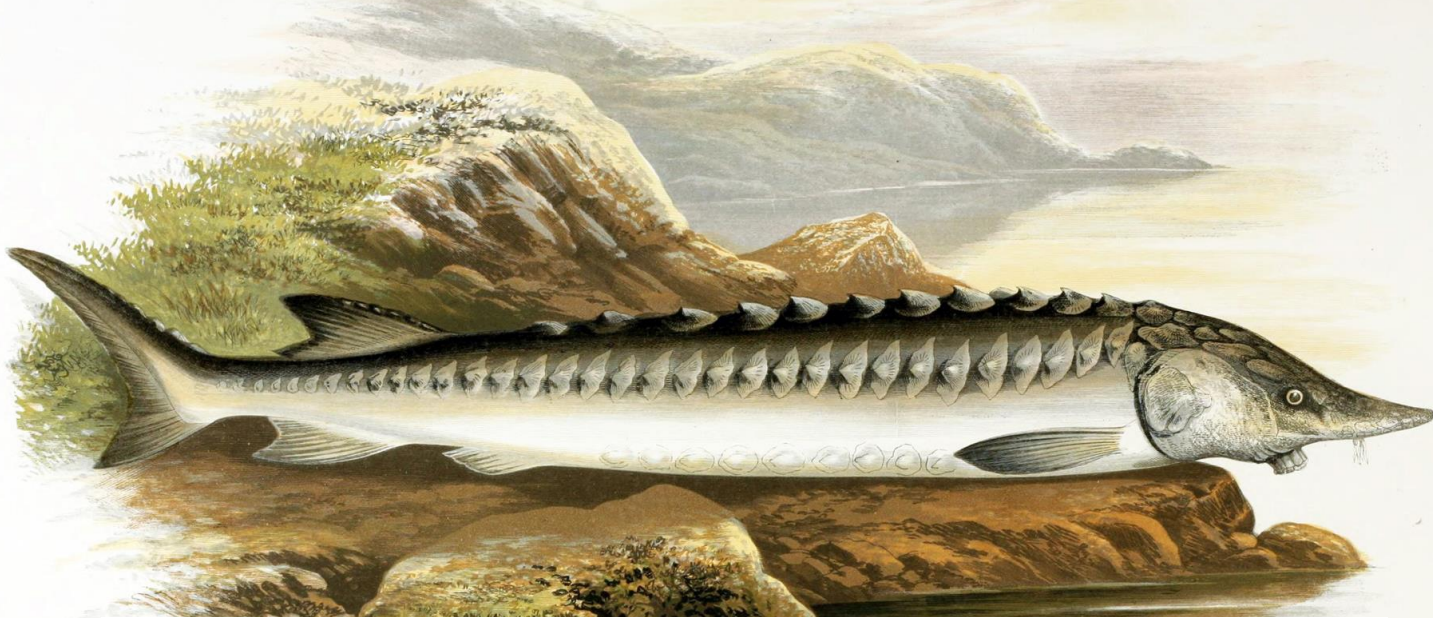


VOEDSELBESCHIKBAARHEID VOOR EUROPESE STEUR (ACIPENCER STURIO) IN DE NEDERLANDSE RIJNTAKKEN EN BENEDENRIVIEREN



Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen





VOEDSELBESCHIKBAARHEID VOOR EUROPESE STEUR (*ACIPENCER STURIO*) IN DE NEDERLANDSE RIJNTAKKEN EN BENEDENRIVIEREN

Kenmerk: 20200433/rap.01
Versie: Definitief
Datum: 23 november 2020

Auteur: M.W.P.M. van de Ven
Projectleider: F.T. Vriese
Kwaliteitscontrole: F.T. Vriese
Opdrachtgevers: Bram Houben namens Stichting ARK
Niels Brevé namens Sportvisserij Nederland

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het Interreg project Groen Blauwe Rijn Alliantie (GBRA).

Afbeelding titelpagina: *Acipenser sturio* uit: British fresh water fishes 1879 (publiek domein).

© ATKB voor natuur en leefomgeving. Gebruik en overname van gegevens alleen toegestaan met volledige bronvermelding.

ATKB ASSEN
STATIONSSTRAAT 29C
9401 KW ASSEN

ATKB MIDDELHARNIS
PRINS BERNHARDLAAN 147
3241 TA MIDDELHARNIS

ATKB WAARDENBURG
KOEWEISTRAAT 7
4181 CD WAARDENBURG

ATKB ZOETERMEER
BARON DE COUBERTINLAAN 3
2719 EN ZOETERMEER

KVK 27177140
BTW NL 8076 36 757B01
IBAN NL53 RABO 0160177529

INHOUD

1.	Inleiding.....	5
1.1	Probleemstelling	5
1.2	Doelstelling	5
1.3	Vraagstelling	6
1.4	Leeswijzer	6
2.	Onderzoeksaanpak	7
2.1	Werkwijze	7
2.2	Dataset macrofauna	8
2.2.1	Algemeen	8
2.2.2	Afbakening	8
3.	Resultaten	10
3.1	Voedselpakket juveniele steur	10
3.2	Macrofaunagemeenschap in de Rijntakken en benedenrivieren	12
3.3	Vergelijking macrofaunagemeenschap en dieet <i>Acipenser sturio</i>	13
3.4	Diversiteit, verspreiding en dichtheden van voedselorganismen	14
3.4.1	Amphipoda (vlokreeften)	14
3.4.2	Chironomidae (dansmuggen)	18
3.4.3	Oligochaeta (borstelwormen)	22
3.4.4	Isopoda (pissebedden)	26
3.4.5	Polychaeta (veelborstelwormen)	29
4.	Discussie en conclusies	33
4.1	Voedselpakket juveniele steur	33
4.2	Kwalitatief voedselaanbod in de Rijn	33
4.3	Verspreiding van voedselorganismen in de Rijn	34
4.4	Aantallen en dichtheden van de belangrijkste voedselorganismen	35
5.	Literatuur	37

FIGUREN

Figuur 1	Flowdiagram van de gehanteerde werkwijze bij beantwoording van de onderzoeksvragen.....	7
Figuur 2	Een kaart van het onderzoeksgebied met de verschillende meetlocaties. Het onderzoeksgebied is opgedeeld in deelgebieden. Elk deelgebied heeft een aparte kleur (zie legenda).	9
Figuur 3	Kaarten van het onderzoeksgebied met dichtheden van vlokreeften in individuele monsters. 17	
Figuur 4	Verspreidingskaarten van de Nieuwe Merwede en de Biesbosch (NWBB) en Hollands Diep (HOLD) met de verspreiding en aantallen Chironomidae (n/m^2) in de handnetmonsters (litorale zone) uit de meetjaren 2013 (boven) en 2017 (onder).	21
Figuur 5	Verspreidingskaarten van de Nieuwe Merwede en de Biesbosch (NWBB) en Hollands Diep (HOLD) met de verspreiding en aantallen Oligochaeta (n/m^2) in de handnetmonsters uit de meetjaren 2013 (boven) en 2017 (onder).	25
Figuur 6	Verspreidingskaarten van de Nieuwe Merwede en de Biesbosch (NWBB) en Hollands Diep (HOLD) met de verspreiding en aantallen Isopoda (n/m^2) in de monsters genomen in de litorale zone in 2017 (boven) en in de profundale zone in 2016 (onder). Rode punten zonder getallen zijn locaties waar geen Isopoda zijn aangetroffen in de monsters.	28
Figuur 7	Verspreidingskaarten van het westelijk deel van het onderzoeksgebied en aantallen Polychaeta (n/m^2) in de handnetmonsters uit de meetjaren 2010 (boven) en 2016 (onder). ...	32
Figuur 8	De gemiddelde dichtheden (n/m^2) van de belangrijkste groepen voedselorganismen in de Rijntakken en de Zoete delta (benedenrivieren) over de monsters verzameld in de litorale zone (links) en profundale zone (rechts) in de periode 2010-2017.	35

TABELLEN

Tabel 1	De verschillende deelgebieden en wateren die deel uitmaken van het onderzoeksgebied, inclusief de door Rijkswaterstaat gebruikte codering en in dit rapport gebruikte afkortingen. 9	
Tabel 2	Tabel met voedselorganismen van juveniele exemplaren van Europese steur (<i>Acipenser sturio</i>). Voor elk voedselorganisme zijn de bronnen vermeld, en voor elke bron zijn specificaties gegeven met betrekking tot de leeftijd/lengte van de steur en het onderzoeksgebied. Tevens waarbij het specifiek gaat om dieren in gevangenschap (=in captivity).	11
Tabel 3	Diversiteit en relatieve abundantie van de macrofaunagemeenschap in de Rijntakken en benedenrivieren op basis van de MWTL data (periode 2010-2017). Abundantiescore is bepaald op basis van het aantal registraties van de groep in de dataset, waarbij de abundantie van de meest voorkomende groep gelijk is gesteld aan 1. Hoe intenser de groene kleur, hoe abundanter de betreffende groep in het specifieke deelgebied is aangetroffen.	12
Tabel 4	Tabel met de verschillende macrofaunagroepen uit MWTL data, de mate waarin deze groepen als geschikt voedsel voor juveniele steur worden beschouwd en de mate waarin deze groepen in het gebied voorkomen. (++) veel voorkomend; (+) algemeen voorkomend; (o) minder algemeen voorkomend.	13
Tabel 5	De verschillende taxa binnen de orde Amphipoda die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.	14

Tabel 6	Gemiddelde dichtheden van Amphipoda (aantal per m ²) op basis van monsters uit de litorale (boven) en profundale zone (onder) in de verschillende deelgebieden en in verschillende jaren.	16
Tabel 7	De verschillende taxa binnen de familie Chironomidae die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenriviereengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.	19
Tabel 8	Dichtheden van Chironomidae (aantal per m ²) op basis van monsters uit de litorale en profundale zone in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren.	20
Tabel 9	De verschillende taxa binnen de onderklasse Oligochaeta die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenriviereengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.	23
Tabel 10	Dichtheden van Oligochaeta (aantal per m ²) op basis van monsters uit de litorale en profundale zone in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren.	24
Tabel 11	Verschillende taxa binnen de onderklasse Isopoda die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenriviereengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.	26
Tabel 12	Dichtheden van Isopoda (aantal per m ²) op basis van monsters uit de litorale en profundale zone in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren.	27
Tabel 13	De verschillende taxa binnen de klasse Polychaeta die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenriviereengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.	30
Tabel 14	Dichtheden van Polychaeta (aantal per m ²) op basis van monsters uit de litorale en profundale zone in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren.	31
Tabel 15	Maximale dichtheden van verschillende groepen voedselorganismen op basis van MWTL-data verzameld in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en Zoete Delta met handnet, Van Veenhapper en boxcorer.	36

FOTO'S

Foto 1	De belangrijkste voedselorganismen voor juveniele Europese steur (Foto's: Hans Hillewaert (CC BY-SA 4.0) en Michal Mañas (CC BY 2.5)).	10
Foto 2	Twee in Nederland algemeen voorkomende (exotische) soorten vlokreeften. Links: de Kaspische slijkgarnaal (<i>Chelicorophium curvispinum</i>), uit het genus <i>Chelicorophium</i> (afbeelding: Silvia Waajen / onderwaterwereld.org (CC BY-NC-SA 3.0)); Rechts: de Pontokaspische vlokreeft (<i>Dikerogammarus villosus</i>) uit het genus <i>Dikerogammarus</i> (afbeelding: S. Giesen (CC BY-SA 2.0)).	15
Foto 3	Links de vlokreeft <i>Gammarus roeseli</i> uit de familie Gammaridae (afbeelding: Michal Mañas (CC BY 2.5)) en rechts <i>Protomedea grandimana</i> uit de familie Corophiidae (afbeelding: Florida Museum of Natural History (CC BY-SA 4.0)).	15
Foto 4	Chironomidae: Linksboven: volwassen exemplaar uit het genus <i>Cricotopus</i> (foto: James Lindsey (CC BY-SA 3.0)); Rechtsboven: volwassen exemplaar uit het genus <i>Polypedilum</i> (foto: James Lindsey (CC BY-SA 3.0)); Linksonder: volwassen exemplaar uit het genus <i>Chironomus</i> (foto: ©entomart); Rechtsonder: Chironomidae larven (foto: Erin Hayes-Pontius (CC BY-SA 3.0)).	18
Foto 5	Oligochaeta uit het genus <i>Limnodrilus</i> (links) (Foto: Eric A. Lazo-Wasem (CC0 1.0)); rechts: uit de familie Tubificidae (Foto: Thunderclap (CC BY 3.0)).	22

- Foto 6** Foto's dominante genera Isopoda. Links: genus Jaera (foto: Hans Hillewaert (CC BY-SA 4.0)); rechts: Asellus (Foto: M.J. (CC BY-SA 2.0 DE)). 26
- Foto 7** Foto's van twee soorten veelborstelwormen. De veelborstelworm op de linker foto behoort tot het genus Lanice (foto: Matthias Buschmann), de worm op foto rechts behoort tot het genus Alitta (foto: Hans Hillewaert (CC BY-SA 4.0)). 29

BIJLAGEN

- Bijlage 1 Verspreidingskaarten macrofauna

SAMENVATTING

Introductie

Sinds 2009 wordt door het WNF, ARK Natuur en Sportvisserij Nederland gewerkt aan de terugkeer van de Europese steur (*Acipenser sturio*) in de Rijn. Een belangrijke stap daarin is de herintroductie van jonge steuren afkomstig uit een Frans fokprogramma. Onlangs verscheen in dit kader het *First Action Plan for the European Sturgeon (Acipenser sturio) for the Lower Rhine* (Visser *et al.*, 2020). Dit plan past naadloos op het *Pan-Europese Steur Actieplan*, welke is geaccepteerd onder de Bern Conventie. Het Steur Rijn Actieplan bevat een evaluatie van de kansen en bedreigingen voor een succesvolle herintroductie van de steur in de Rijn op basis van een groot aantal studies die de afgelopen jaren in dit kader zijn uitgevoerd, waaronder uitzettingen van juveniele steurtjes in de Rijn in 2012 en 2015 (Brevé *et al.*, 2014 en 2019). Op basis van dit werk zijn de kansen voor de terugkeer van een zichzelf in standhoudende Rijnpopulatie in de toekomst voorzichtig positief. Wel zijn er nog belangrijke obstakels te nemen en blijven veel vragen vooralsnog onbeantwoord. Eén van die vragen is of er in de Nederlandse Rijntakken en benedenrivierengebied voor juveniele steuren voldoende geschikt voedsel beschikbaar is. Voorliggende studie is uitgevoerd om op deze vraag een antwoord te krijgen.

Input voor de studie bestaat uit wetenschappelijke literatuur en een door Rijkswaterstaat beschikbaar gestelde database met gegevens over het voorkomen van verschillende soorten macrofauna. De database is tot stand gekomen door de jaarlijkse Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) van de Rijkswateren. Op basis van gegevens uit de literatuur is een soortenlijst opgesteld van voedselorganismen waarvan bekend is dat zij door juveniele Europese steuren worden gegeten. Deze lijst is vervolgens vergeleken met de soorten in de MWTL database. Daarop is een overzicht gemaakt van soortgroepen die door juveniele steuren worden gegeten en voorkomen in het (potentiële) leefgebied van de steur in Nederland. Voor de vijf belangrijkste groepen voedselorganismen zijn vervolgens dichtheden bepaald en verspreidingskaarten gemaakt. Deze resultaten zijn daarna vergeleken met de voedselbeschikbaarheid in optimale riviersystemen, met name het riviersysteem van de Gironde, Garonne en Dordogne in Zuid-Frankrijk.

Resultaten

Juveniele Europese steuren voeden zich met een grote variëteit aan voedselorganismen uit verschillende taxonomische groepen. De lijst geeft Polychaeta (veelborstelwormen), Oligochaeta (borstelwormen), Decapoda (garnalen, krabben), Isopoda (pissebedden), Amphipoda (vlokreeften), Mysida (aasgarnalen), Copepoda (eenoogekreeftjes), Chironomidae (muggenlarven) en Nematoden (rondwormen). In meer algemene zin bestaat het voorkeursvoedsel van juveniele Europese steur uit relatief kleine *soft-bodied* organismen die zich in en nabij de zachte rivierbodem ophouden. Juveniele steuren lijken flexibel met betrekking tot de specifieke soorten voedselorganismen waarmee zij zich voeden en passen zich indien nodig aan, aan het lokale aanbod. Er zijn ook aanwijzingen dat zij actief op zoek gaan naar gebieden waarin hun favoriete prooidieren in hogere dichtheden voorkomen.

Alle bekende voedselorganismen van belang voor het eerste levensjaar van de Europese steur blijken in zowel de Rijntakken als in het benedenrivierengebied in zekere mate voor te komen. De meest frequent aangetroffen groepen in de Rijntakken zijn achtereenvolgens: Chironomidae (muggenlarven), Amphipoda (vlokreeften), Oligochaeta (borstelwormen), Bivalvia (tweekleppigen/weekdieren), Gastropoda (slakken) en Polychaeta (veelborstelwormen). In het geval van de benedenrivieren zijn dat: Chironomidae (muggenlarven), Bivalvia (tweekleppigen), Oligochaeta (borstelwormen), Gastropoda (slakken) en Amphipoda (vlokreeften). Van deze groepen worden Bivalvia (tweekleppigen) en Gastropoda (slakken) door juveniele steuren waarschijnlijk niet gegeten. Het aantal families en genera is iets hoger in de Rijntakken (n=387) dan in het benedenrivierengebied (n=328).

Discussie & Conclusies

De macrofaunagemeenschap in de Rijn wordt de afgelopen decennia gekenmerkt door een toenemend aandeel exoten. Gezien de variëteit aan voedselorganismen waarmee juveniele steuren zich voeden en hun adaptieve vermogen is het waarschijnlijk dat ook exotische soorten uit de taxonomische hoofdgroepen waarmee juveniele Europese steuren zich voeden (o.a. Pontokaspische slijkkreeft, vlokreeft, aasgarnaal en grondels) zonder problemen door hen worden gegeten.

De gegevens uit de MWTL database zijn gebruikt voor het maken van verspreidingskaarten voor de verschillende groepen voedselorganismen met dichtheden op specifieke monsterlocaties in zowel de litorale als in de profundale zone (Bijlage 1). Alle belangrijke groepen voedselorganismen worden zowel in de litorale (ondiepe) zone als in de profundale (diepe) zone van alle deelgebieden aangetroffen. De dichtheden van voedselorganismen worden daarbij gekenmerkt door grote variatie in tijd en ruimte. Over het algemeen zijn de totale dichtheden (van alle voedselorganismen samen) hoger in de litorale zone dan in de profundale zone en hoger in de benedenrivieren dan in de verder stroomopwaarts gelegen Rijntakken. Op specifieke locaties (hotspots) worden soms dichtheden aangetroffen van enkele tienduizenden voedselorganismen per vierkante meter, vergelijkbaar met de aantallen in de voorkeurszones van de Gironde. Er zijn aanwijzingen dat de jonge steurtjes actief op zoek gaan naar deze hotspots. Op basis van de resultaten uit voorliggende studie mag worden aangenomen dat de Rijntakken en met name het benedenrivierengebied voldoende voedseldiertjes omvatten voor de eerste levensjaren van de Europese steur.

SUMMARY

Introduction

Since 2009, WWF, ARK Nature and Sportvisserij Nederland (Dutch Anglers Association) have been working on the return of the European sturgeon (*Acipenser sturio*) in the River Rhine. An important step is the reintroduction of young sturgeons from a French breeding program. Recently, the *First Action Plan for the European Sturgeon (Acipenser sturio) for the Lower Rhine* was published (Visser *et al.*, 2020). This plan fits seamlessly with the Pan-European Sturgeon Action Plan, which has been accepted under the Berne Convention. The Sturgeon Rhine Action Plan contains an evaluation of the opportunities and threats for a successful reintroduction of the sturgeon in the Rhine based on a large number of studies carried out in recent years, including releases of juvenile sturgeons in 2012 and 2015 (Brevé *et al.*, 2014 and 2019). Based on these studies, the possibilities for a self-sustaining Rhine population in the future are cautiously positive. However, there are still important obstacles to overcome and crucial questions remain unanswered. One of those questions is whether the Rhine offers sufficient suitable food items for juvenile sturgeons. The objective of present study was to find an answer to this question.

Input for the study consisted of scientific literature and a database provided by Rijkswaterstaat with monitoring data on macrofauna in the different Rhine tributaries and Lower Delta in the Netherlands. Based on data from the literature, a list of food organisms known to be consumed by juvenile European sturgeons was drawn up. By comparing this list with the data in the database an overview was then made of species groups that are known to be consumed by juvenile sturgeons and that occur in the (potential) habitat of the sturgeon in the Netherlands. For the five main groups of food organisms densities were determined and distribution maps made, using ArcMap 10.5. Finally, the results were compared with food availability in the Gironde river system in southern France.

Results

Juvenile European sturgeons feed on a wide variety of food organisms from different taxonomic groups. The list gives Polychaeta (bristle worms), Oligochaeta (bristle worms), Decapods (shrimps, crabs), Isopods (water lice), Amphipoda (amphipods), Mysids (carriion shrimp), Copepods (one-eyed crayfish), Chironomidae (mosquito larvae) and Nematodes (roundworms). In general, the preferred diet of juvenile European sturgeon consists of relatively small soft-bodied organisms that live in and near soft bottoms. Juvenile sturgeons appear flexible with regard to the specific types of food organisms they feed on and seem to adapt to locally available food items. There are also indications that they actively search for areas in which their favourite prey species occur in higher densities.

All the main groups of food organisms that seem important as for juvenile European sturgeons appear to occur (in variable densities) in both the Rhine branches and in the Lower Delta. The most frequently encountered taxa in the Rhine Branches are: Chironomidae (mosquito larvae), Amphipoda (amphipods), Oligochaeta (bristle worms), Bivalvia (bivalves / mollusks), Gastropoda (snails) and Polychaeta (bristle worms) successively. In the case of the Lower Delta, these groups are: Chironomidae (mosquito larvae), Bivalvia (bivalves), Oligochaeta (bristle worms), Gastropoda (snails) and Amphipoda (amphipods). Of these groups, Bivalvia (bivalves) and Gastropods (snails) are probably not eaten by juvenile sturgeons. The number of macrofauna families and genera is slightly higher in the Rhine Branches (n = 387) than in the Lower Delta region (n = 328).

Discussion & Conclusions

In recent decades the macrofauna community in the River Rhine consists by an increasing proportion of exotic species. Given the variety of food organisms that juvenile sturgeons feed on and their adaptive

capacity, it is likely that exotic species from the main taxonomic groups on which juvenile European sturgeons feed (including Pontokaspian species of amphipods, mud crayfish, carrion shrimp and gobies) are also likely to be eaten by them.

The data from the MWTL database was used to elaborate distribution maps for the different groups of food organisms with densities at specific sample locations in both the littoral and the profundal zones of the Rhine Branches and Lower Delta (Appendix 1). All of the important groups of food organisms are found both in the littoral (shallow) zones as well as in the profundal (deep) zones of the different river sections. Densities of food organisms show great variations in time and space. In general, total densities are higher in the littoral zone than in the profundal zone and higher in the Lower Delta than in the Rhine branches further upstream. At specific locations (hotspots), densities of up to several tens of thousands of food organisms per square meter are found, comparable to the numbers in the preferred zones of the Gironde. There are indications that the young sturgeons actively search for these hotspots. Based on the results of this study, it is plausible to assume that the Rhine branches, and in particular the lower river region, contain sufficient prey items for juvenile European sturgeons.

I. INLEIDING

I.1 PROBLEEMSTELLING

De Europese steur (*Acipenser sturio*) is een ernstig bedreigde vissoort op de rand van uitsterven in het wild. Het Rijnstroomgebied kende in het verleden een grote steurpopulatie, die echter in de eerste helft van de 20e eeuw is verdwenen door een combinatie van antropogene oorzaken (overbevissing, verslechtering van de waterkwaliteit, migratie barrières, habitatdestructie, etc.). De afgelopen decennia zijn een groot aantal maatregelen genomen met als doel de ecologische kwaliteit van de Rijn te verbeteren. Als gevolg van deze maatregelen zijn ook de mogelijkheden voor het herstel van de populaties van trekvisen toegenomen.

Gezien de geringe omvang van de laatste wilde populatie van de Europese steur in het stroomgebied van de Gironde (Frankrijk), de afstand tot de Rijn en de lage voortplantingssnelheid van deze soort, is de kans dat de steur de Rijn uit zichzelf zal herkoloniseren uiterst gering. Herintroductie biedt waarschijnlijk betere kansen. Sinds 2009 wordt door de combinatie WNF, ARK en Sportvisserij Nederland gewerkt aan de terugkeer van de Europese steur in de Rijn middels herintroductie van jonge steuren afkomstig uit een Frans fokprogramma. Als resultaat van de samenwerking verscheen onlangs het *First Action Plan for the European Sturgeon (Acipenser sturio) for the Lower Rhine, "Paving the way towards a reintroduction and restoration of the European Sturgeon"* (Visser *et al.*, 2020). Dit plan past naadloos op het [Pan-Europese Steur Actieplan](#), welke is geaccepteerd onder de Bern Conventie. Het document bevat een evaluatie van de kansen en bedreigingen voor een succesvolle herintroductie van de steur op basis van een groot aantal studies die de afgelopen jaren in dit kader zijn uitgevoerd, waaronder uitzettingen van jonge steurtjes in de Rijn in 2012 en 2015 (Brevé *et al.*, 2019, Brevé *et al.*, 2014).

Hoewel de kansen voor de terugkeer van een zichzelf in standhoudende Rijnpopulatie van Europese steur in de toekomst voorzichtig positief zijn, zijn er nog belangrijke obstakels te nemen en blijven veel vragen vooralsnog onbeantwoord. Eén van die vragen is of de voedselbeschikbaarheid voor (juvenile) steuren in de Nederlandse rivieren voldoende is om een levensvatbare populatie te kunnen dragen. In deze desk study is geprobeerd een antwoord te geven op deze vraag.

I.2 DOELSTELLING

De doelstelling van deze studie is inzicht te krijgen in de kwalitatieve en kwantitatieve voedselbeschikbaarheid voor juveniele Europese steur (in de leeftijd van 1 maand tot aanvang van de mariene fase) in de Nederlandse Rijn(Maas)delta, d.w.z. de Rijntakken vanaf de Duitse grens en het benedenrivierengebied/zoete delta.

I.3 VRAAGSTELLING

De hoofdvraag waarop deze studie antwoord moet geven is de volgende: **“Is er in de Nederlandse Rijn-
takken en benedenrivierengebied voor juveniele steuren voldoende geschikt voedsel beschikbaar?”**. Om ant-
woord te kunnen geven op de hoofdvraag dienen onderstaande onderzoeksvragen te worden beant-
woord.

1. Wat eten juveniele steuren (bij voorkeur)?
2. Welke organismen uit het voedselpakket van de steur komen voor in het onderzoeksgebied?
3. Zijn er (vergelijkbare) soorten die mogelijk als alternatieve voedselbron dienen, indien een ge-
prefereerd voedselorganisme niet voorkomt?
4. Waar en onder welke condities komen de voedselorganismen voor?
5. In welke aantallen/dichtheden komen de voedselorganismen voor in het onderzoeksgebied?

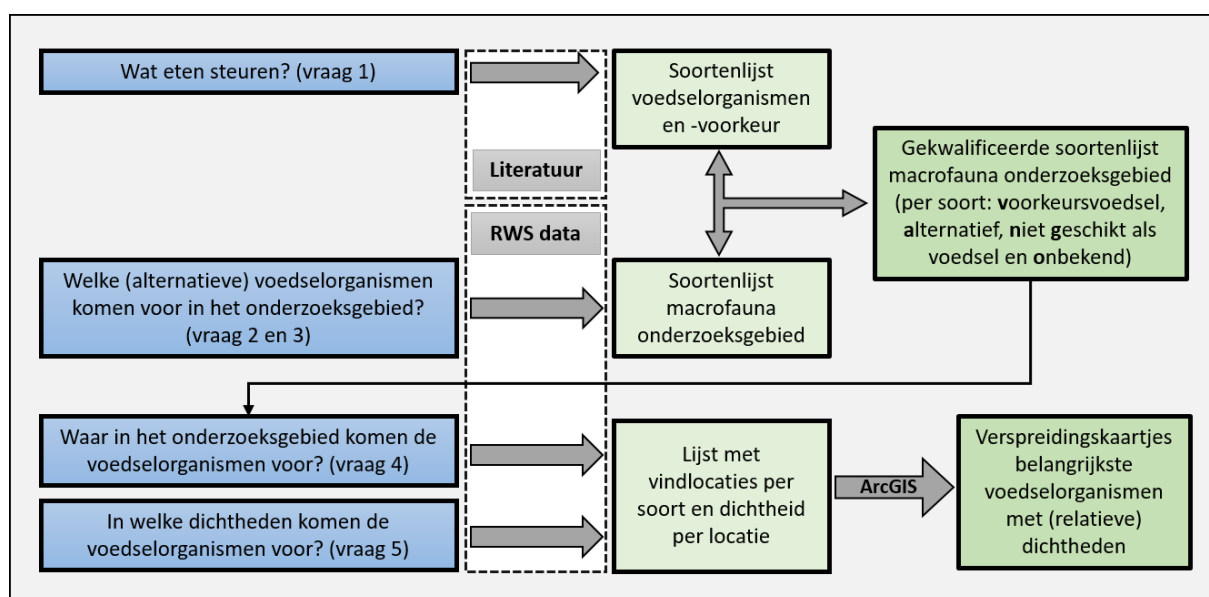
I.4 LEESWIJZER

In hoofdstuk 1 zijn de probleemstelling en doelstelling van het onderzoek beschreven. Hoofdstuk 2 gaat in
op de bij het onderzoek gehanteerde werkwijze en gebruikte gegevens. De resultaten van het onderzoek
worden in hoofdstuk 3 gepresenteerd. De discussie van de resultaten is ondergebracht in hoofdstuk 4. In
hoofdstuk 5 vindt u de belangrijkste conclusies en aanbevelingen. Hoofdstuk 6 bevat een lijst van de in het
onderzoek gebruikte literatuur. Het rapport gaat vergezeld van een bijlage waarin verspreidingskaarten
van verschillende groepen voedselorganismen zijn opgenomen.

2. ONDERZOEKSAANPAK

2.1 WERKWIJZE

Figuur 1 is een schematische weergave van de in dit onderzoek toegepaste werkwijze. Voor beantwoording van de onderzoeksvragen wordt gebruik gemaakt van (1) wetenschappelijke literatuur over voedselvoorkeur van Europese steur en (2) een dataset van Rijkswaterstaat (RWS) met MWTL gegevens van macrofauna in de Rijkswateren.



Figuur 1 Flowdiagram van de gehanteerde werkwijze bij beantwoording van de onderzoeksvragen.

Stappenplan

Op basis van gegevens uit de literatuur wordt een soortenlijst opgesteld van de verschillende voedselorganismen waarvan bekend is dat zij door de juveniele steur worden gegeten. Beschikbare gegevens over een voorkeursdieet en mogelijke alternatieven worden daarbij ook meegenomen.

1. Op basis van de MWTL RWS data wordt een lijst opgesteld van macrofaunasoorten/soortgroepen die voorkomen in het onderzoeksgebied.
2. Vergelijking van de resultaten uit stap 1 en stap 2 resulteert in een lijst van voedselorganismen waarvan bekend is dat zij door juveniele steuren worden gegeten en waarvan bekend is dat zij voorkomen in het onderzoeksgebied (leefgebied van de steur). De aanwezige macrofaunasoorten/taxa worden daarbij geclassificeerd als: I: geschikt (als voedselbron), II: mogelijk alternatief en III: (waarschijnlijk) niet geschikt / onbekend.
3. Voor de macrofaunasoorten/-groepen waarvan bekend is dat zij een geschikte voedselbron vormen voor juveniele Europese steur én die algemeen worden aangetroffen in het onderzoeksgebied, worden dichtheden bepaald en verspreidingskaartjes gemaakt.
4. Tenslotte worden de resultaten m.b.t. de samenstelling, verspreiding en dichtheden van voedselorganismen in de Rijntakken en benedenrivierengebied vergeleken met vergelijkbare gegevens afkomstig uit gebieden waarvan bekend is dat er sprake is van met een zichzelf in stand houdende populatie van Europese steuren (Gironde).

2.2 DATASET MACROFAUNA

2.2.1 ALGEMEEN

Voor uitvoering van de studie zijn door Rijkswaterstaat twee datasets in Excel formaat ter beschikking gesteld. De eerste dataset heeft betrekking op de monitoringsgegevens van macrofauna in de grote rivieren en de zoete delta in de periode van 1999-2017. De tweede dataset bevat monitoringsgegevens van macrofauna in de zuidwestelijke delta (Grevelingen, Oosterschelde, Veerse Meer en Westerschelde) uit de periode 1992-2017. In beide datasets betreft het gegevens verzameld in het kader van de Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL). Voor meer achtergrondinformatie over de MWTL-monitoring en werkwijze wordt verwezen naar [internetreferentie 1](#) en [internetreferentie 2](#) en naar het [Handboek Hydrobiologie](#) (Bijkerk, 2014). In de dataset zijn behalve gegevens over de soort(groep), vangstdatum, -locatie en -methodiek ook gegevens opgenomen over de aantallen dieren in de monsters en de bemonsteringsspanning. Het niveau van determinatie is niet in alle gevallen hetzelfde, in de meeste gevallen is de macrofauna tot op familieniveau gedetermineerd en vaak tot op niveau van genus of zelfs specifieke soortnaam.

2.2.2 AFBAKENING

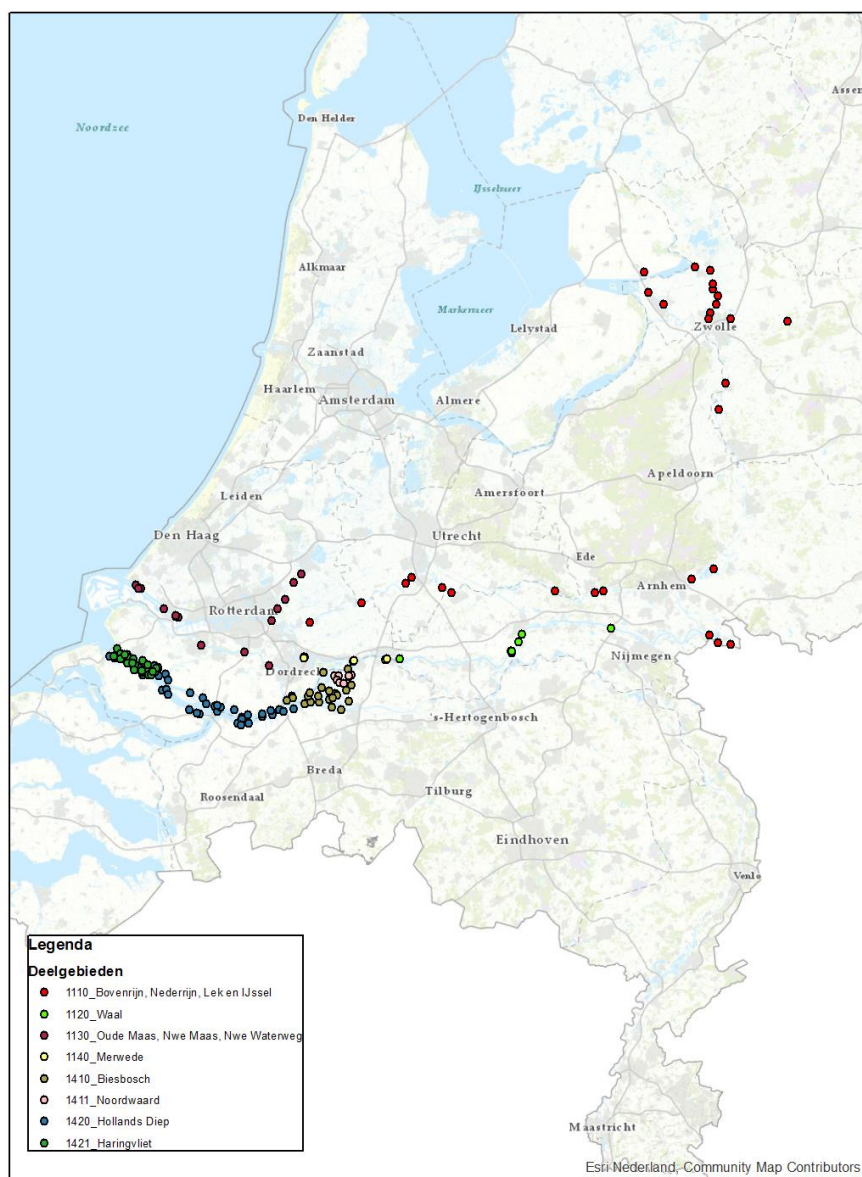
Periode: In voorliggende studie is ervoor gekozen om in de analyses de focus te leggen op de monitoringsgegevens van de laatste 10 jaar, dat wil zeggen de gegevens vanaf 2010 tot en met 2017 (meer recente monitoringsdata zijn niet in de dataset opgenomen). Dit omdat de samenstelling en abundantie van macrofauna in de Rijntakken en benedenrivieren in de laatste decennia grote veranderingen hebben ondergaan (Wijnhoven & Hummel, 2008), en het in het kader van de herintroductie van de Europese steur vooral interessant is wat de actuele (en toekomstige) stand van zaken is met betrekking tot het voedselaanbod.

Onderzoeksgebied: Op basis van kennis over het habitatgebruik van jonge steur is ervoor gekozen om de focus in de huidige studie primair te richten op de hoofdstroom, d.w.z. de Rijntakken (vanaf de Duitse grens) en de benedenrivieren (synoniem: zoet delta). Dit impliceert dat een deel van de MWTL data niet is meegenomen in deze analyses. Dit behelst de dataset “MWTL data Zuidwestelijke delta”, de locaties in het IJsselmeer en in de Maas, evenals de wateren met KRW-type M(20): Volkerak, Zoommeer en Grevelingen. Een kaart van het onderzoeksgebied met de verschillende onderzoekslocaties en deelgebieden is weergegeven in Figuur 2. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de deelgebieden en wateren die zijn meegenomen in de analyse, inclusief de door Rijkswaterstaat gebruikte codering en de in dit rapport gebruikte afkortingen.

Vangstmethoden: Voor het verzamelen van macrofauna worden verschillende methoden gebruikt ([internetreferentie 2](#)). Voor bepaling van dichtheden van macrofauna (aantal individuen (n) per m²) zijn in deze studie alleen de gegevens gebruikt die zijn verzameld met behulp van het standaard macrofaunanet, de boxcorer en de Van Veenhapper. Het standaard macrofaunanet is een handnet met een netopening van 20 x 30 cm, waarmee de bovenste laag van de bodem over een lengte van 1,5 meter wordt bemonsterd. Het net wordt gebruikt voor bemonstering van de litorale zone, d.w.z. ondiepe (oever)zones die bij eb droog (kunnen) vallen. Voor diepere locaties (sublitorale of profundale zone) worden de boxcorer en Van Veenhapper gebruikt. Met de Van Veenhapper bemonstert men een oppervlak van 20 x 12,5 cm (0,0250 m²) en met de boxcorer een oppervlak van 20 x 30 cm (0,06m²). Voor meer informatie over deze vangtuisen wordt verwezen naar Hoofdstuk IV (Bijlagen) van het STOWA Handboek Hydrobiologie ([internetreferentie 3](#)).

Tabel 1 De verschillende deelgebieden en wateren die deel uitmaken van het onderzoeksgebied, inclusief de door Rijks-
waterstaat gebruikte codering en in dit rapport gebruikte afkortingen.

Code	Afkorting	Deelgebied
1100		Rijn- en rijntakken
1110	BRIJL	Bovenrijn, Nederrijn, IJssel en Lek (Lobith tot Krimpen a/d Lek)
1120	WAAL	Waal (Millingen tot slot Loevestein)
1130	GTML	Oude Maas, Nwe Maas, Nwe Waterweg, Hol IJssel, Getijden Lek
1140	BMER	Boven Merwede, Beneden Merwede
1400		Zoete Delta
1410	NMBB	Dordtse Biesbosch, Brabantse Biesbosch, Nieuwe Merwede
1411	NDWD	Noordwaard
1420	HOLD	Hollands Diep
1421	HARV	Haringvliet



Figuur 2 Een kaart van het onderzoeksgebied met de verschillende meetlocaties. Het onderzoeksgebied is opgedeeld in deelgebieden. Elk deelgebied heeft een aparte kleur (zie legenda).

3. RESULTATEN

3.1 VOEDSELPAKKET JUVENIELE STEUR

In Tabel 2 is het overzicht opgenomen van voedselorganismen die door juveniele steur worden gegeten op basis van gegevens uit gebruikte literatuurbronnen. In Foto 1 zijn afbeeldingen te zien van de belangrijkste voedselorganismen. De belangrijkste voedselorganismen zijn:

- Annelida (ringwormen) uit de klasse Polychaeta (veelborstelwormen);
- Annelida (ringwormen) uit de onderklasse Oligochaeta (borstelwormen);
- Crustacea (kleinere kreeftachtigen) uit de orden Decapoda (garnalen, krabben), Isopoda (pissebedden), Amphipoda (vlokreeften) en Mysida (aasgarnalen);
- Crustacea (kleinere kreeftachtigen) uit de onderorde Copepoda (eenooγκreeftjes);
- Insecta (insecten(larven)) o.a. uit de familie Chironomidae (muggenlarven);
- Nematoden (rondwormen).

Met name de wat oudere exemplaren van juveniele steur (vanaf ca. 6 maanden) voeden zich ook met weekdieren en kleine vissen.

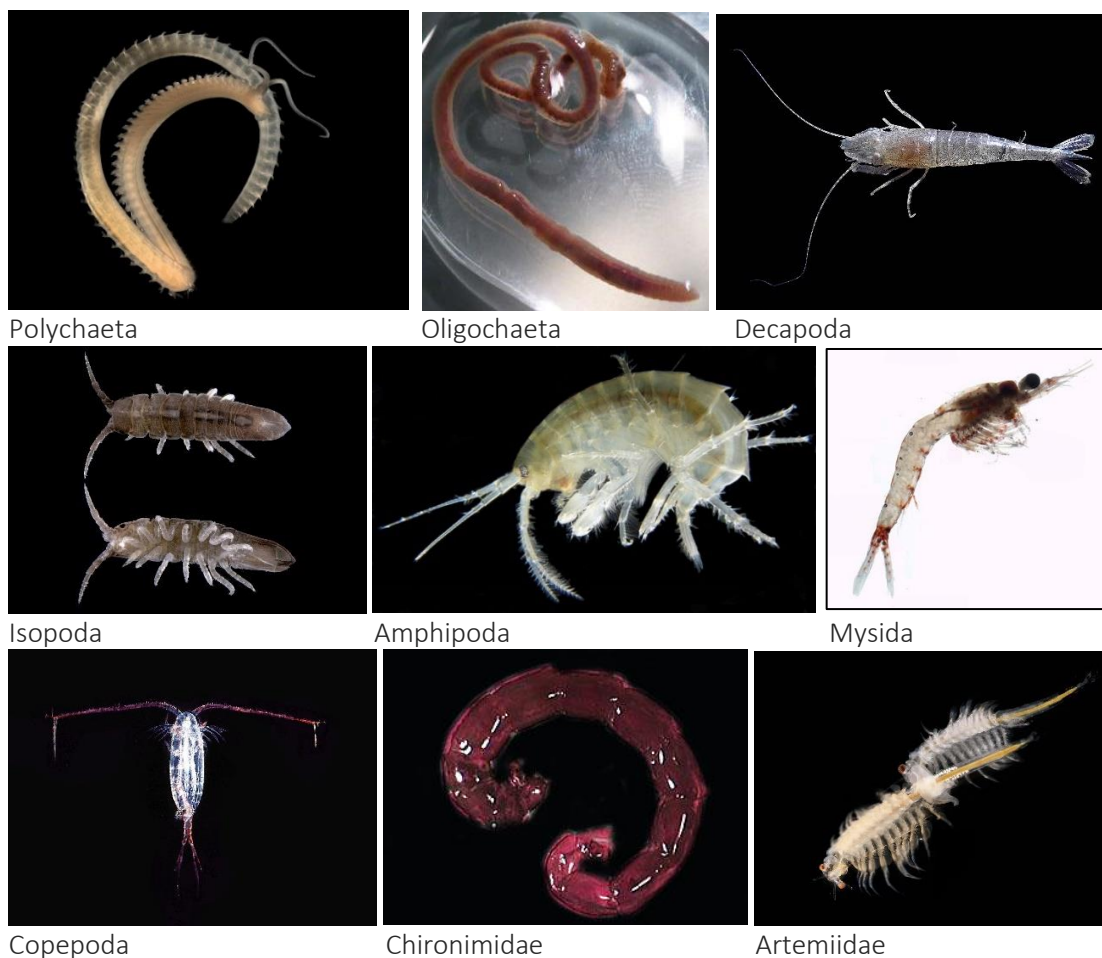


Foto 1 De belangrijkste voedselorganismen voor juveniele Europese steur (Foto's: Hans Hillewaert (CC BY-SA 4.0) en Michal Mañas (CC BY 2.5)).

Tabel 2 Tabel met voedselorganismen van juveniele exemplaren van Europese steur (*Acipenser sturio*). Voor elk voedselorganisme zijn de bronnen vermeld, en voor elke bron zijn specificaties gegeven met betrekking tot de leeftijd/lengte van de steur en het onderzoeksgebied. Tevens waarbij het specifiek gaat om dieren in gevangenschap (=in captivity).

						Bron													
						Specificaties													
Stam	Onderstam	Klasse	Onderklasse	Orde	Familie	Williot et al., 2011 (in Williot)	Williot & Kirschbaum, 2011	Delage et al., 2014	Carrera-García et al., 2016	Acostas et al., 2011 (in Williot)	Taverny et al., 2002	Holík, 1989	Brosse et al., 2011 (in Williot)	Magrin, 1962	Ninua, 1976	Acostas et al., 2017	Chebanov and Galich, 2011		
Annelida (ringwormen)		Polychaeta (borstelwormen)	algemeen											*					
					Capitellidae							*							
				Spionida	Spionidae							*							
			Errantia	Phyllodocida	Nereididae							*							
		Clitellata	Oligochaeta	algemeen								*							
					Lumbriculidae						*								
	Enchytraeidae									*									
Arthropoda (geleedpotigen)	Crustacea (kreeftachtigen)	algemeen (kleine crustacea)				*	*	*				*	*						
				Decapoda	Crangonidae				*	*								*	
					Palaemonidae											*			
					Portunidae				*										
		Malacostraca		Isopoda	Idoteidae				*										
					Anthuridae				*										
					Bathyporeiidae				*										
				Amphipoda	Gammaridae	*		*	*							*	*		
					Corophiidae				*					*	*				
									*				*	*					
				Mysida					*	*									
		Hexanauplia	Copepoda				*												
		Hexapoda	Insecta	algemeen (insectenlarven)			*				*								
					Diptera	Chironomidae										*	*	*	
				Branchiopoda		Anostraca	Artemiidae					*							
		Nematoda (rondwormen)							*										
Mollusca (weekdieren)												*							
Chordata		Actinopterygii		Osteiiformes	Osteiidae							*							

3.2 MACROFAUNAGEMEENSCHAP IN DE RIJNTAKKEN EN BENEDENRIVIEREN

In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de verschillende groepen macrofauna die in de periode 2010-2017 zijn aangetroffen op basis van de MWTL-monitoring in respectievelijk de Rijntakken en het benedenrivierengebied. Per groep is het aantal verschillende aangetroffen taxa vermeld. In de monsters verzameld in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn respectievelijk in totaal 387 en 328 verschillende taxa geïdentificeerd. Om een beeld te krijgen van de abundantie van de verschillende taxonomische groepen is voor elke groep en per deelgebied de relatieve trefkans (op basis van het aantal registraties in de dataset) weergegeven als een score. Daartoe is de score van meest aangetroffen groep gelijk gesteld aan 1. Over het algemeen is het beeld met betrekking tot de meest frequent aangetroffen taxa redelijk vergelijkbaar voor beide deelgebieden. De meest frequent aangetroffen groepen in de Rijntakken zijn achtereenvolgens: Chironomidae (muggenlarven), Amphipoda (vlokreeften), Oligochaeta (borstelwormen), Bivalvia (tweekleppigen/weekdieren), Gastropoda (slakken) en Polychaeta (veelborstelwormen). In het benedenrivierengebied zijn de meest aangetroffen groepen: Chironomidae (muggenlarven), Bivalvia (tweekleppigen), Oligochaeta (borstelwormen), Gastropoda (slakken) en Amphipoda (vlokreeften).

Tabel 3 Diversiteit en relatieve abundantie van de macrofaunagemeenschap in de Rijntakken en benedenrivieren op basis van de MWTL data (periode 2010-2017). Abundantiescore is bepaald op basis van het aantal registraties van de groep in de dataset, waarbij de abundantie van de meest voorkomende groep gelijk is gesteld aan 1. Hoe intenser de groene kleur, hoe abundanter de betreffende groep in het specifieke deelgebied is aangetroffen.

Groep	Nederlandse naam	Rijntakken		Benedenrivieren	
		Aantal Taxa	Relatief Voorkomen	Aantal Taxa	Relatief Voorkomen
Chironomidae	muggenlarven	73	1,00	61	1,00
Bivalvia	weekdieren (tweekleppigen)	22	0,39	12	0,60
Amphipoda	vlokreeften	18	0,57	11	0,37
Oligochaeta	borstelwormen	36	0,41	30	0,48
Gastropoda	weekdieren (slakken)	30	0,18	32	0,41
Trichoptera	kokerjuffers	22	0,08	23	0,19
Arachnida	watermijten	18	0,08	22	0,17
Isopoda	pisbedden	6	0,09	6	0,08
Polychaeta	veel borstelwormen	34	0,10	4	0,07
Overige diptera	overige vliegenlarven	32	0,06	25	0,08
Ephemeroptera	haften	4	0,04	5	0,09
Mysida	aasgarnalen	6	0,03	6	0,06
Bryozoa/Hydrozoa/Porifera	mosdiertjes/hydroidpoliepen/sponzen	6	0,04	8	0,04
Heteroptera	wantsen	5	0,01	11	0,06
Hirudinea	bloedzuigers	9	0,02	12	0,05
Odonata	libellen	11	0,01	12	0,05
Coleoptera	keverlarven	13	0,01	23	0,05
Turbellaria	platwormen	9	0,02	7	0,01
Overige	overige crustaceeën	6	0,02	1	0,00
Overige	overige insecten	3	0,00	5	0,02
Decapoda	tienpotigen (kreeften, krabben en garnalen)	12	0,02	5	0,01
Lepidoptera	vlinderlarven	5	0,00	6	0,02
Overige soorten	overige soorten	4	0,01	1	0,00
Collembola	springstaarten	2	0,00	0	0,00
Simuliidae	kriebelmuggen	1	0,00	0	0,00
Totaal		387		328	

3.3 VERGELIJKING MACROFAUNAGEMEENSCHAP EN DIEET *ACIPENSER STURIO*

Op basis van kennis over het dieet van juveniele steur (Tabel 2) zijn de verschillende macrofaunagroepen aangetroffen in de Rijntakken en het benedenrivierengebied (Tabel 3) gekwalificeerd naar de mate waarin deze geschikt worden geacht als voedselorganisme voor juveniele steur (0). Deze lijst vormt het uitgangspunt bij de verdere analyse van de MWTL-data, waarbij de focus is gelegd op die soortgroepen waarvan bekend is dat deze behoren tot het voedselpakket van juveniele steur én die algemeen voorkomen in Rijntakken en benedenrivieren. De volgende groepen worden op basis van deze lijst verder uitgewerkt:

- Amphipoda (vlokreeften)
- Chironomidae (muggenlarven)
- Oligochaeta (borstelwormen)
- Isopoda (pissebedden)
- Polychaeta (veelborstelwormen)

Tabel 4 Tabel met de verschillende macrofaunagroepen uit MWTL data, de mate waarin deze groepen als geschikt voedsel voor juveniele steur worden beschouwd en de mate waarin deze groepen in het gebied voorkomen. (++) veel voorkomend; (+) algemeen voorkomend; (o) minder algemeen voorkomend.

Groep	Nederlandse naam	Acceptatie	Voorkomen
Amphipoda	vlokreeften	bevestigd	++
Chironomidae	muggenlarven	bevestigd	++
Oligochaeta	borstelwormen	bevestigd	++
Isopoda	pissebedden	bevestigd	+
Polychaeta	veelborstelwormen	bevestigd	+
Overige Diptera	overige vliegenlarven	bevestigd	+
Decapoda	kreeften, krabben en garnalen	bevestigd	o
Mysida	aasgarnalen	bevestigd	o
Simuliidae	kriebelmuggen	bevestigd	o
Ephemeroptera	haften	waarschijnlijk	+
Arachnida	watermijten	waarschijnlijk	+
Trichoptera	kokerjuffers	waarschijnlijk	+
Coleoptera	keverlarven	waarschijnlijk	o
Heteroptera	wantsen	waarschijnlijk	o
Hirudinea	bloedzuigers	waarschijnlijk	o
Lepidoptera	vlinderlarven	waarschijnlijk	o
Odonata	libellen	waarschijnlijk	o
Collembola	springstaarten	waarschijnlijk	o
Turbellaria	platwormen	waarschijnlijk	o
Bivalvia	weekdieren (tweekleppigen)	waarschijnlijk niet	++
Gastropoda	weekdieren (slakken)	waarschijnlijk niet	++
Bryozoa/Hydrozoa/Porifera	mosdiertjes/hydroidpoliepen/sponzen	onbekend	o
Overige	overige crustaceëen	onbekend	o
Overige	overige insecten	onbekend	o
Overige	overige mariene soorten	onbekend	o

3.4 DIVERSITEIT, VERSPREIDING EN DICHTHEDEN VAN VOEDSELORGANISMEN

In deze paragraaf worden gegevens gepresenteerd over de samenstelling, verspreiding en dichtheden van de belangrijke groepen voedselorganismen voor juveniele Europese steur in de Nederlandse Rijntakken en benedenrivierengebied.

3.4.1 AMPHIPODA (VLOKREEFTEN)

Families en genera

In Tabel 5 is een overzicht gegeven van de verschillende taxa (families en genera) binnen de orde Amphipoda (vlokreeften) die in de periode 2010-2017 in de verschillende deelgebieden in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn aangetroffen. In totaal zijn 18 taxa geïdentificeerd. Taxondiversiteit is het grootst (15 taxa) in het gebied Nieuwe Maas/Oude Maas/Nieuwe Waterweg (GTML) en het laagst in de Noordwaard (NDWD).

Om een idee te krijgen van de algemeenheid van de verschillende taxa is per taxon aangegeven hoe vaak deze in de bemonsteringen is waargenomen, d.w.z. hoe vaak één of meerdere exemplaren van een soort behorende tot dat taxon is/zijn aangetroffen in de monsters uit een bepaald gebied. Omdat de meeste taxa meerdere soorten vertegenwoordigen is het mogelijk dat er per monster meerdere waarnemingen van hetzelfde taxon zijn. Amphipoda van de genera *Chelicorophium* en *Dikerogammarus* (Foto 2) zijn het meest frequent aangetroffen in de MWTL bemonsteringen, gevolgd door exemplaren uit de families Gammaridae en Corophiidae (Foto 3).

Tabel 5 De verschillende taxa binnen de orde Amphipoda die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.

Taxon	Rijntakken					Zoete delta					Totaal
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	Totaal	NMBB	NDWD	HOLD	HARV	Totaal	
Chelicorophium	292	75	88	17	472	122	12	117	12	263	735
Dikerogammarus	269	77	60	13	419	96	2	102	15	215	634
Gammaridae	185	47	85	9	326	110	11	95	13	229	555
Corophiidae	167	39	79	6	291	88	9	70	5	172	463
Gammarus	30	2	42	3	77	37	4	20	1	62	139
Corophium	12	-	55	-	67	1	-	1	-	2	69
Echinogammarus	39	9	6	-	54	4	-	17	-	21	75
Apocorophium	-	-	28	-	28	1	-	2	-	3	31
Leptocheirus	1	-	12	-	13	2	-	-	-	2	15
Melita	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	9
Crangonyx	3	-	-	-	3	4	-	-	-	4	7
Orchestia	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
Amphipoda	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2
Bathyporeia	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2
Melitidae	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2
Caprellidae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Microdeutopus	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Talitridae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1
Aantal waarnemingen	1001	249	472	48	1770	466	38	424	46	974	2744
Aantal monsters	199	56	120	9	384	121	11	114	24	339	723
Aantal waarn. per monster	5,0	4,4	3,9	5,3	4,6	3,9	3,5	3,7	1,9	2,9	3,8
Aantal taxa	10	6	15	5	17	11	5	8	5	11	18

- = niet aangetroffen



Foto 2 Twee in Nederland algemeen voorkomende (exotische) soorten vlokreeften. Links: de Kaspische slijkgarnaal (*Chelicorophium curvispinum*), uit het genus *Chelicorophium* (afbeelding: Silvia Waajen / onderwaterwereld.org (CC BY-NC-SA 3.0)); Rechts: de Pontokaspische vlokreeft (*Dikerogammarus villosus*) uit het genus *Dikerogammarus* (afbeelding: S. Giesen (CC BY-SA 2.0)).



Foto 3 Links de vlokreeft *Gammarus roeseli* uit de familie Gammaridae (afbeelding: Michal Mañas (CC BY 2.5)) en rechts *Proto-medea grandimana* uit de familie Corophiidae (afbeelding: Florida Museum of Natural History (CC BY-SA 4.0)).

Dichtheden

In Tabel 6 zijn de gemiddelde dichtheden van Amphipoda (aantal individuen [n] per m²) in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren weergegeven op basis van monsters uit respectievelijk de litorale en profundale zone. De bemonsteringen in de litorale zone zijn uitgevoerd met een standaard macrofaunanet, de bemonsteringen van de profundale zone zijn uitgevoerd met een boxcorer en Van Veenhapper. In de litorale zone varieert de gemiddelde dichtheid van Amphipoda over de periode 2010-2017 van 81 n/m² in de monsters genomen in de Waal tot 1.252 n/m² in de Noordwaard. De hoogste dichtheid aan Amphipoda in de litorale zone is gemeten in de Bovenrijn/IJssel/Lek in 2016 en bedroeg 3.349 n/m².

De gemiddelde dichtheid van Amphipoda over de periode 2010-2017 in de profundale zone varieert van 35 n/m² in de Waal tot 1.201 n/m² in de Noordwaard. De hoogste dichtheid aan Amphipoda in de profundale zone is gemeten in 2013 in het gebied Nieuwe Maas/Oude Maas/Nieuwe Waterweg/GetijdeLek (GTML) en bedroeg 3.595 n/m², in 2016 bedroeg de dichtheid in de monsters uit hetzelfde gebied slechts 9 n/m². De dichtheden in de litorale en profundale zone liggen in dezelfde orde van grootte.

Tabel 6 Gemiddelde dichtheden van Amphipoda (aantal per m²) op basis van monsters uit de litorale (boven) en profundale zone (onder) in de verschillende deelgebieden en in verschillende jaren.

LITORALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	247	85	193	-	426	-	-	-
2011	92	3	89	-	244	-	247	-
2012	469	91	454	-	266	-	-	-
2013	363	13	711	-	240	-	549	-
2014	412	44	299	-	226	-	594	-
2015	295	66	3.071	-	408	-	1.198	-
2016	3.349	-	-	-	106	-	3.011	-
2017	357	159	-	961	826	1.252	-	-
Gem.	363	81	551	961	317	1.252	958	-
PROFUNDALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	1	0	299	-	93	-	33	-
2011	-	-	73	-	1	-	28	-
2012	680	31	738	-	2.788	-	201	-
2013	92	96	3.595	-	102	-	141	-
2014	40	19	183	-	613	-	108	-
2015	208	30	1.582	-	928	-	125	-
2016	-	-	9	-	232	-	128	90
2017	1.471	34	205	591	1.078	1.201	-	-
Gem.	534	35	913	591	850	1.201	109	90

- = niet bemonsterd; 0 = minder dan 0,5 ind. per m² aangetroffen

In Figuur 3 zijn voor 2011 (boven) en 2013 (onder) de aantallen vlokreeften op individuele monsterlocaties weergegeven in het westelijk deel van het onderzoeksgebied. De grootte van de cirkels is daarbij indicatief voor het aantal dieren per m². Te zien is dat op specifieke locaties soms zeer hoge dichtheden worden gevonden van meer dan 3.000 individuen per m². In bijlage I van dit rapport zijn voor de belangrijkste groepen voedselorganismen verspreidingskaarten opgenomen voor alle jaren (periode van 2010 tot 2017), zowel voor monsters uit de litorale zone als voor monsters uit de profundale zone.



Figuur 3 Kaarten van het onderzoeksgebied met dichtheden van vlokreeften in individuele monsters.

3.4.2 CHIRONOMIDAE (DANSMUGGEN)

Families en genera

In Tabel 7 is een overzicht gegeven van de verschillende taxa (subfamilies en genera) binnen de familie Chironomidae (dansmuggen) die in het kader van de MWTL-monitoring in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn aangetroffen. In totaal zijn 79 subfamilies en genera dansmuggen onderscheiden. Taxondiversiteit is het grootst (67 taxa) in het gebied Bovenrijn/IJssel/Lek (BRIJL) en het laagst (14 taxa) in het Haringvliet (HARV).

Per taxon is aangegeven hoe vaak deze in de bemonsteringen is waargenomen, d.w.z. hoe vaak één of meerdere exemplaren van een soort uit het betreffende genus of subfamilie is/zijn aangetroffen in de monsters uit een bepaald gebied. Omdat de meeste taxa meerdere soorten vertegenwoordigen is het mogelijk dat er per monster meerdere waarnemingen van hetzelfde taxon zijn. Chironomidae larven van het genus *Cricotopus* zijn het meest frequent aangetroffen in de MWTL bemonsteringen, gevolgd door de genera *Polypedium*, *Chironomus* en *Cladotanytarsus*. In Foto 4 zijn de meest voorkomende genera weergegeven. Als voedsel voor steur zijn alleen de larven van betekenis.



Foto 4 Chironomidae: Linksonder: volwassen exemplaar uit het genus *Cricotopus* (foto: James Lindsey (CC BY-SA 3.0)); Rechtsboven: volwassen exemplaar uit het genus *Polypedium* (foto: James Lindsey (CC BY-SA 3.0)); Linksonder: volwassen exemplaar uit het genus *Chironomus* (foto: ©entomart); Rechtsonder: Chironomidae larven (foto: Erin Hayes-Pontius (CC BY-SA 3.0)).

Tabel 7 De verschillende taxa binnen de familie Chironomidae die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.

Taxon	Rijntakken					Zoete delta					Totaal
	BRUL	WAAL	GTML	BBMW	Totaal	NMBB	NDWD	HOLD	HARV	Totaal	
Cricotopus	385	89	33	11	518	115	2	122	5	276	794
Polypedilum	142	20	28	2	192	162	14	95	15	378	570
Chironomus	93	34	41	8	176	130	21	97	8	364	540
Cladotanytarsus	147	31	57	6	241	97	4	39	9	187	428
Paratanytarsus	143	7	10	2	162	84	-	95	-	198	360
Cryptochironomus	86	33	14	2	135	79	18	43	21	200	335
Tanytarsus	138	25	4	-	167	90	3	19	-	117	284
Dicrotendipes	99	14	49	-	162	66	2	27	-	110	272
Procladius	36	1	12	-	49	74	8	70	10	205	254
Orthocladiinae	87	31	50	2	170	16	-	20	-	40	210
Glyptotendipes	22	-	4	1	27	60	15	13	-	130	157
Einfeldia	28	1	19	3	51	45	4	25	3	85	136
Neozavrelia	41	28	7	7	83	12	-	20	-	34	117
Psectrocladius	18	4	3	1	26	43	-	35	1	88	114
Microtendipes	41	3	5	-	49	49	8	2	-	62	111
Paratrachocladus	56	18	23	3	100	3	-	6	-	9	109
Chironomini	31	10	15	1	57	22	-	15	2	49	106
Tanytarsini	43	7	8	-	58	20	1	12	-	39	97
Halocladus	20	-	73	2	95	-	-	-	-	-	95
Endochironomus	19	-	1	-	20	43	1	12	-	67	87
Harnischia	13	5	4	-	22	17	2	33	3	55	77
Limnophyes	33	4	11	2	50	12	3	10	-	27	77
Thalassosmittia	12	4	37	-	53	4	-	2	-	6	59
Parachironomus	10	4	2	-	16	25	-	14	2	42	58
Stictochironomus	24	9	5	-	38	3	1	-	5	19	57
Stempellina	24	10	1	-	35	11	-	4	3	18	53
Corynoneura	12	-	3	-	15	34	-	1	-	36	51
Clinotanypus	9	-	-	-	9	35	3	2	-	41	50
Microchironomus	15	-	4	-	19	8	-	10	4	29	48
Cryptotendipes	13	4	6	-	23	19	-	4	-	23	46
Xenochironomus	12	-	14	1	27	3	-	2	-	7	34
Paratendipes	14	2	6	1	23	10	-	-	-	10	33
Orthocladus	15	3	5	-	23	6	-	1	1	8	31
Cladopelma	13	-	3	-	16	11	-	3	-	14	30
Robackia	9	19	1	1	30	-	-	-	-	-	30
Stempellinella	8	1	-	-	9	17	-	3	-	20	29
Ablabesmyia	7	-	-	-	7	17	1	3	-	21	28
Chironomidae	10	4	4	-	18	4	-	4	-	8	26
Lipiniella	15	2	-	-	17	4	-	-	-	5	22
Phaenopsectra	9	-	1	-	10	10	1	-	-	11	21
Pseudosmittia	8	8	1	1	18	1	-	1	-	2	20
Tanypus	-	-	-	-	-	15	2	2	-	19	19
Paracladius	8	1	5	-	14	2	-	1	-	3	17
Nanocladus	4	2	4	-	10	2	-	3	-	5	15
Potthastia	9	2	-	-	11	2	-	-	-	2	13
Fleuria	-	-	-	-	-	-	-	6	-	12	12
Paraphaenocladus	2	-	2	1	5	2	-	4	-	7	12
Prodiamesa	4	-	3	-	7	4	-	-	-	4	11
Rheotanytarsus	7	-	2	-	9	2	-	-	-	2	11
Paralauterborniella	3	1	4	-	8	2	-	-	-	2	10
Bryophaenocladus	3	-	4	-	7	2	-	-	-	2	9
Kloosia	3	2	2	1	8	-	-	-	-	-	8
Tanypodinae	4	-	-	-	4	3	-	1	-	4	8
Demicroptochironomus	1	-	-	-	1	3	2	-	-	5	6
Metriocnemus	-	-	1	-	1	-	1	3	-	4	5
Smittia	3	1	1	-	5	-	-	-	-	-	5
Acricotopus	1	-	-	-	1	1	1	-	-	2	3
Micropsectra	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
Pentaneurini	2	-	-	-	2	1	-	-	-	1	3
Telmatogeton	-	-	2	-	2	-	-	-	-	1	3
Chironominae	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2
Conchapelopia	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
Paramerina	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2
Rheocricotopus	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
Thienemanniella	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
Zavrelia	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2
Campocladus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1
Corynocera	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1
Paracladopelma	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Paralimnophyes	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Parametrioctenemus	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Parasmittia	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Psectrotanypus	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Pseudochironomus	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Synorthocladus	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Telmatogetoninae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Tribelos	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Tvetenia	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Zavrelia	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Aantal waarnemingen	2.032	444	596	59	3.131	1.510	118	884	92	3.123	6.254
Aantal monsters	199	56	120	9	384	121	11	114	24	339	723
Aantal waarn. per monster	10,2	7,9	5,0	6,6	8,2	12,5	10,7	7,8	3,8	9,2	8,7
Aantal taxa	67	36	50	20	72	57	22	42	14	60	79

Dichtheden

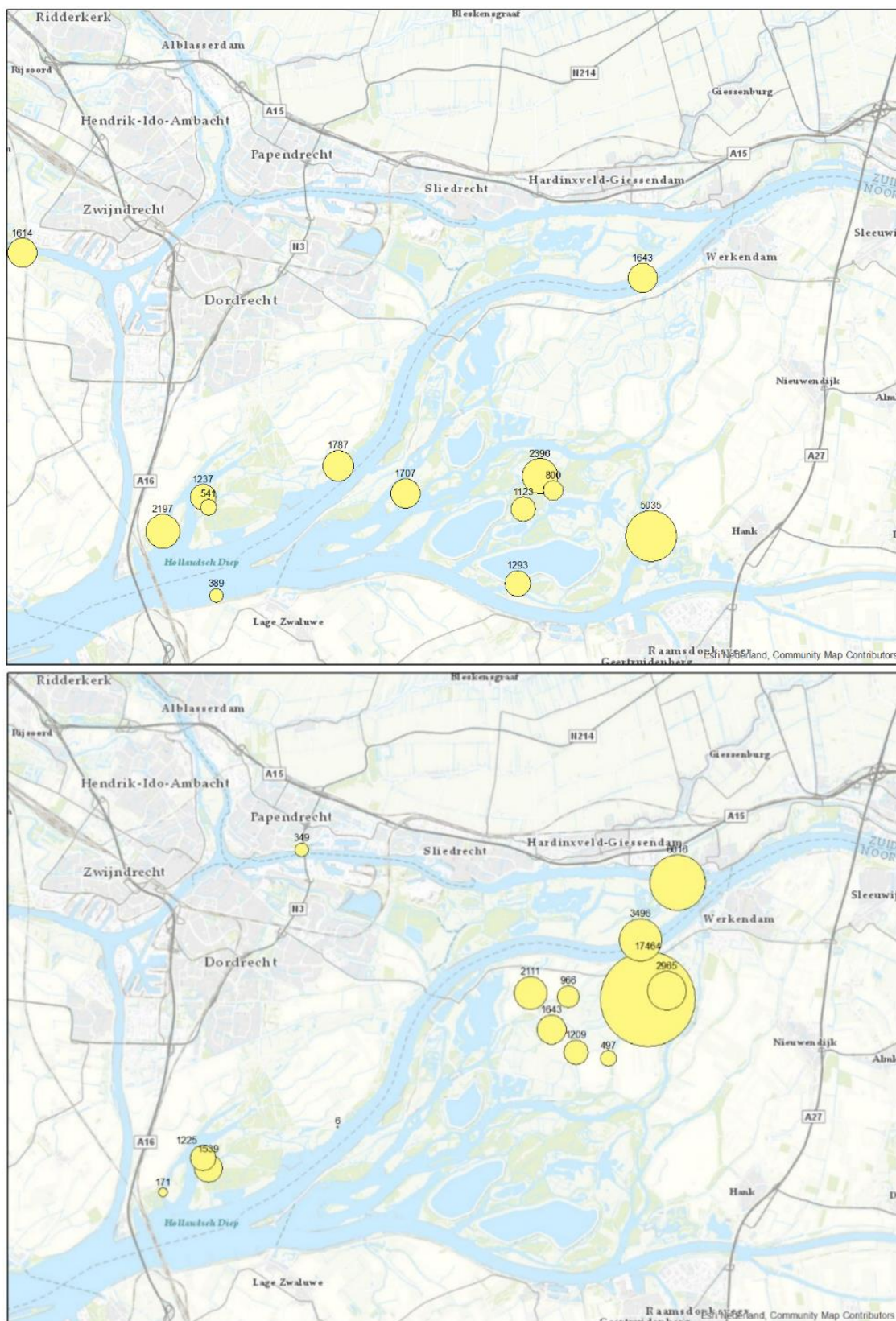
In Tabel 8 zijn de gemiddelde dichtheden van Chironomidae (aantal individuen per m²) in de verschillende deelgebieden en in verschillende jaren weergegeven op basis van monsters uit respectievelijk de litorale zone (boven) en profundale zone (onder). De bemonsteringen in de litorale zone zijn uitgevoerd met een standaard macrofaunanet, de bemonsteringen van de profundale zone zijn uitgevoerd met een boxcorer en Van Veenhapper. In de litorale zone varieert de gemiddelde dichtheid van Chironomidae over de periode 2010-2017 van 124 n/m² in de Waal tot 4.220 n/m² in het Hollands Diep. De hoogste dichtheid aan Chironomidae in de litorale zone is gemeten in 2016 in het Hollands Diep en bedroeg 7.832 n/m². De gemiddelde dichtheid van Chironomidae over de periode 2010-2017 in de profundale zone varieert van 21 n/m² in het Haringvliet tot 682 n/m² in de Noordwaard. De hoogste dichtheid aan Chironomidae in de profundale zone is in 2017 gemeten in de Noordwaard en bedroeg 682 n/m². De dichtheden in de litorale zijn een factor 10 tot 100 keer hoger dan in de profundale zone.

Tabel 8 Dichtheden van Chironomidae (aantal per m²) op basis van monsters uit de litorale en profundale zone in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren.

LITORALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	369	68	163	-	2.208	-	-	-
2011	404	17	13	-	424	-	325	-
2012	517	61	92	-	914	-	-	-
2013	1.446	70	339	-	1.796	-	6.291	-
2014	661	52	294	-	1.299	-	5.767	-
2015	780	18	634	-	1.191	-	2.648	-
2016	5.651	-	-	-	209	-	7.832	-
2017	426	322	-	2.129	1.287	3.836	-	-
Gem.	750	124	214	2.129	1.182	3.836	4.220	-
PROFUNDALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	4	416	16	-	112	-	46	-
2011	-	-	40	-	221	-	83	-
2012	74	85	21	-	174	-	78	-
2013	25	141	7	-	380	-	22	-
2014	9	45	20	-	94	-	21	-
2015	41	69	12	-	136	-	22	-
2016	-	-	0	-	119	-	29	21
2017	117	82	147	44	113	682	-	-
Gem.	58	109	26	44	172	682	44	21

- = niet bemonsterd; 0 = minder dan 0,5 ind. per m² aangetroffen

In Figuur 4 zijn voor de meetjaren 2013 (boven) en 2017 (onder) de aantallen Chironomidae op individuele monsterlocaties in de litorale weergegeven. De grootte van de cirkels is daarbij indicatief voor het aantal individuen per m². Te zien is dat in specifieke monsters soms zeer hoge aantallen worden aangetroffen van meer dan 17.000 individuen per m². In bijlage I van dit rapport zijn voor de belangrijkste groepen voedsel-organismen verspreidingskaarten opgenomen voor alle jaren (periode van 2010 tot 2017), zowel voor monsters uit de litorale zone als voor monsters uit de profundale zone.



Figuur 4 Verspreidingskaarten van de Nieuwe Merwede en de Biesbosch (NWBB) en Hollands Diep (HOLD) met de verspreiding en aantallen Chironomidae (n/m^2) in de handnetmonsters (litorale zone) uit de meetjaren 2013 (boven) en 2017 (onder).

3.4.3 OLIGOCHAETA (BORSTELWORMEN)

Families en genera

In Tabel 7 is een overzicht gegeven van de verschillende taxa (families en genera) binnen de onderklasse Oligochaeta (borstelwormen) die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn aangetroffen in het kader van de MWTL-monitoring. In totaal zijn verschillende 37 taxa geïdentificeerd. Taxondiversiteit is het grootst (31 taxa) in het deelgebied Bovenrijn/IJssel/Lek (BRIJL). Gecorrigeerd voor het aantal monsters is de diversiteit het grootst (5,1 taxa/monster) in het deelgebied Nieuwe Merwede, Biesbosch (NMBB) en het laagst (2,6 taxa/monster) in de Waal (WAAL).

Per taxon is aangegeven hoe vaak deze in de bemonsteringen is waargenomen, d.w.z. hoe vaak één of meerdere exemplaren van een soort uit dat taxon is/zijn aangetroffen in de monsters uit een bepaald gebied. Omdat de meeste taxa meerdere soorten vertegenwoordigen is het mogelijk dat er per monster meerdere waarnemingen van hetzelfde taxon zijn. Oligochaeta van het genus *Limnodrilus* en uit de familie van de Tubificidae (Foto 5) worden het meest frequent aangetroffen, gevolgd door exemplaren uit het genus *Nais*.



Foto 5 Oligochaeta uit het genus *Limnodrilus* (links) (Foto: Eric A. Lazo-Wasem (CCO 1.0)); rechts: uit de familie Tubificidae (Foto: Thunderclap (CC BY 3.0)).

Tabel 9 De verschillende taxa binnen de onderklasse Oligochaeta die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.

Taxon	Rijntakken					Zoete delta					Totaal
	BRIJL	WAAL	GTML	BBMW	Totaal	NMBB	NDWD	HOLD	HARV	Totaal	
Limnodrilus	87	13	77	4	181	154	18	155	49	450	631
Tubificidae	150	40	83	5	278	111	11	95	25	301	579
Nais	158	32	45	8	243	49	-	38	-	91	334
Potamothrix	45	19	28	2	94	13	-	25	28	82	176
Enchytraeidae	62	11	37	4	114	15	1	11	-	30	144
Branchiura	16	1	11	1	29	33	1	38	17	94	123
Quistadrilus	22	-	19	-	41	53	4	17	-	74	115
Psammoryctides	23	3	26	3	55	23	2	16	1	45	100
Stylaria	25	-	1	-	26	40	-	13	1	60	86
Naididae	19	3	8	1	31	19	-	15	-	37	68
Propappus	21	17	1	1	40	2	-	-	-	2	42
Ophidonais	3	-	-	-	3	24	2	8	-	34	37
Dero	11	-	3	-	14	19	-	1	-	22	36
Aulodrilus	9	1	2	-	12	15	1	4	-	22	34
Chaetogaster	6	-	-	-	6	11	-	7	-	20	26
Ilyodrilus	3	-	-	-	3	10	1	3	-	15	18
Paranais	11	-	5	-	16	-	-	1	-	2	18
Tubificoides	-	-	18	-	18	-	-	-	-	-	18
Lumbriculidae	6	2	2	-	10	1	3	3	-	7	17
Spirosperma	3	-	-	-	3	10	-	3	-	13	16
Bothrioneurum	8	-	6	-	14	1	-	-	-	1	15
Lumbricidae	5	1	4	-	10	3	1	-	-	4	14
Pristina	4	-	2	-	6	-	-	1	-	1	7
Stylodrilus	3	2	2	-	7	-	-	-	-	-	7
Vejdovskyella	3	1	-	-	4	-	-	1	-	1	5
Slavina	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4
Tubifex	-	-	1	-	1	2	-	-	-	3	4
Uncinais	2	-	-	-	2	-	-	2	-	2	4
Oligochaeta	-	-	1	-	1	1	-	1	-	2	3
Lophochaeta	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	2
Lumbriculus	1	-	-	-	1	-	1	-	-	1	2
Marionina	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	2
Ripistes	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	2
Aelosoma	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Isochaetides	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Monopylephorus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1
Trichodrilus	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1
Aantal waarnemingen	714	147	383	30	1274	612	46	458	121	1419	2693
Aantal monsters	199	56	120	9	384	121	11	114	24	339	723
Aantal waarn. per monster	3,6	2,6	3,2	3,3	3,3	5,1	4,2	4,0	5,0	4,2	3,7
Aantal taxa	31	15	23	10	36	25	12	22	6	30	37

Dichtheden

In Tabel 10 zijn de gemiddelde dichtheden van Oligochaeta (aantal individuen per m²) in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren weergegeven op basis van monsters uit respectievelijk de litorale zone (boven) en profundale zone (onder). De bemonsteringen in de litorale zone zijn uitgevoerd met een standaard macrofaunnet, de bemonsteringen van de profundale zone is uitgevoerd met een boxcorer en Van Veenhapper. In de litorale zone varieert de gemiddelde dichtheid van Oligochaeta over de periode 2010-2017 van 135 n/m² in de Oude Maas, Nieuwe Maas, Nieuwe Waterweg (GTML) tot 3.753 n/m² in het Hollands Diep (HOLD). De hoogste dichtheid van Oligochaeta in de litorale zone bedroeg 6.166 n/m², en is gemeten in Hollands Diep 2016. De gemiddelde dichtheid van Oligochaeta over de periode 2010-2017 in de profundale zone varieert van 92 n/m² in de Boven en Beneden Merwede (BMER) tot 668 n/m² in de Noordwaard. De hoogste dichtheid aan Oligochaeta in de profundale zone bedroeg 1.796 n/m² en is in gemeten in 2013 in de Bovenrijn, IJssel, Lek (BRIJL). De dichtheden in de profundale zone en litorale zone zijn in dezelfde orde van grootte.

Tabel 10 Dichtheden van Oligochaeta (aantal per m²) op basis van monsters uit de litorale en profundale zone in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren.

LITORALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	667	360	289	-	2.018	-	-	-
2011	252	22	10	-	378	-	754	-
2012	676	12	45	-	561	-	-	-
2013	3.939	98	97	-	2.317	-	3.578	-
2014	245	126	161	-	1.288	-	6.017	-
2015	687	127	315	-	373	-	2.798	-
2016	4.003	-	-	-	344	-	6.166	-
2017	394	394	-	303	1.359	713	-	-
Gem.	1.027	200	135	303	1.084	713	3.753	-
PROFUNDALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	1	2.543	170	-	606	-	184	-
2011	-	-	1.129	-	550	-	252	-
2012	530	67	182	-	373	-	222	-
2013	1.796	107	530	-	1.263	-	211	-
2014	27	131	402	-	397	-	295	-
2015	481	78	1.775	-	252	-	157	-
2016	-	-	96	-	130	-	447	300
2017	435	307	506	92	816	668	-	-
Gem.	514	336	503	92	552	668	249	300

- = niet bemonsterd

In figuur 5 zijn voor 2011 (boven) en 2013 (onder) de aantallen Chironomidae weergegeven aangetroffen op individuele monsterlocaties. De grootte van de cirkels is daarbij indicatief voor het aantal individuen per m². Te zien is dat in specifieke monsters soms zeer hoge aantallen worden aangetroffen van meer dan 16.000 individuen per m². In bijlage I van dit rapport zijn voor de belangrijkste groepen voedselorganismen verspreidingskaarten opgenomen voor alle jaren (periode van 2010 tot 2017), zowel voor monsters uit de litorale zone als voor monsters uit de profundale zone.



Figuur 5 Verspreidingskaarten van de Nieuwe Merwede en de Biesbosch (NWBB) en Hollands Diep (HOLD) met de verspreiding en aantallen *Oligochaeta* (n/m2) in de handnetmonsters uit de meetjaren 2013 (boven) en 2017 (onder).

3.4.4 ISOPODA (PISSEBEDDEN)

Families en genera

In Tabel 11 is een overzicht gegeven van de verschillende taxa (subfamilies en genera) binnen de orde Isopoda die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenriviereengebied zijn aangetroffen in het kader van de MWTL-monitoring. In totaal zijn 6 subfamilies en genera onderscheiden. Taxondiversiteit is het grootst (5 taxa) in het gebied Nieuwe Merwede/Biesbosch (NWBB).

Per taxon is aangegeven hoe vaak deze in de bemonsteringen is waargenomen, d.w.z. hoe vaak één of meerdere exemplaren van een soort uit het betreffende genus of subfamilie is/zijn aangetroffen in de monsters uit een bepaald gebied. Omdat de meeste taxa meerdere soorten vertegenwoordigen is het mogelijk dat er per monster meerdere waarnemingen van hetzelfde taxon zijn. De abundantie gecorrigeerd voor het aantal monsters per gebied is het grootst in de Nieuwe Merwede/Biesbosch (NWBB): gemiddeld 1 waarneming per monster. Isopoda van het genus *Jaera* zijn het meest frequent aangetroffen in de MWTL bemonsteringen, gevolgd door het genus *Asellus* (Foto 6).



Foto 6 Foto's dominante genera Isopoda. Links: genus *Jaera* (foto: Hans Hillewaert (CC BY-SA 4.0)); rechts: *Asellus* (Foto: M.J. (CC BY-SA 2.0 DE)).

Tabel 11 Verschillende taxa binnen de onderklasse Isopoda die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenriviereengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.

Taxon	Rijntakken					Zoete delta					Totaal
	BRIJL	WAAL	GTML	BBMW	Totaal	NMBB	NDWD	HOLD	HARV	Totaal	
<i>Jaera</i>	138	51	42	7	238	53	2	69	8	132	370
<i>Asellus</i>	8		2		10	32	3	4		39	49
<i>Cyathura</i>			34		34	1				1	35
<i>Asellidae</i>	3				3	23	1	3		27	30
<i>Proasellus</i>	2				2	13		2		15	17
<i>Lekanesphaera</i>			8		8					0	8
Aantal waarnemingen	151	51	86	7	295	122	6	78	8	214	509
Aantal monsters	199	56	120	9	384	121	11	114	24	339	723
Aantal waarn. per monster	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	1,0	0,5	0,7	0,3	0,6	0,7
Aantal taxa	4	1	4	1	6	5	3	4	1	6	6

Dichtheden

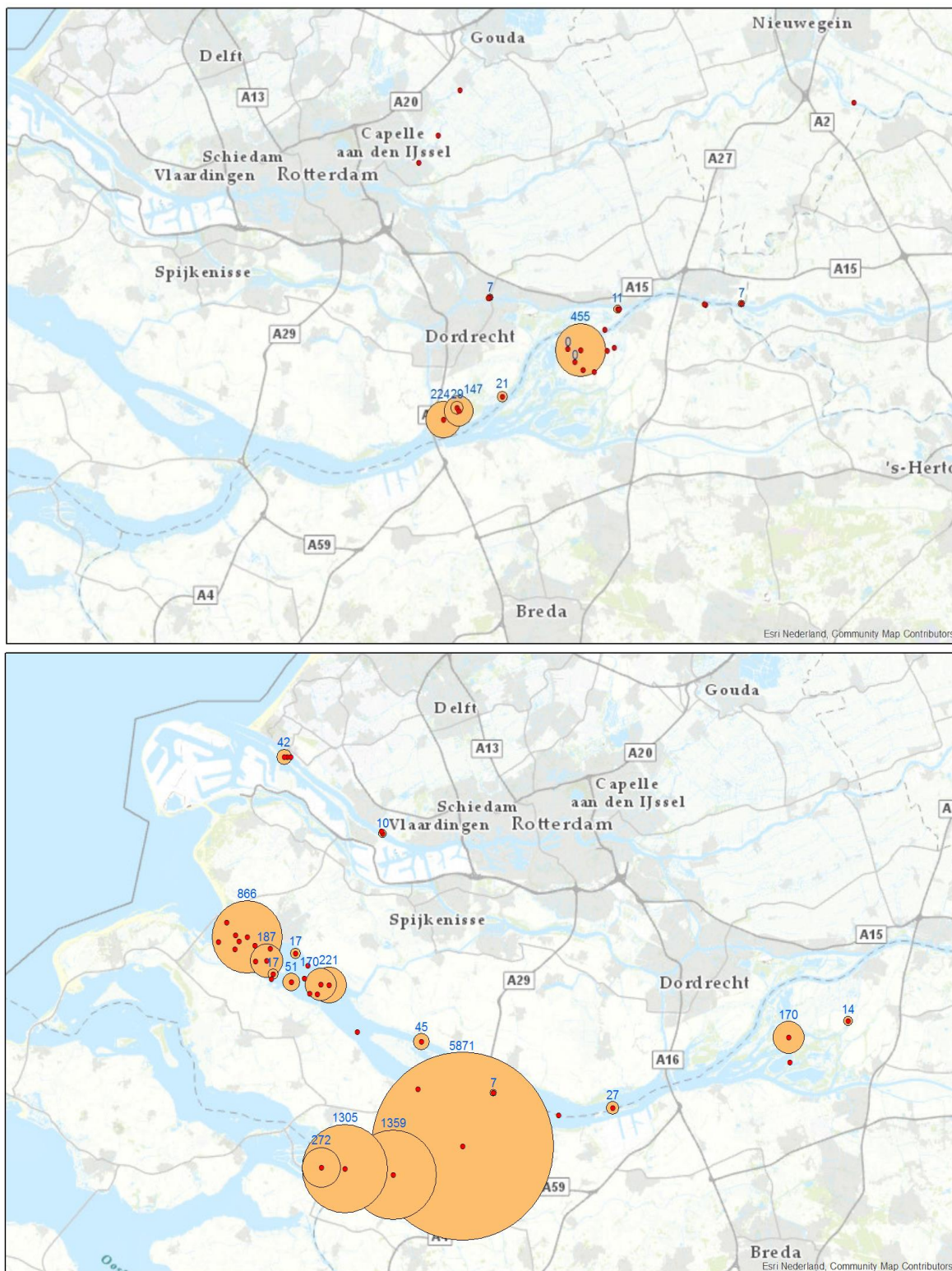
In Tabel 12 zijn de gemiddelde dichtheden van Isopoda (aantal individuen per m²) in de verschillende deelgebieden en de verschillende jaren weergegeven op basis van monsters uit respectievelijk de litorale zone (boven) en profundale zone (onder). De bemonsteringen in de litorale zone zijn uitgevoerd met een standaard macrofaunnet, de bemonsteringen van de profundale zone is uitgevoerd met een boxcorer en Van Veenhapper. In de litorale zone varieert de gemiddelde dichtheid van Isopoda over de periode 2010-2017 van 6 n/m² in de Boven en beneden Merwede tot 834 n/m² in het Hollands Diep. De hoogste dichtheid aan Isopoda in de litorale zone bedroeg 2.859 n/m², en is gemeten in Hollands Diep in 2016. De gemiddelde dichtheid van Isopoda over de periode 2010-2017 in de profundale zone varieert van 20 n/m² in de Noordwaard tot 375 n/m² in de Bovenrijn, IJssel, Lek. De hoogste dichtheid aan Isopoda in de profundale zone bedroeg 1.957 n/m² en is in gemeten in 2013 in de Oude Maas, Nieuwe Maas, Nieuwe waterweg. Over het algemeen zijn de dichtheden in de profundale zone hoger dan in de litorale zone.

Tabel 12 Dichtheden van Isopoda (aantal per m²) op basis van monsters uit de litorale en profundale zone in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren.

LITORALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	77	19	5	-	60	-	-	-
2011	10	2	2	-	59	-	174	-
2012	15	8	3	-	130	-	-	-
2013	15	2	13	-	20	-	5	-
2014	72	13	21	-	164	-	110	-
2015	51	5	182	-	86	-	1.021	-
2016	469	-	-	-	144	-	2.859	-
2017	32	24	-	6	84	65	-	-
Gem.	93	10	38	6	94	65	834	-
PROFUNDALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	-	-	236	-	53	-	23	-
2011	-	-	16	-	-	-	67	-
2012	109	20	248	-	616	-	122	-
2013	32	8	1.957	-	33	-	71	-
2014	24	64	235	-	755	-	26	-
2015	86	48	1.008	-	450	-	31	-
2016	-	-	26	-	83	-	26	218
2017	1.624	256	-	104	326	20	-	-
Gem.	375	79	532	104	331	20	53	218

- = niet bemonsterd

In Figuur 6 zijn de dichtheden van Isopoda op afzonderlijke monsterlocaties weergegeven. In de bovenste figuur gaat het om monsters genomen in de litorale zone in 2017, in de onderste figuur geeft de dichtheden weer in monsters uit de profundale zone in 2016. De grootte van de cirkels is indicatief voor het aantal individuen per m². Te zien is dat in specifieke monsters soms zeer hoge aantallen worden aangetroffen tot bijna 6.000 n/m². In bijlage I van dit rapport zijn voor de belangrijkste groepen voedselorganismen verspreidingskaarten opgenomen voor alle jaren (periode van 2010 tot 2017), zowel voor monsters uit de litorale zone als voor monsters uit de profundale zone.



Figuur 6 Verspreidingskaarten van de Nieuwe Merwede en de Biesbosch (NWBB) en Hollands Diep (HOLD) met de verspreiding en aantallen Isopoda (n/m²) in de monsters genomen in de litorale zone in 2017 (boven) en in de profundale zone in 2016 (onder). Rode punten zonder getallen zijn locaties waar geen Isopoda zijn aangetroffen in de monsters.

3.4.5 POLYCHAETA (VEELBORSTELWORMEN)

Families en genera

In 0 is een overzicht gegeven van de verschillende taxa (subfamilies en genera) binnen de familie Polychaeta die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn aangetroffen in het kader van de MWTL-monitoring. In totaal zijn 36 taxa onderscheiden. Taxondiversiteit is het grootst (34 taxa) in het gebied Oude Maas/Nieuwe Maas/Nieuwe Waterweg (GTML). In alle andere gebieden is het aantal geïdentificeerde taxa veel lager (1 tot 4).

Per taxon is aangegeven hoe vaak deze in de bemonsteringen is waargenomen, d.w.z. hoe vaak één of meerdere exemplaren van een soort uit het betreffende genus of subfamilie is/zijn aangetroffen in de monsters uit een bepaald gebied. Omdat de meeste taxa meerdere soorten vertegenwoordigen is het mogelijk dat er per monster meerdere waarnemingen van hetzelfde taxon zijn. Gecorrigeerd voor het aantal monsters per gebied is het aantal waarnemingen van Polychaeta per monster het grootst in de Noorwaard (1,6 waarnemingen per monster).

Polychaeta van het genus *Hypania* zijn veruit het meest frequent aangetroffen in de MWTL bemonsteringen, op afstand gevolgd door het genus *Laonome*. Overige genera zijn veel sporadischer aangetroffen. In Foto 7 zijn twee soorten veelborstelwormen afgebeeld uit respectievelijk het genus *Lanice* en het genus *Alitta*, beide genera zijn in het onderzoeksgebied aangetroffen.



Foto 7 Foto's van twee soorten veelborstelwormen. De veelborstelworm op de linker foto behoort tot het genus *Lanice* (foto: Matthias Buschmann), de worm op foto rechts behoort tot het genus *Alitta* (foto: Hans Hillewaert (CC BY-SA 4.0)).

Tabel 13 De verschillende taxa binnen de klasse Polychaeta die in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en het beneden-rivierengebied zijn waargenomen op basis van MWTL-data. Per taxon is het aantal waarnemingen weergegeven.

Taxon	Rijntakken					Zoete delta					Totaal
	BRIJL	WAAL	GTML	BBMW	Totaal	NMBB	NDWD	HOLD	HARV	Totaal	
Hypania	122	16	54	4	196	53	8	74	20	155	401
Laonome	3	-	14	-	17	9	10	1	-	4	57
Nereididae	-	-	15	-	15	-	-	-	-	-	15
Pygospio	-	-	12	-	12	-	-	-	-	-	12
Boccardiella	-	-	10	-	10	-	-	-	-	-	10
Streblospio	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	9
Ficopomatus	-	-	8	-	8	-	-	-	-	-	8
Nephtys	-	-	7	-	7	-	-	-	-	-	7
Eteone	-	-	6	-	6	-	-	-	-	-	6
Hediste	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	5
Sabellidae	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	5
Polychaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4
Capitella	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	3
Heteromastus	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	3
Marenzelleria	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	3
Alitta	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2
Polydora	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2
Scoloplos	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2
Serpulidae	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2
Tharyx	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2
Aphelochaeta	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Autolytus	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Capitellidae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Cirratulidae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Eumida	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Eunereis	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Gattyana	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Glycera	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Lagis	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Lanice	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Microphthalmus	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Myrianida	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Phyllodoce	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Phyllodocidae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Polynoidae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Terebellida	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Aantal waarnemingen	125	16	178	4	323	62	18	77	20	215	574
Aantal monsters	199	56	120	9	384	121	11	114	24	339	723
Aantal waarn. per monster	0,6	0,3	1,5	0,4	0,8	0,5	1,6	0,7	0,8	1	0,8
Aantal taxa	2	1	34	1	34	2	2	3	1	4	36

Dichtheden

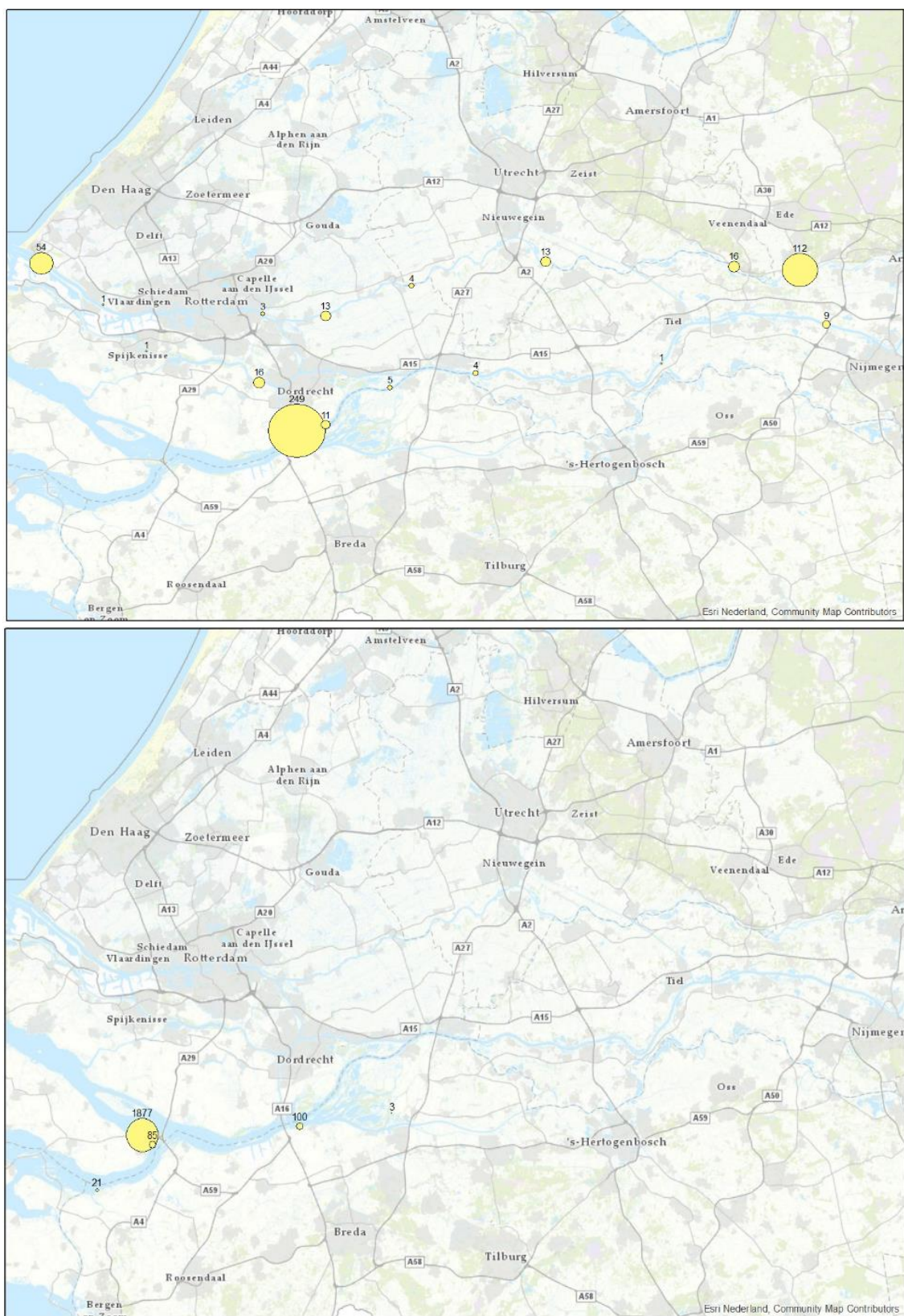
In Tabel 14 zijn de gemiddelde dichtheden van Polychaeta (aantal individuen per m²) in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren weergegeven op basis van monsters uit respectievelijk de litorale zone (boven) en profundale zone (onder). De bemonsteringen in de litorale zone zijn uitgevoerd met een standaard macrofaunnet, de bemonsteringen van de profundale zone zijn uitgevoerd met een boxcorer en Van Veenhapper. In de litorale zone varieert de gemiddelde dichtheid van Polychaeta over de periode 2010-2017 van 9 n/m² in de Waal tot 362 n/m² in de Noordwaard. De hoogste dichtheid aan veelborstelwormen in de litorale zone is gemeten in Hollands Diep in 2016 en bedroeg 494 n/m². De gemiddelde dichtheid van Polychaeta over de periode 2010-2017 in de profundale zone varieert van 6 n/m² in de Waal tot 678 n/m² in de Noordwaard. De hoogste dichtheid aan Polychaeta in de profundale zone bedroeg 850 n/m² en is in gemeten in 2013 in de Nieuwe Maas, Oude Maas, Nieuwe Waterweg. De dichtheden in de profundale zone zijn over het algemeen hoger dan in de litorale zone.

Tabel 14 Dichtheden van Polychaeta (aantal per m²) op basis van monsters uit de litorale en profundale zone in de verschillende deelgebieden in verschillende jaren.

LITORALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	28	5	15	-	44	-	-	-
2011	3	0	1	-	5	-	6	-
2012	21	3	13	-	14	-	-	-
2013	29	7	77	-	4	-	3	-
2014	11	1	7	-	6	-	5	-
2015	18	2	124	-	8	-	7	-
2016	0	-	-	-	1	-	494	-
2017	8	24	-	27	6	362	-	-
Gem.	17	9	30	27	10	362	81	-
PROFUNDALE ZONE								
Jaar	Rijntakken				Zoete delta			
	BRIJL	WAAL	GTML	BMER	NMBB	NDWD	HOLD	HARV
2010	0	0	49	-	49	-	16	-
2011	-	-	81	-	0	-	52	-
2012	27	23	75	-	49	-	53	-
2013	1	0	850	-	308	-	100	-
2014	2	0	57	-	53	-	75	-
2015	13	0	173	-	44	-	67	-
2016	-	-	341	-	68	-	290	623
2017	149	1	10	80	32	678	-	-
Gem.	39	6	191	80	84	678	86	623

- = niet bemonsterd; 0 = minder dan 0,5 ind./m²

In Figuur 7 zijn voor de meetjaren 2010 (boven) en 2016 (onder) de aantallen Polychaeta weergegeven aangetroffen op individuele monsterlocaties. De grootte van de cirkels is indicatief voor het aantal individuen per m². Te zien is dat in specifieke monsters soms aantallen worden aangetroffen die veel hoger liggen dan de genoemde gemiddelden. In bijlage I van dit rapport zijn voor de belangrijkste groepen voedselorganismen verspreidingskaarten opgenomen voor alle jaren (periode van 2010 tot 2017), zowel voor monsters uit de litorale zone als voor monsters uit de profundale zone.



Figuur 7 Verspreidingskaarten van het westelijk deel van het onderzoeksgebied en aantallen Polychaeta (n/m^2) in de handnet-monsters uit de meetjaren 2010 (boven) en 2016 (onder).

4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

In dit hoofdstuk worden de onderzoeksvragen uit hoofdstuk 1 beantwoord op basis van de resultaten uit hoofdstuk 3.

4.1 VOEDSELPAKKET JUVENIELE STEUR

“Wat eten juveniele steuren (bij voorkeur)?”

Op basis van de resultaten uit Hoofdstuk 3 is duidelijk dat juveniele Europese steuren zich voeden met een grote variëteit aan voedselorganismen uit verschillende taxonomische groepen, waaronder ringwormen (Annelida) uit de klasse Polychaeta (veelborstelwormen) en uit de onderklasse Oligochaeta (borstelwormen), kleinere kreeftachtigen (Crustacea) uit de orden Decapoda (garnalen, krabben), Isopoda (pissebedden), Amphipoda (vlokreeften) en Mysida (aasgarnalen) en uit de onderorde Copepoda (eenoogekreeftjes), insecten(larven) (Insecta) uit de familie Chironomidae (muggenlarven) en Nematoden (rondwormen). Daarbij dient gezegd dat kennis over de acceptatie van sommige van deze voedselorganismen zoals muggenlarven en pekelkreeften vooral is gebaseerd op ervaringen met dieren in gevangenschap.

In algemene zin bestaat het voorkeursvoedsel van juveniele Europese steur uit relatief kleine *soft-bodied* organismen die zich in en nabij de zachte rivierbodem ophouden (Brosse *et al.* in Williot *et al.*, 2011) en door de jonge steuren worden opgespeurd met behulp van de bekdraden op de bovenlip. Hardere prooidieren zoals schelpdieren (Bivalvia) lijken in elk geval door de jongere steuren niet te worden geprefereerd. Naarmate de steuren ouder worden gaan zij zich ook voeden met grotere voedselorganismen. Volwassen steuren en oudere juvenielen (vanaf ca. 1 jaar) voeden zich ook met weekdieren en kleine vissen (Holčík 1989; Trouvery *et al.*, 1984).

Binnen de geschetste criteria lijkt de steur relatief flexibel met betrekking tot de specifieke soorten voedselorganismen waarmee hij zich voedt en lijkt hij zich aan te passen aan het lokale aanbod. Gezien de uitgestrektheid van het oorspronkelijke verspreidingsgebied van de soort lijkt dit ook een logische strategie. In hoeverre de preferentie voor bepaalde voedselorganismen wordt bepaald door de abundantie van deze organismen in tijd en ruimte of door selectief naar deze organismen te zoeken is niet duidelijk (Brosse *et al.*, 2003; Rochard *et al.*, 2001).

4.2 KWALITATIEF VOEDSELAANBOD IN DE RIJN

“Welke organismen uit het voedselpakket van de steur komen voor in het onderzoeksgebied?”

Op basis van de MWTL-monitoring van de Rijntakken en het benedenrivierengebied zijn in de periode van 2010 tot 2017 ruim 800 verschillende taxa geïdentificeerd. Omdat het determinatieniveau niet altijd gelijk is, is het totale aantal soorten mogelijk iets lager omdat er een kans is dat bepaalde soorten meerdere keren zijn geteld (bijvoorbeeld één keer als soort en één keer als familie). Het aantal families en genera aangetroffen in de Rijntakken is iets hoger in de Rijntakken (n=387) dan in het benedenrivierengebied (n=328). De meest frequent aangetroffen groepen macrofauna in de Rijntakken zijn achtereenvolgens: Chironomidae (muggenlarven), Amphipoda (vlokreeften), Oligochaeta (borstelwormen), Bivalvia

(tweekleppigen/weekdieren), Gastropoda (slakken) en Polychaeta (veelborstelwormen). In het geval van de benedenrivieren zijn de meest aangetroffen groepen: Chironomidae (muggenlarven), Bivalvia (tweekleppigen), Oligochaeta (borstelwormen), Gastropoda (slakken) en Amphipoda (vlokreften).

In beide gebieden bestaat de macrofaunagemeenschap dus voor een groot deel uit soorten die deel uitmaken van het voedselpakket van juveniele Europese steur. Van de genoemde groepen worden alleen Bivalvia (tweekleppigen) en (waarschijnlijk) Gastropoda (slakken) niet door jonge steur (<1jaar oud) gegeten. Op macroniveau zijn deze twee groepen sterker vertegenwoordigd in het benedenrivierengebied dan in de hoger gelegen Rijntakken.

“Zijn er (vergelijkbare) soorten die mogelijk als alternatieve voedselbron dienen, indien een geprefereerd voedselorganisme niet voorkomt?”

De huidige macrofaunagemeenschap in de Rijn vertoont op enkele punten belangrijke verschillen met de macrofaunagemeenschap in de periode dat de laatste steuren in de Rijn rondzwommen. Enerzijds is er sprake van een verbetering van de kwaliteit van water en sediment, waardoor de aantallen macrofauna in vergelijking met de jaren '60 van de vorige eeuw aanzienlijk zijn toegenomen, anderzijds maken exoten in de huidige situatie een steeds groter deel uit van de macrofaunagemeenschap, vaak ten koste van inheemse soorten (Wijnhoven & Hummel, 2008; Verdonschot *et al.*, 2012). Of bepaalde soorten exoten door juveniele steur niet of in mindere mate gegeten worden dan oorspronkelijke soorten is op basis van de huidige kennis niet met zekerheid te zeggen. Gezien de grote variëteit aan voedselorganismen waarmee juveniele steuren zich voeden en hun adaptieve vermogen is het waarschijnlijk dat ook exotische soorten uit de taxonomische hoofdgroepen waarmee juveniele Europese steuren zich voeden zonder problemen door hen worden gegeten. Bijkomend argument is dat veel exotische soorten afkomstig zijn uit het stroomgebied van de Donau, een rivier die behoort tot het oorspronkelijke verspreidingsgebied van deze soort (Williot *et al.*, 2011).

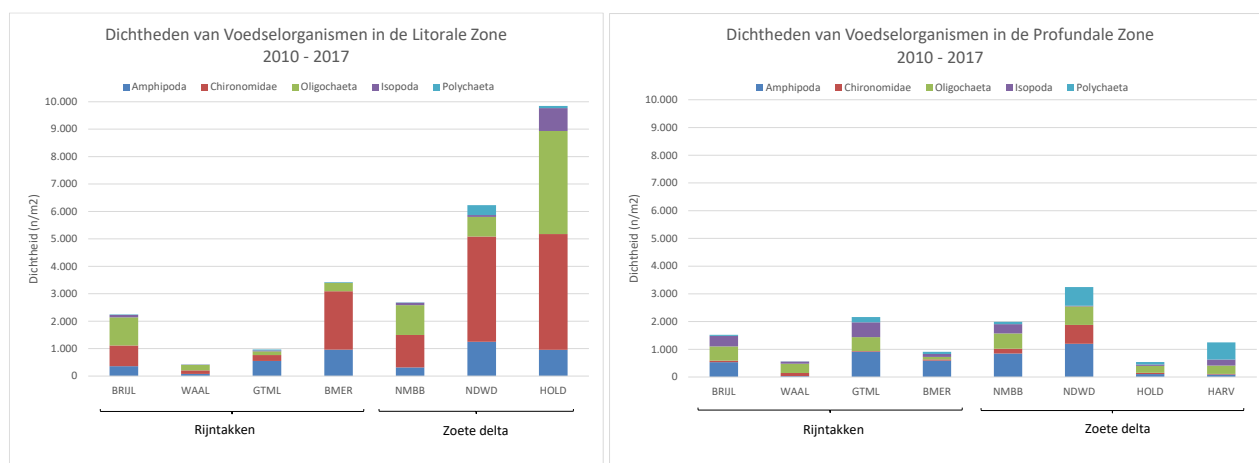
4.3 VERSPREIDING VAN VOEDSELORGANISMEN IN DE RIJN

“Waar en onder welke condities komen de voedselorganismen voor?”

Aan de hand van de resultaten in dit rapport is, op basis van de MWTL data over de periode 2010-2017, een beeld geschetst van het voorkomen van de belangrijkste voedselorganismen voor steur in de verschillende delen van het onderzoeksgebied. De verspreidingskaarten in Bijlage 1 van dit rapport geven een gedetailleerd beeld van de aantallen organismen die in individuele jaren zijn aangetroffen op specifieke onderzoekslocaties. Deze kaarten zijn daarom bruikbaar om het voorkomen van deze groepen op specifieke locaties in te kunnen schatten. Door het grote detailniveau zijn ze echter minder geschikt voor een analyse op macroniveau. In Figuur 8 zijn daarom de gemiddelde dichtheden (n/m^2) van de belangrijkste groepen voedselorganismen in de Rijntakken en de benedenrivierengebied (Zoete delta) op basis van de monsters verzameld in de litorale zone (links) en profundale zone (rechts) in de periode 2010-2017 weergegeven. Te zien is dat alle groepen in alle deelgebieden worden aangetroffen, zowel in de litorale zone als in de profundale zone. Alleen voor de litorale zone van het Haringvliet zijn er geen gegevens. De gemiddelde dichtheden op de verschillende lopen uiteen van ongeveer 400 n/m^2 in de litorale zones van de Waal, tot bijna 10.000 n/m^2 in de litorale zone van het Hollands Diep. Verder is te zien dat er sprake is van grote heterogeniteit in de verspreiding van de voedselorganismen. Dit komt overeen met de bevindingen van Acolas *et al.* (2017). Over het algemeen zijn de totale dichtheden van voedselorganismen hoger in de litorale zone (ca.

400 tot 10.000 n/m²) dan in de profundale zone (ca. 500 tot 3.000 n/m²) en zijn ze hoger in de Zoete delta (ca. 500 tot 10.000 n/m²) dan in de Rijntakken (ca. 400 tot 3.500 n/m²). Dit beeld is niet geheel consequent en voor alle groepen hetzelfde. Voor Polychaeta bijvoorbeeld zijn de dichtheden in de profundale zone in de meest gevallen juist hoger dan in de litorale zone.

Met behulp van data over belangrijke omgevingsparameters van individuele monsterlocaties (denk aan: sedimenttype, stromingssnelheid, zoutgehalte, aanwezigheid van structuren, etc.) is het wellicht mogelijk om de factoren die sturend zijn op de dichtheid van de voedselorganismen te identificeren en kwantificeren. Deze analyses vallen echter buiten de scope van dit onderzoek.



Figuur 8 De gemiddelde dichtheden (n/m²) van de belangrijkste groepen voedselorganismen in de Rijntakken en de Zoete delta (benedenrivieren) over de monsters verzameld in de litorale zone (links) en profundale zone (rechts) in de periode 2010-2017.

4.4 AANTALLEN EN DICHTHEDEN VAN DE BELANGRIJKSTE VOEDSELORGANISMEN

“In welke aantallen/dichtheden komen de voedselorganismen voor in het onderzoeksgebied?”

De resultaten in dit rapport en de bijbehorende verspreidingskaarten geven een gedetailleerd beeld van de aantallen en dichtheden van verschillende groepen voedselorganismen in de Rijntakken en het benedenrivierengebied. Zoals aangegeven is daarbij sprake van grote variaties (zowel in tijd als in ruimte) in de dichtheden van de verschillende voedselorganismen. De aantallen voedselorganismen op individuele onderzoek locaties lopen uiteen van nul tot vele tienduizenden diertjes per vierkante meter. In Tabel 15 zijn voor de verschillende groepen voedselorganismen de maximale dichtheden aangetroffen op specifieke onderzoek locaties weergegeven. Hieruit blijkt dat op specifieke locaties in het onderzoeksgebied (hotspots) de voor steur belangrijkste voedselorganismen Polychaeta, Oligochaeta, Amphipoda en Chironomidae in dichtheden van vele tienduizenden individuen per vierkante meter voorkomen. Deze dichtheden zijn van dezelfde orde van grootte als aangetoond in de surveys uitgevoerd door Brosse *et al.* (2003) naar dichtheden Polychaeta in de Gironde. Zij kwamen tot maximale dichtheden van 95.000 individuen per vierkante meter in de bovenste delen van het estuarium. Er zijn aanwijzingen dat steuren actief op zoek naar deze hotspots (Rochard *et al.*, 2001).

Op basis van de resultaten uit dit onderzoek lijkt het dus waarschijnlijk dat ook in de Nederlandse Rijntakken en benedenrivierengebied in principe meer dan voldoende geschikte voedselorganismen aanwezig zijn voor juveniele steuren.

Tabel 15 Maximale dichtheden van verschillende groepen voedselorganismen op basis van MWTL-data verzameld in de periode 2010-2017 in de Rijntakken en Zoete Delta met handnet, Van Veenhapper en boxcorer.

Groep	Maximale dichtheid (n/ m ²)
Oligochaeta	31.560
Polychaeta	37.730
Amphipoda	50.428
Decapoda	320
Isopoda	11.379
Mysida	4.465
Chironomidae	26.171

5. LITERATUUR

Acolas ML, G Castelnaud, M Lepage, E Rochard, 2011. Biological Cycles and Migrations of *Acipenser sturio*. Pages 147-152. In: Williot P, Rochard E, Desse-Berset N, Kirschbaum F, Gessner J (Eds.). *Biology and Conservation of the European Sturgeon Acipenser sturio L. 1758*. Springer Berlin Heidelberg.

Acolas ML, C Le Pichon and E Rochard, 2017. Spring habitat use by stocked one year old European sturgeon *Acipenser sturio* in the freshwater-oligohaline area of the Gironde estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 196:58-69. doi: 10.1016/j.ecss.2017.06.029

Barth CC, WG Anderson, SJ Peake, P Nelson, 2013. Seasonal variation in the diet of juvenile lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, Rafinesque, 1817, in the Winnipeg River, Manitoba, Canada. *Journal of Applied Ichthyology* 29: 721-729.

Bijkerk R, 2014. Handboek hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. STOWA, Utrecht.

Brevé NW, H Vis, B Houben, A Breukelaar & ML Acolas, 2019. Outmigration pathways of stocked juvenile European sturgeon (*Acipenser sturio* L., 1758) in the Lower Rhine River, as revealed by telemetry. *Journal of Applied Ichthyology*, 35(1), 61-68.

Brevé NW, H Vis, B Houben, GAJ de Laak, A Breukelaar, ML Acolass & I Spierts, 2014. Exploring the possibilities of seaward migrating juvenile European sturgeon *Acipenser sturio* L., in the Dutch part of the River Rhine. *Journal of Coastal Conservation*. Vol. 18, No. 2, Special Issue: The Living North Sea (April 2014), pp. 131-143 (13 pages).

Brosse L, C Taverny, M Lepage, 2011. Habitat, movements and feeding of juvenile European sturgeon (*Acipenser sturio*) in Gironde Estuary. In: Williot P, Rochard E, Desse-Berset N, Kirschbaum F, Gessner J (Eds.). *Biology and Conservation of the European Sturgeon Acipenser sturio L. 1758. The Reunion of the European and Atlantic Sturgeons*. Springer Heidelberg, Dordrecht, New York, London.

Carrera-García E, E Rochard and ML Acolas, 2016. European sturgeon (*Acipenser sturio* L.) young of the year performance in different rearing environments—study within a stocking program. *Environmental biology of fishes* 99(11):887-901. Chebanov and Galich, 2011

Delage N, J Cachot, E Rochard, R Fraty and P Jatteau, 2014. Hypoxia tolerance of European sturgeon (*Acipenser sturio* L., 1758) young stages at two temperatures. *Journal of Applied Ichthyology* 30(6):1195-1202. doi: 10.1111/jai.12609

Djikanovic V, Skoric S, Lenhardt M, Smederevac-Lalic M, Visnjic-Jeftic Z, Spasic S, Mickovic B, 2015. Review of sterlet (*Acipenser ruthenus* L. 1758) (Actinopterygii: Acipenseridae) feeding habits in the River Danube, 1694-852 river km. *Journal of Natural History* 49(5-8): 411-417.

Hochleithner, M. 1996. Störe (Acipenseriformes) ; Verbreitung, Lebensweise, Aquakultur. Ratgeber Österreichischer Agrarverlag Wolfsberg (International) : Theiss, Wolfsberg. ISBN 3-7040-1261-0.

Holčík J, R Kinzelbach, L Sokolov and V Vasil'ev, 1989. *Acipenser sturio* Linnaeus, 1758. The freshwater fishes of Europe 1(pt 2):367-394.
Johnson et al., 1997

Magnin E, 1962. Recherches sur la systématique et la biologie des acipenserides. Ann Sta Cent. Hydrobiol Appl 9:7-242.

Muir WD, McCabe GT Jr, Parsley MJ, Hinton SA, 2000. Diet of first-feeding larval and young-of-the-year white sturgeon in the lower Columbia River. Northwest Sci. 74: 25-33.

Nilo P, Tremblay S, Bolon A, Dodson J, Dumont P, Fortin R, 2006. Feeding ecology of juvenile lake sturgeon in the St. Lawrence River system. Transactions of the American Fisheries Society 135: 1044-1055.
Ninua, 1976

Taverny C, Lepage M, Piefort S, Dumont P, Rochard E, 2002. Habitat selection by juvenile European sturgeon *Acipenser sturio* in the Gironde estuary (France). Journal of Applied Ichthyology 18 :536-541.
Us-vyatsov, 2012

Verdonschot RCM, JH Vos en PFM Verdonschot, 2012. Exotische macrofauna en macrofyten in de Nederlandse zoete wateren. Voorkomen en beleid in 2012. WOt-werkdocument 334.

Van Emmerik WAM, 2004. Kennisdocument Atlantische steur *Acipenser sturio* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 02. OVB / Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Visser S, W de Bruijne, B Houben, B Roels & N Brevé, 2020. First Action Plan for the European Sturgeon (*Acipenser sturio*) for the Lower Rhine. Paving the way towards a reintroduction and restoration of the European Sturgeon 2020 – 2030.

Wijnhoven S, Hummel H, 2008. Historische ontwikkeling macrofauna levensgemeenschappen Rijn-Maasmonding. Biesbosch, Hollandsch Diep, Haringvliet en Haringvliet voordelta vanaf 1960 met het oog op de toekomst. Monitor Taskforce Publication Series 2008 – 12. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.

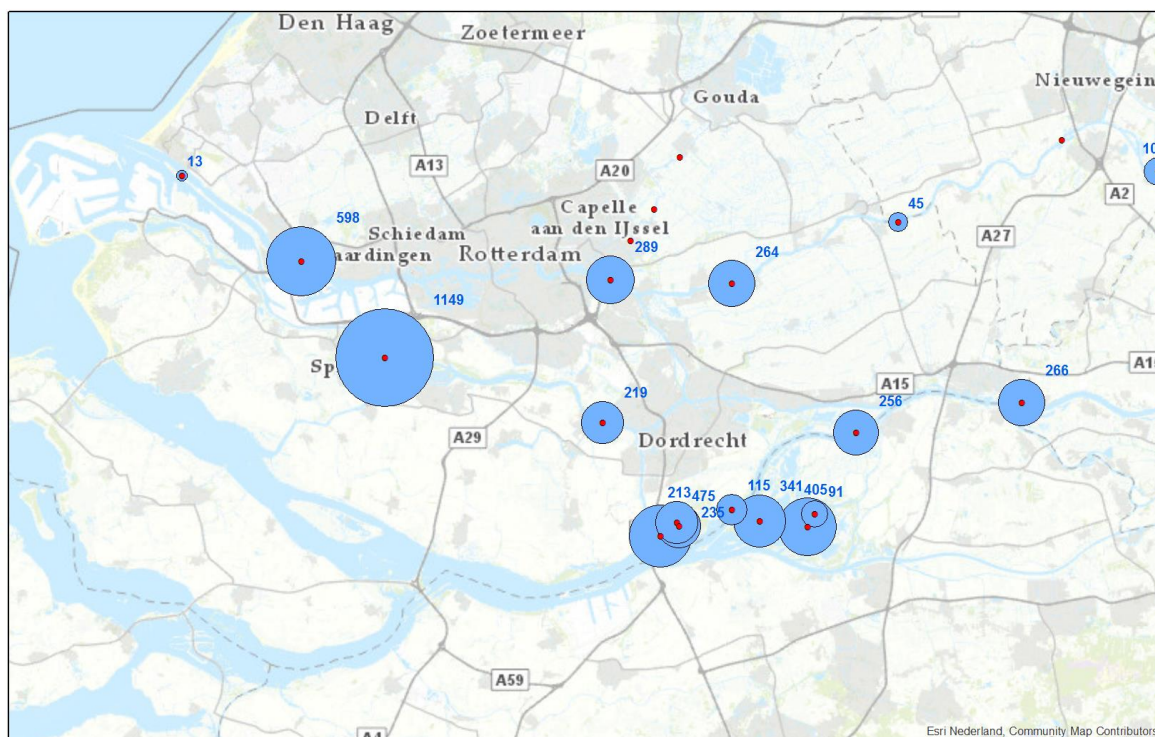
Williot P and F Kirschbaum, 2011. The French–German cooperation: the key issue for the success of the preservation and restoration of the European sturgeon, *Acipenser sturio*, and its significance for other sturgeon issues, Biology and Conservation of the European Sturgeon *Acipenser sturio* L. 1758. Springer. p. 499-513.

Winter HV, LR Teal, KE v.d. Wolfshaar, AB Griffioen, B Houben and NWP Brevé, 2015. Desk-study on habitat quality for the European Sturgeon in the Dutch Rhine and southern North Sea. Report / IMARES Wageningen UR ; C044/15. IMARES Wageningen UR, IJmuiden.

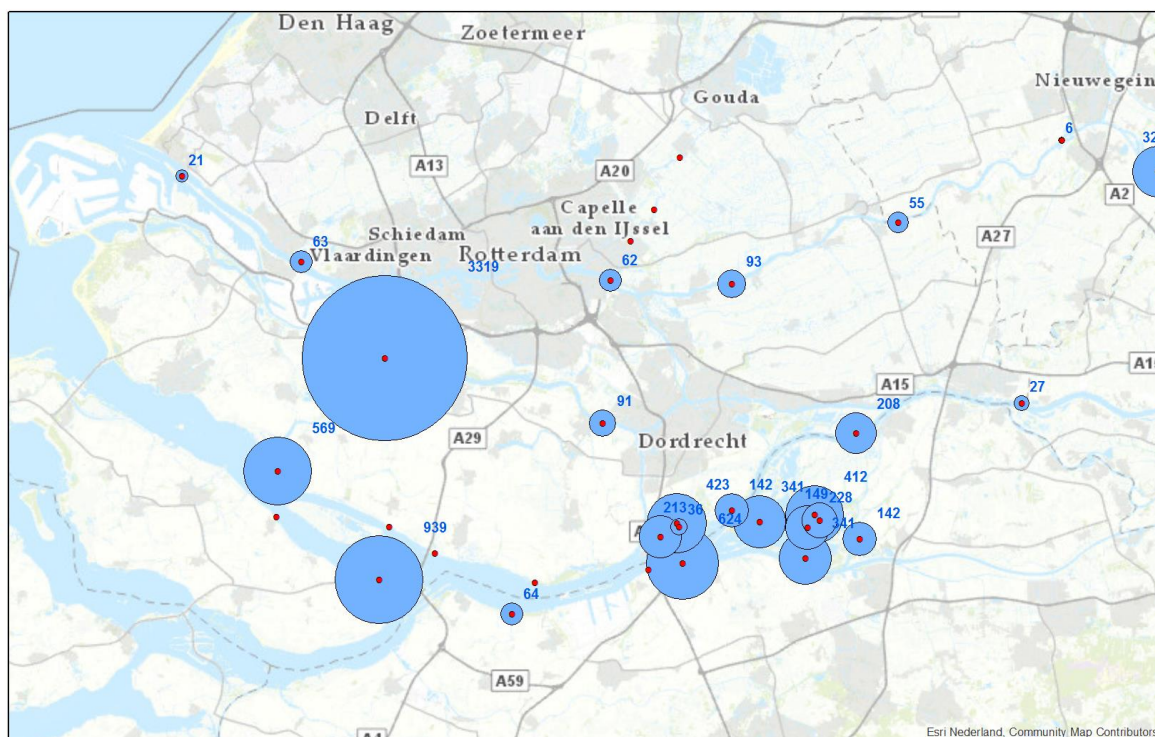
Bijlage I Verspreidingskaarten

Verspreidingskaarten van voedselorganismen en ruwe dataset zijn digitaal meegeleverd met dit rapport.

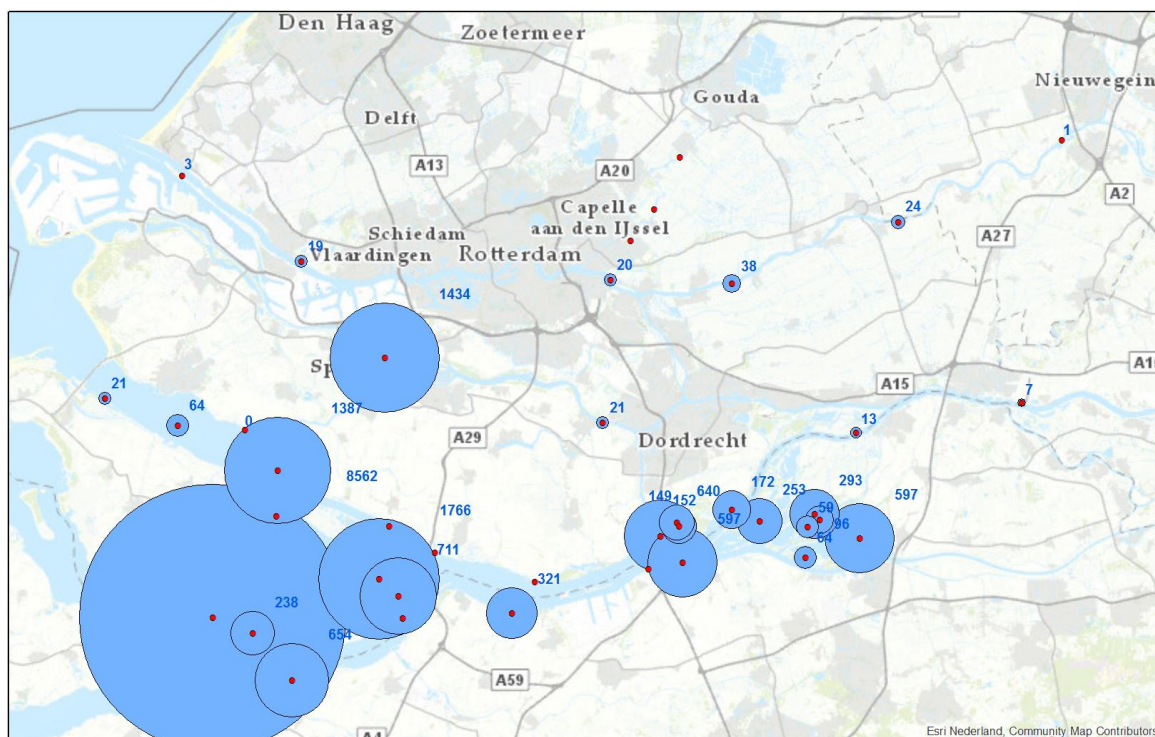
Amphipoda - Litorale zone - 2012



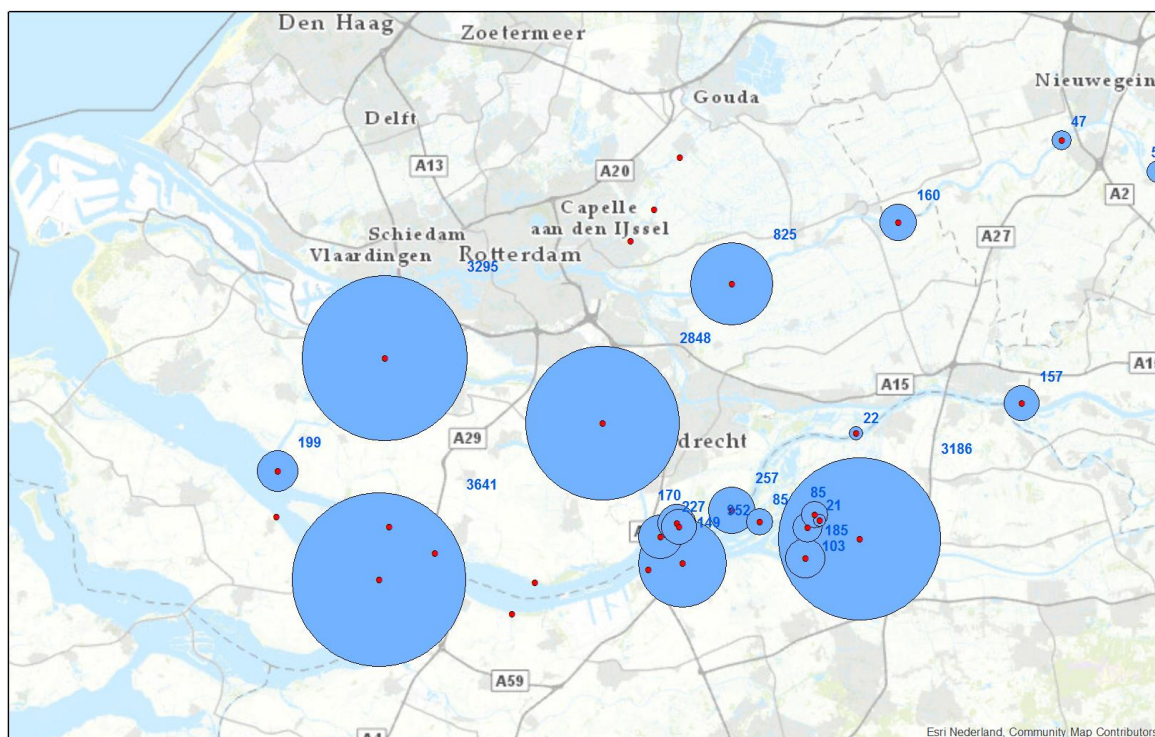
Amphipoda - Litorale zone - 2013



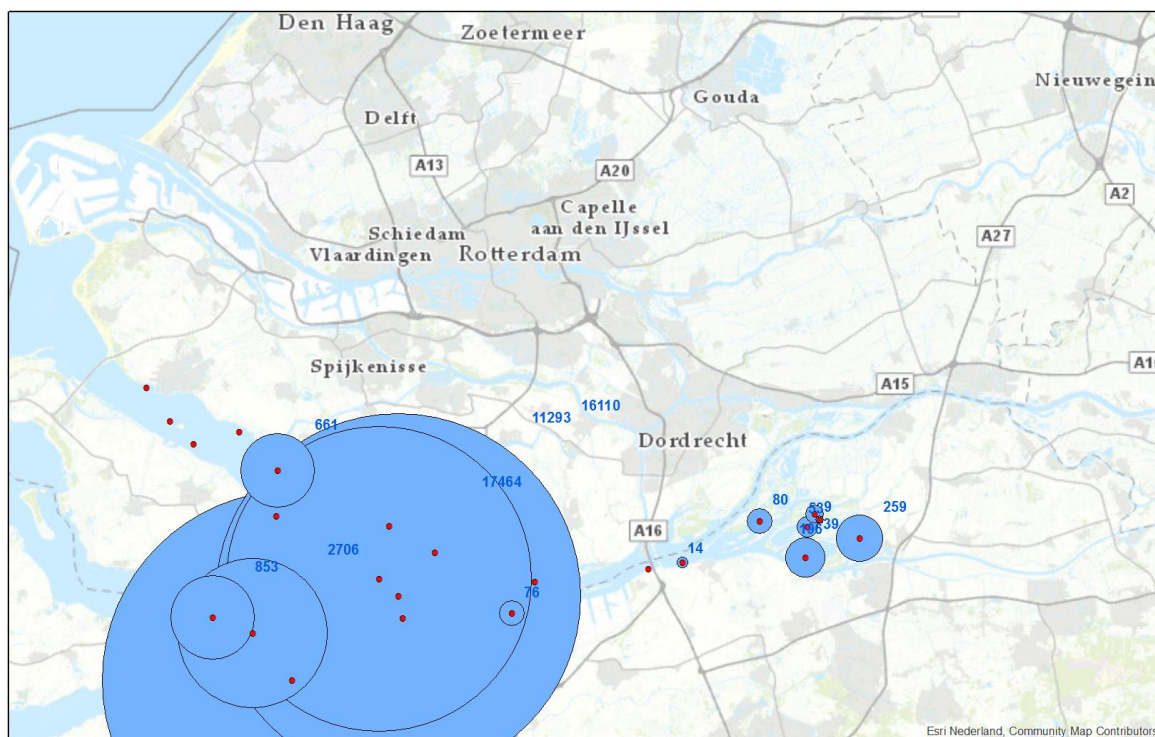
Amphipoda - Litorale zone - 2014



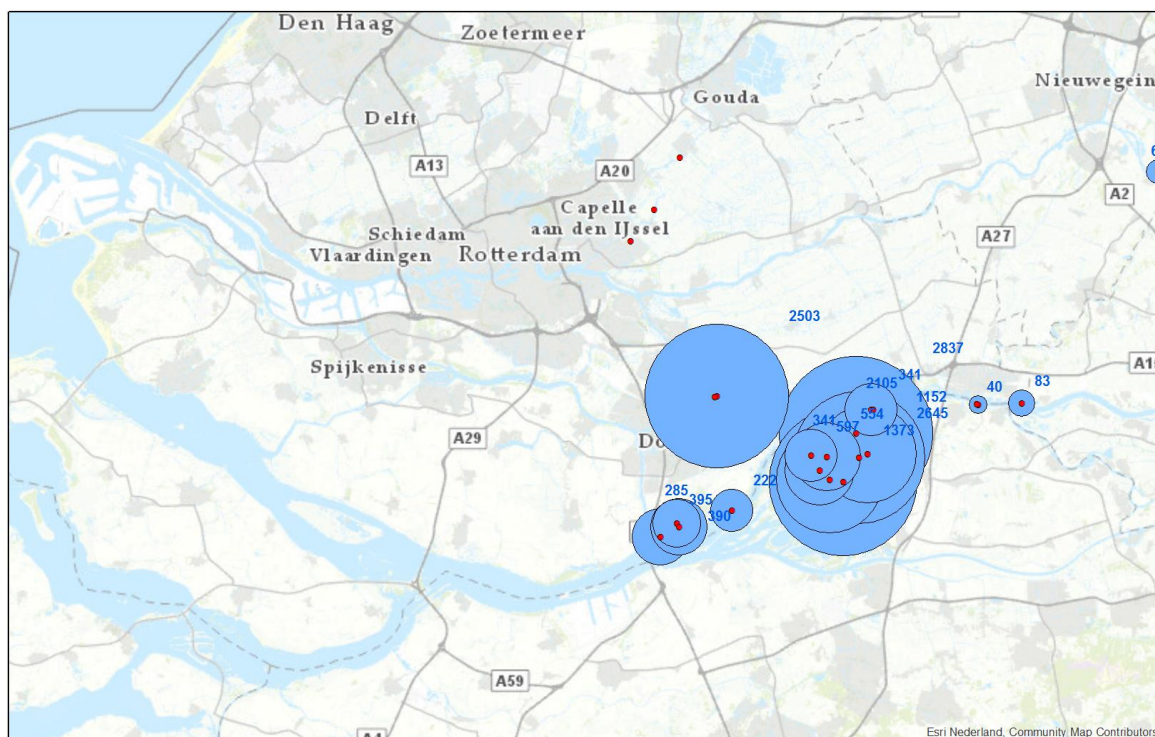
Amphipoda - Litorale zone - 2015



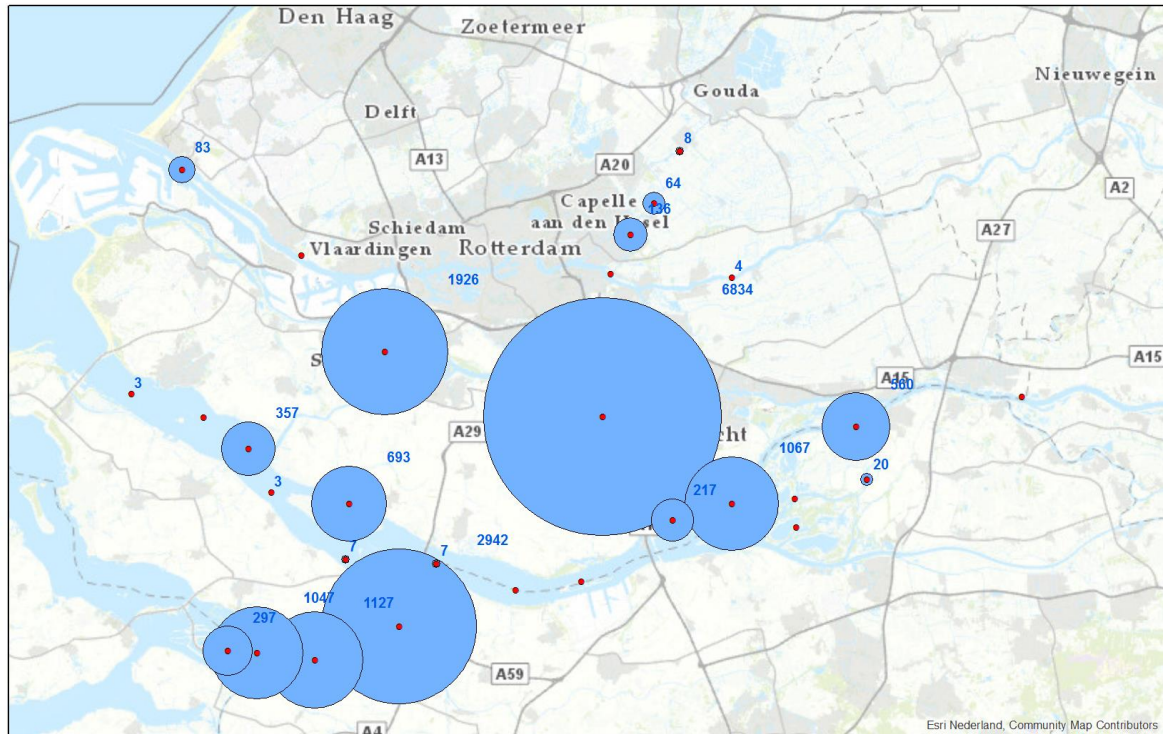
Amphipoda - Litorale zone - 2016



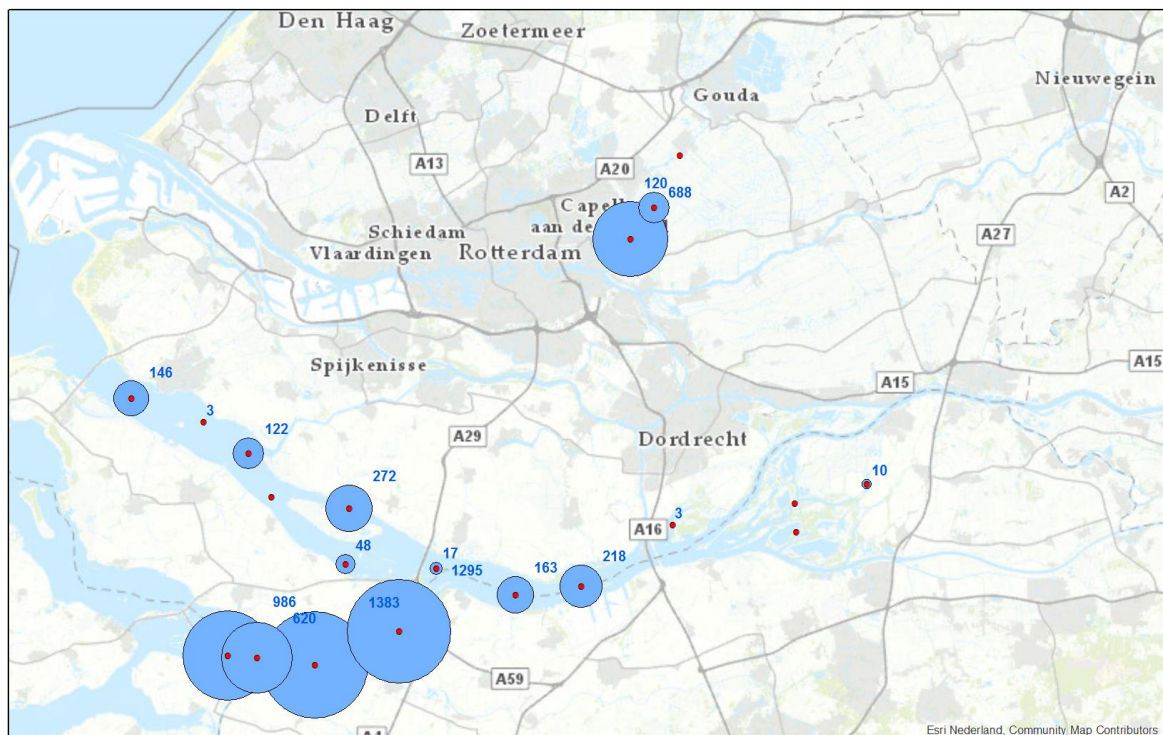
Amphipoda - Litorale zone - 2017



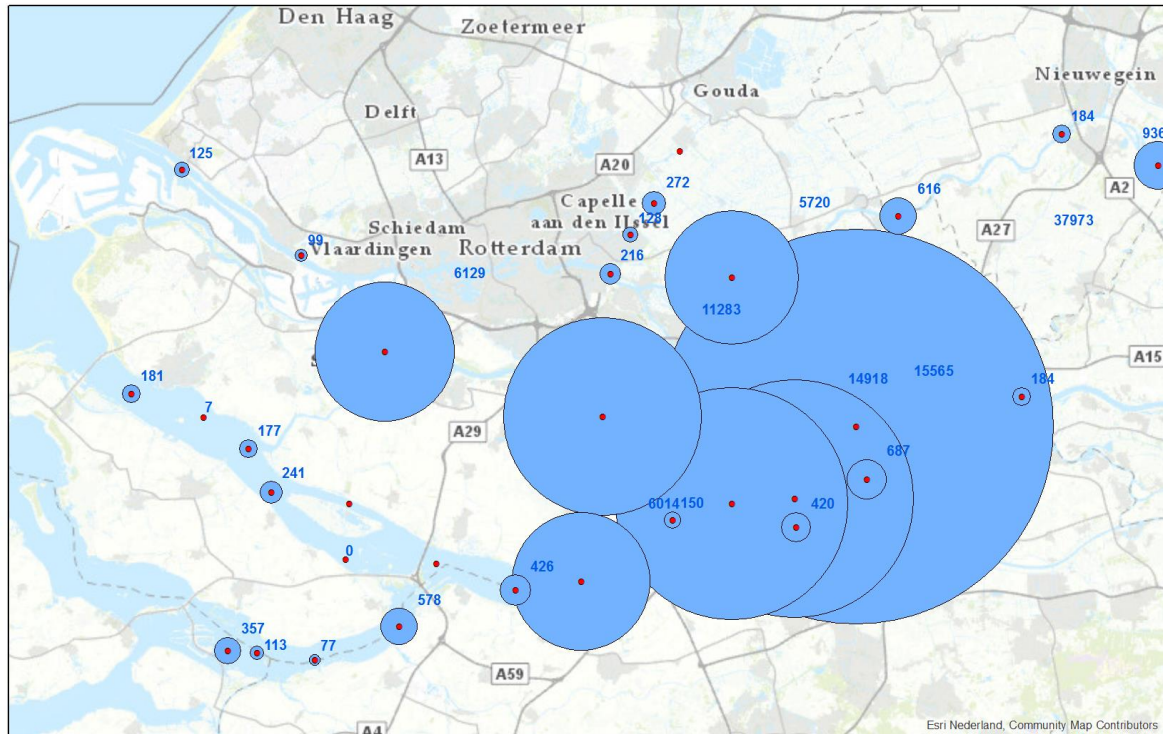
Amphipoda - Profundale zone - 2010



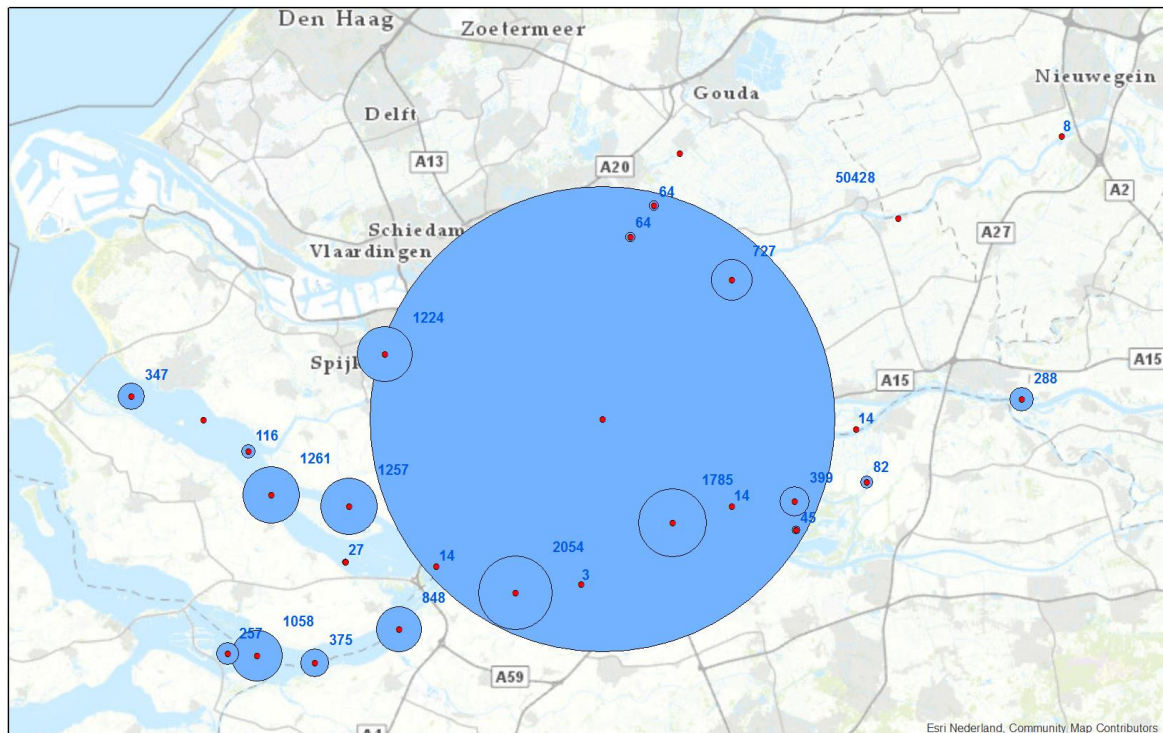
Amphipoda - Profundale zone - 2011



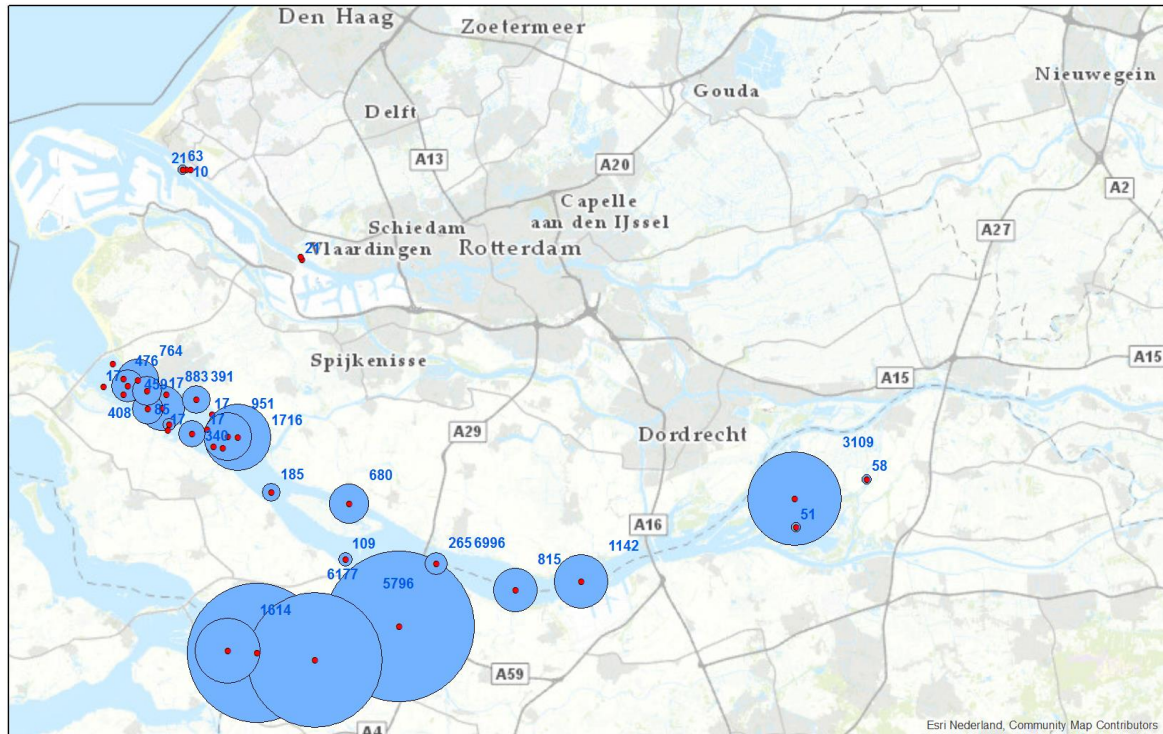
Amphipoda - Profundale zone - 2012



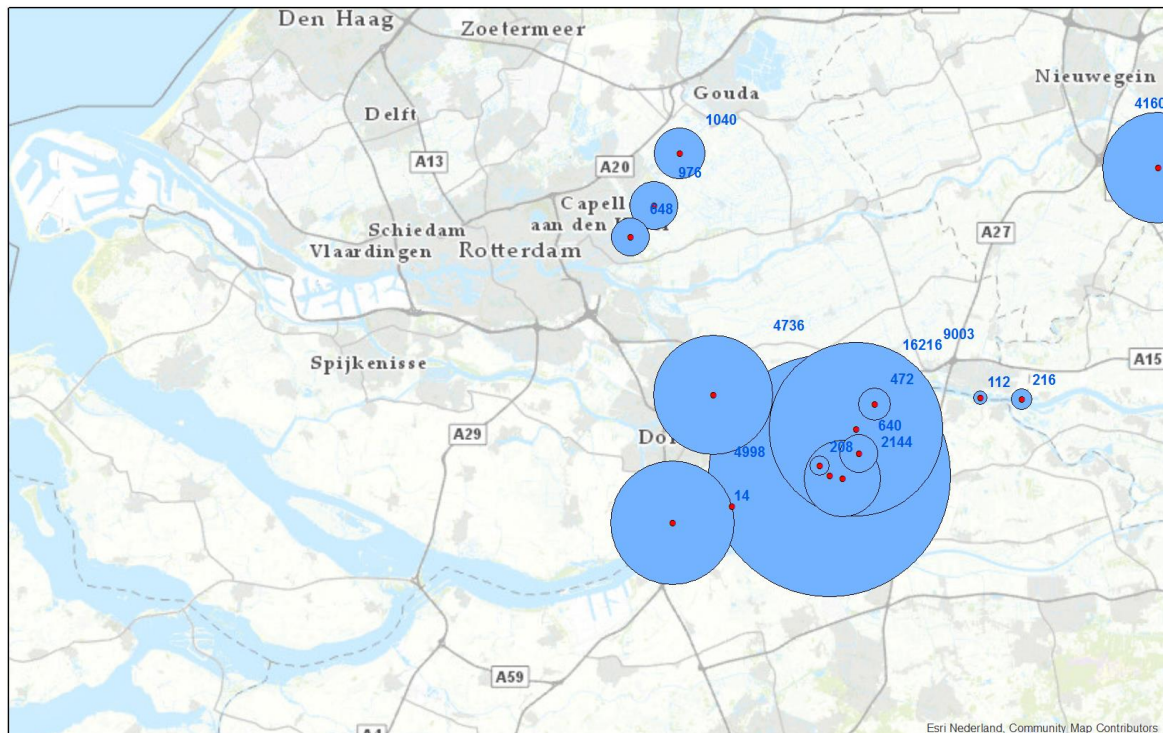
Amphipoda - Profundale zone - 2013



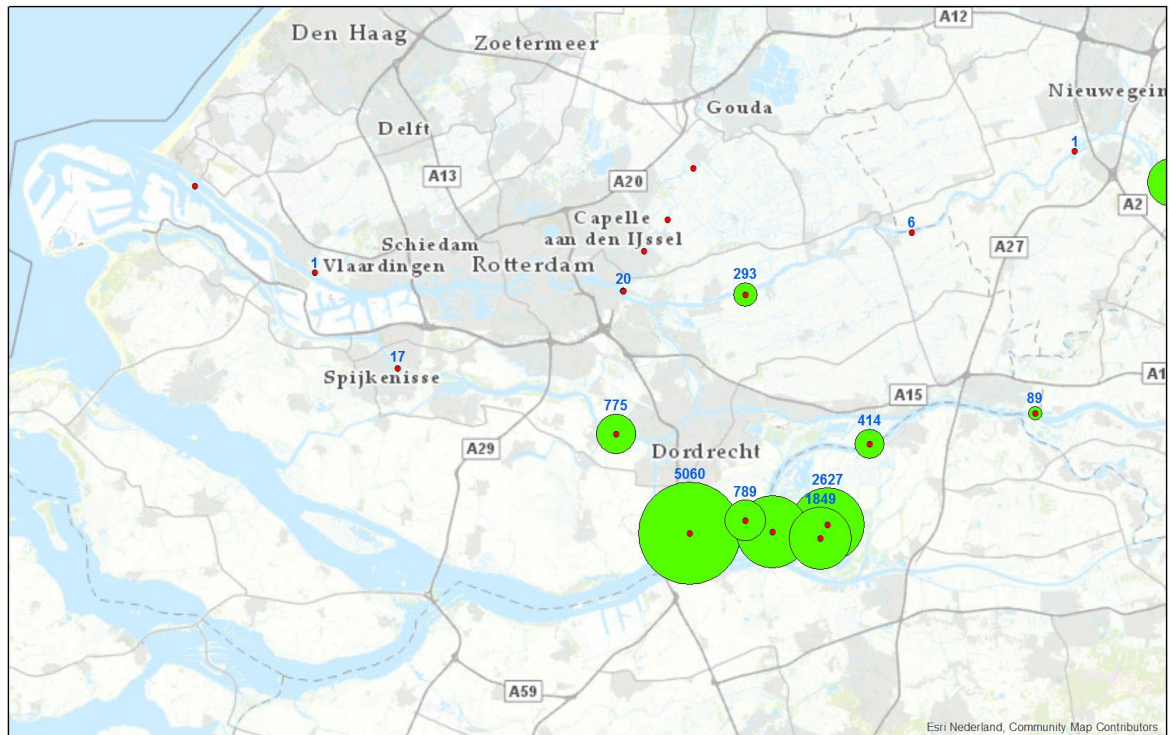
Amphipoda - Profundale zone - 2016



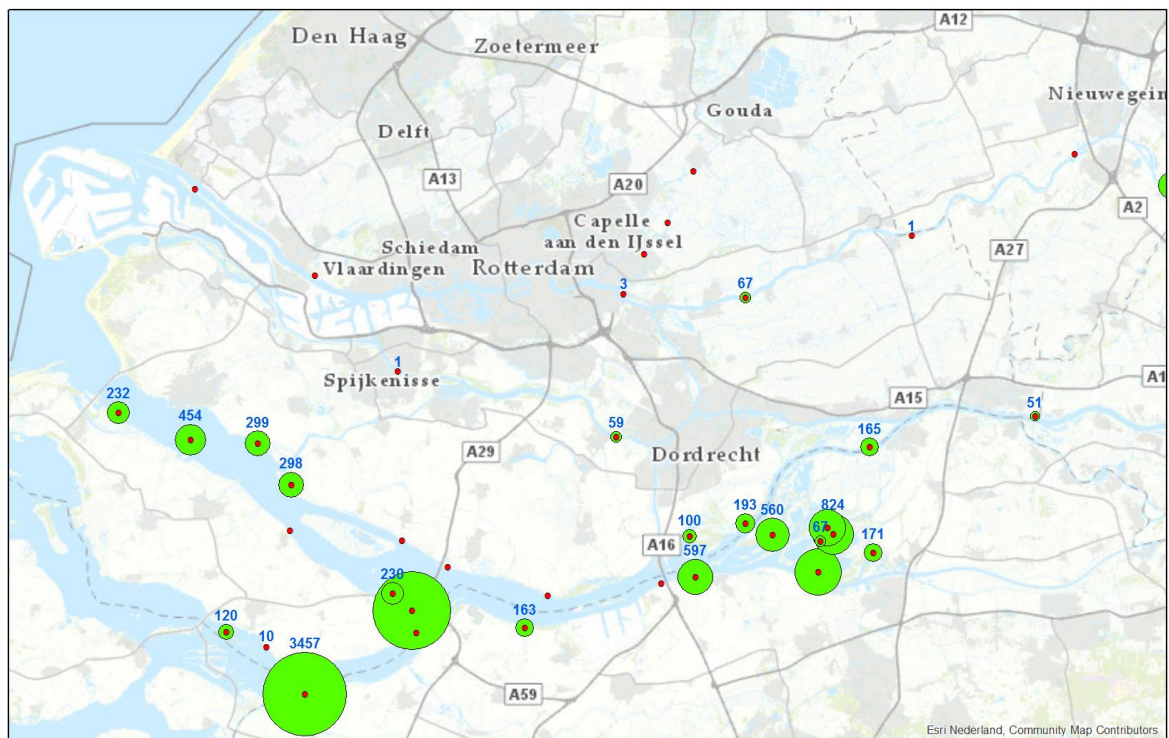
Amphipoda - Profundale zone - 2017



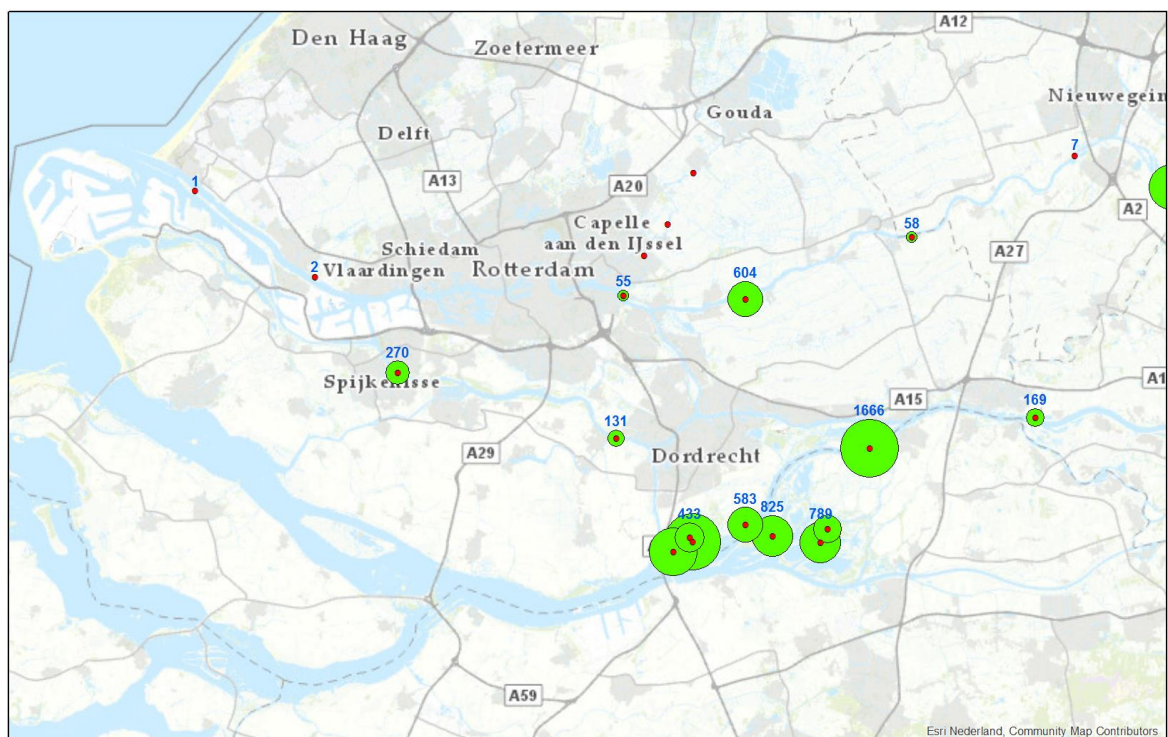
Chironomidae - Litorale zone - 2010



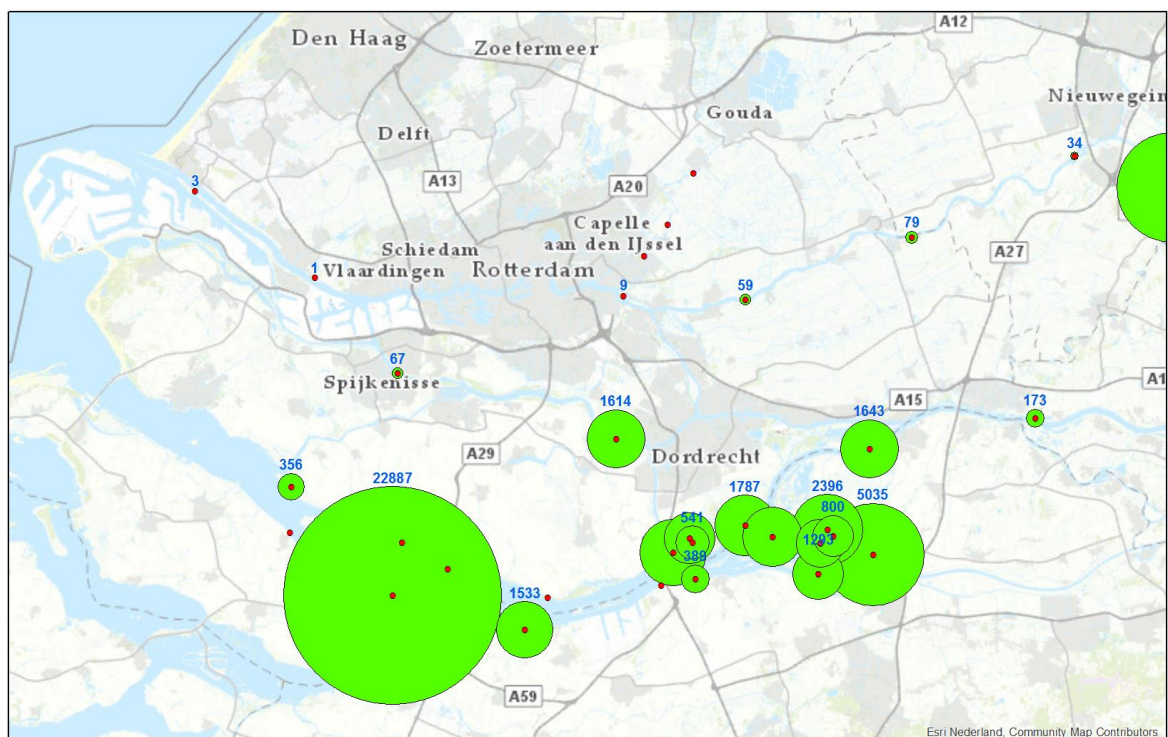
Chironomidae - Litorale zone - 2011



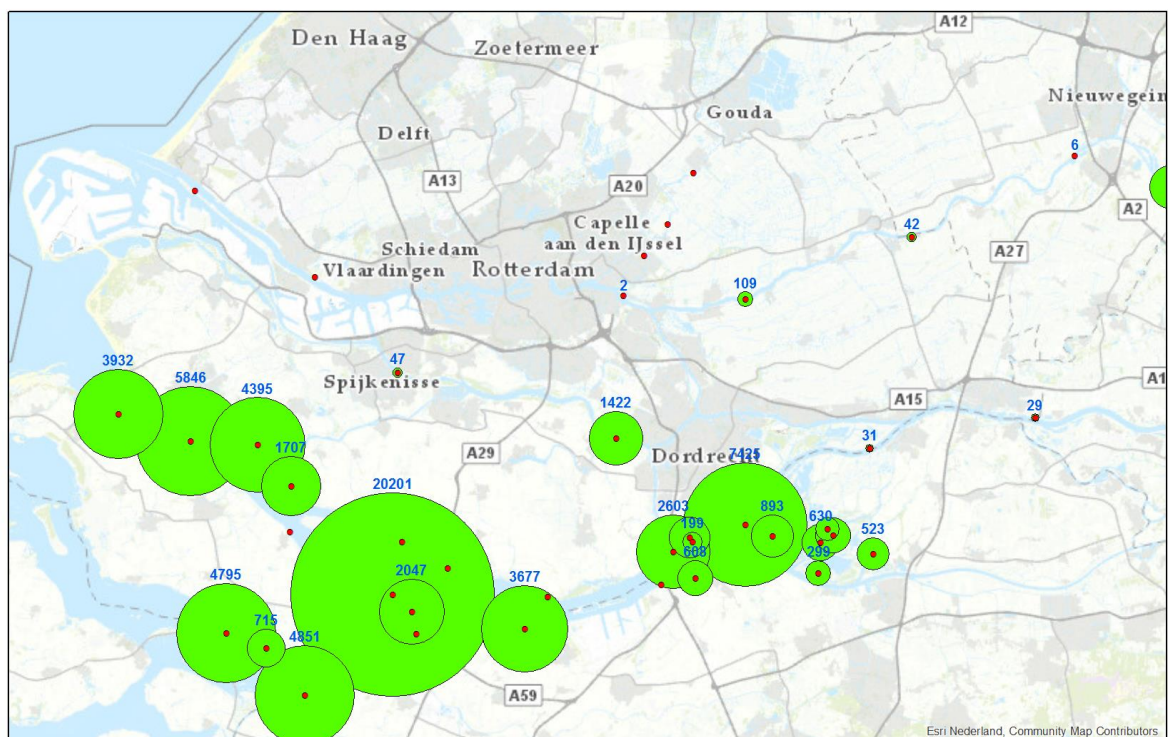
Chironomidae - Litorale zone - 2012



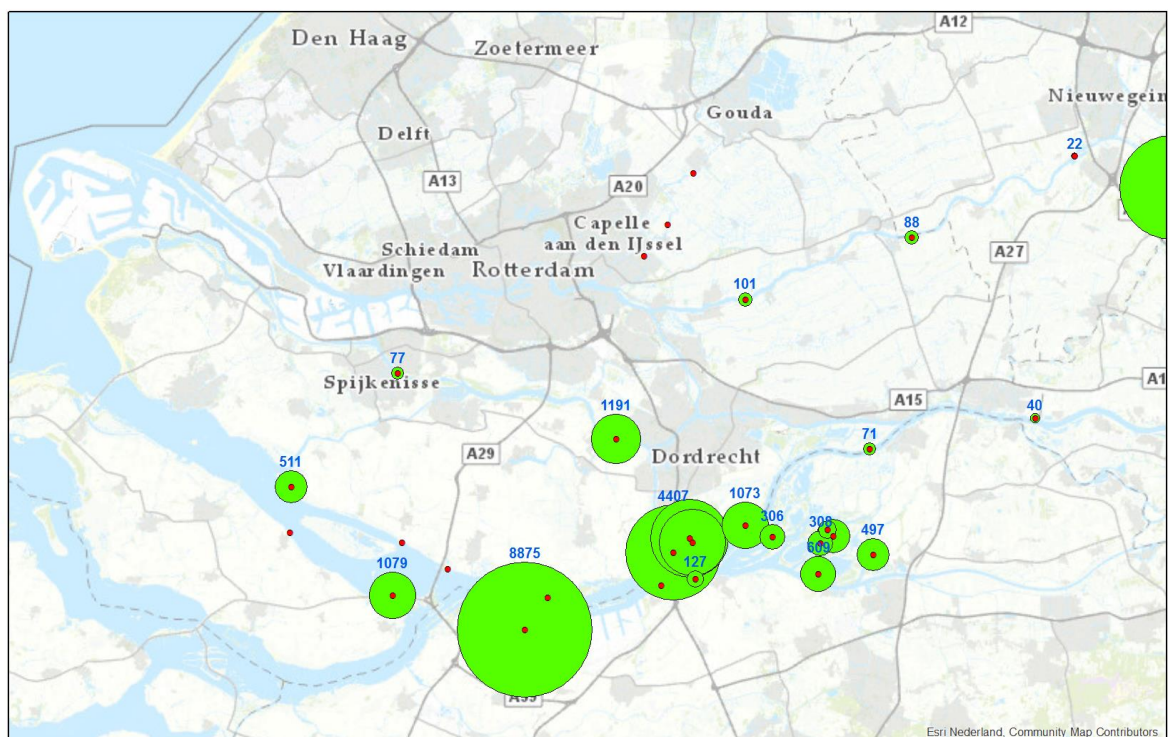
Chironomidae - Litorale zone - 2013



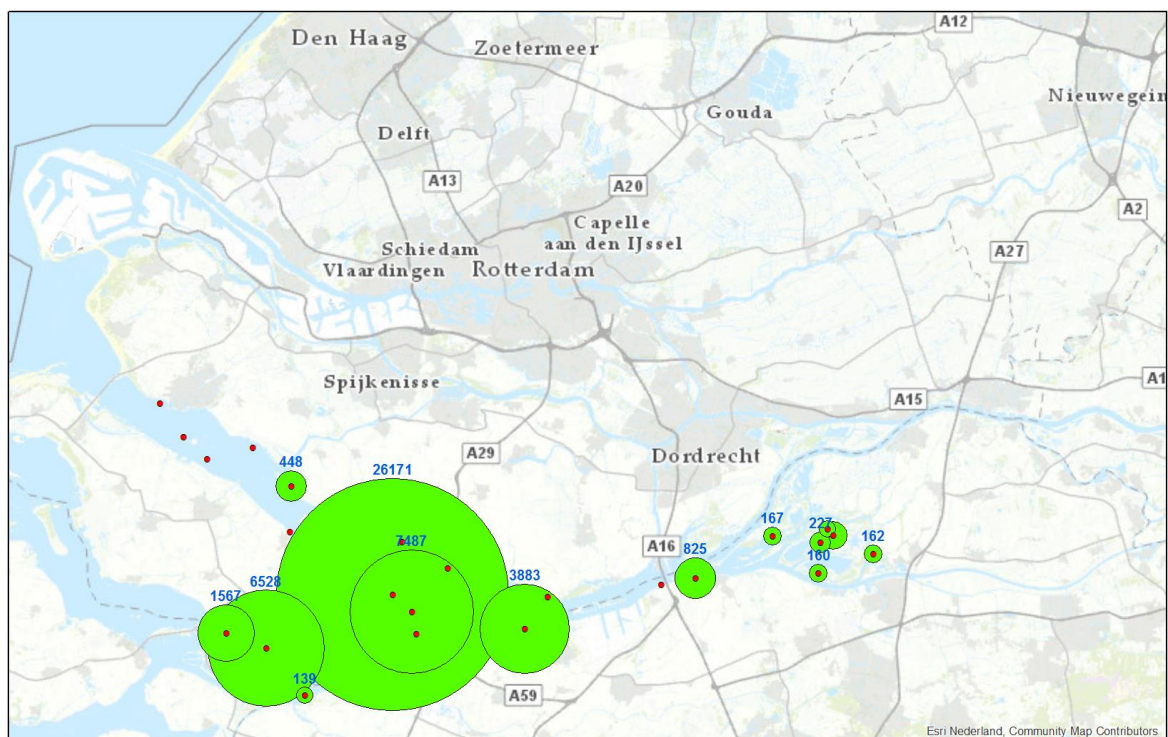
Chironomidae - Litorale zone - 2014



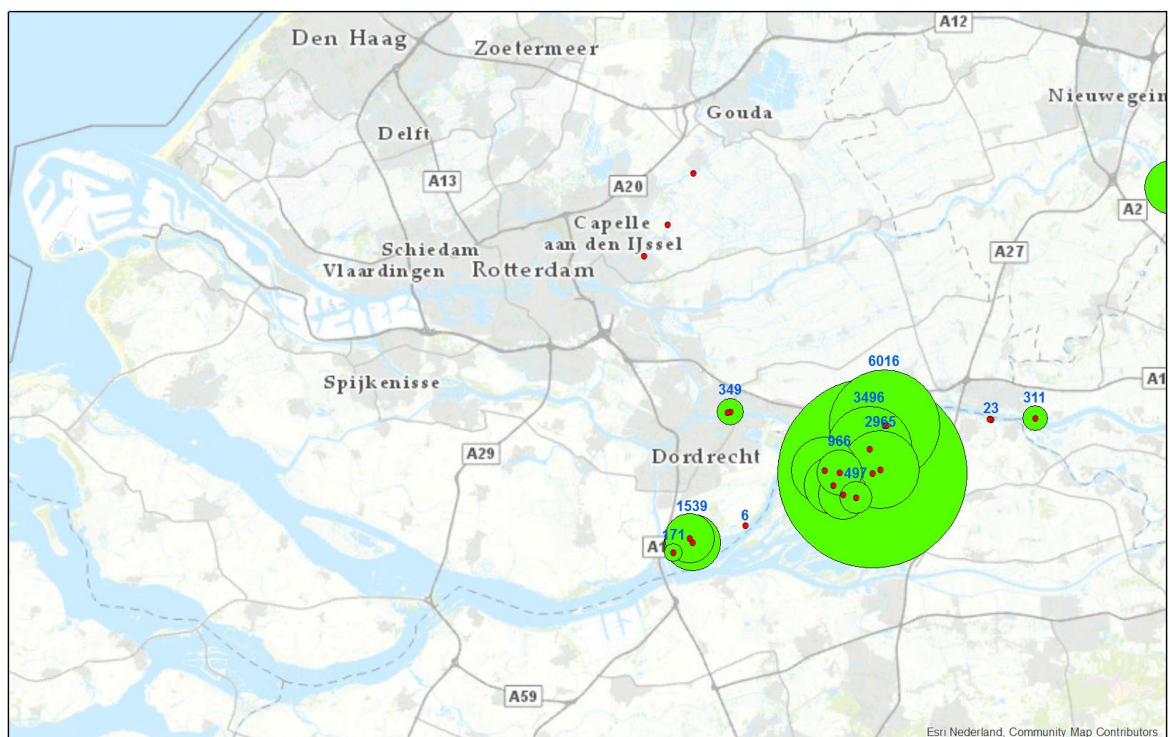
Chironomidae - Litorale zone - 2015



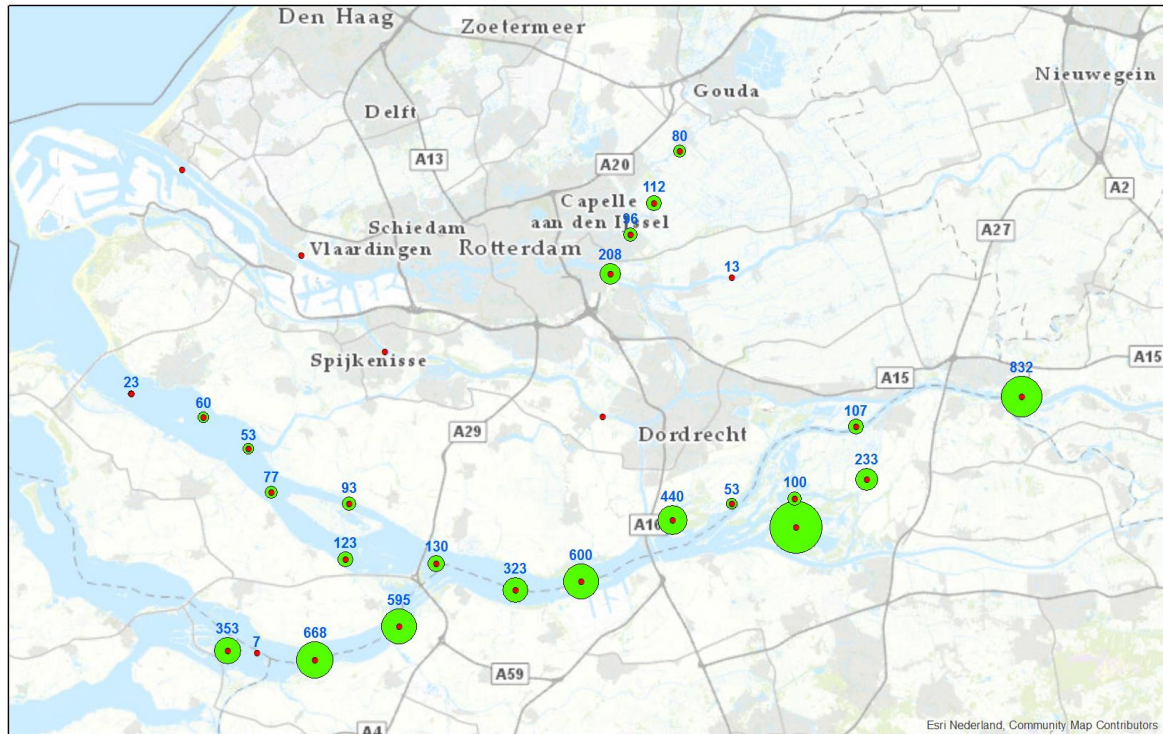
Chironomidae - Litorale zone - 2016



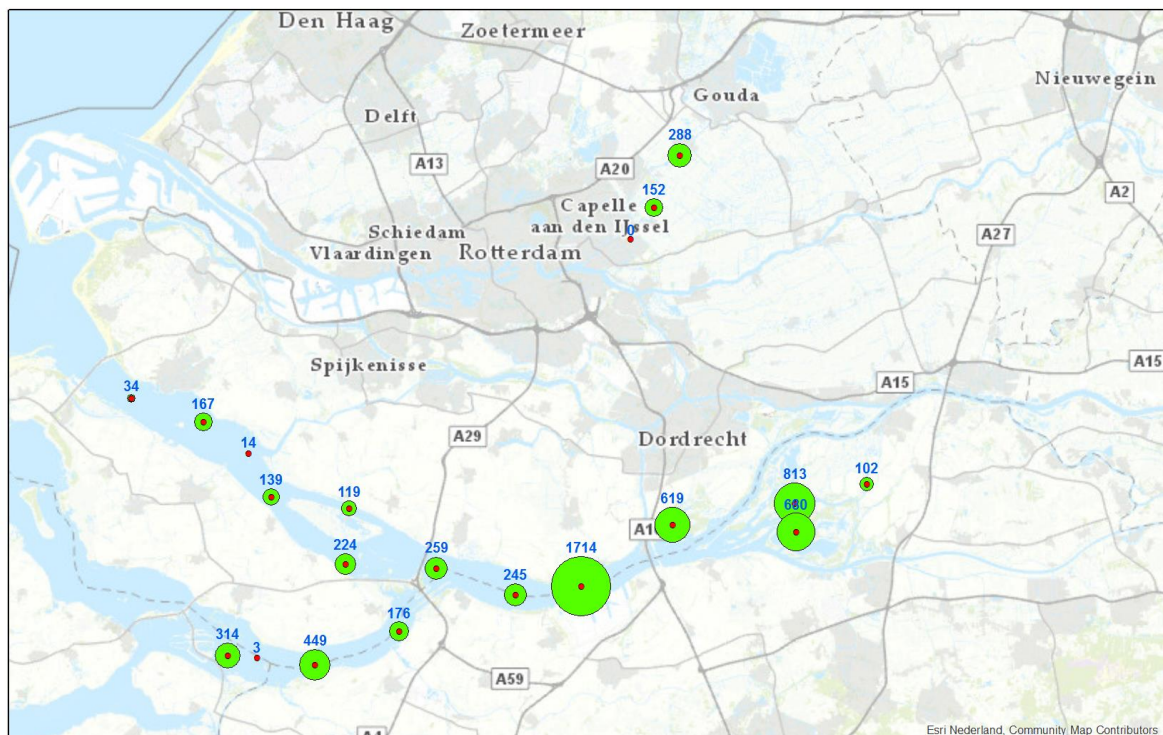
Chironomidae - Litorale zone - 2017



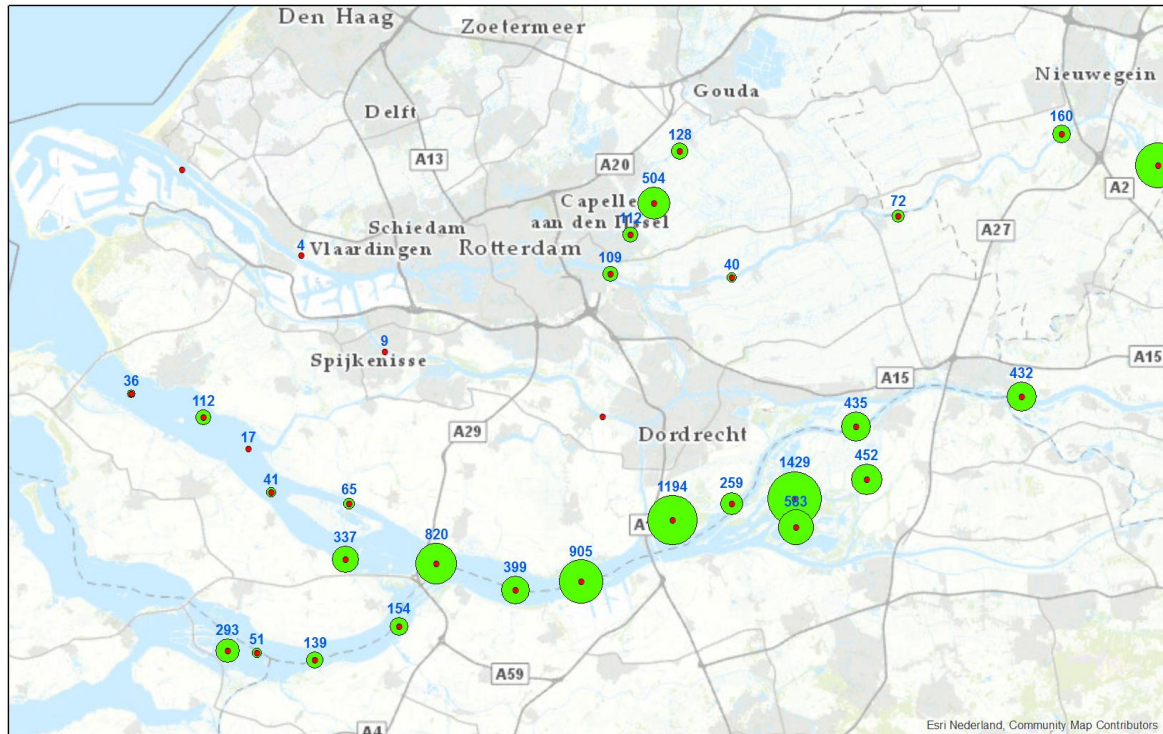
Chironomidae - Profundale zone - 2010



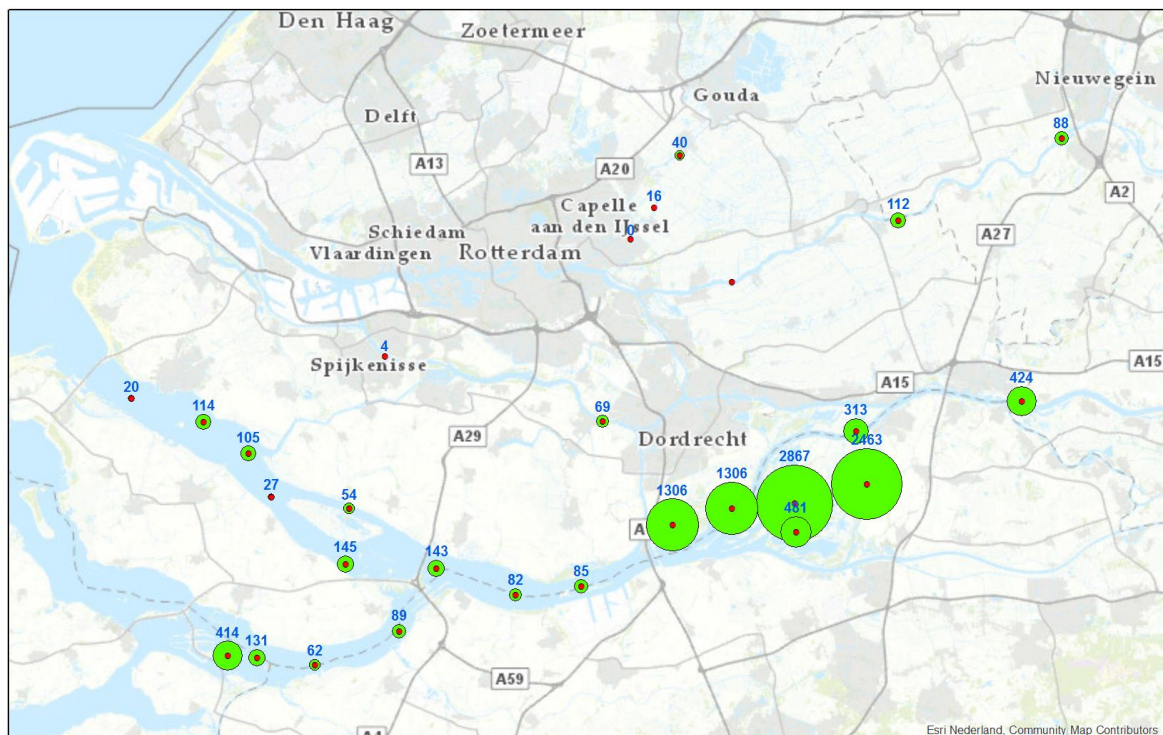
Chironomidae - Profundale zone - 2011



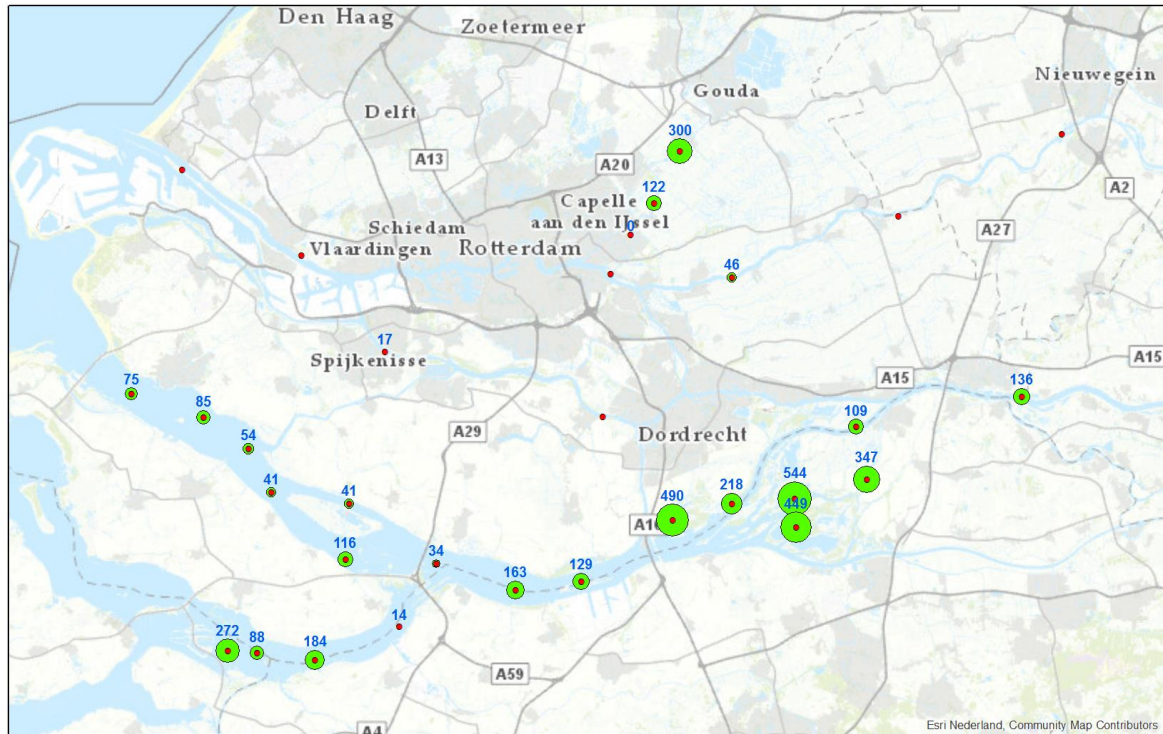
Chironomidae - Profundale zone - 2012



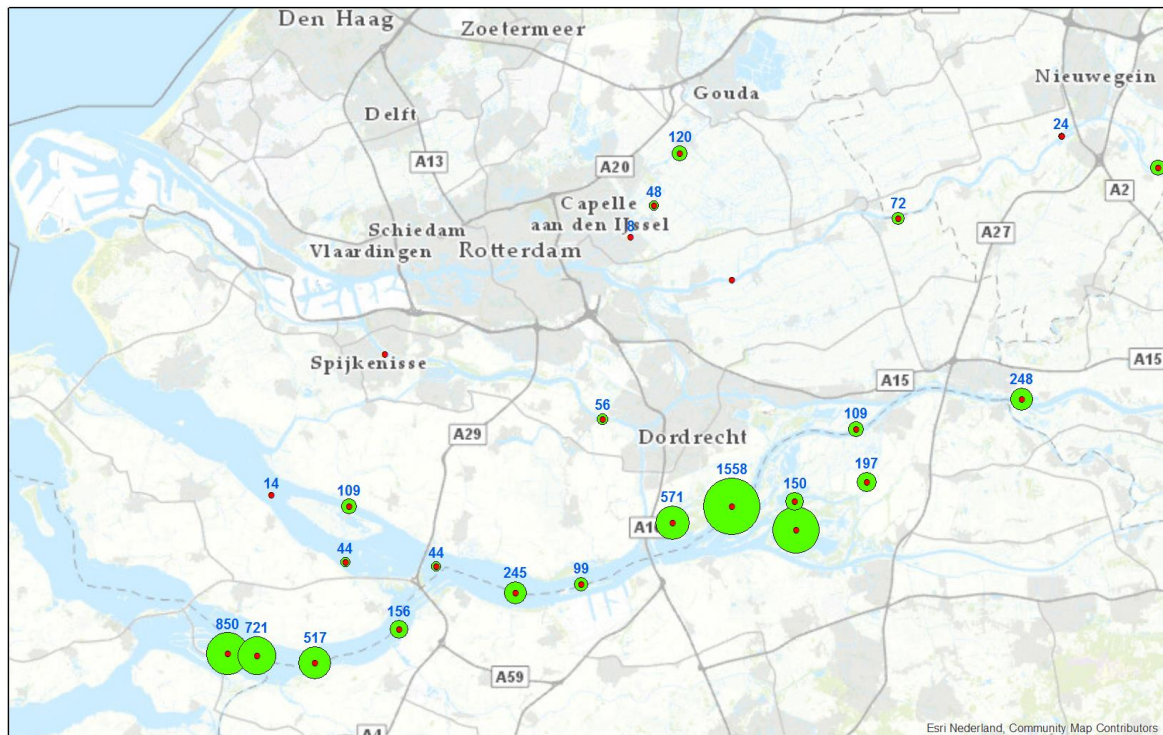
Chironomidae - Profundale zone - 2013



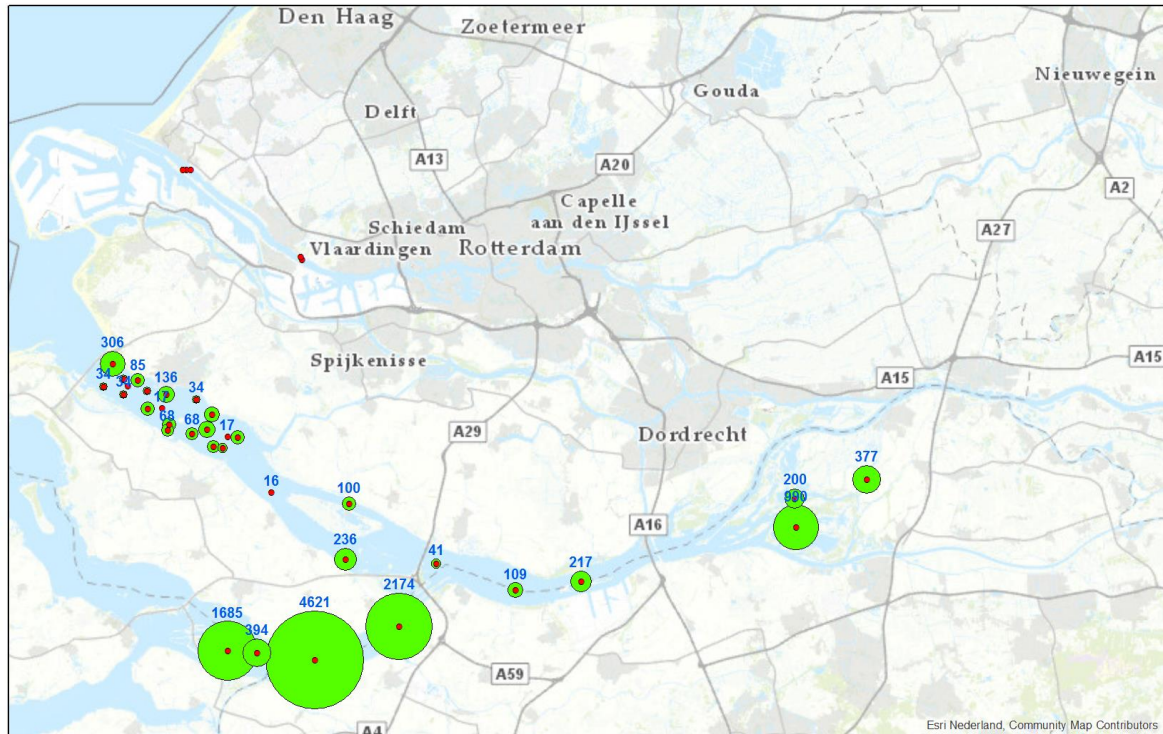
Chironomidae - Profundale zone - 2014



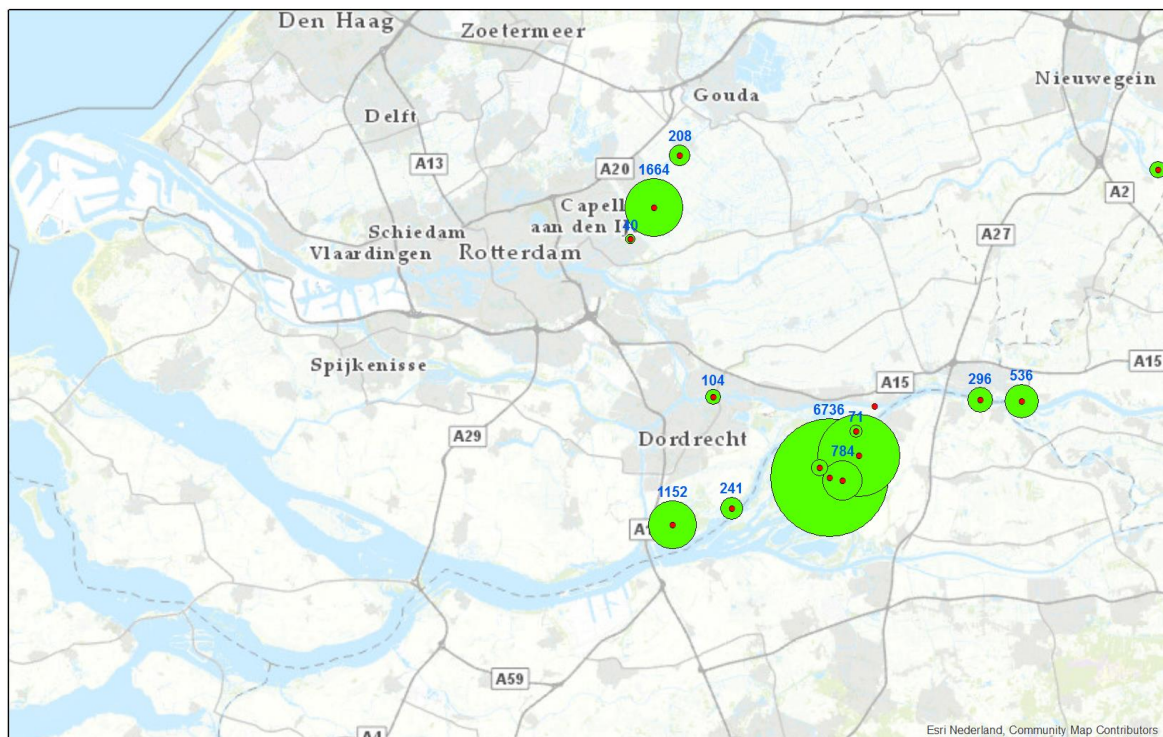
Chironomidae - Profundale zone - 2015



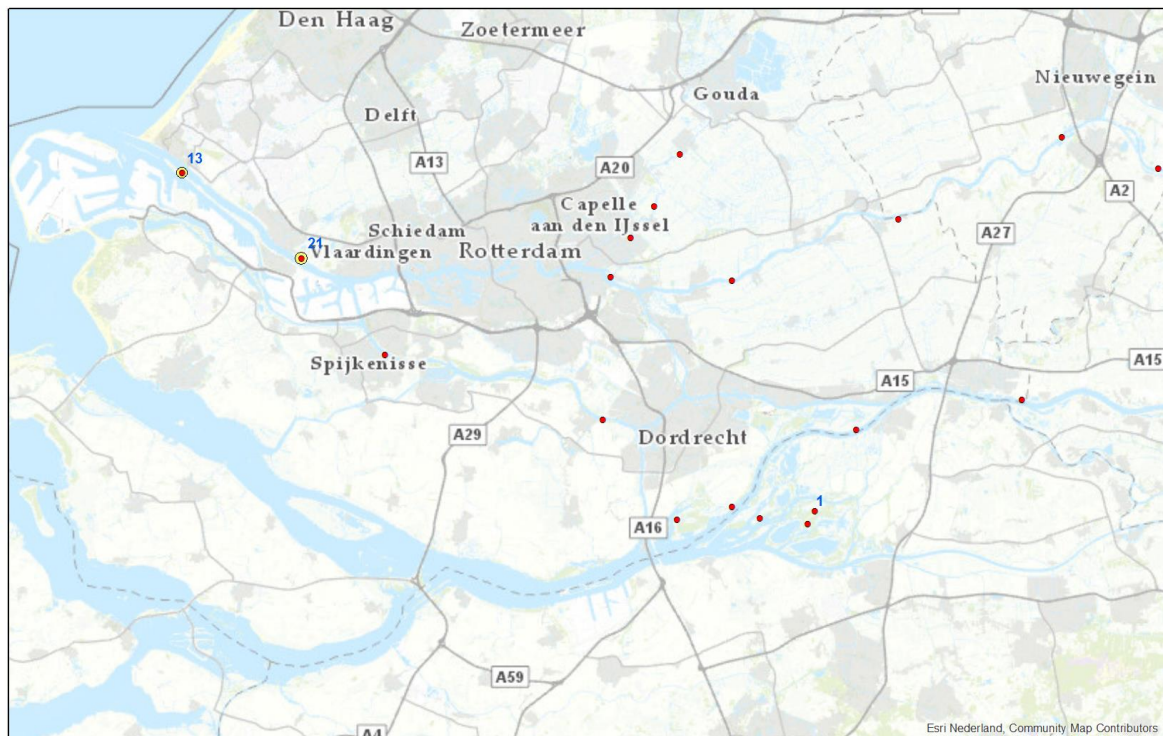
Chironomidae - Profundale zone - 2016



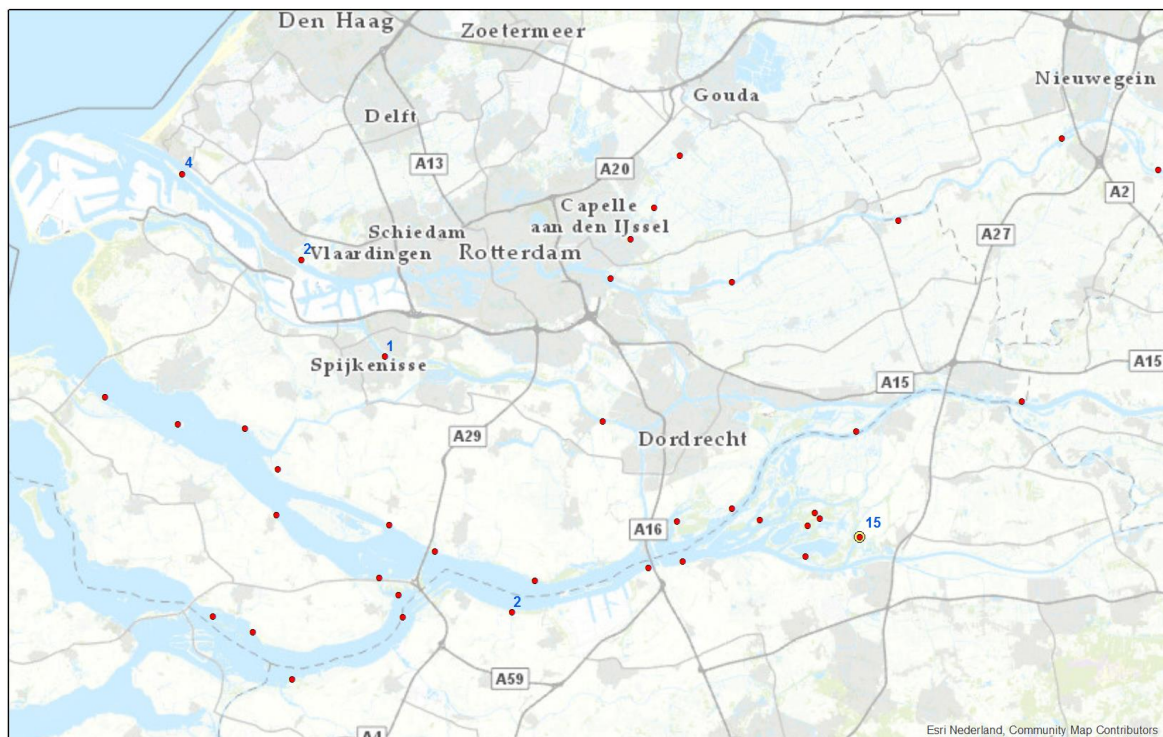
Chironomidae - Profundale zone - 2017



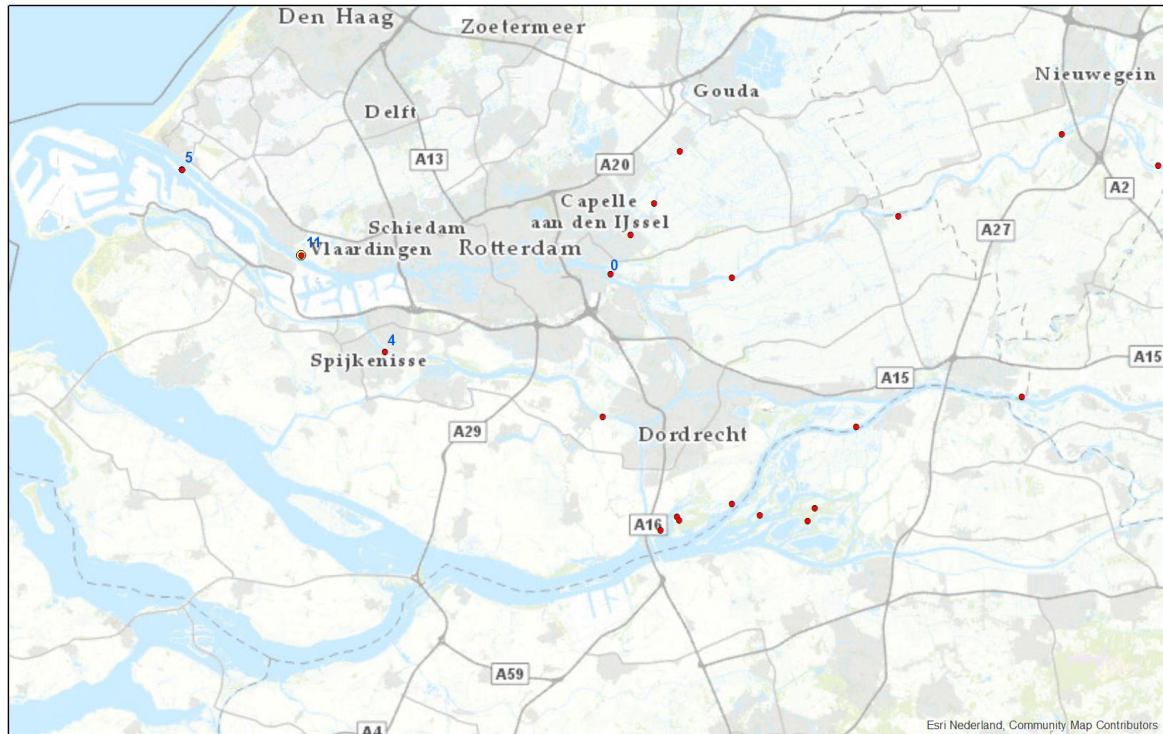
Decapoda - Litorale zone - 2010



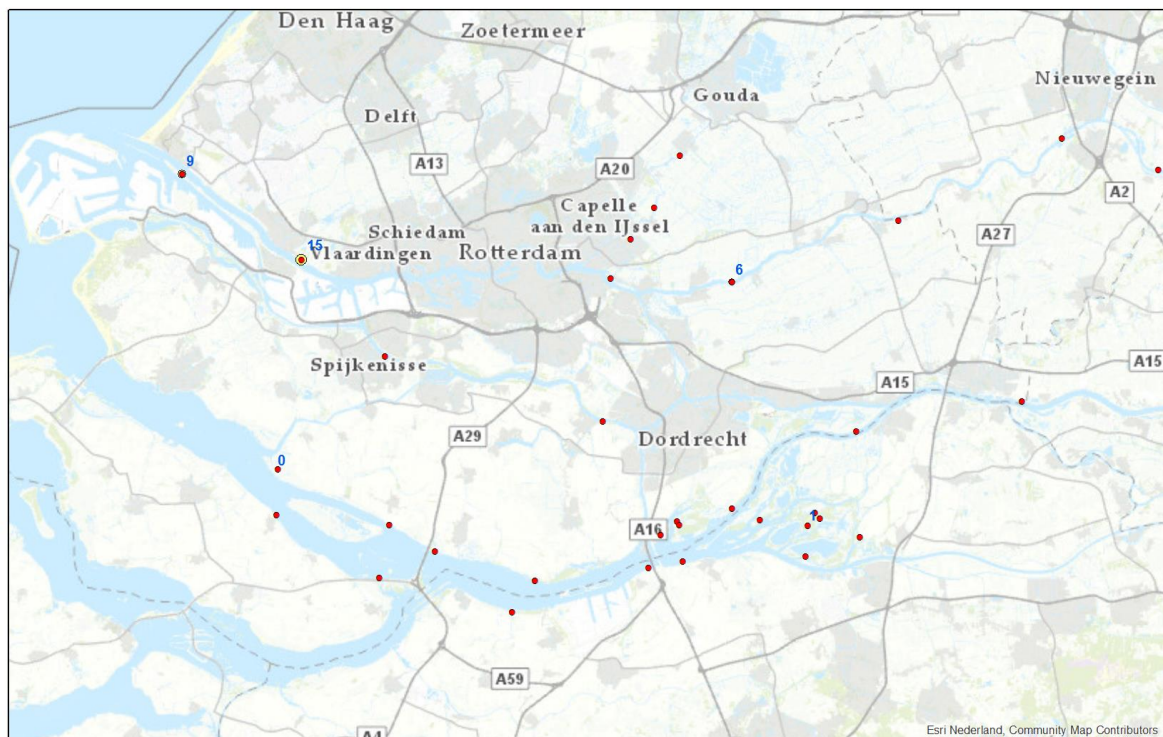
Decapoda - Litorale zone - 2011



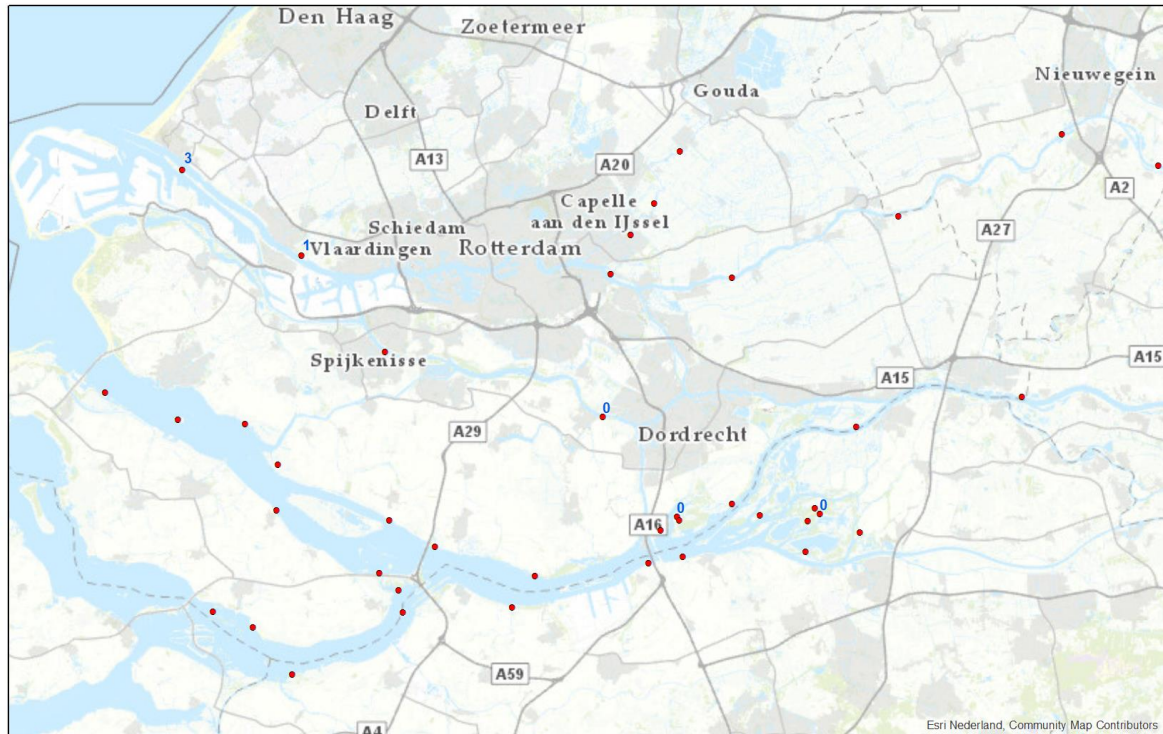
Decapoda - Litorale zone - 2012



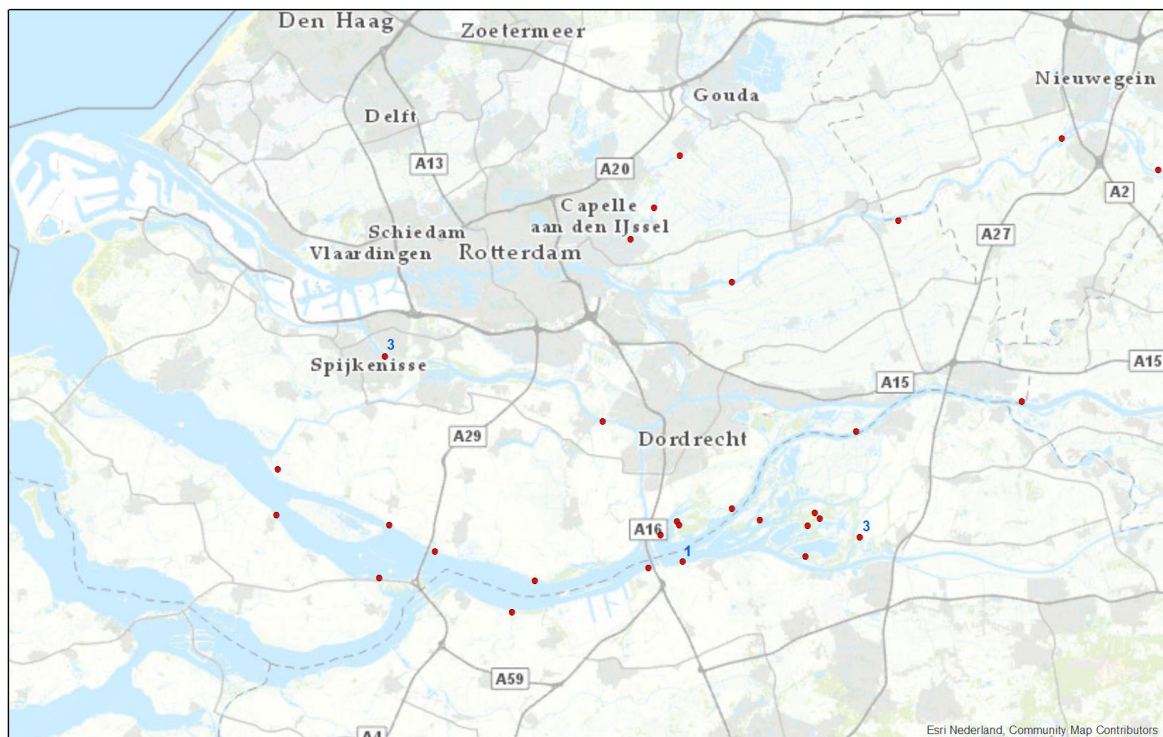
Decapoda - Litorale zone - 2013



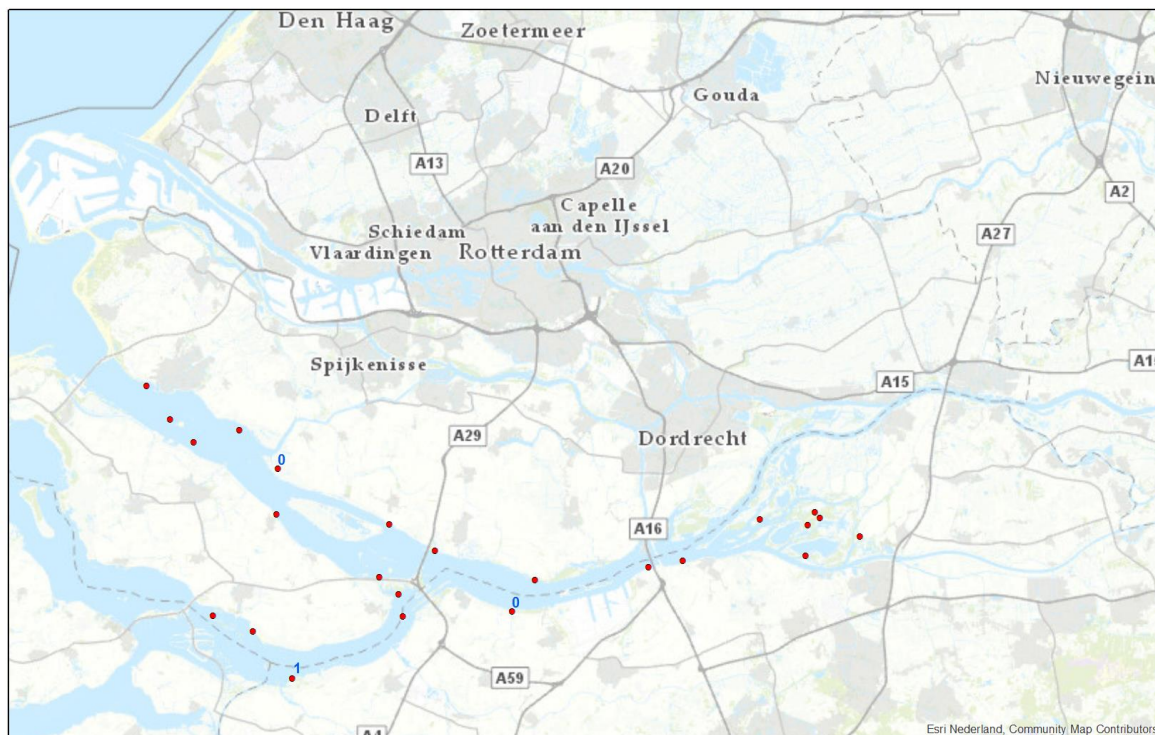
Decapoda - Litorale zone - 2014



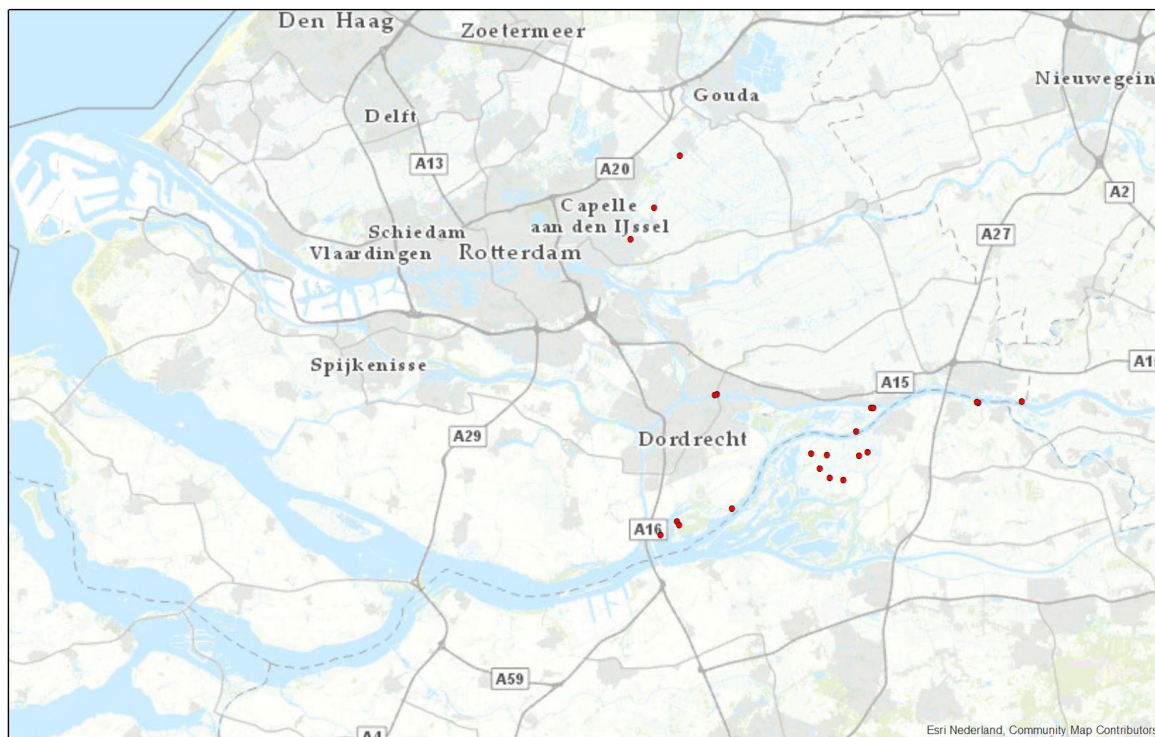
Decapoda - Litorale zone - 2015



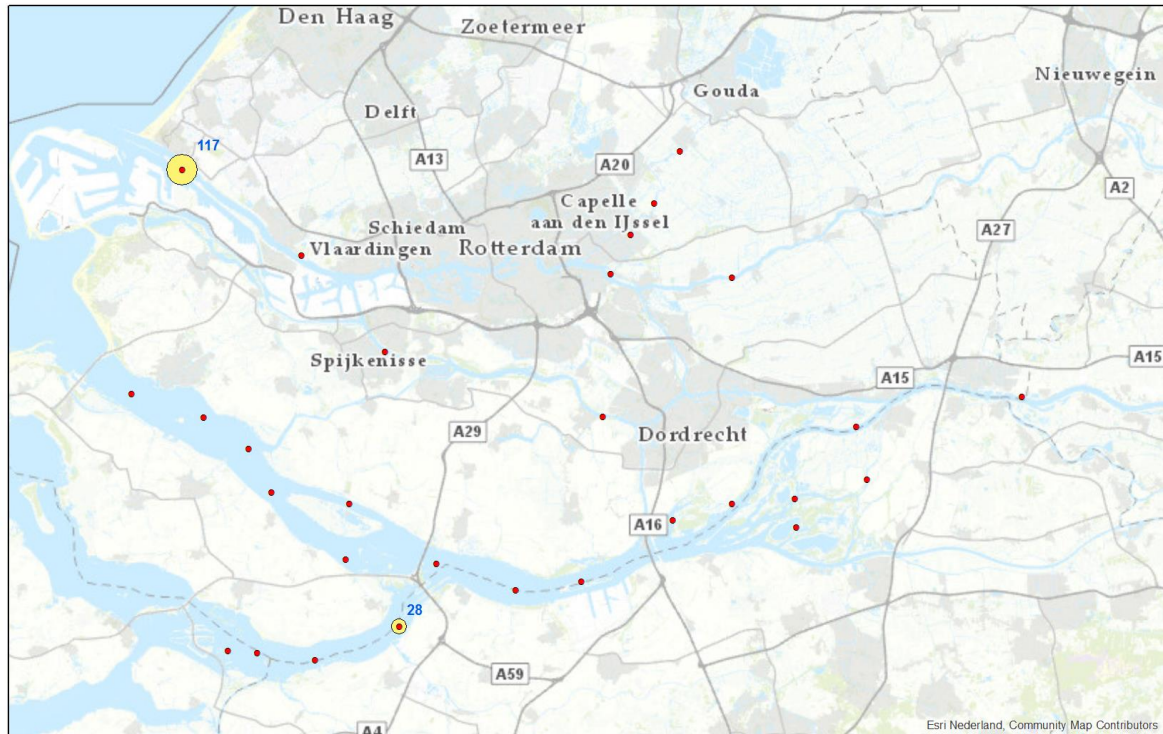
Decapoda - Litorale zone - 2016



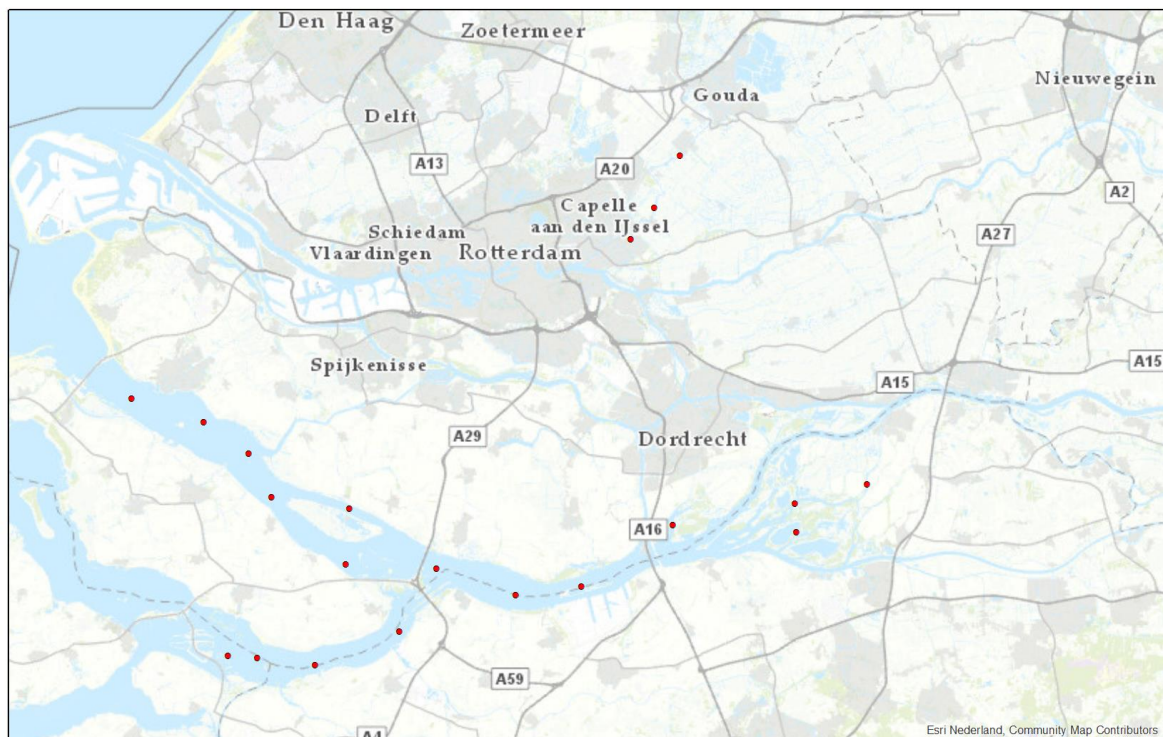
Decapoda - Litorale zone - 2017



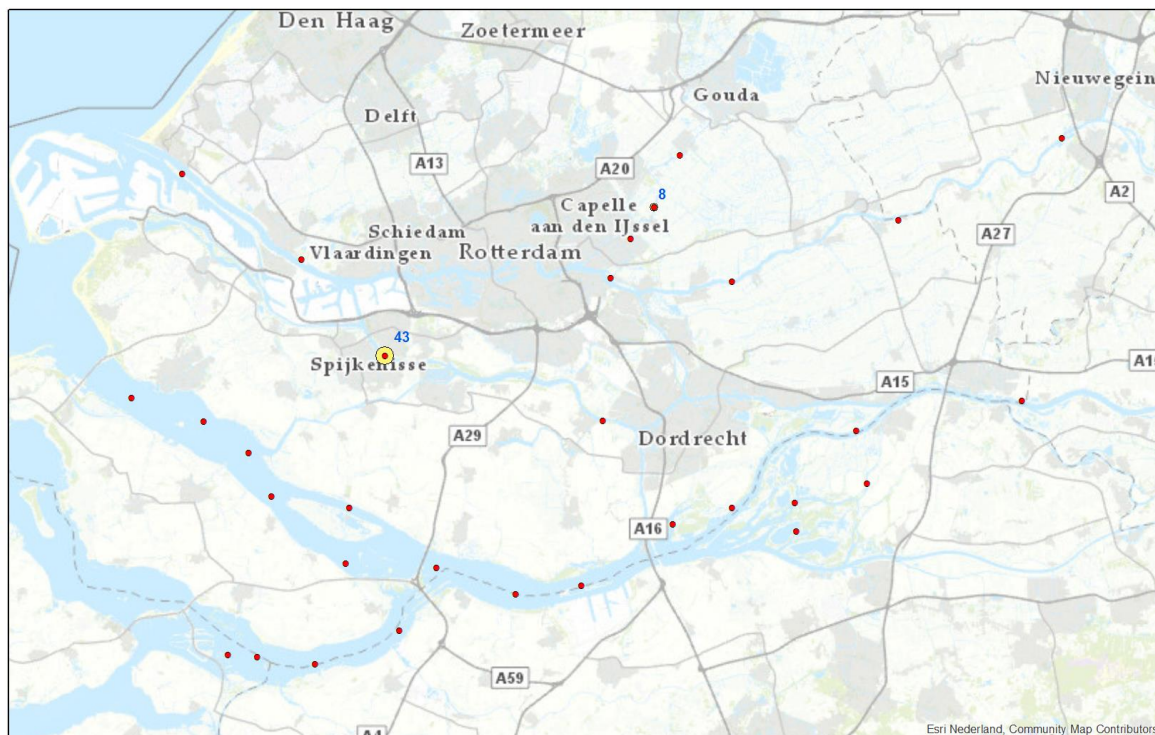
Decapoda - Profundale zone - 2010



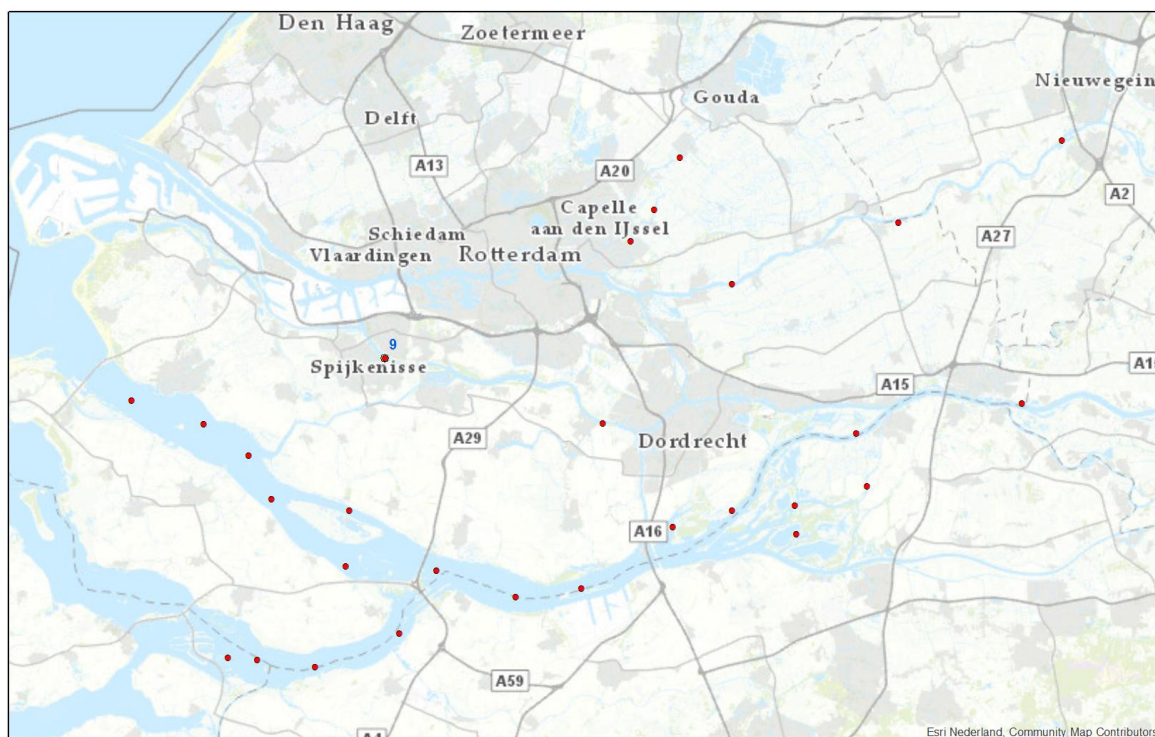
Decapoda - Profundale zone - 2011



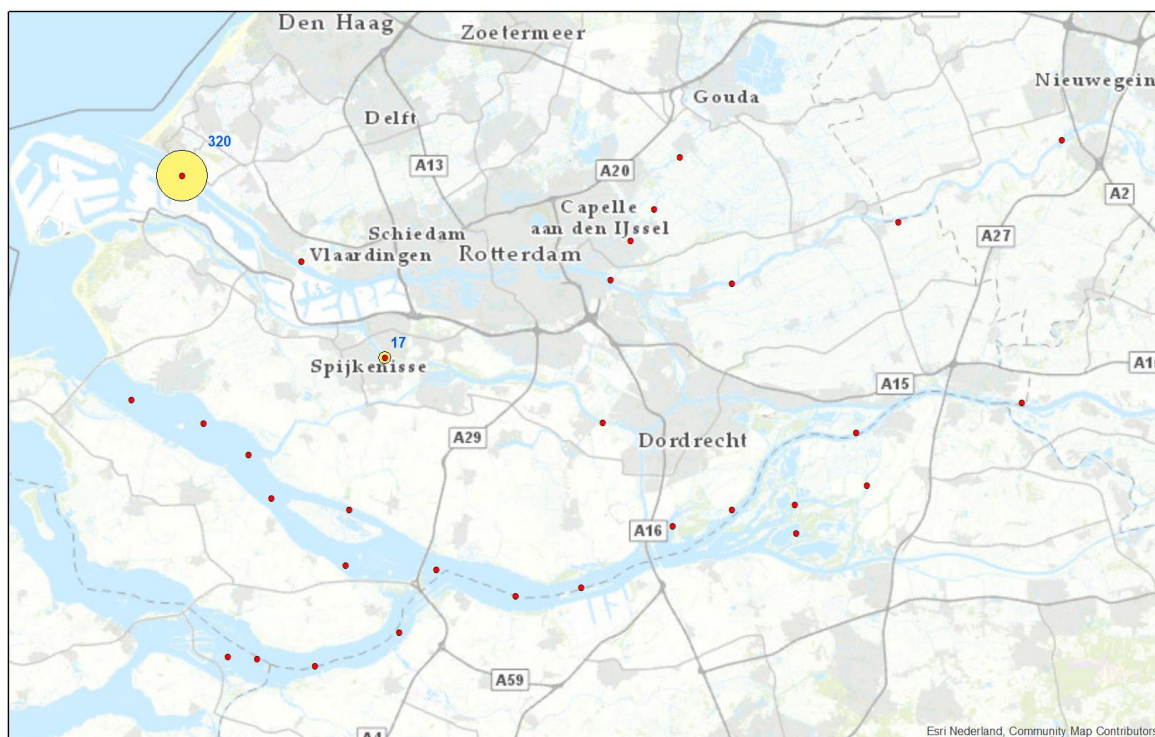
Decapoda - Profundale zone - 2012



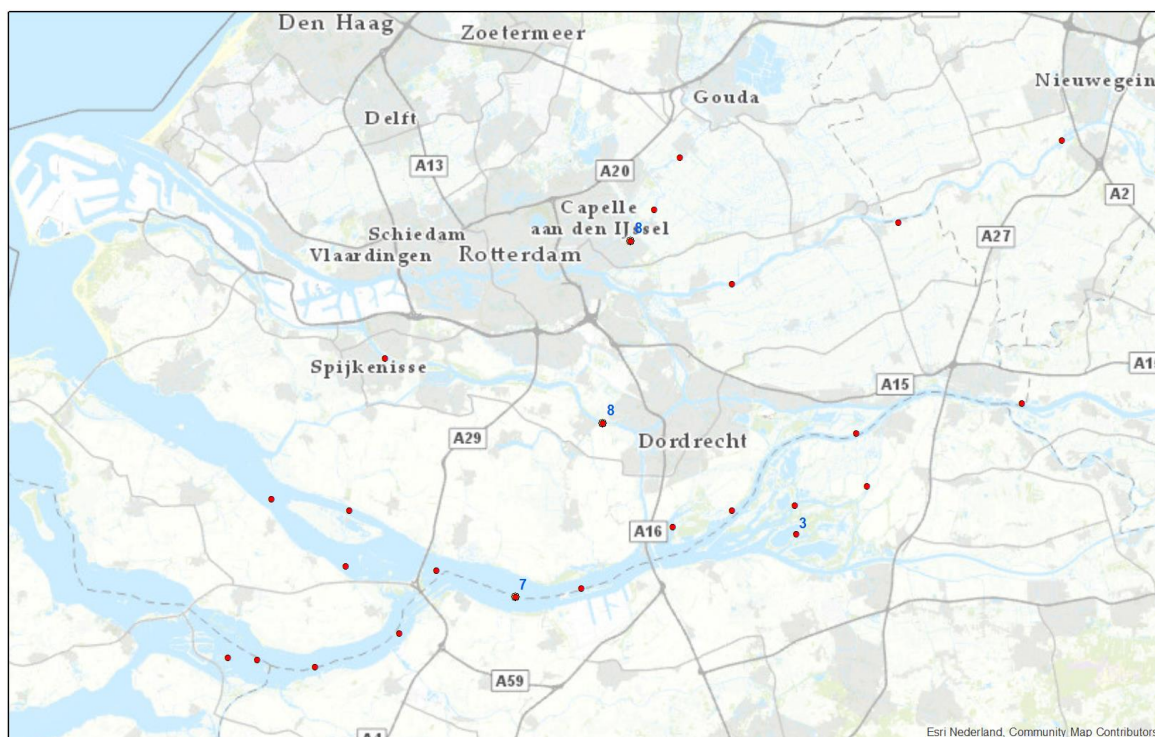
Decapoda - Profundale zone - 2013



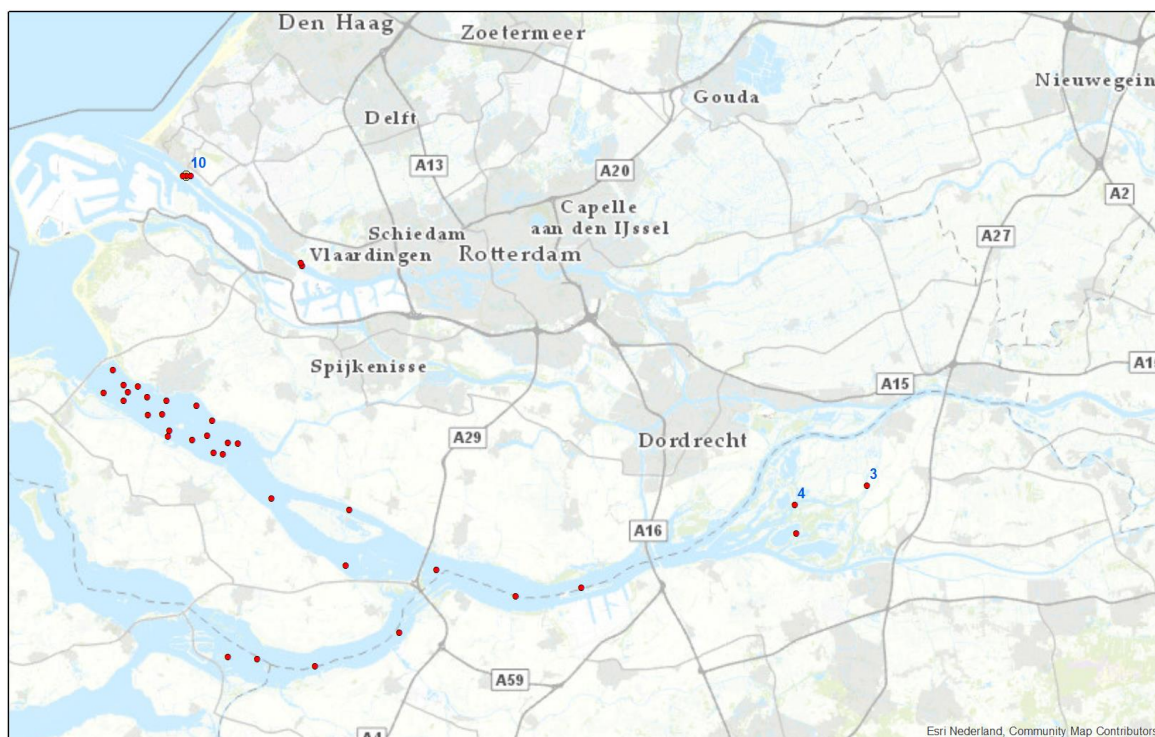
Decapoda - Profundale zone - 2014



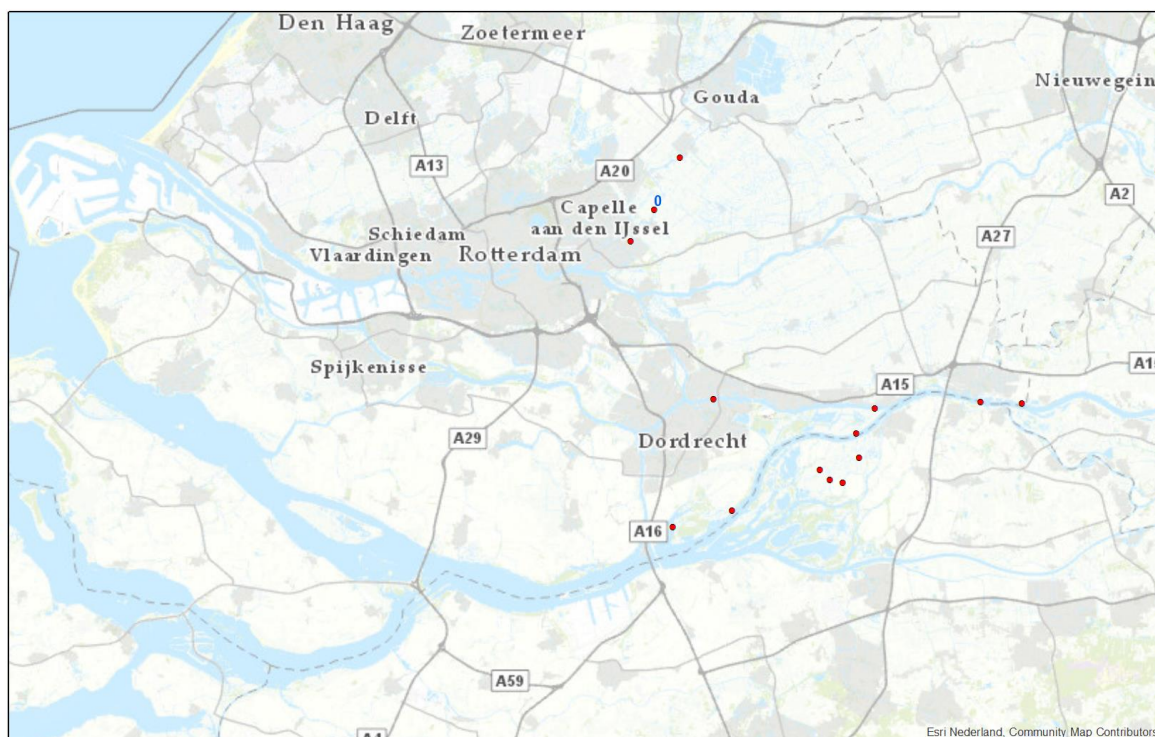
Decapoda - Profundale zone - 2015



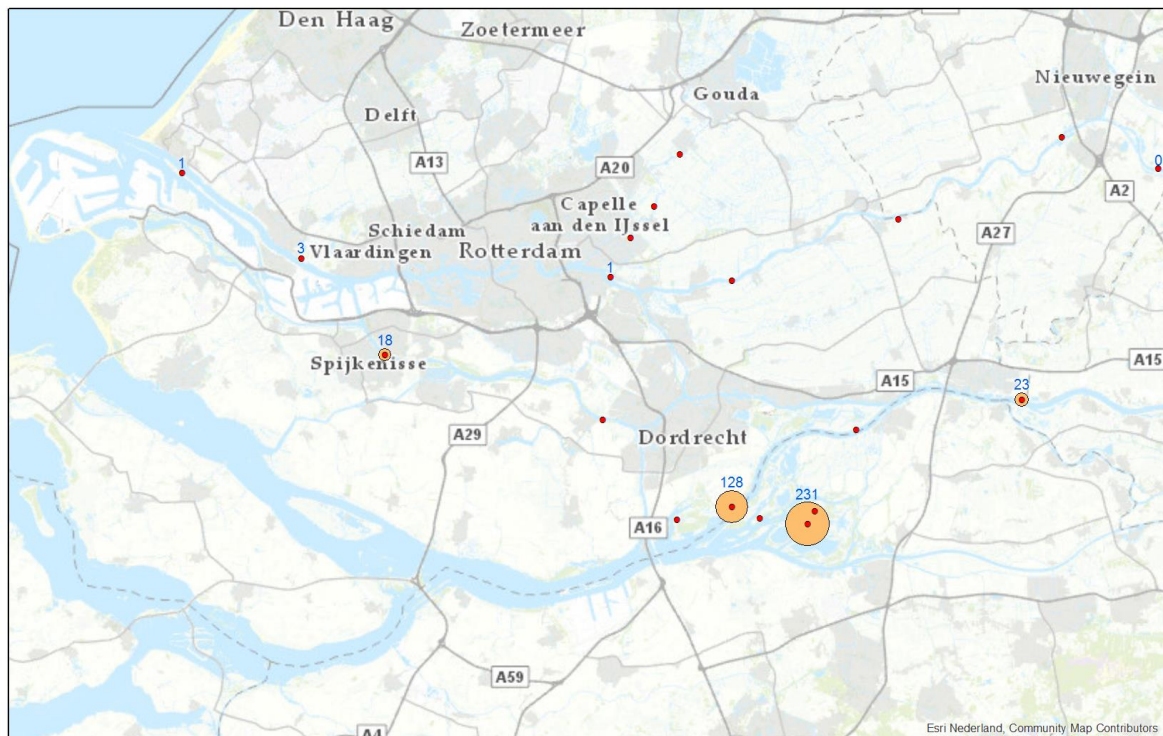
Decapoda - Profundale zone - 2016



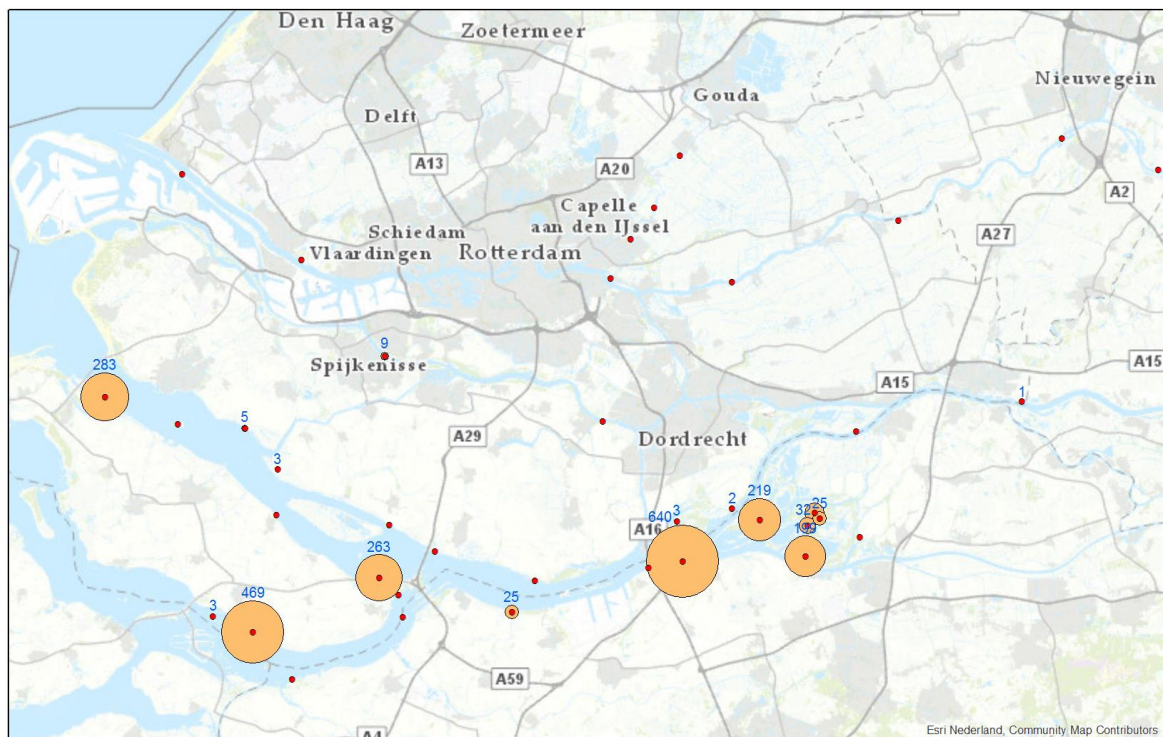
Decapoda - Profundale zone - 2017



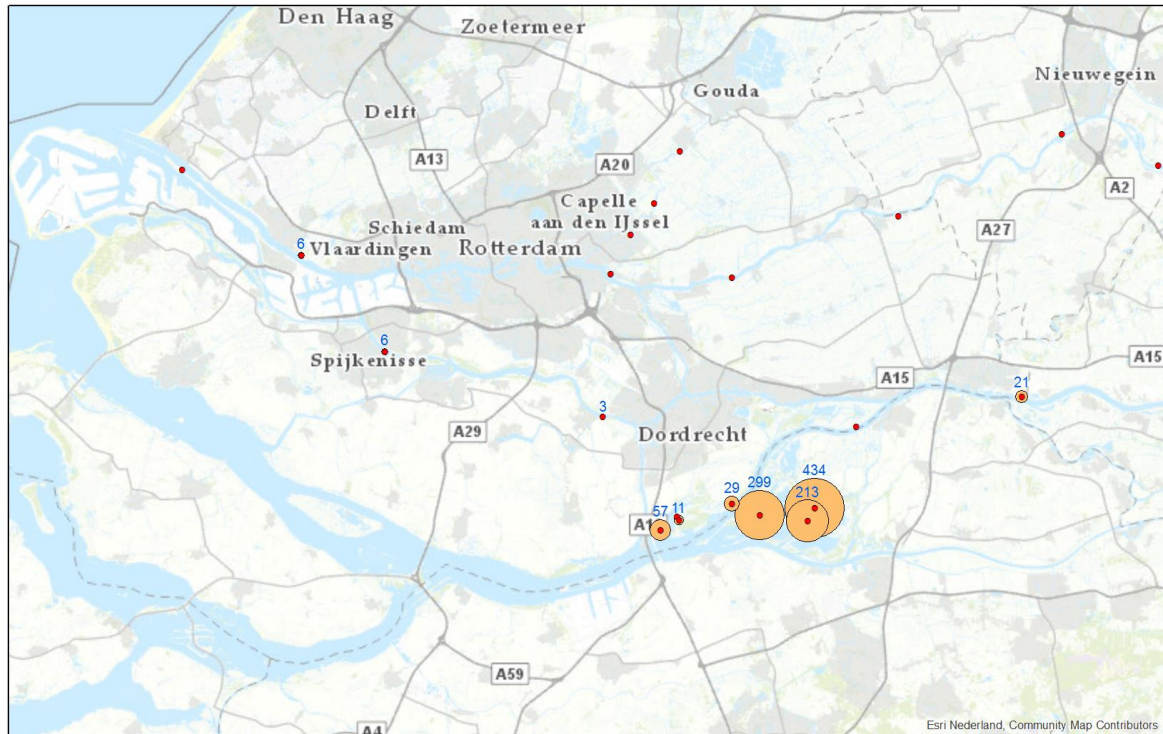
Isopoda - Litorale zone - 2010



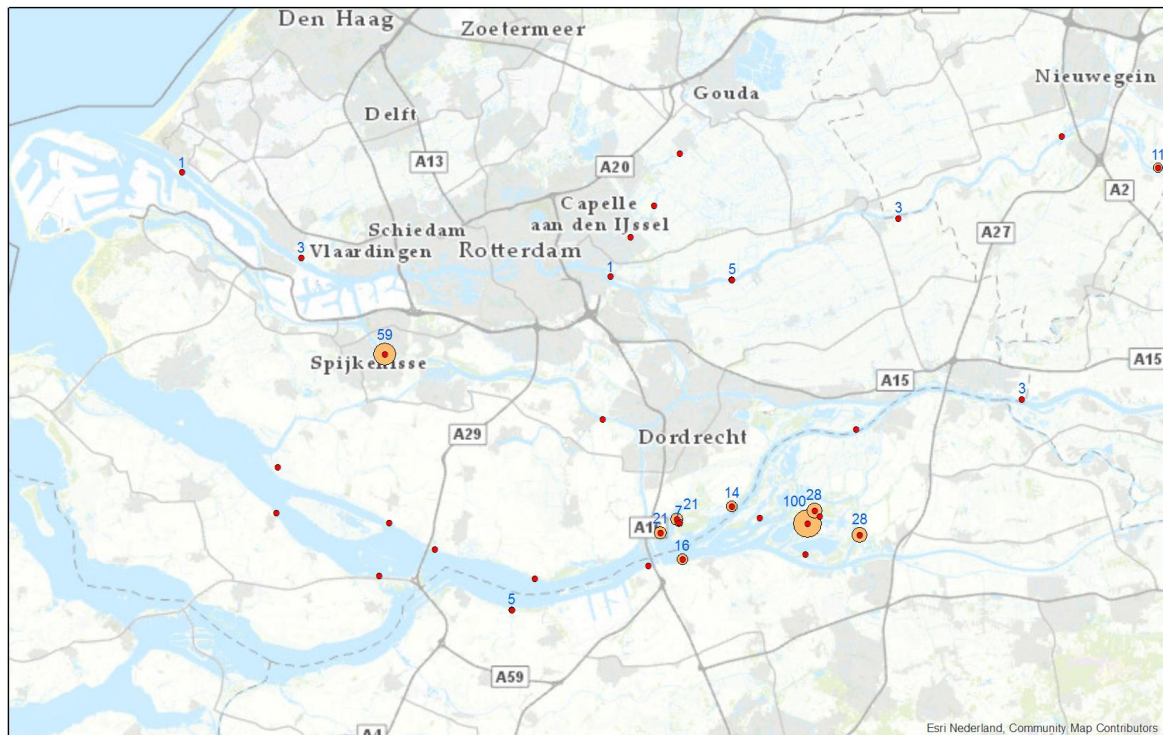
Isopoda - Litorale zone - 2011



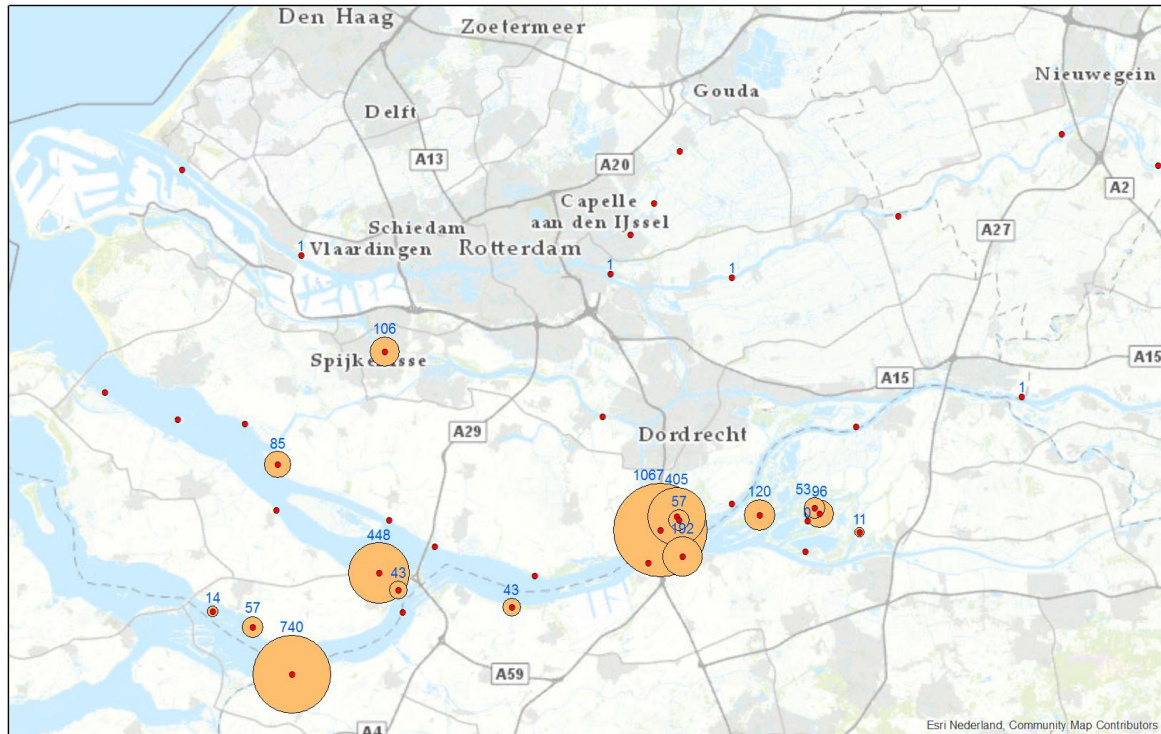
Isopoda - Litorale zone - 2012



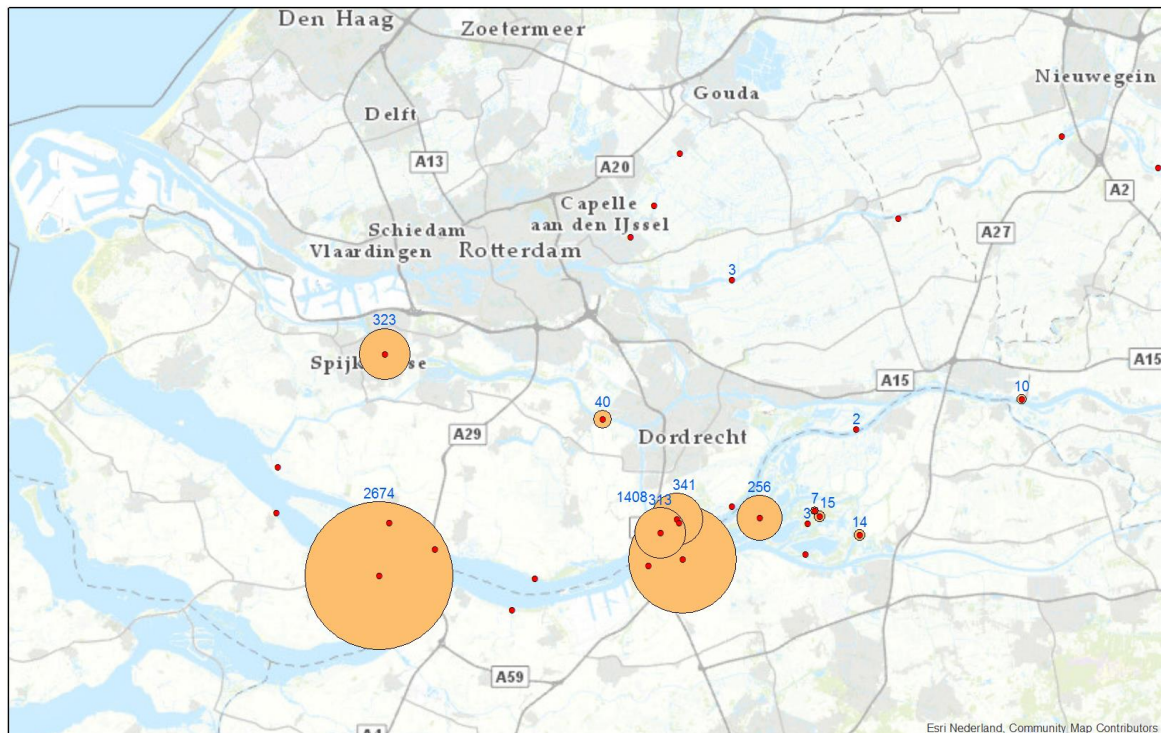
Isopoda - Litorale zone - 2013



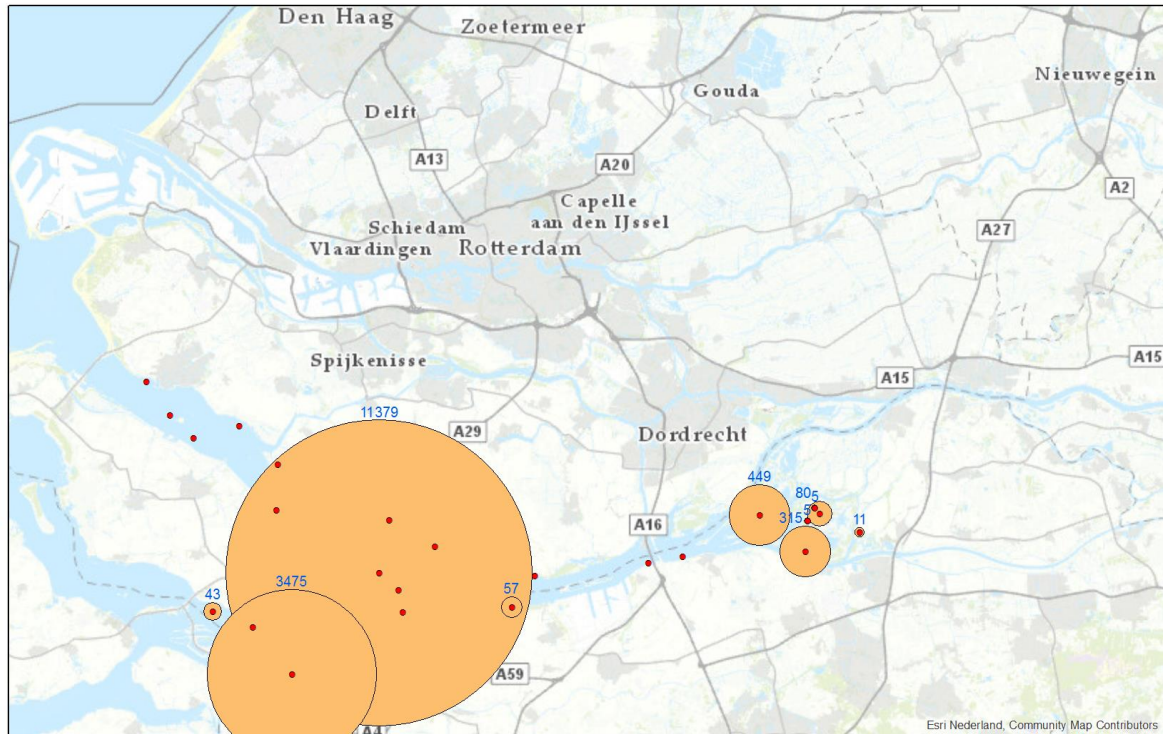
Isopoda - Litorale zone - 2014



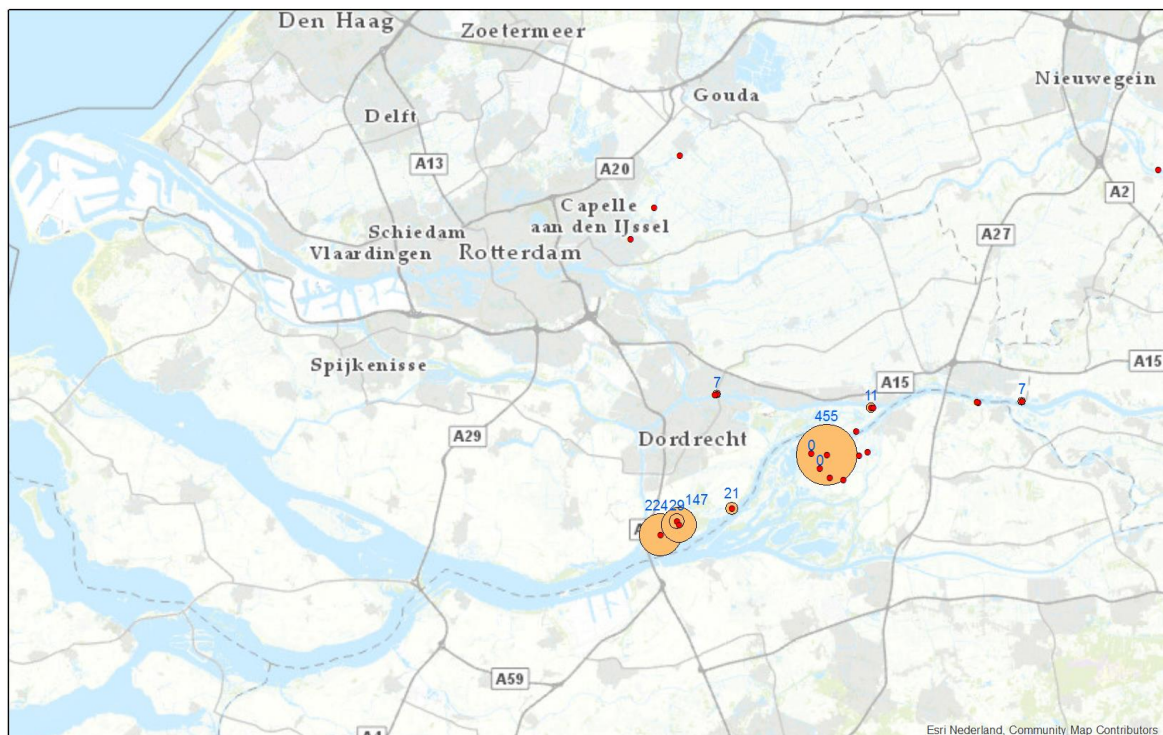
Isopoda - Litorale zone - 2015



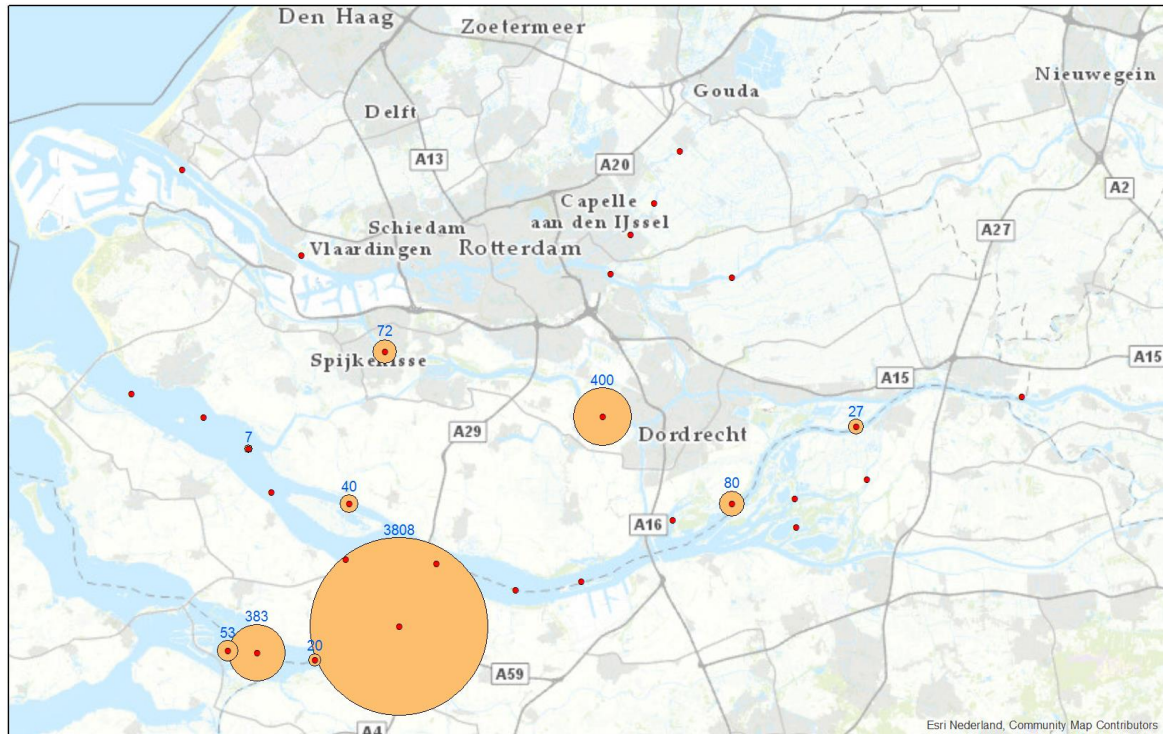
Isopoda - Litorale zone - 2016



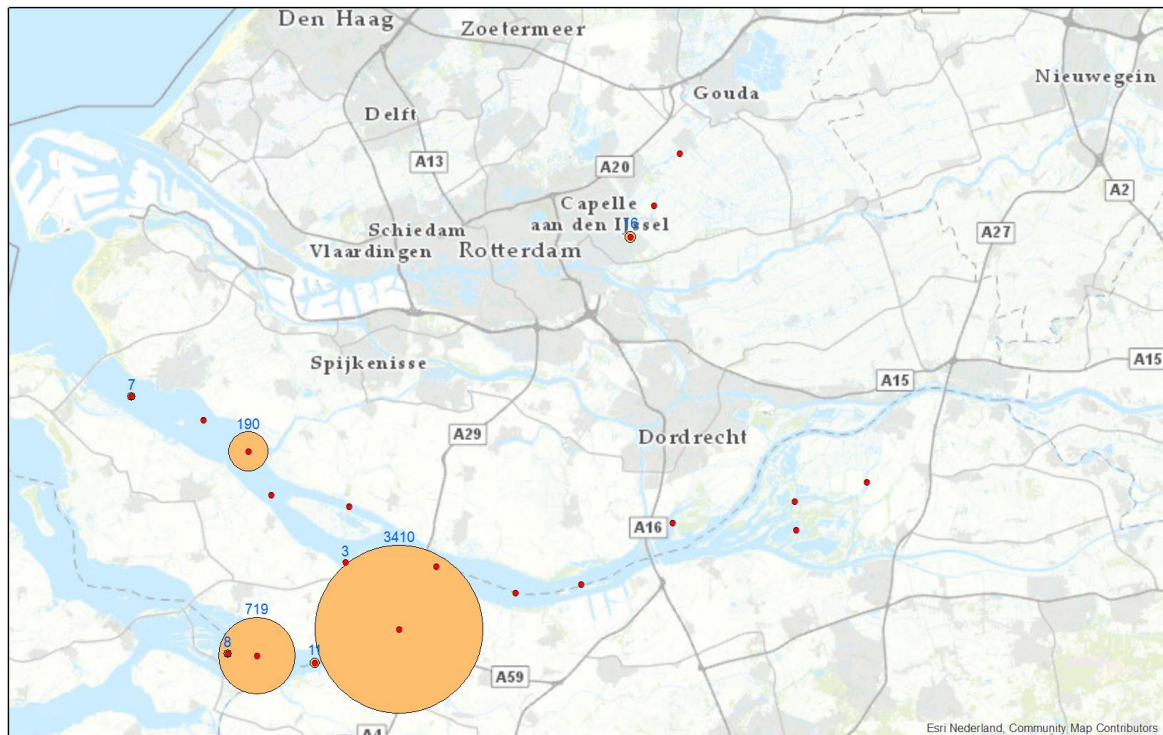
Isopoda - Litorale zone - 2017



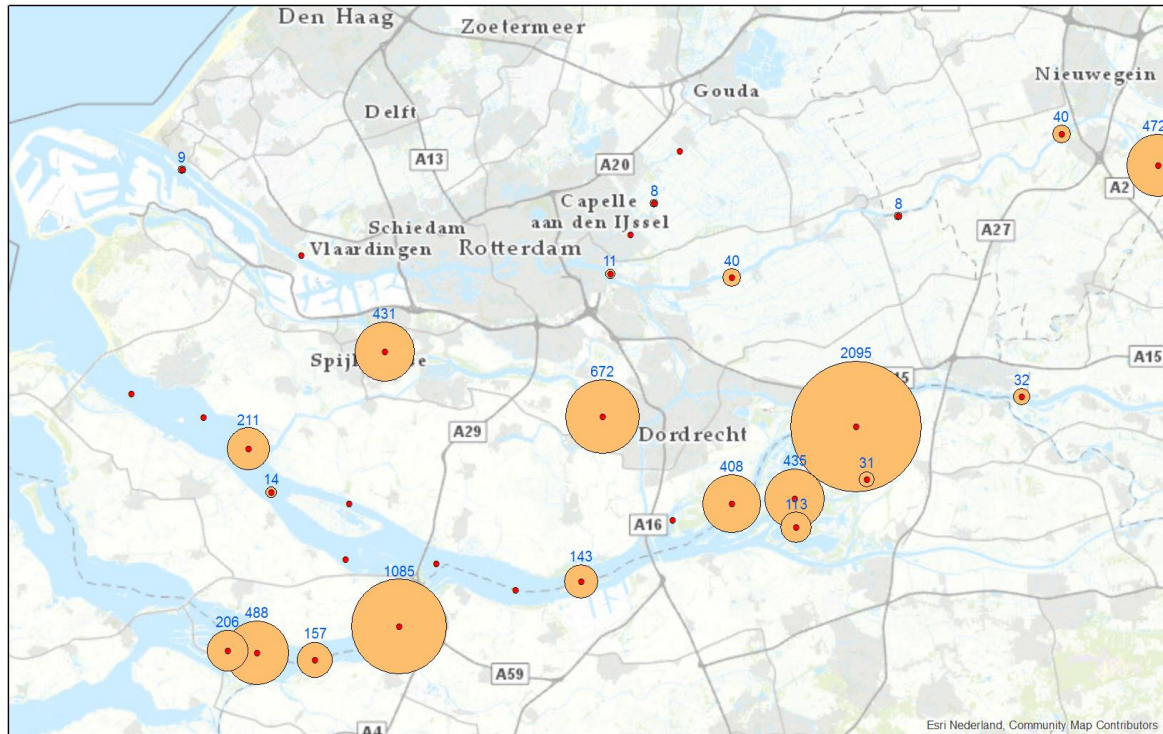
Isopoda - Profundale zone - 2010



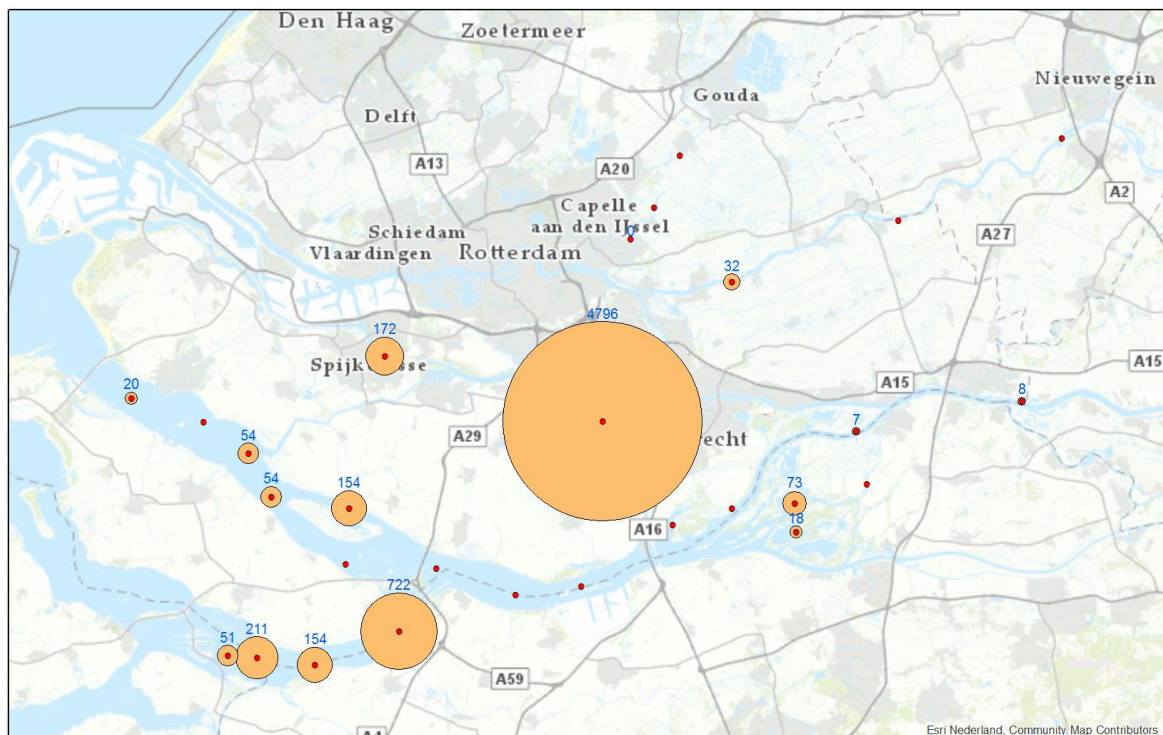
Isopoda - Profundale zone - 2011



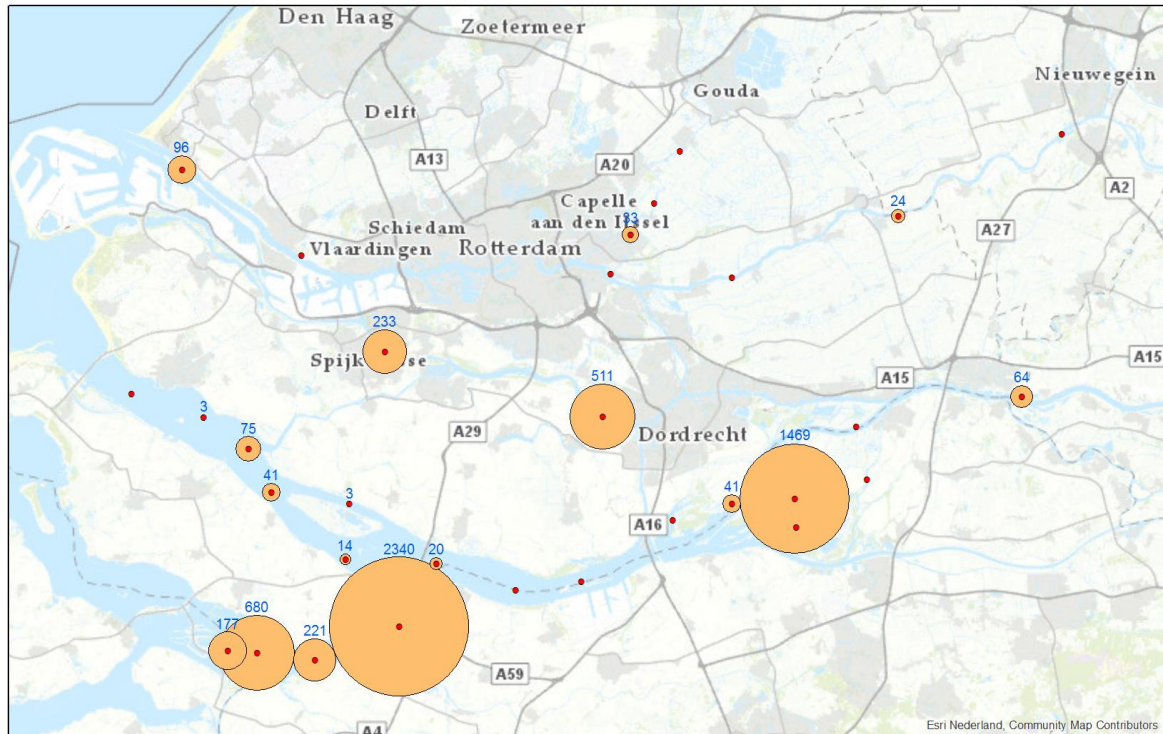
Isopoda - Profundale zone - 2012



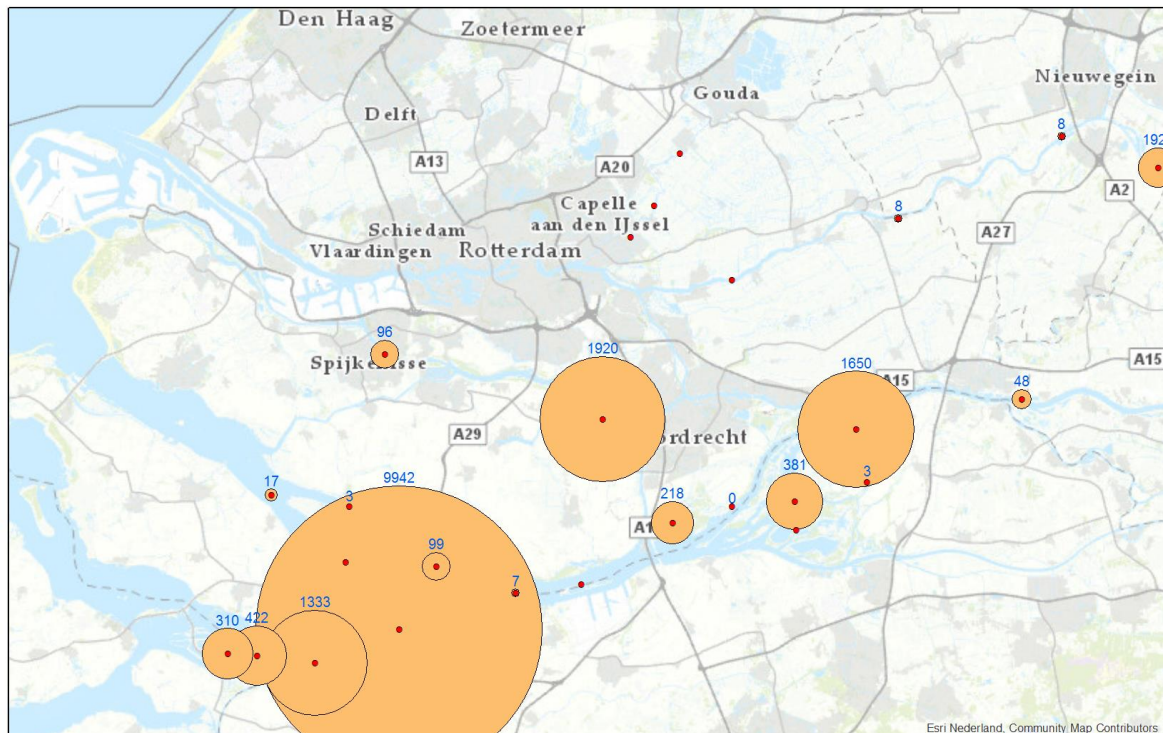
Isopoda - Profundale zone - 2013



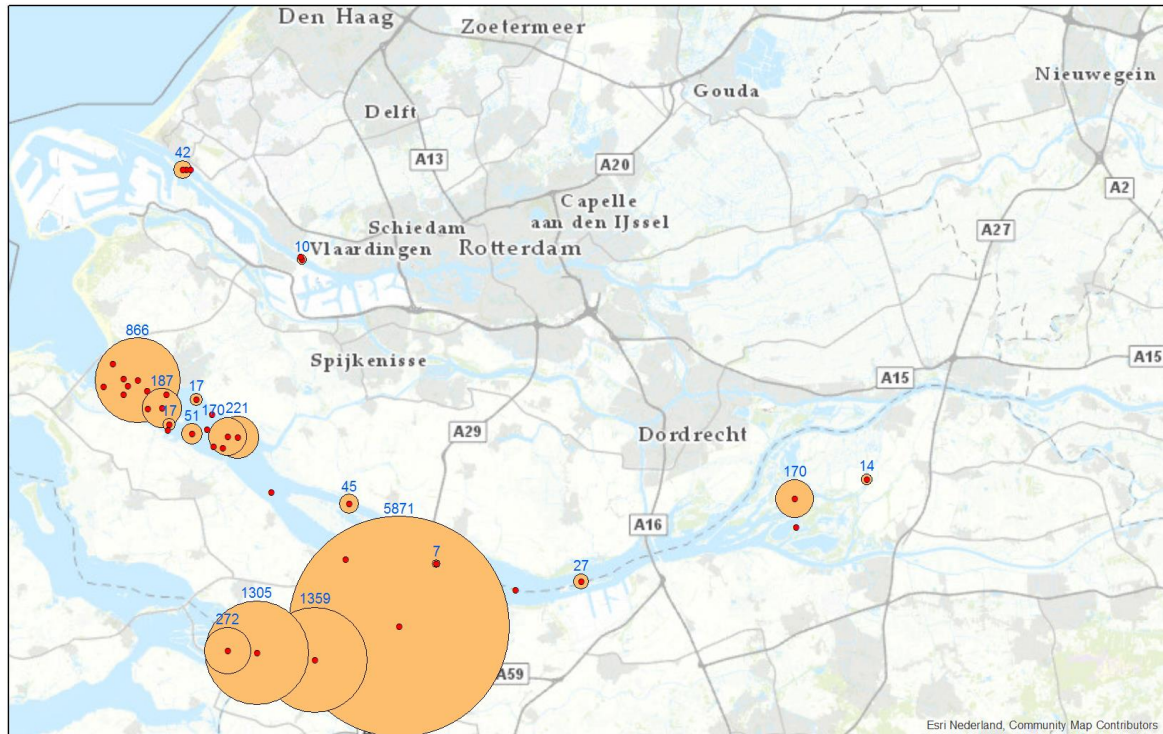
Isopoda - Profundale zone - 2014



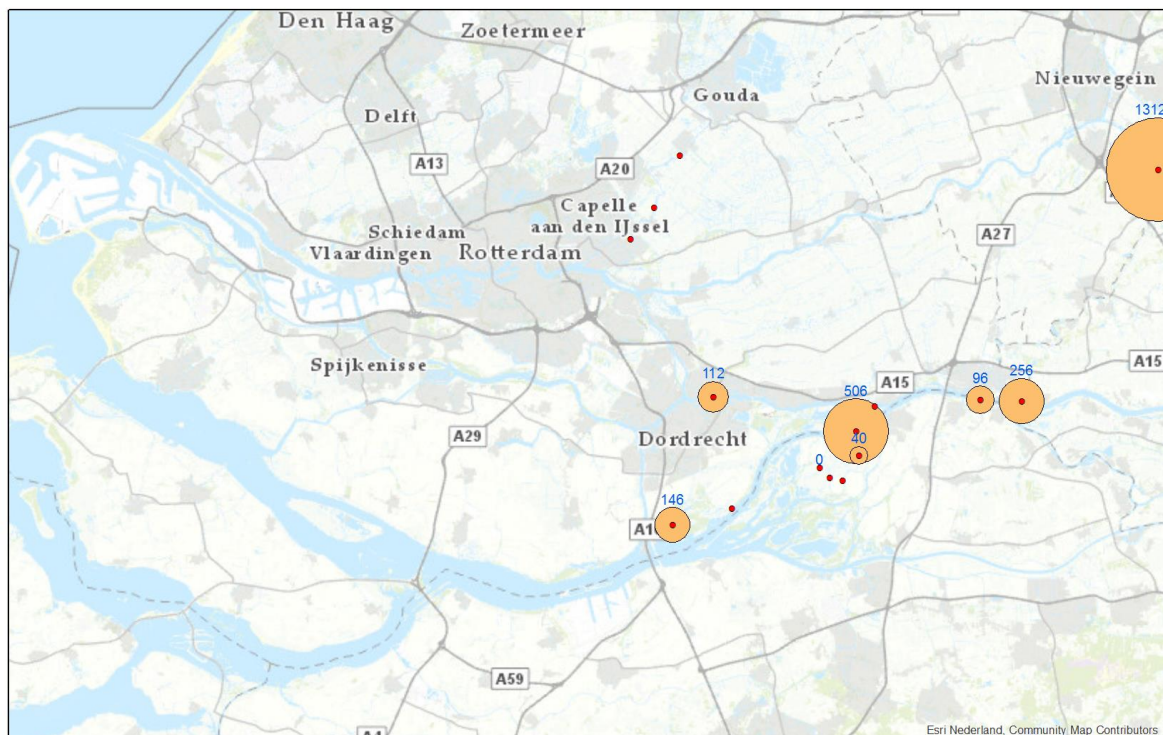
Isopoda - Profundale zone - 2015



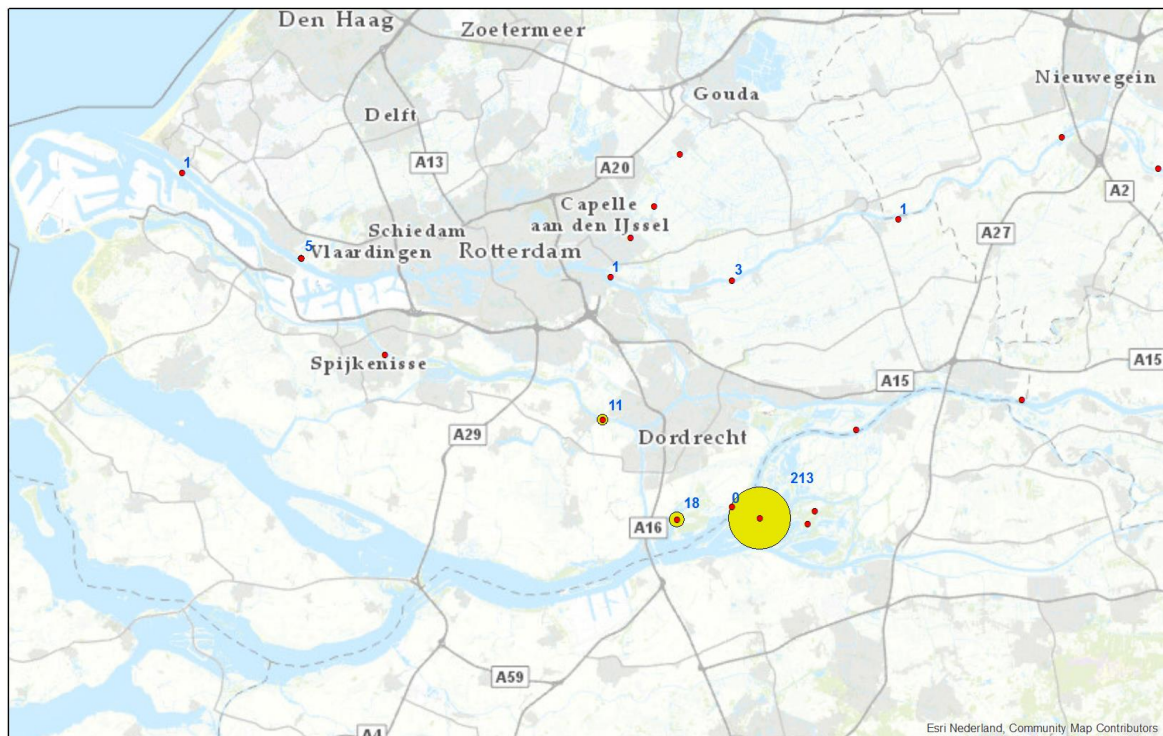
Isopoda - Profundale zone - 2016



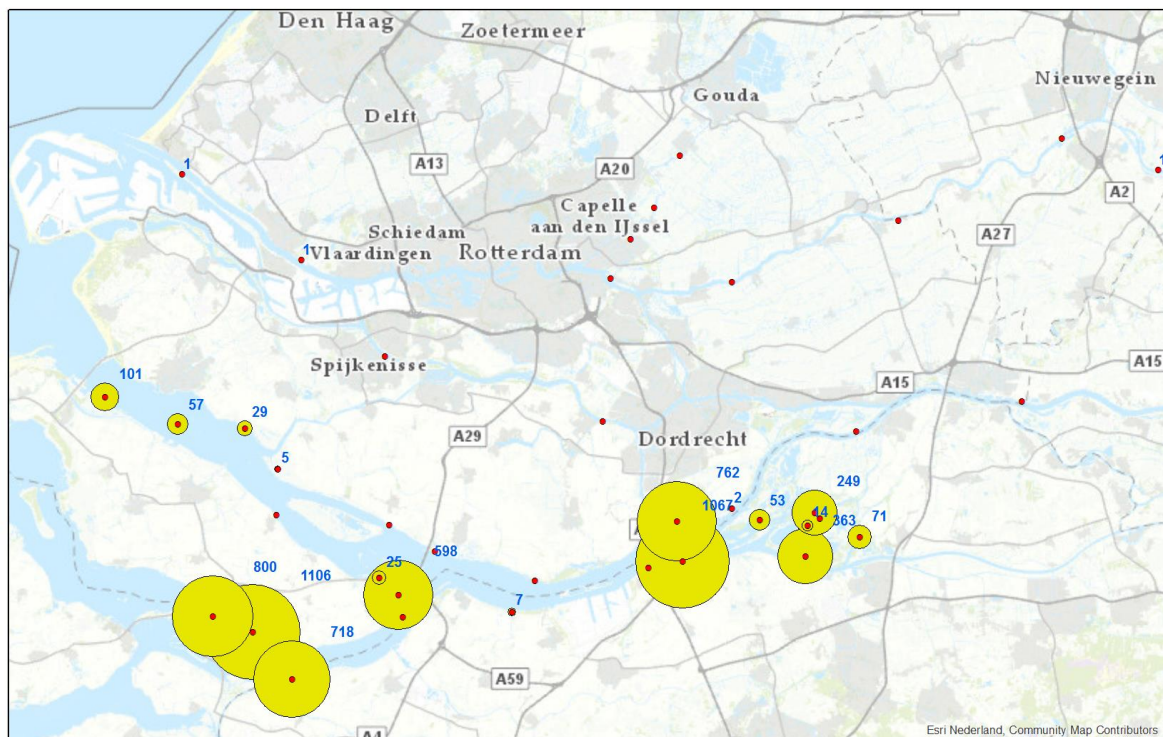
Isopoda - Profundale zone - 2017



Mysida - Litorale zone - 2010

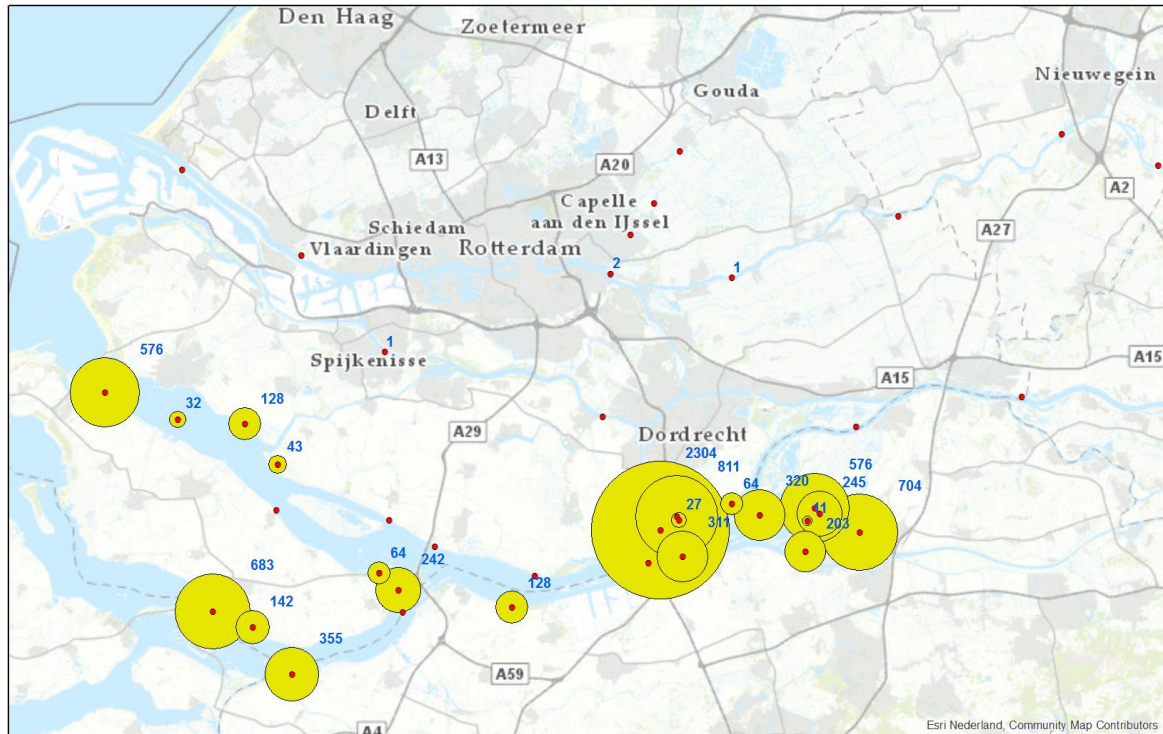


Mysida - Litorale zone - 2011

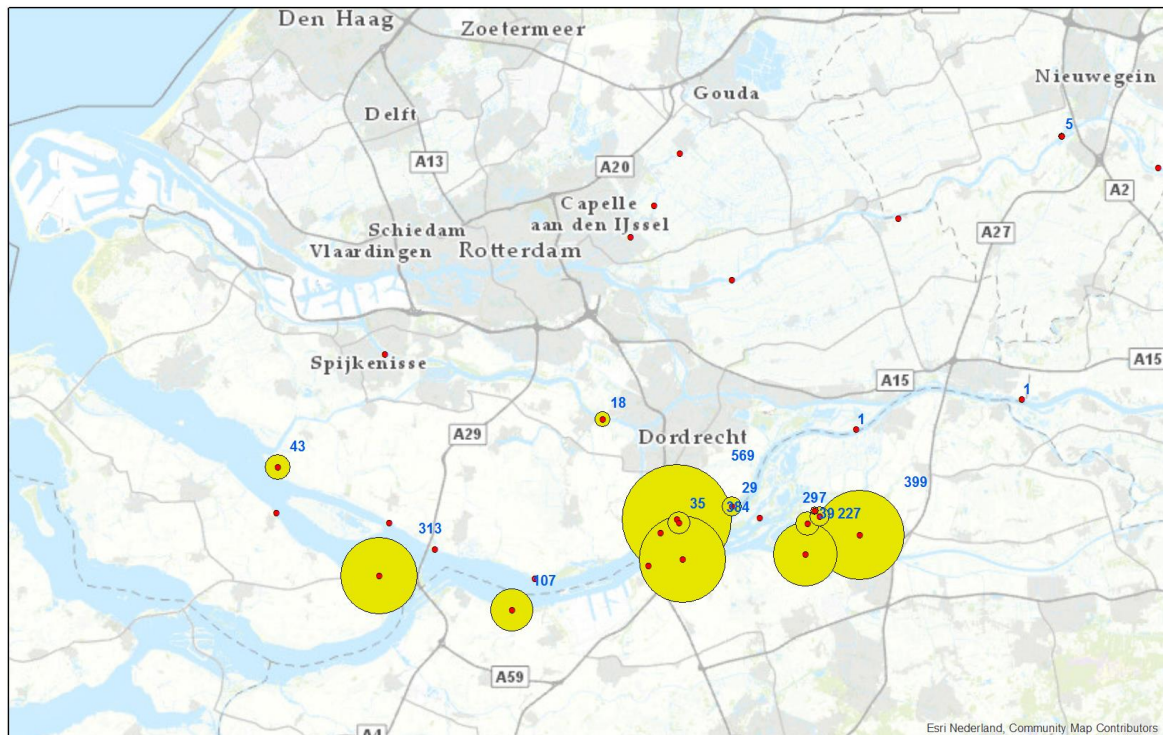


The map displays the Rotterdam region with various locations and infrastructure. Key locations include Den Haag, Zoetermeer, Gouda, Nieuwegein, Delft, Capelle aan den IJssel, Schiedam, Rotterdam, Vlaardingen, Spijkenisse, and Dordrecht. Major roads are labeled with numbers in boxes: A13, A20, A27, A15, A29, A59, A4, A2, and A11. Concentric yellow circles around Dordrecht indicate distances of 179, 85, and 14 km. Other locations marked with numbers include 1, 3, 0, 3, 8, 1, 3, 179, 85, 14, 99, and 21. The map also shows the Scheldt river and the Rotterdam harbor.

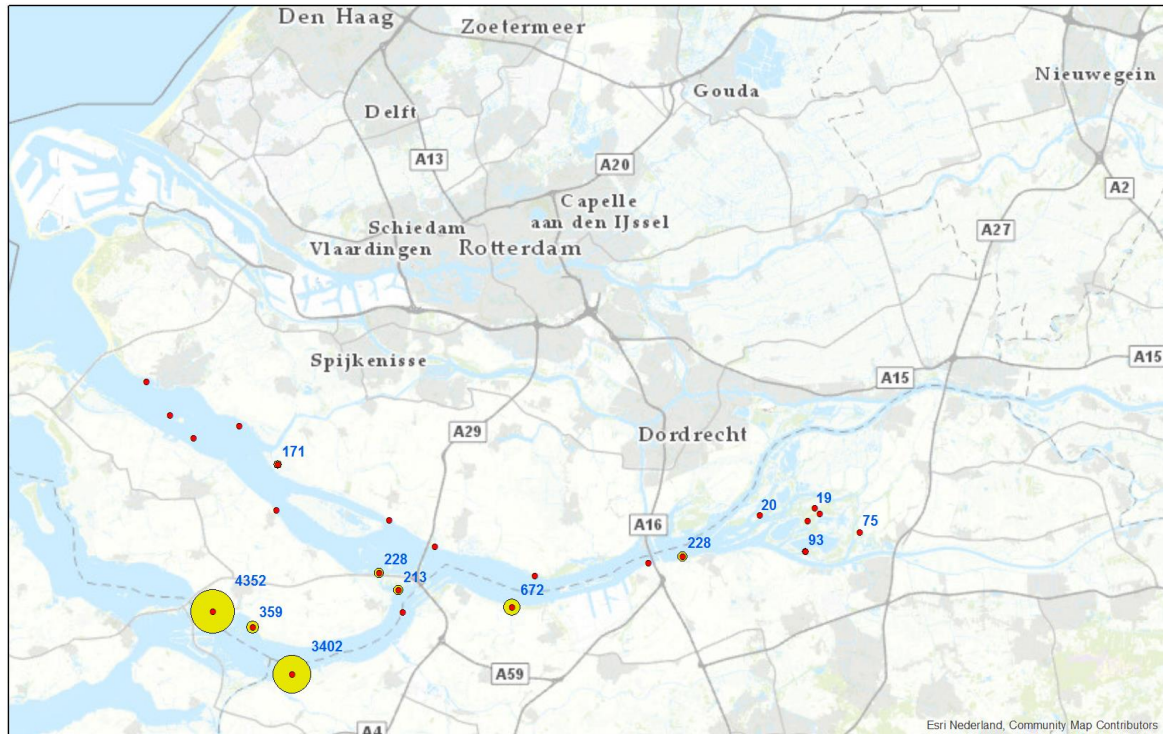
Mysida - Litorale zone - 2014



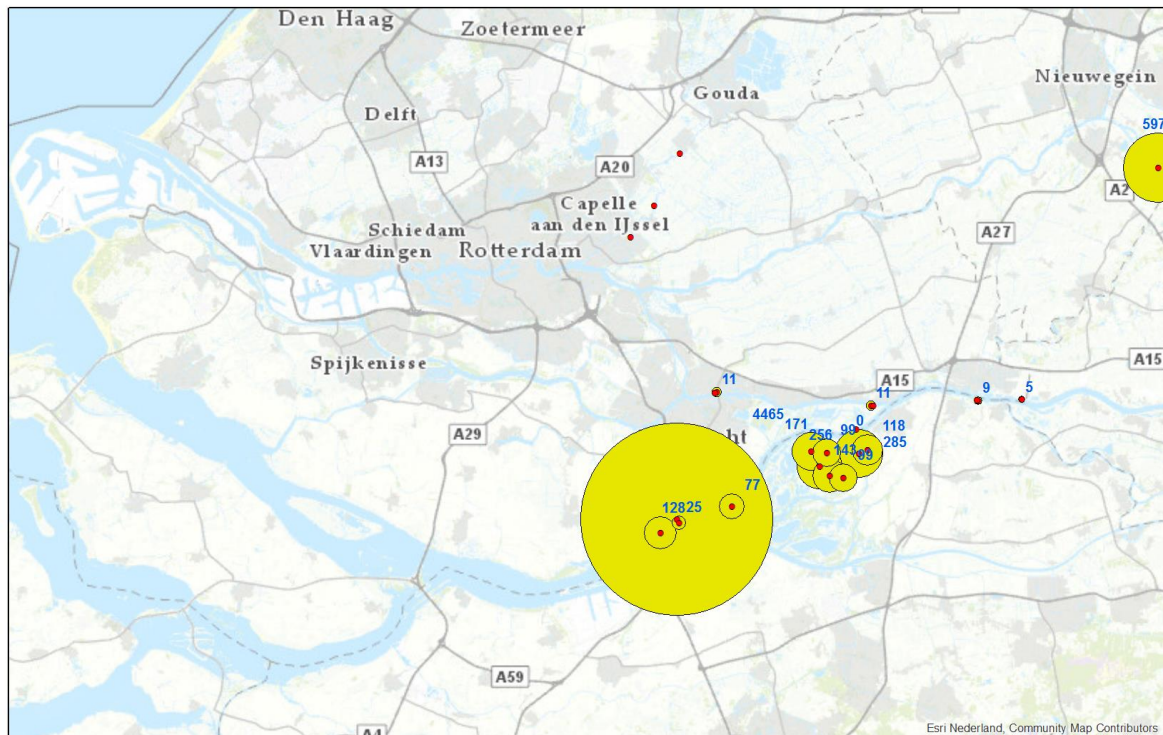
Mysida - Litorale zone - 2015



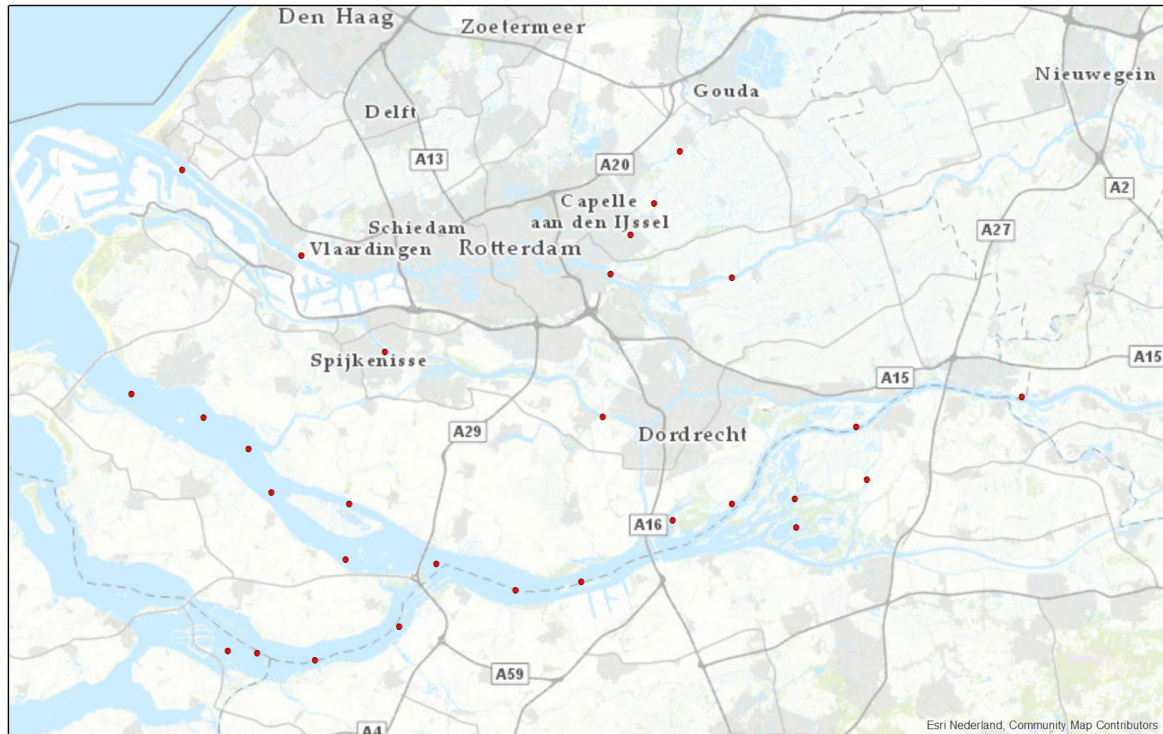
Mysida - Litorale zone - 2016



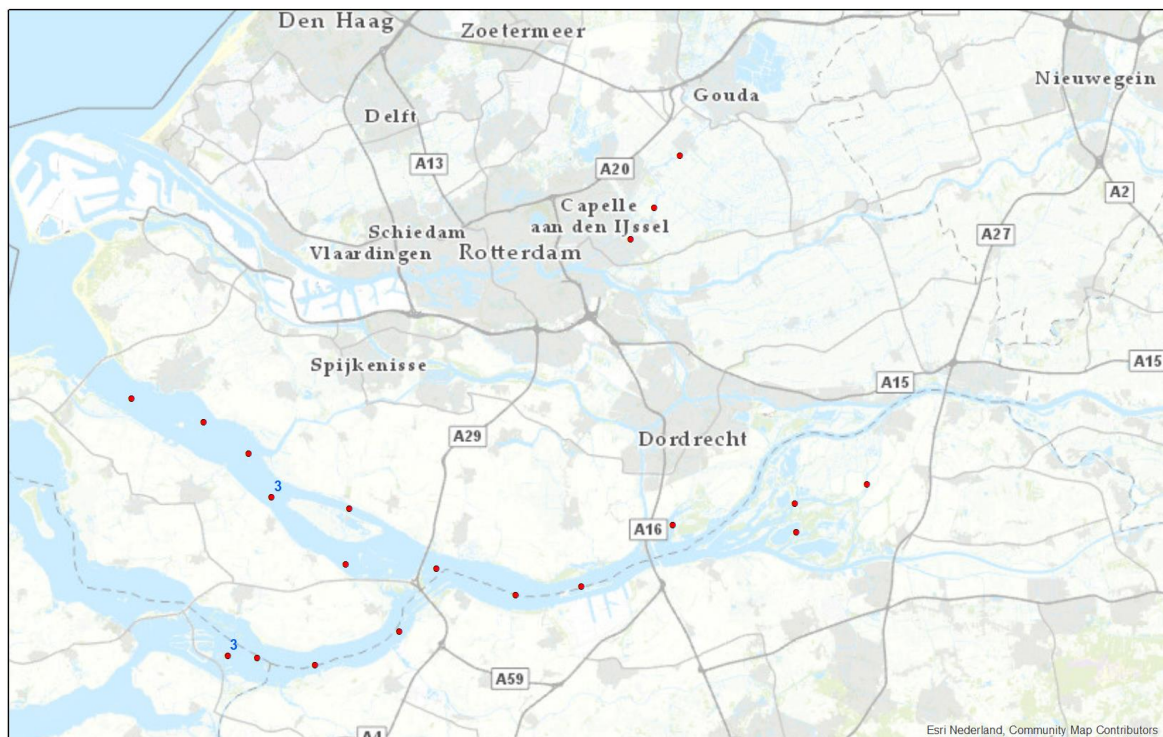
Mysida - Litorale zone - 2017



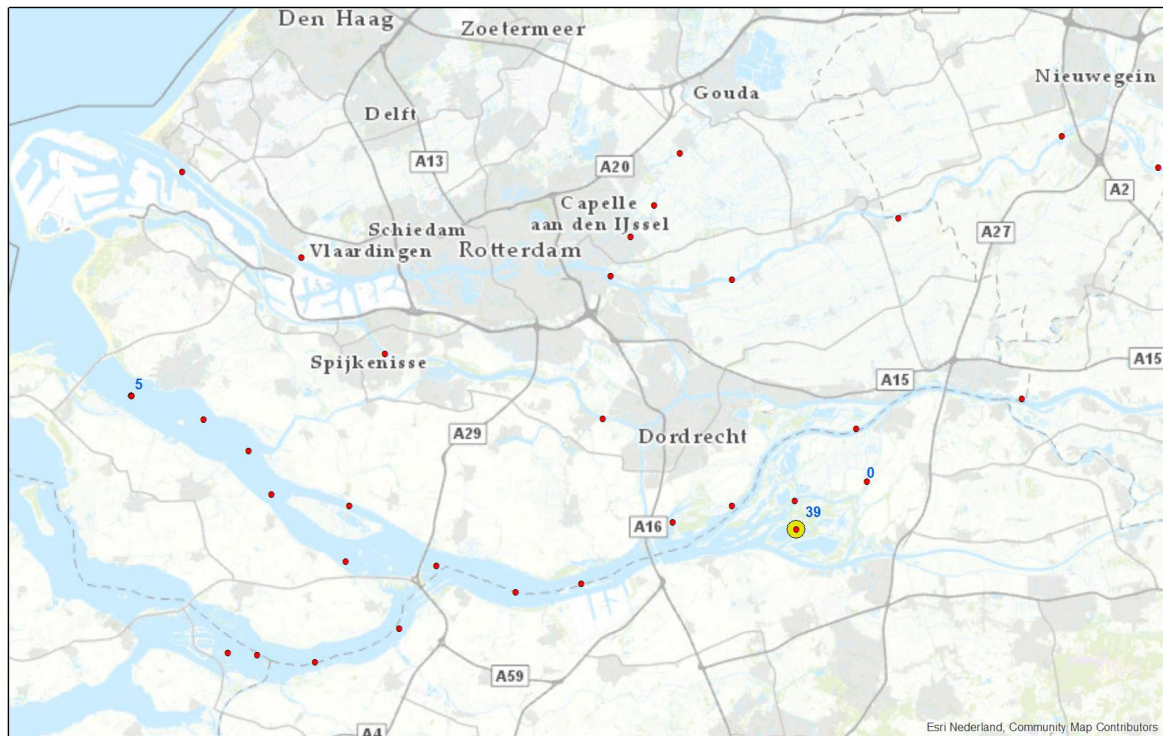
Mysida - Profundale zone - 2010



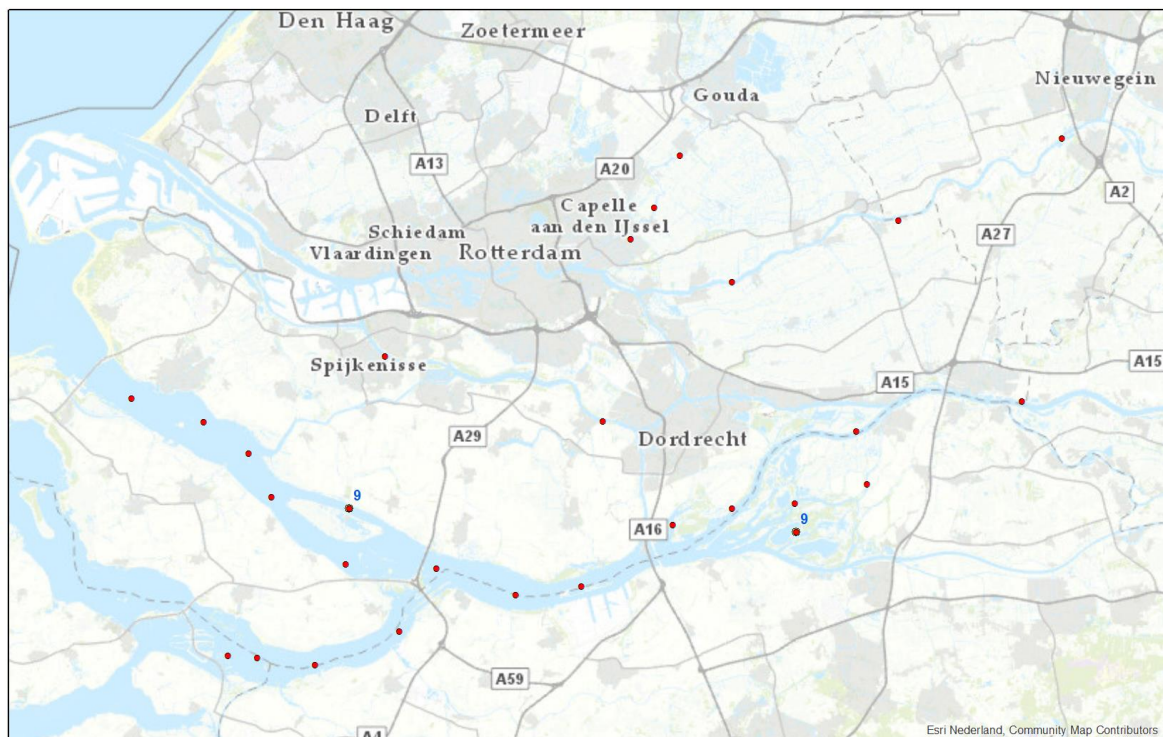
Mysida - Profundale zone - 2011



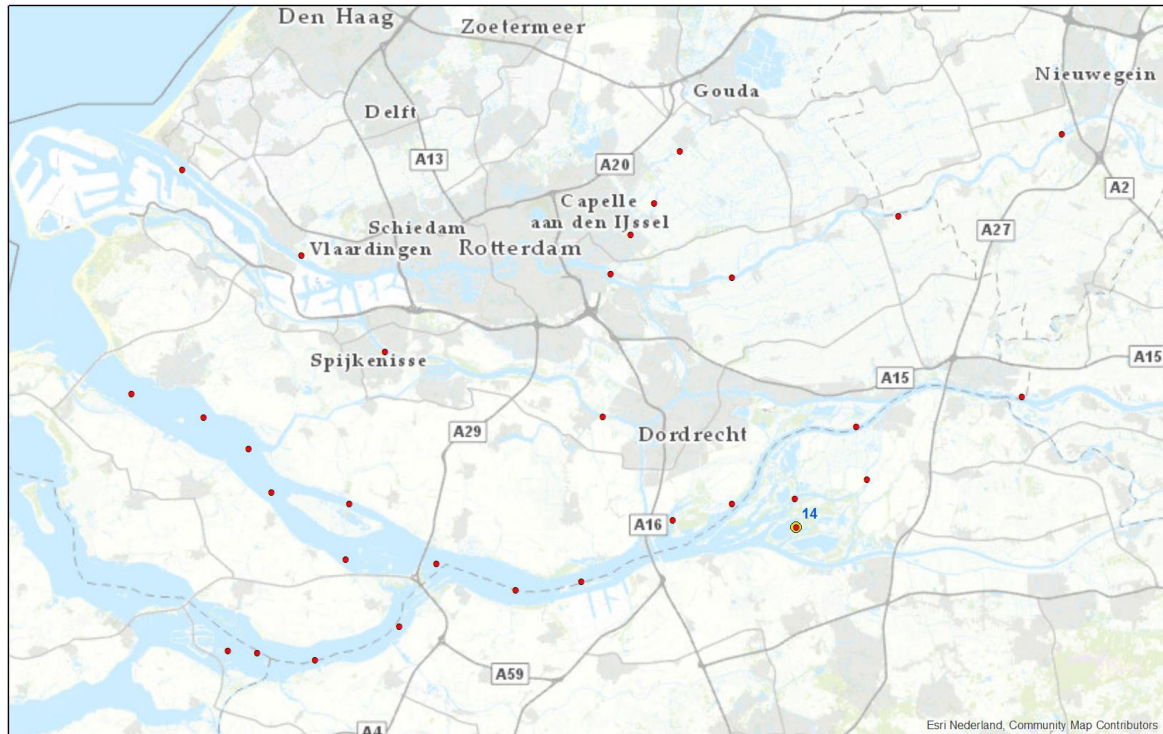
Mysida - Profundale zone - 2012



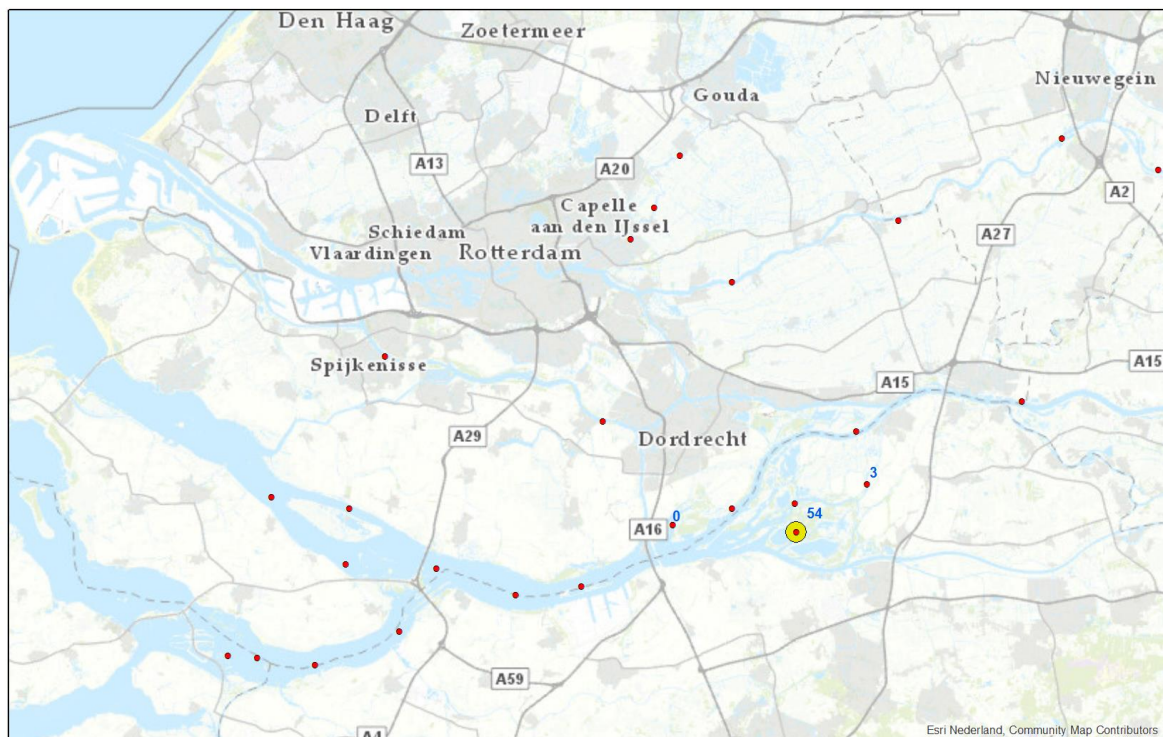
Mysida - Profundale zone - 2013



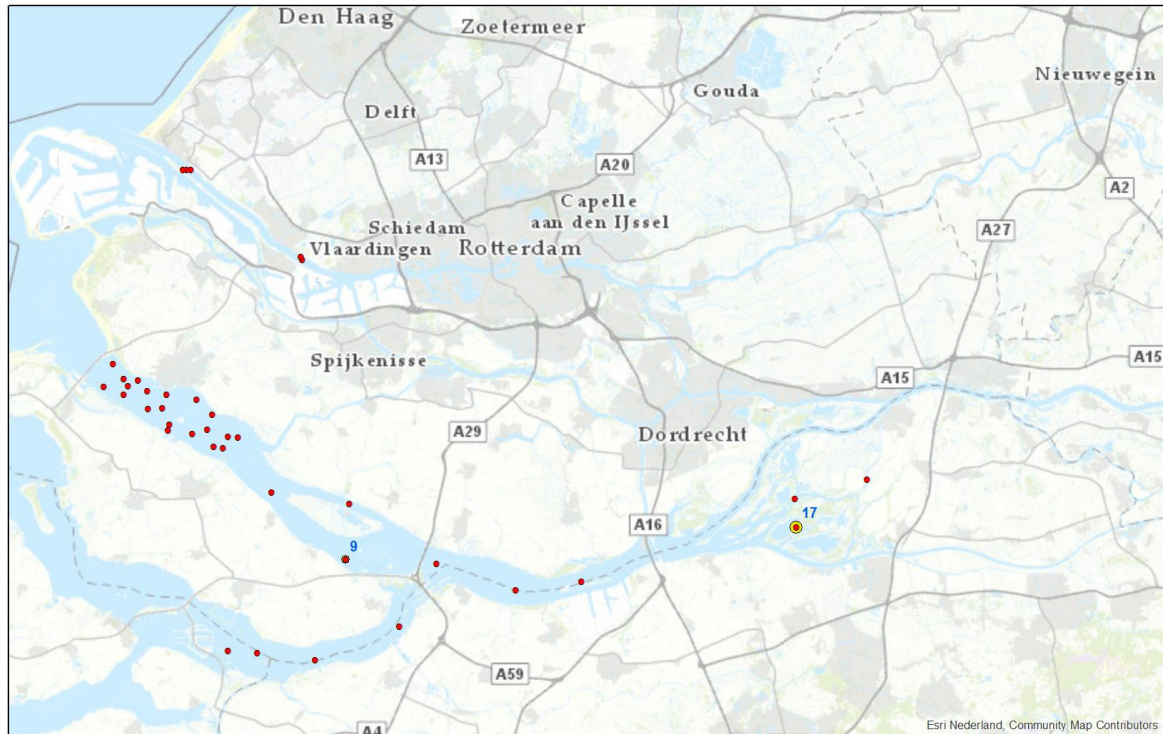
Mysida - Profundale zone - 2014



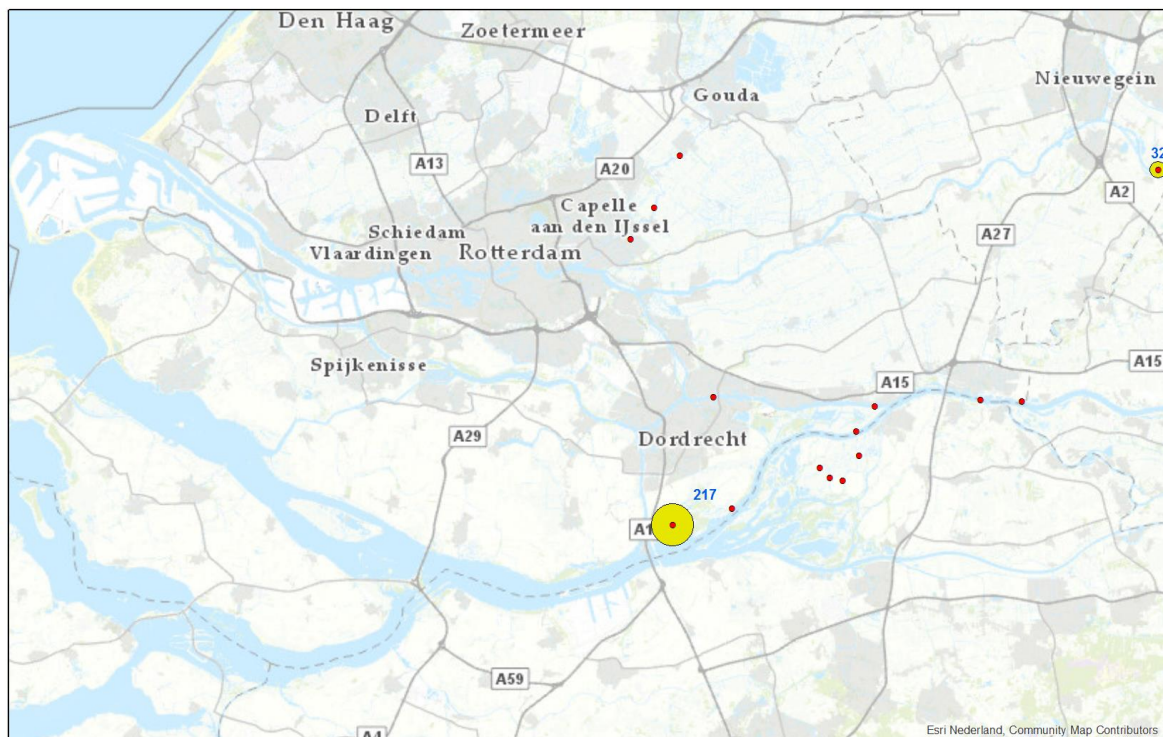
Mysida - Profundale zone - 2015



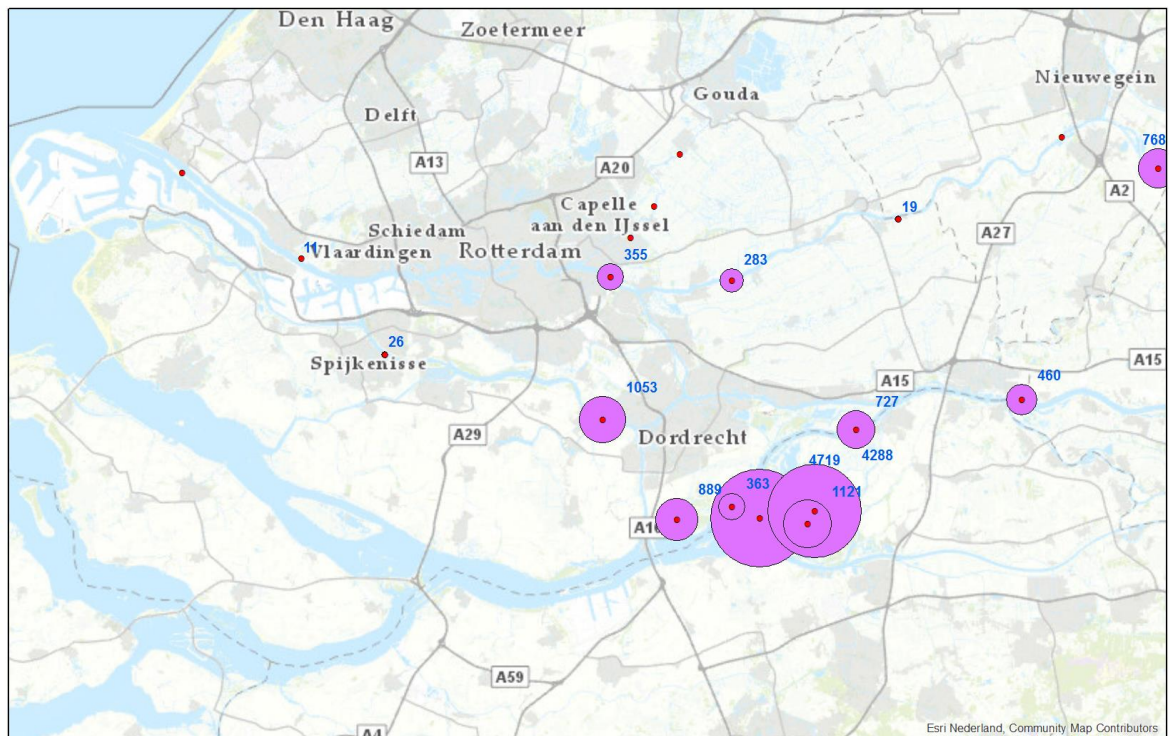
Mysida - Profundale zone - 2016



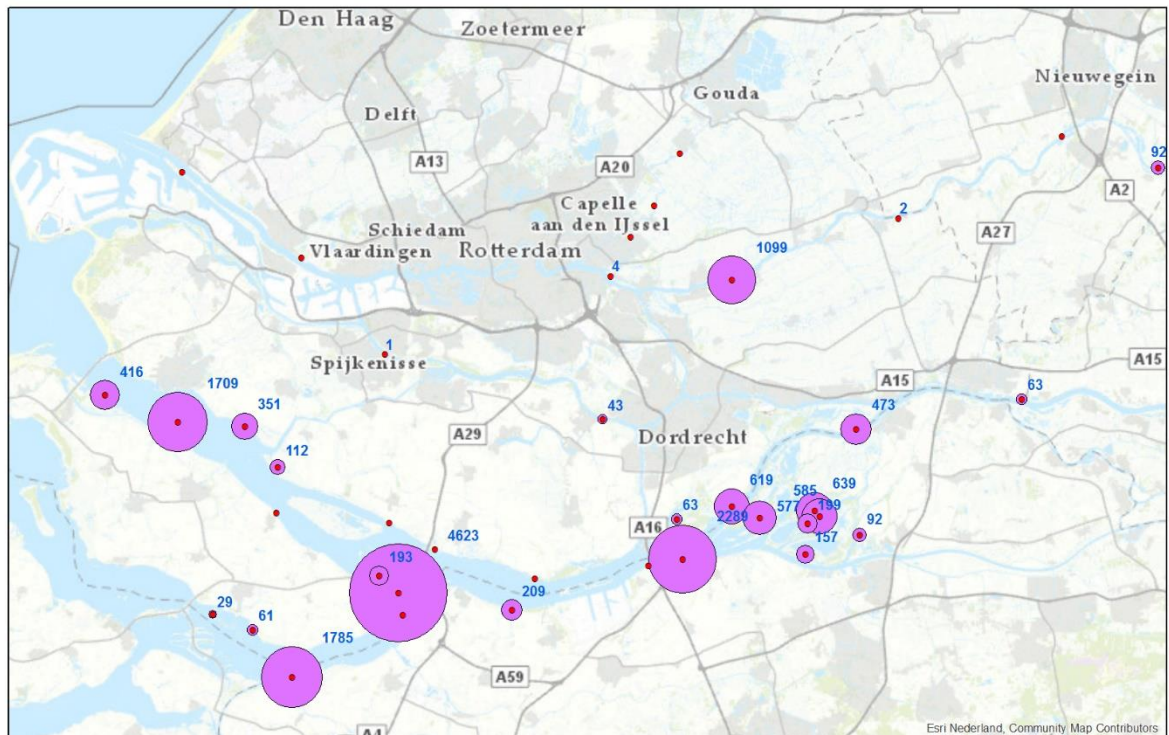
Mysida - Profundale zone - 2017



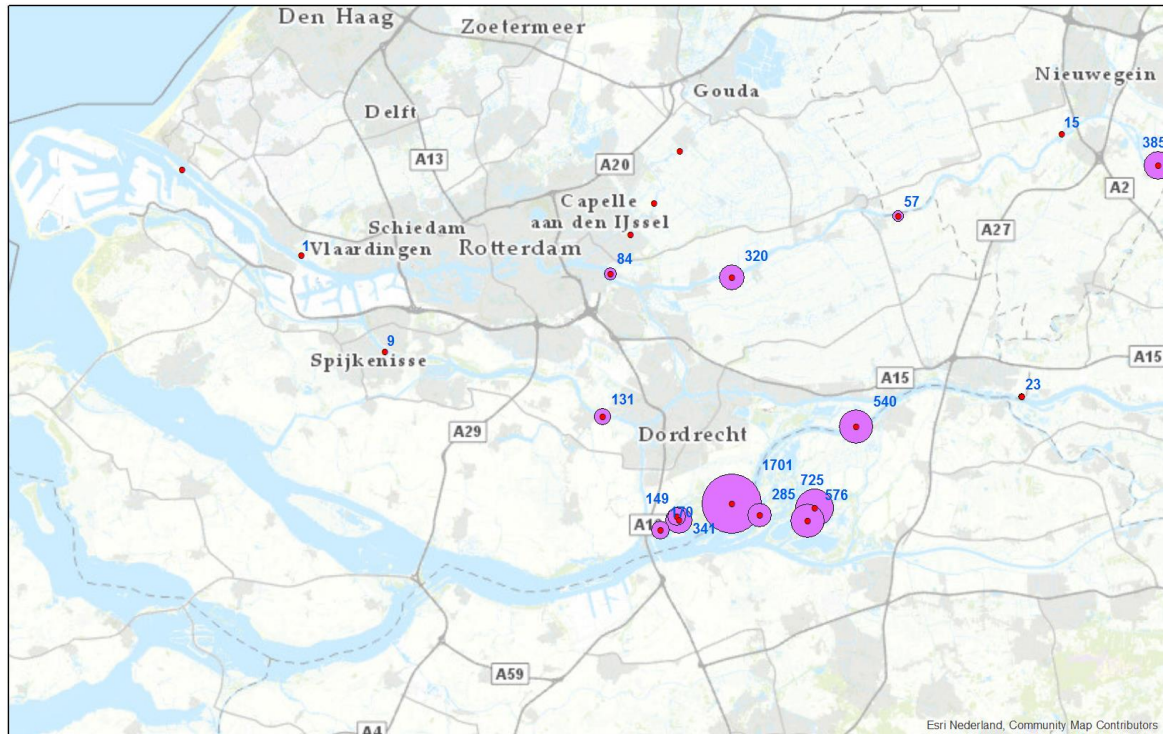
Oligochaeta - Litorale zone - 2010



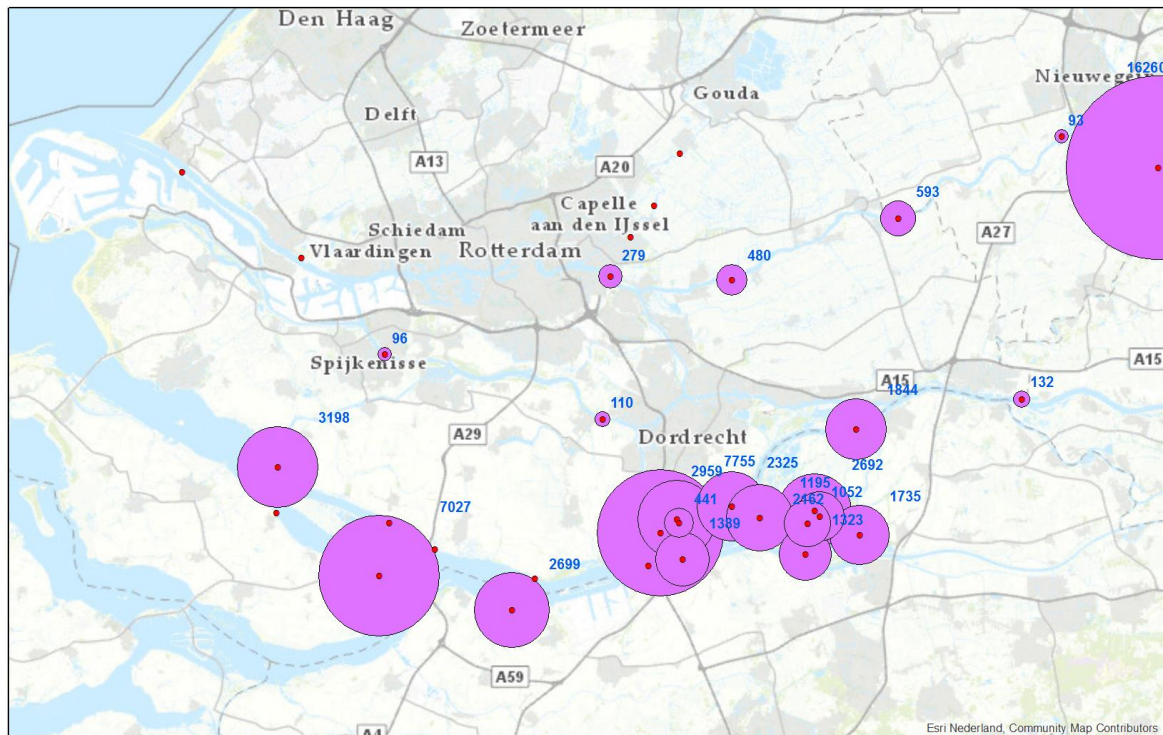
Oligochaeta - Litorale zone - 2011



Oligochaeta - Litorale zone - 2012

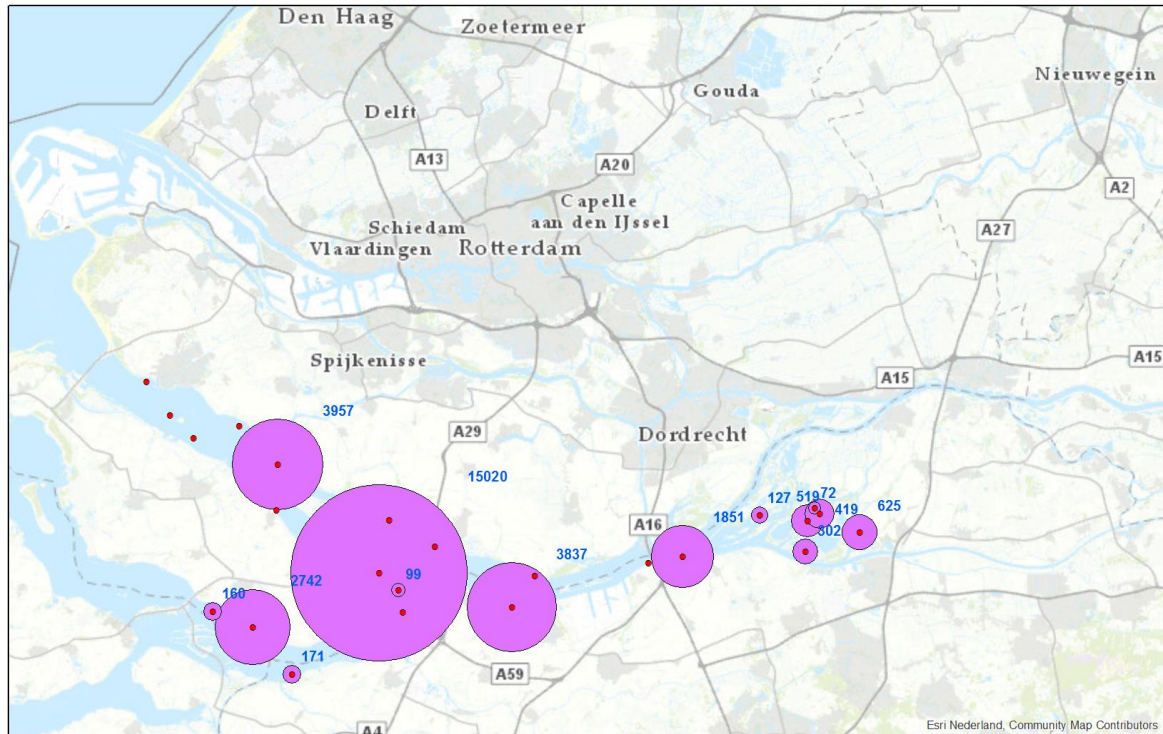


Oligochaeta - Litorale zone - 2013

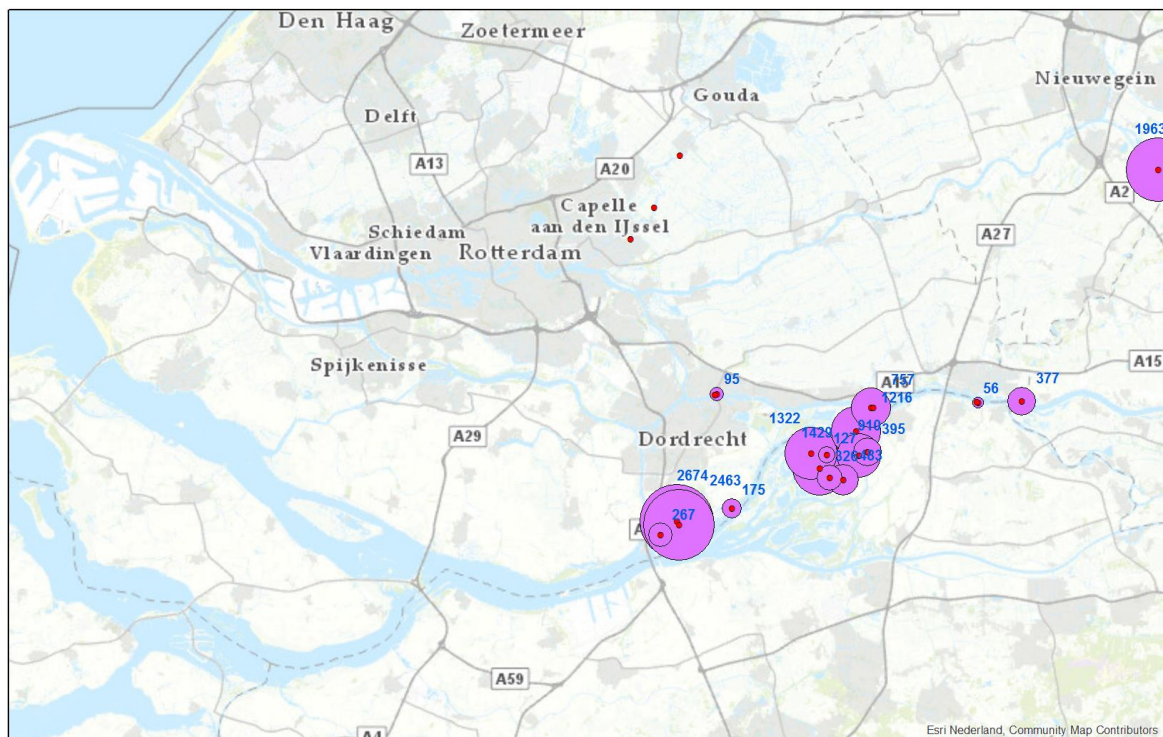


The map displays the spatial distribution of water quality measurements in the Rotterdam region. The measurements are represented by purple circles of varying sizes, with numbers indicating specific values. The largest circle is located in the central part of the map, near the Oude Maas. Other significant circles are found in the western and southern parts of the region. The map also shows major roads (A13, A20, A27, A15, A29, A4) and water bodies (Schiedamsche dijk, Oude Maas). The cities labeled include Den Haag, Zoetermeer, Gouda, Dordrecht, and Rotterdam.

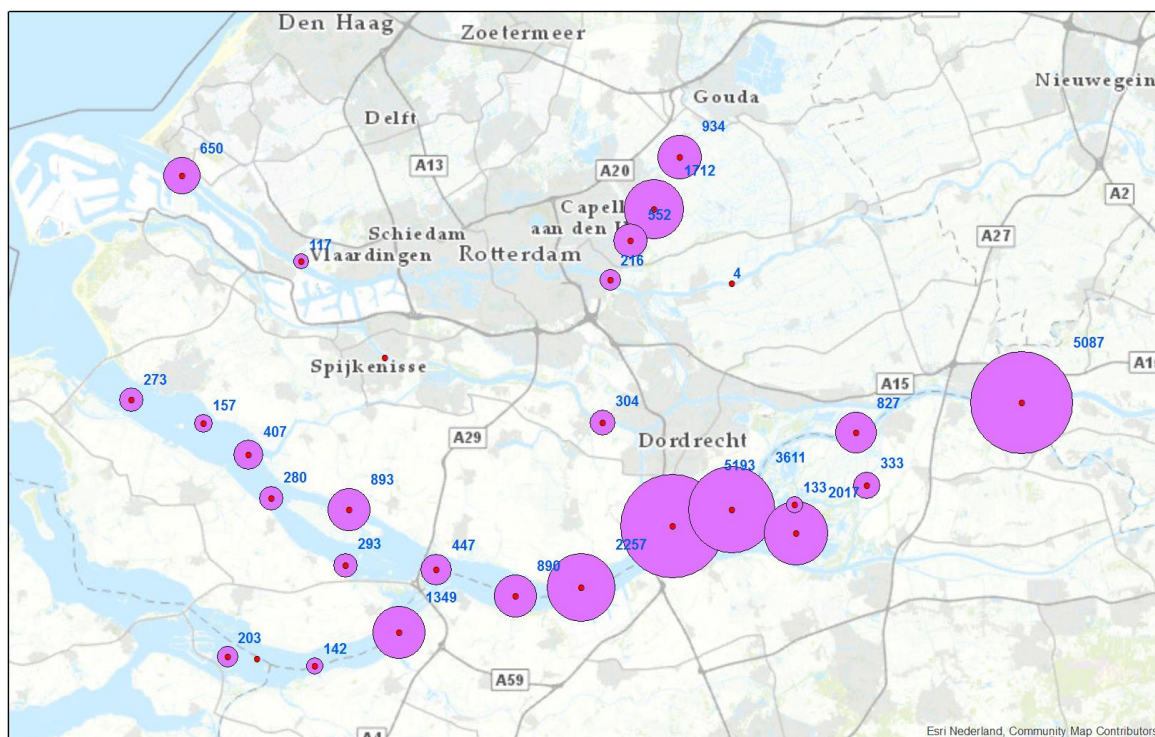
Oligochaeta - Litorale zone - 2016



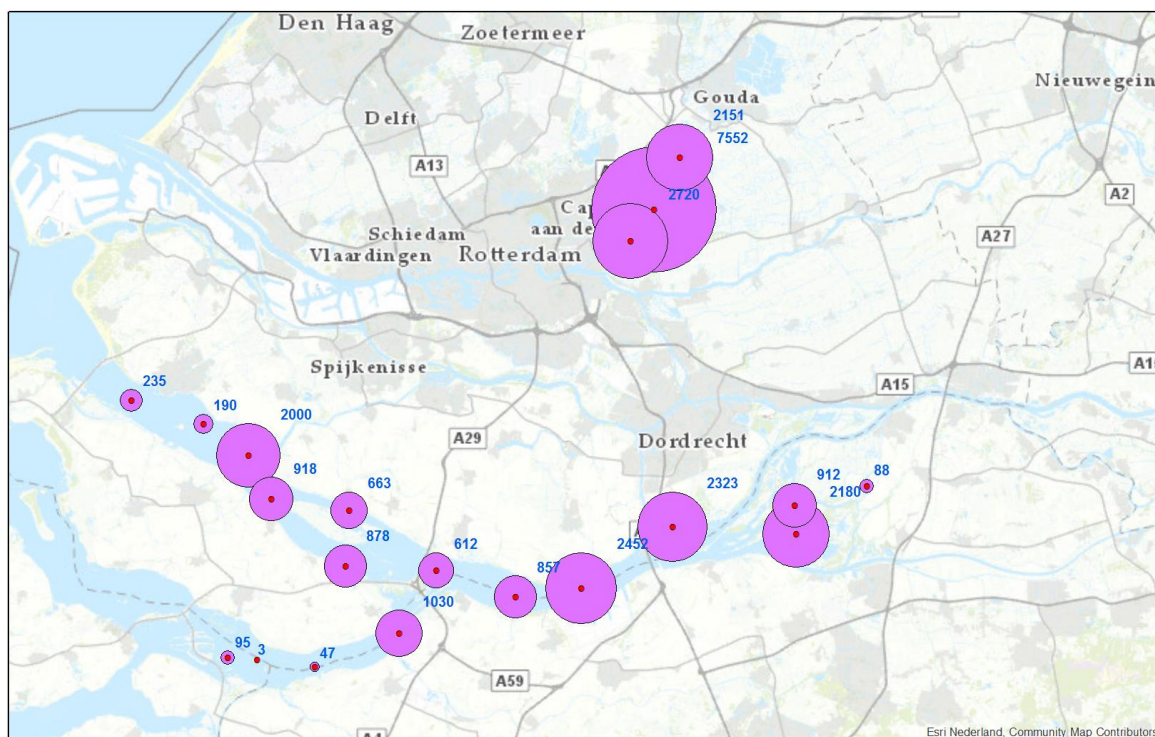
Oligochaeta - Litorale zone - 2017



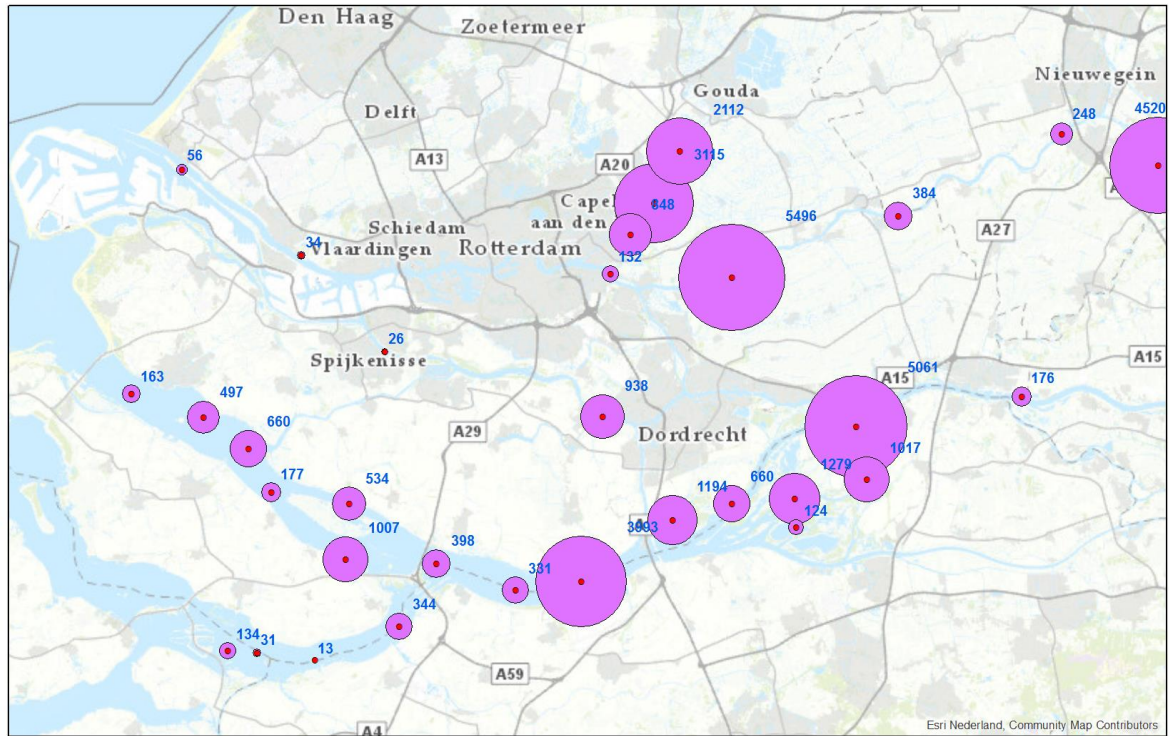
Oligochaeta - Profundae zone - 2010



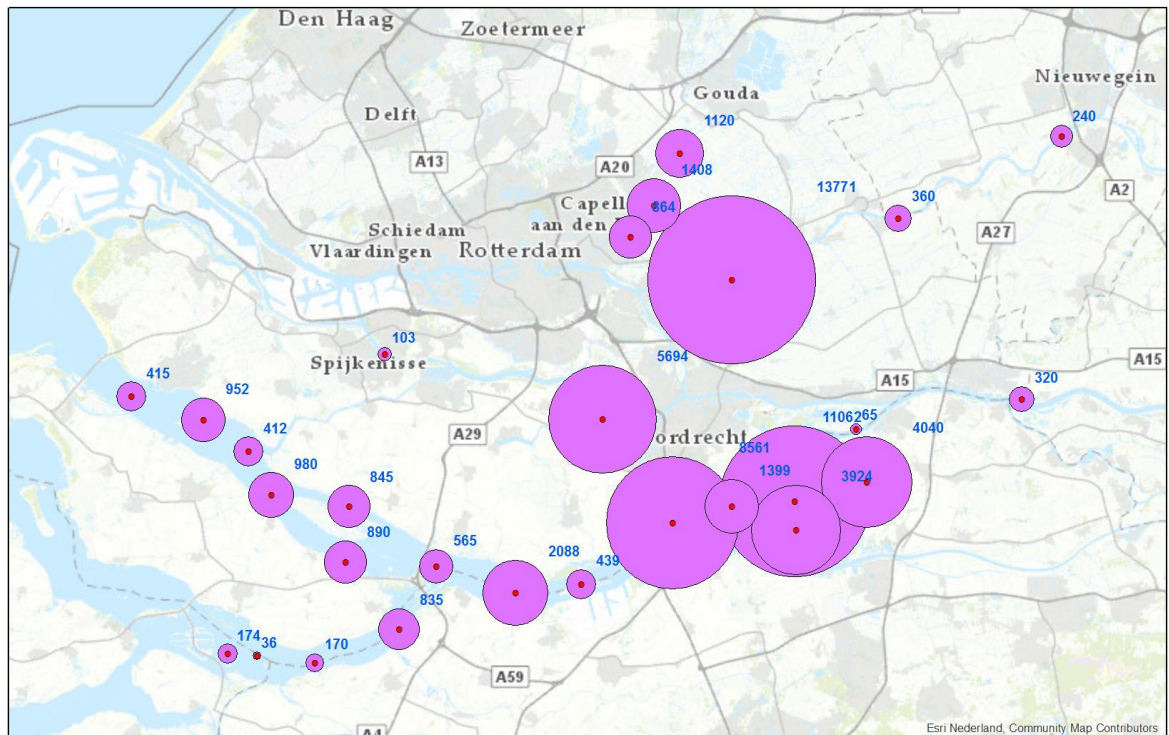
Oligochaeta - Profundae zone - 2011



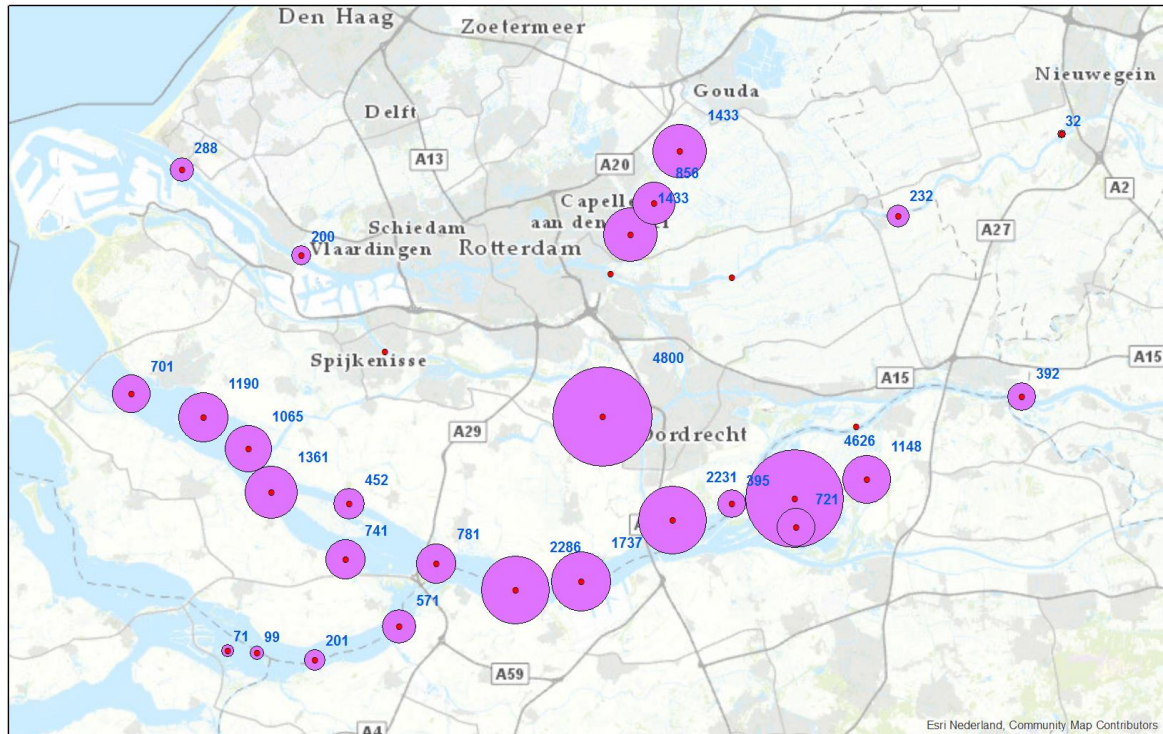
Oligochaeta - Profundae zone - 2012



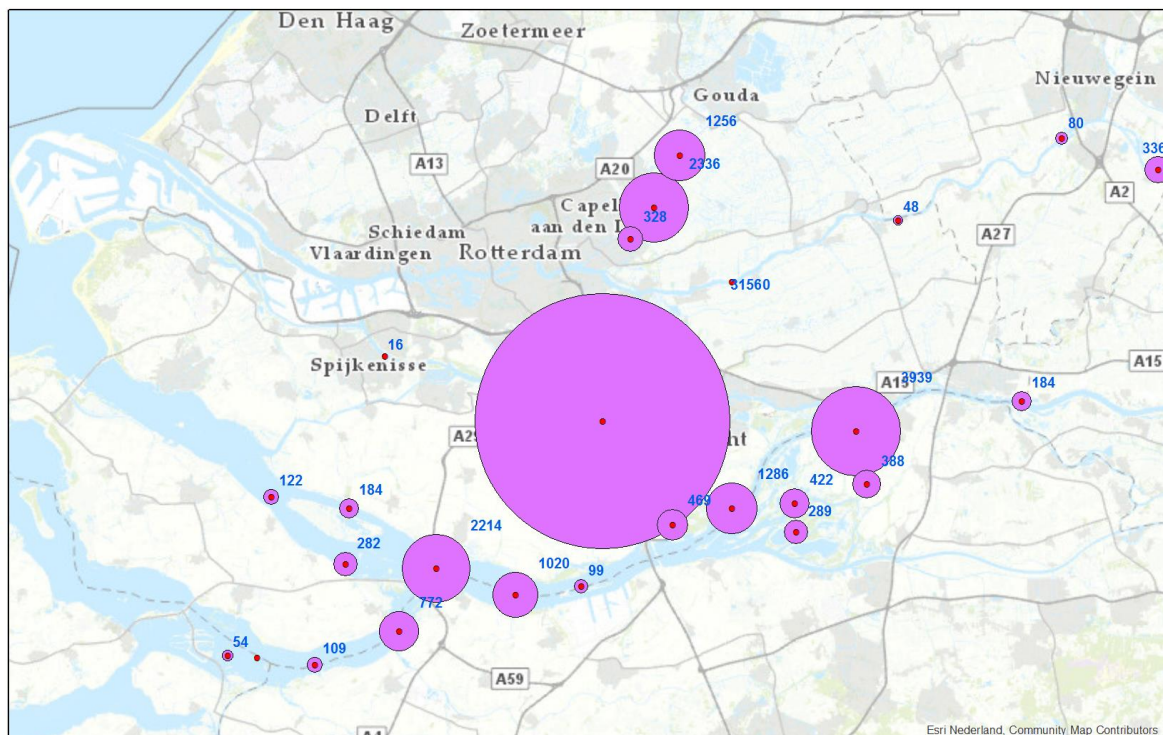
Oligochaeta - Profundae zone - 2013



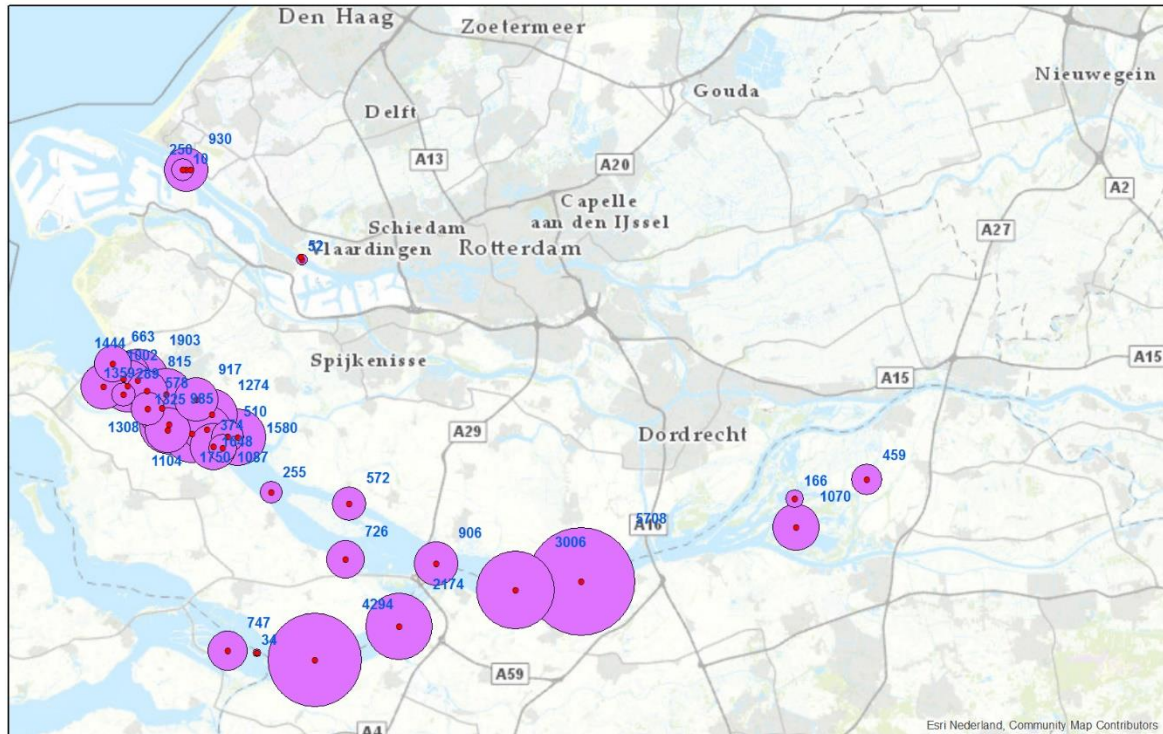
Oligochaeta - Profundae zone - 2014



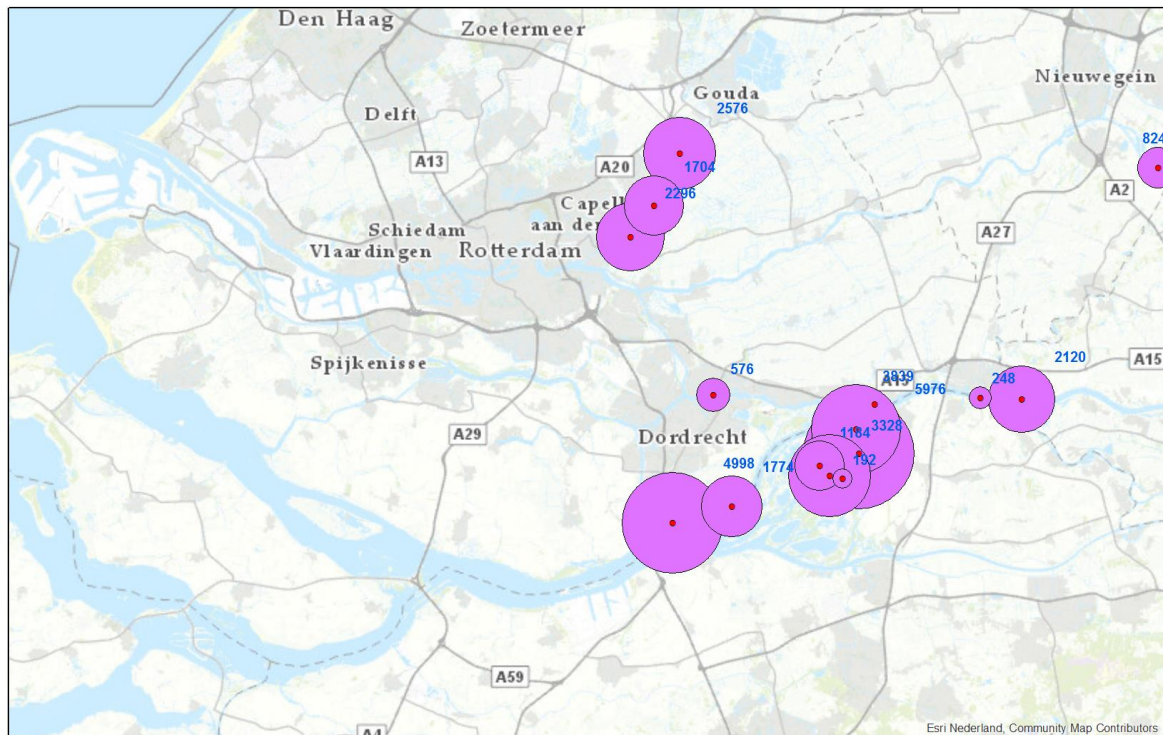
Oligochaeta - Profundae zone - 2015



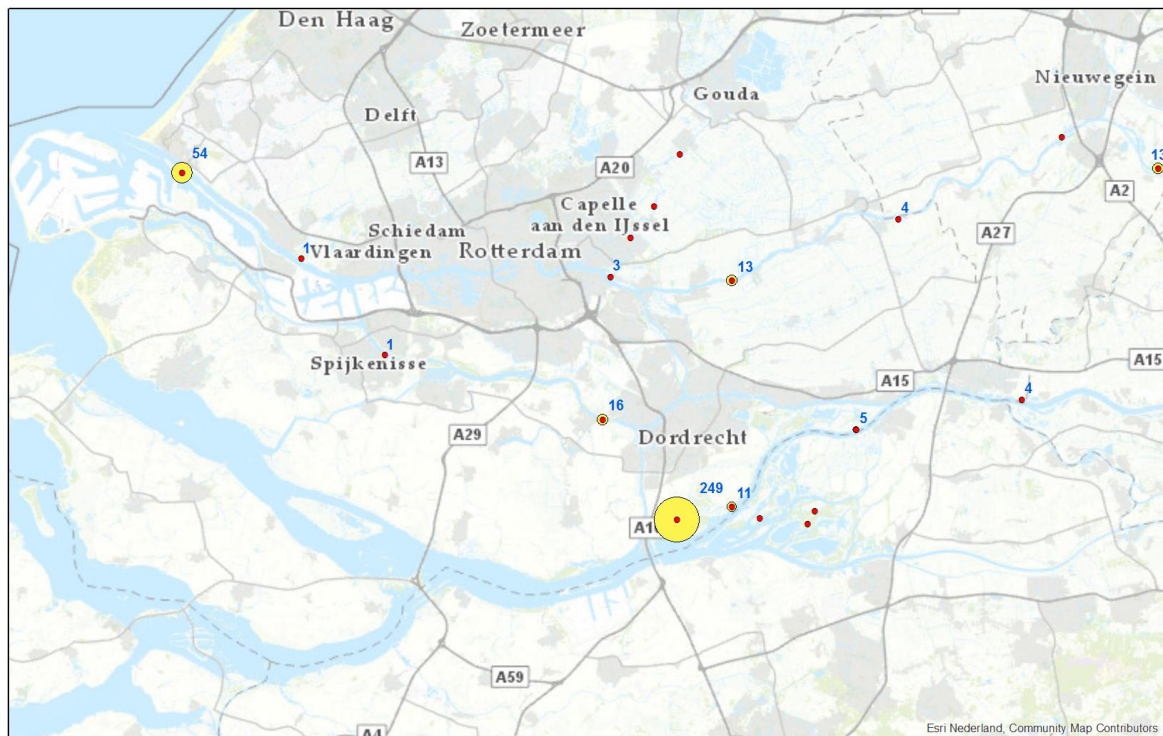
Oligochaeta - Profundae zone - 2016



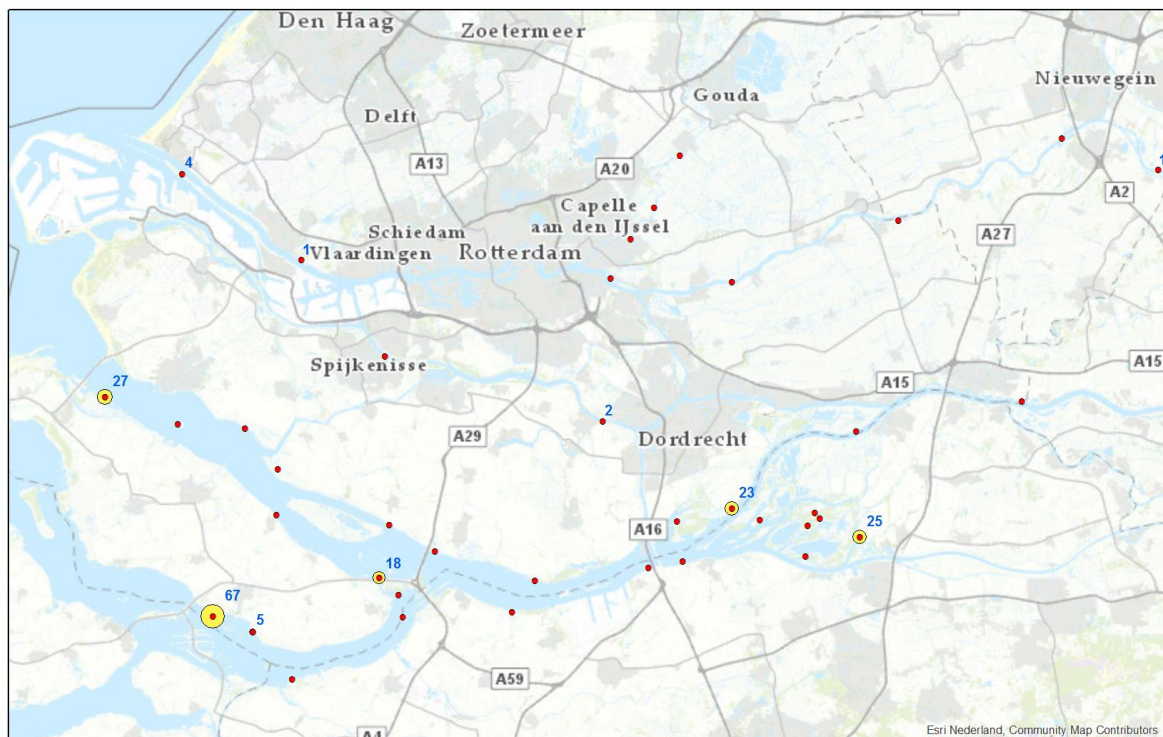
Oligochaeta - Profundae zone - 2017



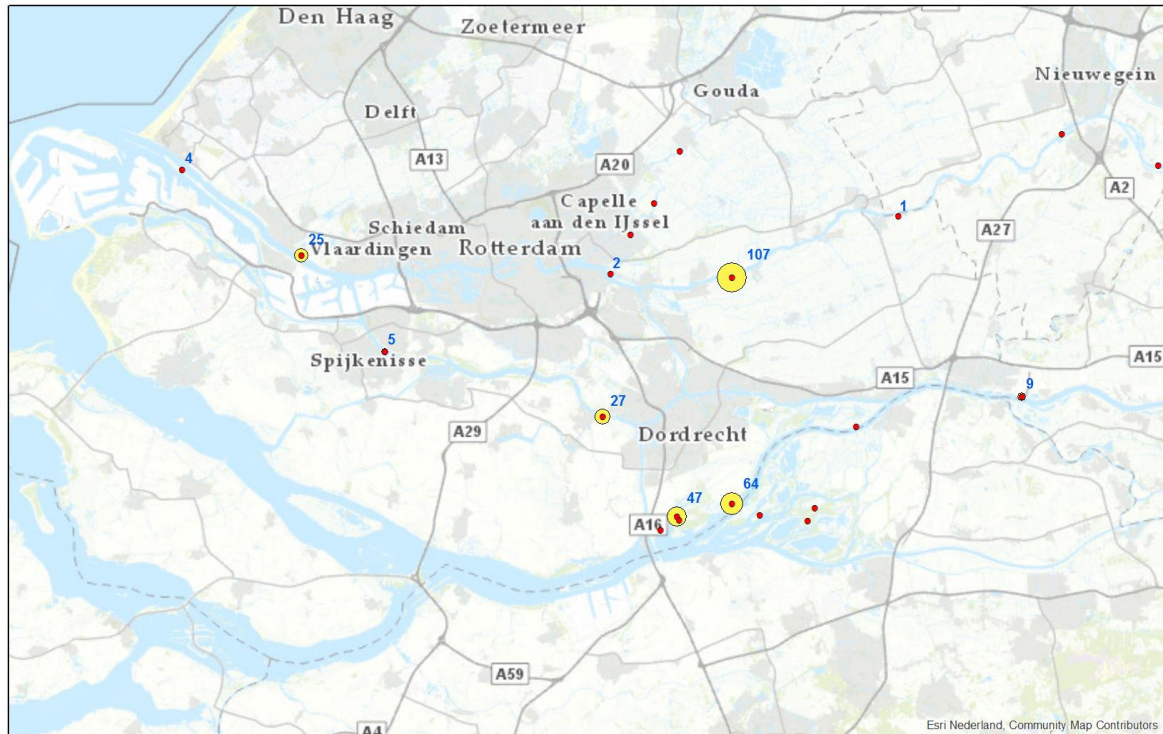
Polychaeta - Litorale zone - 2010



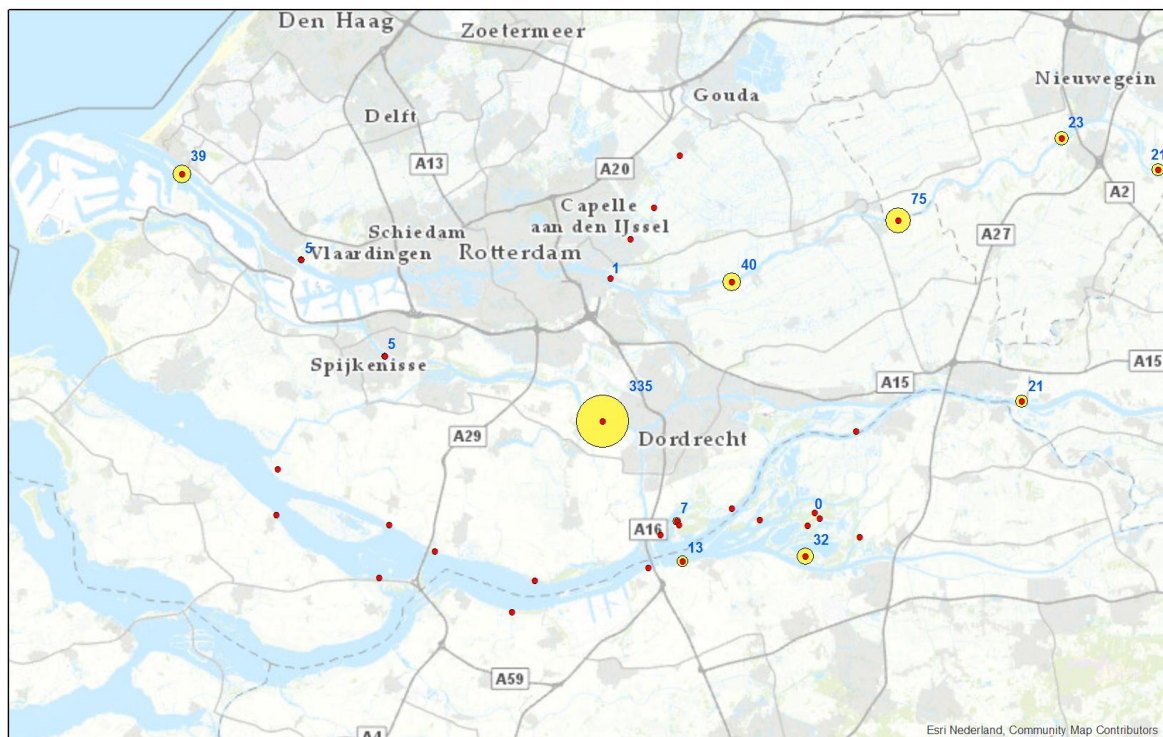
Polychaeta - Litorale zone - 2011



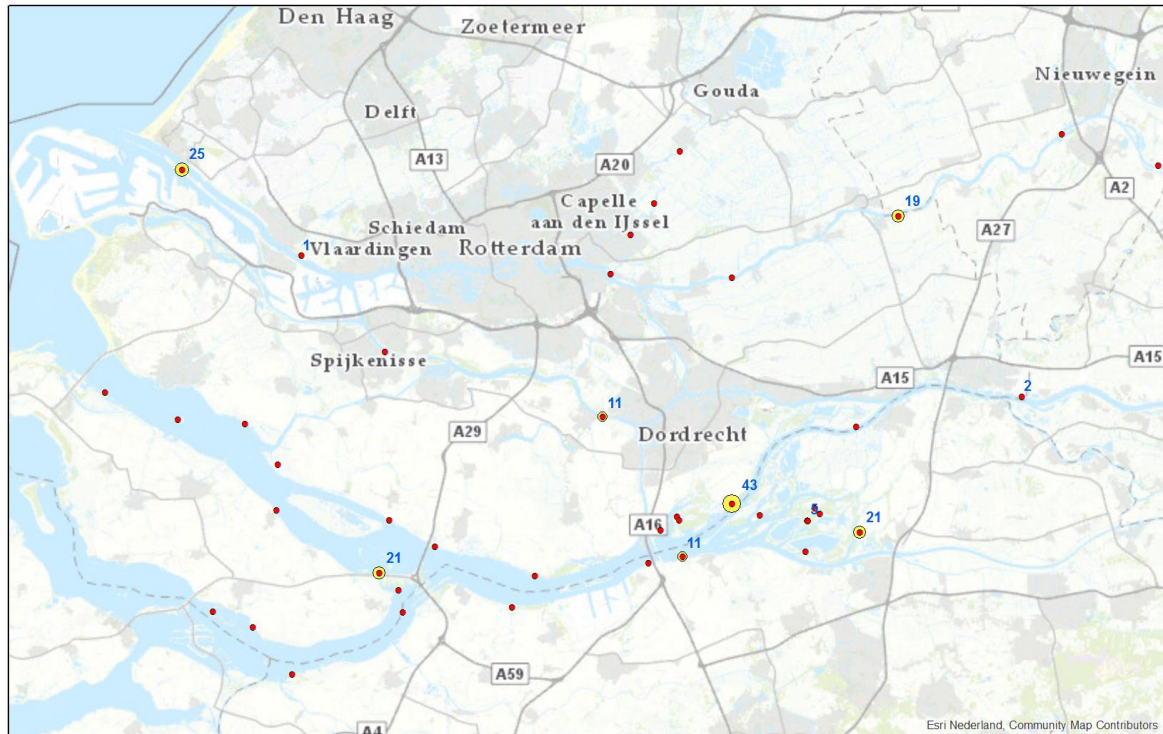
Polychaeta - Litorale zone - 2012



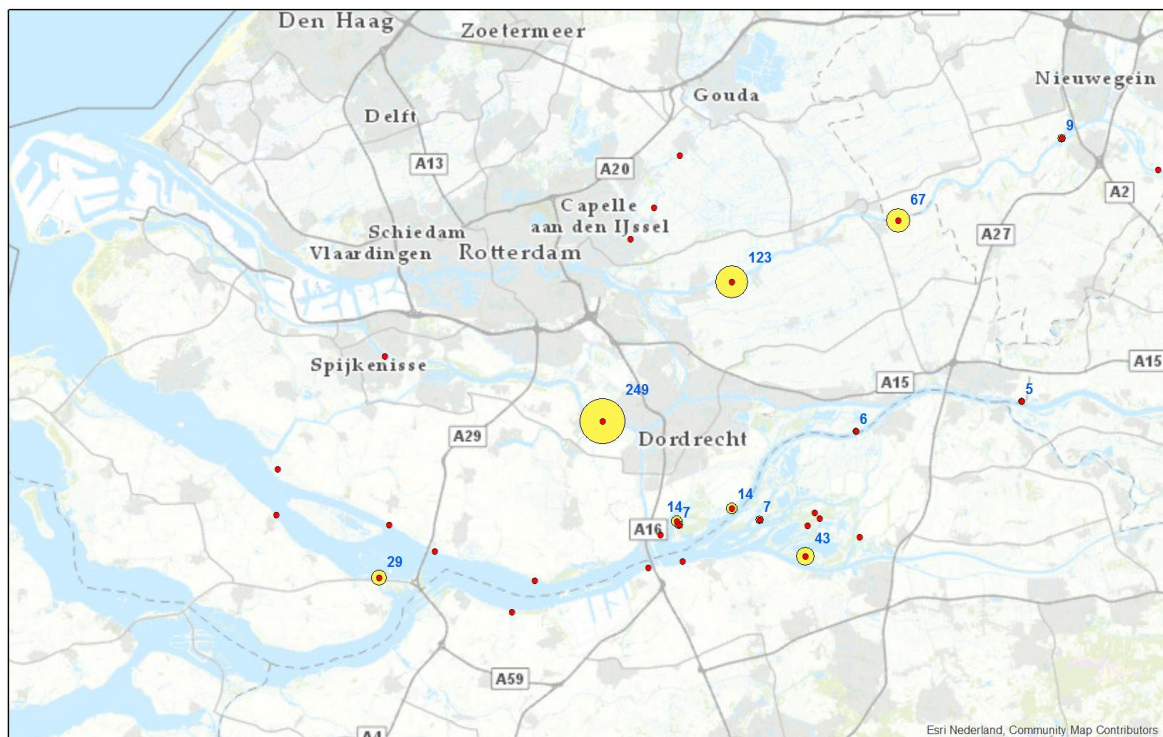
Polychaeta - Litorale zone - 2013



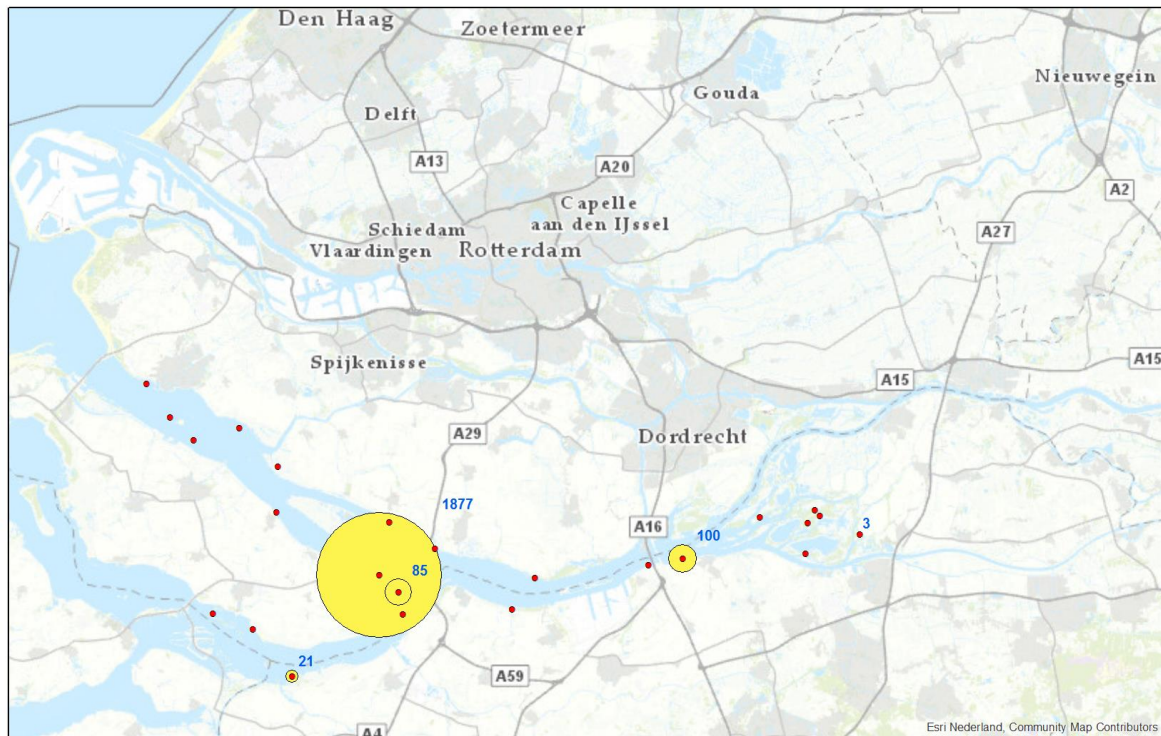
Polychaeta - Litorale zone - 2014



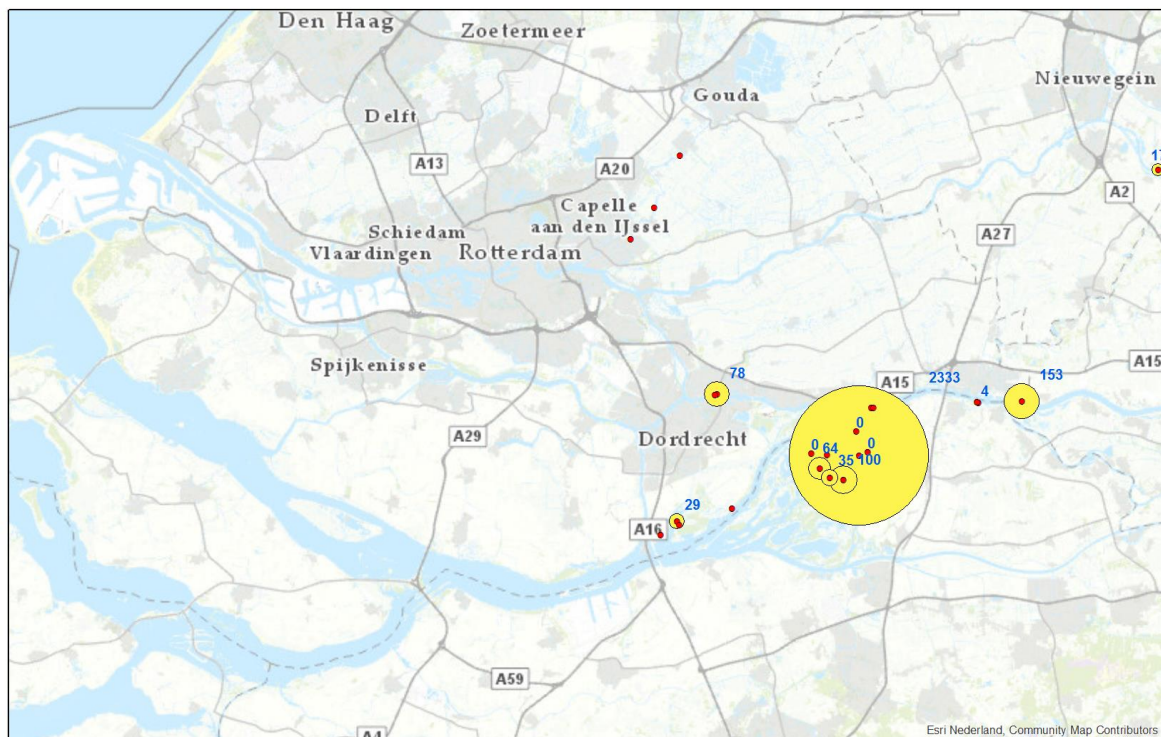
Polychaeta - Litorale zone - 2015



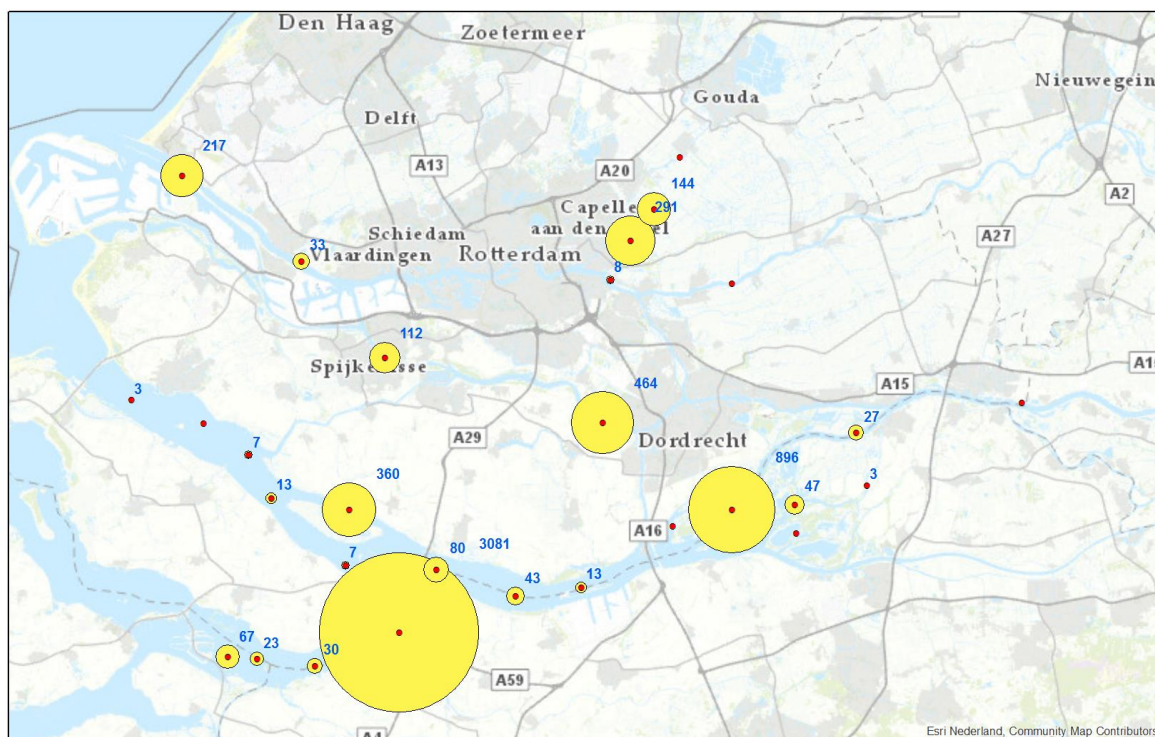
Polychaeta - Litorale zone - 2016



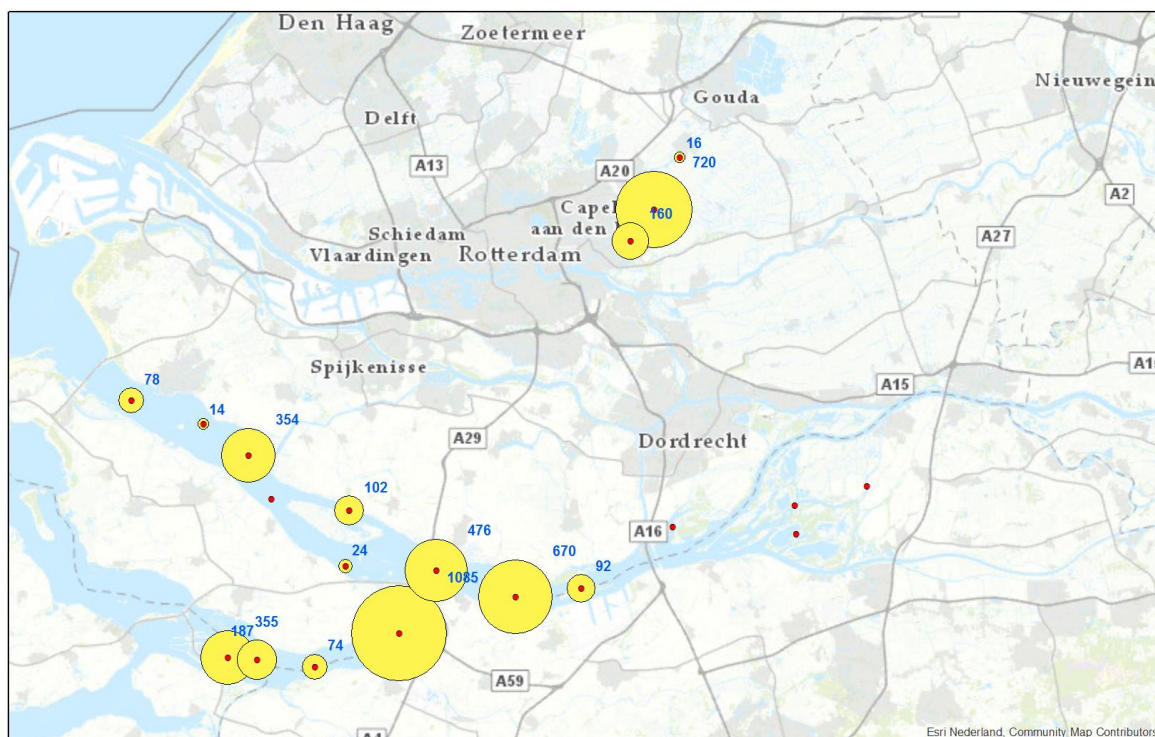
Polychaeta - Litorale zone - 2017



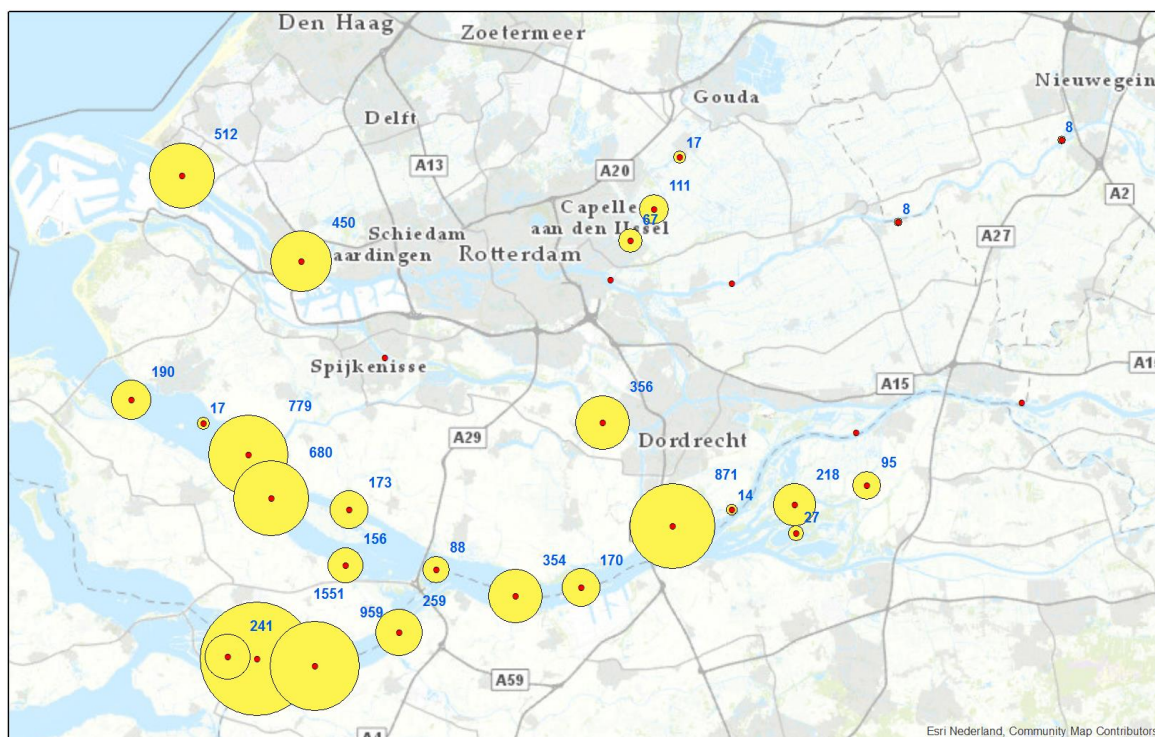
Polychaeta - Profundale zone - 2010



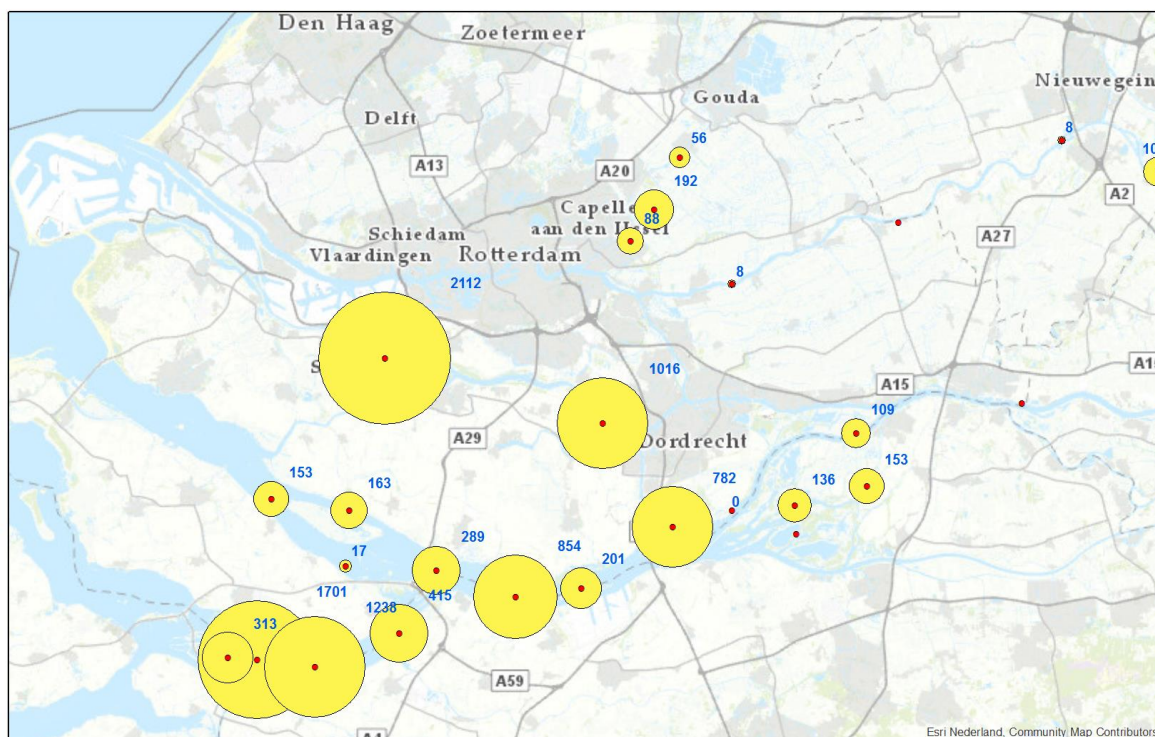
Polychaeta - Profundale zone - 2011



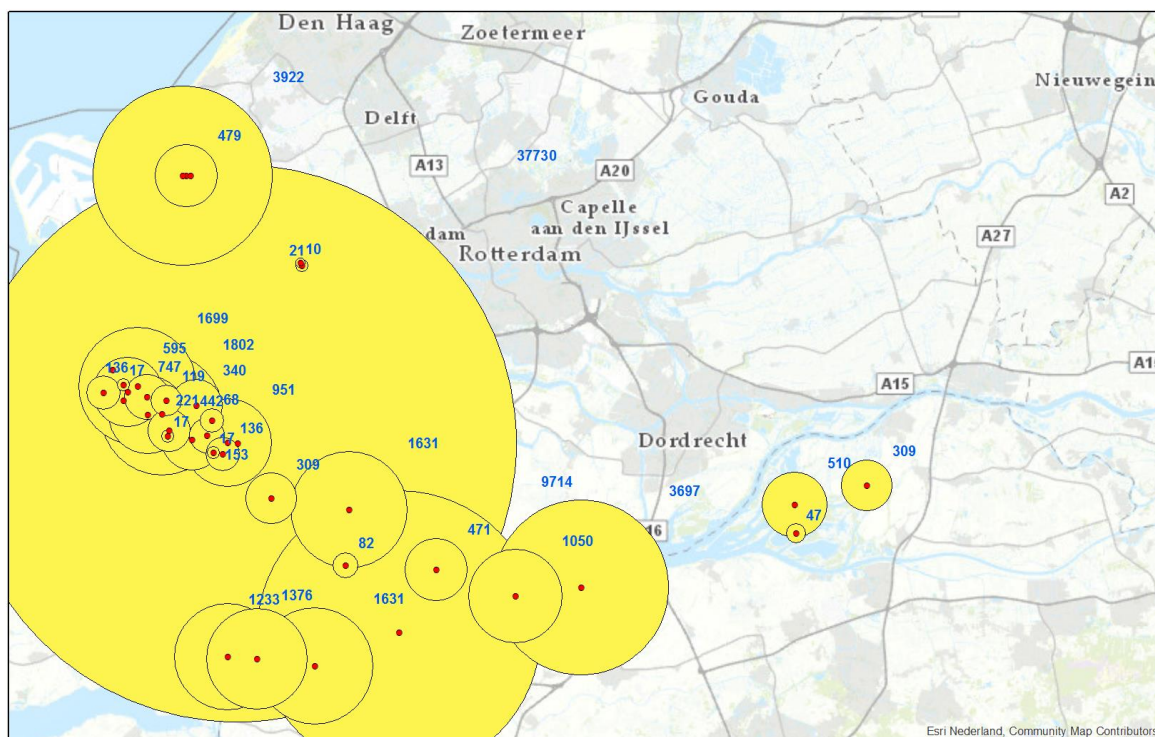
Polychaeta - Profundale zone - 2014



Polychaeta - Profundale zone - 2015



Polychaeta - Profundale zone - 2016



Polychaeta - Profundale zone - 2017

