	7,46	5,08
	bodem	7,69	18,59
A-steiger	oppervlakte	7,38	11,38
	bodem	7,68	15,45
H-steiger	oppervlakte	7,45	13,7
	bodem	7,6	20,79
G-steiger	oppervlakte	7,82	15,55
	bodem	7,21	20,58



>>
Fig 7. De temperatuur en saliniteit bij meetpunt DREISR in de Grevelingen (Fig. 6) in de periode april tot en met oktober 2021. De drie data 21 juni, 27 juli en 13 september 2021, waarbij een verhoogde vestiging van trompetkalkkokerwormen werd vastgesteld, zijn uitgelicht.

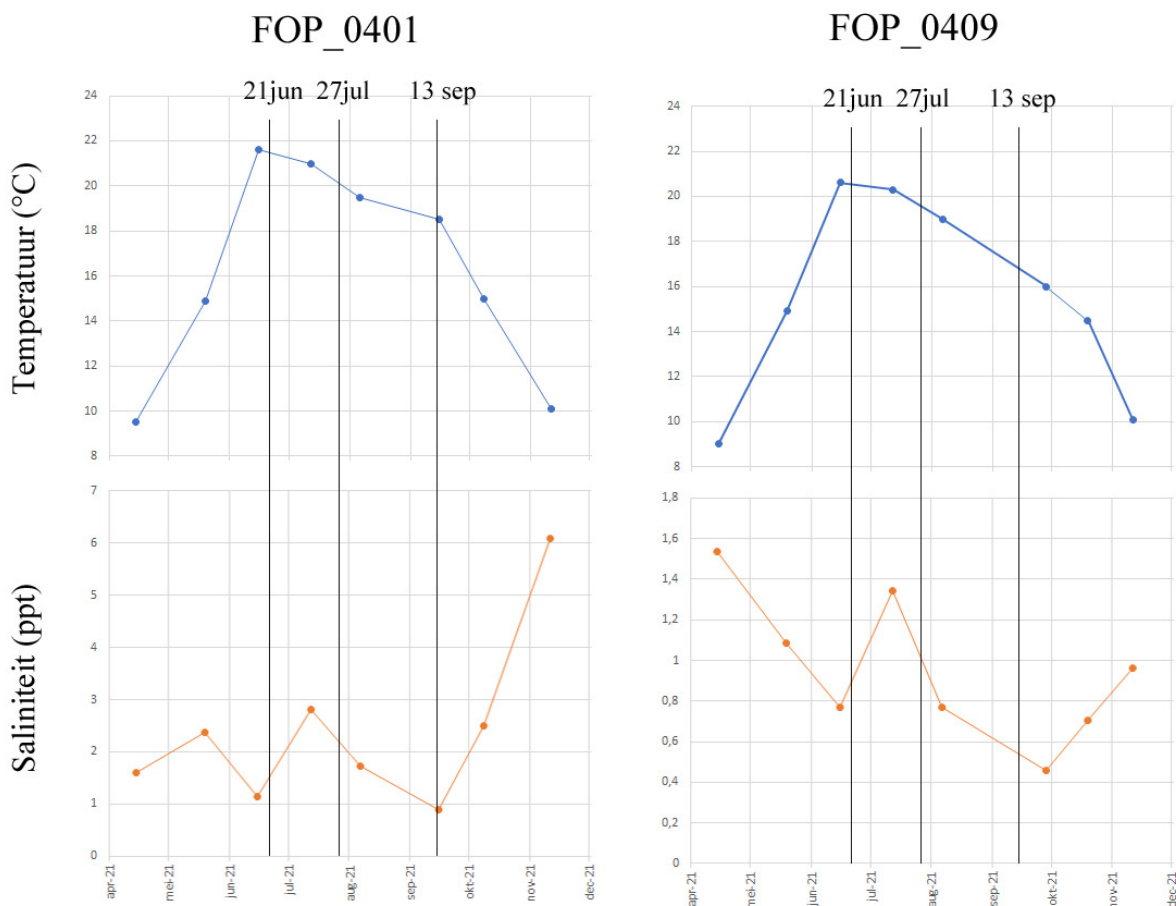


Fig 8. De temperatuur en saliniteit maandelijks gemeten bij meetpunten FOP-0401 en FOP_0409 (Fig. 6) in de periode april tot en met oktober 2021. De drie data 21 juni, 27 juli en 13 september 2021, waarbij een verhoogde vestiging van trompetkalkkokerwormen werd vastgesteld, zijn uitgelicht.

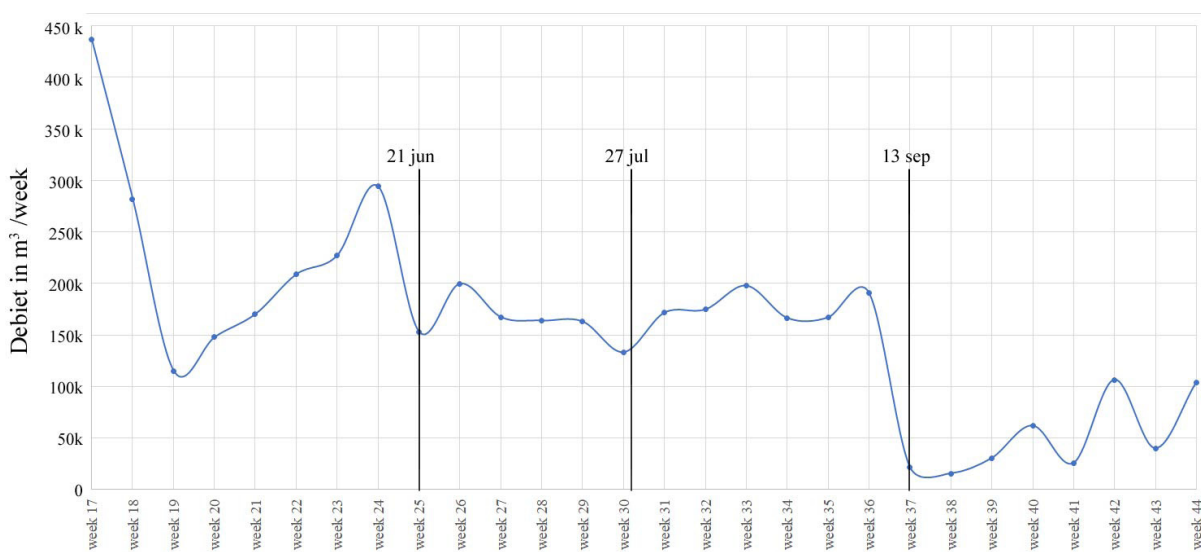


Fig 9. Het wekelijkse debiet (m^3) wat is gespuid bij het gemaal “De drie polders” / FOP_0401 (Figs 3, 6) in de periode 26 april (week 17) tot en met 25 oktober (week 44). De drie data 21 juni, 27 juli en 13 september 2021, waarbij een verhoogde vestiging van trompetkalkkokerwormen werd vastgesteld, zijn uitgelicht.

Daar zijn immers ook saliniteiten gemeten die een factor 2 tot 6 verschil vertoonden over de maanden heen. Deze verschillen kunnen verklaard worden door het gevolgde spuibeleid. Zo verschilt het debiet aan water wat wekelijks door het gemaal heen de jachthaven in komt sterk over de weken heen. Figuur 9 toont het debiet in 2021, opgeteld per week. Hierbij is zeer duidelijk zichtbaar dat de hoeveel water wat door het gemaal heen komt, een sterke afname vertoont exact voor de vastgestelde vestigingsperiodes van de trompetkalkkokerwormen op 21 juni, 27 juli en 13 september. Op het moment dat minder water via het gemaal de haven in stroomt, neemt de saliniteit sterk toe. Dit blijkt ook duidelijk uit de metingen bij het gemaal en de A-steiger (Fig. 4). Hiermee is het gevolgde spuibeleid mogelijk ook (gedeeltelijk) verantwoordelijk voor de plotselinge extreem succesvolle voortplanting van trompetkalkkokerwormen in de jachthaven.

Los van het voorplantingssucces van de trompetkalkkokerwormen, zijn de sterke fluctuaties van de saliniteit in de jachthaven ook van voordeel voor deze soort waar het gaat om de concurrentie met andere mariene soorten in de haven. Zo zijn er maar weinig mariene soorten die zich succesvol kunnen vestigen in een omgeving waarbij saliniteit fluctuaties van >10 ppt plaatsvinden binnen een week tijd, en de saliniteit over het jaar heen varieert tussen de 1 ppt en 30 ppt. Hoewel de trompetkalkkokerworm *Ficopomatus enigmaticus* zich in een dergelijke omgeving wel goed kan vestigen, is dit voor de meeste andere mariene soorten niet mogelijk. Hiermee heeft deze soort een groot competitief voordeel over bijvoorbeeld zakpijpen die aanzienlijk gevoeliger zijn voor dergelijke zoutfluctuaties. Zoals al werd bevestigd op de SETL-platen die over de tijd heen in de haven werden gefotografeerd, vestigen aanzienlijk minder trompetkalkkokerwormen zich op een substraat waar reeds andere soorten zich op gevestigd hebben (zie paragraaf 3.1; Tabel 3). Zo werden in de jachthaven van Herkingen in juni 2021 nog 25 andere soorten aangetroffen (Tabel 3), maar bleef geen van deze soor-

ten over het jaar heen zo dominant aanwezig als de trompetkalkkokerworm *F. enigmaticus*. Voor veel van de soorten, zoals bijvoorbeeld de zakpijpen, is dit zeer waarschijnlijk gerelateerd aan de fluctuaties in het zoutgehalte. Deze soorten hebben niet de mogelijkheid om zich bij saliniteitsfluctuaties in een kalkkoker terug te trekken.

Tabel 3. Soorten die op 26 juni 2021 werden vastgesteld op de steigers en op de SETL-platen bij de vier onderzoekslocaties in de jachthaven van WSV Herkingen (Fig. 2). Soorten die uitheems zijn voor Nederland zijn geel gearceerd.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Gemaal					A-steiger				H-steiger				G-steiger			
		Steiger	SETL	SETL	SETL	SETL	Steiger	SETL	SETL	SETL	Steiger	SETL	SETL	SETL	Steiger	SETL	SETL	SETL
<i>Alitta virens</i>	Zager										1				1			
<i>Amphibalanus improvisus</i>	Brakwaterpok		1								1							
<i>Aplidium glabrum</i>	Glanzende bolzakpijp																1	
<i>Asciodiella aspersa</i>	Vuilwitte zakpijp							1	1		1	1				1	1	
<i>Aurelia aurita</i> (poliep stadium)	Oorkwal														1			
<i>Botryllus schlosseri</i>	Sterretje (kolonievormende zakpijp)							1	1		1	1	1	1			1	1
<i>Bugulina stolonifera</i>	Vogelkopmosdiertje										1				1		1	1
<i>Carcinus maenas</i>	Gewone strandkrab										1				1			
<i>Ceramium secundatum</i>	Klierendig hoorntjeswier	1									1				1			
<i>Ciona intestinalis</i>	Doorschijnende zakpijp							1	1						1	1	1	
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Pallas mosdiertje		1	1				1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Einhornia crustulenta</i>	Palingbrood (mosdiertje)				1													
<i>Eriocheir sinensis</i>	Chinese wolhand krab	1																
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	Trompet-kalkkokerworm	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Halichondria panicea</i>	Gewone broodspoon						1				1							
<i>Magallana gigas</i>	Japanse oester										1							
<i>Molgula manhattensis</i>	Ronde zakpijp							1	1		1	1			1	1	1	1
<i>Mytilus edulis</i>	Mossel										1				1			
<i>Neodexiospira brasiliensis</i>	Braziliaanse kalkkokerworm											1	1	1				
<i>Obelia longissima</i>	Lange zeedraad		1	1	1						1	1	1				1	
<i>Praunus flexuosus</i>	Geknikte aasgarnaal										1				1			
<i>Prosthiostomum</i>	Uitheemse platworm (Gittenberger, <i>in prep.</i>)										1							
<i>Tricellaria inopinata</i>	Onverwacht mosdiertje															1		
<i>Ulva compressa</i>	Plat darmwier							1			1				1			
<i>Ulva australis</i>	Geperforeerde zeesla	1						1			1				1			

3.3 Overige bevindingen

Gezien het feit dat temperatuur en saliniteit de meest bekende waterparameters zijn die van invloed zijn op het voortplantings- en vestigings-succes van trompetkalkkokerwormen, is in het huidige rapport niet specifiek ingegaan op andere waterparameters. Dit geeft niet aan dat deze geen rol spelen. Zo zijn er in de jachthaven in 2021 ook sterke fluctuaties gemeten (hier niet afgebeeld) in de hoeveelheden nutriënten die in het water aanwezig waren en mogelijk afkomstig zijn uit meststoffen. Deze nutriënten bevorderen mogelijk ook de voortplanting, vestiging en groei van de kalkkokerwormen op verschillende plekken binnen de jachthaven.

Meer in het algemeen zijn er tijdens het huidige onderzoek duidelijke verschillen gevonden tussen verschillende steigers en plekken in de haven waar het de vestiging van de trompetkalkkokerworm betreft. Dit wordt gedeeltelijk ook bevestigd door de aangroei of vaartuigen door de haven heen zoals vastgesteld in een enquête. Daarbij bleek dat binnen een half jaar tijd op de meeste pleziervaartuigen een dikke laag trompetkalkkokerwormen gegroeid was, maar dat deze aangroei niet overal gelijk was. Deze verschillen zijn vermoedelijk gerelateerd aan de locatie binnen de haven, het vaargedrag en de manier waarop aangroei op deze vaartuigen bestreden wordt (anti-fouling, wel of niet uit het water in de winter, etc.).

Los van de impact van het gemaal op de saliniteit in de haven, en daarbij waarschijnlijk ook het voortplantings- en vestigings-succes van de Australische trompetkalkkokerworm *Ficopomatus enigmaticus*, is de aanwezigheid van het gemaal ook gerelateerd aan de aanwezigheid van de Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*). Deze exoot leeft het grootste gedeelte van het jaar in zoet water, maar trekt voor zijn voortplanting vanuit de zoete wateren naar zout water toe. Dit gebeurt onder andere bij de jachthaven van Herkingen via het gemaal. Zo waren tijdens de

inventarisatie van de haven in de buurt van het spui vele schilden van Chinese wolhandkrabben (*Eriocheir sinensis*) op de dijk en de steigers te vinden, die vogels daar vermoedelijk hadden laten vallen. Nabij het spui zijn onderwater vele gaten in de dijk zichtbaar waar ten tijde van de inventarisatie (op 26 juni 2021) ook vele levende Chinese Wolhandkrabben zichtbaar waren. Deze exoot staat bekend om het graven van gangen en het verzwakken van dijken. Daarom is het tot op heden de enige mariene soort die op de “EU alien species of concern” lijst staat opgenomen, wat betekent dat EU landen het voorkomen van deze soort moeten monitoren, en waar mogelijk managen (zie EUR-Lex - 32016R1141 - EN - EUR-Lex (europa.eu)).

4. Conclusies

Gebaseerd op de analyses van foto's van 14x14 cm grote grijs PVC SETL-platen die op ~1 meter diepte op verschillende plekken in de jachthaven van WSV Herkingen waren opgehangen, kon worden geconcludeerd dat de trompetkalkkokerworm *Ficopomatus enigmaticus* zich tijdens drie vestigingsperiodes van 1-2 weken in de haven heeft gevestigd in 2021. Hierbij vond verreweg de grootste vestiging van wormen plaats rondom 21 juni waarbij tot ~10.000 nieuw gevestigde individuen op een enkele SETL-plaat konden worden vastgesteld.

Deze extreem succesvolle vestiging lijkt gerelateerd te zijn aan de watertemperatuur die boven de 20 °C was gestegen in combinatie met een zeer snelle stijging (meer dan verdubbeling) van het zoutgehalte binnen een week tijd.

Deze stijging is vermoedelijk gerelateerd aan het spuibeleid, waarbij in die week aanzienlijk minder water via het gemaal de jachthaven in kwam. Op vergelijkbare wijze kunnen ook de vestigingsperiodes rondom 27 juli en 13 september gedeeltelijk verklaart worden gebaseerd op het debiet van het gemaal, het zoutgehalte in de jachthaven, en de temperatuur van het water.

Rekening houdend met de saliniteit van het water in het Grevelingenmeer over het jaar heen, is het duidelijk dat het gemaal bij de jachthaven van Herkingen verantwoordelijk is voor de grote verschillen tussen de zoutgehalten gemeten op verschillende dieptes en plekken. Hierbij veroorzaakt het gemaal extreme saliniteit-fluctuaties die soms binnen een week tijd plaatsvinden. Deze fluctuaties zijn vermoedelijk gedeeltelijk verantwoordelijk voor het zeer hoge voortplantingssucces van de trompetkalkkokerworm. Verder geven ze deze worm een competitief voordeel over andere soorten die niet goed bestendig zijn tegen dergelijke zout-fluctuaties.

5. Aanbevelingen

Gebaseerd op de hier beschreven bevindingen zouden wij onder andere de volgende aanbevelingen willen geven:

- [1] Continueer het monitoren van de vestiging van trompetkalkkokerwormen in de haven, met als doel te onderzoeken in hoeverre het spui-beleid mogelijk verantwoordelijk is voor het voortplantingssucces. De voortplanting van deze exoot in de haven is vermoedelijk niet tegen te gaan, maar indien voorkomen kan worden (via een aanpassing van het spui-beleid) dat er binnen een week tijd een verdubbeling van het saliniteit plaat vindt, kan het vestigingssucces mogelijk aanzienlijk verminderd worden. Idealiter zou bij hoge watertemperaturen ($> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) de hoeveelheid water die via het gemaal de haven in wordt gelaten, meer geleidelijk worden afgebouwd (in plaats van een halvering van het debiet binnen een week tijd zoals dit in 2021 rond 21 juni gebeurde).
- [2] Gezien het punt dat de vestigingsperiodes van de trompetkalkkokerworm slechts 1-2 weken lijken te duren, zou bestrijding van de net gevestigde wormen op de vaartuigen vermoedelijk het meest effectief plaats vinden in de weken die daarop volgen. Mogelijkheden hierbij zijn “uit het water halen van het schip”, “zeil over onderkant van schip/boeg trekken waaronder de wormen dan binnen 1-2 weken verstikken”, en “vaartuig voor een week in zoet water leggen” (de trompetkalkkokerworm kan tegen zeer lage zoutgehaltes, maar niet tegen volledig zoet water, vooral niet net na vestiging).

- [3] De uitgevoerde enquêtes onder vaartuigenaren in de jachthaven geven reeds een duidelijk beeld dat de hoeveelheid aangroei van trompetkalkkokerwormen sterk kan variëren tussen de vaartuigen afhankelijk van de locatie, de manier van “aangroei” bestrijding, en het vaargedrag. Om dit in meer detail te kunnen onderzoeken zou het waardevol zijn om de vestiging van trompetkalkkokerwormen op vergelijkbare wijze vast te leggen bij verschillende vaartuigen. Dit kan bijvoorbeeld met een onderwater video-camera met lampen op een stok. Hierbij kan de begroeiing op dezelfde vaartuigen op vaste tijden en plekken onderwater vastgelegd worden bijvoorbeeld eens per maand in juni, juli, augustus en september.

6. Literatuur

- Oliva, M., Mennillo, E., Barbaglia, M., Monni, G., Tardelli, F., Casu, V. & C. Pretti, 2018.** The serpulid *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) as candidate organisms for ecotoxicological assays in brackish and marine waters. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 148: 1096-1103.
- Peria, J. & B. Pernet, 2019.** Tolerance to salinity and thermal stress by larvae and adults of the serpulid annelid *Ficopomatus enigmaticus*. *Invertebrate Biology* 138(4), e12271.