



Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2013

WOt-technical report 20
IMARES Rapport C159/14

F.E. Fey, N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen,
M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer



WAGENINGENUR
For quality of life

Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2013

Dit Technical report is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

De reeks 'Wot-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

Wot-technical report 20 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (EZ).

Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2013

F.E. Fey, N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, december 2014

WOt-technical report 20

ISSN 2352-2739

IMARES Rapport C159/14

Referaat

Fey F.E., N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). *Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2013*. WOt-technical report 20/ IMARES Rapport C159/14. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu/ IMARES Wageningen UR. 84 blz.; 33 fig.; 1 tab.; 24 ref.; 4 bijl.

IMARES Wageningen UR bestudeert de langetermijntoekomst van een twaalfstal mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee met speciale aandacht voor de eigenschappen die het al dan niet overleven van mosselbanken bepalen. Het onderzoek wordt uitgevoerd in het WOT-thema Informatievoorziening Natuur. Dit rapport gaat over de situatie in 2013. De resultaten van de jaarlijkse kartering en populatiemeting geven een beeld van de ontwikkeling van mosselbanken over een groot aantal jaren. De mosselbanken gaan in het algemeen na het jaar van ontstaan langzaam in oppervlakte, bedekkingspercentage en populatiedichtheid achteruit. Op de mosselbanken neemt dan het percentage lege schelpen, algen, zeepokken en restgewicht toe in verhouding tot de levende mosselen. De afname in oppervlakte en bedekking wordt af en toe tenietgedaan door een goede broedval, waarna het proces opnieuw begint. Over de jaren ontstaat dus geleidelijk een mosselbank met meerdere jaarklassen en met een gevarieerde gemeenschap. Ondanks de overeenkomsten in algemene ontwikkeling zijn er jaarlijks grote verschillen te zien in de ontwikkeling tussen individuele mosselbanken. Deze verschillen kunnen ontstaan door locatie (en dus blootstellingen aan storm of predatie) of door karakteristieken van de mosselbank (de mate waarin deze bestand is tegen stormen en predatie).

Trefwoorden: mosselbank, Waddenzee

Abstract

Fey F.E., N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). *Developments of some mussel beds in the Dutch Wadden Sea; the 2013 situation*. WOt-technical report 20/ IMARES Rapport C159/14. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu)/ IMARES Wageningen UR. 82 p; 33 Figs.; 1 Tab.; 24 Refs.; 4 Annexes.

IMARES Wageningen UR is studying the long-term development of twelve mussel beds in the Dutch part of the Wadden Sea, and tries to identify the characteristics that determine the survival of such beds. The study is being carried out in the context of the WOT theme of 'Information Provision about Nature'. The present report presents the 2013 situation. The results of the annual mapping and population survey provide a picture of the development of the mussel beds over a large number of years. The mussel beds generally start to gradually decrease in size, coverage and population density after the year in which they come into existence. Correspondingly, the percentage of empty shells, algae, barnacles and other biomass increases relative to that of the living mussels. The decline in size and coverage is occasionally interrupted by new mussel spat fall, after which the process is restarted. Over the years, a mussel bed with multiple year classes and a diverse community gradually develops. Despite the similarities in the general pattern of development, individual mussel beds show major differences in development each year, which may result from the characteristics of the location (e.g. exposure to gales or predators) or of the mussel bed itself (e.g. whether it is vulnerable to gales and predation).

Key words: mussel beds, Wadden Sea

© 2014

IMARES Wageningen UR

Postbus 167, 1790 AD Den Burg

Tel: 0317 - 480 900; e-mail: imares@wur.nl

De reeks WOt-technical reports is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit report is verkrijgbaar bij het secretariaat. De publicatie is ook te downloaden via www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu.

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Woord vooraf

In deze jaarlijkse werkrapportage wordt de ontwikkeling van enkele individuele mosselbanken gevolgd. Elk jaar wordt de informatie aangevuld met de gegevens van het afgelopen jaar. Dit rapport beschrijft de situatie in 2013. Aan de hand van de ontwikkelingen van de mosselbanken samen wordt een algemeen beeld geschetst van de ontwikkeling van mosselbanken over de jaren. Het project 'Ontwikkeling mosselbanken' is uitgevoerd in het kader van de wettelijke onderzoekstaken binnen het thema Informatievoorziening Natuur, gecoördineerd door het ministerie van Economische Zaken. De inventarisaties worden ingebracht in het trilaterale monitoring programma (TMAP) en onder andere gebruikt in rapportages over de toestand van de natuur in het Natura 2000-gebied Waddenzee. Dit onderzoek zou niet mogelijk zijn zonder de hulp en inzet van de bemanning van de schepen van de Waddenunit van het ministerie van Economische Zaken.

Frouke Fey, Norbert Dankers, André Meijboom, Piet-Wim van Leeuwen, Martin de Jong, Elze Dijkman en Jenny Cremer

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
1.1 Mosselbanken	13
1.2 Kennisvraag	14
2 Methoden	17
2.1 Locatie mosselbanken	17
2.2 Bepalen oppervlakte mosselbank	17
2.3 Bedekkingsmeting	18
2.4 Lengtefrequentieverdeling en samenstelling levensgemeenschap	20
2.5 Statistische analyse	20
3 Resultaten	21
3.1 Verloop contouren en oppervlakte mosselbanken	21
3.2 Mosselontwikkeling op mosselbanken	24
3.2.1 Bedekkingspercentage	24
3.2.2 Ontwikkeling aantal en gewicht mosselen op mosselbanken	28
3.2.3 Verdeling jaarklassen mosselpopulatie	30
3.3 Oesterontwikkeling op mosselbanken	32
3.4 Samenstelling leefgemeenschap op mosselbanken	34
3.5 Ontwikkeling per individuele mosselbank	36
4 Discussie	41
5 Conclusie	43
Literatuur	45
Verantwoording	47
Bijlage 1 Locaties monsterpunten	49
Bijlage 2 Uitgebreide gegevens verloop contouren en oppervlakte mosselbanken	53
Bijlage 3 Uitgebreide gegevens mosselontwikkeling op mosselbanken	55
Bijlage 4 Uitgebreide gegevens oesterontwikkeling op mosselbanken	79

Samenvatting

Droogvallende mosselbanken worden algemeen gezien als een belangrijke ecotoop binnen de Waddenzee. In reactie op het bijna geheel verdwijnen van de droogvallende mosselbanken in de jaren negentig is in trilateraal verband een 'ecotarget' vastgesteld op grond waarvan gestreefd wordt naar "...een groter areaal aan, en een meer natuurlijke verspreiding van mosselbanken..." (Ministerie van LNV, profieldocument H1140 - december 2008). Na het verdwijnen van de mosselbanken in de jaren negentig van de vorige eeuw werd door sommigen getwijfeld of mosselbanken wel meerdere jaren konden blijven bestaan. Daarom worden binnen dit project elk jaar een aantal individuele mosselbanken gekarteerd om de huidige locatie en grootte en de jaarlijkse veranderingen hierin te kunnen documenteren. Buiten deze basale metingen worden er ook gedetailleerde gegevens verzameld van de eigenschappen van de gekarteerde mosselbanken. Hiervoor worden in dit project onder andere bedekking van individuele mosselbanken, de grootteklassen en biomassa van de mosselen, het percentage oesters en andere organismen op de mosselbank gemeten.

In de jaarlijkse werkrapportage wordt de beschrijving van de individuele mosselbanken elk jaar aangevuld met de gegevens van het afgelopen jaar. Aan de hand van de ontwikkelingen van de mosselbanken samen, wordt een algemeen beeld geschetst van de ontwikkeling van mosselbanken over de jaren.

De drie mosselbanken die vanaf 1997 worden gevolgd (101, 502 en 603) maar al eerder zijn ontstaan, zijn alle drie nog aanwezig (de aanwezigheid van 101 in 2010 is bekend uit Van den Ende *et al.* (2013). Deze banken bestaan inmiddels zeker 19 jaar op dezelfde locatie. Mosselbank 503, die sinds 1998 wordt gevolgd en in 1994 is ontstaan, bestaat inmiddels ook zeker 19 jaar op deze locatie. Deze oude banken zijn erg stabiel in oppervlakte en bedekking en vertonen alleen kleine veranderingen tussen de jaren. Van de drie mosselbanken die sinds 2002/2003 elk voorjaar worden bezocht (606, 607 en 703) zijn er twee verdwenen (606 en 607). Deze banken zijn zes tot zeven jaar aanwezig geweest. Mosselbank 703 was erg achteruitgegaan, maar in 2009 is er nieuw broed op de bank gevallen. De bank is inmiddels ruim tien jaar oud. Van de vijf mosselbanken die vanaf 2006 elk najaar worden bezocht (710, 726, 734, 735 en 736), zijn er drie verdwenen. Deze banken waren al enkele jaren oud toen ze voor het eerst voor dit onderzoek bezocht werden; waarschijnlijk zijn ze allemaal ontstaan uit de broedval van 2001. De overgebleven twee mosselbanken zijn inmiddels zeker meer dan acht jaar op dezelfde plek aanwezig, waarschijnlijk al twaalf jaar. Hoewel deze banken in oppervlakte en bedekking sterk fluctueren, tonen ze aan dat deze meer dynamische mosselbanken ook jarenlang op een bepaalde locatie aanwezig kan blijven en daarmee een stabiele mosselbank kan vertegenwoordigen (o.a. mosselbanken 703 en 710).

De resultaten van de jaarlijkse kartering en populatiemeting geven een beeld van de ontwikkeling van mosselbanken over een groot aantal jaren. Zoals ook in de eerdere tussenrapportages (o.a. Fey *et al.*, 2013) is geconcludeerd, gaan de mosselbanken in het algemeen na het jaar van ontstaan langzaam in oppervlak, bedekkingspercentage en populatiedichtheid achteruit. Op de mosselbanken neemt dan het percentage lege schelpen, algen, zeepokken en restgewicht toe in verhouding tot de levende mosselen. De afname in oppervlakte en bedekking wordt af en toe onderbroken door een goede broedval, waarna het proces opnieuw begint. Over de jaren ontstaat dus geleidelijk een mosselbank met meerdere jaarklassen en met een gevarieerde gemeenschap. Ondanks de overeenkomsten in algemene ontwikkeling, zijn er jaarlijks grote verschillen te zien in de ontwikkeling tussen individuele mosselbanken. Deze verschillen kunnen ontstaan door locatie (en dus blootstellingen aan storm of predatie) of door karakteristieken van de mosselbank (de mate waarin deze bestand is tegen stormen en predatie).

Summary

Mussel beds that emerge at low tides are generally regarded as an important ecotope in the Wadden Sea. After these tidal mussel beds almost disappeared in the 1990s, a joint 'eco-target' was established by the three countries that manage the Wadden Sea, with the aim of increasing the area covered by these tidal beds and achieving a more natural distribution of the mussel beds (Ministerie van LNV, profieldocument H1140, December 2008). After the disappearance of the beds in the 1990s, it was doubted by some whether mussel beds can actually exist for multiple years. Hence, the present project involved mapping a number of individual mussel beds in order to document their current location and size and the changes in these parameters over the years. In addition to these basic assessments, we also collected data on the characteristics of the mussel beds that were being surveyed, including the coverage of individual beds, the size classes and biomass of the mussels and the percentages of oysters and other organisms on the beds.

Once a year, the data for the past year are added to the existing description of the individual mussel beds, in an annual progress report. The changes in all beds that are being surveyed are combined to obtain an overall picture of the development of the mussel beds over the years.

All three mussel beds which have been followed since 1997 (numbers 101, 502 and 603), but which came into existence earlier, are still present (the presence of 101 in 2010 was reported in Van den Ende *et al.* (2013)). These beds must have persisted at the same locations for at least 19 years. Mussel bed 503, which has been followed since 1998 but arose in 1994, must also have existed at the same location for at least 19 years. These old beds are highly stable in terms of surface area and coverage, and show only minor changes over the years. Of the three mussel beds that have been surveyed every spring since 2002/2003 (606, 607 and 703), two have disappeared (606 and 607). These beds lasted for 6-7 years. Mussel bed 703 had greatly deteriorated at one stage, but new mussel spat was deposited on the bed in 2009. The bed is now over 10 years old. Of the five mussel beds that have been surveyed every autumn since 2006 (710, 726, 734, 735 and 736), three have disappeared. These beds were already several years old when they were first surveyed for the present study; they probably all arose from the seed deposition in 2001. The remaining two mussel beds have been present at the same location for at least 8 years, and probably even for 12 years. Although these beds show considerable fluctuations in size and coverage, they prove that even these more dynamic mussel beds can remain present at a particular location for many years and thus represent stable mussel beds (e.g. beds 703 and 710).

The results of the annual mapping and population survey provide an overview of the developments in mussel beds over a large number of years. As is already described in previous reports (e.g. Fey *et al.*, 2013) the mussel beds gradually decline in size, coverage and population density after the year in which the bed arises. This means that the coverage of empty shells, algae, barnacles and other biomass increases relative to that of the living mussels. The decline in size and coverage is occasionally interrupted by new mussel spat deposition, after which the process is restarted. Over the years, a mussel bed with multiple year classes and a diverse community gradually develops. Despite the similarities in the general pattern of development, individual mussel beds show major differences in development each year, which may result from the characteristics of the location (e.g. exposure to gales or predators) or of the mussel bed itself (e.g. whether it is vulnerable to gales and predation).

1 Inleiding

1.1 Mosselbanken

Ecotype mosselbanken

Mosselbanken vormen een belangrijk landschappelijk element in de Waddenzee. De mosselbulten van een mosselbank kunnen meer dan een meter hoog worden en zijn in het verder vlakke landschap al van verre te zien. Tussen de mosselbulten ontstaan plassen en prieltjes, die soms meer dan 1,5 meter diep kunnen worden. Wanneer bij eb het zeewater zakt, verschijnen de bulten als eerste boven water. Het water stroomt via de prieltjes van de bank, waardoor snel stromende beekjes ontstaan. Zelfs als de mosselen door bijvoorbeeld storm van een mosselbank zijn verdwenen, blijven de ontstane structuren als kleibulten en schelplagen nog jaren zichtbaar en vormen een geschikte vestigingsplaats voor nieuw mosselbroed.

De individuele mosselen in de bank vormen een belangrijke schakel tussen de ecosystemen van het open water en de bodemzone daaronder. Ze filteren slib en organisch materiaal uit het water en leggen dat vast. Hiermee verhogen zij de lokale productie. Daarnaast vormen zij door de stabiele structuur een hard substraat in een verder 'zachte' omgeving. Door deze eigenschappen bieden mosselbanken structuur en leefruimte aan andere soorten. Op de mosselen zelf groeien zeeanemonen en andere soorten die graag op hard substraat voorkomen. Tussen de mosselen vinden soorten als de alikruik een geschikte leefomgeving en in de poeltjes tussen de mosselbulten zwemmen vissen als grondels en botten en andere bodemdieren als garnalen.

Mosselbanken vormen 'hotspots' in de omgeving; de biodiversiteit binnen de mosselbank is hoger dan in het aangrenzende zandige wad (Günther, 1996). Zowel het aantal soorten als diversiteit zijn afhankelijk van de leeftijd en complexiteit van de mosselbank (Tsuchiya & Nishihira, 1985; Tsuchiya & Nishihira, 1986). De mosselen op de mosselbank en de andere aan mosselbanken geassocieerde soorten vormen een voedselbron voor vogels en grote vissen. In de jaren tachtig van de vorige eeuw telde Zwartz (1991) 25% van alle wadvogels op de mosselbanken die toen 3% van het droogvallende wad innamen. Ook Ens (1996) vond een positieve correlatie tussen vogeldichtheden en mosselbanken.

Aanwezigheid en ontwikkeling mosselbanken in het verleden

Mosselbanken kwamen in het verleden naar alle waarschijnlijkheid veel voor. De banken kenmerken zich door een grote mate van plaatsvastheid, waardoor duidelijke 'mosselgebieden' aan te wijzen zijn (Dankers *et al.*, 2003, 2006). De eerste kwantitatieve schatting – gebaseerd op luchtfotointerpretatie – van de volledige Waddenzee werd gemaakt door Dijkema *et al.*, (1989). Zijn kaart, gebaseerd op de situatie eind jaren zeventig, geeft een areaal van 4152 ha of ± 4200 ha (Dankers *et al.*, 1989; Tydeman, 1996). Retrospectief onderzoek in het kader van EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserijbeleid) komt uit op uiterste grenzen tussen 1000 en 6000 hectare (Dankers *et al.*, 2003).

In de jaren tachtig nam het areaal mosselbanken af door intensieve visserij en strenge winters. In het voorjaar van 1987 was nog slechts 650 ha over, maar op oude banken ontwikkelden zich nieuwe banken die in de jaren 1988-1990 opnieuw werden weggevist. Tussen 1991 en 1994 was minder dan 200 ha over (Dankers *et al.*, 2003). Veel banken die daarna in de jaren negentig ontstonden waren niet stabiel genoeg om winterstormen en ijsschade te overleven (Dankers *et al.*, 2004), maar geleidelijk nam het areaal weer toe.

Bescherming en regelgeving voor mosselbanken

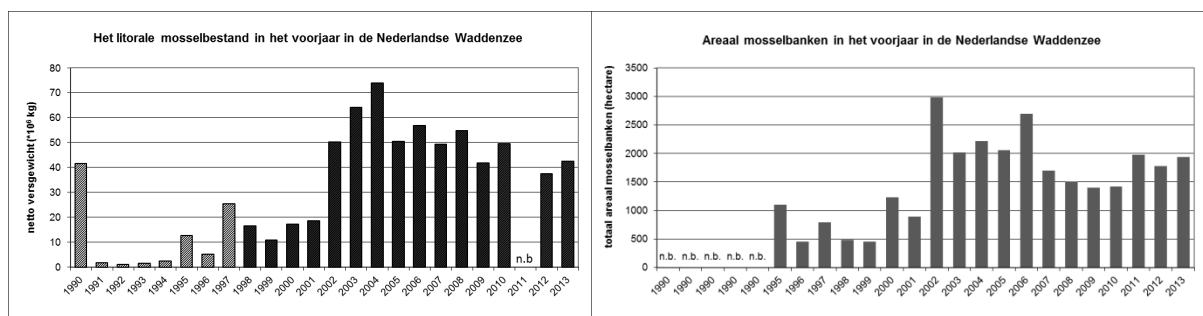
In reactie op het bijna geheel verdwijnen van de droogvallende mosselbanken in de jaren negentig is in trilateraal verband een 'ecotarget' vastgesteld op grond waarvan gestreefd wordt naar "...een groter areaal aan, en een meer natuurlijke verspreiding van mosselbanken..." (Ministerie van LNV, profieldocument H1140 - december 2008). Om dit doel voor mosselbanken te bereiken, zijn gebieden gesloten voor mosselzaadvisserij en wordt mosselzaadvisserij op de overige wadplaten slechts

toegestaan op jonge en instabiele mosselbanken onder zeer strikte voorwaarden. Sinds die tijd is er alleen in 2001 nog op enkele mosselbanken op het droogvallende wad gevist (voor onderzoek). De mosselbanken in de permanent onderwater staande delen van de westelijke Waddenzee mogen wel bevestig worden.

Mosselbanken vormen een belangrijk onderdeel van habitattypen H1140 "bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten" binnen de Natuurbeschermingswet (Natura 2000). Daarnaast zijn binnen deze wet instandhoudingsdoelstellingen opgesteld voor verschillende vogelsoorten voor wie schelpdieren een belangrijke voedselbron vormen. Mosselen en mosselbanken zijn hiermee wettelijk beschermd als belangrijke componenten in het ecosysteem.

Huidige ontwikkeling biomassa en oppervlakte mosselbanken

Uit de standaardinventarisatie van IMARES Wageningen UR naar de totale oppervlakte en de totale biomassa mosselen in het droogvallende deel van de Nederlandse Waddenzee is gebleken dat in het voorjaar van 2013 naar schatting 1936 ha mosselbanken aanwezig was (Van den Ende *et al.*, 2013; Figuur 1.1). Dit is iets meer dan in het voorgaande jaar (2012: 1766 ha). De mosselbanken bestonden in 2013 uit 13,1 miljoen kg \pm 30-40% jonge mosselen (31 %) uit 2012, 29,4 miljoen kg \pm 30-40% oudere mosselen (69%). Er heeft in 2012 een middelmatige broedval plaatsgevonden op de droogvallende wadplaten. In de jaren 2006, 2007, 2008, 2010 en 2011 was dat niet het geval, hoewel er in bestaande mosselbanken vaak nog wel wat jonge mosselen uit 2007 en 2008 gevonden werden. In 2009 heeft ook een middelmatige broedval plaatsgevonden, waarvan het meeste op bestaande banken is terecht gekomen. Goede broedvallen zijn bekend van 1994, 1996, 1999 en 2001 en in iets mindere mate van 2003 en 2005, 2009 en 2012.



Figuur 1.1 Biomassa (links) en oppervlakte (rechts) van de mosselen op de mosselbanken in het droogvallende deel van de Nederlandse Waddenzee (Van den Ende *et al.*, 2013). Gearceerde deel in de biomassa-grafiek is bepaald aan de hand van de kokkelsurvey.

1.2 Kennisvraag

Kennisbehoefte

Droogvallende mosselbanken worden algemeen gezien als een belangrijke ecotoop binnen de Waddenzee. In het verleden zijn ze nagenoeg geheel verdwenen door voortgaande visserij in perioden met weinig zaadval. Hoewel met redelijk grote zekerheid werd aangetoond dat visserij de belangrijkste oorzaak was, is dat door de visserijsector en visserij-onderzoekers steeds aangevochten. Door hen werd veelvuldig aangevoerd dat mosselbanken maar zeer tijdelijke structuren waren en dat het merendeel onstabiel zou zijn. Daarom zou het aanbeveling verdienen de jonge zaadbanken grotendeels weg te vissen en de mosselen 'in veiligheid' te brengen op percelen. In het huidige schelpdiervisserijbeleid wordt ook ruimte gegeven voor bevissing van droogvallende banken. Voor de vergunningverlening is het essentieel om informatie te hebben over de stabiliteit, en dus langetermijn-overleving, van specifieke banken. Daarnaast is het belangrijk de ontwikkeling van banken te volgen voor Natura 2000 en de daarmee samenhangende beheersplannen. Ook is in trilateraal kader (TMAP) afgesproken dat in alle Waddenlanden een aantal mosselbanken in detail bestudeerd zullen worden, naast de jaarlijkse globale inventarisaties die inzicht geven in het totaaloppervlak en biomassa (o.a. Van den Ende *et al.*, 2012).

Onderzoeksvraag

Hoe ontwikkelen individuele mosselbanken zich met betrekking tot oppervlakte, bedekking, lengtefrequentieverdeling en samenstelling over de lange termijn?

Doel onderzoeksproject

Het doel van het project is het ter beschikking krijgen van gedetailleerde informatie over de toestand en langjarige ontwikkeling van een aantal geselecteerde mosselbanken in de Waddenzee.

Achtergrond

Het project 'ontwikkeling mosselbanken' werd de eerste jaren uitgevoerd in opdracht van de LNV Directie Wetenschap en Kennisoverdracht (DWK), maar vanaf 2006 wordt het uitgevoerd in het kader van wettelijke onderzoekstaken thema Informatievoorziening Natuur, gecoördineerd door het ministerie van Economische Zaken. De inventarisaties worden ingebracht in het trilaterale monitoring programma (TMAP) en onder andere gebruikt in rapportages over de toestand van de natuur in het Natura 2000- gebied Waddenzee.

Aanpak

IMARES bestudeert zeven mosselbanken in detail (101, 502, 503, 603, 606, 607 en 703). Het gaat om de langetermijntonwikkeling van mosselbanken met speciale aandacht voor de eigenschappen die het al dan niet overleven van mosselbanken bepalen. Deze mosselbanken worden jaarlijks in het voorjaar bezocht. Drie daarvan worden sinds 1997 gevolgd, één sinds 1998, twee sinds 2002 en één mosselbank sinds 2003. Al deze banken worden in het voorjaar bezocht en hebben dus te maken gehad met wintersterfte van dat jaar, maar nog niet met eventuele nieuwe broedval. Tevens is er een vijftal mosselbanken aan deze rapportage toegevoegd (710, 726, 734, 735 en 736), die in het kader van een ander project sinds 2006 worden gevolgd. Deze vijf banken worden jaarlijks in het najaar bezocht en kunnen daardoor al te maken hebben met broedval uit dat jaar.

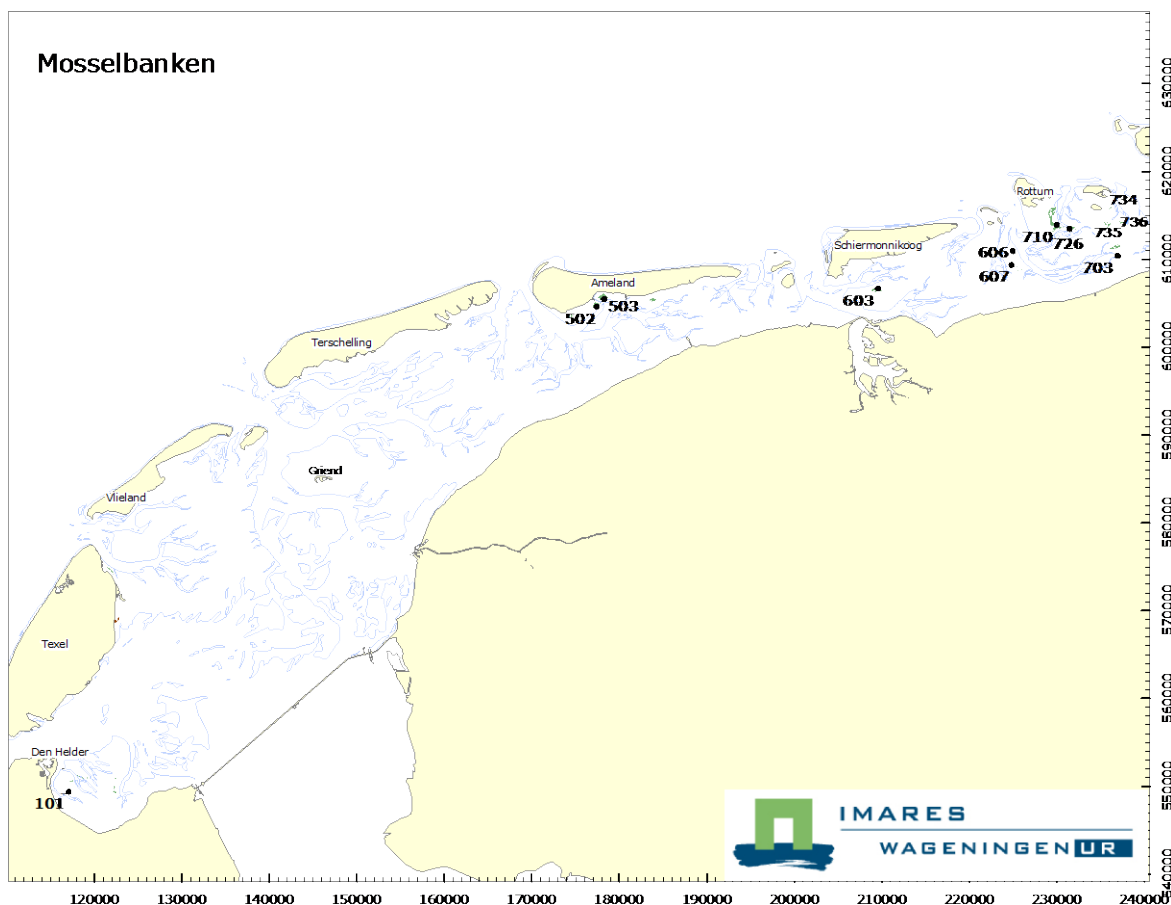
Mosselbanken worden elk jaar gekarteerd om de huidige locatie en grootte en de jaarlijkse veranderingen hierin te kunnen documenteren. Buiten deze basale metingen worden er ook gedetailleerde gegevens verzameld van de eigenschappen van de gekarteerde mosselbanken. Hiervoor worden in dit project onder andere bedekking van individuele mosselbanken, de grootteklassen en biomassa van de mosselen, het percentage oesters en andere organismen op de mosselbank gemeten. In de jaarlijkse werkrapportages worden de beschrijvingen van de mosselbanken elk jaar aangevuld met de gegevens van het afgelopen jaar. In 2003 en 2004 zijn uitgebreide rapportages verschenen naar aanleiding van het meerjarig onderzoek naar individuele mosselbanken (Dankers *et al.*, 2003 en Dankers *et al.*, 2004). In 2006 is een combinatierapport verschenen over de ontwikkelingen in 2004 en 2005 (Dankers *et al.*, 2006). Van 2006 t/m 2010 zijn jaarlijkse rapportages verschenen over de ontwikkelingen in het voorgaande jaar (Fey *et al.*, 2007 t/m 2011). In 2013 is een combinatierapport verschenen over de ontwikkelingen in 2011 en 2012 (Fey *et al.*, 2013). In dit rapport wordt de ontwikkeling van deze twaalf mosselbanken tot en met 2013 beschreven.

2 Methoden

2.1 Locatie mosselbanken

De mosselbanken binnen dit project (Figuur 2.1) worden elk jaar gekarteerd om de huidige locatie en grootte en de jaarlijkse veranderingen hierin te kunnen documenteren. Buiten deze basale metingen worden er ook gedetailleerde gegevens verzameld van de eigenschappen van gekarteerde mosselbanken. Hiervoor worden in dit project onder andere bedekking van individuele mosselbanken, de grootteklassen en biomassa van de mosselen en het percentage oesters en andere organismen op de mosselbank gemeten.

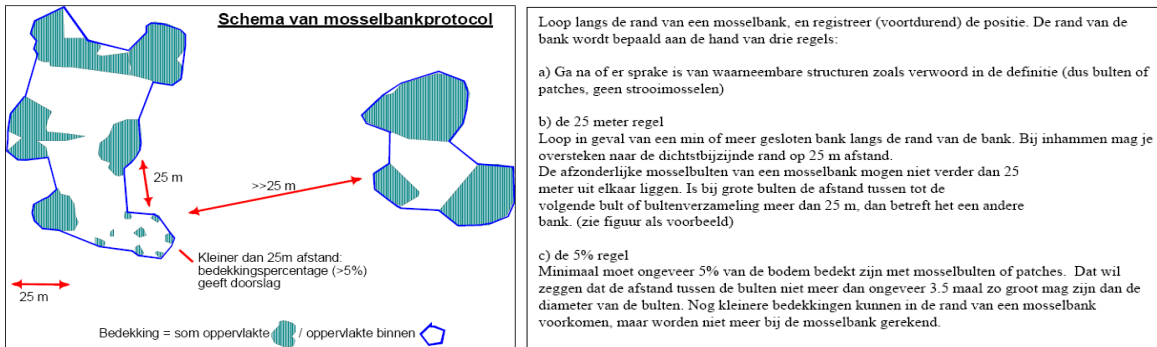
In april 2013 werden mosselbank 502, 503 en 603 onderzocht en mosselbank 703 in mei 2013. In september 2013 werden mosselbank 710, 726, en 736 onderzocht. Mosselbanken 101, 734 en 735 werden niet meer bezocht; mosselbank 101 in verband met het gekrompen budget en 734 en 735 omdat ze in de voorgaande jaren zijn verdwenen. De locaties van mosselbank 606, 607 werden in het voorjaar van 2013 wel bezocht, maar bleken nog steeds afwezig.



Figuur 2.1. Locatie mosselbanken 101, 502, 503, 603, 606, 607, 703, 710, 726, 734, 735 en 736.

2.2 Bepalen oppervlakte mosselbank

De track van de omtrek van de mosselbank (Figuur 2.2) wordt gelopen met een Garmin GPS (76, map76cx of 78) met intervalperioden van 5 of 10 seconden.



Figuur 2.2 Kenmerken, oppervlaktebepaling en beoordeling van stabiliteit (Brinkman et al., 2003).

De GPS files zijn in ARC-INFO GIS opgeslagen, waardoor het mogelijk is de veranderingen ten opzichte van vorige jaren duidelijk weer te geven. De kaarten zijn weergegeven op een globale ondergrond met dieptelijnen en de kustlijn. Daardoor is de locatie herkenbaar. Om de visuele duidelijkheid in de kaarten te bevorderen zijn niet alle beschikbare kaartbeelden weergegeven.

2.3 Bedekkingsmeting

Algemeen

De bedekking van de mosselbanken is de afgelopen jaren gemeten met de niet gestratificeerde stappenmethode (bedekking*bezettingsmeting).

De bedekkingsmetingen worden alleen uitgevoerd in het gebied dat als mosselbank is gedefinieerd volgens het protocol voor grootte en locatiemetingen (dus binnen de vastgestelde grenzen van de mosselbank). Wanneer het niet mogelijk is om gebruik te maken van de track van de omtrek van de mosselbank op de GPS, moet geprobeerd worden om de rand zelf te vinden aan de hand van de geldende definitie (zie protocol).

De bedekkingsraaien worden gelopen met een Garmin GPS (76 of map76cx) in markfunctie. De raaien en subraaien met mosselstappen worden met potlood genoteerd op het daarvoor bestemde formulier.

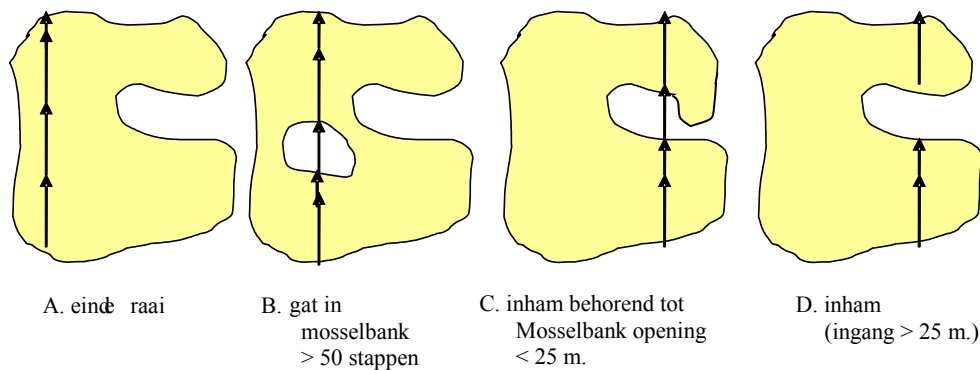
Raaien en subraaien

Op de rand van de mosselbank wordt gestart met het eerste waypoint waarna met een raai wordt begonnen. De raai loopt van het startpunt in een rechte lijn tot de tegenoverliggende rand van de mosselbank. Binnen deze raai worden subraaien genoteerd van elk 50 stappen. Aan het eind van elke subraai wordt met de markfunctie een waypoint gemaakt. Bij het eindpunt van de raai (dus de rand van de mosselbank) wordt altijd een waypoint gemaakt, ook al zijn de 50 stappen nog niet voltooid. In dat geval wordt het werkelijk aantal gemaakte stappen genoteerd (Figuur 2.3 a). Op het formulier moet duidelijk worden aangegeven wat de waypoints van de start en het einde van de totale raai zijn. Waypoints voor opmerkingen (oesters, etc.) moeten apart gemaakt worden en duidelijk aangegeven worden in het formulier zijnde niet behorend tot de (sub)raaien.

Wanneer zich een groot open stuk (gat groter dan 50 stappen) in de mosselbank bevindt waar de raai doorheen loopt dan dient de subraai te stoppen op de rand van het gat. Hier wordt weer een waypoint gemaakt. In het gat wordt een nieuwe subraai gestart. Deze subraai loopt helemaal door tot het eind van het gat (ook wanneer dit meer is dan 50 stappen), waarna weer een waypoint wordt gemaakt. Op het formulier wordt duidelijk aangegeven dat het hier om een gat in de mosselbank gaat. Na het gat wordt weer verder gelopen met subraaien totdat de raai is voltooid (Figuur 2.3 b). Wanneer het gat kleiner is dan 50 stappen worden er waypoints gemaakt om de randen van het gat aan te geven en een aantekening gemaakt op het formulier betreffende dit gat. Er hoeft geen nieuwe subraai gestart te worden.

Wanneer zich een inham in de mosselbank bevindt waar de raai doorheen loopt dan hangt de procedure af van het type inham. Wanneer de inham valt binnen de definitie van een mosselbank (d.w.z. opening naar buiten is kleiner dan 25 m) dan wordt de inham ook doorkruist met de raai zoals bij een groot gat. De subraai stopt op de rand van deze inham, waarna een waypoint wordt gemaakt. De nieuwe subraai loopt door de inham en stopt waar de mosselbank weer begint (ook als de inham groter is dan 50 m). Hier wordt opnieuw een waypoint gemaakt, waarna de subraaien weer doorlopen totdat de rand van de mosselbank is bereikt waarna de raai wordt afgesloten (Figuur 2.3 c). Ook hier wordt bij de subraaien duidelijk aangegeven dat een inham is doorkruist. Wanneer de, binnen de definitie van mosselbank vallende, inham op de plaats waar doorkruist wordt kleiner is dan 50 stappen kan de subraai doorgelopen worden tot in de inham. Wel wordt een waypoint gemaakt bij begin en einde van de inham en een aantekening gemaakt op het formulier.

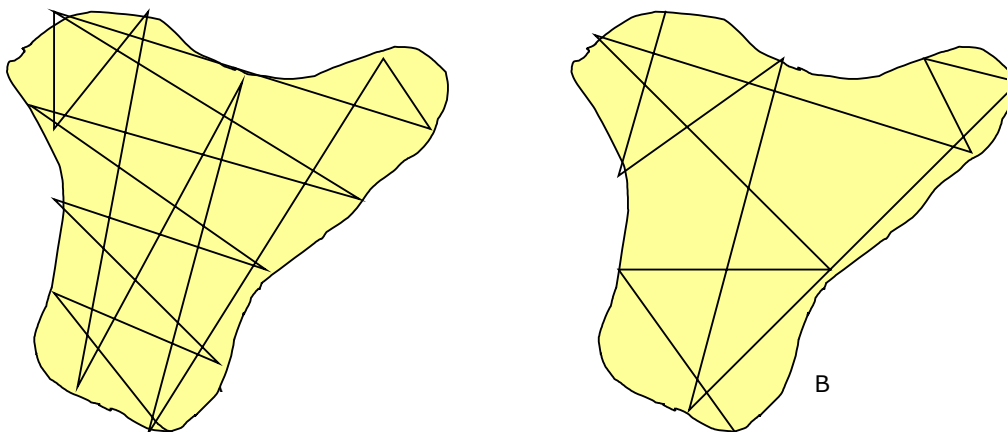
Wanneer de inham niet binnen de definitie van een mosselbank valt dient de raai afgesloten te worden bij de rand van de inham. Er wordt in dezelfde lijn als de raai door de inham gelopen totdat de mosselbank weer begint. Hier wordt wederom een waypoint gemaakt en start een nieuwe raai. In de inham worden dus geen stappen en mosselstappen geteld (Figuur 2.3 d).



Figuur 2.3 Raaien en subraaien

Verdeling raaien

De raaien worden zigzag, zoveel mogelijk in een hoofdrichting, over de mosselbank gelopen zodat de gehele mosselbank zoveel mogelijk gedekt wordt (Figuur 2.4). De hoeveelheid beschikbare tijd bepaalt de schaal van deze dekking, wanneer er veel tijd is, liggen de raaien dicht bij elkaar (Figuur 2.4 a), wanneer er weinig tijd beschikbaar is liggen de raaien ruimer verdeeld (Figuur 2.4 b).



Figuur 2.4 Verdeling raaien over mosselbank

Scores

Per subraai wordt op het formulier aangegeven hoeveel keer er, van de 50 subraaistappen, op mosselen gestapt wordt. Dit wordt bijgehouden met een handteller. Voor alle stappen geldt dat als de voet op een mossel komt, deze stap als mosselstap telt (ongeacht of dit 1 mossel is of 10 mosselen zijn). Deze methode geldt dus alleen voor de volgens het protocol gedefinieerde mosselbank, strooimosselen aan de rand van de mosselbank vallen hierbuiten.

Op de raaien wordt de aanwezigheid van oesters geschat. Dit gebeurt door het aangeven van geschatte oesterbedekkingspercentages op elke subraai (Tabel 2.1). Aan het eind van elke raai wordt een beschrijving gegeven (o.a. flora en fauna (zoals zeesla of kokkels) van de gelopen raai.

Tabel 2.1

Beschrijving schatting oesterbedekking op mosselbanken.

Score	Omschrijving	Oester	Mossel
0	Geen	0%	100%
1	Weinig	0-20%	80-100%
2	Matig	20-50%	50-80%
3	Veel	50-80%	20-50%
4	Alles	80-100%	0-20%

2.4 Lengtefrequentieverdeling en samenstelling levensgemeenschap

Op elke mosselbank worden 5 vierkantmonsters (zie Bijlage 1 voor locaties monsterpunten) genomen om informatie te verkrijgen over de lengtefrequentieverdeling van de levende mosselen en lege mosselschelpen en over de aanwezigheid van andere schelpdieren en algen.

De vierkantmonsters worden jaarlijks op nagenoeg dezelfde locatie genomen, dat wil zeggen zo mogelijk binnen dezelfde mosselpatch. Op de locatie wordt een representatief deel van de mosselbank uitgekozen waar het vierkantmonster wordt genomen. Het vierkant (16 x 32 cm (1/20 m²)) wordt in de mosselbank gedrukt totdat de bovenkant gelijk ligt met het mosseloppervlak. De toplaag van 10 cm wordt uit het vierkant geschraapt en in de zeef (1 mm) voorzichtig uitgespoeld. De exacte monsterlocatie wordt gemarkeerd met een waypoint.

In het lab worden de monsters nogmaals goed gespoeld en gezeefd (5 mm en 1 mm). Het monster wordt hierdoor onderverdeeld in twee delen: grof en fijn gruis. Beide delen worden gewogen (alle gewichten in hele grammen). Hierna worden uit beide deelmonsters alle levende schelpdieren (incl. alikruiken), levende algen en lege hele mosselschelpen (doubletten en enkele) gehaald. Hierna wordt het restant grof en fijn gruis nogmaals gewogen. De pokken worden van de levende mosselen gescheiden en apart gewogen. De levende mosselen, de andere levende schelpdieren (incl. oesters), de levende algen en de lege dubbele en enkele mosselschelpen worden afzonderlijk gewogen. De aantallen per soort van de andere levende schelpdieren worden ook op het formulier vermeld.

Hierna wordt de lengte (in mm) gemeten van alle levende mosselen, de andere levende schelpdieren (excl. de alikruiken) en van de enkele en dubbele lege mosselschelpen.

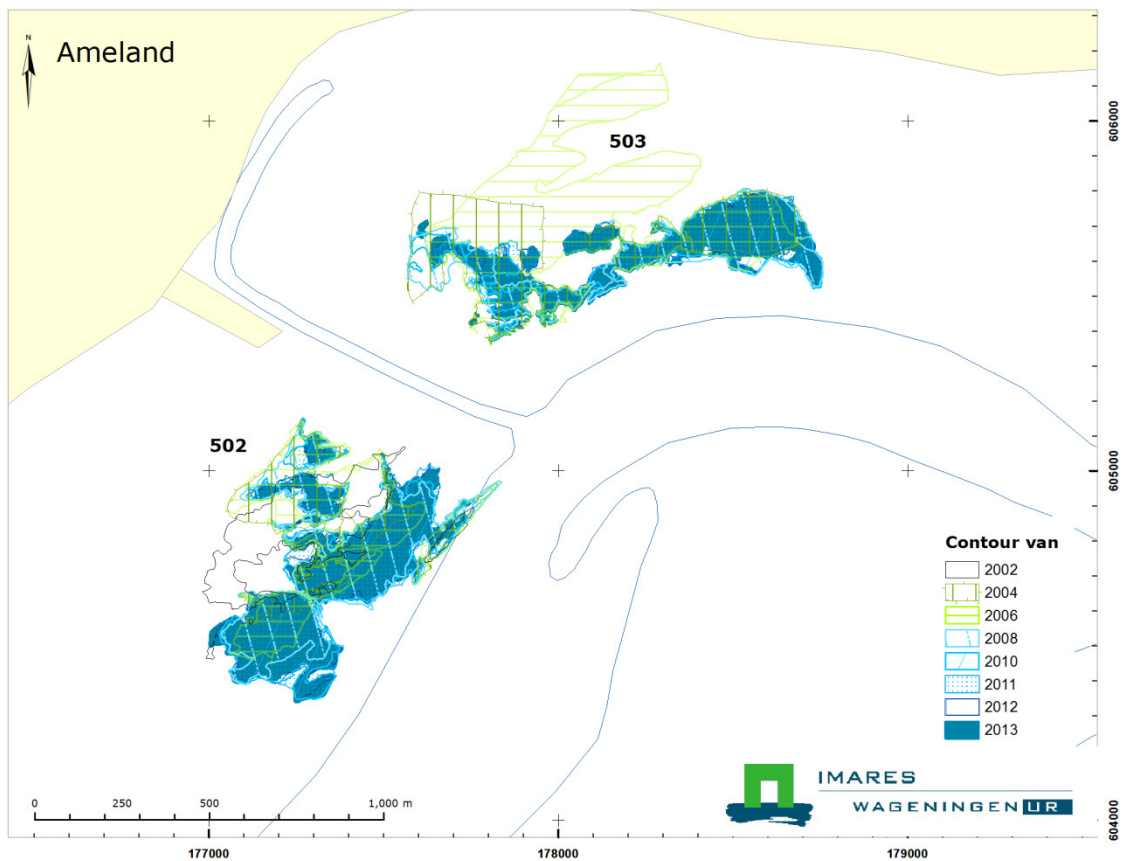
2.5 Statistische analyse

De meeste gegevens worden op het oog geanalyseerd omdat de jaarlijkse variatie erg groot is. Wanneer er een trend zichtbaar lijkt te zijn, wordt gebruik gemaakt van trend- en regressieanalyses om deze statistisch te testen (o.a. bij ontwikkeling oppervlakte en bedekking van de mosselbanken). De verschillende leeftijdsklassen binnen een mosselbank zijn geïdentificeerd met het programma MUSSEL (Brinkman, 2003). Dit programma verdeelt lengte-frequentie gegevens van mosselen in drie grootteklassen (let op: drie klassen is het maximum) en berekent de gemiddelde lengte en het aantal individuen binnen elk van deze klassen. De klassen zijn gedefinieerd als: klasse 1 (1-15 mm), klasse 2 (10-30 mm), klasse 3 (25-70 mm).

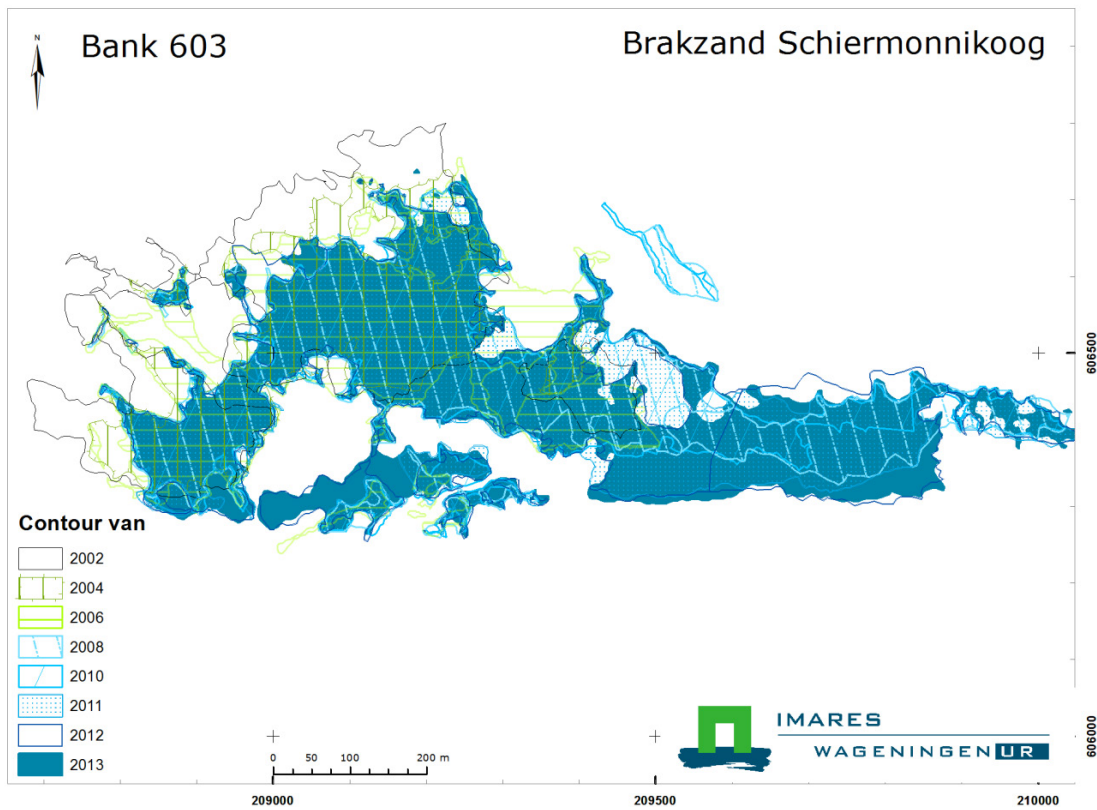
3 Resultaten

3.1 Verloop contouren en oppervlakte mosselbanken

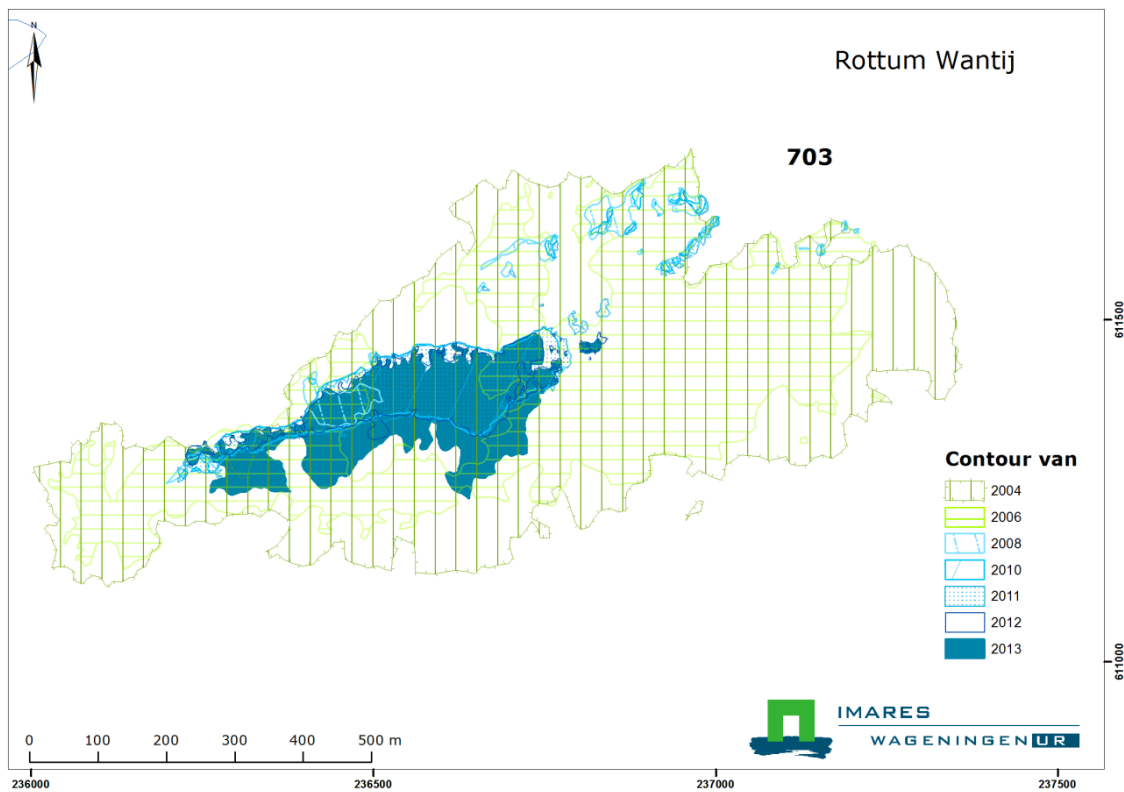
Elk jaar zijn de contouren van de individuele mosselbanken nauwkeurig ingemeten. Van elke contour is vervolgens het oppervlak dat bedekt was met mosselen berekend. Om het vergelijken van de contouren tussen de verschillende jaren te vergemakkelijken, zijn er kaarten gemaakt waarbij het oppervlak van het laatste jaar volledig is ingekleurd. De contouren van enkele daaraan voorafgaande jaren in gekleurde lijnen worden weergegeven. De ontwikkeling van de contouren tot en met 2013 is weergegeven in Figuur 3.1 t/m Figuur 3.5. Het verloop van de oppervlakte van de mosselbanken over de jaren is weergegeven in Bijlage 2. Het verloop van de oppervlakte en de bedekking over de jaren is geanalyseerd met een lineaire trendlijn en regressieanalyse. Mosselbanken 101, 734 en 735 werden in 2013 niet bezocht, de beschrijving van de ontwikkeling van deze banken loopt tot het laatste jaar waarin ze ingemeten zijn (paragraaf 3.5).



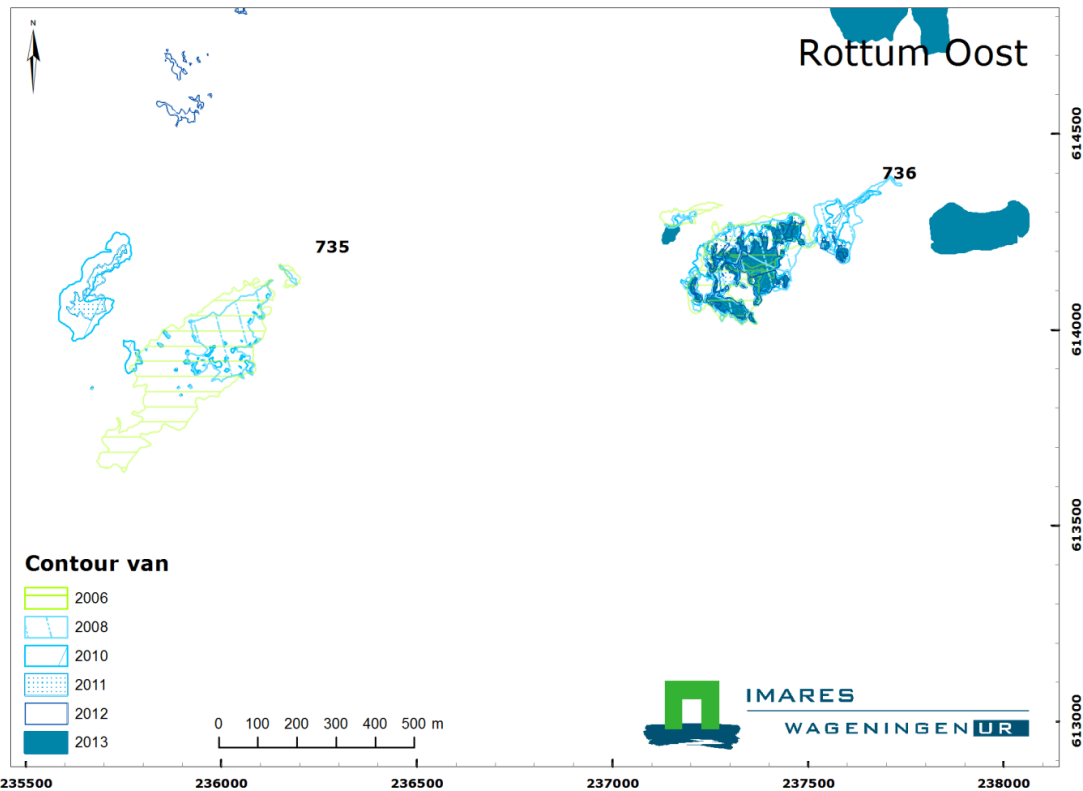
Figuur 3.1 Contouren mosselbanken 502 en 503 (Ameland) van 2002 t/m 2013.



Figuur 3.2 Contouren van mosselbank 603 (Brakzand, Schiermonnikoog) bepaald van 2002 t/m 2013.



Figuur 3.3 Contouren van mosselbank 703 (Rottum Wantij) bepaald van 2003 t/m 2013.



Figuur 3.5 Contouren van mosselbanken 735 en 736 (Rottumeroog) bepaald van 2006 t/m 2013

Samenvatting resultaten oppervlakte van mosselbanken

Hoewel er elk jaar wel kleine veranderingen te zien zijn, blijven mosselbanken 502, 503 en 603 qua contour en oppervlakte de laatste jaren het meest stabiel. De contouren en oppervlakten van mosselbanken 710 en 703 veranderen over de jaren sterk. De oppervlakten van mosselbanken 606, 607, 726, 734 en 735 zijn over de jaren dusdanig afgenomen dat niet langer van mosselbanken gesproken kan worden. De lineaire afname in het bedekte oppervlak is bij mosselbanken 606, 703, 726, 734 en 735 significant. Bij mosselbank 603 neemt het bedekte oppervlak juist significant toe. Mogelijk heeft ijsvorming in de winter van 2012/2013 bijgedragen aan lokale afname, terwijl de lokale broedval uit 2012 en 2013 eraan bijgedragen heeft dat er op sommige mosselbanken juist een toename is te zien.

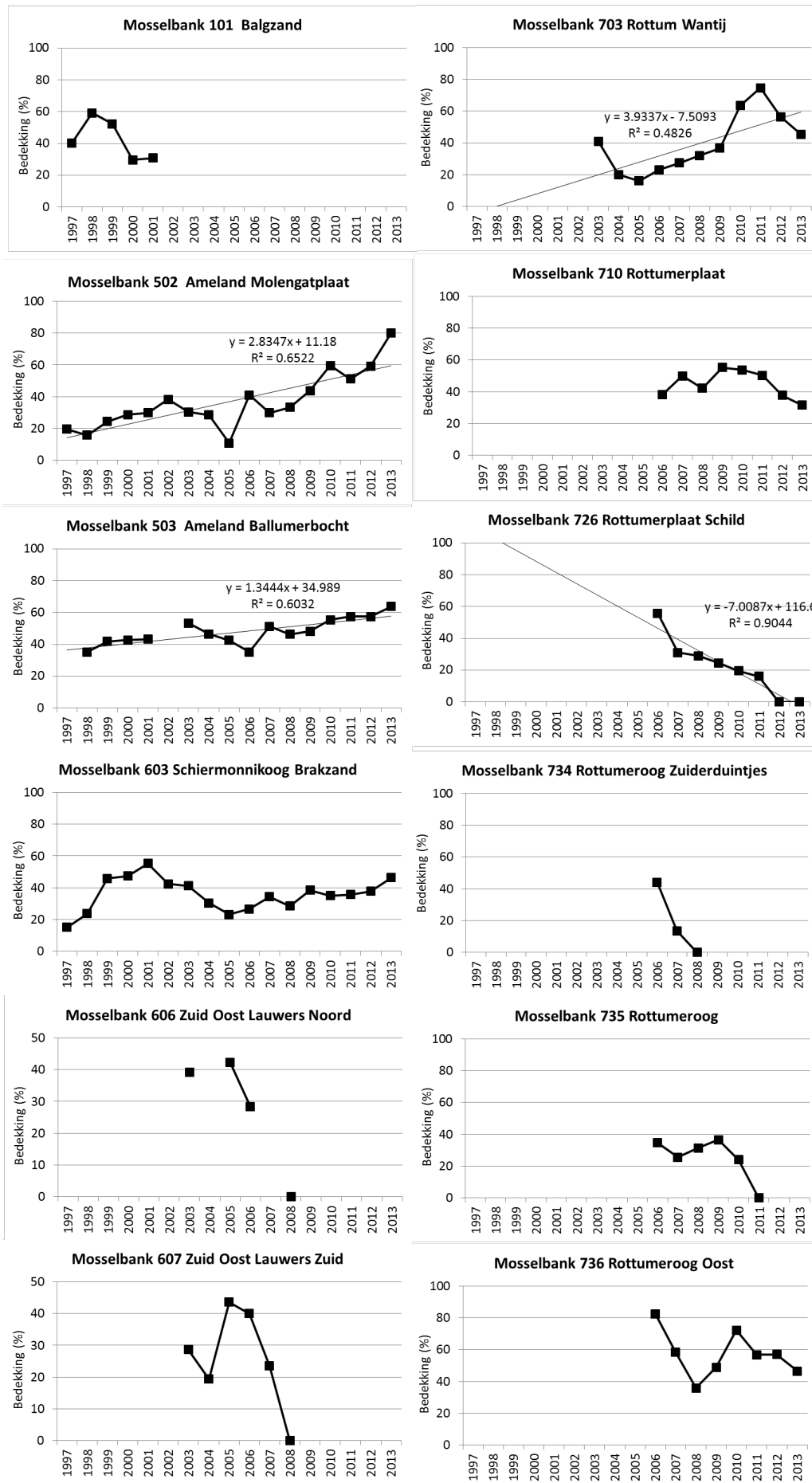
Sommige banken binnen dit project zijn dus erg stabiel in oppervlakte en contour en vertonen alleen kleine veranderingen tussen de jaren. Andere banken fluctueren juist erg en vertonen jaarlijks grote veranderingen in contour en bedekt oppervlakte (zowel toename als afname). Toch kunnen deze sterk fluctuerende mosselbanken ook jarenlang op een bepaalde kernlocatie aanwezig blijven en daarmee een stabiele mosselbank vertegenwoordigen (o.a. mosselbanken 703 en 710).

3.2 Mosselontwikkeling op mosselbanken

3.2.1 Bedekkingspercentage

Waar net ontstane mosselbanken (mosselzaadbanken) vaak bestaan uit een aaneengesloten 'deken' van mosselen, bestaan oudere mosselbanken over het algemeen uit vele losse mosselpatches met open plekken en prieltjes daartussen (een lappendeken). Om aan te geven welk deel van de oppervlakte van een mosselbank daadwerkelijk is bedekt met mosselen wordt in deze paragraaf het bedekkingspercentage beschreven (Figuur 3.6).

De bedekking per raai per mosselbank is weergegeven in Bijlage 3. Mosselbank 101 werd niet meer bezocht. Mosselbanken 606, 607, 726, 734 en 735 bleken zodanig in oppervlakte te zijn afgenomen dat niet meer van een mosselbank gesproken kon worden, de beschrijving van de ontwikkeling van deze banken loopt tot het laatste jaar waarin ze ingemeten zijn (zie paragraaf 3.5).

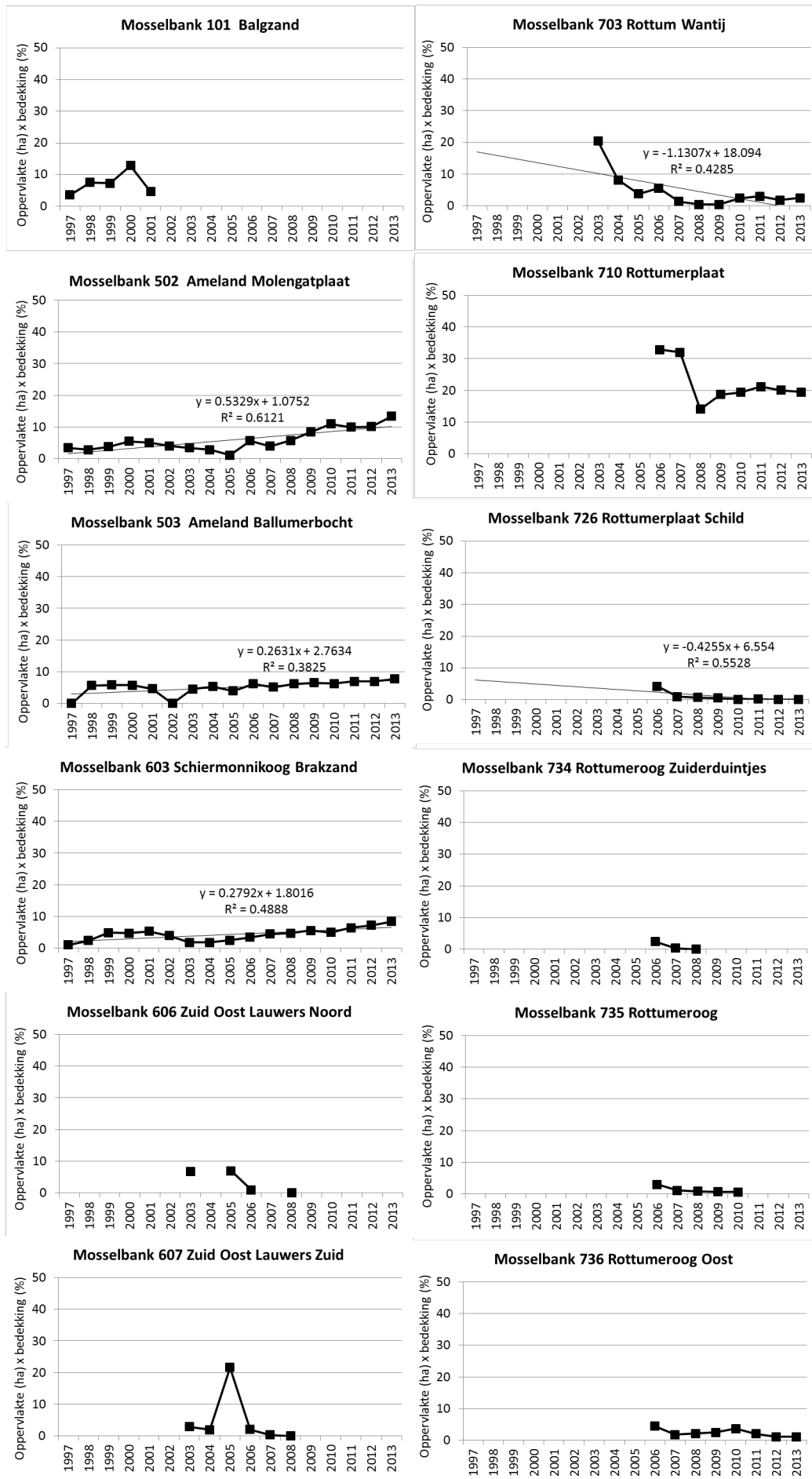


Figuur 3.6 Bedekkingspercentage van mosselbanken 1997 t/m 2013 (mossel en oester), met lineaire trendlijn bij significante lineaire toe- of afname.

In 2012 heeft de broedval lokaal gezorgd voor een aanvulling van de bedekking. De mosselbanken onder Rottum (710 en 736) werden in het najaar bezocht en daarop is in sommige gevallen ook nieuw mosselbroed uit 2013 gevonden. Jonge mosselbanken (tot 1 jaar) hebben een hoog bedekkingspercentage. Daarna neemt het bedekkingspercentage langzaam af door stormschade, predatie en patroonvorming (Koppel *et al.*, 2005). Wanneer dit regelmatig wordt aangevuld met nieuw mosselbroed of oesters blijft de bedekking schommelen rond de 40%. De bedekking van sommige oudere mosselbanken in het project neemt op deze manier zelfs significant toe (o.a. 502, 503 en 703). Wanneer er enkele jaren geen noemenswaardige broedval plaatsvindt, neemt de daadwerkelijk met mosselen bedekte oppervlakte verder af. De mosselbanken met weinig broedval lijken extra gevoelig voor stormschade en verdwijnen uiteindelijk (o.a. mosselbank 726).

Uit de bedekkingsraaien op de individuele banken (Bijlage 3) is af te leiden dat de bedekking binnen een bank erg kan verschillen. Sommige delen zijn dik bedekt, terwijl andere delen van dezelfde bank veel dunner bedekt kunnen zijn met mosselen. Juist doordat vaak de dunst bedekte delen in de winter wegstormen, kan het gemiddelde bedekkingspercentage toenemen, terwijl de bank eigenlijk achteruitgaat. Daarnaast kunnen open plekken die eerst tot de mosselbank werden gerekend, veranderen in 'baaien' met een opening van meer dan 25 m, waardoor ze niet meer tot de mosselbank gerekend worden of kan een grote mosselbank met veel open plekken veranderen in een aantal kleinere 'deel' mosselbanken die elk afzonderlijk een hoger bedekkingspercentage kunnen hebben. Daarom is een toenemend bedekkingspercentage over de jaren niet altijd een goed teken. Om te kunnen bekijken of een toename in bedekking ook daadwerkelijk een verbetering in de kwaliteit van de mosselbank betekent, wordt in Figuur 3.7 het werkelijk met mosselen bedekte oppervlak weergegeven (oppervlakte mosselbank x bedekking).

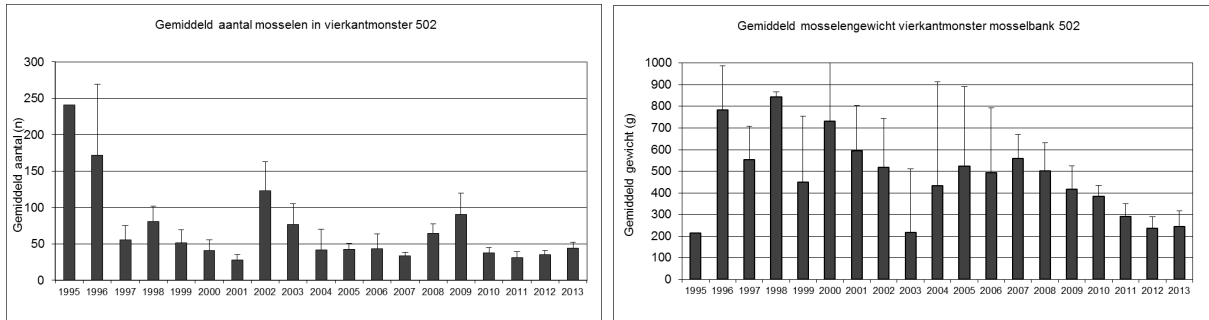
Het werkelijk met mosselen bedekte oppervlak laat een minder schommelend beeld zien dan de algemene bedekking. Bij mosselbank 703 is inderdaad te zien dat hoewel de algemene bedekking toeneemt, de kwaliteit van de bank wel degelijk achteruit gaat. Hier verdwijnen steeds meer dun bedekte delen, waardoor de overgebleven delen wel een hoge bedekking hebben, maar het totaal bedekte oppervlak significant afneemt. Ook bij mosselbank 736 is het werkelijk met mosselen bedekte oppervlak nog maar zeer klein, terwijl de algemene bedekking nog relatief hoog is. De kans is groot dat deze mosselbanken in de volgende winter zullen verdwijnen wanneer er in de zomer geen nieuw mosselbroed op valt om de natuurlijke afname aan te vullen. Alleen op mosselbank 502 en 603 lijkt het werkelijk bedekte oppervlak toegenomen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de toename in oesterbedekking (502) en door een lichte mosselbroedval in 2009 (603) op deze mosselbanken.



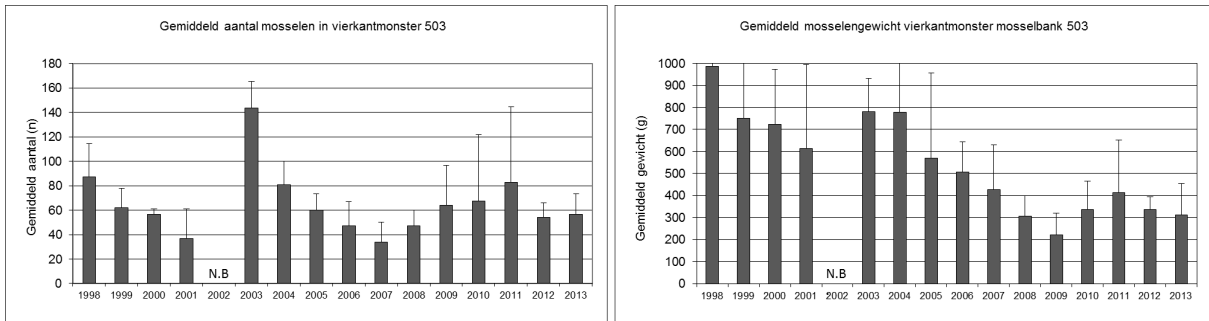
Figuur 3.7 Daadwerkelijk met mosselen bedekte oppervlakte (ha) per mosselbank (oppervlakte x bedekking)

3.2.2 Ontwikkeling aantal en gewicht mosselen op mosselbanken

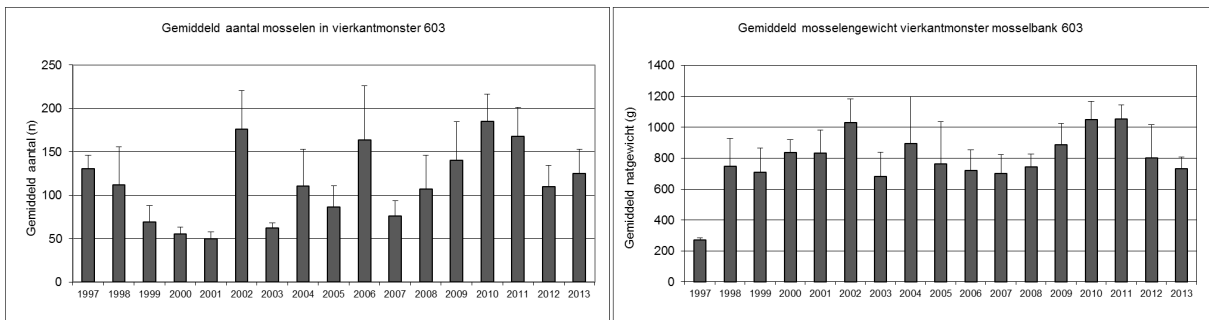
Het aantal en het gewicht van de mosselen op de mosselbank geeft een beeld van de bedekking en de samenstelling van de mosselen op de bank, en daarmee van de kwaliteit. Hoe hoger de bedekking, hoe groter het aantal mosselen dat in de vierkantmonsters wordt gevonden en hoe ouder deze mosselen zijn, hoe hoger het gewicht. Het verloop van het aantal en gewicht van de mosselen op de mosselbank is weergegeven in Figuur 3.8 t/m Figuur 3.15.



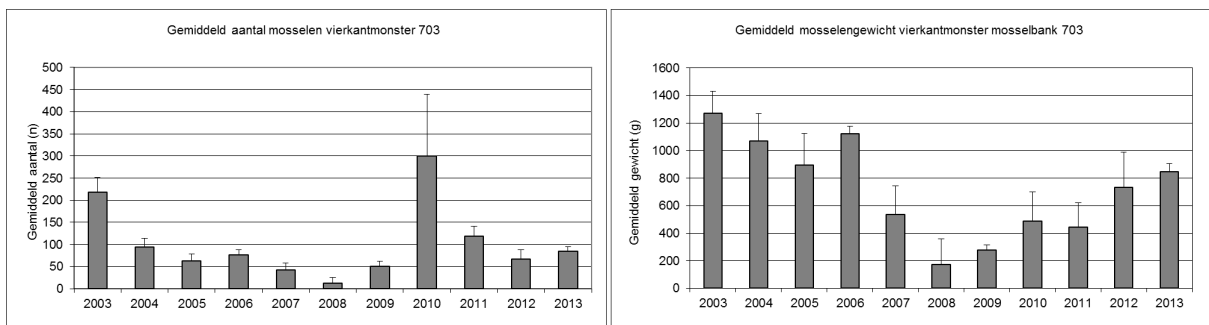
Figuur 3.8 Ontwikkeling mosselen (aantal en totaal gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 502 van 1997 t/m 2013.



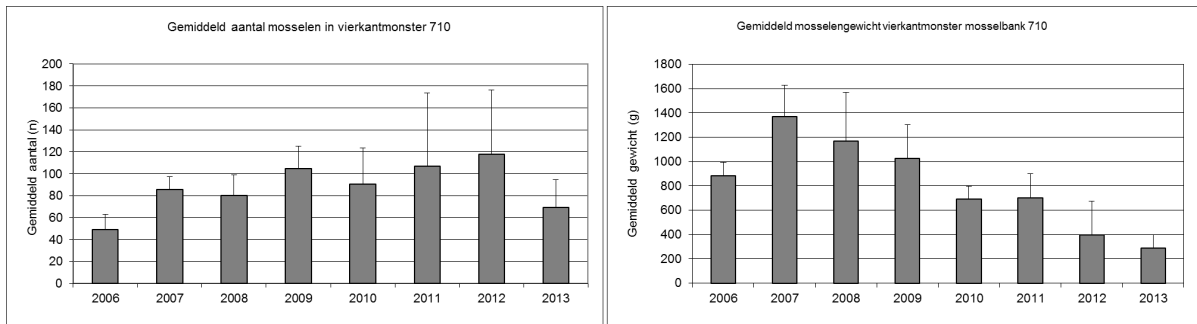
Figuur 3.9 Ontwikkeling mosselen (aantal en totaal gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 503 van 1998 t/m 2013.



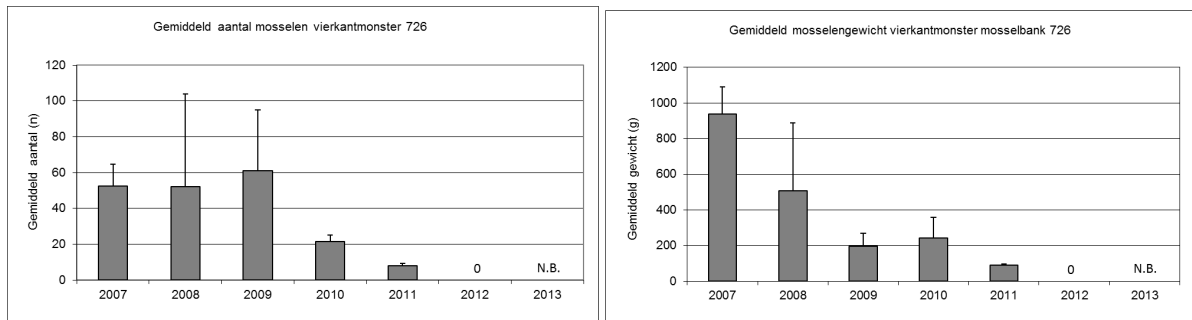
Figuur 3.10 Ontwikkeling mosselen (aantal en totaal gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 603 van 1997 t/m 2013.



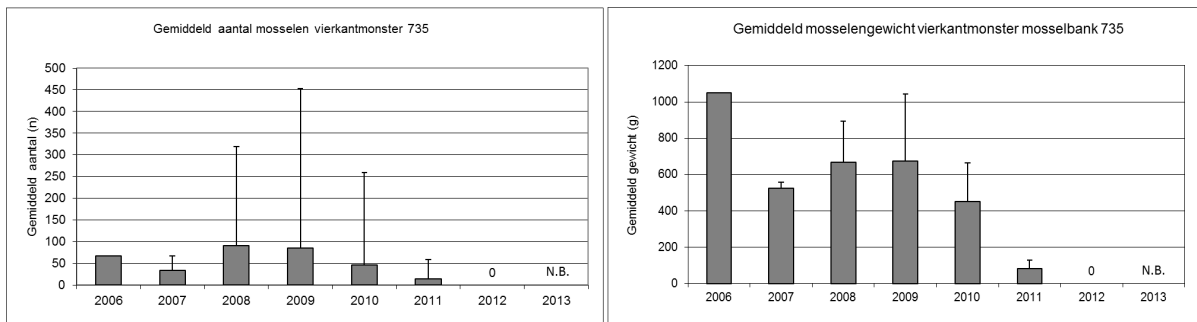
Figuur 3.11 Ontwikkeling mosselen (aantal en totaal gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 703 van 2003 t/m 2013.



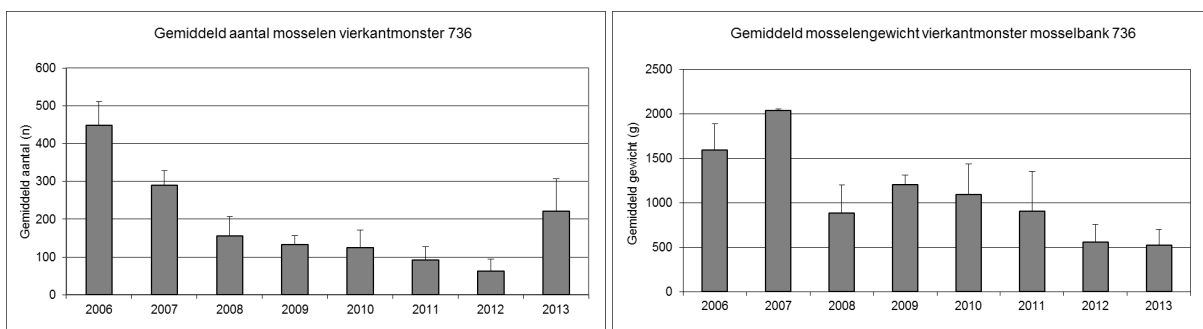
Figuur 3.12 Ontwikkeling mosselen (aantal en totaal gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 710 van 2006 t/m 2013.



Figuur 3.13 Ontwikkeling mosselen (aantal en totaal gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 726 van 2006 t/m 2013.



Figuur 3.14 Ontwikkeling mosselen (aantal en totaal gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 735 van 2006 t/m 2013.



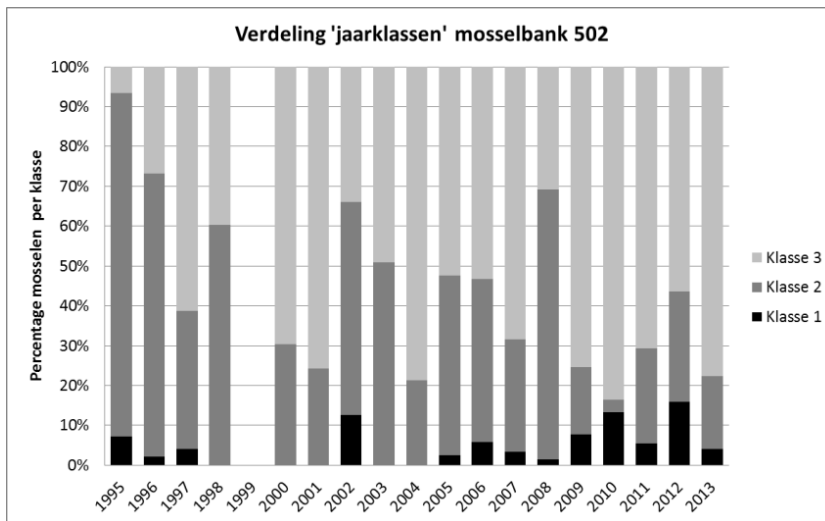
Figuur 3.15 Ontwikkeling mosselen (aantal en totaal gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 736 van 2006 t/m 2013.

Aan het verloop van het aantal en het gewicht aan mosselen op de mosselbank is goed te zien dat regelmatige broedval er voor zorgt dat de bedekking met mosselen op de mosselbank op peil blijft (o.a. mosselbank 502 en 503). In de jaren na de broedval neemt het aantal en gewicht langzaam af tot er weer een nieuwe broedval optreedt (o.a. mosselbank 603). Soms neemt het gewicht aan mosselen nog een aantal jaren toe na de broedval door de groei van de mosselen (o.a. mosselbank 703 en 736). Wanneer er geen broedval optreedt, neemt het aantal en gewicht aan mosselen op de

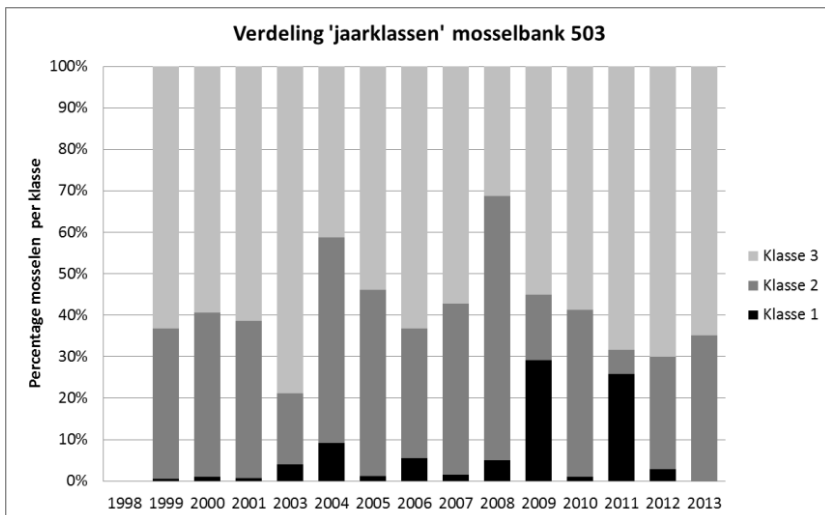
mosselbank steeds verder af en verdwijnt de mosselbank uiteindelijk. In 2013 is alleen op mosselbank 736 een duidelijke invloed van nieuw mosselbroed te zien. Het aantal mosselen in de vierkantmonsters op deze bank stijgt sterk, terwijl het gewicht min of meer gelijk blijft (veel kleine mosselen).

3.2.3 Verdeling jaarklassen mosselpopulatie

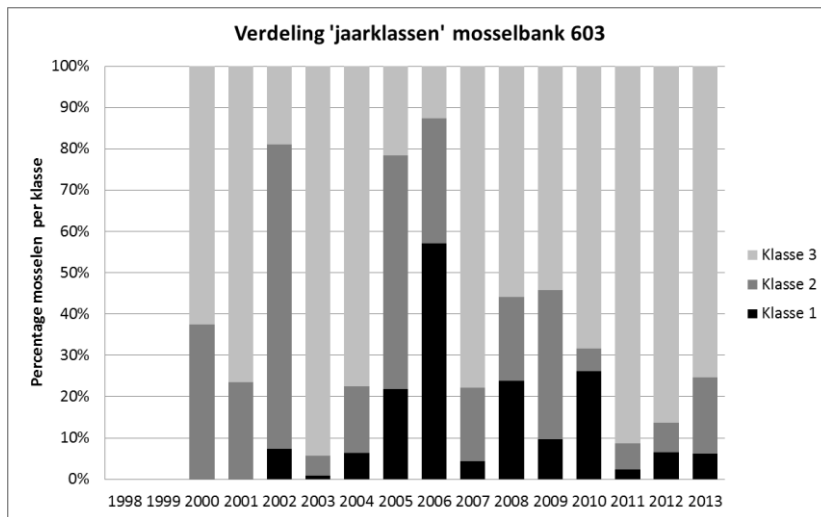
In de Figuur 3.16 t/m Figuur 3.21 zijn de verschillende 'jaarklassen' op de mosselbank weergegeven. Daarvoor zijn de lengte-frequentie-clusters (Bijlage 3) opgesplitst in groepen (tot maximaal drie per mosselbank). De verschillende jaarklassen zijn herkenbaar aan verschillende clusters van deze mm-klassen. De interpretatie van lengtefrequentieverdeling naar jaarklassen is uitgevoerd met het daarvoor gemaakt programma MUSSEL (Brinkman, 2003). In sommige jaren 'past' de gekozen verdeling in klassen niet op de lengtefrequentieverdeling van de bank. In dat geval wordt de verdeling naar jaarklassen niet in de figuur weergegeven. Mosselbanken 101, 606, 607, 734 en 735 worden (al enkele jaren) niet bezocht, de ontwikkeling van de lengtefrequentieverdeling van de mosselpopulatie van deze banken wordt in deze paragraaf niet meer beschreven.



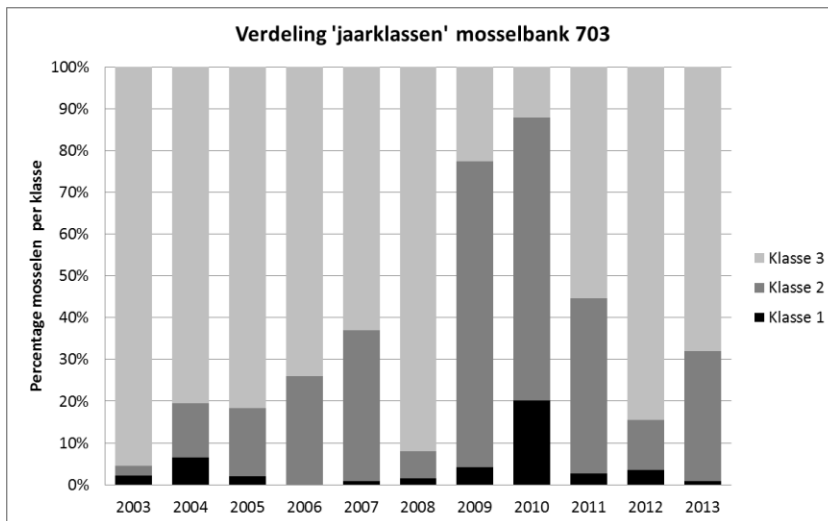
Figuur 3.16 'Jaarklassenverdeling' in percentage aanwezigheid van mosselen op mosselbank 502 van 1995 t/m 2013. De drie klassen zijn geanalyseerd met het programma MUSSEL. In verband met een 'mismatch' met het model (zie bijlage 3) is 1999 niet in de grafiek opgenomen.



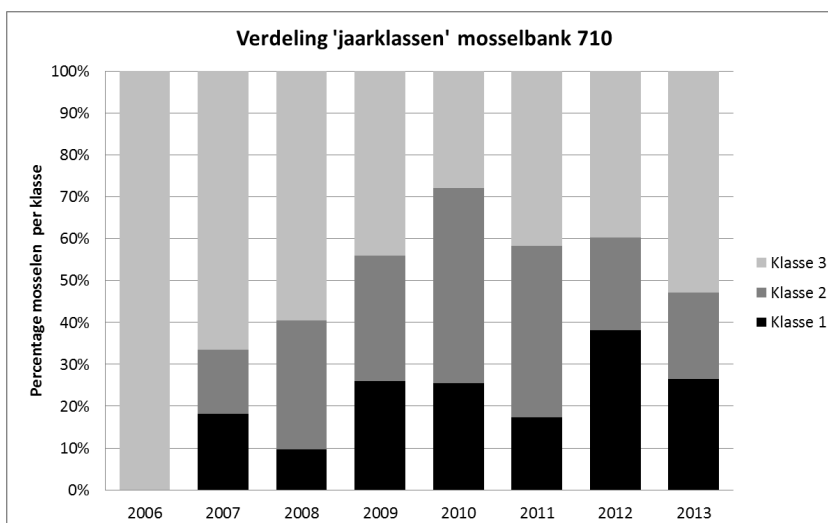
Figuur 3.17 'Jaarklassenverdeling' in percentage aanwezigheid van mosselen op mosselbank 503 van 1998 t/m 2013. De drie klassen zijn geanalyseerd met het programma MUSSEL. In verband met een 'mismatch' met het model (zie bijlage 3) is 1998 niet in de grafiek opgenomen.



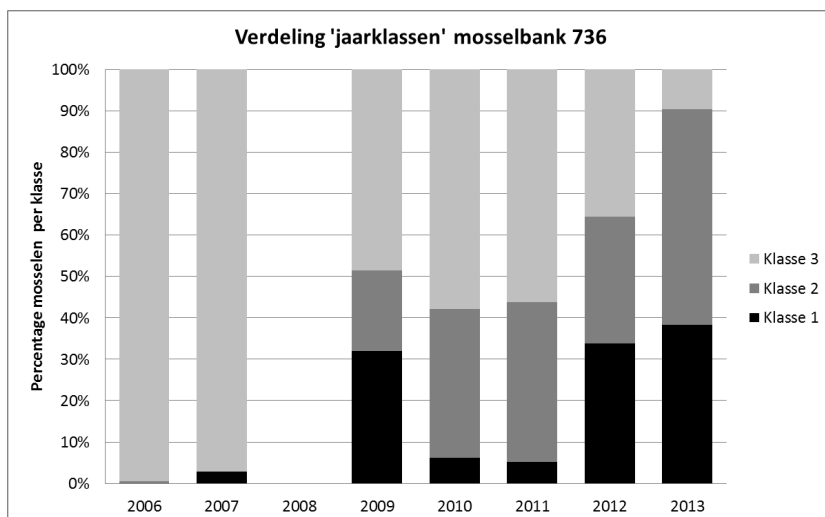
Figuur 3.18 'Jaarklassenverdeling' in percentage aanwezigheid van mosselen op mosselbank 603 van 1998 t/m 2013. De drie klassen zijn geanalyseerd met het programma MUSSEL. In verband met een 'mismatch' met het model (zie bijlage 3) zijn 1998 en 1999 niet in de grafiek opgenomen.



Figuur 3.19 'Jaarklassenverdeling' in percentage aanwezigheid van mosselen op mosselbank 703 van 2003 t/m 2013. De drie klassen zijn geanalyseerd met het programma MUSSEL.



Figuur 3.20 'Jaarklassenverdeling' in percentage aanwezigheid van mosselen op mosselbank 710 van 2006 t/m 2013. De drie klassen zijn geanalyseerd met het programma MUSSEL.



Figuur 3.21 'Jaarklassenverdeling' in percentage aanwezigheid van mosselen op mosselbank 736 van 2006 t/m 2012. De drie klassen zijn geanalyseerd met het programma MUSSEL. In verband met een 'mismatch' met het model (zie bijlage 3) is 2008 niet in de grafiek opgenomen.

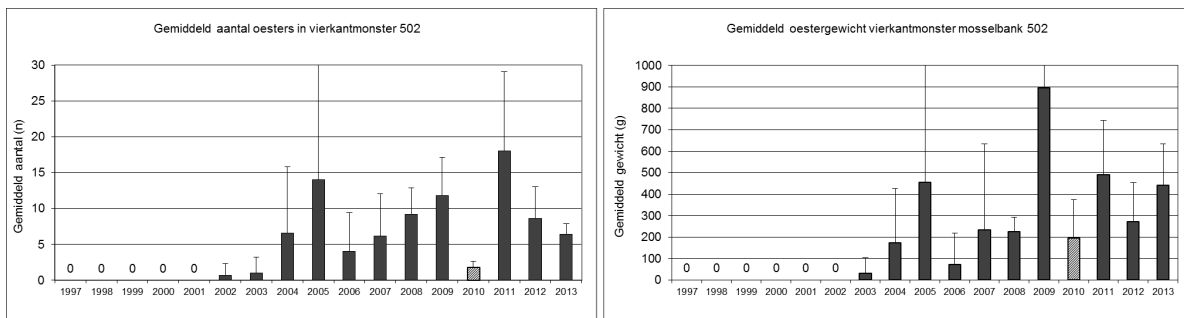
Algemeen kan geconcludeerd worden dat op alle mosselbanken binnen het project inmiddels mosselen van verschillende jaarklassen voorkomen (herkenbaar aan aparte clusters van meerdere mm-klassen). Op sommige banken zijn duidelijke pieken te herkennen van een broedval uit 2007, 2008, 2009, 2011 of 2012 (en op bank 736 van 2013). De dichtheden van de oorspronkelijke broedval in een bepaald jaar (uitgedrukt in aantal per mm-klasse per m²) nemen in de daarop volgende jaren langzaam af. Wanneer er in volgende jaren geen nieuwe broedval optreedt op de mosselbank, neemt de totale dichtheid langzaam af tot ongeveer 50 mosselen/m² per mm-klasse (zie Bijlage 3). In 2003, bijvoorbeeld, kwamen verschillende mm-klassen nog in dichtheden van enkele honderden per m² voor, in 2004 kwamen maar enkele boven de 50/m² en in 2005 is dat nog verder afgenomen. Dit beeld is vergelijkbaar met de ontwikkeling vóór 2001 toen de aantallen na eerdere goede broedvallen ook afnamen en zich stabiliseerden op niveaus waarbij de maximale aantallen per mm-klasse nauwelijks boven de 50 per m² kwamen.

In 2007, 2008, 2009, 2011 en 2012 heeft op de meeste mosselbanken een lichte broedval plaatsgevonden waardoor bij sommige jaarklassen de mm-klassen weer boven de 50/m² uitkomen. De normaal optredende broedval is net voldoende om de mossel-populatie op de korte termijn in stand te houden, maar af en toe optredende goede broedvallen zijn nodig voor lange termijn overleving van een mosselbank (zie mosselbank 703). Uit de histogrammen (Bijlage 3 – en zie ook Figuur 3.15) blijkt ook dat nieuw mosselbroed niet op elke mosselbank in gelijke mate valt, en dat op een mosselbank in een bepaald jaar veel mosselbroed kan vallen (mosselbank 736) terwijl dat bij de andere mosselbanken niet of nauwelijks het geval is (503 en 703).

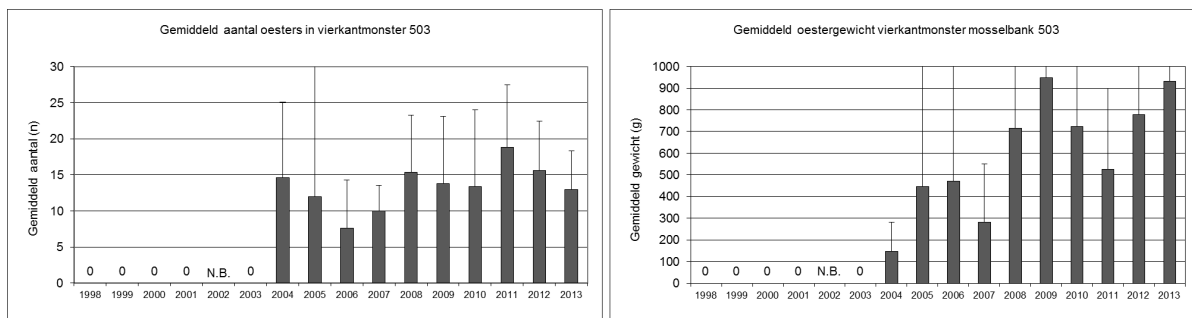
3.3 Oesterontwikkeling op mosselbanken

In de afgelopen jaren zijn er op enkele individuele mosselbanken ook Japanse oesters gaan groeien. In de meeste gevallen zijn er echter tussen de oesters nog zoveel mosselen te vinden dat er gesproken wordt van een gemengde mosselbank (mosselen + oesters). Wanneer er nauwelijks mosselen tussen de oesters groeien en de oesters rechtop staan, wordt gesproken van een oesterrif. Tot nu toe is nog geen van de mosselbanken veranderd in een oesterrif.

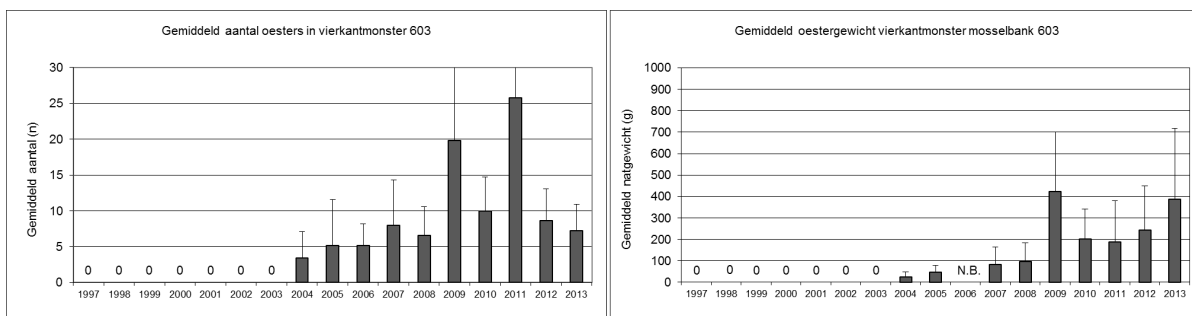
De aantallen en gewichten van de oesters die in de monsters werden gevonden, zijn weergegeven in Figuur 3.22 t/m Figuur 3.27. In Bijlage 4 wordt een weergave gegeven van de oesterbedekking op de mosselbanken. Er wordt geen beschrijving gegeven van de oesterontwikkeling op mosselbanken 101, 606, 607, 726, 734 en 735 omdat deze banken in voorgaande jaren verdwenen zijn of niet meer bezocht werden.



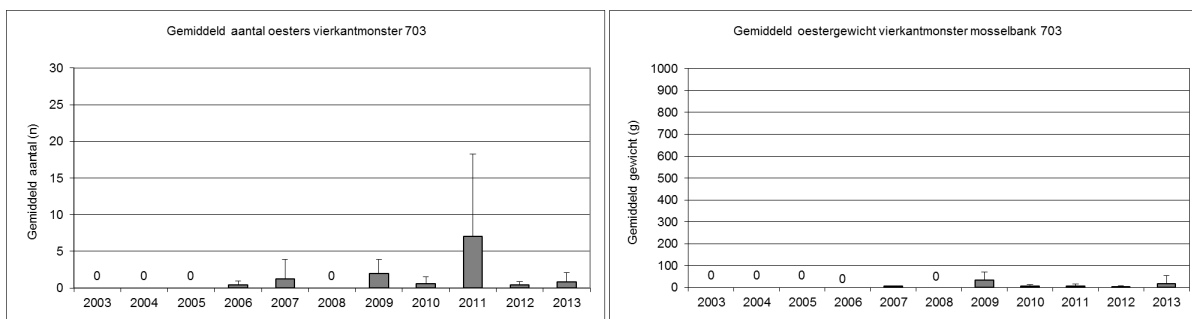
Figuur 3.22 Ontwikkeling oesters (aantal en gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 502 van 1997 t/m 2013. In 2010 mist een monster op het dichtst bedekte oesterdeel.



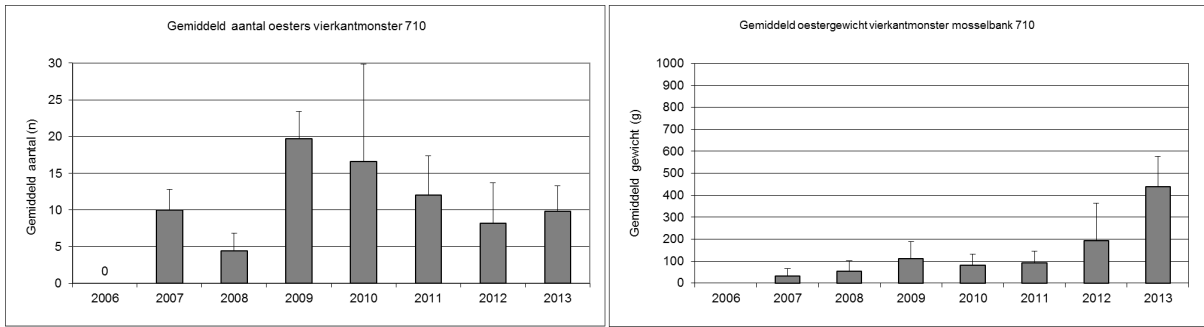
Figuur 3.23 Ontwikkeling oesters (aantal en gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 503 van 1997 t/m 2013.



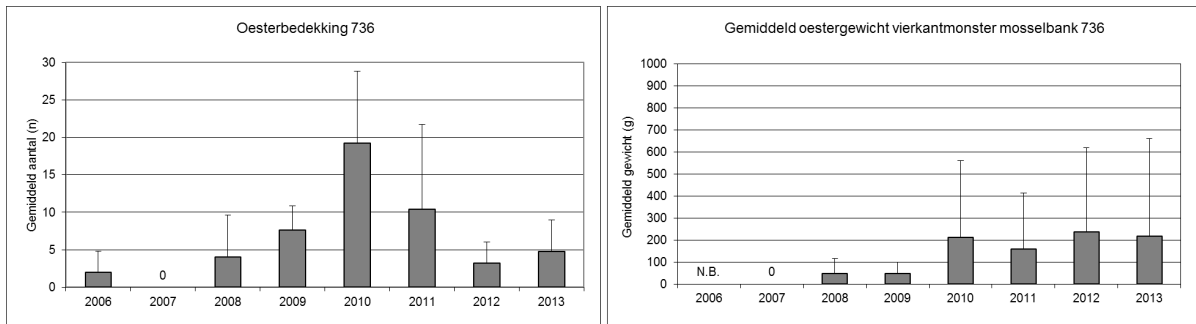
Figuur 3.24 Ontwikkeling oesters (aantal en gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 603 van 1997 t/m 2013 (in 2006 zijn de oesters niet gewogen).



Figuur 3.25 Ontwikkeling oesters (aantal en gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 703 van 2003 t/m 2013.



Figuur 3.26 Ontwikkeling oesters (aantal en gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 710 van 2006 t/m 2013.

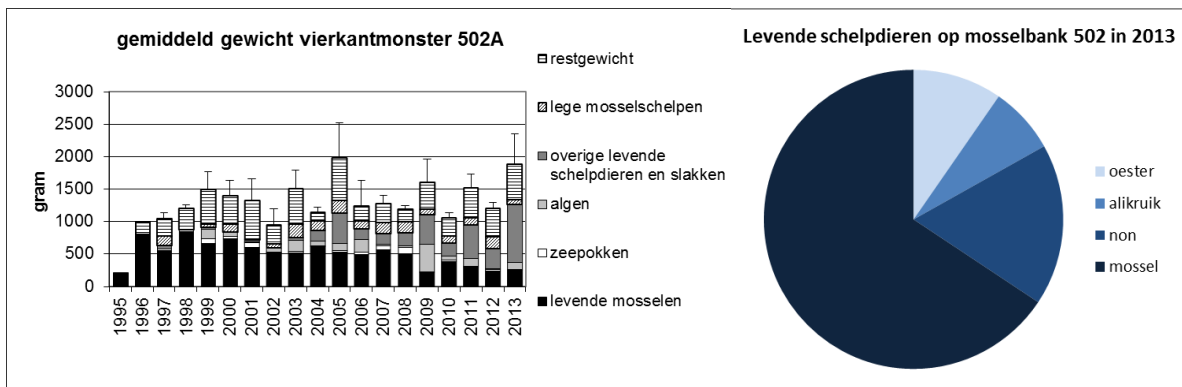


Figuur 3.27 Ontwikkeling oesters (aantal en gewicht) in de vierkantmonsters (1/20 m²) op mosselbank 736 van 2006 t/m 2013 (in 2006 zijn de oesters niet gewogen).

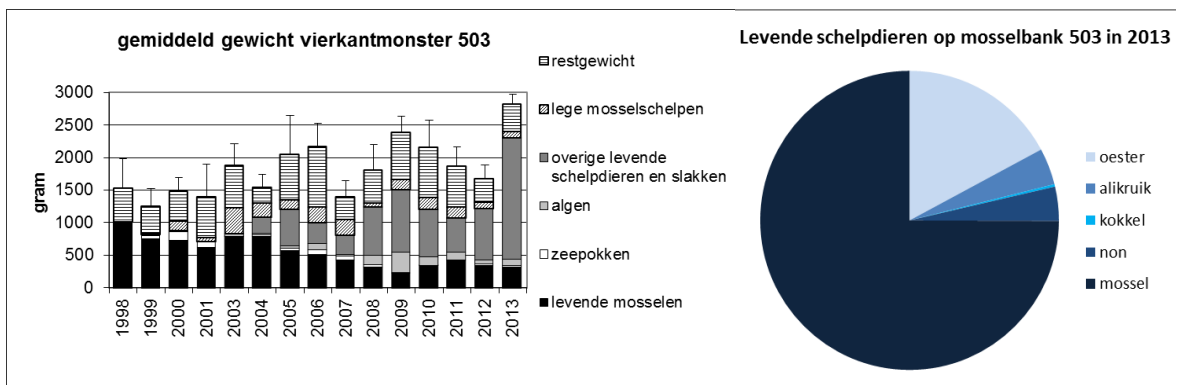
Duidelijk is dat er ontwikkeling van Japanse oesters plaatsvindt op alle in het onderzoek betrokken mosselbanken, alleen op mosselbank 703 is dit nog minimaal. De oesterontwikkeling lijkt vaak aan de kant van de dichtstbijzijnde geul te beginnen en langzaam over de mosselbank uit te spreiden (eigen waarneming). Uit de gegevens van de vierkantmonsters blijkt, dat het aantal levende oesters soms in een jaar zeer sterk kan toenemen, maar soms ook kan afnemen. De laatste jaren lijkt het aantal oesters op de sommige mosselbanken te stabiliseren en zelfs iets af te nemen (502, 503 en 603). Vaak neemt het gewicht op deze banken wel toe omdat de aanwezige oesters zijn gegroeid. De in het project betrokken mosselbanken hebben zich in de meeste gevallen uiteindelijk tot een gemengde mosselbank ontwikkeld, waar tussen de rechtopstaande oesters nog veel mosselen te vinden zijn. In één mosselbank lijken de mosselen pas na het ontstaan van een oesterrif te zijn gekomen (736 Rottumeroog Oost). Het oesterrif vormt een sterke beschermingszone tegen afslag aan de geulzijde, hoewel er in 2011, 2012 en 2013 flinke stukken van zijn afgeslagen en er veel mosselen tussen zitten waardoor het rif nu nog nauwelijks te onderscheiden is. De oesters zouden mogelijk extra stevigheid kunnen geven, maar tijdens winterstormen verdwijnen ook wel oesterdelen.

3.4 Samenstelling leefgemeenschap op mosselbanken

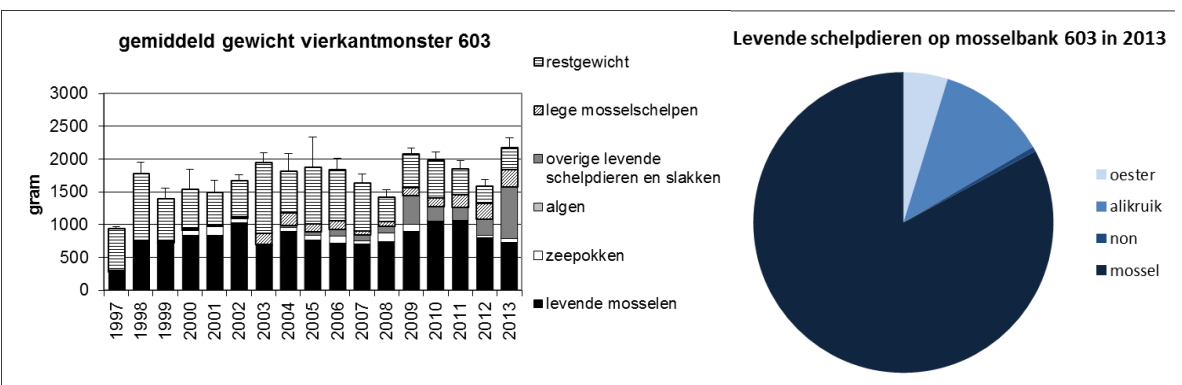
De samenstelling van de gemeenschap op de mosselbanken is weergegeven in Figuur 3.28 t/m Figuur 3.33. Er wordt in de grafieken onderscheid gemaakt tussen levende mosselen, lege mosselschelpen, levende zeepokken, levende macro-algen (zoals zeesla en blaasjeswier), andere levende schelpdieren (inclusief oesters) en slakken en het restgewicht (voornamelijk lege schelpen anders dan van lege mosselschelpen). Voor elk laatste jaar wordt weergegeven om welke tweekleppige schelpdieren en slakken het gaat en in welke verdeling ze voorkomen.



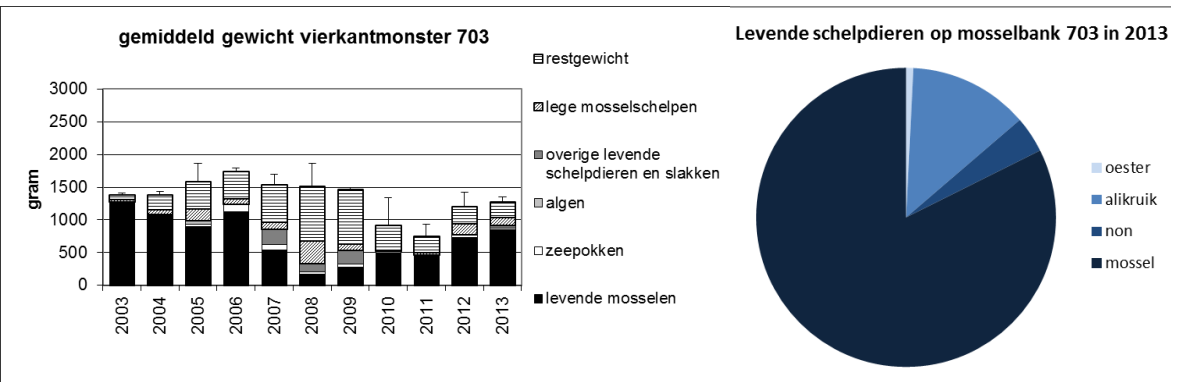
Figuur 3.28 Samenstelling gemeenschap (gemiddeld gewicht) en verdeling van de aantallen schelpdieren en slakken op mosselbank 502 (vierkant-monsters 1/20 m²) van 1995 tot 2013.



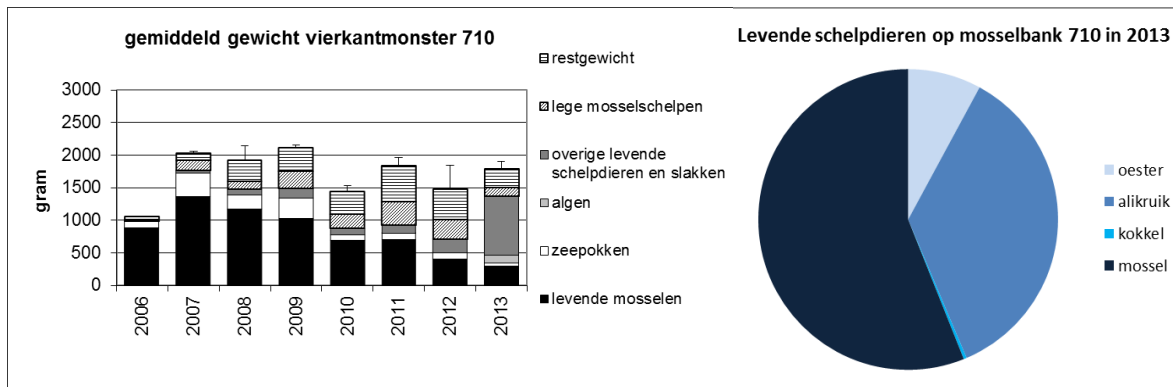
Figuur 3.29 Samenstelling gemeenschap (gemiddeld gewicht) en verdeling van de aantallen schelpdieren en slakken op mosselbank 503 (vierkant-monsters 1/20 m²) van 1998 tot 2013.



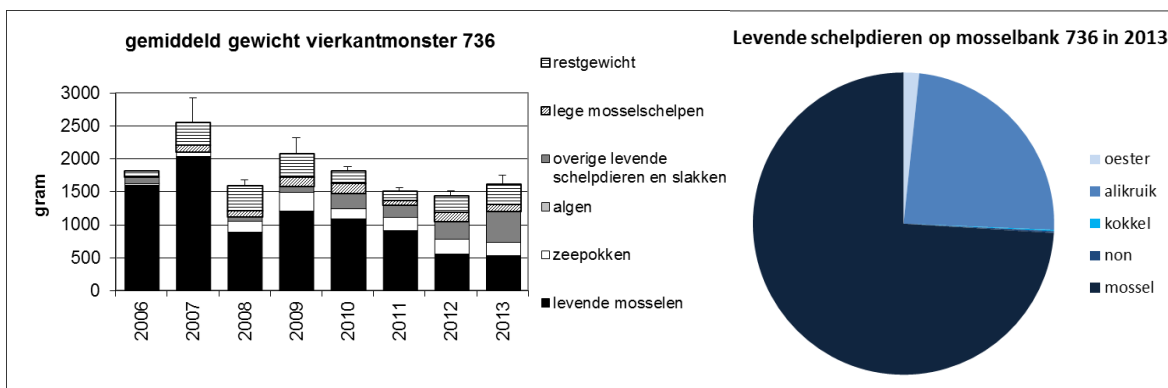
Figuur 3.30 Samenstelling gemeenschap (gemiddeld gewicht) en verdeling van de aantallen schelpdieren en slakken op mosselbank 603 (vierkant-monsters 1/20 m²) van 1997 tot 2013.



Figuur 3.31 Samenstelling gemeenschap (gemiddeld gewicht) en verdeling van de aantallen schelpdieren en slakken op mosselbank 703 (vierkant-monsters 1/20 m²) van 2003 tot 2013.



Figuur 3.32 Samenstelling gemeenschap (gemiddeld gewicht) en verdeling van de aantallen schelpdieren en slakken op mosselbank 710 (vierkant-monsters 1/20 m²) van 2006 tot 2013.



Figuur 3.33 Samenstelling gemeenschap (gemiddeld gewicht) en verdeling van de aantallen schelpdieren en slakken op mosselbank 736, (vierkant-monsters 1/20 m²) van 2006 tot 2013.

In alle in het project betrokken mosselbanken zijn mosselen in aantal nog de meest voorkomende schelpdieren, maar er komen ook andere schelpdieren voor. Oesters en alikruik komen op de meeste banken veel voor. Kokkels en nonnetjes komen op veel banken voor, maar altijd in lage dichtheden. Op sommige mosselbanken neemt het gewicht aan oesters over de jaren sterk toe (o.a. 502, 503 en 710), op andere banken niet (o.a. 703, 736). Algemeen kan geconcludeerd worden dat, na het ontstaan van een mosselbank of een goede mosselbroedval, het percentage levende mosselen op een mosselbank langzaam afneemt over de jaren. Dit wordt veroorzaakt door een toename in lege schelpen, algen, zeepokken, andere schelpdieren en slakken en restgewicht op de mosselbank. Jonge mosselbanken kunnen voor meer dan 90% uit levende mosselen bestaan, met levende mosselgewichten boven de 40 kg/m². Wanneer er regelmatig nieuw broed valt op de mosselbank blijft het gewicht aan levende mosselen in verhouding tot de andere categorieën van oudere mosselbanken daarna redelijk constant rond 40%, met een mosselgewicht tussen de 10 en 20 kg/m².

3.5 Ontwikkeling per individuele mosselbank

Bank 101 Balgzand

Deze mosselbank is ontstaan met de broedval van 1992. Voor die tijd lag er een kokkelbank op die plek. De bank is voor het eerst bezocht in 1994, maar de contour is pas vanaf 1997 met gps gemeten. In 1997 is de mosselbank goed bedekt met mosselbroed en kleine mosselen uit 1996. Tot 1999 viel er regelmatig nieuw broed op de mosselbank waardoor de bedekking min of meer gelijk blijft. In 2000 is er veel broed gevallen op de mosselbank, waardoor de oppervlakte flink toenam. De jaren daarna nam de bank jaarlijks in oppervlakte en bedekking af. Vanaf 2004 is de bank niet meer bezocht in verband met een krimpend budget. Uit de jaarlijkse inventarisatie van het totale mosselareaal in de gehele Waddenzee (Van den Ende *et al.*, 2013) blijkt dat er op die locatie nog steeds een mosselbank ligt. Het is onbekend hoe de bedekking, de mosseljaarklassen en de levensgemeenschap zich op deze mosselbank ontwikkelen.

Bank 502 Ameland Molengatplaat

De mosselbank is ontstaan in 1994 en in 1995 voor het eerst bezocht. De piek uit de broedval van 1994 blijft, aangevuld met broedvallen uit 1995 en 1997, in de lengte-frequentie-histogrammen nog tot 2001 duidelijk herkenbaar (Bijlage 2). In 2001, 2005, 2009 en 2011 is er opnieuw een kleine broedval op de bank geweest. Al 19 jaar vormt deze bank nu een stabiele structuur van nu zo'n 18 hectare. Een aantal jaren werd alleen het noordelijke deel bekeken, omdat het zuidelijke (beviste) deel enkele jaren na het ontstaan in 1994 verdween en daarna ontwikkelde als oesterbank. Omdat de gehele bank inmiddels uit oesters en mosselen bestaat, is vanaf 2009 de bedekking op de hele bank weer bepaald. De bedekking van deze bank neemt jaarlijks (lineair) toe. Deze toename kan veroorzaakt worden door de uitbreiding van de oesters naar het noorden. Tussen de oesters zitten nog veel mosselen. In 2001 heeft er voor het eerst een oesterbroedval plaatsgevonden op de mosselbank. In 2002 resulteerde dit in oesters van 2-3 cm die in dichtheden van enkele tientallen individuen per vierkante meter lagen.

In 2006 neemt het aantal oesters in de vierkantmonsters plots sterk af. Dit wordt veroorzaakt door het verschuiven van de vierkantmonsters van het deel dicht bij de geul, naar het midden van de bank waar de dichtheden oesters lager waren. Vanaf 2008 werden in de gehele mosselbank oesters gevonden, maar vooral in het zuidelijke deel vormden ze een rif. Op de hele bank zijn, ook in het gedeelte met rechtopstaande oesters, nog (veel) mosselen te vinden. Om deze reden spreken we van een gemengde mosselbank. Vanaf 2012 lijkt de groei in aantal oesters op deze mosselbank wel te stagneren, voor het eerst sinds vijf jaar (m.u.v. 2010) worden er minder levende oesters per vierkantmonster gevonden. Het gemiddelde gewicht aan mosselen lag jaren rond de 24 kg/m², waarvan zo'n 10 kg (40%) aan levende mosselen. Dit is vanaf 2009 afgenomen tot 5 kilogram (20%). Dit lijkt veroorzaakt te worden door het toegenomen aandeel (in gewicht) van oesters (andere schelpdieren), lege oesterschelpen (restgewicht) en blaasjeswier (*Fucus*) (algen) in de mosselbank.

Bank 503 Ameland Ballumerbocht

De mosselbank is waarschijnlijk ontstaan in 1994, maar daarna door stormen sterk achteruitgegaan. De bank vormt al minimaal 19 jaar een stabiele structuur van zo'n 10 hectare. Toen de mosselbank in 1998 voor het eerst werd bezocht, bestond het merendeel uit mosselen uit jaarklasse 1996. De broedvallen van 1995 t/m 1998 bleven tot 2001 zichtbaar in de histogrammen. In 1998 zijn in de lengtefrequentieverdeling duidelijk vier groepen te onderscheiden (Bijlage 2). In 2009 en 2011 overheersen jongere jaarklassen, waarschijnlijk door een lichte broedval in 2007, 2008 en 2010 op deze mosselbank. In 2013 bestaat de bank alleen uit oudere jaarklassen. De bedekking neemt de laatste jaren licht toe. Dit wordt ook voor een deel door de oesters bepaald, vooral in het oostelijk deel. Er is bekend dat er in het oostelijk deel al vanaf 2000 veel oesters voorkwamen en dat deze zich over de zuidelijke rand van de mosselbank verder uitbreidden. Vanaf 2004 worden oesters gevonden in de vierkantmonsters. Vanaf 2008 zijn in de gehele mosselbank oesters te vinden, maar vooral in het zuidelijke deel vormen ze rechtopstaande structuren.

De oesterbedekking lijkt zich de laatste jaren te stabiliseren rond de 15 levende oesters per monster. Overall zijn nog (veel) mosselen te vinden. Om deze reden spreken we ook in 2012 van een gemengde mosselbank en niet van een oesterrif. In het noordelijke deel overheersen de mosselen en is het percentage oesters lager. De hele mosselbank is erg slikkig. Door slikkige omstandigheden werd het noordelijk deel (broedval 2001) van de mosselbank niet ingelopen. In 2006 is dit echter eenmalig wel gedaan. Dit deel is toen niet meegerekend in de oppervlaktebepaling, de noordzijde van de oorspronkelijke bank wordt sinds die tijd door middel van een min of meer rechte lijn begrensd. Tijdens het bezoek aan de mosselbank in 2010 werd het slikkige noordelijke deel nog steeds waargenomen en zijn de randen op basis van enkele herkenningspunten grofweg ingetekend (Fig. 4.2), maar niet meegerekend in de oppervlakte-bepaling. Het slikkige deel leek toen al dunner bedekt dan het nauwkeurig ingelopen deel. In 2012 en 2013 bleek dit deel grotendeels verdwenen. Het mosselgewicht per oppervlakte-eenheid lijkt tot 2010 jaarlijks iets af te nemen, maar daarna te stabiliseren. In 2013 ligt dit iets onder de 10 kg/m² (20%).

Bank 603 Schiermonnikoog Brakzand

De mosselbank is ontstaan in 1994 en in 1995 voor het eerst bezocht. Al meer dan 19 jaar vormt de bank een stabiele structuur van nu zo'n 19 hectare. De oppervlakte neemt langzaam (lineair) toe. De

laatste jaren zijn er wel grote inhammen in gekomen door stormschade. Het oostelijke deel dat in 2008 aan de mosselbank is gegroeid heeft zich verder ontwikkeld. De mosselen zijn waarschijnlijk ingestroomd van andere delen van de mosselbank of de grotere mosselbank die direct noordoostelijk aan mosselbank 603 grenst. Door het aangegroeide oostelijke deel zijn deze mosselbanken bijna met elkaar verbonden. De bedekking schommelt al jaren stabiel rond de 40%. De bank bestaat uit mosselen met oesters en er zijn veel diepe, snelstromende geulen.

In 1997 bestond de mosselbank uit broedval van 1995 en 1996. Deze broedval bleef tot 2002 zichtbaar in de histogrammen. In 2005, 2007 en 2009 is er een behoorlijke broedval geweest op deze mosselbank, terug te zien als een hoog percentage klasse 1 in de jaren daaropvolgend. De mosselen op de bank beslaan meerdere jaarklassen. In 2004 werden voor de eerste keer enkele (jonge) oesters aangetroffen in de vierkantmonsters. De oesters nemen jaarlijks toe en hebben zich in 2007 verder uitgebreid over het centrale deel van de mosselbank. In 2009 bleek dit middelste deel voor een groot deel uit oesters te bestaan, waartussen ook nog veel mosselen zaten. Niet overal staan de oesters al rechtop. In 2011 werden er meer oesters gevonden. Het lage gewicht geeft aan dat het vooral jonge oesters waren. De laatste jaren schommelt het aantal levende oesters rond de 10 oesters per monster. Het gewicht stijgt iets naar 400 gram/monster, waarschijnlijk door de groei van de oesterschelpen. De laatste jaren lijkt het mosselgewicht per oppervlakte-eenheid stabiel te blijven rond de 15 kg/m² (55%). Het aandeel overige levende tweekleppige schelpdieren en slakken is vanaf 2005 toegenomen.

Bank 606 Zuid Oost Lauwers Noord

De bank is ontstaan in 2001 en voor het eerst bezocht in 2002. Over de jaren is de oppervlakte vrij snel (lineair) afgenomen, hoewel in 2005 nog een toename door nieuwe broedval te zien was. Ook de bedekking nam snel af. Deze bank is sinds 2008 geheel verdwenen. In 2011 en 2012 is de locatie niet meer bezocht. In het voorjaar van 2013 bleek de bank nog steeds geheel verdwenen, op sommige plekken leefden nu veel zandkokerwormen.

Bank 607 Zuid Oost Lauwers Zuid

De kern van deze bank is ontstaan in 2000 en in 2002, na de zaadval van 2001, voor het eerst goed ingemeten. In 2005 viel veel nieuw mosselbroed op deze locatie, waardoor het oppervlak en de bedekking toenam. Het nieuwe mosselbroed was in 2006 al weer geheel verdwenen, waardoor de oppervlakte van de bank weer terugviel tot dat van 2004. Daarna ging de bank jaarlijks in oppervlak en bedekking achteruit, tot deze in 2008 geheel was verdwenen. In 2011 en 2012 is de locatie niet meer bezocht. In het voorjaar van 2013 bleek de bank nog steeds geheel verdwenen, op sommige plekken leefden nu veel zandkokerwormen.

Bank 703 Rottum Wantij

Deze mosselbank is ontstaan in 2001 en in 2003 voor het eerst bezocht. De oppervlakte van deze bank nam de daaropvolgende jaren snel en lineair af. Er was nauwelijks nieuwe broedval en de mosselpopulatie bestond tot 2008 nog steeds voornamelijk uit de jaarklasse uit 2001. De mosselbank bestond in 2009 alleen nog maar uit enkele bulten die nog waren overgebleven van de oorspronkelijke mosselbank. Tussen deze bulten lag een groot slibvlak met kokkels, kokkelschelpen, mosselschelpen, pokken en strooimosselen. In de zomer van 2009 is nieuw mosselbroed gevallen op deze schelpenresten. De mosselbank is hierdoor weer in oppervlakte en bedekking toegenomen. In 2012 is er oostelijk weer een klein deel weggeslagen, maar in 2013 is het zuidelijke deel verder uitgespreid. In 2012 en 2013 lijkt de bedekking weer iets af te nemen, maar neemt over de jaren nog steeds significant toe.

Naast het oppervlak is ook de bedekking van de mosselbank toegenomen. Op deze mosselbank wordt vanaf 2006 (start van het volgen van de oesterontwikkeling) af en toe een enkele (grote) oester waargenomen. In 2011 leek een kleine oesterbroedval te hebben plaatsgevonden, maar in 2012 en 2013 is daar niets meer van terug te zien. Er is daarom geen sprake van oesterontwikkeling op deze mosselbank. Door mosselbroedval in 2009 neemt het mosselgewicht jaarlijks toe tot 15 kg/m² (60%). Het aandeel restgewicht (lege schelpen anders dan van mosselen) is in de afgelopen jaren sterk afgenomen.

Bank 710 Rottumerplaat

Het betreft een mosselbank die in 2006 voor het eerst is bezocht. Waarschijnlijk is de mosselbank ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). Het slikkige noordelijke deel, dat in 2006 en 2007 nog aanwezig was, is in 2008 geheel verdwenen. Hierdoor halveerde toen de mosselbankoppervlakte. Daarna nam de oppervlakte weer langzaam toe, met name omdat in 2011 in het zuidwestelijke deel nieuw mosselbroed was gevallen. Dit deel heeft zich goed gevestigd en breidt elk jaar iets uit. Deze mosselbank bestaat nu uit mosselen van meerdere jaarklassen, met bijna elk jaar een broedval die zorgt voor een hoog percentage klasse 1 (zie classificering paragraaf 3.2.3) in de bank. De bank schommelt qua bedekking al jaren rond de 45%, maar lijkt nu onder de 40% te zakken. De mosselbank bevat op sommige plekken, net als in voorgaande jaren, ook veel oesters. Vanaf 2007 kwamen de eerste oesters voor in de vierkantmonsters. De oesters nemen niet erg snel toe, mede omdat het in 2008 verdwenen deel van de mosselbank ook veel oesters bevatte. Het aantal en het gewicht aan oesters in de vierkantmonsters lijkt de afgelopen jaren zelfs iets af te nemen. Het gewicht aan levende mosselen lijkt jaarlijks iets af te nemen en ligt sinds 2012 onder de 10 kg/m² (> 30%). Het aandeel levende slakken en andere schelpdieren (inclusief oesters) is in 2013 sterk toegenomen.

Bank 726 Rottumerplaat Schild

Deze mosselbank is in 2006 voor het eerst bezocht. Waarschijnlijk is de bank ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). In 2007 is een goede broedval geweest die resulteerde in een hoog percentage klasse 1 (zie classificering paragraaf 3.2.3) in 2008. De mosselbank nam jaarlijks (lineair) in oppervlakte en bedekking af, waarschijnlijk door stormen. De laatste jaren bestond de mosselbank voornamelijk uit oesters met oude mosselen ertussen. Het nieuwe zuidelijke deel (2008) bestond voornamelijk uit jonge oesters op dode schelpen van Mya-, kokkel- en mossel. In 2010 was dit deel verdwenen, waarschijnlijk als gevolg van stormschade. De delen met grote oesters leken langer dichter bedekt te blijven. Het overgebleven deel was in 2012 zo klein en de bedekking was toen zo laag, dat niet langer over een mosselbank gesproken kan worden. Het hele oorspronkelijke mosselbankoppervlak ligt nu vol met dode schelpen van mossel, Mya, kokkel en oesters. In 2012 en 2013 is op deze bank de oppervlakte en bedekking niet meer bepaald en zijn geen monsters meer genomen.

Bank 734 Rottumeroog Zuiderduintjes

In 2006 werd deze plek binnen dit project voor het eerst bezocht. Waarschijnlijk is de mosselbank ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). Vanaf 2006 ging de bank jaarlijks in oppervlak en bedekking achteruit tot er in 2008 niets meer van over was. In 2008 was de mosselbank geheel verdwenen en vanaf 2009 wordt de bank niet meer bezocht.

Bank 735 Rottumeroog

Het betreft een mosselbank die in 2006 voor het eerst is bezocht. Waarschijnlijk is de mosselbank ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). De oorspronkelijke mosselbank nam sinds 2006 jaarlijks (lineair) in oppervlakte af. In 2008 en 2009 was er een goede broedval op deze bank, daarna vond geen noemenswaardige broedval meer plaats en is de bank ook in bedekking langzaam achteruit gegaan. Vanaf 2006 werd een enkele losliggende oester waargenomen, vanaf 2007 kwamen ze ook voor in de vierkantmonsters. Jaarlijks nam dit aantal toe, maar er kwamen nog steeds voornamelijk mosselen voor op de mosselbank. Een losliggend deel aan de westkant bevatte wel meer oesters. Het gewicht aan levende mosselen leek te stabiliseren rond de 10 kg/m². In 2011 nam dit plots af tot <2 kg/m². Het aandeel oesters en lege schelpen (anders dan mosselschelpen) leek de afgelopen jaren langzaam toe te nemen. Het lijkt of er in 2010 zand over de bank is gespoeld, er lag toen veel zand op en tussen de mosselen. In 2012 was van deze mosselbank geheel verdwenen. Vanaf die tijd zijn geen monsters meer genomen op deze mosselbank. In 2010 zijn er ten westen twee nieuwe mosselbanken ontstaan uit mosselbroed van 2008, vlak naast de oorspronkelijke mosselbank die toen nog steeds aanwezig was. Deze zijn niet meegenomen in de oppervlakteberekeningen. De nieuwe mosselbanken ten westen van de oude zijn nog steeds aanwezig en in 2013 is er weer nieuw mosselbroed gevallen op die locatie.

Bank 736 Rottumeroog Oost

De mosselbank lijkt ontstaan uit de broedval van 2005, in 2006 is deze locatie binnen dit project voor het eerst bezocht. De mosselbank ligt in de luwte van een ouder oesterrif dat het zuidwestelijke deel beslaat. Mogelijk dat hier eerder al wel mosselen hebben gelegen (Steenbergen et al., 2003). Het oesterrif zorgde waarschijnlijk voor een sterke rand die afkalving aan de zuidzijde voorkomt. De vierkantmonsters zijn alleen in het mosseldeel genomen. Hierin kwamen tot 2008 nauwelijks oesters voor, in 2010 is de het aantal oesters in het middendeel flink toegenomen. Hoewel de oesterdichtheid in de met mosselen bedekte delen wel toeneemt, bestaat de bank nog steeds voornamelijk uit mossel, en mossel-oester delen. In 2007 bleek dat in een groot deel van het oesterrif zoveel mosselen waren gestroomd, of als broed gevallen, dat van een gemengd deel gesproken kon worden.

Vanaf 2011 is een flink deel van het noordelijke oesterrif verdwenen. Het zuidwestelijke rif heeft een steile rand naar een diepe geul. In 2013 was het nauwelijks nog terug te zien. De resterende mosselbank heeft grote hoogteverschillen met mosselbulten van ongeveer 1 meter hoog. De oppervlakte bleef jaren stabiel rond de 5 hectare, maar is langzaam afgenomen tot 2 ha. In 2013 is er wel veel nieuw mosselbroed te vinden in de oude bank, dit is ook terug te zien in de jaarklassenverdeling van de mosselen op de bank. In de omgeving zijn enkele nieuwe mosselbanken ontstaan met mosselbroed uit 2013. Twee daarvan (ten noordoosten en noordwesten) zijn ingelopen, maar niet meegerekend in de oppervlakte berekening van de bestaande bank. Het gewicht aan levende mosselen leek te stabiliseren rond de 20 kg/m² (60%), maar nam in 2012 en 2013 af tot 10 kg/m² (40%), andere levende tweekleppige schelpdieren en slakken, algen, zeepokken, lege mosselschelpen en het restgewicht, namen juist iets toe.

4 Discussie

IMARES Wageningen UR bestudeert in detail de ontwikkelingen op lange termijn van een zevental mosselbanken. Drie daarvan worden sinds voorjaar 1997 gevolgd, één sinds voorjaar 1998, twee mosselbanken worden sinds voorjaar 2002 gevolgd en één sinds voorjaar 2003. Naast deze mosselbanken wordt sinds najaar 2006 een vijftal mosselbanken in detail bestudeerd naar aanleiding van andere onderzoeksprojecten, deze mosselbanken worden in deze rapportage ook meegenomen (710, 726, 734, 735 en 736).

De drie mosselbanken die vanaf 1997 worden gevolgd (101, 502 en 603), zijn alle drie nog aanwezig (de aanwezigheid van 101 in 2010 is bekend uit Van den Ende *et al.* (2013). Deze banken bestaan inmiddels zeker 19 jaar op dezelfde locatie. Mosselbank 503, die sinds 1998 wordt gevolgd, bestaat inmiddels ook zeker 19 jaar op deze locatie. Deze banken zijn erg stabiel in oppervlakte en bedekking en vertonen alleen kleine veranderingen tussen de jaren.

Van de drie mosselbanken die sinds voorjaar 2002/2003 worden gevolgd (606, 607 en 703) zijn er twee verdwenen (606 en 607). Deze banken zijn 6 tot 7 jaar aanwezig geweest. Mosselbank 703 was erg achteruitgegaan, maar in 2009 is er nieuw broed op de bank gevallen. De bank is inmiddels ruim 10 jaar oud. Van de vijf mosselbanken die vanaf het najaar 2006 worden gevolgd (710, 726, 734, 735 en 736), zijn er drie verdwenen. Deze banken waren al enkele jaren oud toen ze voor het eerst voor dit onderzoek bezocht werden, waarschijnlijk zijn ze allemaal ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). De overgebleven twee mosselbanken zijn inmiddels zeker meer dan acht jaar op dezelfde plek aanwezig, waarschijnlijk al twaalf jaar. Hoewel deze banken in oppervlakte en bedekking sterk fluctueren, tonen ze aan dat dit deze meer dynamische mosselbanken ook jarenlang op een bepaalde locatie aanwezig kan blijven en daarmee een stabiele mosselbank kan vertegenwoordigen.

Doordat er in 2009, 2011, 2012 (en op de mosselbanken die in het najaar worden bezocht ook in 2013) wat nieuw mosselbroed is gevallen die de natuurlijke afname door predatie, stormen en ijsgang hebben gecompenseerd, zijn er net als in het voorgaande jaar geen grote veranderingen te zien in de individuele oppervlakte van de onderzochte mosselbanken. Wel zijn er de afgelopen jaren drie mosselbanken, door langzame achteruitgang, verdwenen. De mosselbedekking is door broedval in vorige jaren bij de meeste overgebleven banken iets toegenomen.

Alle mosselbanken in het project bestaan nu uit mosselen van meerdere jaarklassen. Uit de resultaten met betrekking tot de lengtefrequentieverdeling blijkt ook dat eventuele broedval zeer lokaal is en dat het niet op alle mosselbanken in gelijke mate valt. Zoals ook in eerdere tussenrapportages wordt vermeld (o.a. Fey *et al.*, 2013) kan over het algemeen worden geconcludeerd dat, na het ontstaan van een mosselbank of een goede mosselbroedval, het percentage levende mosselen op een mosselbank langzaam afneemt over de jaren. Wanneer een mosselbank ouder wordt neemt het percentage levende mosselen langzaam af tot ongeveer 40%. De rest bestaat uit tarra, d.w.z. lege mosselschelpen, ingevangen schelpen en slakken van andere soorten, pokken en macro-algen en sinds het afgelopen decennium ook Japanse oesters.

Zoals ook in eerdere tussenrapportages wordt vermeld (o.a. Fey *et al.*, 2013) zijn op de meeste mosselbanken uit dit onderzoek inmiddels delen van het oppervlak bezet met oesters, maar kan nog gesproken worden van gemengde mossel/oesterbanken. Alleen in bank 703 vindt (nog) geen noemenswaardige oesterontwikkeling plaats.

5 Conclusie

De resultaten van de jaarlijkse kartering en populatiemeting geven een beeld van de ontwikkeling van mosselbanken over een groot aantal jaren. De algemene conclusie, die ook al in voorgaande tussenrapportages wordt beschreven (o.a. Fey *et al.*, 2013), verandert daarmee niet. De mosselbanken gaan in het algemeen na het jaar van ontstaan langzaam in oppervlak, bedekkingspercentage en populatiedichtheid achteruit. Op de mosselbanken neemt dan het percentage lege schelpen, algen, zeepokken en restgewicht toe in verhouding tot de levende mosselen. De afname in oppervlakte en bedekking wordt af en toe te niet gedaan door een goede broedval, waarna het proces opnieuw begint. Over de jaren ontstaat dus geleidelijk een mosselbank met meerdere jaarklassen en met een gevarieerde gemeenschap. Ondanks de overeenkomsten in algemene ontwikkeling, zijn er jaarlijks grote verschillen te zien in de ontwikkeling tussen individuele mosselbanken. Deze verschillen kunnen ontstaan door locatie (en dus blootstellingen aan storm of predatie) of door karakteristieken van de mosselbank (de mate waarin deze bestand is tegen stormen en predatie).

Mosselbanken op een bepaalde locatie kunnen dus een stabiel en langdurig verschijnsel zijn, al kunnen individuele mosselen en zelfs delen van de mosselbank veel korter aanwezig zijn. Belangrijke factoren in de ontwikkeling van mosselbanken zijn predatie, klimatologische parameters, fysische parameters en nieuwe broedval of instroom van volwassen mosselen en/of oesters. De hier gepresenteerde meerjarige gegevens met betrekking tot de ontwikkeling van mosselbanken kunnen bijdragen aan meer kennis van de eigenschappen die al dan niet overleven bepalen. Hiervoor zouden in de toekomst, naast informatie met betrekking tot de ontwikkeling van de mosselbanken en nieuwe broedval, ook gegevens verzameld moeten worden met betrekking tot predatie, klimatologische en fysische parameters. Ook de rol van de ontwikkeling van Japanse oesters is nog niet duidelijk. Concurrenieren de oesters de mosselen weg, of is er juist sprake van extra bescherming en stabiliteit wanneer oesters zich vestigen op een mosselbank. Extra aandacht voor deze ontwikkeling in de komende jaren is daarom nodig.

Literatuur

- Brinkman AG (2003) Estimation of length and weight growth parameters in populations with a discrete reproduction characteristic, 2nd edition. Alterra-DLO rapport 93/5
- Brinkman AG, T Bult, N Dankers, A Meijboom, D den Os, MR van Stralen, J de Vlas (2003) Mosselbanken kenmerken, oppervlaktebepaling en beoordeling van stabiliteit. Alterra rapport 707.
- Dankers N & K Koelemaij (1989) Variations in the mussel population of the Dutch Waddensea in relation to monitoring. Helgwiss. Meeresunters. 43: 529–535.
- Dankers NMJA; Meijboom A; Cremer JSM; Dijkman EM; Hermes Y; te Marvelde L (2003) Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. Alterra-rapport 876
- Dankers N; Meijboom A; de Jong M; Dijkman E; Cremer J; van der Sluis S (2004) Het ontstaan en verdwijnen van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. Alterra-rapport 921
- Dankers N; Meijboom A; de Jong M; Dijkman E; Cremer J; Fey F (2006) Ontwikkeling van mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee: situatie 2004 en 2005. Interne rapportage Wageningen IMARES 06.009
- Dankers N, Cremer J, Dijkman E, Brasseur S, Dijkema K, Fey F, de Jong M, Smit C (2006) Ecologische Atlas Waddenzee. IMARES
- Dijkema KS, G Van Tienen & JJ Van Beek (1989) Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea 1:100 000. Research Institute for Nature Management, Texel/Veth Foundation, Leiden: 24 maps.
- Ende van den D, Troost K, van Stralen M, van Zweeden C, van Asch M (2013) Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen van de Waddenzee in het voorjaar van 2013. IMARES rapport C167/13
- Ens BJ & Alting D (1996) The effect of an experimentally created mussel bed on bird densities and food intake of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. Ardea, 84A, 493-507.
- Fey F; Dankers N; Meijboom A; Leeuwen van PW; Verdaat H; Jong de M; Dijkman E; Cremer J (2007) Ontwikkeling van mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2006. Wageningen IMARES 07.006
- Fey F; Dankers N; Meijboom A; Leeuwen van PW; Verdaat H; Jong de M; Heusinkveld, J; Dijkman E; Cremer J (2008) Ontwikkeling van mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2007. Wageningen IMARES C005/08
- Fey F; Dankers N; Meijboom A; Leeuwen van PW; Verdaat H; Jong de M; Heusinkveld, J; Dijkman E; Cremer J (2009) Ontwikkeling van mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2008. Wageningen IMARES Rapport C047/09
- Fey-Hofstede FE; Dankers NMJA; Meijboom A; Leeuwen PW van; Jong ML de; Dijkma, EM; Cremer JSM (2010) Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2009 Texel: IMARES, (Rapport C085/10) - p. 53.
- Fey-Hofstede FE; Dankers NMJA; Meijboom A; Leeuwen PW van; Jong ML de; Dijkman EM; Cremer JSM (2011) Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2010 Texel: IMARES, (Rapport C101/11) - p. 66.
- Fey-Hofstede, FE; Dankers, NMJA; Meijboom, A; Leeuwen, PW van; Jong, ML de; Dijkman, EM; Cremer, JSM (2013) Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2011 en 2012. Rapport / IMARES C128/13
- Günther CP (1996) Development of small *Mytilus* beds and its effects on resident intertidal macrofauna. Mar Ecol 17(1–3):117–130

Ministerie van LNV (2008) Profieldocument H1140 december NB-wet Natura 2000.

http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitattyp_e_1140.pdf

Steenbergen J, JMDD Baars, MR van Stralen, J Kesteloo-Hendrikse & TP Bult (2003) Het mosselareaal en -bestand op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2003. RIVO-rapport C070/03

Tsuchiya M, Nishihira M (1985) Islands of *Mytilus* as a habitat for small intertidal animals: effect of island size on community structure. *Mar Ecol Prog Ser* 25:71-81

Tsuchiya M, Nishihira M (1986) Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna and community organization. *Mar Ecol Prog Ser* 31:171-187

Tydeman, P (1996) Ecologisch profiel van de wilde litorale mosselbank (*Mytilus edulis* L.). Rapport RIKZ 96.026

Koppel van de J, Rietkerk M, Dankers D. & Herman PMJ (2005) Scale-dependent feedback and regular spatial patterns in young mussel beds. *The American Naturalist* 165:E66-E77

Zwarts L, (1991) Mosselbanken: wadvogels op een kluitje. *Vogels* 66: 8-12.

Verantwoording

WOt-technical report 19 / IMARES-rapport: C159/14

Projectnummer: 4308201144

Bas-code: WOT-04-009-035.01

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. P.C. (Kees) Goudswaard
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 04-11-2014

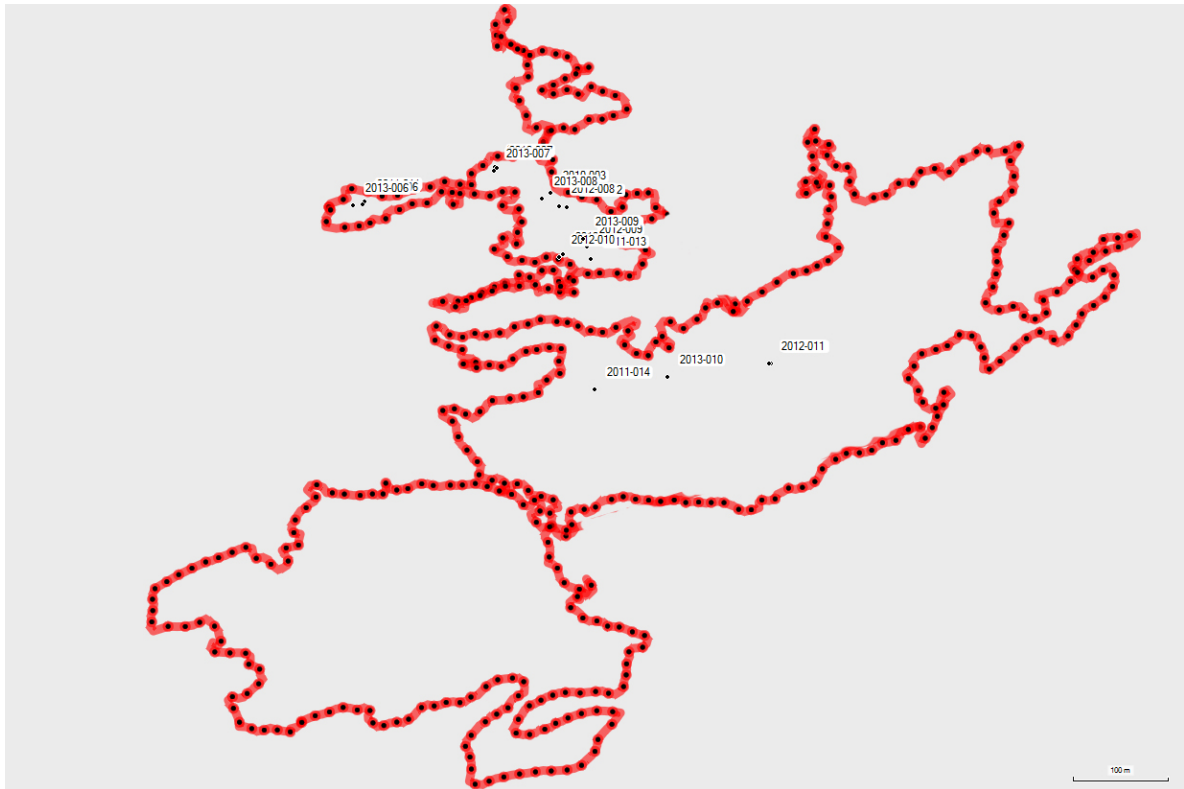
Akkoord: Drs. J. Asjes
Hoofd afdeling Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 04-11-2014

Bijlage 1 Locaties monsterpunten



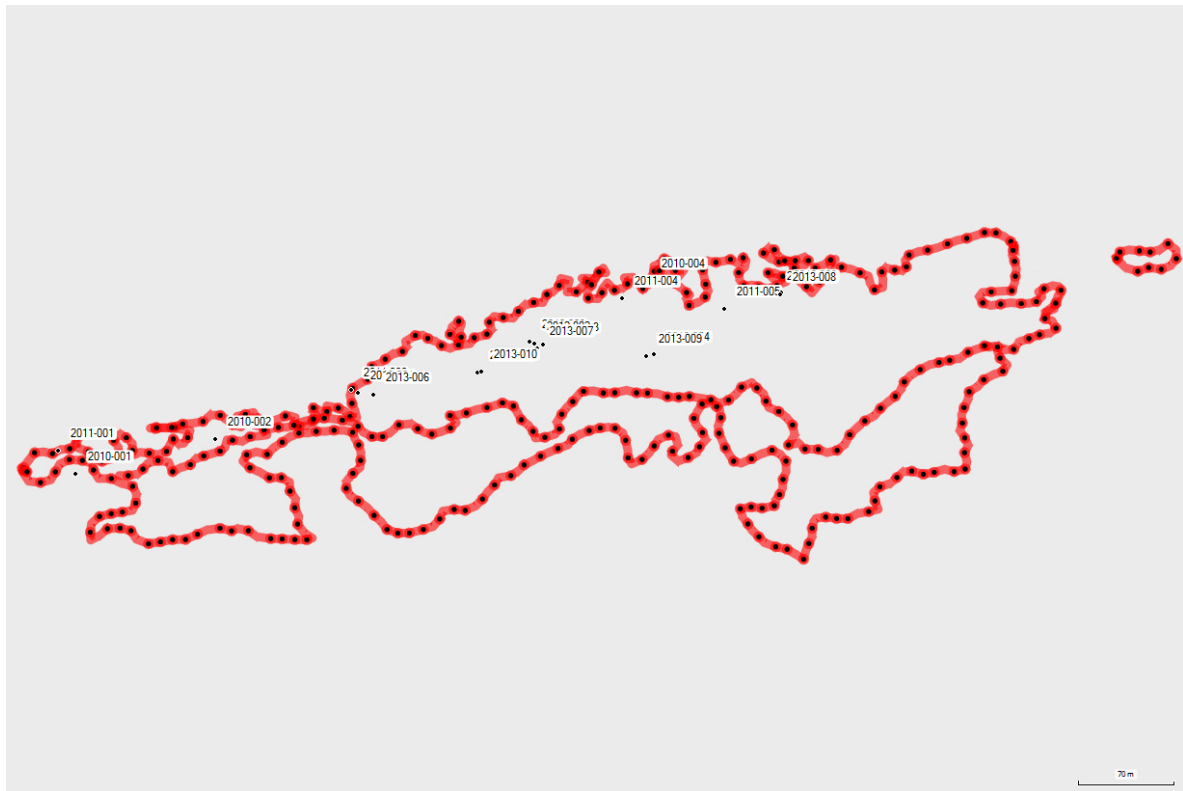
Locatie monsterpunten (2010-2013) op mosselbank 502.



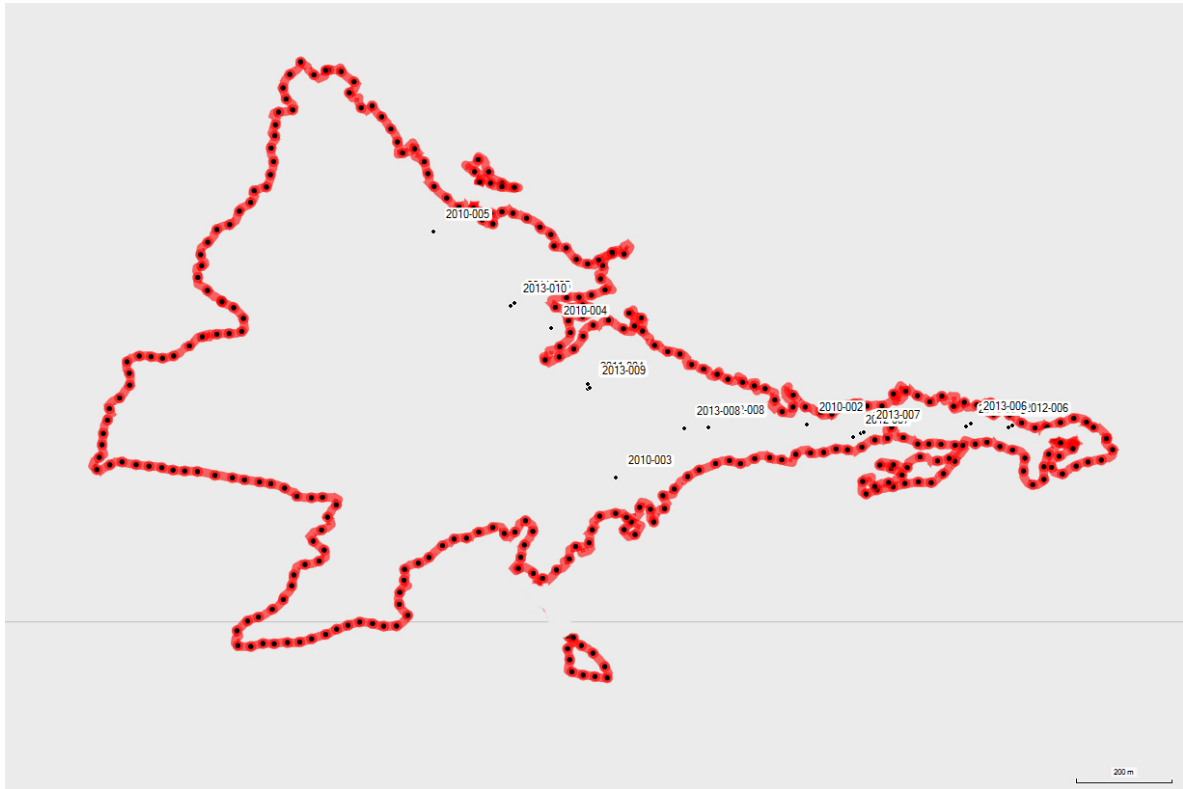
Locatie monsterpunten (2010-2013) op mosselbank 503.



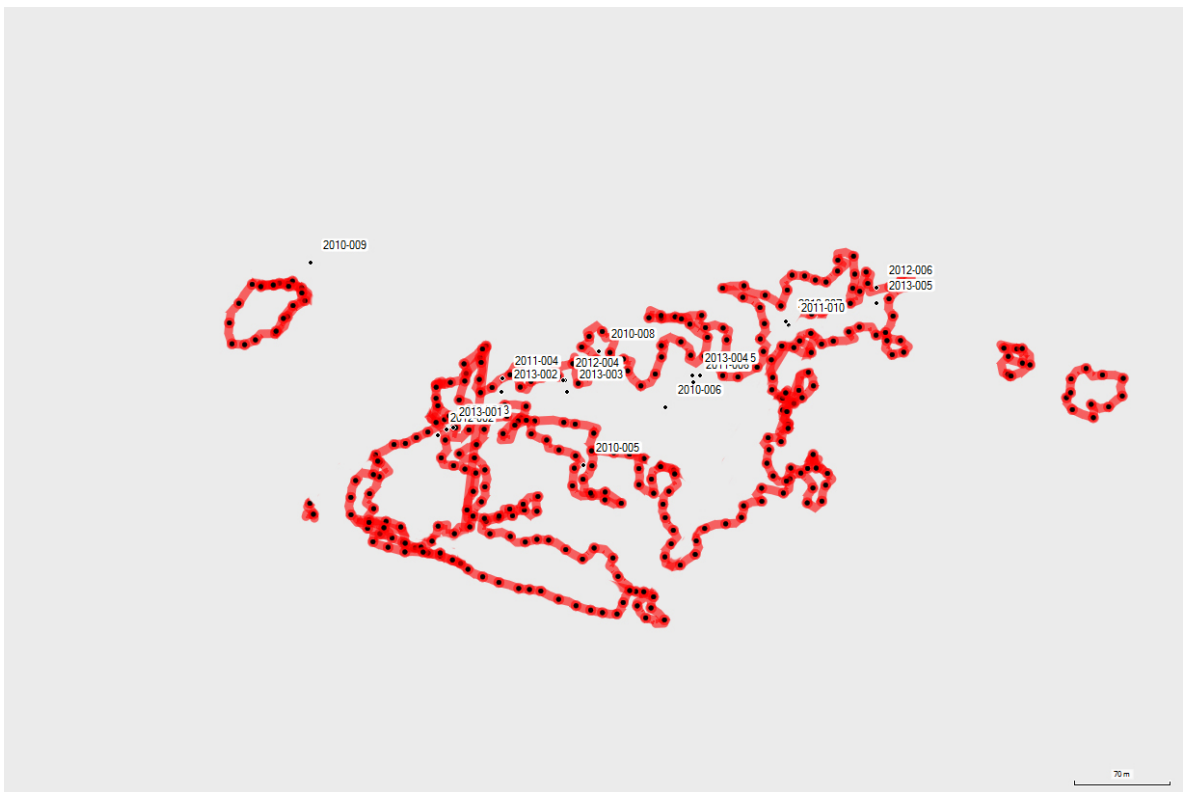
Locatie monsterpunten (2010-2013) op mosselbank 603.



Locatie monsterpunten (2010-2013) op mosselbank 703.

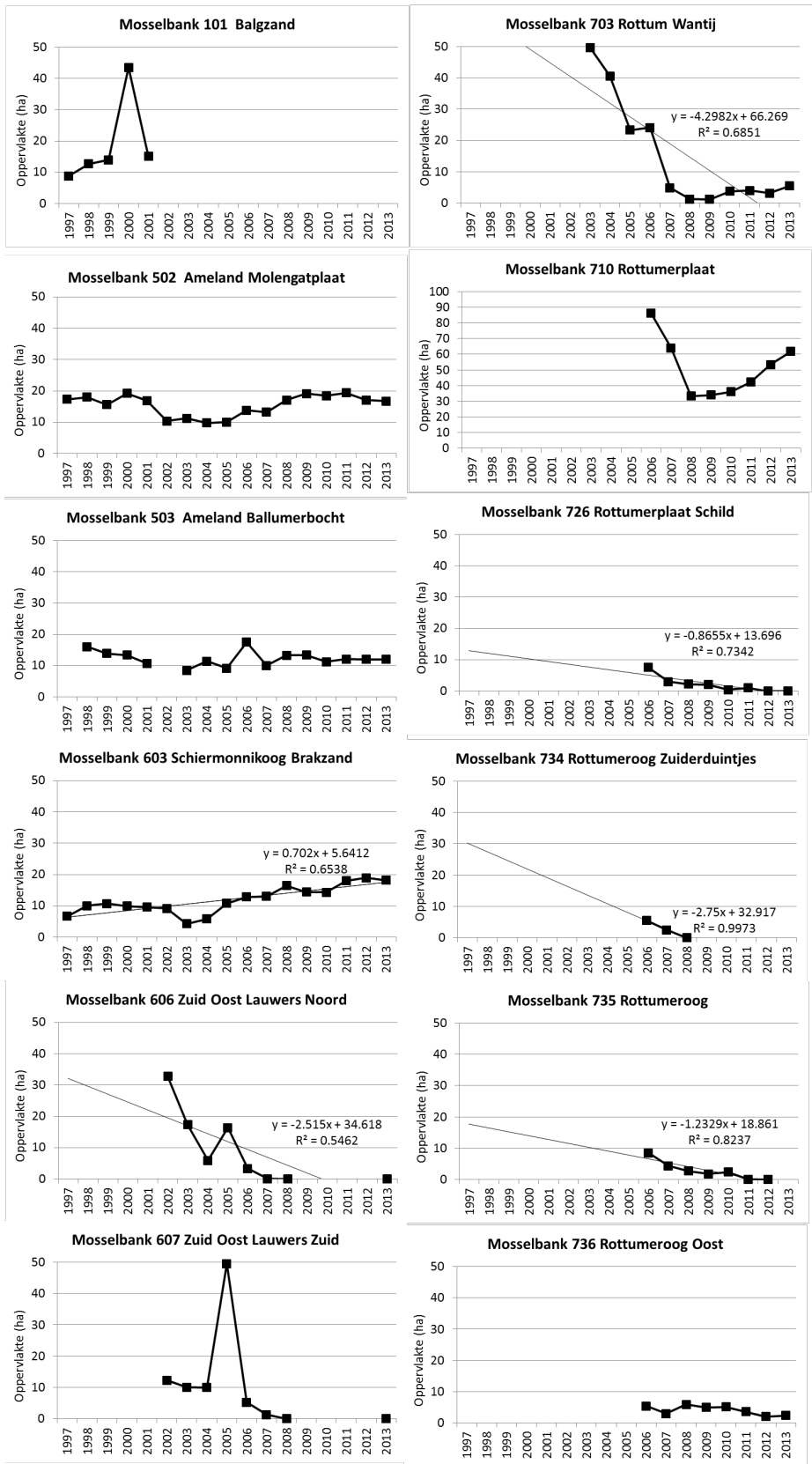


Locatie monsterpunten (2010-2013) op mosselbank 710.



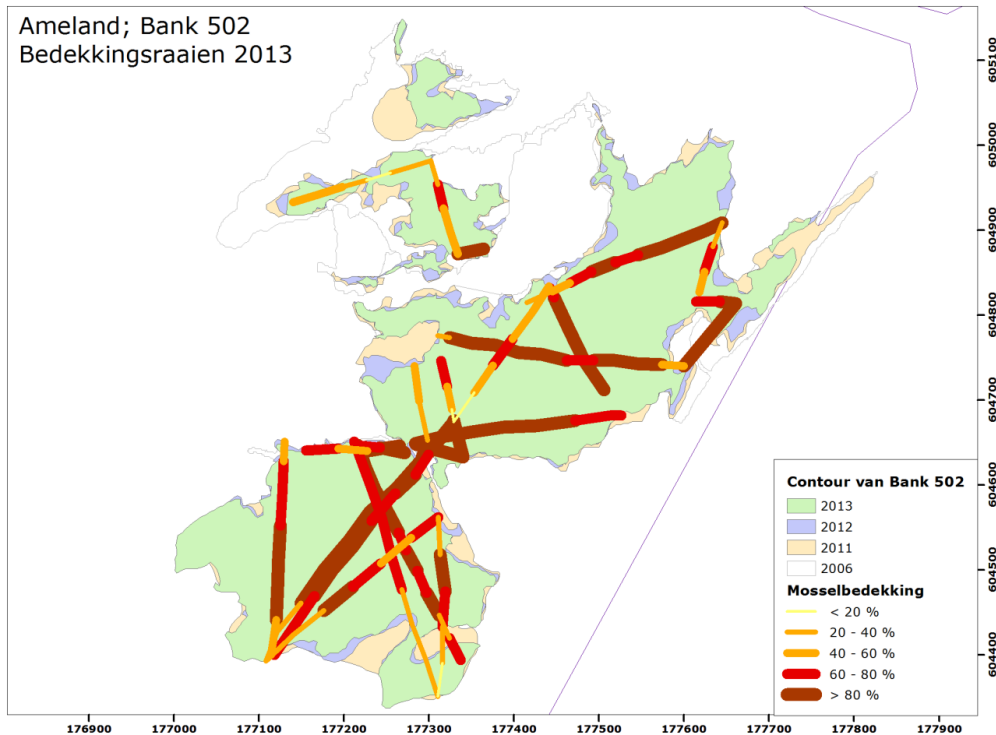
Locatie monsterpunten (2010-2013) op mosselbank 736.

Bijlage 2 Uitgebreide gegevens verloop contouren en oppervlakte mosselbanken

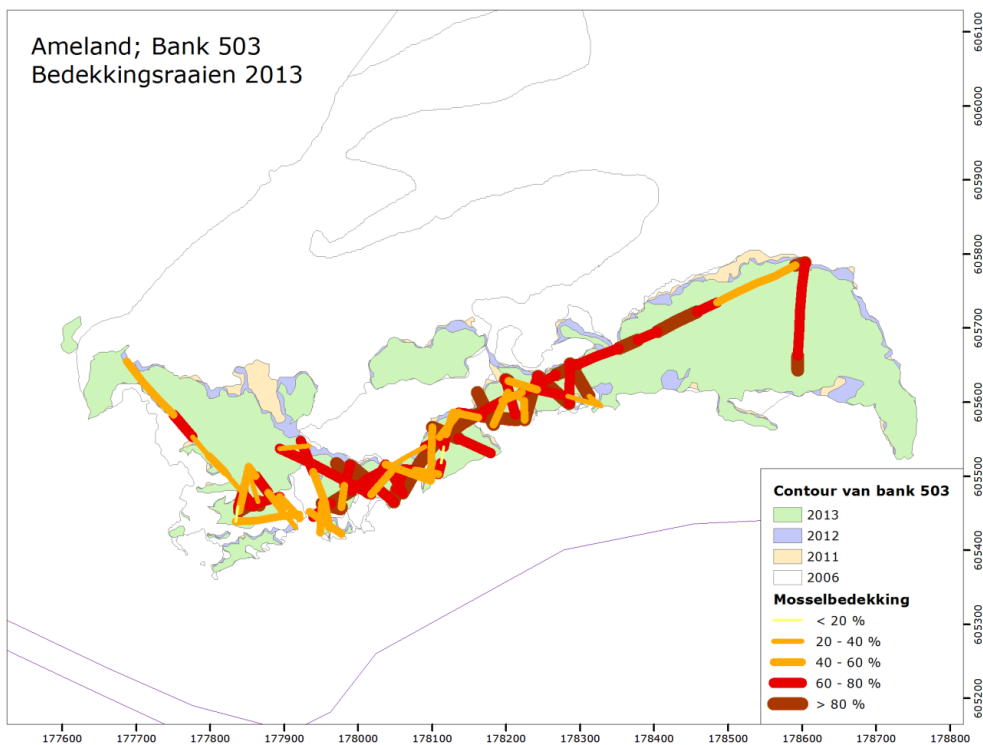


Totaal mosselbankoppervlak in ha van 1997 tot 2013 (Mossel en Japanse oester), met lineaire trendlijn waar de regressie significant is.

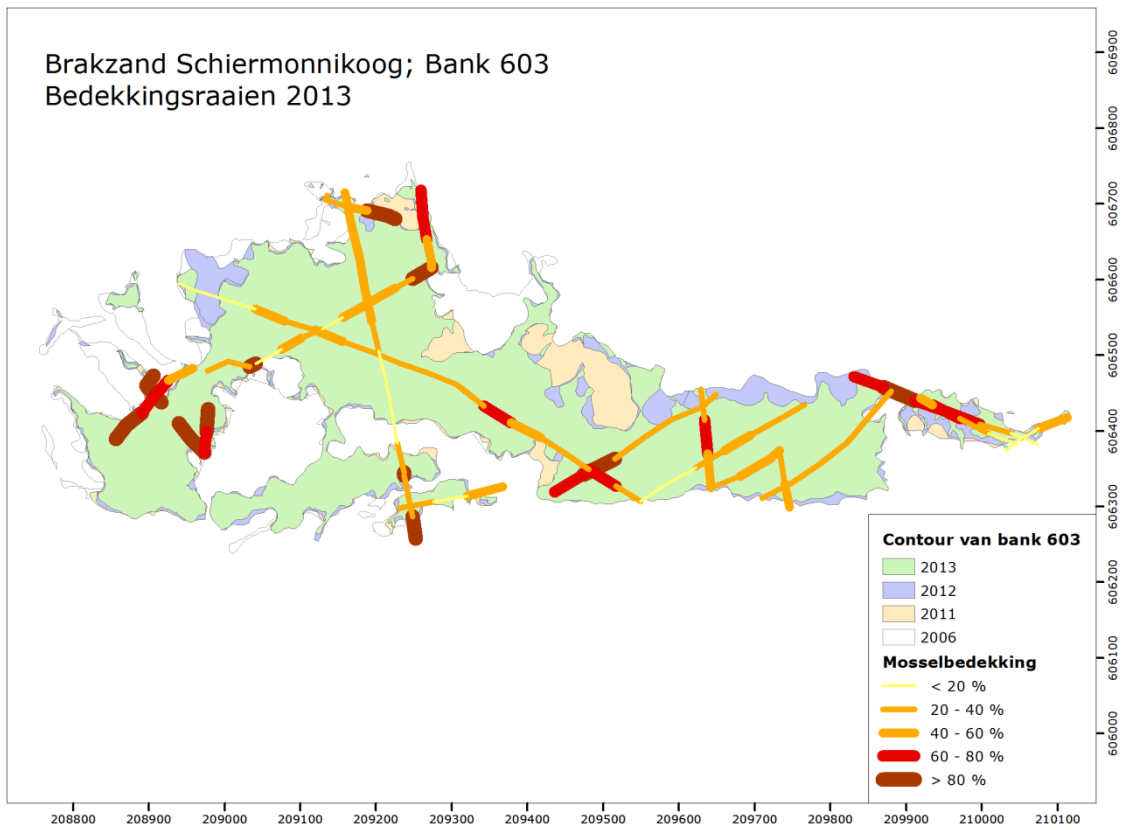
Bijlage 3 Uitgebreide gegevens mosselontwikkeling op mosselbanken



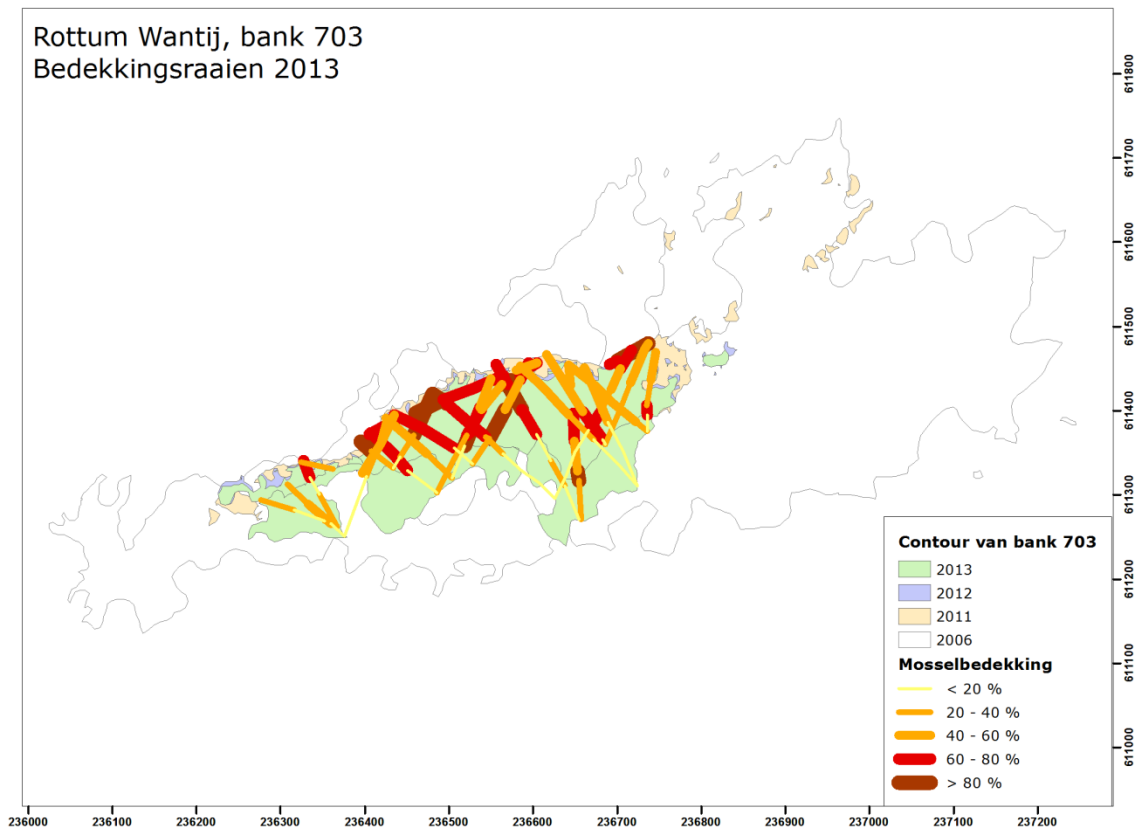
Mosselbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 502 in 2013.



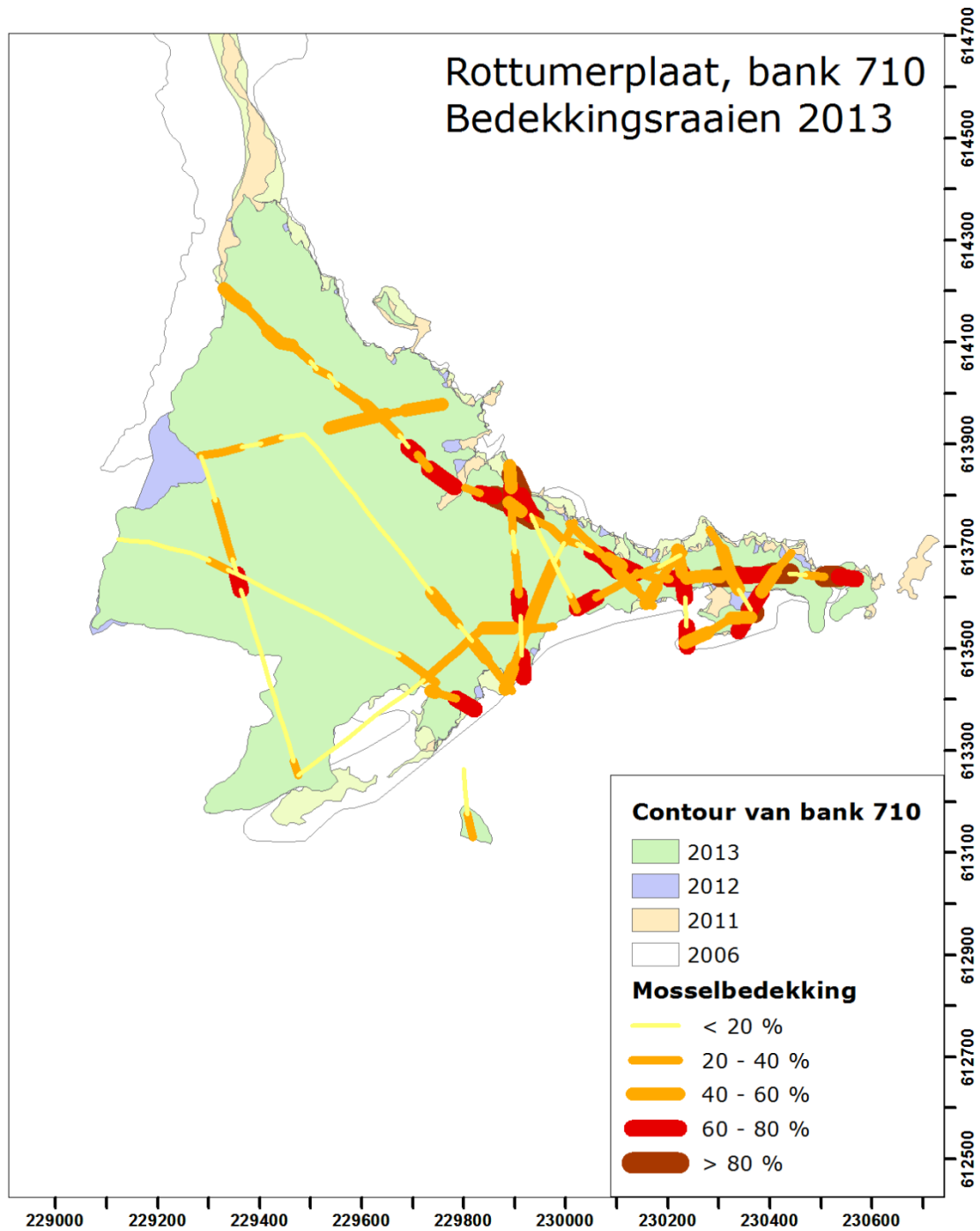
Mosselbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 503 in 2013.



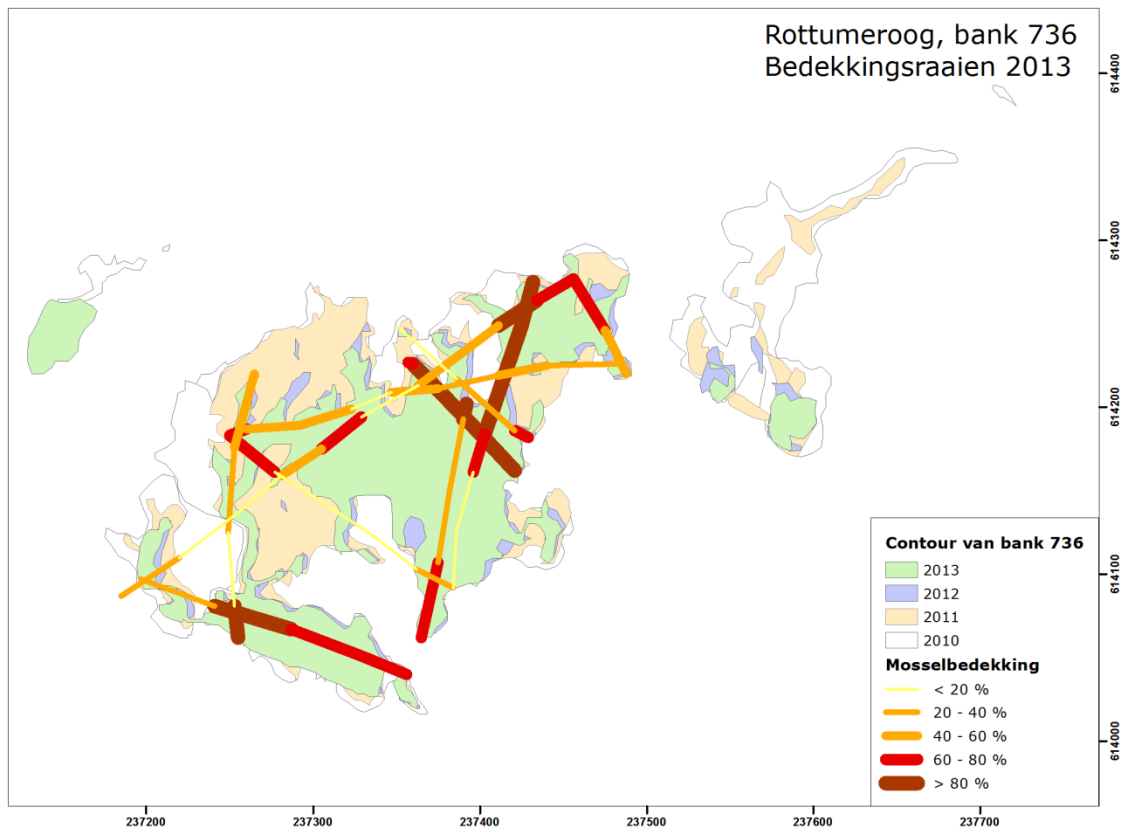
Mosselbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 603 in 2013.



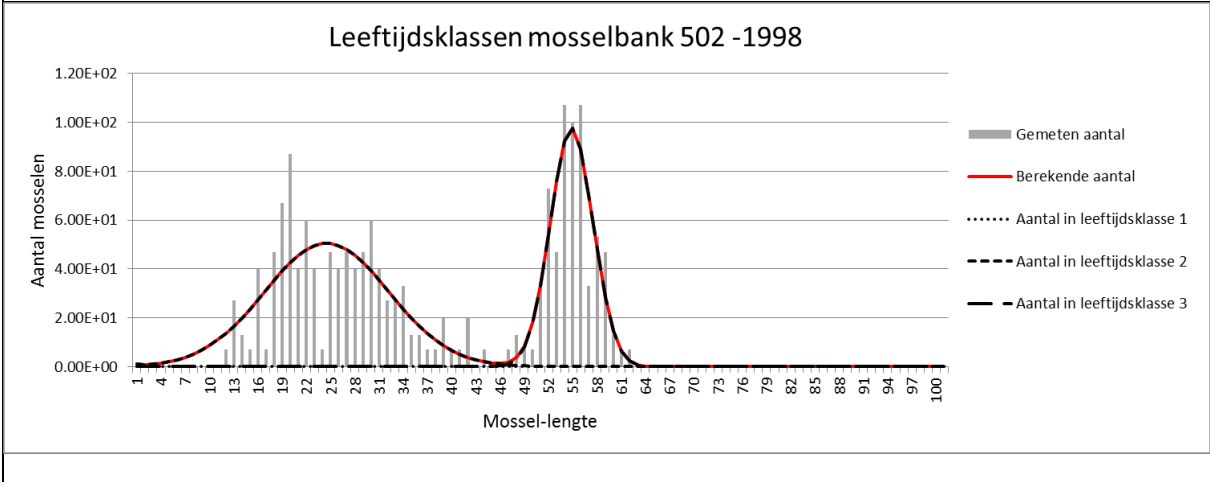
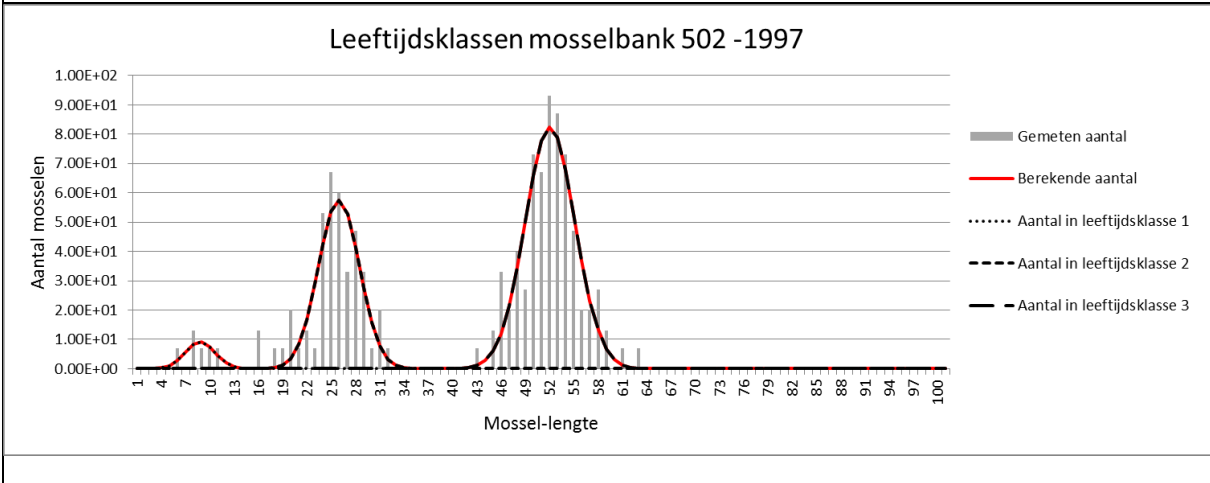
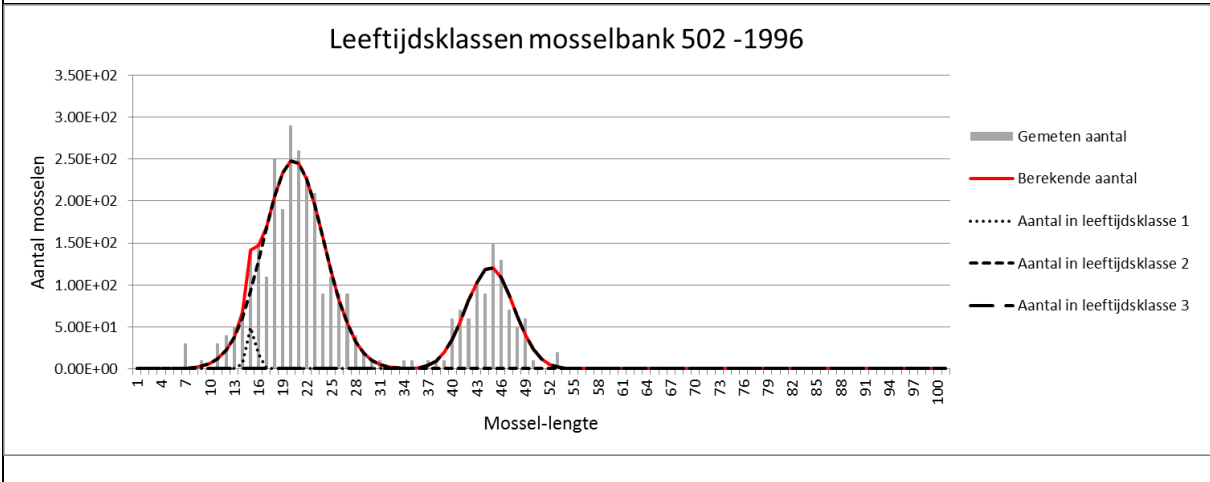
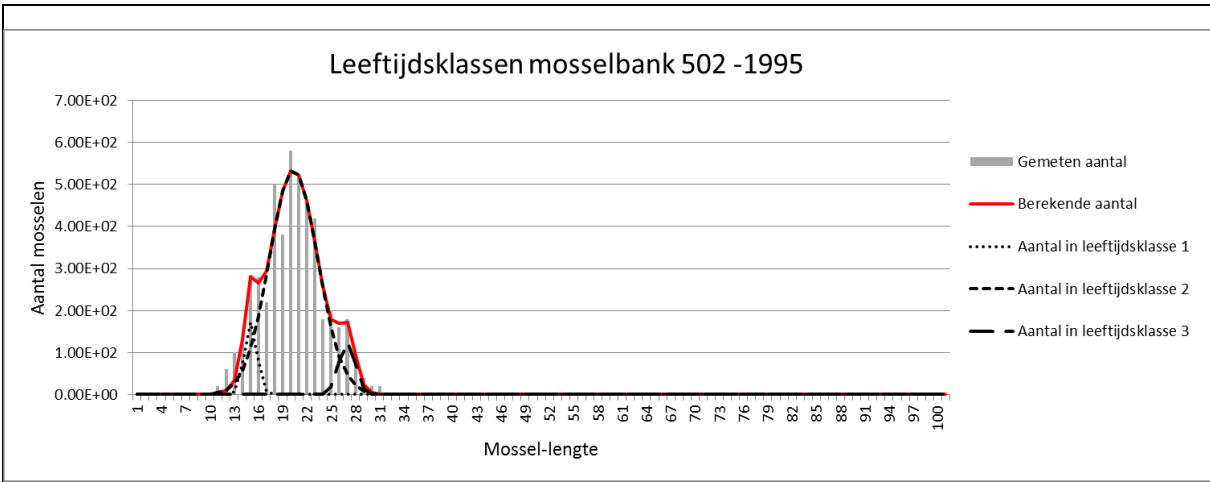
Mosselbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 703 in 2013.



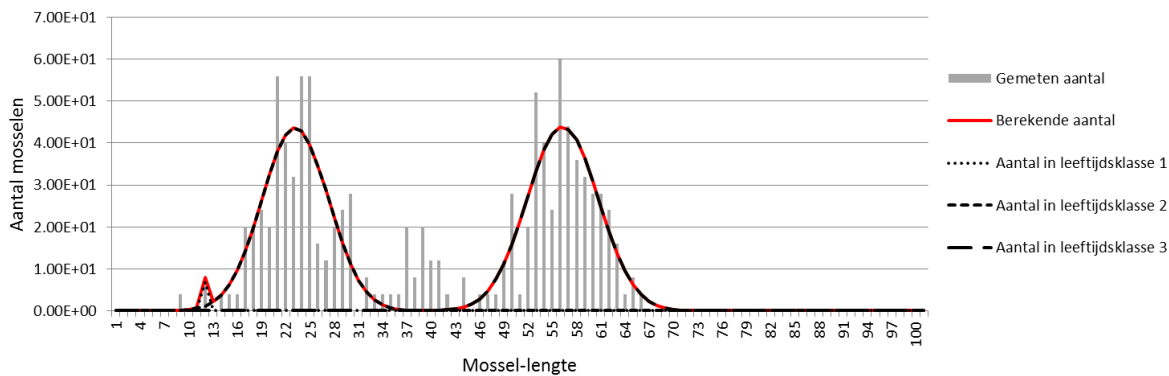
Mosselbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 710 in 2013.



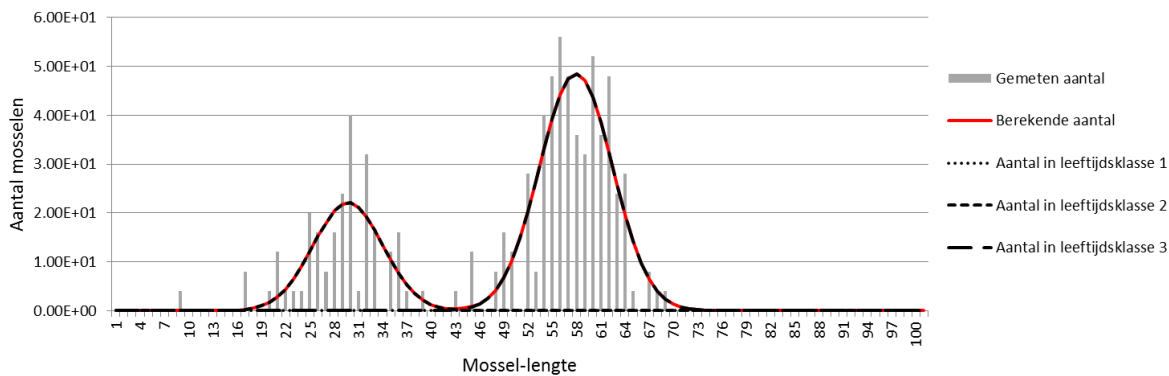
Mosselbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 736 in 2013.



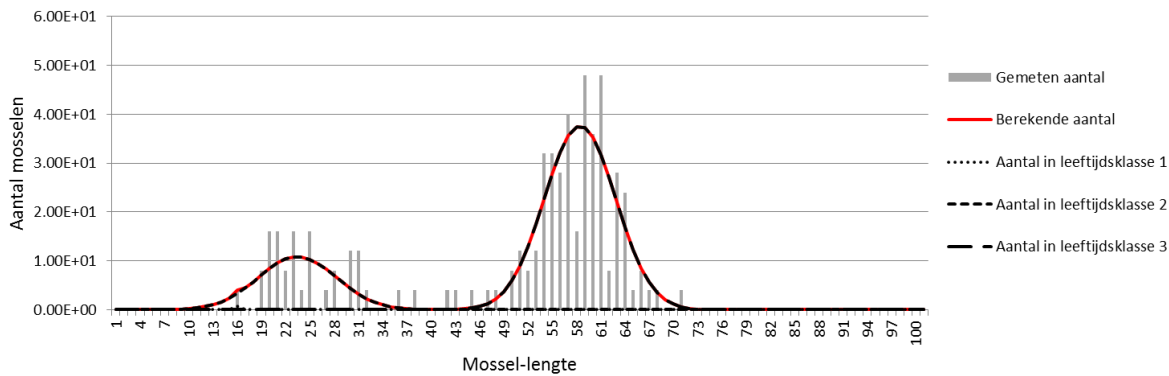
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -1999



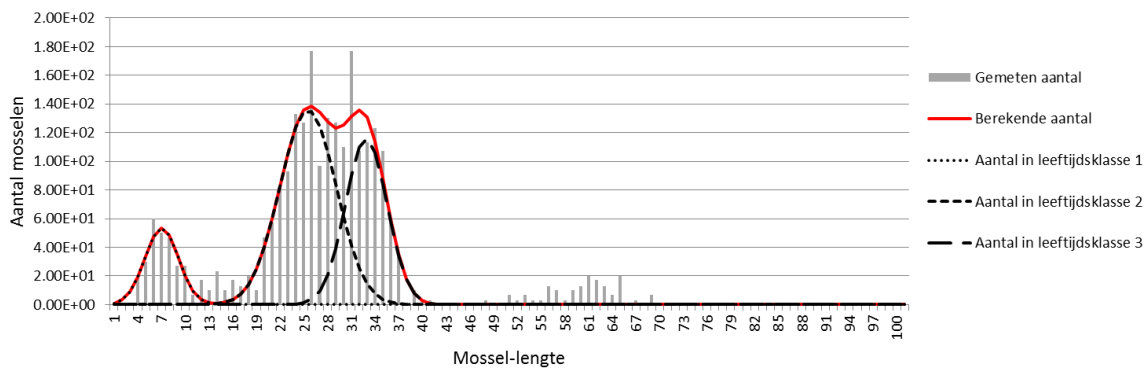
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2000



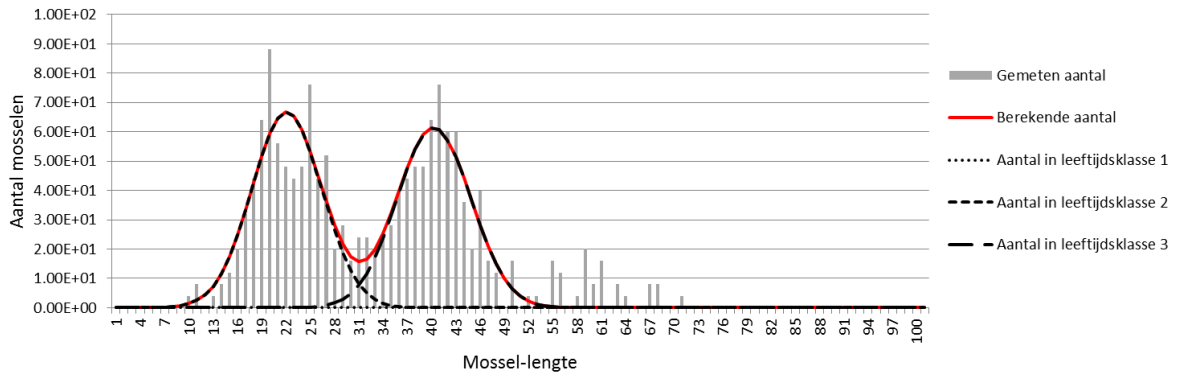
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2001



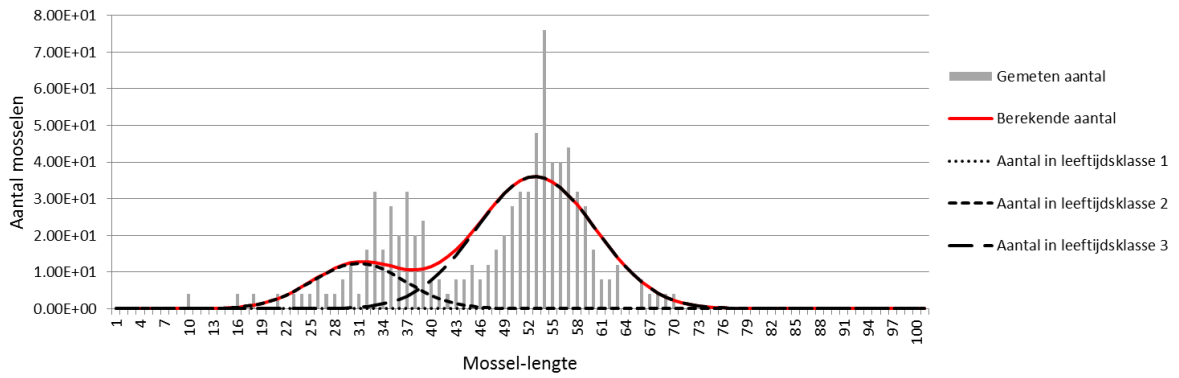
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2002



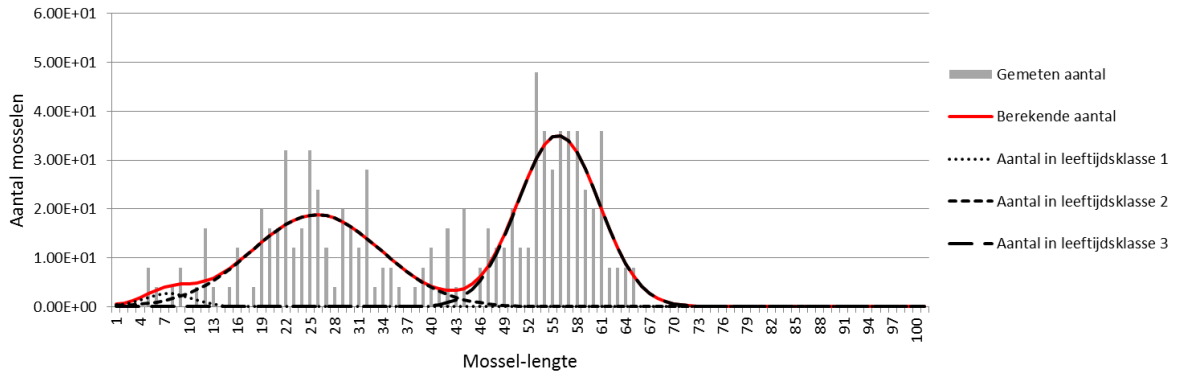
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2003



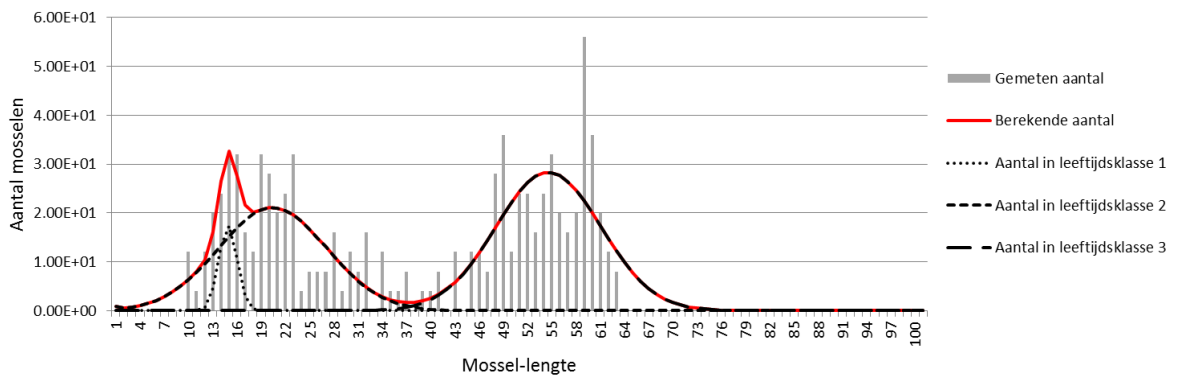
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2004



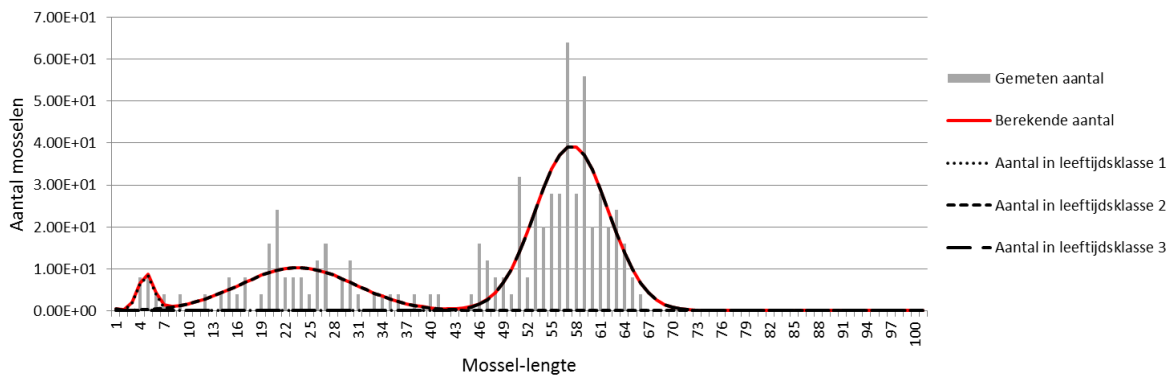
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2005



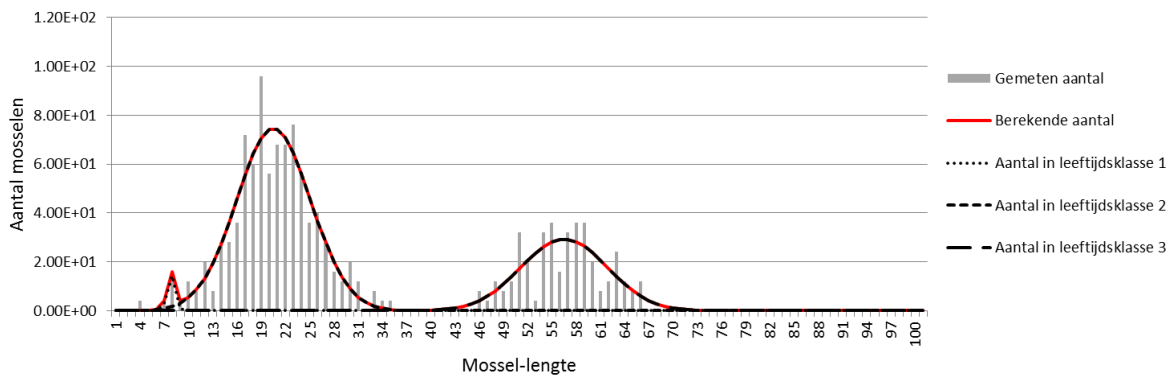
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2006



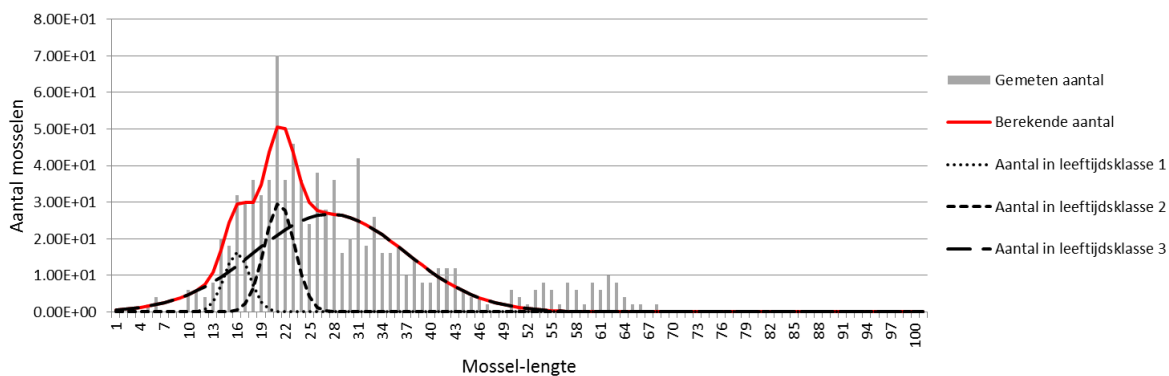
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2007



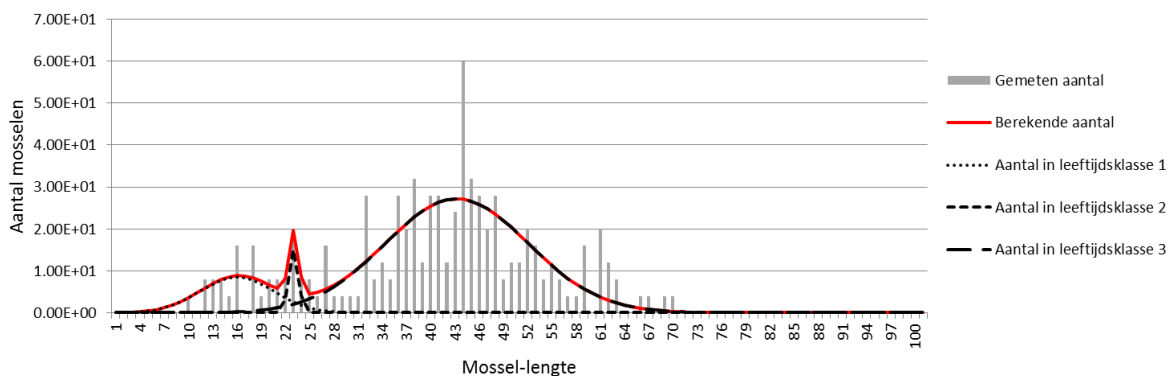
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2008

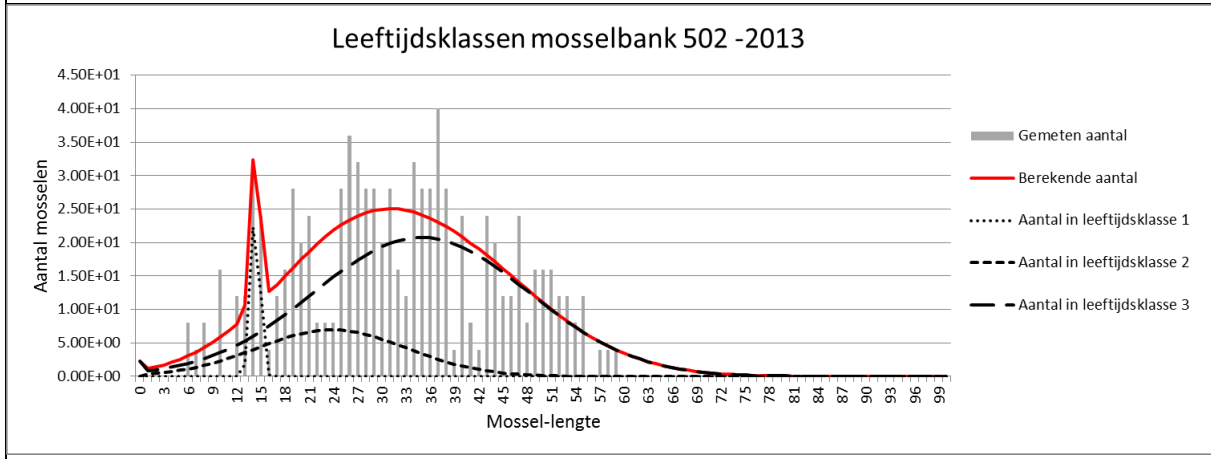
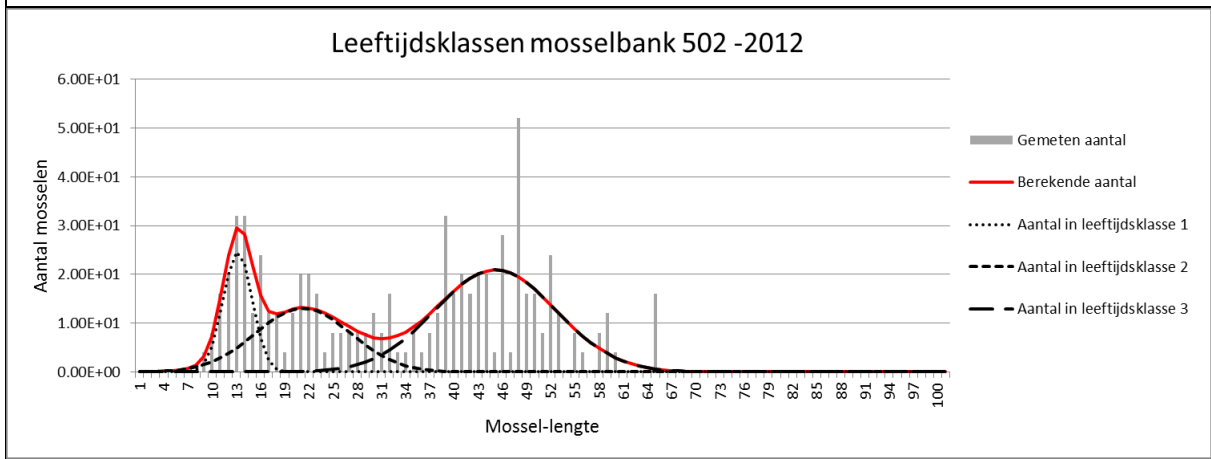
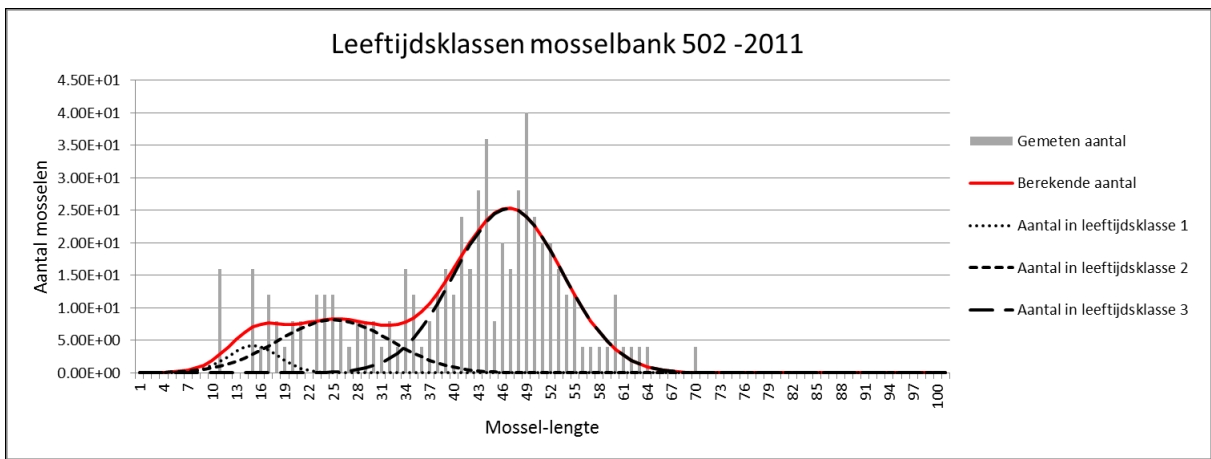


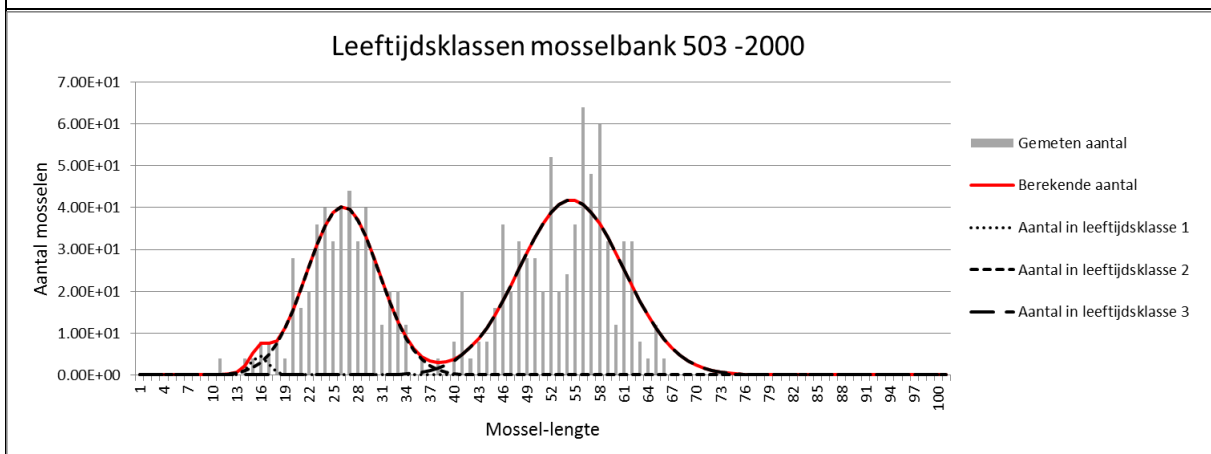
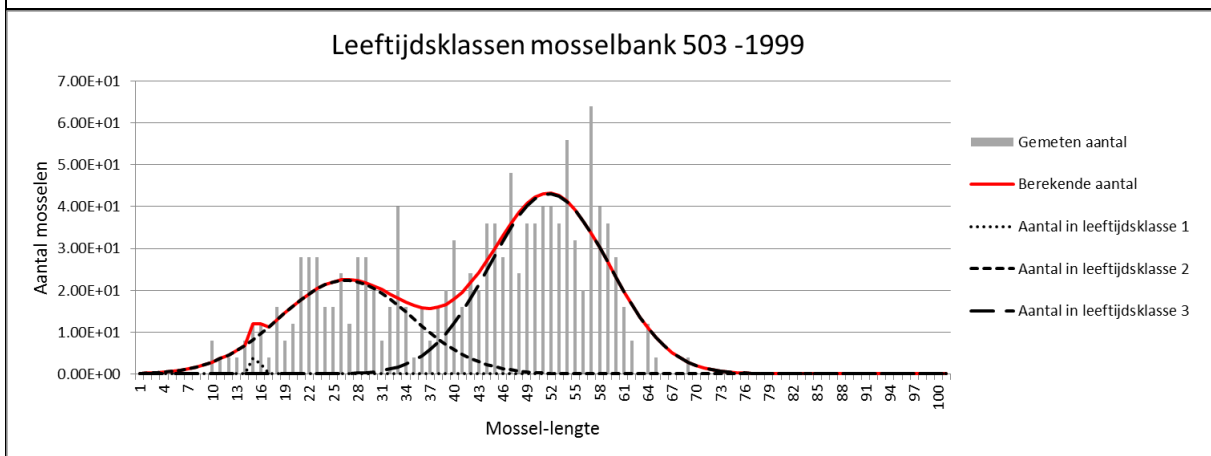
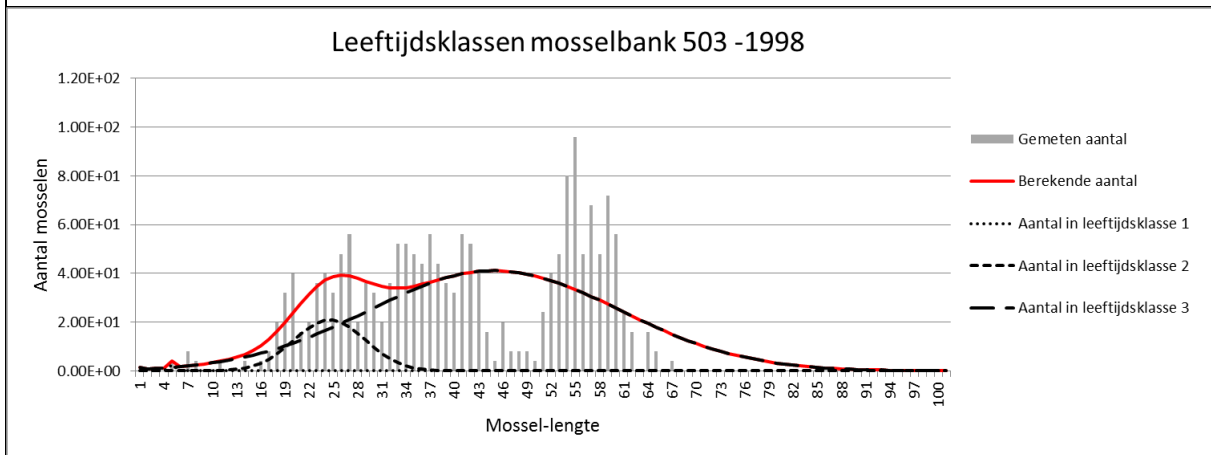
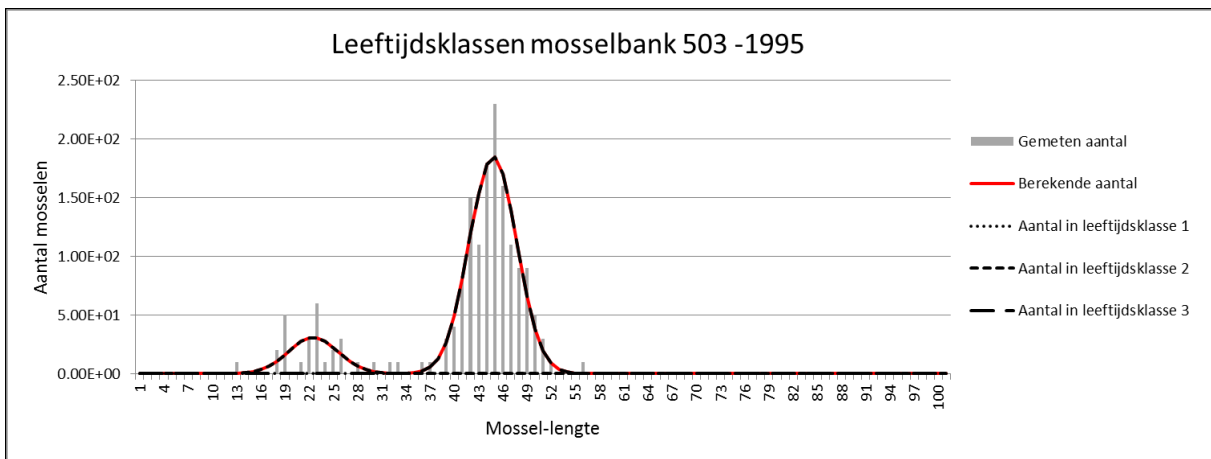
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2009



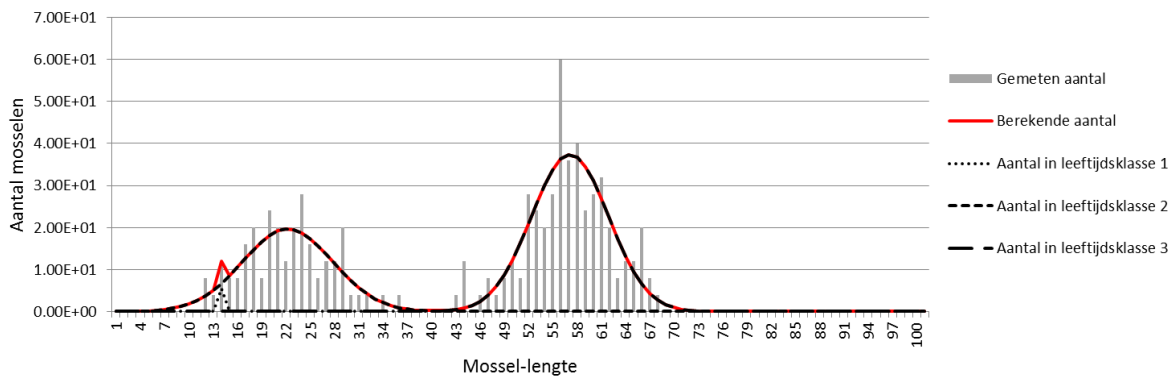
Leeftijdsklassen mosselbank 502 -2010



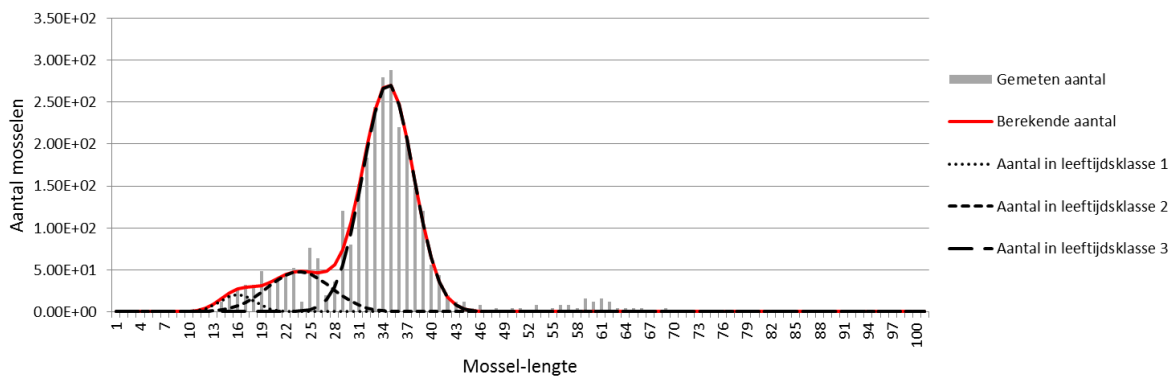




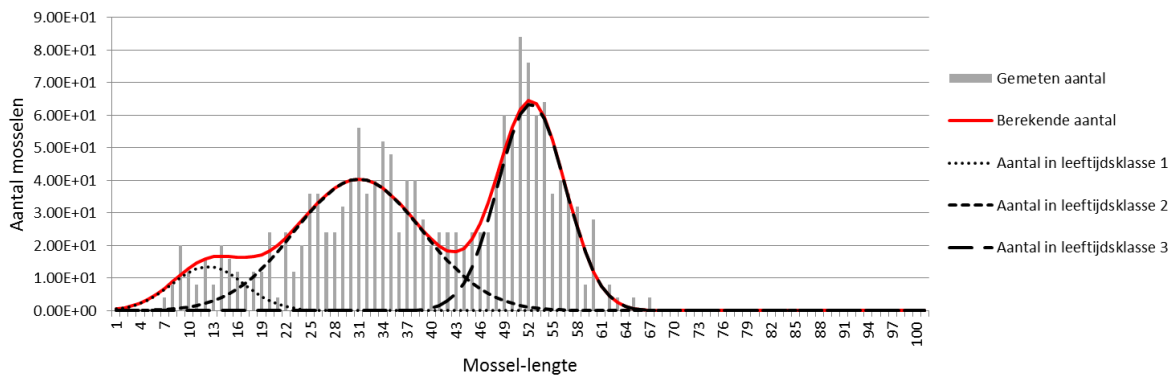
Leeftijdsklassen mosselbank 503 -2001



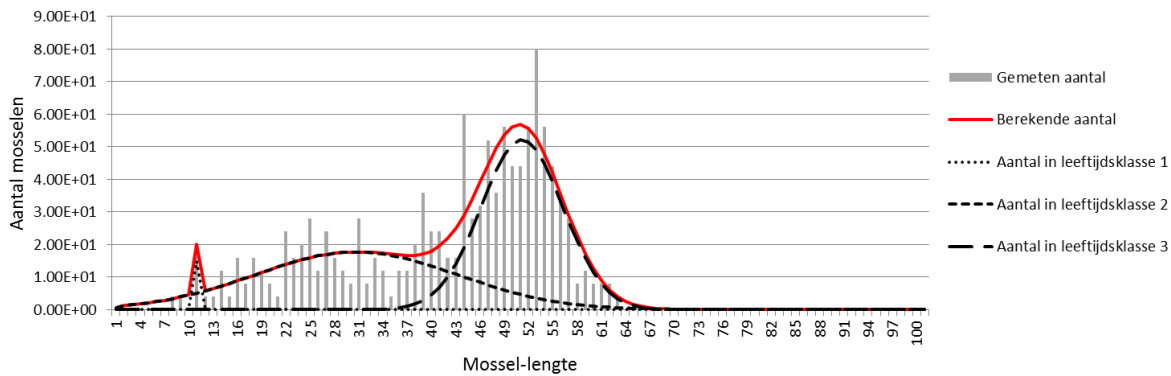
Leeftijdsklassen mosselbank 503 -2003



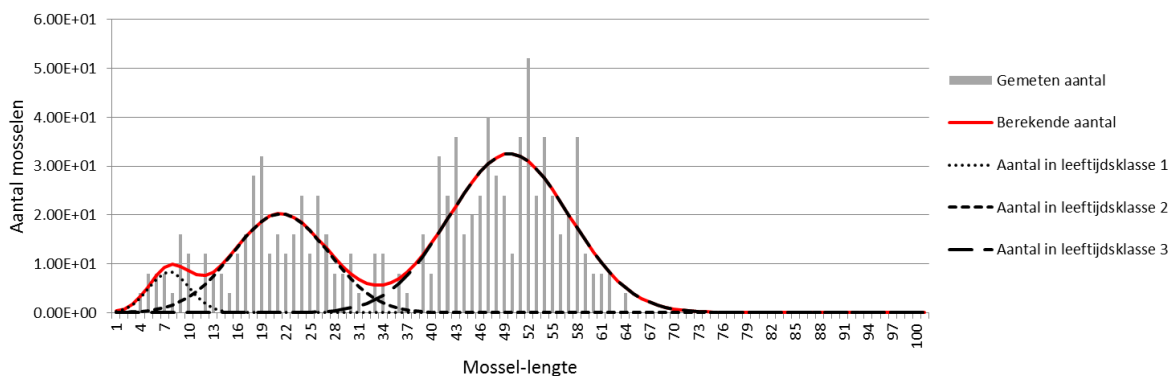
Leeftijdsklassen mosselbank 503 -2004



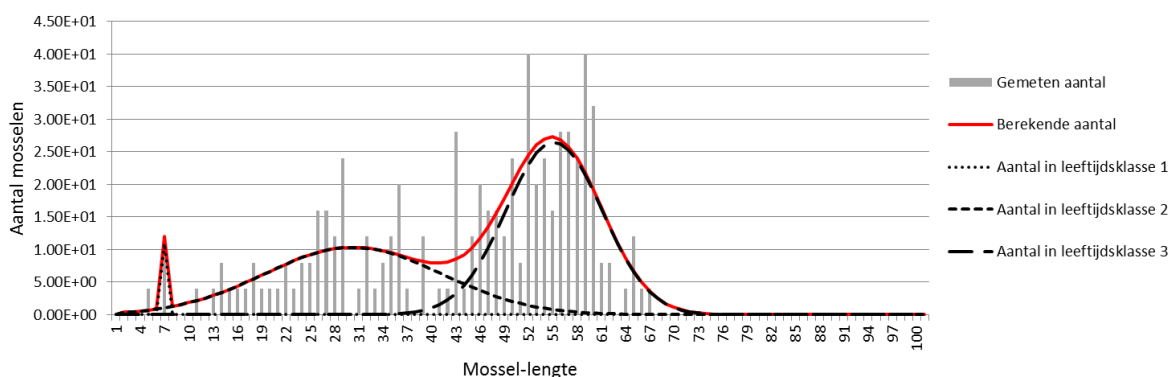
Leeftijdsklassen mosselbank 503 -2005



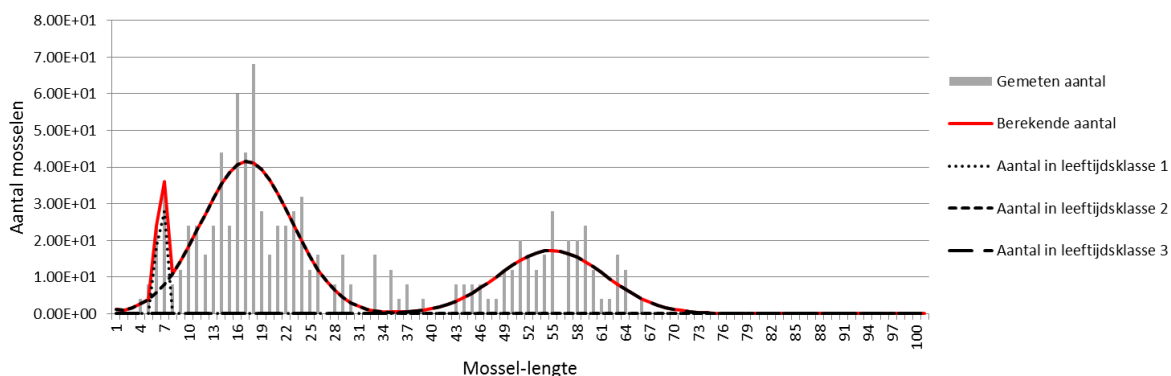
Leeftijdsklassen mosselbank 503 -2006



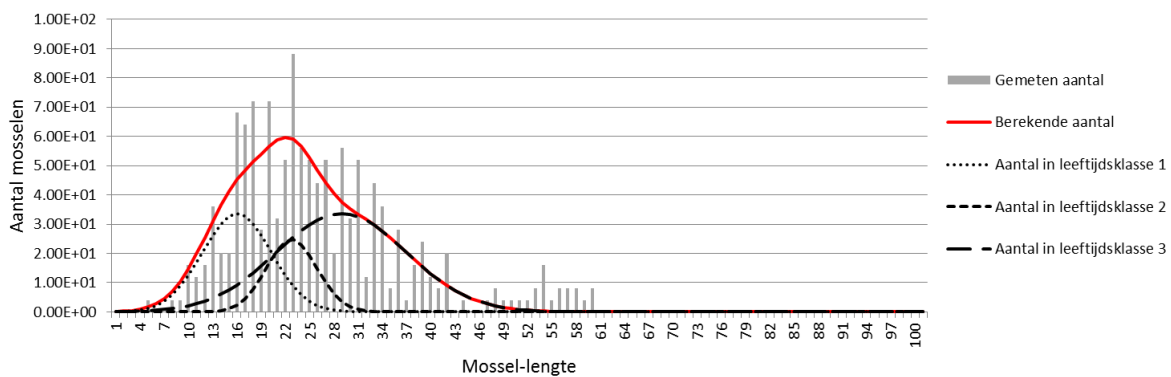
Leeftijdsklassen mosselbank 503 -2007

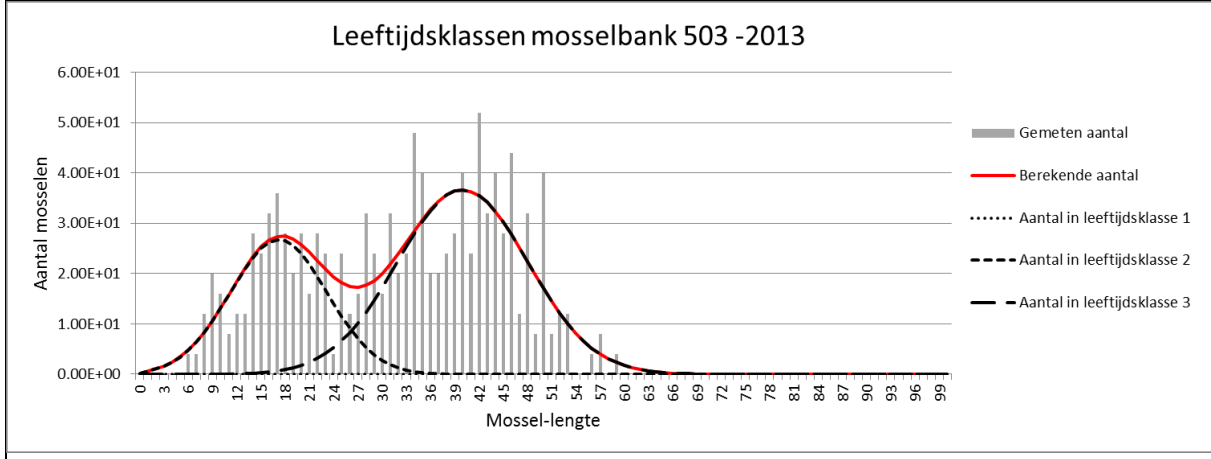
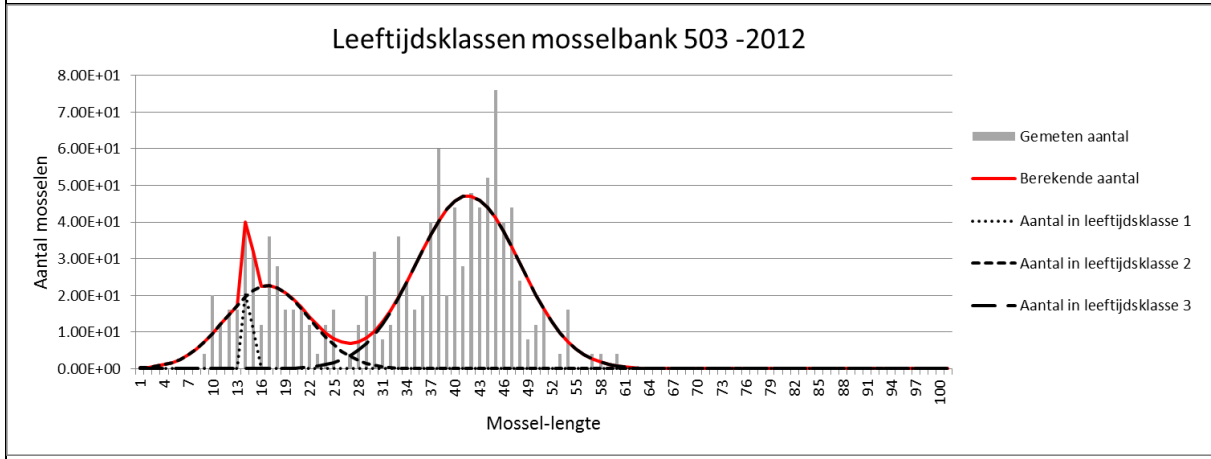
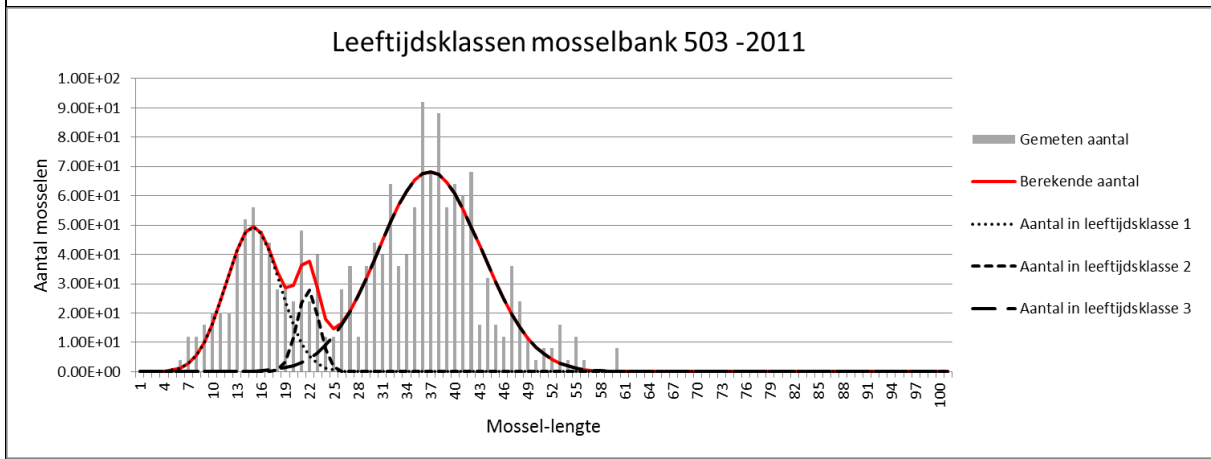
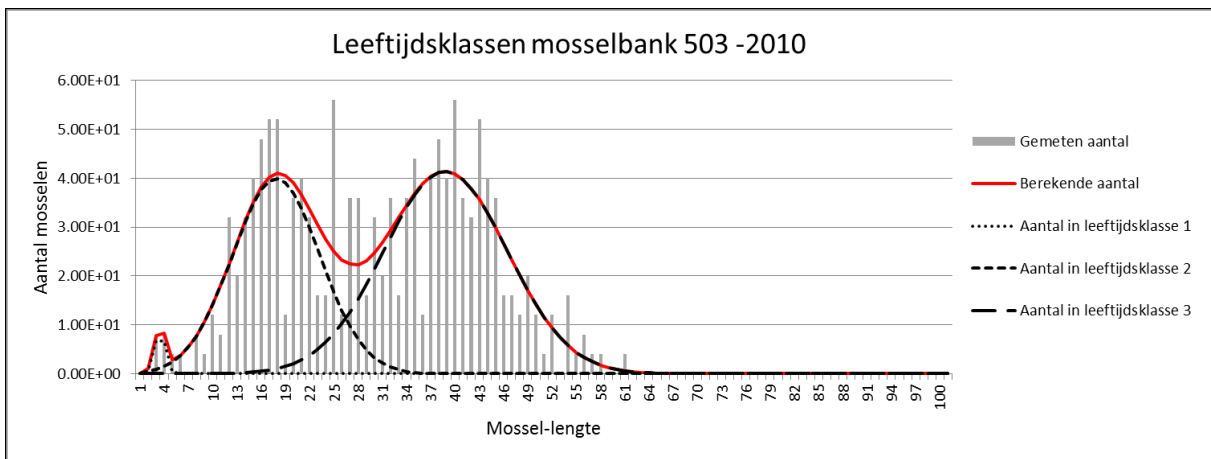


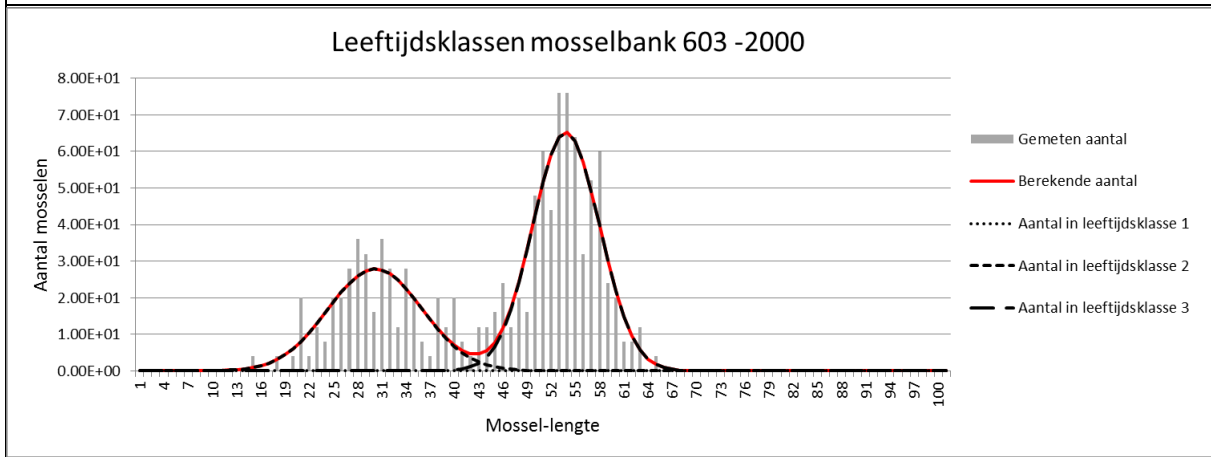
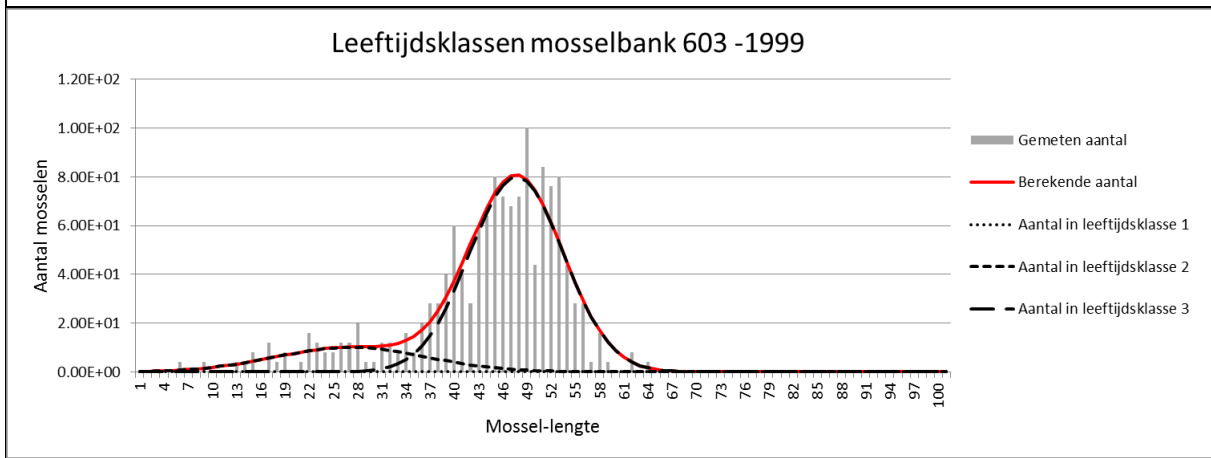
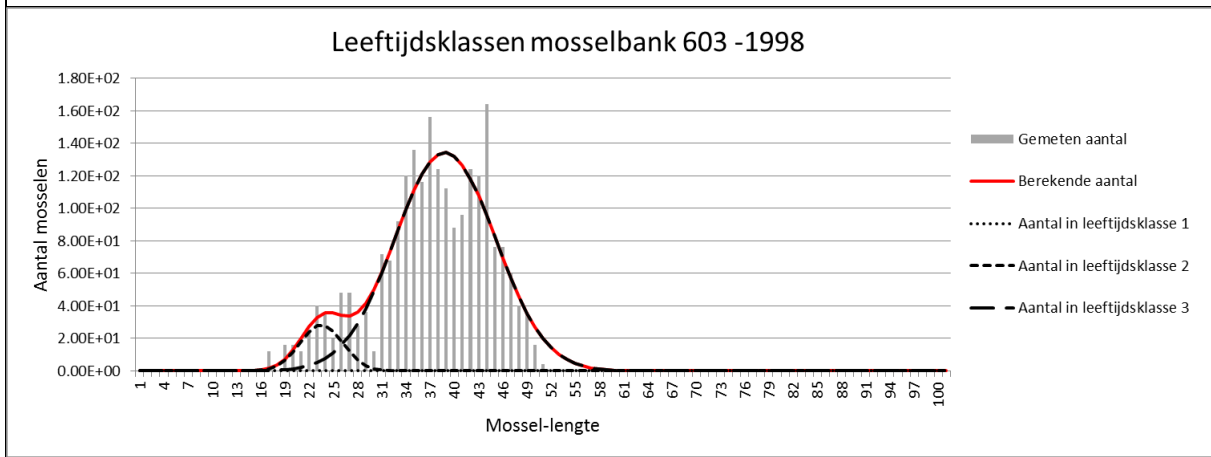
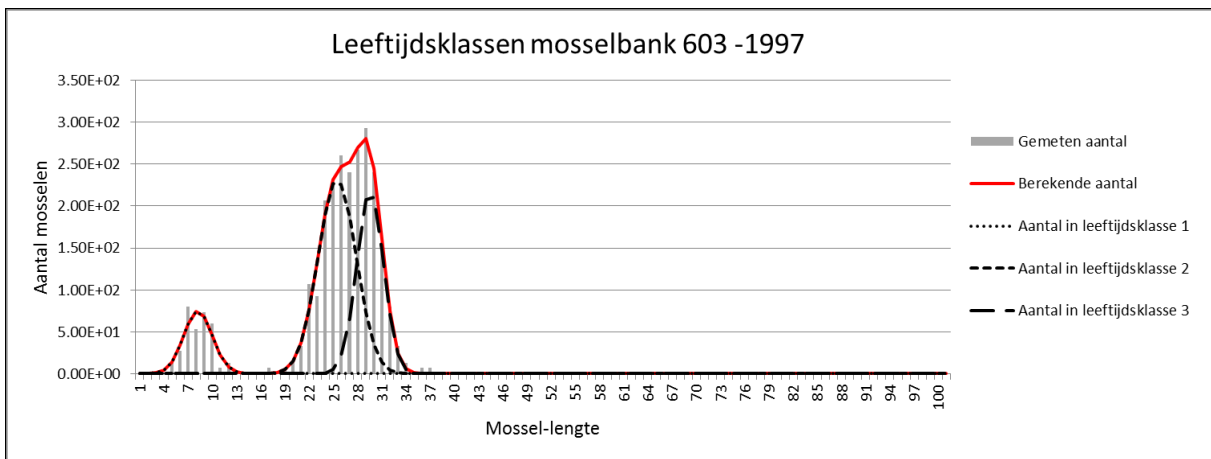
Leeftijdsklassen mosselbank 503 -2008



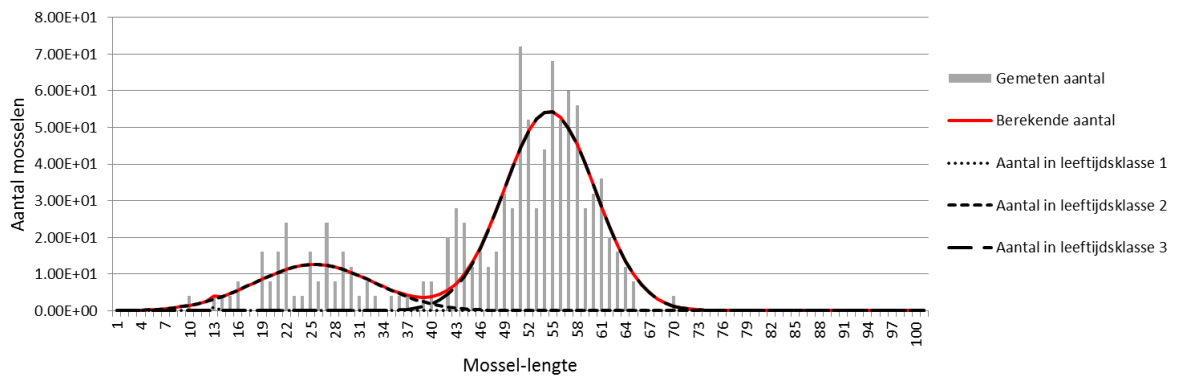
Leeftijdsklassen mosselbank 503 -2009



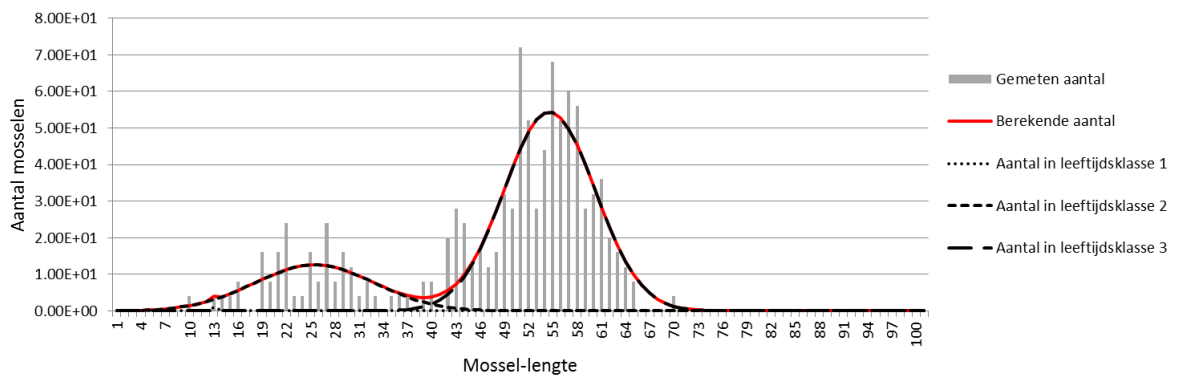




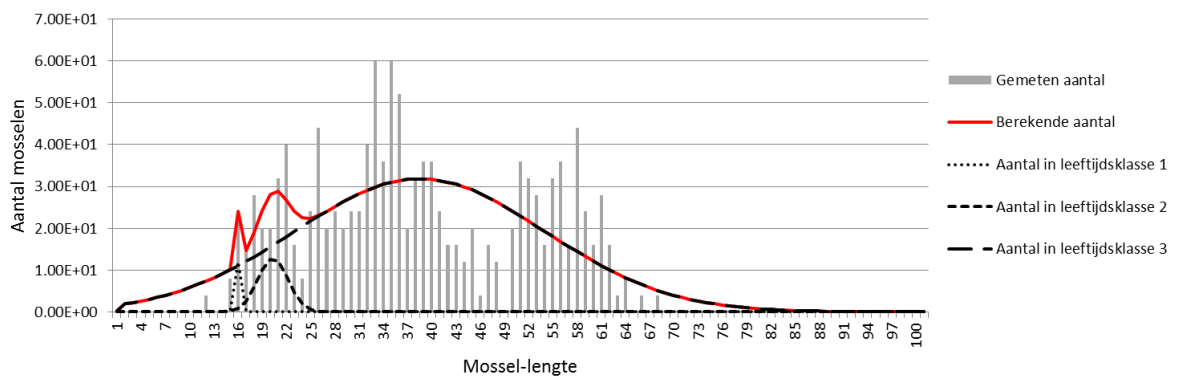
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2001



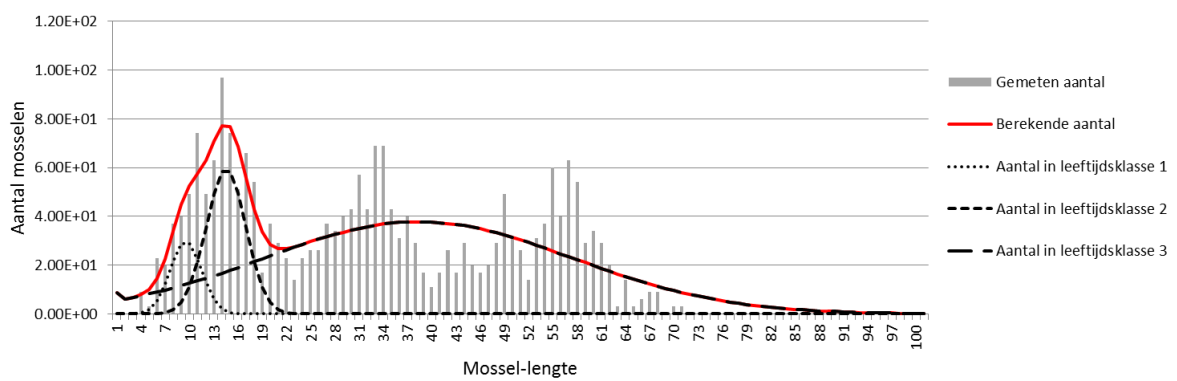
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2001



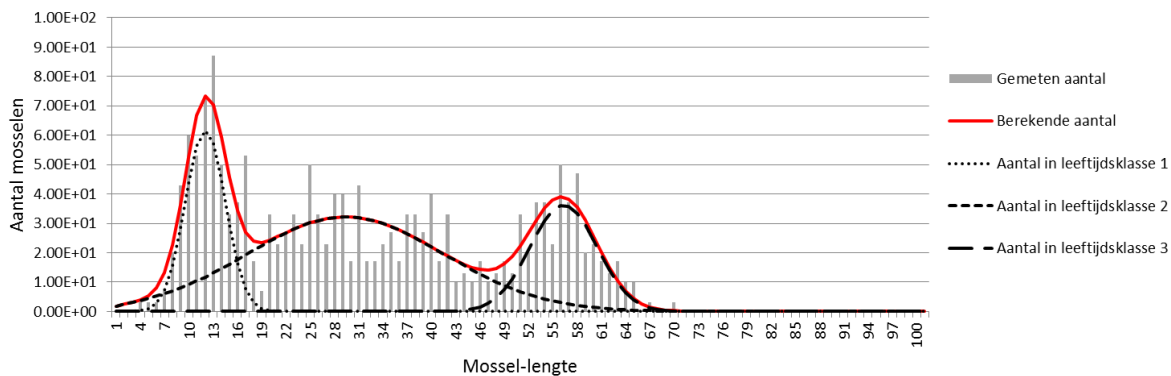
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2003



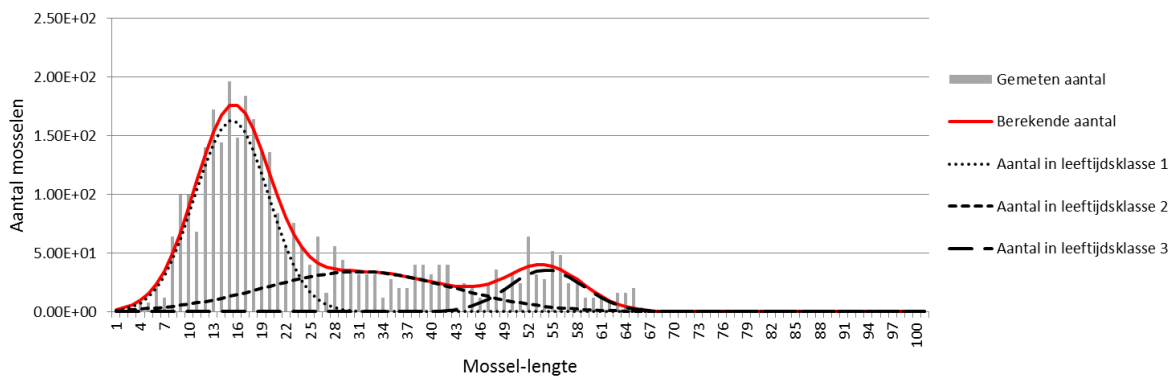
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2004



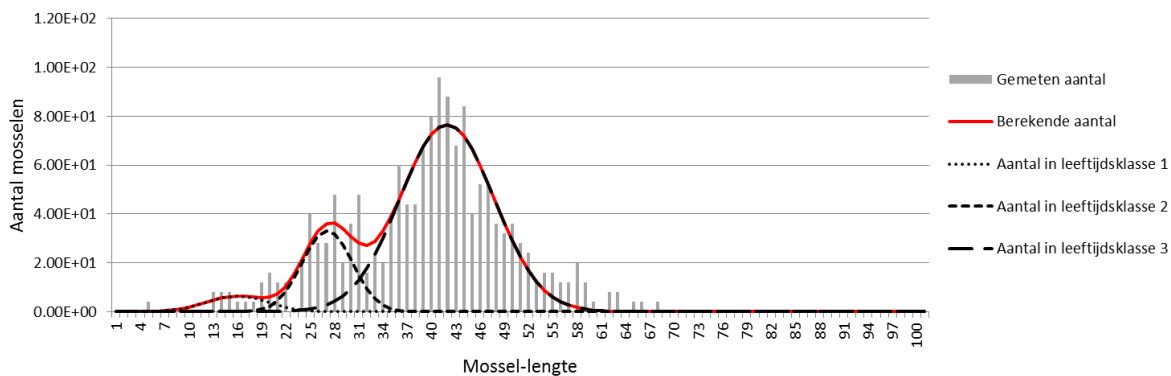
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2005



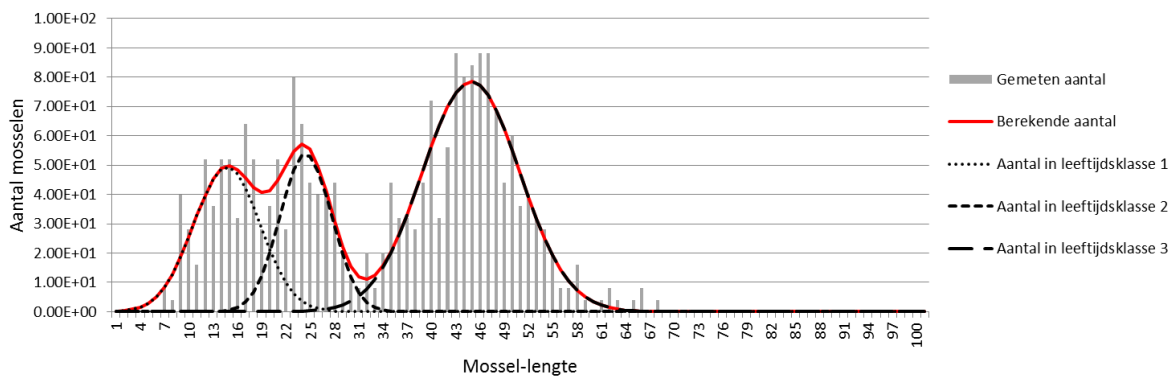
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2006



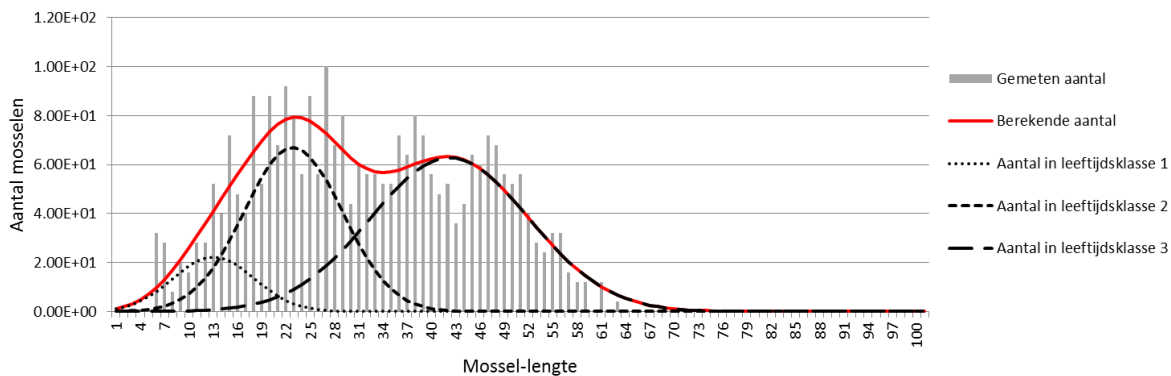
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2007



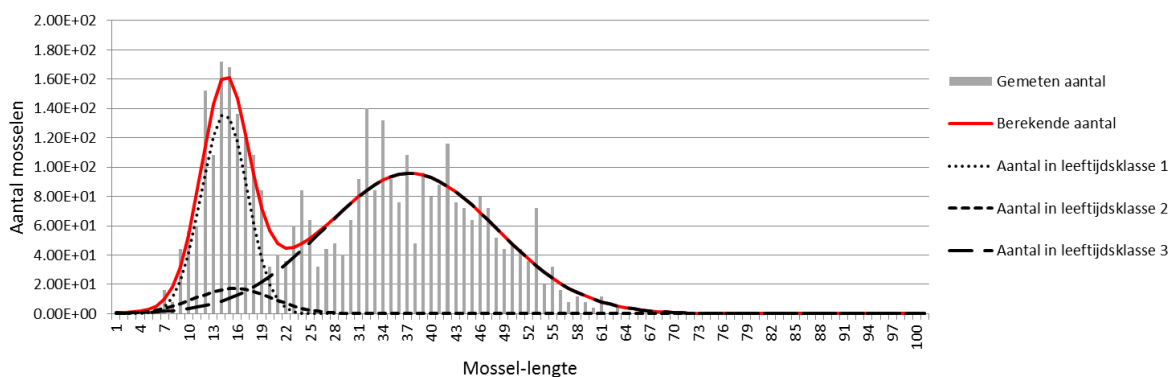
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2008



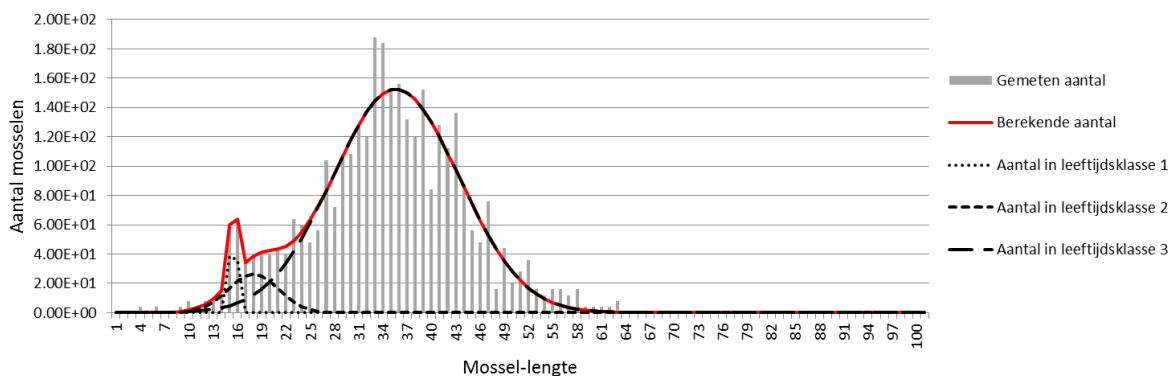
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2009



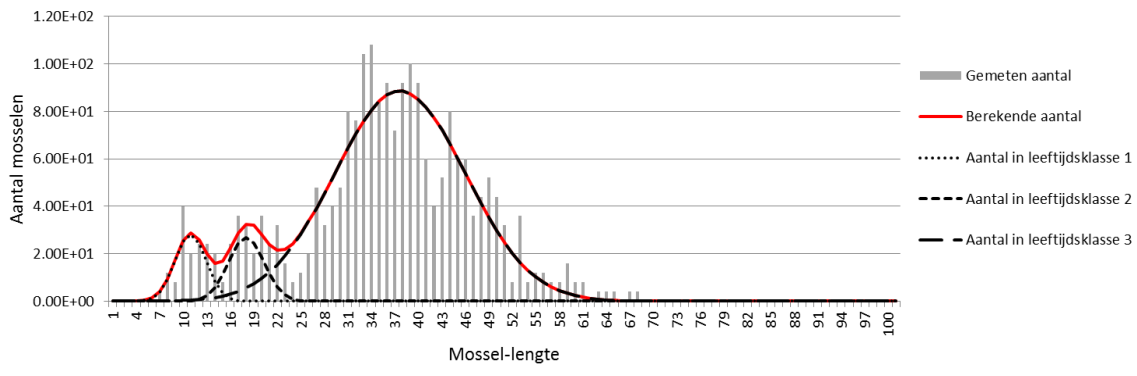
Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2010

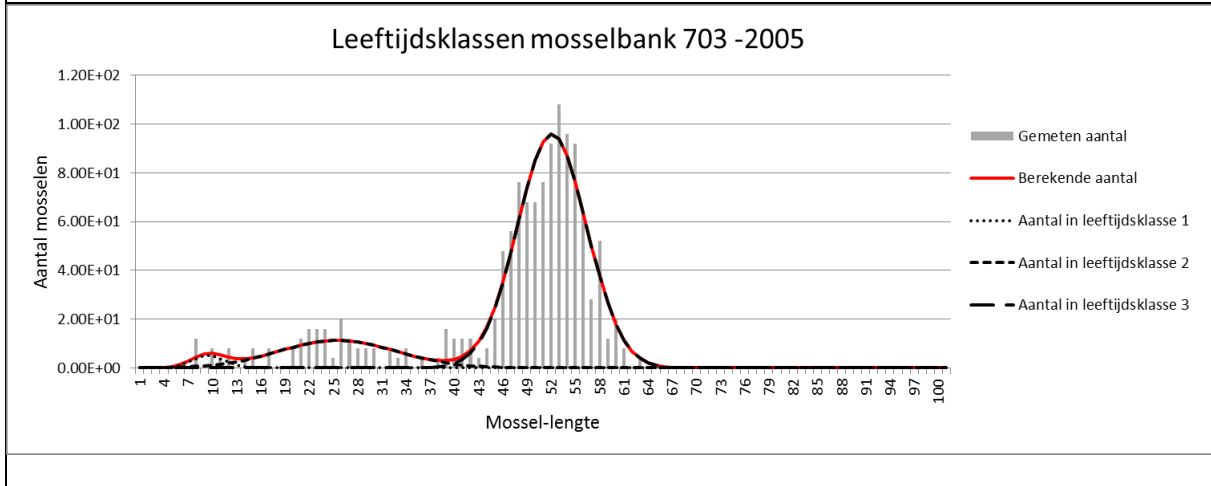
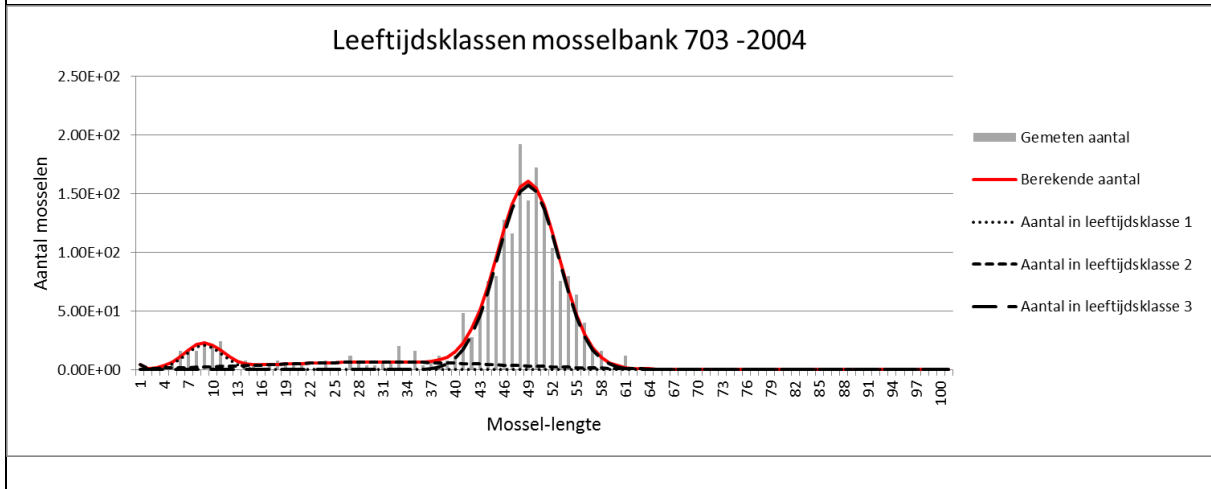
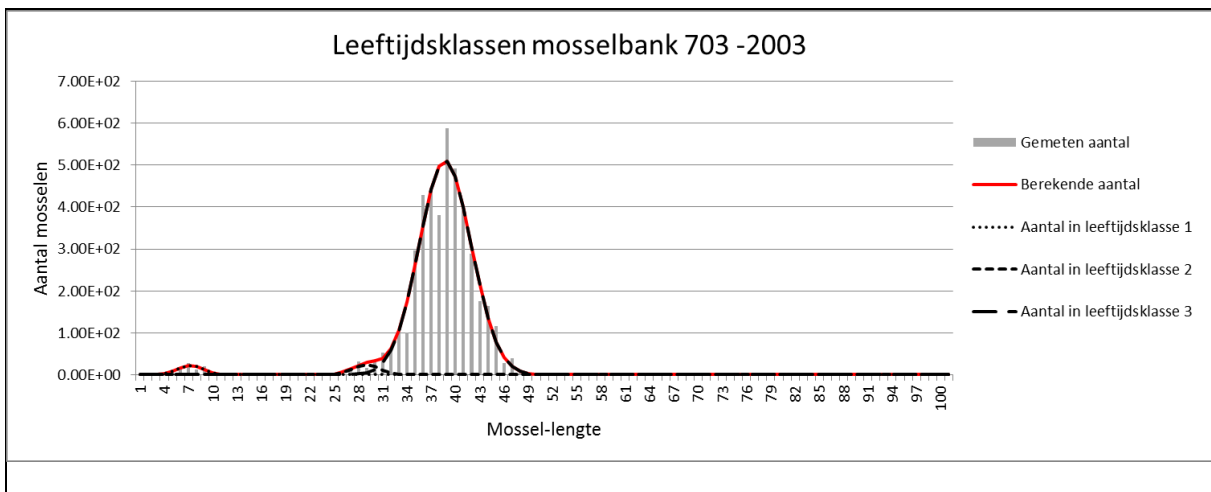
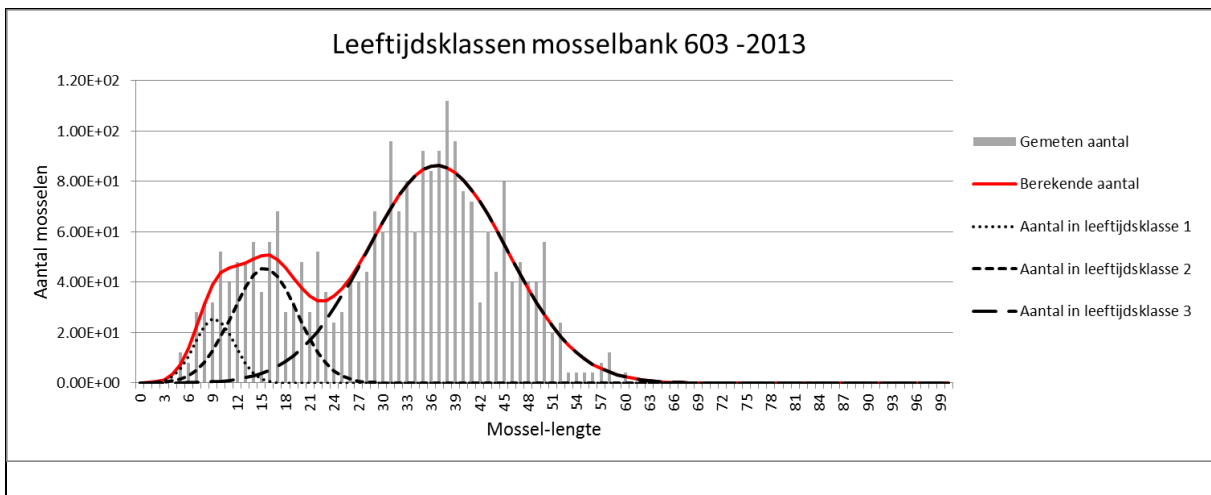


Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2011

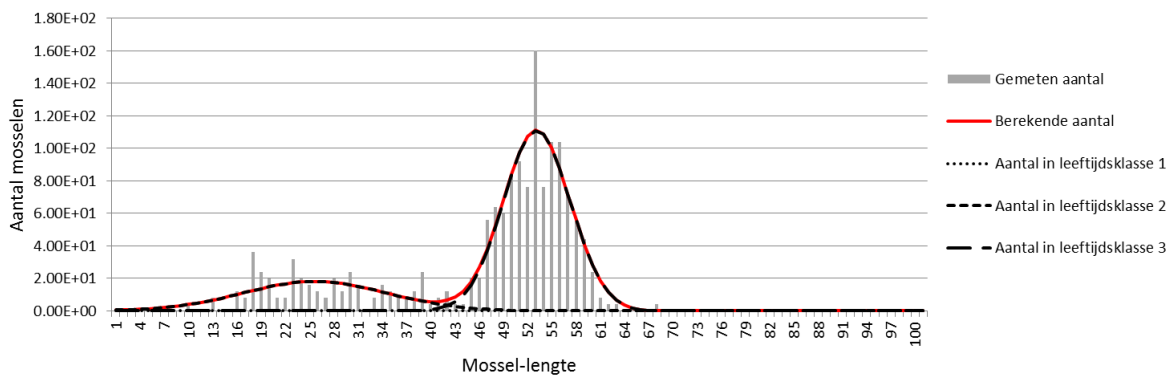


Leeftijdsklassen mosselbank 603 -2012

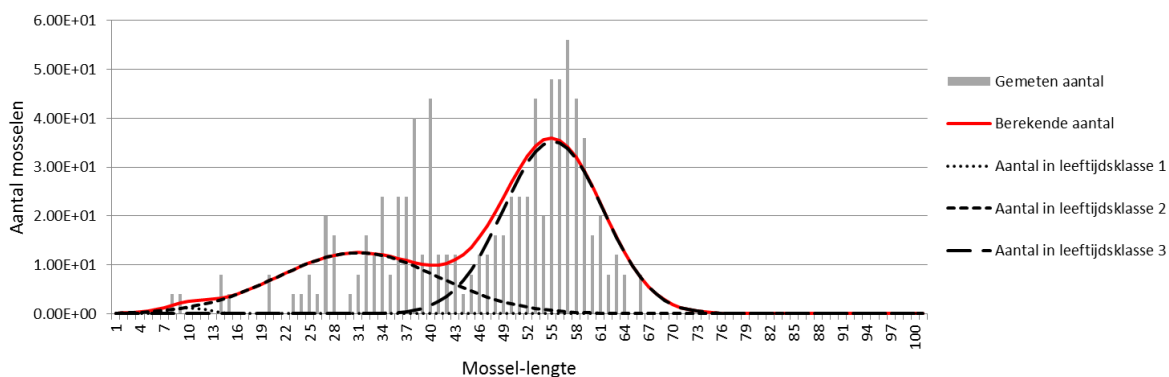




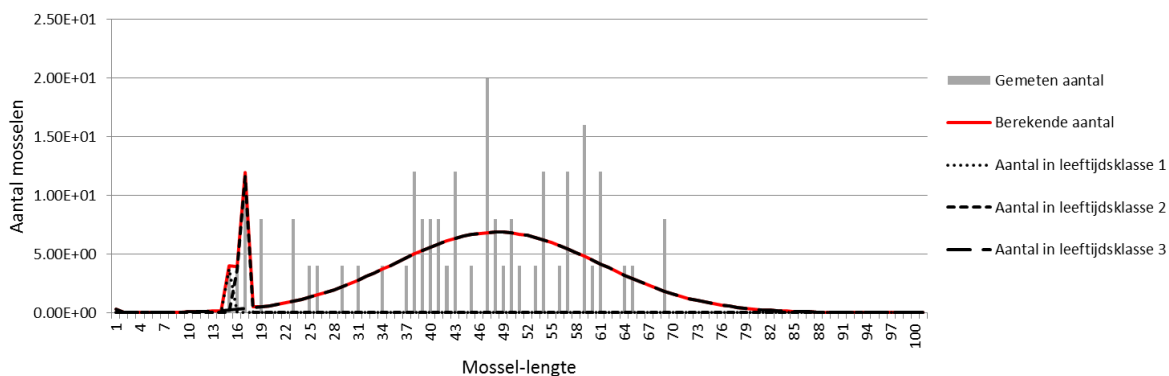
Leeftijdsklassen mosselbank 703 -2006



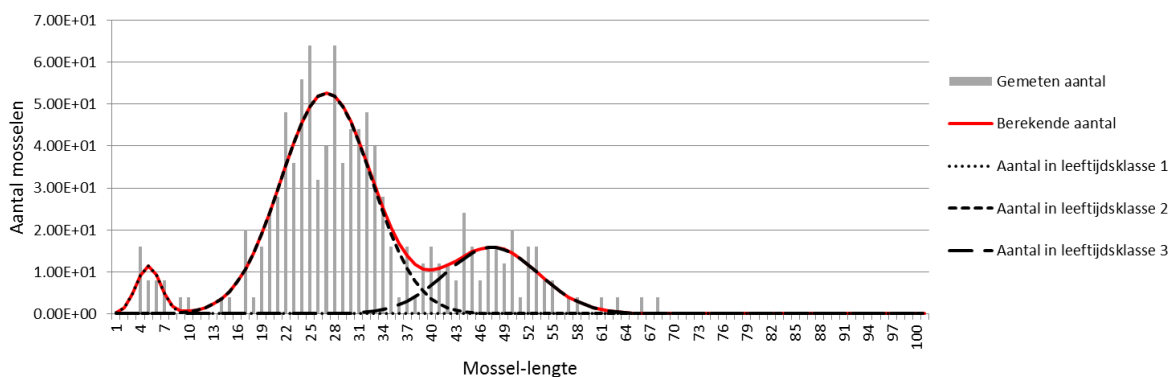
Leeftijdsklassen mosselbank 703 -2007

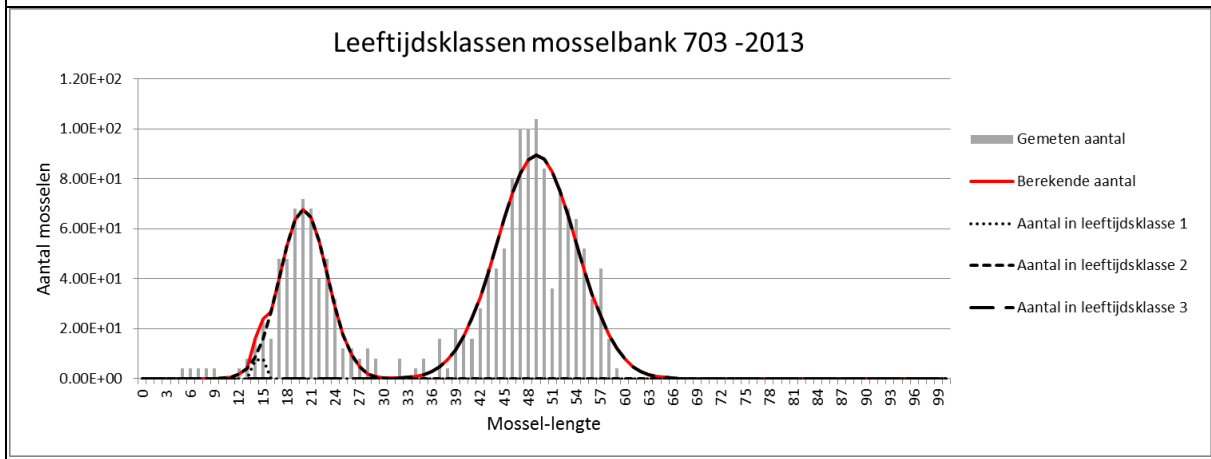
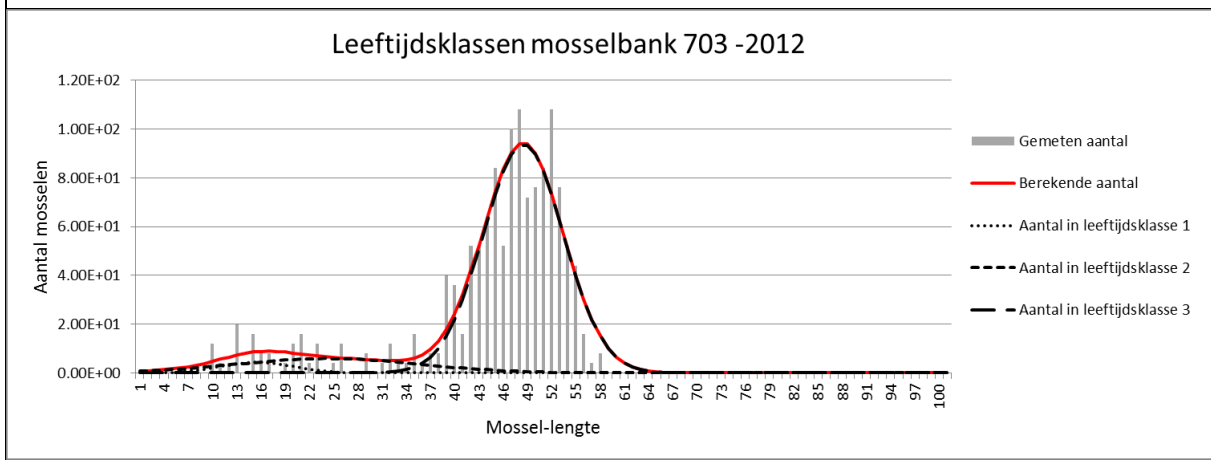
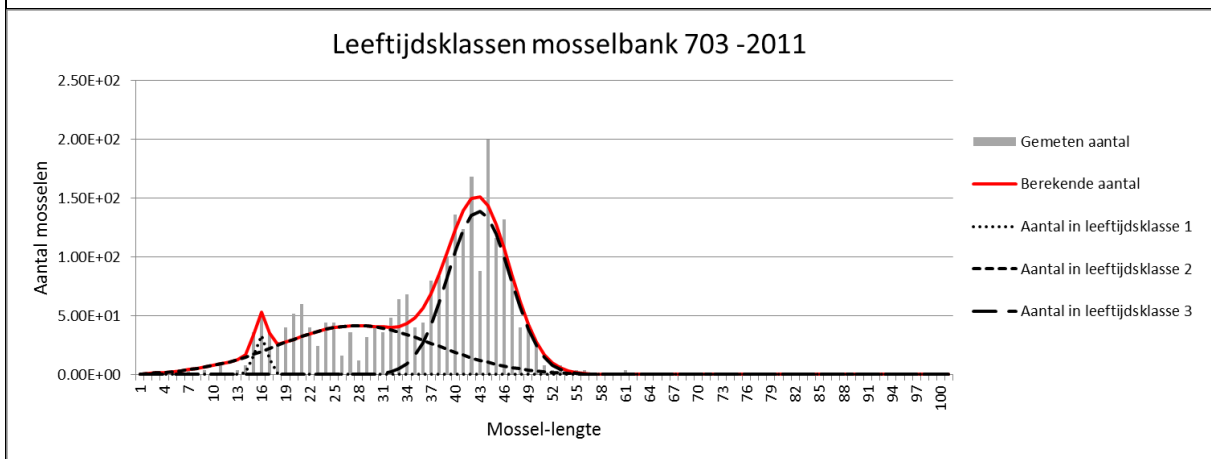
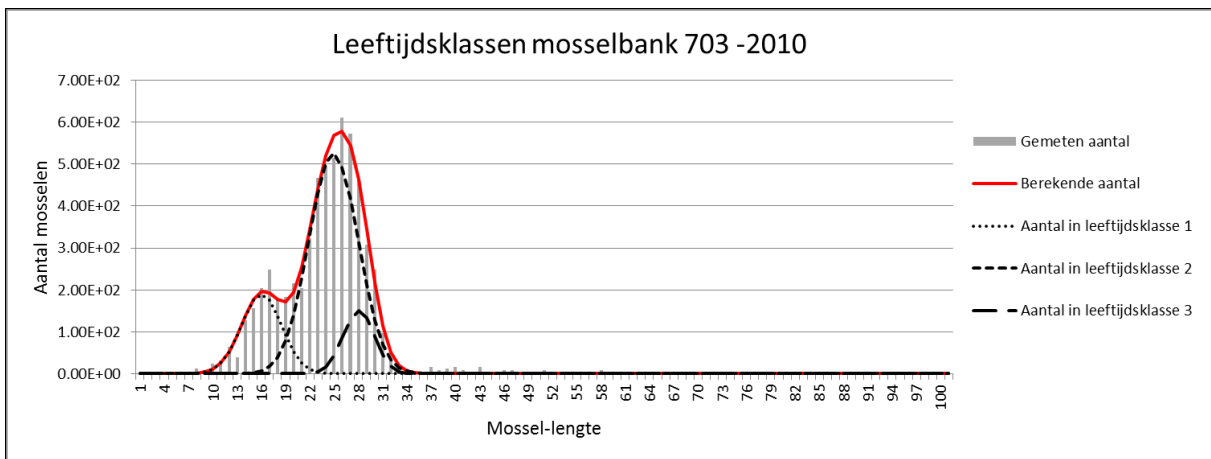


Leeftijdsklassen mosselbank 703 -2008

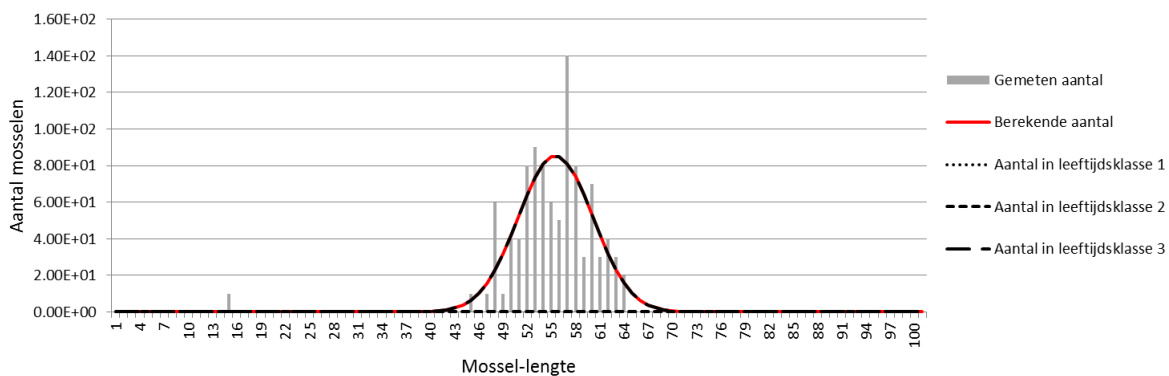


Leeftijdsklassen mosselbank 703 -2009

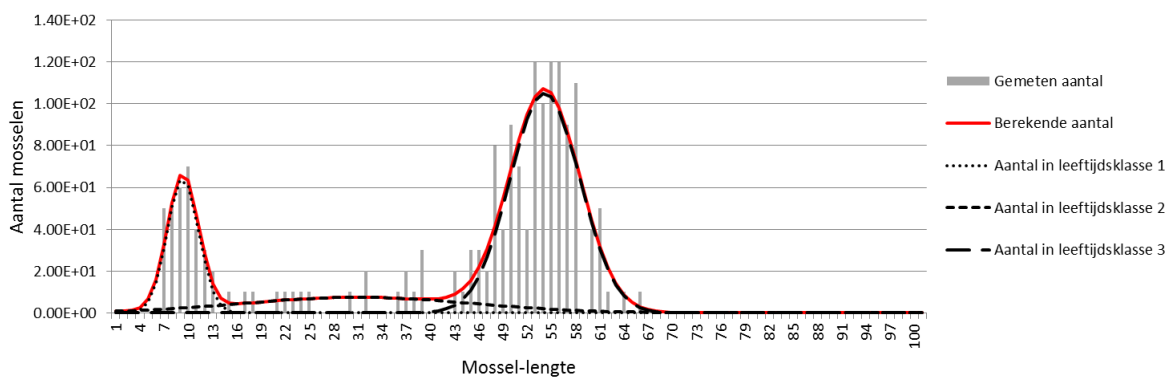




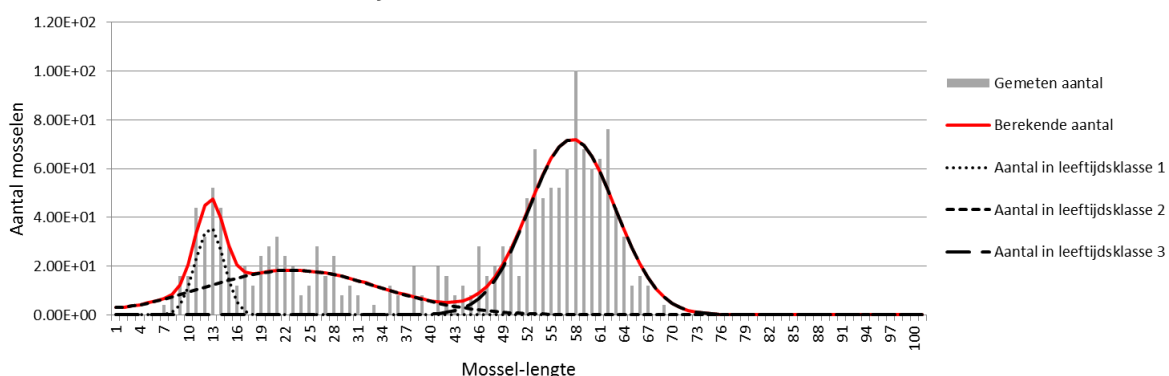
Leeftijdsklassen mosselbank 710 -2006



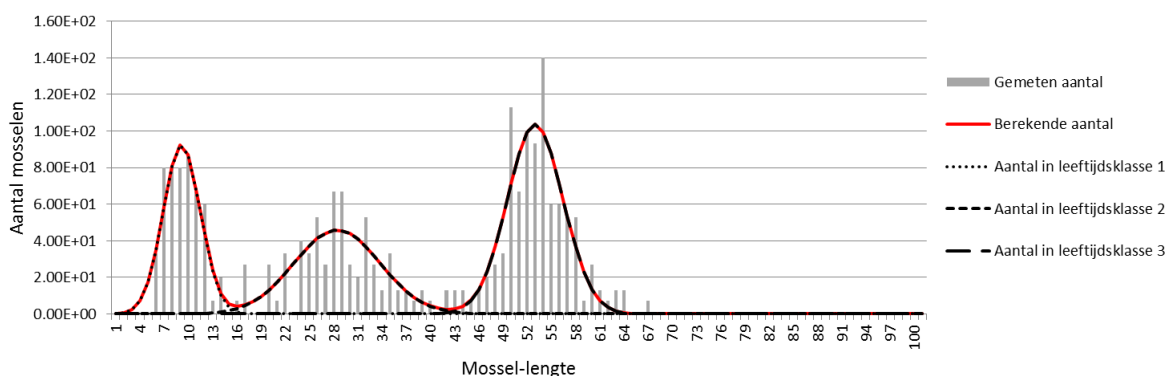
Leeftijdsklassen mosselbank 710 -2007



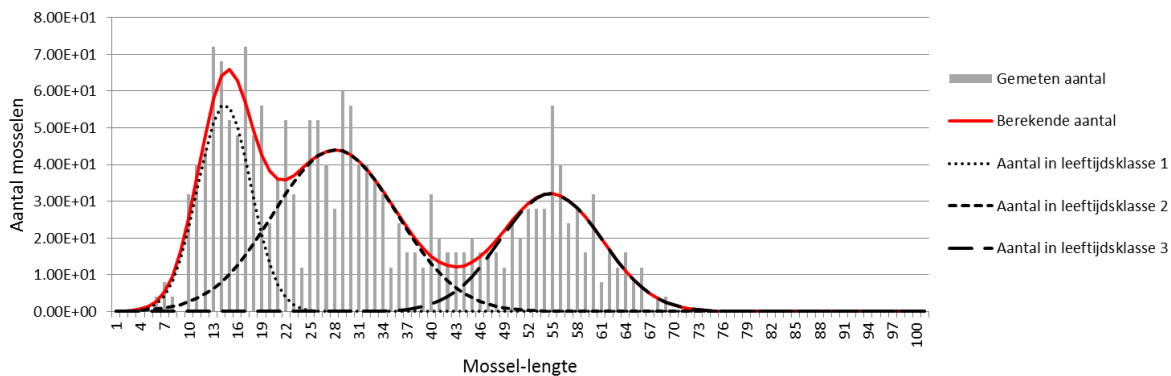
Leeftijdsklassen mosselbank 710 -2008



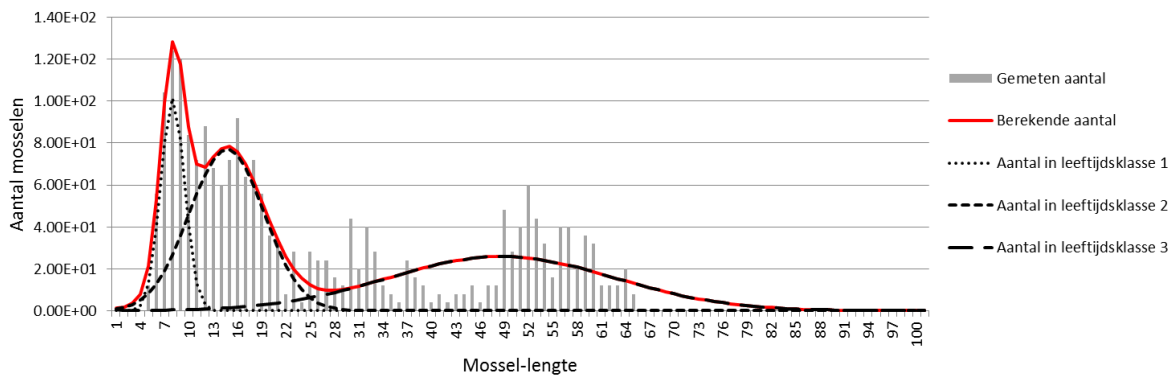
Leeftijdsklassen mosselbank 710 -2009



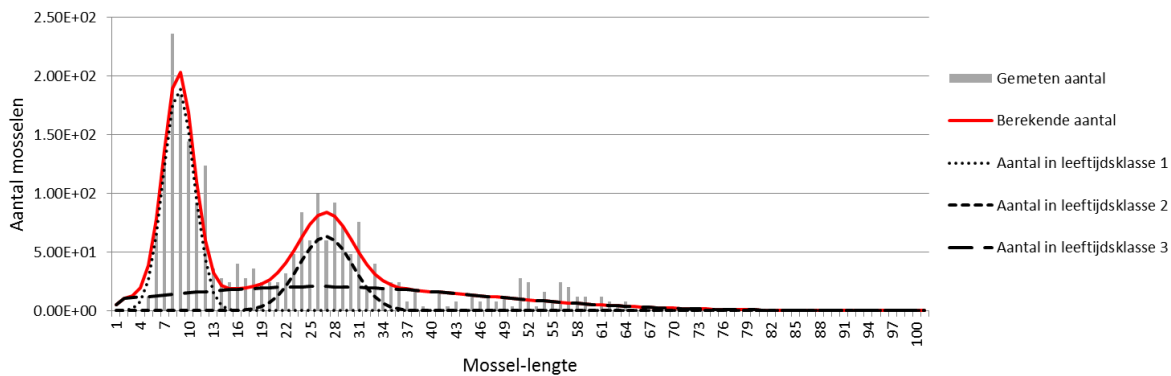
Leeftijdsklassen mosselbank 710 -2010



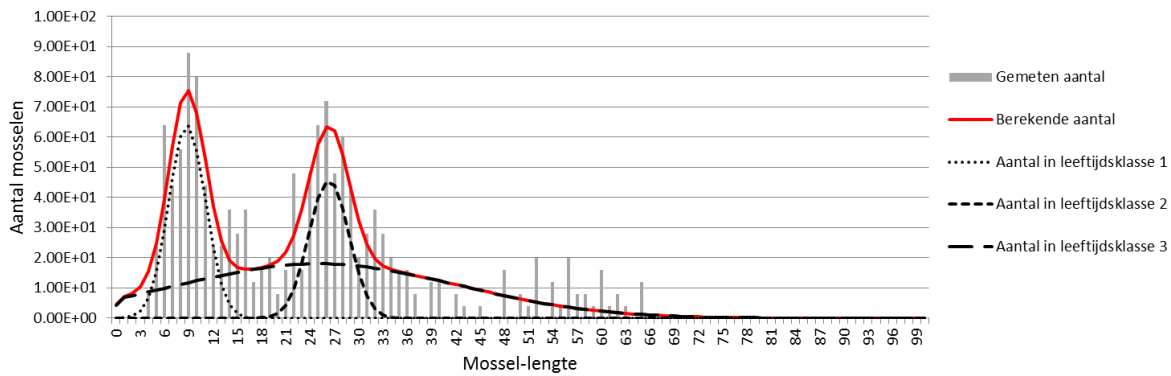
Leeftijdsklassen mosselbank 710 -2011

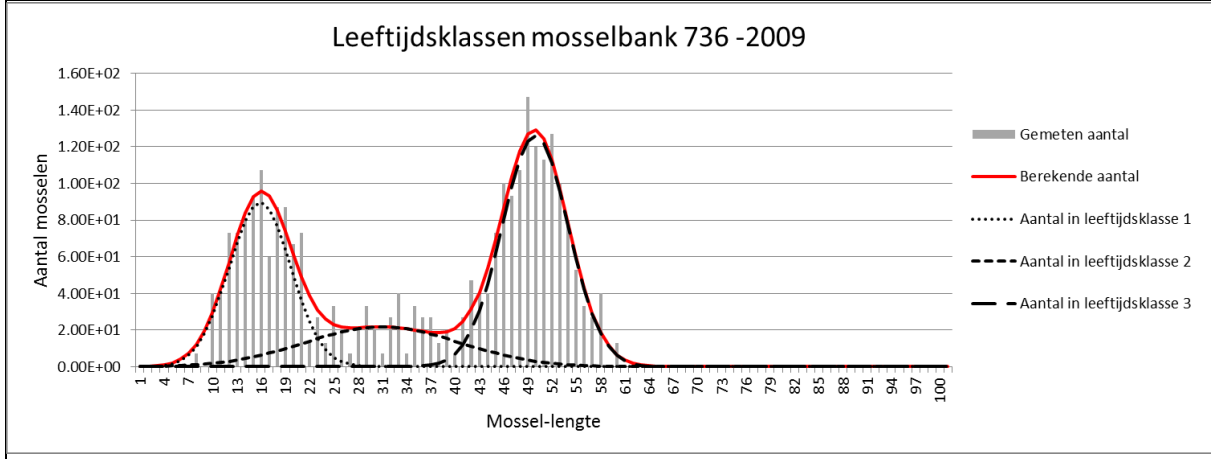
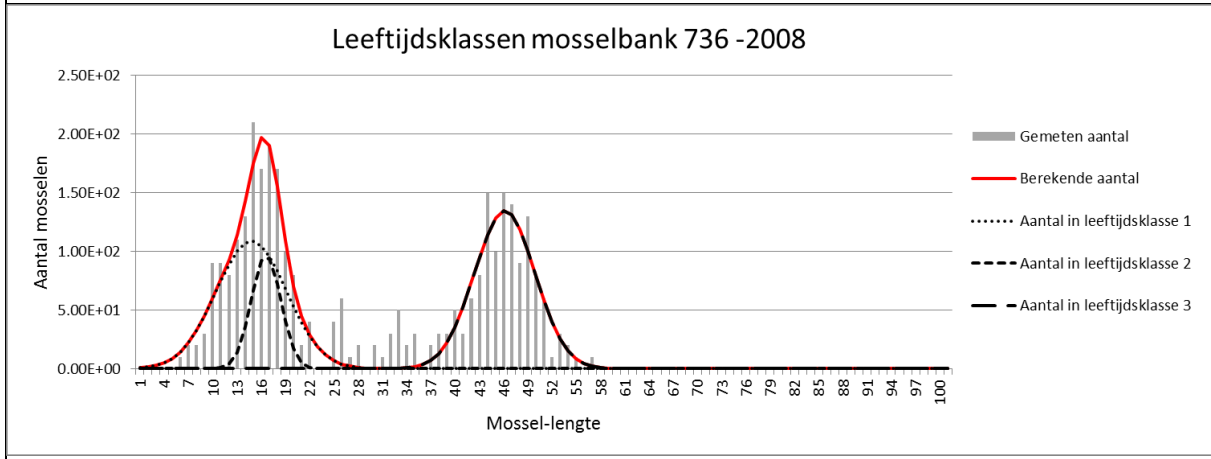
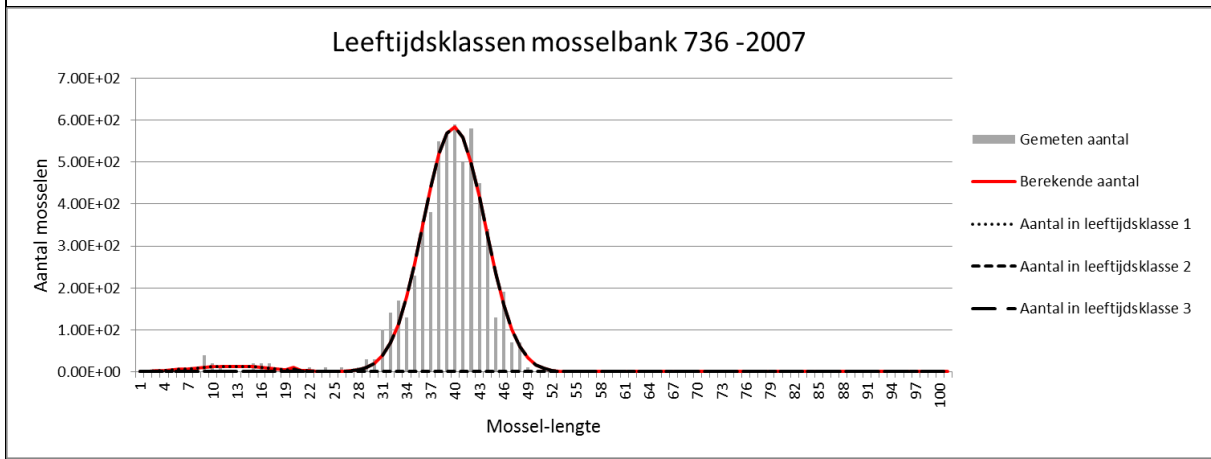
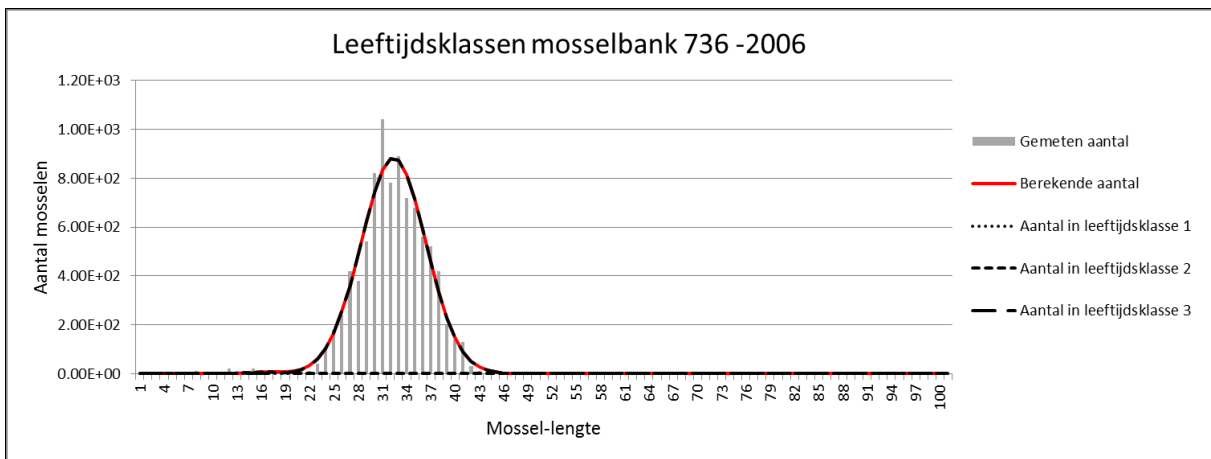


Leeftijdsklassen mosselbank 710 -2012

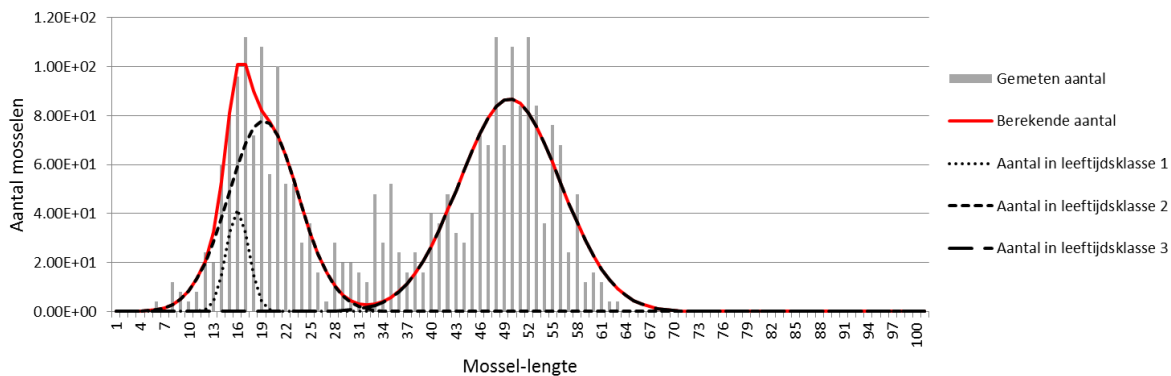


Leeftijdsklassen mosselbank 710 -2013

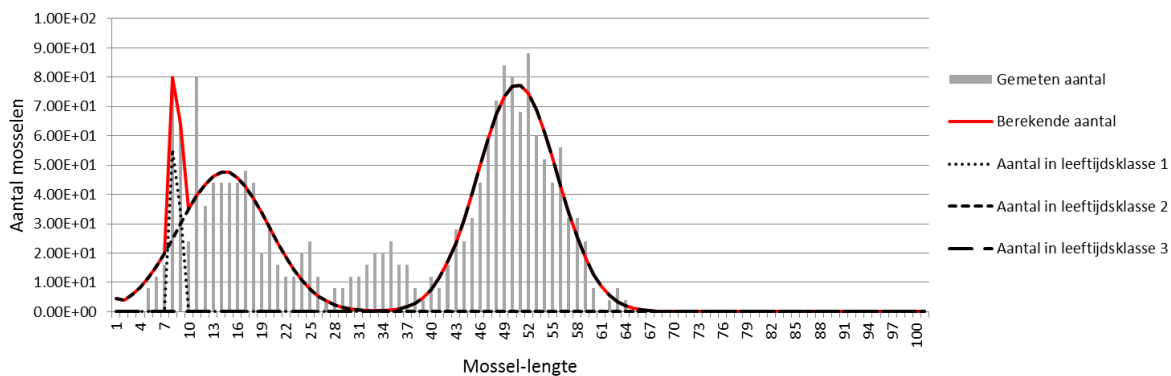




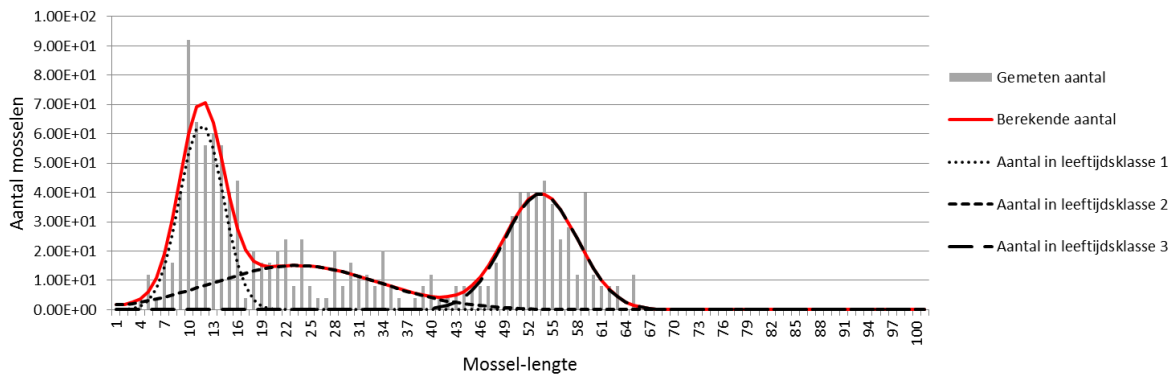
Leeftijdsklassen mosselbank 736 -2010



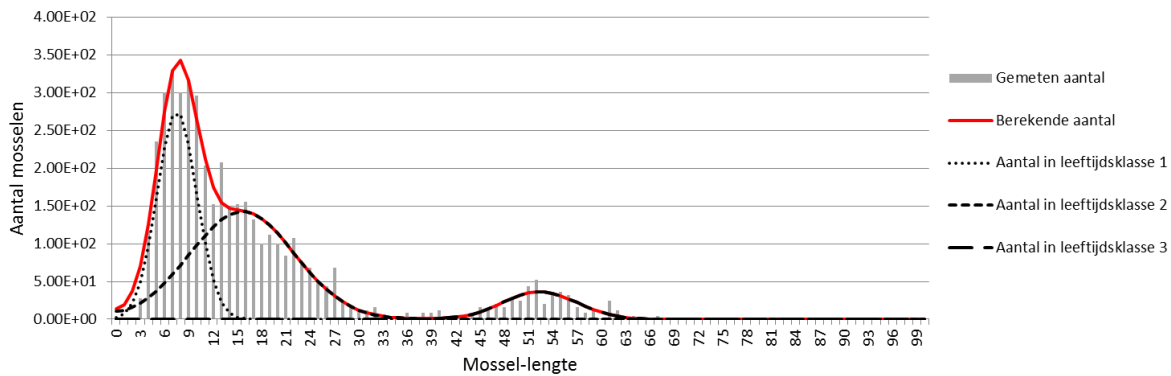
Leeftijdsklassen mosselbank 736 -2011



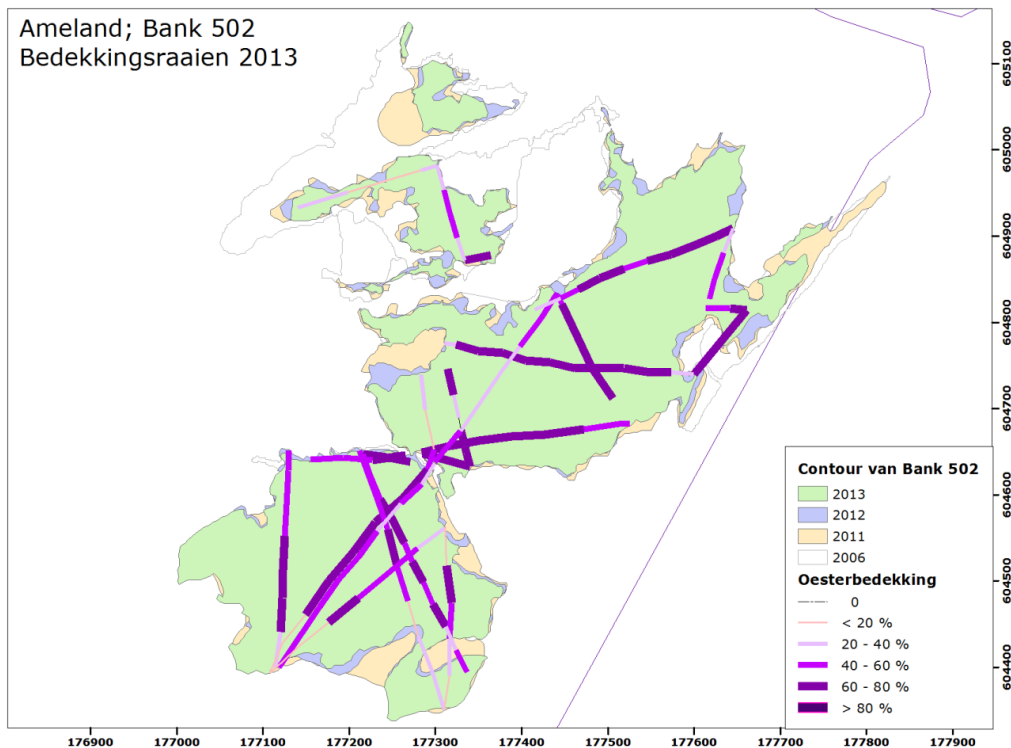
Leeftijdsklassen mosselbank 736 -2012



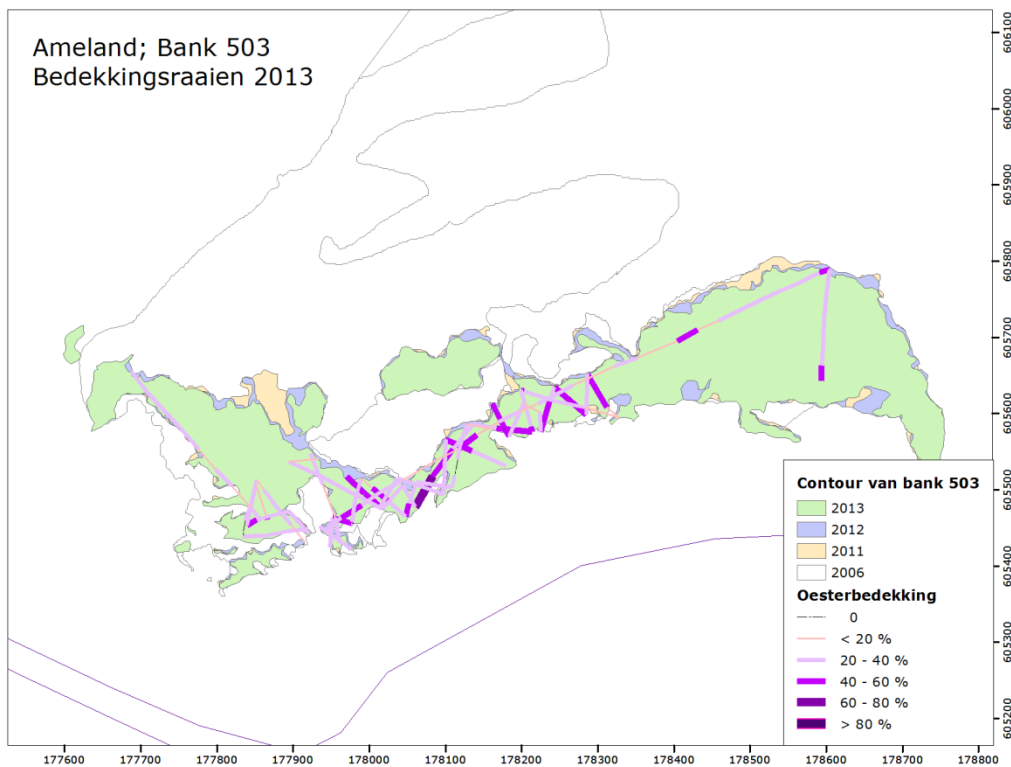
Leeftijdsklassen mosselbank 736 -2013



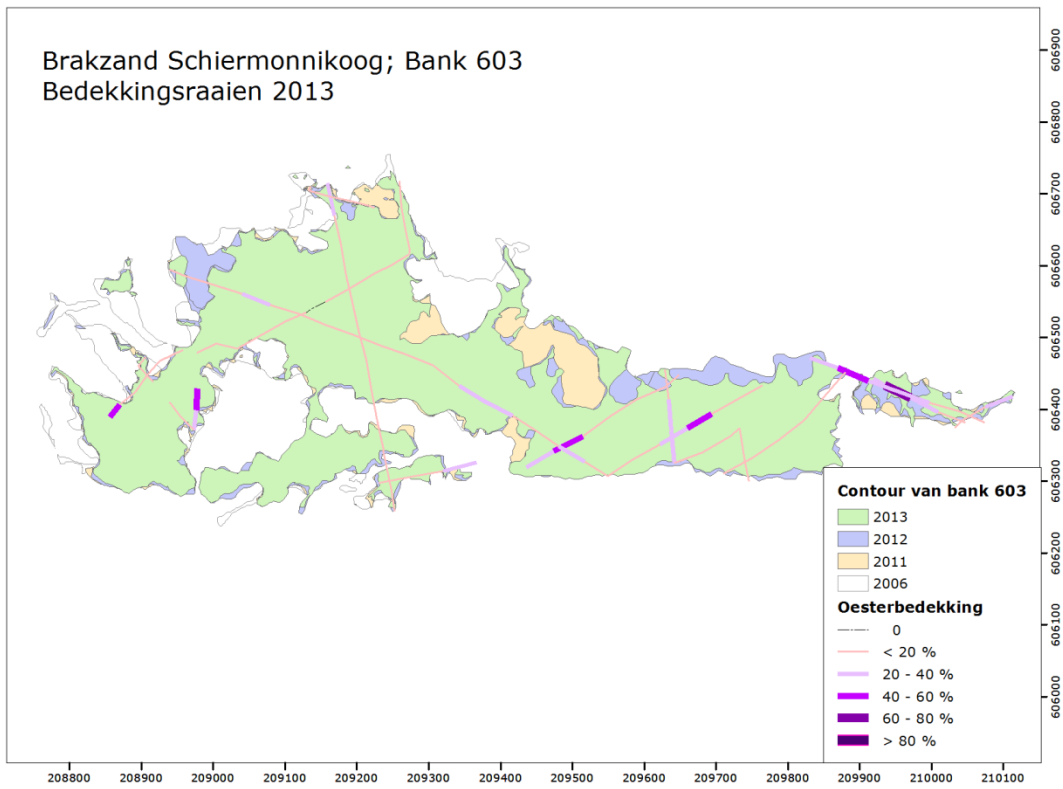
Bijlage 4 Uitgebreide gegevens oesterontwikkeling op mosselbanken



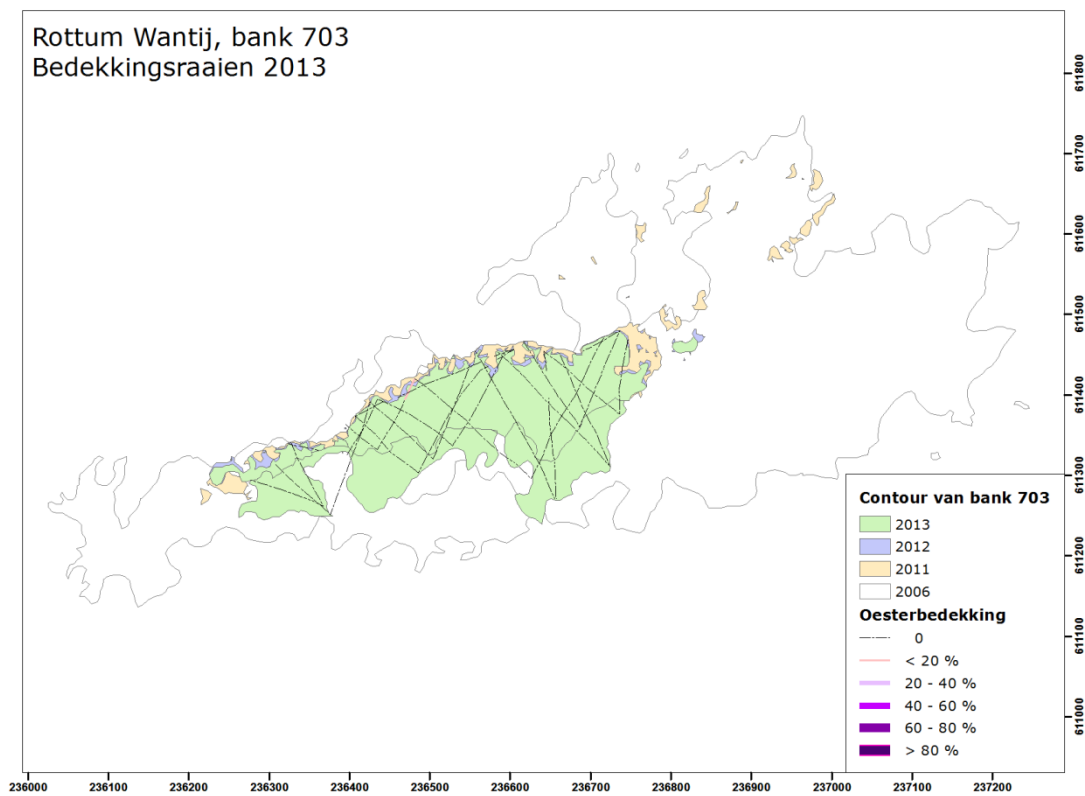
Oesterbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 502 in 2013.



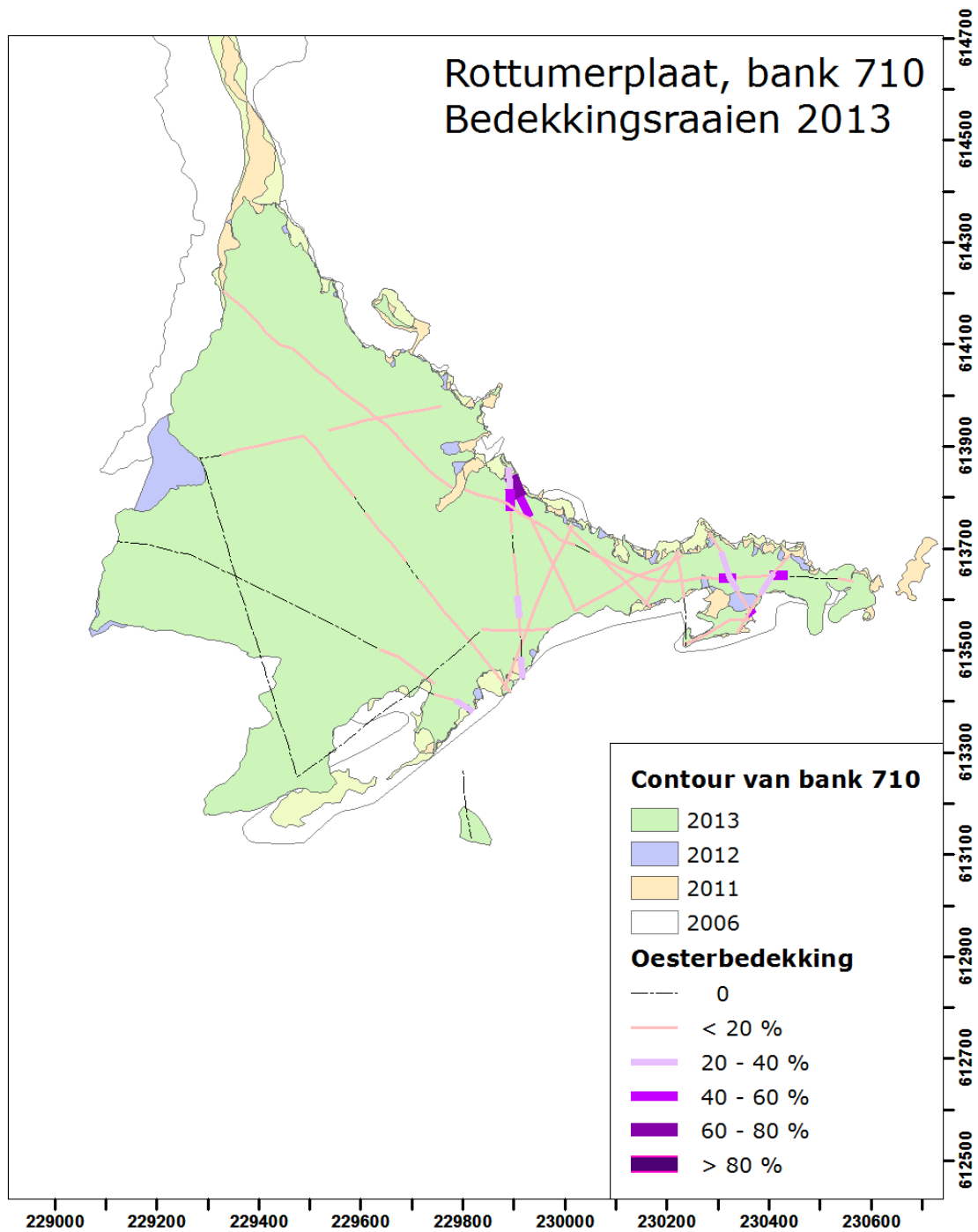
Oesterbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 503 in 2013.



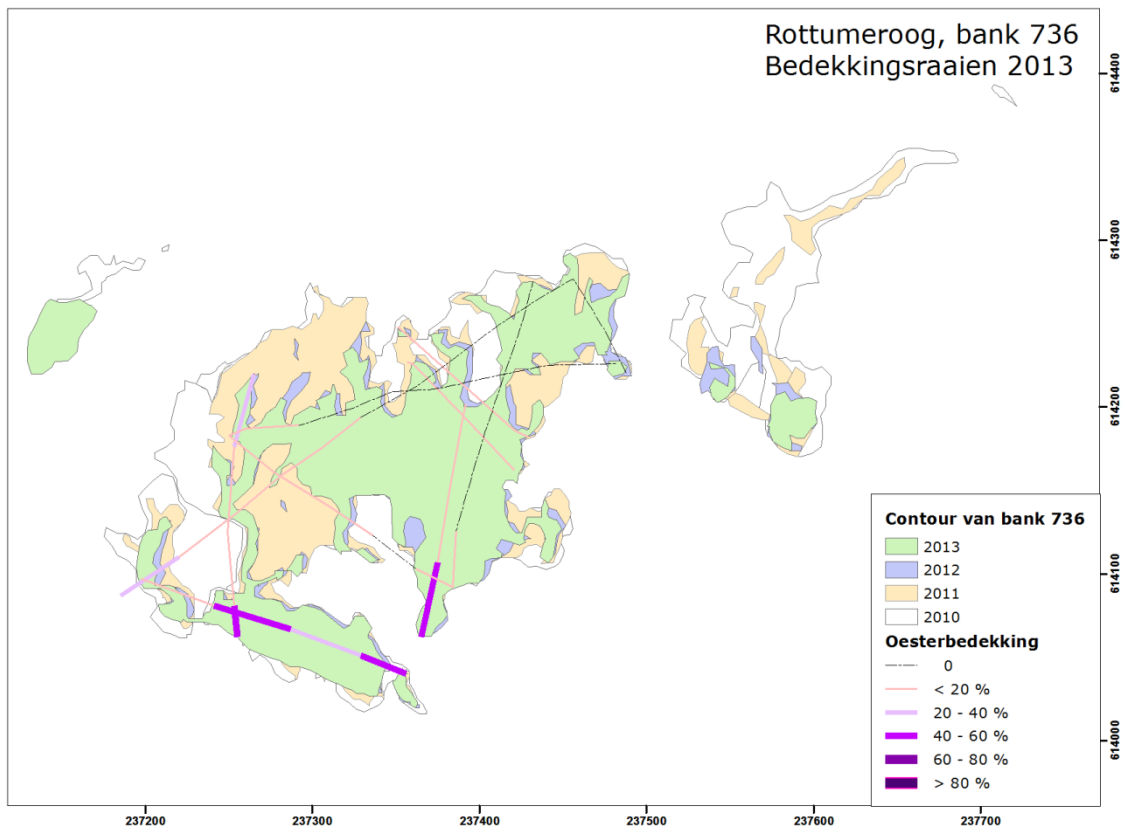
Oesterbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 603 in 2013.



Oesterbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 703 in 2013.



Oesterbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 710 in 2013.



Oesterbedekkingspercentages van de gelopen raaien op mosselbank 736 in 2013.

Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

WOt-Technical reports zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; E info.wnm@wur.nl

WOt-Technical reports zijn ook te downloaden via de website www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu

- 1 Arets, E.J.M.M., K.W. van der Hoek, H. Kramer, P.J. Kuikman & J.-P. Lesschen (2013). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector for the UNFCCC and Kyoto Protocol. Background to the Dutch NIR 2013.*
- 2 Kleunen, A. van, M. van Roomen, L. van den Bremer, A.J.J. Lemaire, J.-W. Vergeer & E. van Winden (2014). *Ecologische gegevens van vogels voor Standaard Gegevensformulieren Vogelrichtlijngebieden.*
- 3 Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA*
- 4 Verburg, R.W., T. Selnes & M.J. Bogaardt (2014). *Van denken naar doen; ecosysteemdiensten in de praktijk. Case studies uit Nederland, Vlaanderen en het Verenigd Koninkrijk.*
- 5 Velthof, G.L. & O. Oenema (2014). *Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Taken en werkwijze; versie 2014*
- 6 Berg, J. van den, V.J. Ingram, L.O. Judge & E.J.M.M. Arets (2014). *Integrating ecosystem services into tropical commodity chains- Cocoa, Soy and Palm Oil: Dutch policy options from an innovation system approach*
- 7 Knecht de, B., T. van der Meij, S. Hennekens, J.A.M. Janssen & W. Wamelink (2014). *Status en trend van structuur- en functiekenmerken van Natura 2000- habitattypen op basis van het Landelijke Meetnet Flora (LMF) en de Landelijke Vegetatie Databank (LVD). Achtergronddocument voor de Artikel 17- rapportage.*
- 8 Janssen, J.A.M., E.J. Weeda, P. Schippers, R.J. Bijlsma, J.H.J. Schaminée, G.H.P. Arts, C.M. Deerenberg, O.G. Bos & R.G. Jak (2014). *Habitattypen in Natura 2000-gebieden. Beoordeling van oppervlakte representativiteit en behoudsstatus in de Standard Data Forms (SDFs).*
- 9 Ottburg, F.G.W.A., J.A.M. Janssen (2014). *Habitatrichtlijnsoorten in Natura 2000-gebieden. Beoordeling van populatie, leefgebied en isolatie in de Standard Data Forms (SDFs)*
- 10 Arets, E.J.M.M. & F.R. Veeneklaas (2014). *Costs and benefits of a more sustainable production of tropical timber.*
- 11 Vader, J. & M.J. Bogaardt (2014). *Natuurverkenning 2 jaar later; Over gebruik en doorwerking van Natuurverkenning 2010-2040.*
- 12 Smits, M.J.W. & C.M. van der Heide (2014). *Hoe en waarom bedrijven bijdragen aan behoud van ecosysteemdiensten; en hoe de overheid dergelijke bijdragen kan stimuleren.*
- 13 Knecht, B. de (ed.) (2014). *Graadmeter Diensten van Natuur; Vraag, aanbod, gebruik en trend van goederen en diensten uit ecosystemen in Nederland.*
- 14 Beltman, W.H.J., M.M.S. Ter Horst, P.I. Adriaanse, A. de Jong & J. Deneer (2014). *FOCUS_TOXSWA manual 4.4.2; User's Guide version 4.*
- 15 Adriaanse, P.I., W.H.J. Beltman & F. Van den Berg (2014). *Metabolite formation in water and in sediment in the TOXSWA model. Theory and procedure for the upstream catchment of FOCUS streams.*
- 16 Groenestein, K., C. van Bruggen en H. Luesink (2014). *Harmonisatie diercategorieën*
- 17 Kistenkas, F.H. (2014). *Juridische aspecten van gebiedsgericht natuurbeleid (Natura 2000)*
- 18 Koeijer, T.J. de, H.H. Luesink & C.H.G. Daatselaar (2014). *Synthese monitoring mestmarkt 2006 – 2012.*
- 19 Schmidt, A.M., A. van Kleunen, L. Soldaat & R. Bink (2014). *Rapportages op grond van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn. Evaluatie en aanbevelingen voor de komende rapportageperiode 2013-2018*
- 20 Fey F.E., N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). *Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2013.*



Thema Informatievoorziening Natuur
Wettelijke Onderzoekstaken
Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T (0317) 48 54 71
E info.wnm@wur.nl

De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken te ondersteunen. De WOT Natuur & Milieu werkt aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving, zoals de Balans van de Leefomgeving en de Natuurverkenning. Verder brengen we voor het ministerie van Economische Zaken adviezen uit over (toelating van) meststoffen en bestrijdingsmiddelen, en zorgen we voor informatie voor Europese rapportageverplichtingen over biodiversiteit.

ISSN 2352-2739

[www.wageningenUR.nl/
wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)

De WOT Natuur & Milieu is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

