

Evaluatie van vooroevers langs het Zeekanaal in Grimbergen

**Opstellen en uitvoeren van een monitoringsprogramma voor
natuurvriendelijke oevers langs het Zeekanaal in Grimbergen
TWOL-programma 2006 OL200500107**

Eindrapport (2007-2011)

**Bram Van Ballaer, Chris Van Liefferinge, Hans Backx,
Dimitri Van Pelt, Patrick Meire**

Rapportnummer: ECOBE 11-R146

Datum : 3 oktober 2011

Opdrachtgever:
Vlaamse overheid
Afdeling Milieu-integratie en –subsiëringen
Dienst Natuurtechnische Milieubouw
Luc Janssens, leidend ambtenaar
Lokaal 3P24
Koning Albert II-laan 20 bus 8
1000 BRUSSEL

Colofon

Rapport Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer ECOBE 11-R146

Wijze van refereren:

Van Ballaer, B., Van Liefferinge, C., Backx, H., Van Pelt, D. en Meire, P., 2010. Evaluatie van vooroevers langs het Zeekanaal in Grimbergen: opstellen en uitvoeren van een monitoringsprogramma voor natuurvriendelijke oevers langs het Zeekanaal in Grimbergen (TWOL-programma 2006 OL200500107). In opdracht van Vlaamse Overheid, Dienst Natuurtechnische Milieubouw. Rapport Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer, ECOBE 11-R146

3 oktober 2011

Universiteit Antwerpen
Prof. Dr. P. Meire
Departement Biologie
Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer
Universiteitsplein 1
BE-2610 Antwerpen (Wilrijk)
Tel.+32 3 265 22 64
Fax+32 3 265 22 71
e-mail: parick.meire@ua.ac.be
<http://www.ua.ac.be/ecobe>

Dankwoord

Bij een studie van deze omvang, die bovendien over 4 jaar liep, is de hulp van talrijke betrokkenen vereist om ze tot een goed einde te brengen.

In eerste instantie wens ik de dienst natuurtechnische milieubouw van het departement Leefmilieu, Natuur en Energie te bedanken voor de financiering van deze studie, met in het bijzonder Luc Janssens (diensthoofd) en Helen Defever en Lien van Besien die opeenvolgend de opdracht begeleidden. Daarnaast natuurlijk ook Waterwegen en Zeekanaal NV die de betrokken natuurvriendelijke oevers aanlegde.

Ik wens ook onze waardering uit te drukken voor de inbreng van de stuurgroep: Lien van Besien en Helen Defever (dienst NTMB), Sophie Vermeersch (INBO), Peter Viaene (MOW, Waterbouwkundig Laboratorium), Chris Van Liefferinge en Johan Foqué (ANB), Bruno Verwimp en Ronny Van De Moortel (W&Z)

Voor het opvolgen van het fuikenonderzoek was er een zeer grote werklast die voor een deel mee werd gedragen door Tom Smets (thesisstudent) en met de hulp van collega's Katrijn Van Renterghem, Vicky Leloup, Katrien Hendrickx, Sander Jacobs, Jan Staes, Kris Bal en Wout Opdekamp. Bij andere onderdelen kregen we ook ondersteuning van Joris Elst, Indra Jacobs en Nathalie Verheyden. Bijzondere dank gaat naar Tom Van der Spiet, Anne Cools, Lieve Clement en Eva De Bruyn voor het steeds bruikbaar houden van de zuurstofmeters en Tom Maris voor het voorbereiden van de sondes.

Voor een deel van de metingen van het fysisch systeem, meer bepaald de golfslag en peilschommelingen werd ondersteuning verleend door Peter Viaene van het Waterbouwkundig Laboratorium, met de praktische hulp van Andy Henderick en Leonid Verzhbitskiy.

Gerlinde Van Thuyne en Caroline Geeraerts leverden ons ook een deel van de data over het visonderzoek van het INBO op het Zeekanaal.

Bij de medeauteurs wens ik in het bijzonder Chris Van Liefferinge en Bram Van Ballaer te vermelden, die hoewel ze de Universiteit Antwerpen verlieten, toch betrokken bleven bij het project en hun expertise verder inbrachten in dit boeiend onderzoek.

Prof. Dr. Patrick Meire
Diensthofd onderzoeksgroep Ecosysteembeheer

1.	Inleiding	1
1.1.	Doelstelling	1
1.2.	Timing	1
1.3.	Leeswijzer	2
2.	Studiegebied	3
2.1.	Zeekanaal	3
2.2.	Studiezones	4
2.2.1.	Zone 1	5
2.2.2.	Zone 2	6
2.2.3.	Zone 3	7
2.2.4.	Zone 4a	8
2.2.5.	Zone 4b	10
3.	Fysische kenmerken	11
3.1.	Doelstelling	11
3.2.	Waterkwaliteit	11
3.2.1.	Methodiek	11
3.2.2.	Waterkwaliteit	12
3.2.3.	Zuurstof en temperatuur	13
3.2.4.	Turbiditeit	15
3.3.	Sediment	16
3.3.1.	Methodiek	17
3.3.2.	Resultaten	17
3.4.	Erosie oevers	19
3.4.1.	Methode	19
3.4.2.	Resultaten	20
3.5.	Waterpeil	22
3.5.1.	Methodiek	22
3.5.2.	Resultaten	23
3.6.	Conclusies	25
4.	Vissen	27
4.1.	Doelstelling	27
4.2.	Methodiek	27
4.3.	Populatieonderzoek	34
4.3.1.	Aanwezige soorten in het Zeekanaal	34
4.3.2.	Soorten in de plasbermen	36
4.3.3.	Soortensamenstelling per zone	38
4.3.4.	Relatieve conditie	46
4.4.	Evaluatie levensgemeenschap	47
4.4.1.	Visindex	47
4.4.2.	Soortkenmerken	49
4.4.3.	Connectiviteit met kanaal	49
4.4.4.	Habitatgebruik	54
4.5.	Soortbespreking	56
4.6.	Evaluatie	59

5.	Macro-invertebraten	61
5.1.	Doelstelling	61
5.2.	Methodes	61
5.3.	Resultaten	65
5.3.1.	Functionele groepen	68
5.4.	Evaluatie	70
6.	Overige fauna	71
6.1.	Doelstelling	71
6.2.	Avifauna	71
6.2.1.	Methode	71
6.2.2.	Resultaten	72
6.3.	Libellen	77
6.3.1.	Methode	77
6.3.2.	Resultaten	77
6.4.	Andere faunagroepen	78
6.4.1.	Zoogdieren	78
6.4.2.	Amfibieën	79
6.4.3.	Reptielen	79
6.4.4.	Ongewervelden	79
6.5.	Evaluatie	80
7.	Vegetatie	81
7.1.	Doelstelling	81
7.2.	Methodiek	81
7.3.	Gemeenschappen	85
7.3.1.	Beschrijving gemeenschappen	85
7.3.2.	Verspreiding gemeenschappen	87
7.3.3.	Conclusies gemeenschappen	90
7.4.	Soorten	90
7.4.1.	Zeldzaamheid	90
7.4.2.	Aantalsevolutie	92
7.4.3.	Oranje springzaad, een mogelijke probleemsoort?	93
7.4.4.	Conclusies	95
7.5.	Vergelijking van verschillende structuurtypen	95
7.5.1.	Dijken	96
7.5.2.	Oevers	99
7.5.3.	Plasbermen en Vooroevers	103
7.5.4.	Conclusies dijken, oevers, plasberm en vooroever	105
7.6.	Evaluatie	106
8.	Conclusies	109
8.1.	Vergelijking oevertypes	109
8.2.	Conclusies	111
8.2.1.	Knelpunten	111
8.2.2.	Beheervoorstel	112
8.2.3.	Inrichtingsadvies	116
8.3.	Algemeen besluit	117
9.	Referenties	119
	Bijlagen	123

FIGUREN

figuur 2.1 Schematisch overzicht van het Zeekanaal (© Promotie Binnenvaart Vlaanderen)	3
figuur 2.2 Situering van de zones langsheen het Zeekanaal (blauw) en het jaar van afwerking (geel).....	4
figuur 2.3 Overzicht en detail van plasberm en vooroever in zone 1 (sept '06, juli '08, juni '10).....	5
figuur 2.4 Luchtfoto's van zone 1 (2004, 2010), met rechts de rietontwikkeling	5
figuur 2.5 Dwarsdoorsnede van het ontwerp van vooroever in zone 1 (W&Z)	5
figuur 2.6 Overzicht en detail van de oevers in zone 2 (jan '08, april '08, jan '08)	6
figuur 2.7 Luchtfoto's van zone 2 (2007, 2010).....	6
figuur 2.8 Dwarsdoorsnede van het ontwerp van zone 2 (W&Z)	6
figuur 2.9 Overzicht en detail van de vooroever en plasberm in zone 3 (juni '07, juli '08, maart '11)	7
figuur 2.10 Luchtfoto's van zone 3 (2007, 2010).....	7
figuur 2.11 Dwarsdoorsnede van het ontwerp van zone 3 en detail van de openingen (W&Z).....	7
figuur 2.12 Overzicht en detail van zone 4a (sept '06, juni '07, juni '07, sept '07, juli '08, sept '07, juli '08)	8
figuur 2.13 Luchtfoto's van zone 4b (2004, tijdens herstellingswerken voorjaar 2007, 2009).....	9
figuur 2.14 Doorsnede van de oorspronkelijke uitvoering (2002) van zone 4a, met aanduiding van de toestand van voor de aanleg van vooroevers ("Bestaande toestand") (W&Z)	9
figuur 2.15 Monding van de Leibeek in het Zeekanaal.....	9
figuur 2.16 Overzicht en detail van zone 4b (juni '07, juli '08, juli '08)	10
figuur 2.17 Luchtfoto's van zone 4b (Fase 3 is zichtbaar aan de noordzijde) (2007, 2007, 2009)	10
figuur 2.18 Doorsnede van het ontwerp van zone 4b (W&Z).....	10
figuur 3.1 Ligging van de VMM-meetpunten (groen) aan weerszijden van de onderzoekszone (rode ellips).....	12
figuur 3.2 VMM meetpunt 352500: Zeekanaal, 't Sas te Humbeek (Prati index en BBI) (www.vmm.be)	12
figuur 3.3 Gemeten zuurstofgehalte per zone en in het kanaal	13
figuur 3.4 Gemiddelde temperatuur en zuurstofgehalte per zone (16/05-16/07/08) (met standaarddeviatie)	13
figuur 3.5 Gelijktijdige metingen van temperatuur en zuurstofgehalte in het Zeekanaal en aangrenzende plasberm	14
figuur 3.6 Tijdsevolutie van zuurstof (mg/l) en temperatuur (°C) in zone 1 gedurende 20 dagen.....	14
figuur 3.7 Evolutie van gemiddelde zuurstofgehalte (mg/l) en temperatuur tijdens de fuikvangsten (met aanduiding van de individuele metingen)	15
figuur 3.8 Gemiddelde gemeten turbiditeit in het Zeekanaal	15
figuur 3.9 Slibdikte in zone 1 met aanduiding van de verbindingsbuizen.....	17
figuur 3.10 Slibdikte in zone 2 met in zwart de nog aanwezige oeververdediging.....	18
figuur 3.11 Slibdikte in zone 3 met aanduiding van de verbindingsbuizen.....	18
figuur 3.12 Evolutie van de slibdikte	19
figuur 3.13 Evolutie van de breedte van de oever van zone 2 tussen 12/12/2007 en 29/03/2011	20
figuur 3.14 Gemeten erosie in zone 2 tussen eind 2007 en begin 2011 (3 jaar en 3 maand)	20
figuur 3.15 Voorbeeld van een van de erosie fotoreeksen (jan '08, april '08, juni '09, juli '10)	21
figuur 3.16 Gemiddelde cumulatieve erosie (cm) in zones 1 en 3	21
figuur 3.17 Peilbuis met diver in zone 4a.....	22
figuur 3.18 Peilen in de 5 zones aan het Zeekanaal	23
figuur 3.19 Waterpeilen in zone 1 en kanaal (reeks 31/07/08-18/08/08), met aanduiding van zondagen.....	23
figuur 3.20 Waterpeilen in zone 1 en kanaal (detail 1/08/08 met niveauverschil)	24
figuur 3.21 Correlatie tussen de waterpeilen in het kanaal en zone 1 (cm t.o.v. buisbodem)	24
figuur 3.22 Percentage van de tijd waarin bepaalde waterpeilen in de middelste buis van zone 1 werden gemeten	25
figuur 3.23 Zeer lage waterstanden in zone 1 (dd. 18/06/2009).....	25
figuur 4.1 Opstelling van de fuiken in de verbindingsbuizen van zone 1	30
figuur 4.2 Locatie van staalnameplaats van schubben	32
figuur 4.3 Soortenverdeling van de elektrische afvissingen volgens aantal (links) en totaal gewicht (rechts)	37
figuur 4.4 Soortenverdeling van de elektrische afvissingen per jaar volgens aantal (links) en totaal gewicht (rechts).....	37
figuur 4.5 Aantal soorten per zone (gemiddelde met standaarddeviatie; afzonderlijke afvissingen) en per afvissing.....	39
figuur 4.6 Shannon diversiteitsindex per zone (gemiddelde met standaarddeviatie; afzonderlijke afvissingen) en per afvissing.....	40
figuur 4.7 Gemiddelde dynamiek per zone en per jaar	40
figuur 4.8 Totaal aantal exemplaren en geschatte populatie per afvissing.....	41
figuur 4.9 Gemiddelde biomassa per afvissing (kg) met standaardfout	41
figuur 4.10 Lengte-frequentie-grafiek voor kopvoorn (T0-T1-T3).....	43
figuur 4.11 Lengte-frequentie-grafiek voor driedoornige stekelbaars (T0-T1-T3)	43

figuur 4.12 Lengte-frequentie-grafiek voor paling (T0-T1-T3)	44
figuur 4.13 Lengte-frequentie-grafiek voor blauwbandgrondel (T0-T1-T3)	44
figuur 4.14 Lengte-frequentie-grafiek voor zonnebaars (T0-T1-T3)	45
figuur 4.15 Weergave van de IBI-scores per afvissing, gegroepeerd per zone	48
figuur 4.16 Individuele metricscores en IBI voor zone 3	48
figuur 4.17 Vangstaantallen per zone en per week	50
figuur 4.18 In- en uitzwemmende vissen per soort en per zone	50
figuur 4.19 Spreiding van de 6 belangrijkste vissoorten bij de fuikvangsten per vangstweek met opgave van paaiperiodes (bron: fishbase.org)	51
figuur 4.20 Aantal fuikvangsten per weekdag	52
figuur 4.21 Lengteklasse verdeling van de gevangen vissen bij het fuikenonderzoek	52
figuur 4.22 Gemiddeld gewicht per soort en per zone voor in- en uitzwemmende vissen	53
figuur 4.23 Gemiddelde conditie van de meest algemene soorten	53
figuur 4.24 Relatie tussen aantal annuli en de vorklengte voor rietvoorn en baars	54
figuur 4.25 Relatie tussen aantal annuli en de vorklengte voor blankvoorn	54
figuur 4.26 Diversiteitsindex per afvissingsseizoen (gemiddelde met standaarddeviatie)	55
figuur 5.1 Gemiddelde aantallen macro-invertebraten per tolerantieklasse (TK7=intolerant, TK1=tolerant) en per jaar met weergaven van statistische verschillen	67
figuur 5.2 PCA van de macro-invertebraten uit artificiële substraten	68
figuur 5.3 Procentueel en totaal aandeel van de verschillende functionele groepen per zone en per jaar	69
figuur 6.1 Beelden van de avifauna: aalscholvers op vooroever, Chileense smient, scholeksters foeragerend, winterse watervogels, pijlstaart, opvliegende wilde eenden in zone 1	74
figuur 6.2 Broedplek van de waterhoen in zone 3 en rietkraag in zone 1	76
figuur 6.3: Aanduiding van bezochte nesten	76
figuur 7.1 Schematische weergave van de deelzones voor de vegetatieopnames	82
figuur 7.2 PCA-figuur van de gemeenschappen	85
figuur 7.3 KFK en aantal soorten per klasse	91
figuur 7.4 Verspreiding van oranje springzaad in Nederland (Vreeken, 2008) en Vlaanderen (Florabank INBO, 2011)	94
figuur 7.5 Verandering in aantal aangetroffen soorten en de % bedekking per soort op de dijken, dit voor zowel de kruidlaag als stuiklaag. Weergegeven is de mediaanwaarde en de 25 en 75 percentiel waarde.	97
figuur 7.6 Verandering in aantal aangetroffen soorten en de % bedekking per soort op de oevers, dit voor zowel de kruidlaag als stuiklaag. Weergegeven is de mediaanwaarde en de 25 en 75 percentiel waarde.	100
figuur 7.7 Geschatte biomassa van biomassa van de struiklaag in zone 4a. Weergegeven is het gemiddelde plus de standaardfout. (n=5)	101
figuur 7.8 Aantal soorten en gemiddelde percentuele bedekking van de soorten als functie van ouderdom. Weergegeven zijn de plasberm en de vooroeverzones.	103
figuur 7.9 Aantal soorten en gemiddelde percentuele bedekking van de soorten als functie van ouderdom. Weergegeven zijn de deelzones van de vooroevers	104
figuur 7.10 Aantal soorten als functie van de leeftijd	104

TABELLEN

tabel 3.1 Vergelijking tussen gemiddeld doorzicht (cm) in het kanaal en de plasbermen.....	16
tabel 4.1 Data van elektrovisserij met aanduiding van afgevisste zones	29
tabel 4.2 Periode van fuikcontrole.....	31
tabel 4.3 Soorten aangetroffen in het kanaal Schelde-Brussel-Charleroi (Van Thuyne en Belpaire, 1998, Geeraerts en De Charleroy, 2003, Van Thuyne, 2003, 2008).....	35
tabel 4.4 Visbepoting op het Zeekanaal sinds 2005 (Herbepotingsdatabank ANB)	35
tabel 4.5 Samenvatting van de aangetroffen vissoorten, met aanduiding van de Rode Lijst status	36
tabel 4.6 Totale aantallen per soort gevangen in de verschillende zones over de gehele monitoringperiode (* slechts 1 afvisning)	38
tabel 4.7 Totale aantallen per soort gevangen in de verschillende zones bij het fuikenonderzoek (T1)	39
tabel 4.8 Gemiddelde lengtescore (Ls) per zone	45
tabel 4.9 Gemiddelde lengtescore (Ls) per monitoringsjaar	46
Tabel 4.10 Statistische resultaten van ANOVA op relatieve conditie tussen zones.....	46
tabel 4.11 Overzicht van de resultaten van de IBI-Visindex.....	47
tabel 4.12 Aantal vaststellingen van paairijpheid, alsook het type waarneming, de waarden tusen haakjes zijn afkomstig van het fuikenonderzoek, de waarden in grijs duiden op de aanwezigheid van larven of juvenielen.....	55
tabel 4.13 Classificatie van belang van de zones voor diverse parameters (1: beste tot 5: slechtste)	60
tabel 5.1 Tabel voor bepaling van de BBI-waarde	64
tabel 5.2 Resultaten BBI per zone.....	65
tabel 5.3 MMIF deelscores voor de verschillende zones bij de kwantitatieve bemonstering.....	66
tabel 6.1 Data van gerichte vogelmonitoring	72
tabel 6.2 Waargenomen soorten met maximale aanwezigheid per dag in de verschillende deelzones	73
tabel 6.3 Soorten aan plasberm en (voor)oever met maximale aanwezigheid per dag per zones.....	75
tabel 6.4 Waargenomen adulte libellen met gedrag (X: aanwezig; T: territoriaal; V: voortplanting).....	77
tabel 6.5 Aantal larvale libellen aangetroffen in de stalen uit de diverse zones	78
tabel 7.1 Aantal geïnventariseerde segmenten per zone, tussen haakjes het totaal aantal uitgevoerde opnames..	82
tabel 7.2 Gebruikte abundantieschaal (Braun-Blanquet).....	82
tabel 7.3 Gemeenschappen met aanduiding van de dominante soorten, tussen haakjes het aantal oorspronkelijk afgebakende gemeenschappen.....	85
tabel 7.4 Vegetatie in zone 1 voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen.....	87
tabel 7.5 Vegetatie in zone 2 voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen.....	88
tabel 7.6 Vegetatie in zone 3 voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen.....	88
tabel 7.7 Vegetatie in zone 4a voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen.....	89
tabel 7.8 Vegetatie in zone 4b voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen.....	89
tabel 7.9 Trend in veranderingen. Aantal soorten per klasse. Klassen zijn overgenomen uit Van Landuyt <i>et al.</i> (2006).....	91
tabel 7.10 Soorten met de sterkste aantalveranderingen	92
tabel 7.11: Verschillende opzetten en jaar van afronding	95
tabel 7.12 Resultaten van de Kruskal-Wallis test (r_s : Spearman Correlation coëfficiënt).....	97
tabel 7.13 Biomassa (g/m^2) in de kruidlaag (totale staande biomassa bovengronds). Tussen haakjes staat de standaarddeviatie vermeld.	98
tabel 7.14 Verandering in indicatiewaarde voor de vegetatie op de dijken, vermeld is de mediaanwaarde.....	98
tabel 7.15 Belangrijkste verspreidingmethode voor de planten aanwezig op de dijken.....	99
tabel 7.16 Percentage van de segmenten waarin vegetatie werd aangetroffen op de oevers.....	99
tabel 7.17 Resultaten van de Kruskal-Wallis test (r_s : Spearman Correlation coëfficiënt).....	101
tabel 7.18 Biomassa (g/m^2) in de kruidlaag (totale staande biomassa bovengronds). Tussen haakjes staat de standaarddeviatie vermeld	101
tabel 7.19 Verandering in indicatiewaarde voor de vegetatie op de oevers, vermeld is de mediaanwaarde. Vet duidt op een significante variatie binnen de zone ($p < 0,05$): a verschilt van b en c, b van a en c, ab van c	102
tabel 7.20 Belangrijkste verspreidingmethode voor de planten aanwezig op de oevers	102
tabel 7.21 Spearman correlation coëfficiënt (r_s) voor de relatie tussen leeftijd en respectievelijk het aantal soorten, % bedekking per soort en biomassa. Zie verder figuur 7.8 en figuur 7.9 (*: $p < 0,05$).....	103
tabel 7.22 Verandering in indicatiewaarde voor de vegetatie in de plasbermen en op de vooroevers, vermeld is mediaanwaarde. Rood is een significante verandering (op basis van een Kruskal-Wallis test).....	105

1. INLEIDING

1.1. Doelstelling

In 2001 heeft de toenmalige NV Zeekanaal en Watergebonden Grondbeheer Vlaanderen op het kanaal Brussel-Schelde (Zeekanaal) een proefproject natuurvriendelijke oevers uitgevoerd in Humbeek (Grimbergen). Er werden op de rechteroever 3 verschillende types natuurvriendelijke oeververdediging aangelegd over een totale lengte van ongeveer 300 m (elke zone ca. 100 m). Aan de overzijde (linkeroever) van het kanaal bevindt zich ook een lange vooroeverconstructie (1750 m) die in verschillende fasen werd aangelegd tussen 2002 en 2007.

De ecologische ontwikkeling binnen dit project betreft de beschutte waterzone achter de vooroeververdediging. Door het creëren van een beschutte zone krijgt vegetatie ontwikkelingsmogelijkheden en kunnen ook andere organismen (watervogels, vissen, macro-invertebraten) van de oeverzone profiteren. De aanwezigheid van een karakteristieke water- en oeverflora en -fauna en de bijbehorende dynamiek worden als doel vooropgesteld, echter zonder de hoofdfunctie, namelijk oeverbescherming, uit het oog te verliezen. Voor de vegetatie is het aantal soorten minder van belang dan wel de begroeiingsgraad en de kwaliteit van de vegetatie. Het spreekt voor zich dat enkel met een aangepast beheer van de vegetatie een dergelijk systeem kan blijven bestaan.

Doel van dit onderzoeksproject (in opdracht van de Dienst NTMB - Departement LNE) is het nagaan hoe de natuurvriendelijke oevers evolueren onder de condities die heersen op het Zeekanaal en of het type vooroever invloed heeft op de natuurwaarden in de plasberm. Dit geldt zowel voor de vegetatieontwikkeling als de geschiktheid van de plasbermen als habitat, zijnde paaipplaats, refugium, rustplaats en foerageergebied voor fauna.

Op de volgende globale onderzoeksvraag wordt getracht een antwoord te krijgen:

Welke van de verschillende oevertypes bieden vanuit ecologisch oogpunt de meeste potenties voor toepassing op kanalen als het Zeekanaal?

Om hierop een antwoord te krijgen, werden volgende handelingen uitgevoerd:

- evaluatie van de vegetatieontwikkeling op de oever en in de plasberm
- evaluatie van de aanwezige fauna op de oever en in de plasberm

1.2. Timing

De onderzoeksopdracht liep over 4 jaar, om aldus de ontwikkeling van flora en fauna over een langere periode te kunnen evalueren.

De eerste monitoringsperiode (**T0**) liep van voorjaar 2007 tot voorjaar 2008. Hierin werd de uitgangssituatie voor deze studie vastgelegd met een volledige evaluatie.

In **T1** (2008-2009) was de monitoring voornamelijk gericht op de evaluatie van de vooroevers als paaizone voor vissen.

In **T2** (2009-2010) werd geen specifieke monitoring voorzien.

In de derde monitoringsperiode (**T3**) in 2010 herhaalde zich de uitgebreide monitoring van T0 om aldus evoluties in de vooroevers vast te kunnen stellen. Op basis hiervan worden aanbevelingen geformuleerd en conclusies getrokken met betrekking tot de ecologisch meest interessante vooroeververdedigingen.

1.3. Leeswijzer

Van elke van de hierboven vermelde monitoringsperiodes werd een tussentijds rapport opgemaakt met een uitgebreide beschrijving en analyse van de verzamelde gegevens (Van Ballaer *et al.*, 2008, 2009, 2011). In het voorliggend rapport zijn al deze gegevens verzameld om te komen tot een evaluatie van de verschillende oevertypes en een antwoord te geven op de diverse onderzoeksvragen die mede door de stuurgroep zijn opgeworpen.

Dit eindrapport geeft een overzicht van de uitgevoerde opdrachten weer, ingedeeld per categorie. Elk hoofdstuk wordt voorafgegaan door een samenvatting van de specifieke doelstellingen voor die categorie met een oplijsting van de onderzoeksvragen. Verder worden de gevolgde methodiek, de verzamelde resultaten en de conclusies besproken. Per categorie volgt eveneens een beoordeling die zal leiden tot een globale evaluatie van de vooroevers en een reeks aanbevelingen voor de inrichting en beheer van vooroevers in hoofdstuk 8 (p. 109).

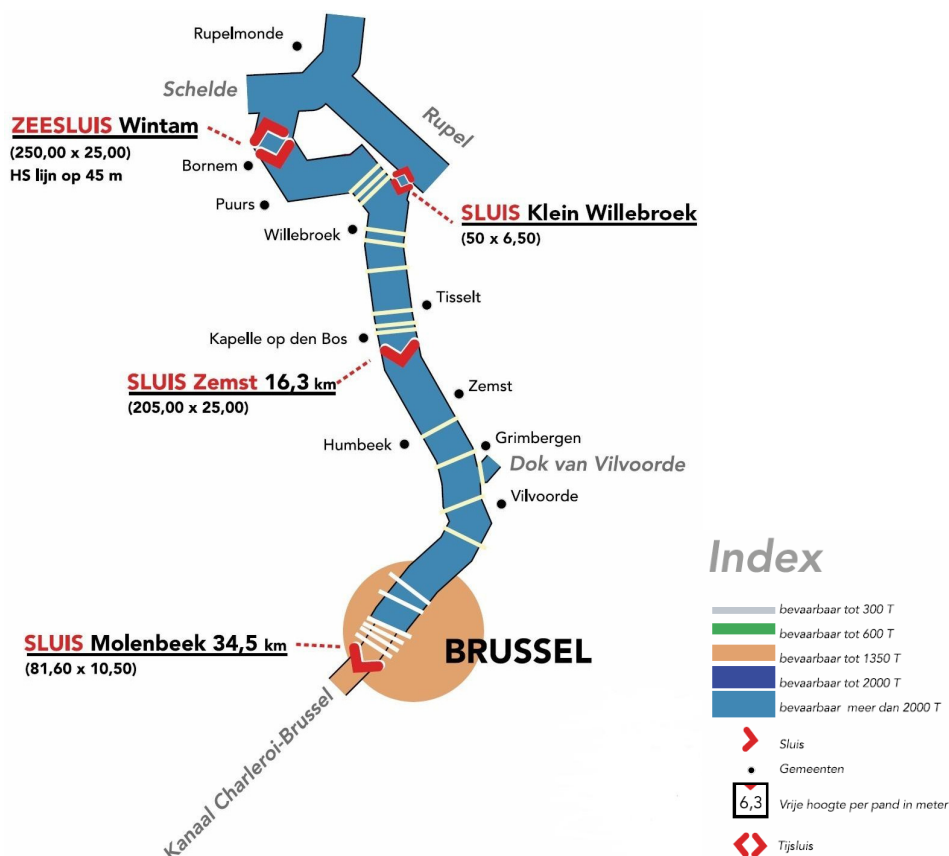
2. STUDIEGEBIED

2.1. Zeekanaal

Het Zeekanaal (of kanaal Brussel-Schelde of Willebroekse Vaart) is een van de oudste kanalen van ons land en moest oorspronkelijk de stad Brussel een vlottere ontsluiting bieden richting Antwerpen en de Noordzee. In 1550 werd officieel gestart met de graafwerken en tien jaar later was de verbinding tussen Brussel en de Rupel klaar. In de loop van de tijd werd het kanaal steeds verder gemoderniseerd en uitgebreid, tot op vandaag, met de aanleg van de zeesluis in Wintam (1997) en de verdere verdieping en verbreding.

Voorbij Brussel loopt het kanaal stroomopwaarts verder richting Charleroi (kanaal Brussel-Charleroi), waar het onder meer in verbinding staat met de Samber. Tussen Charleroi en Brussel bevinden zich 11 sluizen. Stroomafwaarts moeten nog slechts twee sluizen gepasseerd worden vooraleer het kanaalwater de Schelde of de Rupel instroomt.

Vandaag maakt het Zeekanaal deel uit van de as Antwerpen-Brussel-Charleroi en is het toegankelijk voor zeeschepen tot maximaal 10.000 ton. Het is aldus een druk bevaren en economische zeer belangrijke as voor de binnenvaart.

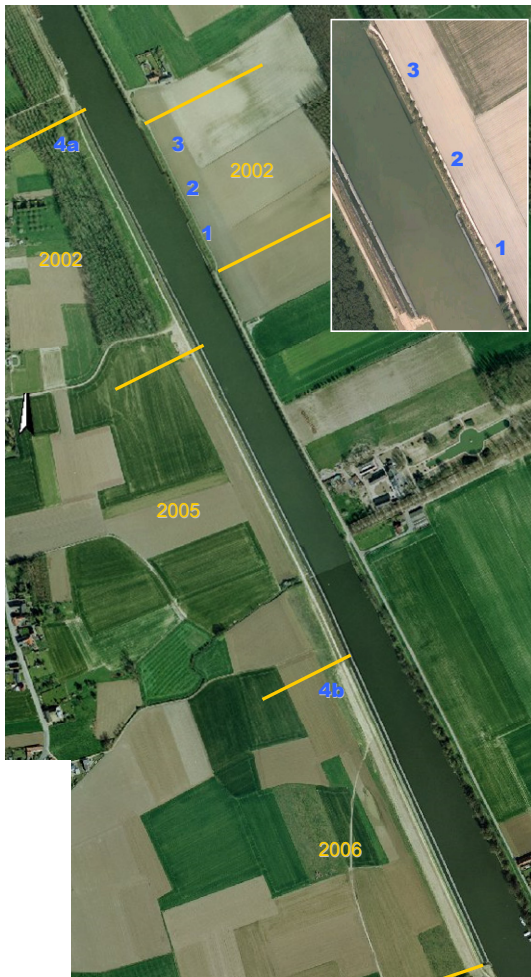


figuur 2.1 Schematisch overzicht van het Zeekanaal (© Promotie Binnenvaart Vlaanderen)

2.2. Studiezones

Op de rechteroever van het Zeekanaal werden tussen 't Sas in Humbeek en de Verbrande Brug in Vilvoorde in 2002 verschillende types vooroeververdedigingen aangelegd als proefproject (fase 1, gebouwd tussen 26/01/2002 en 27/04/2002). Hiermee wenste Waterwegen en Zeekanaal NV (W&Z), de beheerder, expertise op te doen en informatie te verzamelen i.v.m. mogelijkheden van natuurvriendelijke oevers op andere trajecten langs het kanaal Brussel-Schelde. Nadien werd ook op de linkeroever nog een langgerekte vooroeverzone in breuksteen aangelegd, dit gebeurde in 3 fases (2002, 2005, 2006) en een laatste uitbreiding richting Verbrande Brug is voorzien in 2013 of 2014.

In dit studiegebied werden in functie van het type vooroeververdediging en het type oever¹, alsook met variatie in ouderdom, 5 zones van telkens 100 m lengte afgebakend. Deze 5 zones zijn oeverstroken waarin de monitoring geconcentreerd werd. Hierna worden de kenmerken van deze zones kort besproken en aangevuld met illustrerend beeldmateriaal.



figuur 2.2 Situering van de zones langsheen het Zeekanaal (blauw) en het jaar van afwerking (geel)

¹ In deze studie worden volgende definities gehanteerd (zie ook figuur 7.1 op p. 82):
oever: de overgang van het water naar het land, in dit geval specifiek aan de landzijde
vooroever: de constructie die voor de oever wordt geplaatst om een luw waterdeel te creëren
plasberm: het luwe watergedeelte tussen oever en vooroever, dit staat nog wel in verbinding met het kanaal

2.2.1. Zone 1

De vooroever is opgebouwd in schanskorven met 3 buizen (diameter 50 cm, lengte 310 cm) als enige verbinding met het kanaal (figuur 2.3). De bodem van de plasberm en de oever zijn niet verstevigd. Door de manier van aanleg, met zacht hellende oever en brede vooroever, is er een vrij ondiepe plasberm ontstaan.

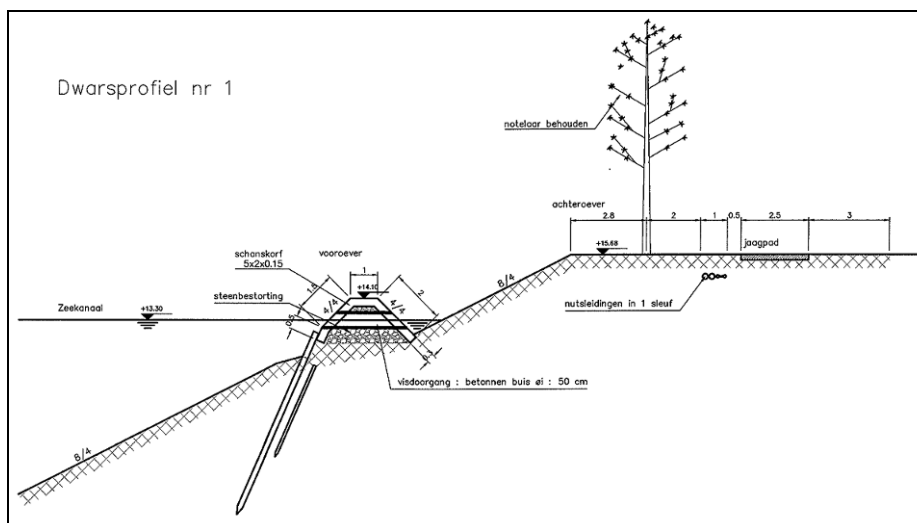
Op zowel de oever als de vooroever is vegetatie aanwezig en in de zuidelijke hoek is ook in de plasberm begroeiing onder de vorm van een rietkraag.



figuur 2.3 Overzicht en detail van plasberm en vooroever in zone 1 (sept '06, juli '08, juni '10)



figuur 2.4 Luchtfoto's van zone 1 (2004, 2010), met rechts de rietontwikkeling



figuur 2.5 Dwarsdoorsnede van het ontwerp van vooroever in zone 1 (W&Z)

2.2.2. Zone 2

In zone 2 werd de oever gedeeltelijk afgegraven en onverstevigd gelaten, met de oude versteviging onder water nog wel deels aanwezig (zie figuur 2.6a en figuur 2.8). In de oever, aan de bovenkant van het talud, werden wel damplanken geplaatst om afkalving van het achterliggende jaagpad tegen te gaan.

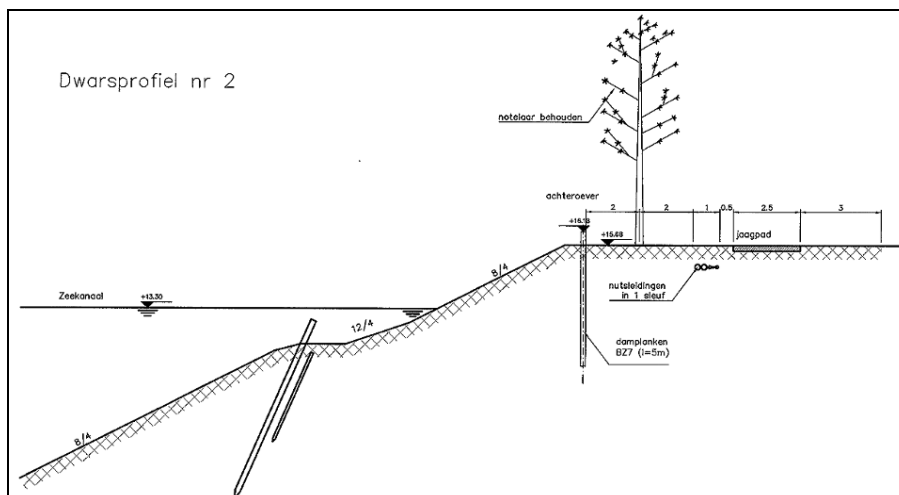
De oude oeververdediging biedt slechts een beperkte verdediging tegen erosie, waardoor er vooral aan de noordwestelijke kant sterke afkalving optreedt. De golfslag van passerende schepen wordt immers niet gedempt (figuur 2.6b,c).



figuur 2.6 Overzicht en detail van de oevers in zone 2 (jan '08, april '08, jan '08)



figuur 2.7 Luchtfoto's van zone 2 (2007, 2010)



figuur 2.8 Dwarsdoorsnede van het ontwerp van zone 2 (W&Z)

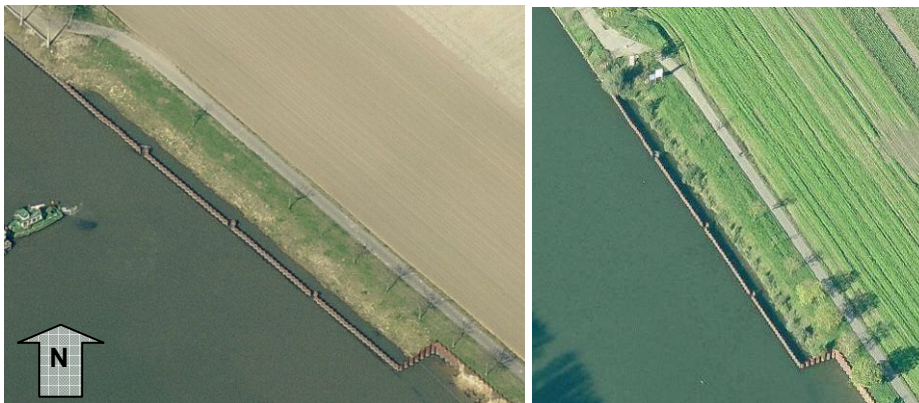
2.2.3. Zone 3

De 100 m lange vooroeververdediging in zone 3 bestaat uit damplaten met drie openingen (1 m breed) naar het kanaal. Achter deze openingen werden nog een aantal damplanken, aangebracht om de inkomende deining te dempen. Ter afwerking van deze openingen aan de plasbermzijde is stortsteen gebruikt. Aan de kanaalzijde bevinden zich onder water nog de oude oeververstevingen (planken), net als in zone 2 (figuur 2.11).

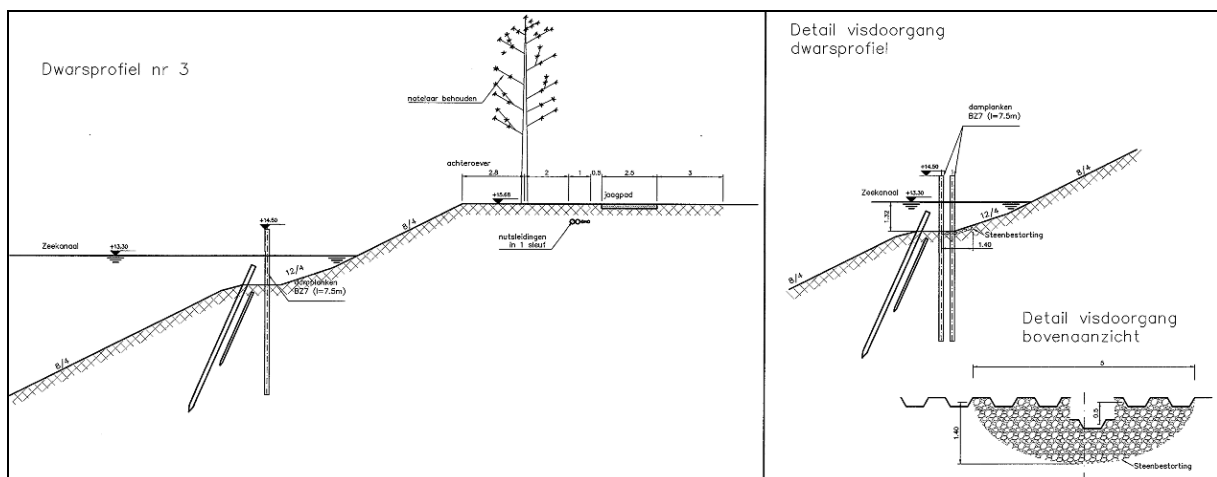
De oever van de plasberm is niet verstevigd. De bodem van deze plasberm is het diepst van alle zones met een duidelijke aanslibbing in de diepste delen.



figuur 2.9 Overzicht en detail van de vooroever en plasberm in zone 3 (juni '07, juli '08, maart '11)



figuur 2.10 Luchtfoto's van zone 3 (2007, 2010)



figuur 2.11 Dwarsdoorsnede van het ontwerp van zone 3 en detail van de openingen (W&Z)

2.2.4. Zone 4a

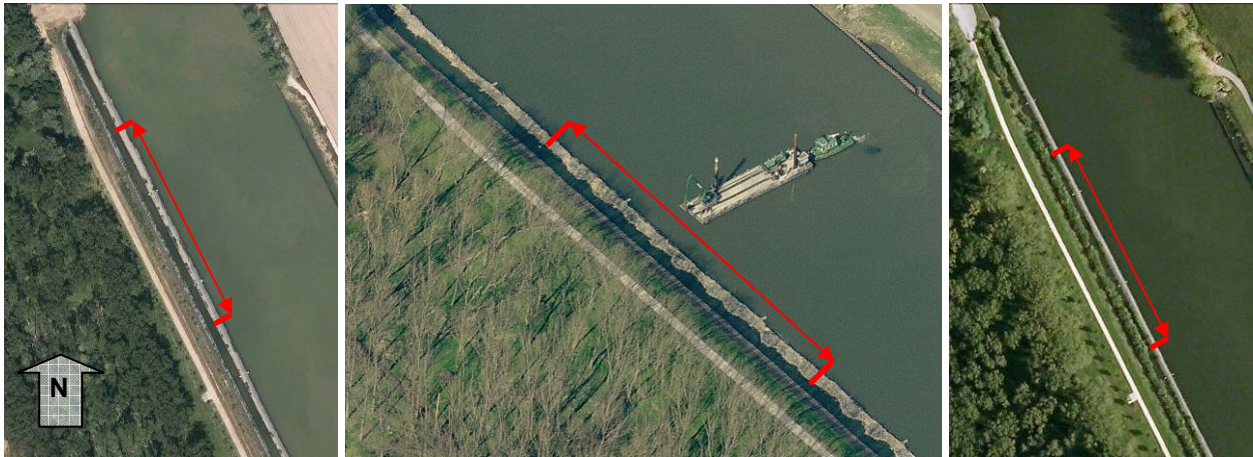
In 2002 werd op de linkeroever 350 m vooroever aangelegd in breuksteen, met elke 50 m een verbindingsbuis (diameter 60 cm) naar het kanaal (fase 2, gebouwd tussen 13/05/02 en 15/03/06). In het voorjaar van 2007 werd de vooroever heraangelegd, waarbij de vooroever samen met de reeds aanwezige wilgenbegroeiing (figuur 2.12a) werden verwijderd. De nieuwe vooroever (figuur 2.12b) werd gebouwd volgens het ontwerp van zone 4b (figuur 2.18). Op de oever werden de aanwezige struiken gekapt als beheersvorm, maar het wortelstelsel bleef daar evenwel behouden.

De oevers zijn uitgevoerd met schanskorven tot ± 1 m boven het wateroppervlak, daarboven werd ongeveer 3 m van de talud vastgelegd met gepenetreerd steenasfalt (figuur 2.12f).

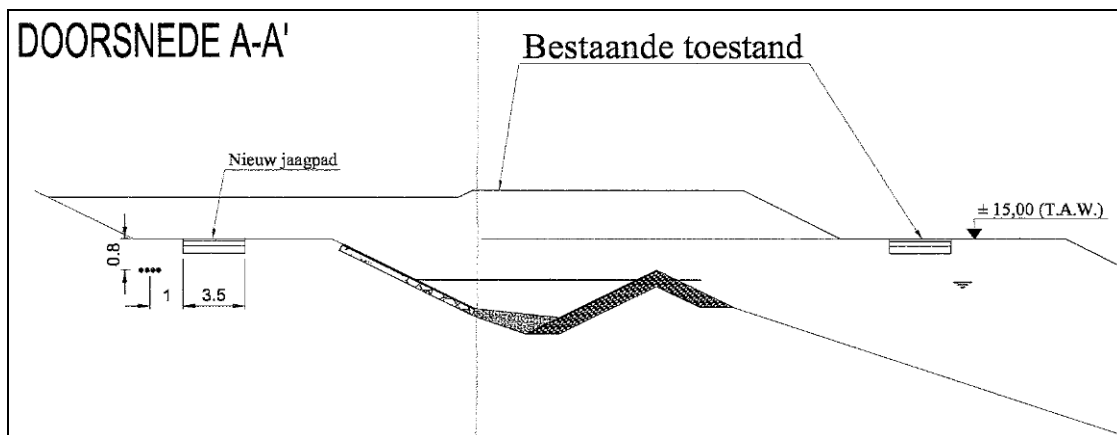
In dit deel werd een zone van 100 m afgebakend als onderzoekstraject (zone 4a). Het omvat 2 verbindingsbuizen.



figuur 2.12 Overzicht en detail van zone 4a (sept '06, juni '07, juni '07, sept '07, juli '08, sept '07, juli '08)



figuur 2.13 Luchtfoto's van zone 4b (2004, tijdens herstellingswerken voorjaar 2007, 2009)



figuur 2.14 Doorsnede van de oorspronkelijke uitvoering (2002) van zone 4a, met aanduiding van de toestand van voor de aanleg van vooroevers ("Bestaande toestand") (W&Z)

Aansluitend op deze 350 m werd nadien nog ongeveer 800 m vooroever met dezelfde karakteristieken aangelegd (fase 3). De werken hiervoor werden aangevat op 28/04/03 en op 31/08/05 was 550 m afgewerkt, tot aan de monding van de Leibeek (niet-geklasseerde waterloop). Op deze locatie is de plasberm van zone 4 onderbroken (figuur 2.15) opdat het water van de Leibeek via een buis rechtstreeks in het Zeekanaal kan stromen en niet mengt met de plasbermen. De afronding van de werken aan de laatste 250 m van Fase 3 vond plaats in 2007.



figuur 2.15 Monding van de Leibeek in het Zeekanaal

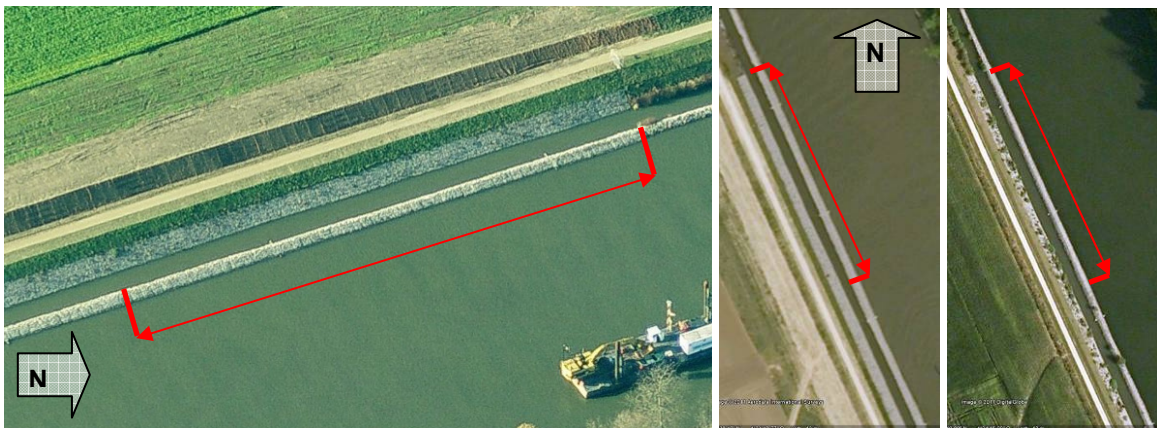
2.2.5. Zone 4b

In 2006 werd een laatste deel afgewerkt met een lengte van 600 m (fase 4, gebouwd van 01/09/04 tot 17/11/06). Hier werd de hele oever bekleed met schanskorven (tot ongeveer 5 m boven het wateroppervlak). In dit meest recente gedeelte van zone 4, dat bij de start van de studie nog geen begroeiing had, werd een vijfde en laatste zone van 100 m afgebakend (zone 4b) om onder meer de ecologische ontwikkelingssnelheid op te volgen.

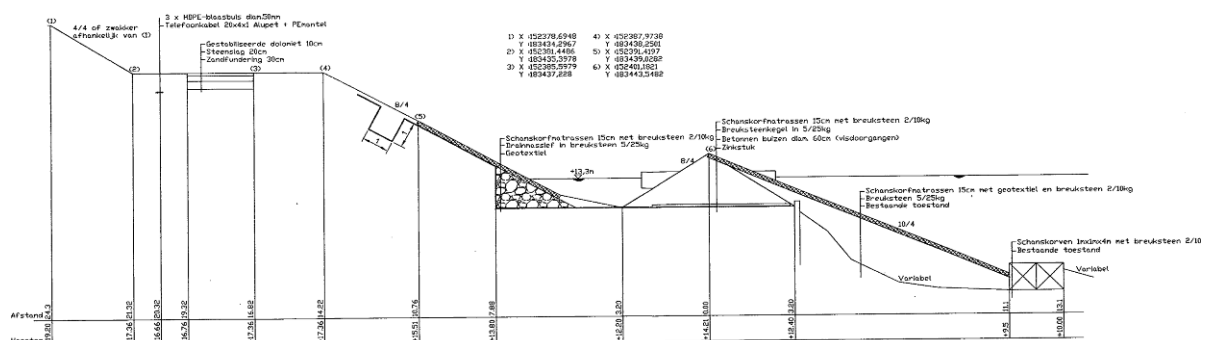
Ook in dit deel van zone 4 hebben de buizen een tussenliggende afstand van 50 m, met een diameter van 60 cm. Hierdoor liggen er 2 verbindingsbuizen binnen zone 4b, die aansluit bij fase 3 van de vooroeveraanleg.



figuur 2.16 Overzicht en detail van zone 4b (juni '07, juli '08, juli '08)



figuur 2.17 Luchtfoto's van zone 4b (Fase 3 is zichtbaar aan de noordzijde) (2007, 2007, 2009)



figuur 2.18 Doorsnede van het ontwerp van zone 4b (W&Z)

3. FYSISCH KENMERKEN

3.1. Doelstelling

In dit hoofdstuk wordt een reeks abiotische parameters besproken die in de verschillende zones gemeten zijn. De analyse van de resultaten en eventuele evoluties ervan zijn geen doel op zich, maar kunnen wel een invloed hebben op de biotische ontwikkeling van de (voor)oevers en plasbermen. Deze bespreking moet bijdragen tot het verklaren van bepaalde processen en ontwikkelingen die bij de diverse biotische parameters worden waargenomen.

Verder kunnen ook suggesties worden meegegeven in het laatste hoofdstuk wanneer bepaalde knelpunten worden vastgesteld op vlak van abiotiek.

3.2. Waterkwaliteit

3.2.1. Methodiek

Voor dit onderzoek zijn de gegevens gebruikt die werden verzameld in het fysisch-chemisch meetnet van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). In het onderzoeksgebied zijn twee meetpunten van VMM aanwezig, respectievelijk stroomop- (352800) en stroomafwaarts (352500) van de vooroevers. Het meetpunt aan de Verbrande Brug (352800) werd sinds 2006 niet meer bemonsterd, van het meetpunt in Humbeek (352500) dat het dichtst bij de plasbermen gelegen is, zijn de meest recente gegevens uit 2008.

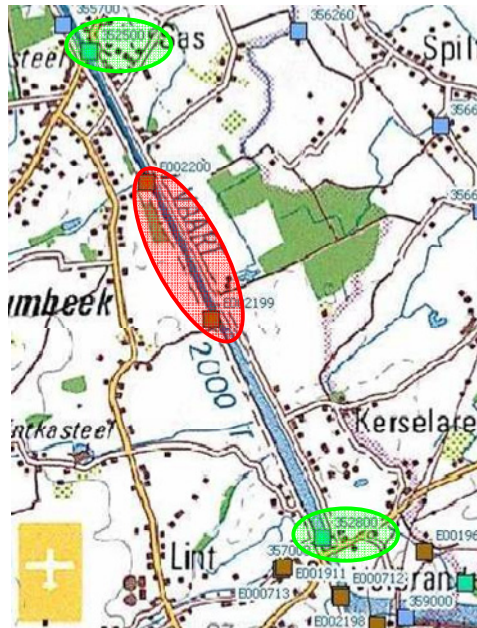
Op deze laatste meetplaats werd zowel het basispakket van parameters onderzocht (zuurstof en nutriënten) als de uitgebreide meetset (BZV, Kj-N, SO_4^- , ZS en zware metalen) (jaargemiddelden in bijlage 1). Op deze locatie werd in het kader van het meetnet voor Biologische Waterkwaliteit eveneens een staalname uitgevoerd voor het bepalen van de Belgische Biotische Index (BBI), deze dateert echter reeds uit 2002.

Door het regelmatig spoelen van de plasbermen (o.m. golfslag van passerende schepen) wordt verondersteld dat de waterkwaliteit (vnl. nutriëntenconcentraties) in de plasbermen zeer gelijkend is aan die in het kanaal. Daarnaast werden nog eigen metingen uitgevoerd in de plasbermen en het kanaal tijdens bemonsteringsmomenten. Temperatuur en zuurstofgehalte werden in het veld bepaald met een zuurstofmeter (WTW Oxi 315i). In augustus 2008 (T1) werd daarenboven ook een sonde (YSI multiparametersonde) geplaatst in zone 1 voor een gedetailleerde temporele opvolging van zuurstofgehalte en temperatuur. Gedurende 20 dagen werden de volgende parameters elke 30 minuten gemeten: temperatuur, zuurstofgehalte (mg/l) en zuurstofverzadiging (%).

De turbiditeit werd bepaald aan de hand van het doorzicht, met een Secchi schijf. Hierbij werd ofwel de diepte waaronder het contrast op de schijf nog zichtbaar was genoteerd, ofwel werd aangeduid dat de zichtbaarheid tot op de bodem ging.



Secchi schijf

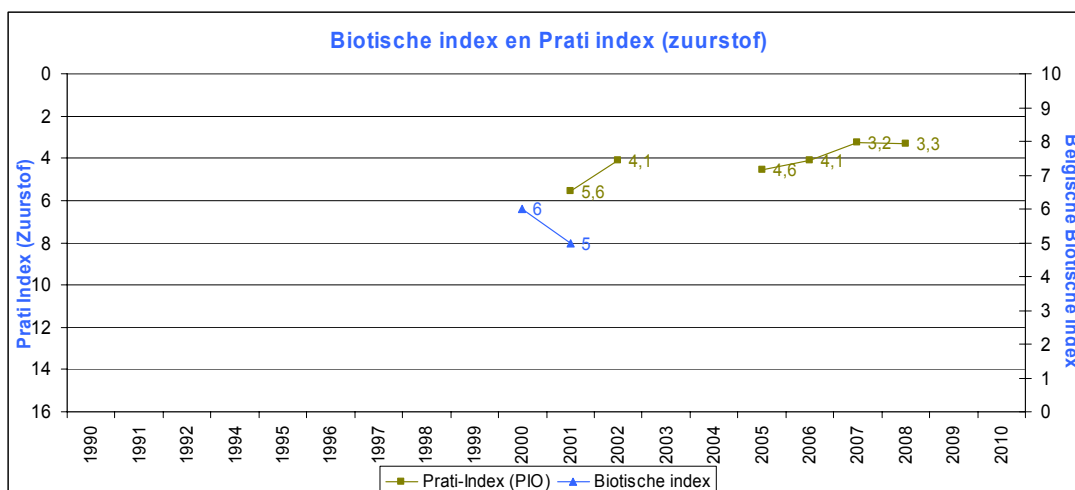


figuur 3.1 Ligging van de VMM-meetpunten (groen) aan weerszijden van de onderzoekszone (rode ellips)

3.2.2. Waterkwaliteit

De waterkwaliteitsdoelstelling voor het Zeekanaal is viswaterkwaliteit. Voor de meerderheid van de parameters wordt hieraan voldaan (zie bijlage 1). Wel worden de waarden voor totaal fosfor, orthofosfaat en zuurstof overschreden. Dit zijn zeer belangrijke parameters aangezien deze de ecologische kwaliteit en de leefbaarheid van het Zeekanaal bepalen.

Over langere termijn zijn slechts beperkte gegevens beschikbaar (figuur 3.2), maar deze geven voor de Prati index een verontreinigde toestand weer ($>4 - 8$) die stelselmatig is verbeterd tot matig verontreinigd ($>2 - 4$). Deze index is gebaseerd op de zuurstofgehalten in de waterloop en duidt alweer op een matige zuurstofhuishouding.



figuur 3.2 VMM meetpunt 352500: Zeekanaal, 't Sas te Humbeek (Prati index en BBI) (www.vmm.be)

Deze mindere fysisch-chemische parameters worden vertaald in een matige biologische waterkwaliteit (BBI in 2002: 5). De matige waterkwaliteit wordt vermoedelijk voor een groot deel veroorzaakt door de aanwezigheid van overstorten naar het kanaal van onder andere de Tanghebeek, waarbij ook rioleringswater en -slib in het systeem terechtkomt.

3.2.3. Zuurstof en temperatuur

Zuurstof en temperatuur zijn twee waterparameters die van groot belang zijn voor de waterfauna en bovendien snel en eenvoudig te meten zijn. Daarom werden bij een afvissing of bemonstering van macro-invertebraten beide parameters gemeten in de betreffende zone en soms ook in het kanaal zelf. In T1 was er een zeer intensieve bevissing van april tot juli, waarbij eveneens een grote dataset van zuurstof- en temperatuurgegevens werd verzameld. In figuur 3.3 wordt een overzicht gegeven van alle gemeten zuurstofgehalten in deze studieopdracht.

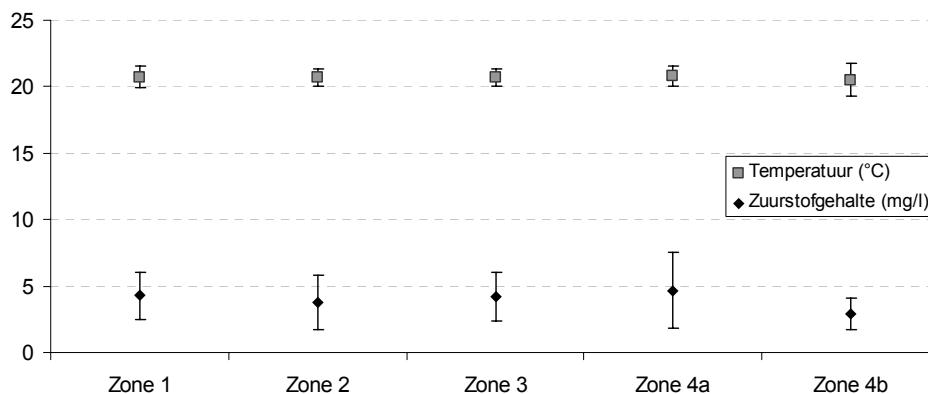


figuur 3.3 Gemeten zuurstofgehalte per zone en in het kanaal

Vergelijking tussen zones

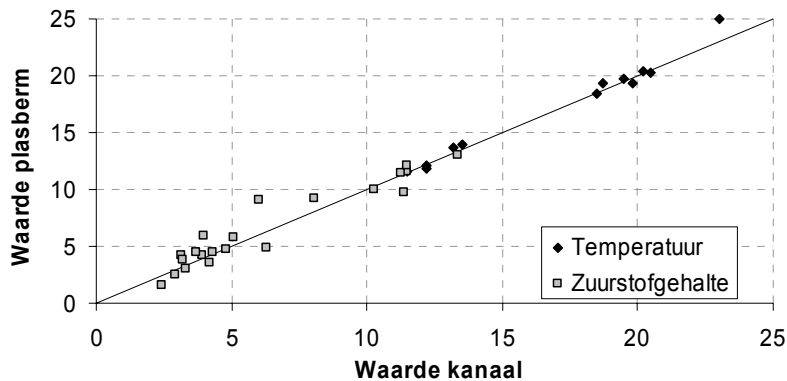
Om een vergelijking te maken tussen de verschillende zones werd gebruik gemaakt van de meetreeks tijdens het fuikonderzoek, waarbij vrijwel alle zones drie maal per week werden opgemeten (24 meetdagen). In figuur 3.4 werden de gemiddelden van het zuurstofgehalte en de temperatuur voor de 5 zones uitgezet.

Op vlak van temperatuur zijn er geen significante verschillen tussen de verschillende zones. Wat het zuurstofgehalte betreft zijn de verschillen eveneens beperkt, wel heeft zone 4b een significant lager zuurstofgehalte dan de overige plasbermen (zone 1, zone 3 en zone 4a) ($H_{5,117}=16,31$; $p<0,01$).



figuur 3.4 Gemiddelde temperatuur en zuurstofgehalte per zone (16/05-16/07/08) (met standaarddeviatie)

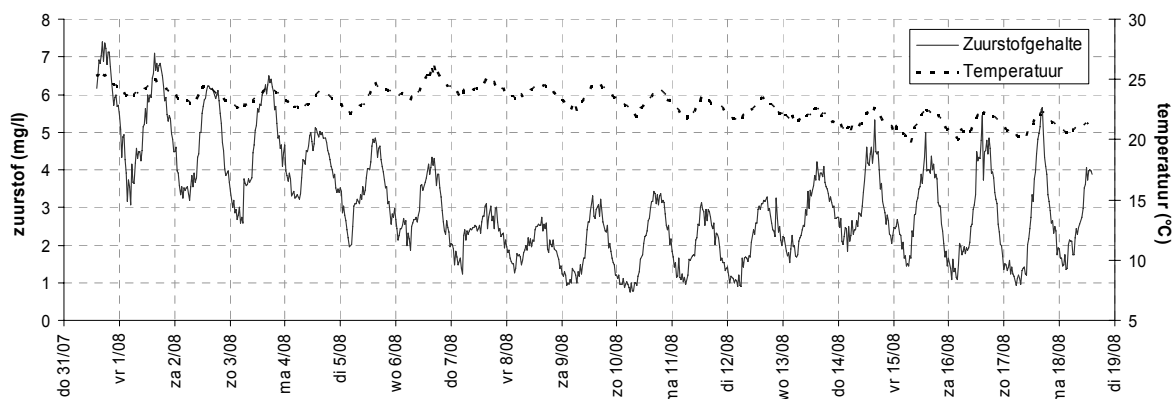
Om de verschillen tussen het kanaal en de plasbermen te bekijken werden de beschikbare metingen tegen elkaar uitgezet. Op basis van de beschikbare data werden geen significante verschillen vastgesteld tussen het zuurstofgehalte of de temperatuur in het kanaal en in de plasbermen. Dit heeft vermoedelijk te maken met de sterke uitwisseling van water bij passerende schepen.



figuur 3.5 Gelijktijdige metingen van temperatuur en zuurstofgehalte in het Zeekanaal en aangrenzende plasbermen

Tijdsevolutie

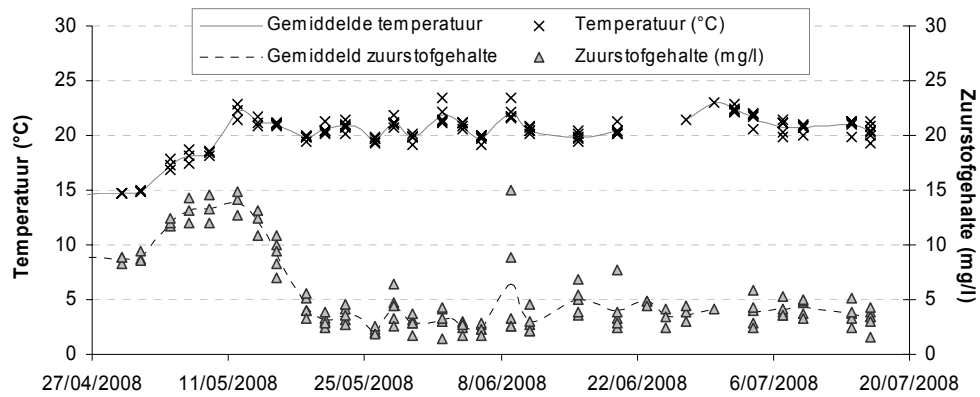
Bij temperatuur en zuurstof is een duidelijk dagritme aanwezig (figuur 3.6). De dagelijkse amplitude voor zuurstof lag in die periode tussen 2 en 4,5 mg/l.



figuur 3.6 Tijdsevolutie van zuurstof (mg/l) en temperatuur (°C) in zone 1 gedurende 20 dagen

Bij het uitzetten van de tijdsreeks die gedurende het fuikenonderzoek werd verzameld (figuur 3.7), werd een sterke verandering vastgesteld tussen de eerste drie weken en de rest van de periode. Zoals reeds op figuur 3.3 zichtbaar was, is er in die eerste periode een piek in het zuurstofgehalte die bijna driemaal hoger ligt dan het gemiddelde. Deze hoge waarden worden in alle bemonsterde zones waargenomen en verdwijnen rond half mei.

Mogelijk is deze piek het gevolg van een algenbloei in het Zeekanaal. Vanaf eind juni werden immers ook grote hoeveelheden losdrijvende algen gevonden in de fuiken van zone 4a, tot meer dan 10 kg per fuik. In diezelfde periode warmde het water van de plasbermen eveneens sterk op, van 15°C tot boven 20°C. Wel werd in deze periode geen afname van doorzicht vastgesteld in de plasbermen.



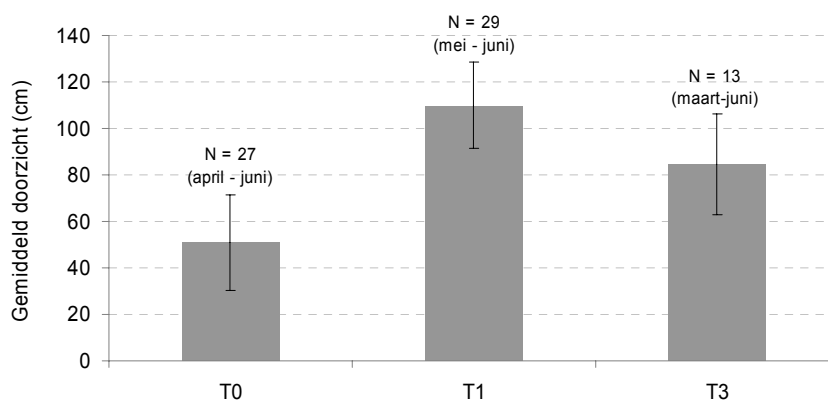
figuur 3.7 Evolutie van gemiddelde zuurstofgehalte (mg/l) en temperatuur tijdens de fuikvangsten (met aanduiding van de individuele metingen)

Als conclusie kan gesteld worden dat de temporele variatie in zuurstof zeer groot is, maar grotendeels samenloopt met die in het Zeekanaal zelf. In de plasbermen werd geen verschil in zuurstofgehalte of temperatuur vastgesteld in vergelijking met het kanaal.

3.2.4. Turbiditeit

Het doorzicht in het water is een belangrijke factor voor de groei en ontwikkeling van submerse vegetaties, aangezien ze bij een hoge turbiditeit onvoldoende licht ontvangen voor de fotosynthese. In functie van de vestiging van deze vegetaties werd de parameter doorzicht samen met zuurstof en temperatuur gemeten in het voorjaar.

Aangezien vaak een doorzicht tot op de bodem werd vastgesteld, onder meer door de beperkte diepte van bepaalde plasbermen, werd eveneens het doorzicht van het kanaal bepaald om aldus een referentiewaarde voor het systeem te bekomen. In figuur 3.8 valt een grote variatie in doorzicht op te merken voor het kanaal, met significante verschillen tussen alle jaren ($F_{1,2}=1031$; $p<0,001$), doch zonder trend. Er was een beperkt doorzicht in T0 en een zeer helder systeem in T1, ondanks een vergelijkbare meetperiode, met opnieuw een beperkte daling in T3. In T0 werd tijdens de metingen wel een stelselmatige verbetering vastgesteld: 25 cm op 20 april, 45 cm op 24 april en 73 cm op 6 juni. Mogelijk waren de lagere beginwaarden gerelateerd aan de lopende herstelwerkzaamheden in zone 4.



figuur 3.8 Gemiddelde gemeten turbiditeit in het Zeekanaal

Tijdens T1 was er in alle plasbermen doorzicht tot op de bodem, waardoor er geen belemmering is voor de ontwikkeling van vegetatie. Wanneer echter het aangevoerde water troebeler is (T0 en T3), wordt ook het doorzicht in de plasbermen minder. Tijdens T0 was doorzicht tot op de bodem beperkt tot de meest ondiepe delen, terwijl tijdens T3 er wel vaak doorzicht was tot op de bodem. Om die reden werden tijdens T3 enkel nog in de diepste delen van de plasbermen waarden opgemeten voor het doorzicht.

Bij het vergelijken van de gelijktijdig gemeten doorzichten in het kanaal en de plasbermen (tabel 3.1) werd opgemerkt dat er in zone 2 vrijwel geen verschil is met het kanaal. In zones 1 en 3 neemt het gemiddeld doorzicht toe in de plasberm tegenover in het kanaal, wat aangeeft dat door het luwe karakter ervan een deel van de zwevende stof tot bezinking kan komen en de helderheid toeneemt. Anderzijds is de situatie in zones 4a en 4b minder duidelijk. In T0 (2007) nam de turbiditeit immers af in de plasberm tegenover in het kanaal. Dit kan waarschijnlijk verklaard worden door de grote lengte van de plasbermen. Deze zorgt voor een meestromende deining bij passerende scheepvaart die het aanwezige sediment kan omwoelen. Ook tijdens T3 is minstens in zone 4a een verminderde turbiditeit vastgesteld. Over zone 4b kan geen uitspraak gedaan worden aangezien de maximale diepte van de plasberm (76 cm) kleiner was dan het doorzicht in het kanaal op dat moment (88 cm).

datum	Kanaal	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4a	Zone 4b
20/04/2007	24	37	23	30		
24/04/2007	45					40
6/06/2007	73				48	
30/05/2008 tot 23/06/2008	85 tot 160	Bodem	bodem	bodem	bodem	bodem
9/03/2010	62	59	62	58		
15/03/2010	88				bodem (>96)	bodem (>76)

tabel 3.1 Vergelijking tussen gemiddeld doorzicht (cm) in het kanaal en de plasbermen

De variatie aan doorzicht in de plasbermen is sterk gerelateerd aan dat van het Zeekanaal zelf. Toch hebben de plasbermen ook zelf een invloed op de turbiditeit doordat er bezinking van de zwevende stof kan optreden. Deze sedimentatie heeft mogelijk ook een keerzijde, omdat daardoor de hoeveelheid fijn slib toeneemt, dat bij passerende schepen opgewoeld kan worden indien het niet vastgelegd wordt door watervegetatie. Deze vorm van tijdelijke opwoeling werd geregeld waargenomen tijdens het veldwerk ter plaatse.

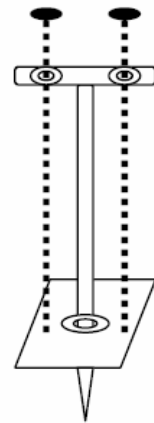
3.3. Sediment

Slibafzetting of sedimentatie in de plasbermen kan zowel een positieve als negatieve impact hebben op de aquatische levensgemeenschappen. Enerzijds zorgt deze afzetting voor het ontstaan van een waterbodem die als habitat fungeert voor tal van organismen en een mogelijkheid biedt voor de ontwikkeling van water- en oeverplanten. Anderzijds gaat een sterke aanslibbing een impact hebben op het kolonisatiesucces van waterplanten doordat de zaden niet of minder gemakkelijk kiemen naarmate de sliblaag dikker wordt. Bijkomend bevat slib een hoog organisch gehalte dat diverse pollutanten bindt waardoor aldus potentieel toxische stoffen zich in het systeem opstapelen en een negatieve impact kunnen hebben op de ontwikkeling van aquatische levensgemeenschappen.

In de plasbermen kan een sterke sedimentatie de dichtslibbing van de plasberm veroorzaken. In dat geval zal onderhoud vereist zijn.

3.3.1. Methodiek

Om de dikte op te meten van de sliblaag in de plasbermen werd een toestel gebruikt dat werd ontworpen voor dergelijke metingen in de Zenne (Meynendonckx *et al.*, 2007). De slibdiktemeter (zie figuur) bestaat uit een verschuifbare aluminium plaat die op het slib rust terwijl door een centrale opening in deze plaat een lange staaf met scherpe punt in het slib geduwd wordt. Bovenaan de meetstokken (stippellijn op figuur) kan de dikte van de sliblaag afgelezen worden.

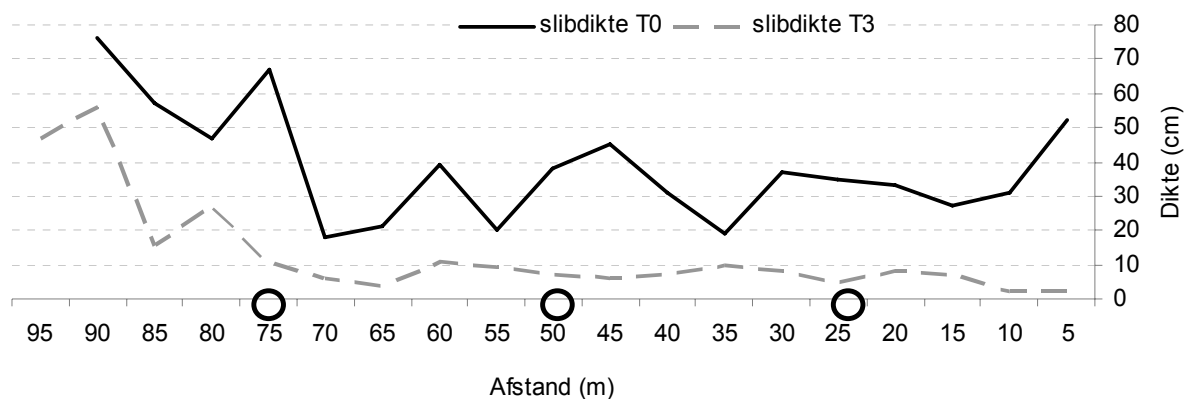


De sedimentdikte werd in de diverse zones gemeten in het midden van de plasberm en dit over de volledige lengte van de plasberm (100 m), telkens om de 5 m. De opmetingen in T0 en T3 werden uitgevoerd vooraleer andere metingen werden (her)opgestart om de sliblaag niet te verstoren.

3.3.2. Resultaten

Met deze metingen werd een slibdikteprofiel opgesteld over de volledige lengte van de plasberm. In de onderstaande grafieken worden de slibdiktes gemeten in T0 en T3 weergegeven, samen met de eventuele verbindingen naar het kanaal.

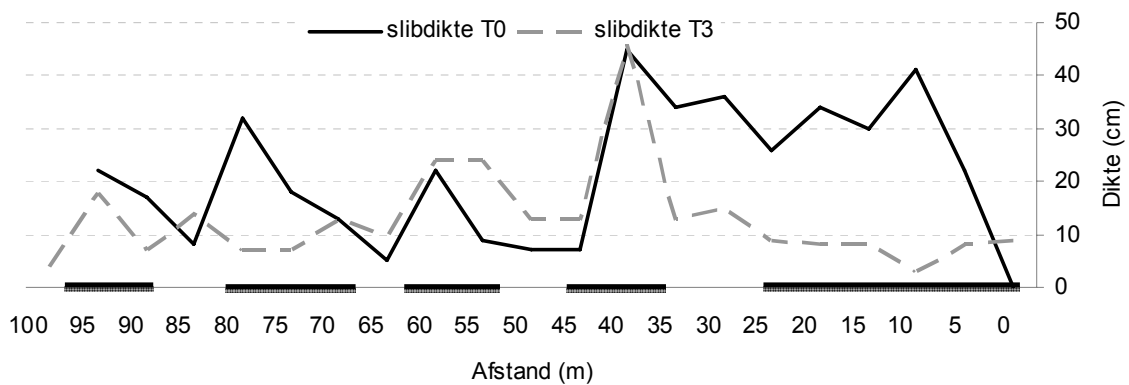
Zone 1 is een zeer ondiepe plasberm, met een 20 tot 70 cm dikke sliblaag in T0 (figuur 3.9). In T3 werd nog een sliblaag van amper enkele centimeters tot plaatselijk 50 cm gemeten. In de dikste sliblagen heeft zich riet ontwikkeld (links op figuur 3.9), maar ook hier werd een afname van de sliblaag vastgesteld.



figuur 3.9 Slibdikte in zone 1 met aanduiding van de verbindingsbuizen

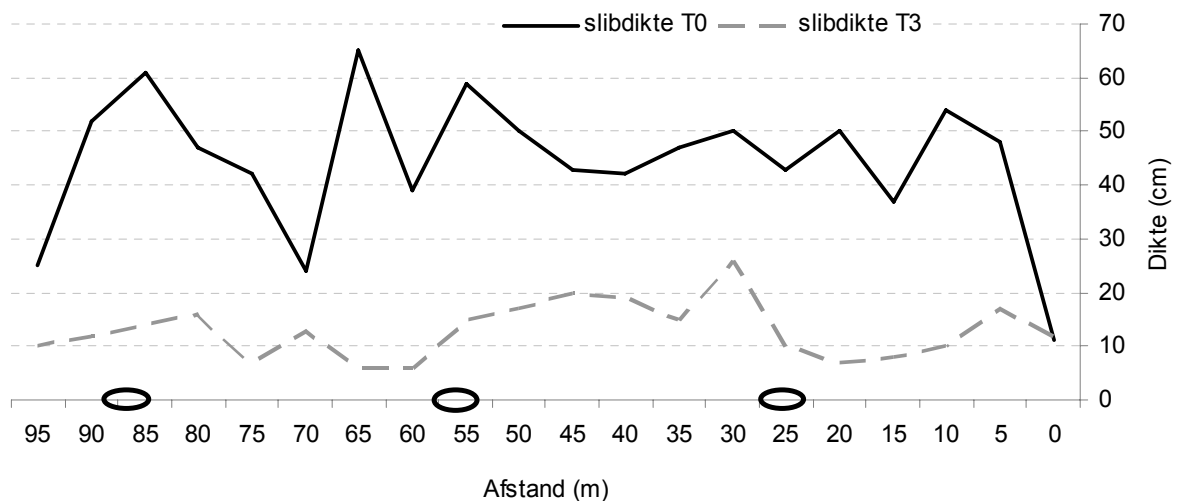
Bij de niet verdedigde oever in zone 2 is er ondanks de rechtstreekse verbinding met het kanaal toch een duidelijke sedimentlaag aanwezig van gemiddeld 15 cm (figuur 3.10). Plaatselijk piekt die sliblaag tot 45 cm in diepere delen van de zone.

De verschillen tussen T3 en T0 zijn vrij beperkt, rekening houdend met het moeilijker traceerbaar zijn van de exacte meetlocaties t.g.v. de grotere breedte van de zone. Vooral in de zone 10 tot 25 m zijn de verschillen duidelijk (rechts op figuur 3.10), dit is ook het deel van de zone waar de oevers sterk weggespoeld zijn in diezelfde periode. De impact van de oude oeververdediging net onder het wateroppervlak is belangrijk voor de sedimentatie, aangezien deze verhindert dat het afgezette slib of de geërodeerde grond het diepe kanaal instroomt. Deze verdediging vormt dus als het ware een onderwaterdam die dit sediment vasthoudt.



figuur 3.10 Slibdikte in zone 2 met in zwart de nog aanwezige oeververdediging

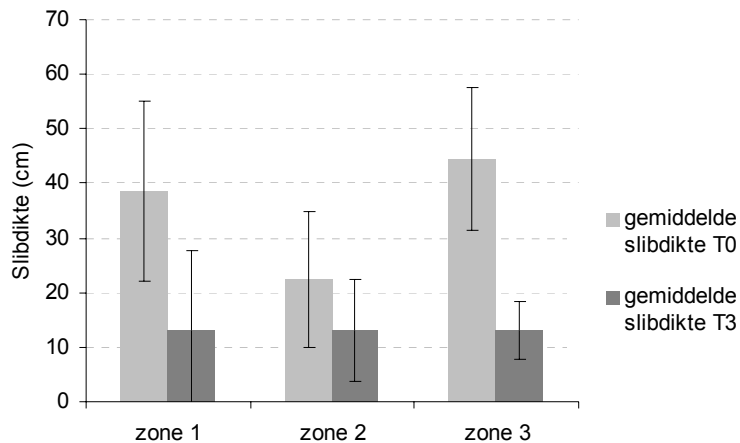
Zone 3 is de diepste van alle plasbermen, maar ook hier is de slibdikte sterk afgenomen (figuur 3.11). Het grote volume slib dat hier aanwezig was in 2007, is met bijna twee derde afgenomen.



figuur 3.11 Slibdikte in zone 3 met aanduiding van de verbindingsbuizen

Aan de overzijde van het kanaal, in zones 4a en 4b, bestaat de bodem van de plasbermen uit breuksteen. De opmetingen van de dieptes en slibdiktes zijn hierdoor moeilijker, afhankelijk of de slibdiktemeter nu juist op of tussen de stenen geplaatst werd. Tijdens de metingen werd dan ook vastgesteld dat de aflezing op de slibdiktemeter sterk afweek van de inschatting die op tast werd gemaakt. Het bleek dan ook niet zinvol om voor deze zones vergelijkingen te maken tussen T0 en T3.

Wanneer de gemiddelde slibdiktes vergeleken worden (figuur 3.12), valt een hoogst significante daling van de slibdiktes op ($Z_{57}=6,05$; $p<0,001$), vooral in zones 1 en 3. Mogelijk is die daling het gevolg van compactatie van de bodem bij de betreding van de plasbermen.



figuur 3.12 Evolutie van de slibdikte

Bij de start van het onderzoek kon een duidelijke sedimentatie in de plasbermen worden vastgesteld, het opgemeten slib in T0 heeft er geaccumuleerd sinds hun aanleg (2002 voor zones 1, 2 en 3). De doelstelling om verdere toename te kunnen meten door het vrijwaren van één jaar in de studieperiode (T2) bleek echter niet succesvol. Wel kan duidelijk gesteld worden dat op korte termijn geen problemen te verwachten zijn met betrekking tot aanslibbing. Zelfs indien riet of andere watervegetatie de sedimentatiesnelheid zou verhogen, zal niet snel overgegaan moeten worden op een ruiming van de plasbermen.

3.4. Erosie oevers

Preventie van erosie van de oevers is het hoofddoel van deze vooroeververdedigingen. Om de nog aanwezige erosie te inventariseren werd gewerkt met kwantitatieve metingen, maar ook met zichtwaarnemingen en foto's.

3.4.1. Methode

In december 2007 werd een startopmeting gemaakt. Hierbij werden op verschillende plaatsen 1 m-lange metalen staven horizontaal in de bodem geduwd ter hoogte van het wateroppervlak, tot ze nog exact 10 cm uitstaken. Door de afstand tussen de punt van de staaf en de oever te meten, kan ook beperkte erosie nauwkeurig bepaald worden.

In zone 2 is erosie zeer belangrijk, waardoor hier om de 5 m een dergelijke staaf werd aangebracht. In zones 1 en 3 werden telkens staven aangebracht op 4 locaties. Aangezien de oever in zone 4 volledig in schanskorven is uitgevoerd, werd daar geen erosie verwacht en dus ook niet opgemeten.



Enkele malen per jaar werd de uitstekende lengte van de pinnen gemeten en werden ook (voor zone 2) de locaties waar de damplanken bloot stonden genoteerd. Wanneer pinnen 30 à 40 cm uitstaken werden zij opnieuw in de oever geduwd tot 10 cm om het wegspoelen ervan te vermijden.

Aanvullend werden foto's gemaakt van diverse vaste zichten op zone 2 om deze ook visueel te kunnen opvolgen.

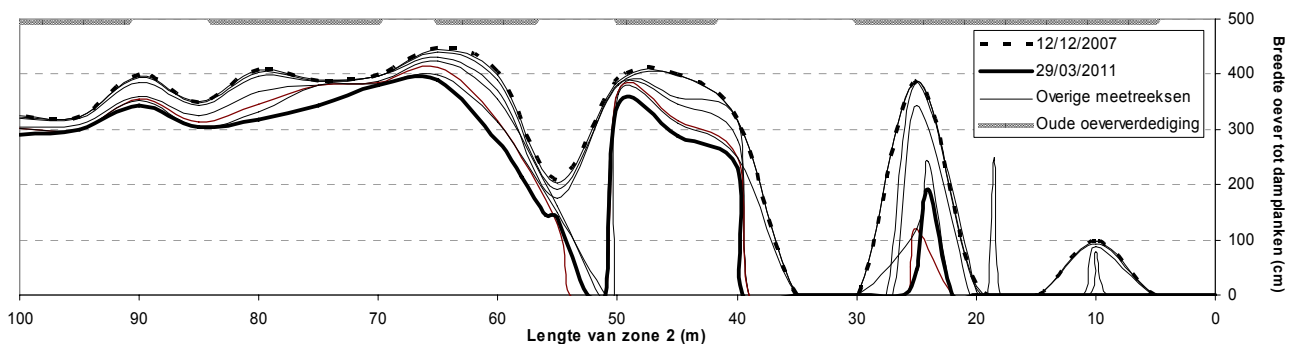
3.4.2. Resultaten

Zone 2

Zone 2 werd het meest gedetailleerd bemeten aangezien die volledig blootstaat aan de golfwerking van passerende schepen. In deze zone werden dan ook de duidelijkste resultaten opgemeten.

In figuur 3.13 zijn de eerste (12/12/2007) en de laatste opmeting (29/03/2011) weergegeven, met ertussen alle overige tussentijdse metingen uit T0, T1 en T3. Op de figuur is ook een inschatting weergegeven (± 2 m) van de plaatsen waar de oude oeverbescherming nog aanwezig is. Deze oude beschoeiing komt slechts bij lage waterstanden boven water.

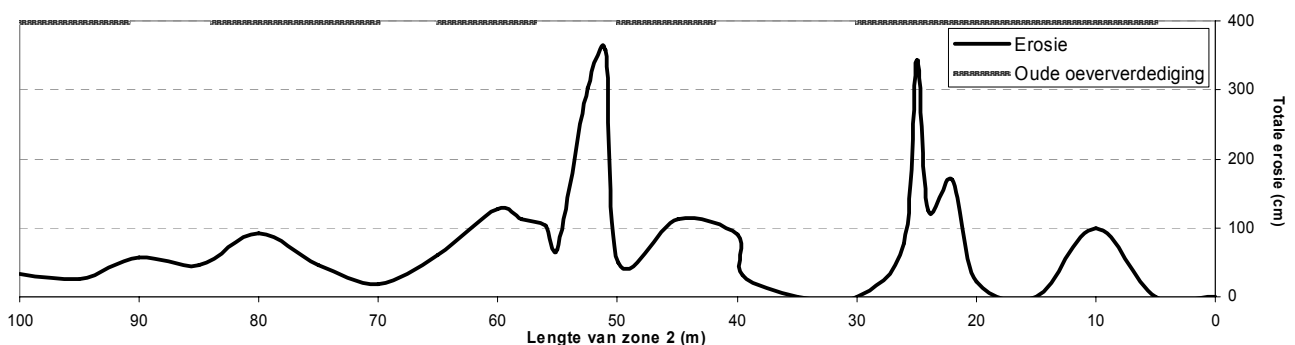
Drie jaar en drie maand na de opstart heeft de erosie vrijwel alle oevers die nog aanwezig waren in het noordelijke deel (0 tot 40 m, rechts in figuur 3.13) volledig weggespoeld. Maar ook in het zuidelijk deel zijn de oevers plaatselijk zeer sterk afgekalfd. Ter hoogte van 50 m werd tussen eind 2008 en half 2009 op slechts 6 maanden tijd zelfs een inham gevormd van meer dan 2 m diep.



figuur 3.13 Evolutie van de breedte van de oever van zone 2 tussen 12/12/2007 en 29/03/2011

In totaal werd ongeveer 65 m² oever weggespoeld in zone 2. Omgerekend is dat een gemiddelde afkalving van 76 cm of 23 cm/jaar, waarbij reeds afgekalfde oevers niet mee in rekening werden gebracht aangezien deze niet verder kunnen eroderen.

De reële erosie is echter zeer variabel in deze zone (figuur 3.14), met gemiddelde erosiesnelheden van meer dan 1 m/jaar op enkele meetpunten. Er is evenwel ook geen enkel punt waar geen erosie werd gemeten, met uitzondering van de bij de start van de metingen reeds volledig geërodeerde punten.



figuur 3.14 Gemeten erosie in zone 2 tussen eind 2007 en begin 2011 (3 jaar en 3 maand)

De nog aanwezige oude oeververdediging is onvoldoende om erosie van de achtergelegen oever tegen te gaan, aangezien deze wand vrijwel steeds volledig ondergedoken is. Verschillen in erosiesnelheid konden niet gerelateerd worden aan het al dan niet voorkomen van openingen in de oude oeververdediging, enerzijds doordat de afstand tussen de planken en de oever te groot is (zie figuur 2.6a), anderzijds omdat de golfwerking zeer sterk afhankelijk is van de vaarrichting van de binnenscheepvaart..

Op een aantal vaste punten in zone 2 werden ook opeenvolgende foto's genomen van de voortschrijdende erosie (figuur 3.15). Deze reeksen geven een veel duidelijker beeld van de sterke erosie en op welke wijze de afkalving gebeurt. De aanwezige oevervegetatie verdwijnt immers al vrij snel, terwijl de basis van de oevers nog een jaar langer stand kan houden. In bijlage 2 zijn enkele van deze fotoreeksen opgenomen.

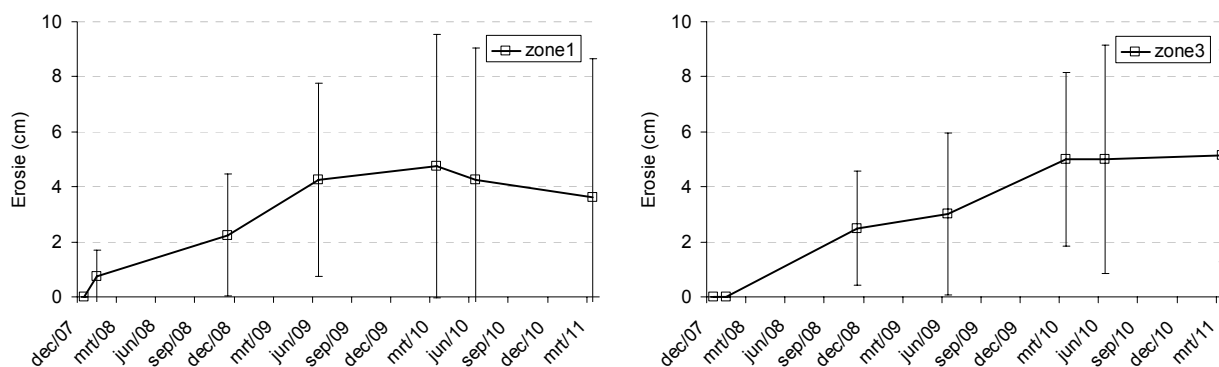


figuur 3.15 Voorbeeld van een van de erosie fotoreeksen (jan '08, april '08, juni '09, juli '10)

Zones 1 en 3

Zones 1 en 3 zijn afgescheiden van de golfslag door een vooroever, maar ook hier werden telkens 4 pinnen geplaatst om erosie op te volgen. Beide zones vertonen een sterk gelijkend erosiepatroon, ondanks de verschillende types van vooroevers (figuur 3.16).

De gemiddelde erosiesnelheid was beperkt tot 4 à 5 cm, of ongeveer 1,5 cm/jaar, wat dus het nut van deze inrichting naar oeverbescherming duidt. Aan de openingen werden telkens hogere afkalvingen opgemeten, in beide zones met een maximum van 9,5 cm of 3 cm/jaar, wat alsnog acht maal lager is dan in zone 2.



figuur 3.16 Gemiddelde cumulatieve erosie (cm) in zones 1 en 3

De erosie die alsnog optreedt bij inrichtingen met vooroevers is beduidend lager dan in niet verdedigde oevers, zelfs aan de instroomopeningen.

3.5. Waterpeil

Het waterpeil in het kanaal fluctueert door het gebruik van sluizen stroomop- en stroomafwaarts. Deze niveauverschillen kunnen zowel de erosie als de vestiging van vegetatie beïnvloeden. Ook de toegankelijkheid van de plasbermen door de buizen en het waterniveau in de plasbermen wordt hierdoor gestuurd.

3.5.1. Methodiek

In samenwerking met Peter Viaene van het Waterbouwkundig Laboratorium werden de waterpeilschommelingen in de verschillende plasbermen gemeten. Hiervoor werden divers² in de plasbermen geplaatst (figuur 3.17).

De divers hingen in korte peilbuizen, bevestigd aan een betonijzer. De peilbuis moest het slingeren van de divers voorkomen bij golfslag en met het betonijzer werd het geheel stevig in de bodem verankerd. Om de waterpeilverschillen ten gevolge van de golfslag en de versassingen aan de sluizen te meten, werd gedurende een vijftiental dagen (8/4 tot en met 23/4/08) gemeten met een frequentie van 1 minuut. Er werden divers geplaatst in alle zones, waarbij zone 2 werd beschouwd als overeenkomstig met het kanaal.



figuur 3.17 Peilbuis met diver in zone 4a

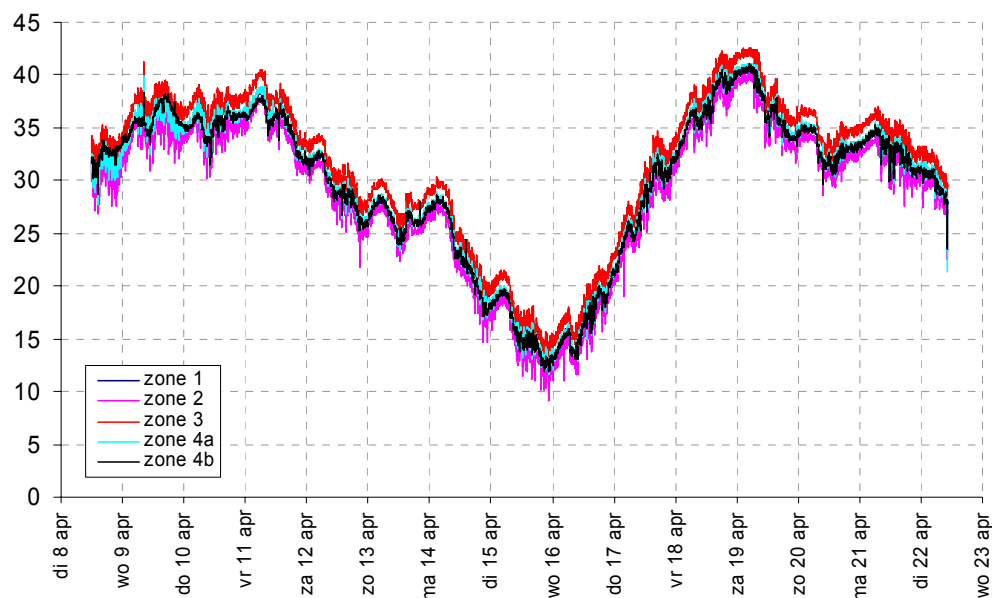
Daarnaast werd ook aan de sondemeting in zone 1 in augustus 2008 (zie temporele zuurstofmetingen, p. 14) een diver gekoppeld. Een tweede diver werd aan de kanaalzijde van zone 1 bevestigd als referentie. Beide divers werden gelijktijdig ingesteld om per 5 minuten te meten om de impact van de versassingen op de plasberm meer in detail te bekijken. Dit voornamelijk met het oog op het analyseren van het effect van waterpeilschommelingen op de passeerbaarheid van de verbindingsbuizen voor vissen.

² Een diver is een instrument voor automatische waterpeilregistratie op basis van de druk.

3.5.2. Resultaten

Vergelijking tussen zones

Wanneer gekeken wordt naar de peilen van de verschillende zones (figuur 3.18), worden geen significante verschillen opgemerkt m.b.t. de amplitude (R^2 variërend tussen 0,9955 en 0,9996). Het waterpeil is dus gelijklopend in de afzonderlijke zones.

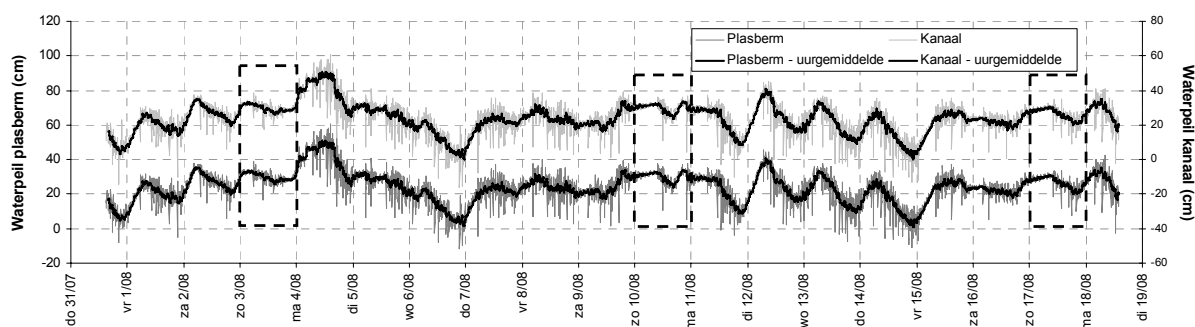


figuur 3.18 Peilen in de 5 zones aan het Zeekanaal

Schommelingen

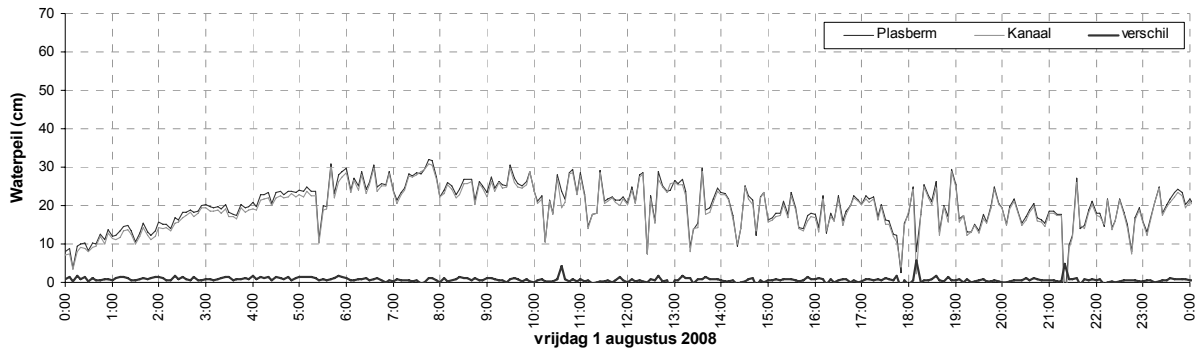
In augustus 2008 (T1) werd de waterstand in het Zeekanaal vergeleken met deze van de plasberm van zone 1 (figuur 3.19), met als referentie de bodem van de middelste verbindingsbuis. De gemeten fluctuaties zijn zeer grillig, enerzijds door de plotse peilveranderingen bij een versassing, anderzijds door de golfslag van passerende schepen. Op zondag en in mindere mate ook zaterdag valt op dat het grillige patroon afneemt door het stilvallen van het scheepsverkeer.

Daarnaast wordt via het uurgemiddelde een duidelijk dagritme vastgesteld, waarbij vanaf middernacht tot 's ochtends het waterpeil stijgt. Dit is te wijten aan het oppompen van water vanuit het lagere pand aan de sluis van Zemst. Nadien daalt het peil tot 's avonds, ten gevolge van de versassingen voor het scheepsverkeer. Deze fluctuaties per dag van de waterstand lopen op tot 30 cm.

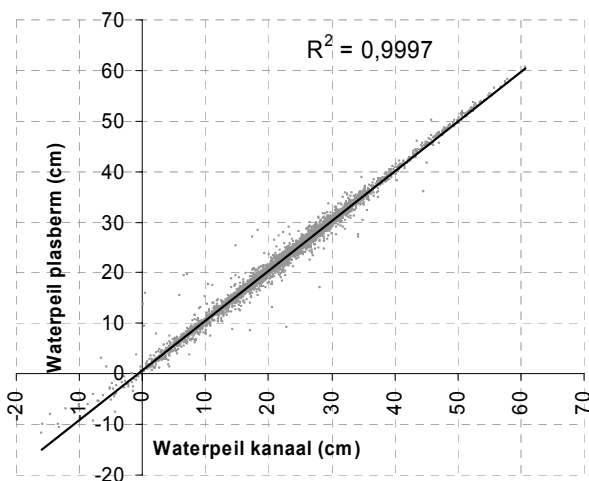


figuur 3.19 Waterpeilen in zone 1 en kanaal (reeks 31/07/08-18/08/08), met aanduiding van zondagen

Bij het inzoomen op de meetreeks voor 24 uur (figuur 3.20) komt duidelijk tot uiting dat de interactie tussen kanaal en zone 1 zeer snel verloopt, er zijn nauwelijks peilverschillen tussen beide. Ook wanneer alle peilen uit deze meetreeks tegenover elkaar uitgezet worden, komt een zeer sterke correlatie naar boven ($R^2=0,9997$; $F_{1,5180}= 2,0E7$; $p<0,001$) zoals te zien in figuur 3.21.



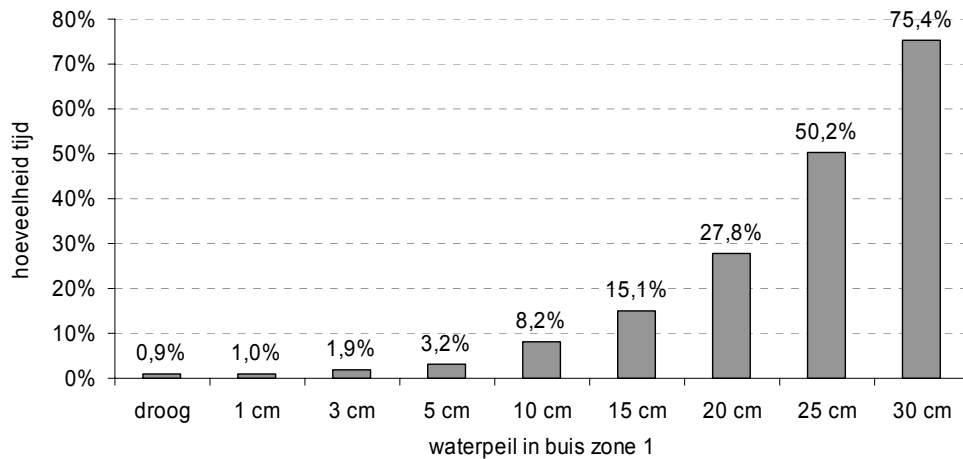
figuur 3.20 Waterpeilen in zone 1 en kanaal (detail 1/08/08 met niveauverschil)



figuur 3.21 Correlatie tussen de waterpeilen in het kanaal en zone 1 (cm t.o.v. buisbodem)

In figuur 3.19 zijn er twee langere periodes wanneer het waterpeil negatief was, dus waarbij de referentiebus gedurende langere periode droog stond. Ook daartussen was de verbinding occasioneel verbroken.

Hoewel de verbindingsbuis slechts 1 % van de tijd volledig droog staat (figuur 3.22), is de verbinding voor tal van vissen langere tijd verbroken. Een waterlaag van 5 cm, die minimaal nodig is voor de kleinste soorten, is meer dan 3 % van de tijd niet aanwezig. De grootste soorten (karper, zeelt, kopvoorn) hebben al een waterdiepte van 30 cm nodig om niet met hun rug boven water te komen. Voor die soorten wordt bijna 75 % van de tijd de toegang ontzegd of is alleszins het gebruik van de buizen niet aantrekkelijk. Deze middelste buis levert ook gemiddelde gegevens voor zone 1 aangezien de twee andere buizen respectievelijk enkele centimeters hoger en lager liggen.



figuur 3.22 Percentage van de tijd waarin bepaalde waterpeilen in de middelste buis van zone 1 werden gemeten

Een bijkomend aandachtspunt met betrekking tot waterpeilen is het aanzuigeffect veroorzaakt door passerende schepen. Wanneer een schip passeert, wordt niet alleen golfslag veroorzaakt, maar ook een sterk aanzuigeffect waardoor het peil kortstondig met 20 cm kan dalen. Vooral in zone 1 worden daarbij soms delen van de plasberm drooggetrokken.



figuur 3.23 Zeer lage waterstanden in zone 1 (dd. 18/06/2009)

3.6. Conclusies

Temperatuur en zuurstof in de plasbermen wijken slechts in zeer beperkte mate af van de waarden in het kanaal, waarschijnlijk ten gevolge van de hoge verversingsgraad. Door de sterke uitwisseling van water tussen kanaal en plasbermen is een goede waterkwaliteit in het kanaal dan ook een belangrijke vereiste voor het ecologisch functioneren van de plasbermen.

Door de aanwezigheid van vooroevers daalt de oevererosie zeer sterk en wordt bovendien, door sedimentatie het water helderder in dit luwere deel van het kanaal. Er is dan ook duidelijk een beperkte aanslibbing aanwezig, al werd deze tijdens de lopende studie beperkt ten gevolge van de betreding. Deze aanslibbing zal geen onmiddellijke negatieve impact hebben op de plasbermen (o.m. verlanding).

Op vlak van waterpeilen is het vooral nodig aandacht te besteden aan de schommelingen door versassingen en passerende schepen, die zowel een impact hebben op de peilen (droogte!) in de plasbermen als op de verbindingsmogelijkheden met het kanaal. Indien dergelijke grote peilschommelingen aanwezig zijn of te verwachten zijn door een aangepast waterbeheer (o.m.

door klimaatverandering), moet het ontwerp van de vooroevers, plasbermen en de verbindingen hiermee rekening houden opdat ze niet droog komen te staan.

De vooroevers hebben dus vooral een positieve impact op de erosiesnelheid van de oevers. Op vlak van waterkwaliteit is er een vergelijkbare kwaliteit met het Zeekanaal.

4. VISSEN

4.1. Doelstelling

De inrichting van de oevers speelt een belangrijke rol bij herstel mogelijkheden en populatiestructuur van de visfauna in het Zeekanaal. Voornamelijk paaï- en opgroeimogelijkheden voor vis worden in grote mate bepaald door enerzijds de fysische kenmerken (plasbermen, vooroevers, inhammen, ...) en anderzijds de aanwezigheid van water- en oeverplanten (CUR, 1999).

Het hoofddoel van dit deelonderzoek is om het gebruik van de verschillende zones door de visfauna na te gaan. Het onderzoek en de evaluatie gebeurt zowel op soort- als op gemeenschapsniveau (samenstelling van het visbestand, soortendiversiteit, aanwezigheid rode lijst soorten).

Om een beeld te krijgen van de vispopulatie werd voornamelijk gebruik gemaakt van elektrische afvissingen van de diverse zones op verschillende periodes. Deze moeten een beeld geven van de soortensamenstelling, biodiversiteit, densiteit en populatieopbouw.

Het habitatgebruik kan deels afgeleid worden uit de aanwezigheid van specifieke soorten of hun populatieopbouw. Aansluitend werd een experimentele opstelling met fuiken uitgevoerd om de in- en uitzwemmende vissen te monitoren. Hiermee was het mogelijk om de migratie tijdens de paaïperiode te volgen.

Met al deze gegevens, moet het de doelstelling zijn om aan te geven welke elementen van belang zijn voor de inrichting en het beheer van vooroevers/plasbermen.

Vragen

- Welke zone komt het best uit het onderzoek voor vissen?
- Welke randvoorwaarden zijn van belang voor de vissen?
- Wat zijn de voornaamste functies van deze plasbermen voor vissen (paaïplaats, schuilplaats, foerageren, ...)?
- In hoeverre zijn deze plasbermen van belang voor de visstand in het Zeekanaal?

4.2. Methodiek

Het onderzoek van de vispopulatie steunt grotendeels op een uitgebreide reeks elektrische afvissingen (T0-T1-T3). Om echter een meer gedetailleerd beeld te krijgen van het habitatgebruik tijdens de paaïperiode werd in T1 een aanvullend fuikenonderzoek uitgevoerd.

Elektrovisserij

De meest efficiënte methode voor het vangen van vis in ondiepe wateren (kleine waterlopen, plasbermen) is de vangst met behulp van elektrische visapparatuur. De vangstefficiëntie wordt echter beïnvloed door verschillende biologische factoren en omgevingsfactoren zoals de geleidbaarheid van het water, de breedte, diepte en stroomsnelheid van het water,

weersomstandigheden, plantengroei, lengte van de vis, ..., maar ook door technische factoren zoals type en staat van de installatie en de wijze waarop het materiaal in de praktijk wordt toegepast (Jansen en Raat, 1995). Deze methode is minder geschikt in stilstaande waterlichamen, maar de vangstresultaten zijn nog bevredigend voor ondiepe systemen. Elektrovisserij heeft volgende voordelen ten opzichte van andere vangstmethoden:

- Elektrische visvangst is één van de minst selectieve methoden wat betreft de soort en de grootte van de vis. Met deze methoden kunnen ook juvenielen (0+-individuen) gevangen worden (Copp, 1989), zodat alle grootteklassen bemonsterd kunnen worden. Bij het gebruik van netten en fuiken daarentegen is men steeds gebonden aan de maaswijdte.
- Praktisch gezien biedt de elektrische visvangst de beste mogelijkheden bij het bemonsteren van een water. Naast een wisselende waterdiepte zijn er immers ook allerlei obstakels in het water aanwezig. Doordat de vissen worden aangetrokken door het elektrisch veld kunnen ze vanuit waterplanten en holle oevers weggevangen worden.
- Bovendien is deze methode bijna steeds toepasbaar.

Het principe van deze viswijze bestaat uit het opwekken van een elektrisch veld. De grootte van dit veld is afhankelijk van de stroombron en van het type elektroden dat gebruikt wordt. Bij het gebruik van gelijkstroom zal de vis op het potentiaalverschil tussen kop en staart op een aantal manieren reageren:

- Een vis die in contact komt met de randzone van het elektrisch veld zal zich hiervan wegkeren en vluchten, meestal naar een nabijgelegen schuilplaats.
- Wanneer de vis zich dieper in het elektrisch veld bevindt, dan zal hij door het potentiaalverschil tussen kop en staart beginnen trillen.
- Wanneer de anode de vis nadert, stijgt het potentiaalverschil en zal de vis op een bijna mechanische wijze naar de anode toezwemmen (galvanotaxis).
- Bij een verdere toename van het potentiaalverschil (dichter bij de anode) zal de vis worden verdoofd. Het intreden van deze galvanonarcose is afhankelijk van de stroomsterkte.

De stroom wordt opgewekt met een generator (4-tact benzinemotor) die een wisselstroom dynamo aandrijft. Deze wordt aangesloten op een schakelbox die de wisselstroom omzet in gelijkstroom. Voor het elektrisch vissen wordt gebruik gemaakt van gelijkstroom (150 à 200 Volt; $\pm 2A$), omdat een lagere mortaliteit verkregen wordt dan met wisselstroom. Voor deze studie werd het elektrisch vistoestel al wadend voortgetrokken in een klein bootje. De generator wordt aangesloten op een kathode en een anode. De kathode bestaat uit een gevlochten koperen draad welke in het water wordt neergelaten. De anode bestaat uit een ring met een diameter van 30 cm, gemonteerd op een 2 m lange handelbare elektrode, voorzien van een 'dead-man switch'. Over de ring is een net gespannen voor een betere controle over de verdoofde vis.



Het visteam bestaat uit minstens 2 personen, waarvan 1 persoon de anode hanteert en de andere de verdoofde vissen opschept. Er wordt gezorgd dat de vissen zo snel mogelijk uit het elektrisch veld worden verwijderd door ze meteen over te plaatsen in een grote kuip met water. Het gebruik van gelijkstroom levert omzeggens geen gevaar op voor de vissen. De mortaliteit schommelt tussen de 0 en 6%, afhankelijk van de grootte van de vis in combinatie met het gekozen voltage (Jansen en Raat, 1995). Aangezien de vis snel uit het elektrisch veld wordt verwijderd, wordt de kans op tetanus aanzienlijk verlaagd.

Bij de afvissingen werd de depletiemethode toegepast. Hierbij wordt minimaal tweemaal kort na mekaar hetzelfde traject (100 m) afgevist, wat normalerwijze de tweede en volgende keren telkens een kleinere vangst oplevert. Aan de hand hiervan kan dan nadien de totale populatiegrootte (inclusief de standaardfout) in de onderzochte zone berekend worden.

In de monitoringsjaren (T0 en T3) werden de verschillende zones seizoenaal afgevist (januari, april, juli, oktober) om een algemeen, jaarrond beeld van het visbestand te beschrijven in de plasbermen. Om eveneens een goed beeld te kunnen vormen van de effectiviteit van de plasbermen als paaiplaats, werd in het paaiseizoen (van april tot juli) de frequentie van afvissing opgevoerd door een bijkomende afvissing begin juni uit te voeren. Elk traject werd tweemaal na elkaar afgevist. Een overzicht is weergegeven in tabel 4.1.

In de loop van het onderzoek bleek het zinvol om eveneens in T2 (periode van fuikonderzoek) een beperkt aantal aanvullende afvissingen uit te voeren. Het is immers nuttig om bij dergelijk onderzoek een beeld te hebben van de aanwezige vispopulatie bij het begin, eventueel tijdens en op het einde van het onderzoek. Hiermee kan de nauwkeurigheid van de fuikvangsten bepaald worden, aangezien er zo een aantallenbalans kon opgesteld worden.

Gezien de beperkte resultaten van zone 2 in T0 en de beperkte meerwaarde werd in samenspraak met de stuurgroep ook besloten om in T3 zone 2 niet meer op te nemen in de vaste afvissingsreeks. De winterafvissing in T3 werd door herhaaldelijke technische problemen uitgesteld en uiteindelijk niet meer uitgevoerd. Het lijkt echter waarschijnlijk dat deze periode de minst belangrijke is voor het gebruik van de plasbermen als habitat, waardoor de impact van deze gemiste informatie in de globale studie beperkt is.

Seizoen	T0	T1	T3
Lente	24-25 april 2007 (1-2-3-4b)	25 april 2008 (1-2-3)	15-16 april 2010 (1-2-3-4a-4b)
Lente/zomer	4-5-6 juni 2007 (1-2-3-4a-4b)	3 juni 2008 (1-3-4a-4b)	25-26 mei 2010 (1-3-4a-4b)
Zomer	16-19 juli 2007 (1-2-3-4a-4b)	16-17 juli 2008 (1-3-4a-4b)	5-6 juli 2010 (1-3-4a-4b)
Herfst	1-2 oktober 2007 (1-2-3-4a-4b)	20 november 2008 (1-3-4a-4b)	26-27-28 oktober 2010 (1-3-4a-4b)
Winter	23-24 januari 2008 (1-2-3-4a-4b)		
Totaal	24	15	17

tabel 4.1 Data van elektrovisserij met aanduiding van afgevisste zones

Fuikvangsten

In T1 werd een intensieve campagne uitgevoerd ter evaluatie van de effectiviteit van de vooroverconstructies en hun invloed op de natuurwaarde in de plasbermen. Op basis van de resultaten in T0 en de technische uitvoerbaarheid werd beslist om zones 1, 4a en 4b in detail op te volgen.

In navolging van de methode zoals werd toegepast door Verbiest *et al.* (1997) ter evaluatie van een paaivijver langs het Netekanaal te Duffel, werden fuiken in de verbindingsbuizen geplaatst. In totaal werden gedurende de paaiperiode in T1 doorlopend 3 fuiken in elk van de zones geplaatst. Zone 1 was hiermee volledig afgesloten met fuiken, in zones 4a en 4b werden slechts enkele van de buizen met fuiken afgesloten. Hierdoor waren de plasbermen in zones 4a en 4b nog steeds toegankelijk aangezien deze plasbermen veel langer zijn dan de onderzochte sectie.

De fuiken hebben een eerste ronde ring met een diameter net groter dan de verbindingsbuizen, respectievelijk 50 cm in zone 1 en 60 cm in zones 4a en 4b. Deze ring werd tegen de opening (binnen of buiten) van de buis geplaatst en daar bevestigd. Aan de andere zijde werd de fuik vastgemaakt met twee van haken voorziene elastieken en vervolgens opgespannen met een spanband.



figuur 4.1 Opstelling van de fuiken in de verbindingsbuizen van zone 1

De fuiken werden geplaatst vanaf april tot juli (periode per zone in tabel 4.2). In elke zone werden twee fuiken inwaarts geplaatst en één naar het kanaal. De fuiken inwaarts gericht, vangen de vissen op die de plasberm willen inzwemmen, de andere fuiken vangen de vissen op die de plasberm verlaten. De fuiken werden 3 maal per week gelicht: op maandag, woensdag en vrijdag, zodat de periode tussen opeenvolgende controles beperkt bleef. Uit voorgaand onderzoek bleek immers dat de conditie van vissen snel achteruitgaat indien ze meer dan 3 dagen in de fuik moesten doorbrengen (Verbiest *et al.*, 1997).

Doordat de fuiken soms ook loskwamen, door stroming of vandalisme, en ten gevolge van een latere opstart in zones 4a en 4b zijn de periodes dat de fuiken in werking waren niet identiek voor alle bemonsteringslocaties. Bovendien was de periode tussen de verschillende controleperiodes ook niet gelijk (3 dagen tussen vrijdag en maandag, 2 dagen tussen de andere controles). Om vergelijkingen mogelijk te maken werden de aantalgegevens van dit onderzoeksonderdeel dan ook gecorrigeerd naar aantal exemplaren per fuikdag. In totaal werden 562 fuikdagen gerealiseerd, verspreid over de 9 fuiken.

zone	Plaatsing	Einde	Aantal weken
Zone 1	25/04/08	16/07/08	12
Zone 4a	16/05/08	16/07/08	9
Zone 4b	16/05/08	16/07/08	9

tabel 4.2 Periode van fuikcontrole

Manipulatie van de gevangen vis

Alle gevangen vis werd gedurende de bemonstering van het traject gestockeerd in een kuip met water, gescheiden per afvissing of per fuik. De vissen werden meteen na de bemonstering gedetermineerd tot op soort, gemeten en gewogen. Eveneens werd de aanwezigheid van paai-uitslag en paai-rijpheid genoteerd, alsook andere bijzondere kenmerken. Het gewicht van de vissen werd bepaald door middel van een elektronische balans (Kern 442-43 en/of METTLER BD6000) meestal tot op 0,1 g nauwkeurig (indien gewicht <1 kg). Hun lengte werd bepaald volgens de vorklengte en/of de totale lengteprocedure afhankelijk van de gevangen vissoort. De lengtemetingen gebeurden op een speciaal meetbord, waardoor onmiddellijk de lengte van de vissen kon afgelezen worden op de onderliggende schaalverdeling (tot op 1 mm nauwkeurig).



Per bemonstering werden van elke soort de eerste 50 exemplaren volledig gemeten en gewogen, de volgende exemplaren werden enkel geteld en hun totale gewicht werd bepaald. Wanneer alle vissen gewogen en gemeten waren, werden ze onmiddellijk teruggezet ter hoogte van het bemonsterde traject. Er werden geen exemplaren verzameld.

Schubbenanalyse

Voor de leeftijdsbepaling van vissen kunnen in principe alle harde beenstructuren gebruikt worden. Meestal worden hiervoor schubben, gehoorsteentjes of kieuwdeksels gebruikt. De groeisnelheid kan afgeleid worden uit de gelaagde afzettingen welke te zien zijn als zogenaamde groeilijnen (Berlamont, 1977).

Doordat de groeisnelheden kunnen variëren, liggen deze groeilijnen op verschillende afstanden van elkaar. Zo kan men een zomer- en een winterperiode onderscheiden. Groeilijnen die dicht bij elkaar liggen, wijzen op een winterperiode. In de winter groeien de vissen immers trager. Groeilijnen die dicht bij elkaar liggen, geven de indruk van een donkere band. Deze scheiding tussen winter- en zomerperiode wordt de annulus of het jaarmerk genoemd. De leeftijd van de vis wordt dus bepaald op basis van het aantal annuli.

Bij oudere vissen is deze leeftijdsbepaling wel minder nauwkeurig aangezien de jaarringen steeds dicht bij elkaar liggen. Het centrale deel van de schub kan bovendien onleesbaar worden door slijtage. Ook het voorkomen van schijnjaarringen kan het lezen van de schub bemoeilijken, maar schijnjaarringen werden niet vastgesteld bij de geselecteerde soorten.

Werkwijze

Met behulp van een pincet werden schubben verzameld van alle gevangen baars, rietvoorn en blankvoorn (de meest voorkomende soorten). Aangezien de jaarringen niet altijd even duidelijk te zien zijn, werden er voor elke vis, indien mogelijk, minstens drie schubben

verzameld. De schubben werden aan de linkerzijde ter hoogte van de schouder van de vis genomen (figuur 4.2) en in een Eppendorftube bewaard.



figuur 4.2 Locatie van staalnameplaats van schubben

Om de schubben te kunnen analyseren, dienden er preparaten van te worden gemaakt. Hiervoor werden de schubben eerst enkele minuten in een 0,1 M NaOH oplossing gereinigd om eventuele organische resten te verwijderen, daarna werden de schubben gedroogd. Vervolgens werden de schubben gemonteerd tussen een dek- en draagglaasje door middel van sneldrogende lijm. Daarna werd het aantal annuli geteld met een microprojector met een vergroting van 20x voor de kleine schubben en een vergroting van 10x voor de grotere schubben.

Analyse

Lengte frequentiegrafieken

Om een beeld te krijgen van de leeftijdsopbouw van een vispopulatie werden lengte-frequentiegrafieken opgemaakt per soort en per afvissing. Van elke reeks metingen werden de gemeten totale lengtes gegroepeerd per lengteklasse en hiermee werden histogrammen opgesteld. De interpretatie van de lengte-frequentiedistributies is echter zeer afhankelijk van de aantallen gevangen vissen. Kleine vangsten verlagen immers sterk de nauwkeurigheid van de frequentiehistogrammen. Daarom was het enkel zinvol om voor de twee belangrijkste soorten, baars en blankvoorn, grafieken op te maken, en dit voor alle 56 afvissingen samen. Voor rietvoorn en bittervoorn werden enkel grafieken opgesteld voor de afvissingen waarin de soorten effectief voorkwamen.

Globale lengteverdeling (lengtescore)

Naast de lengte-frequentiedistributies wordt de lengteverdeling ook gekwantificeerd en vergeleken tussen de zones door per zone en per soort het lengteverschil tussen het kleinste en grootste individu van een staalname (lengtebereik staalname) te vergelijken met het lengtebereik van deze soort dat werd waargenomen over alle zones en over de gehele staalnameperiodes = lengtebereik totaal). De bereikscore B_s is dan de verhouding tussen beide bereiken. Hoe groter B_s , hoe groter de kans dat een gezonde populatie aanwezig is in deze zone.

De bereikscore geeft echter geen info over de verdeling van de gevangen individuen over de verschillende lengte-klassen binnen het bereik. Daarom kan de lengtespreiding van de waargenomen individuen over de verschillende leeftijds/lengteklassen ook in rekening gebracht worden bij het beoordelen van de lengte verdeling. De spreidingscore S_s geeft het percentage van de lengteklassen weer die waargenomen worden in een bepaalde zone. Hierbij werden 4 uniforme lengteklassen gedefinieerd op basis van de kleinste en grootste individuen. Wanneer voor een bepaalde zone individuen uit 3 lengteklassen worden gevangen, scoort deze zone een S_s van $3/4 = 0,75$

De finale lengtescore L_s wordt dan berekend als het product van B_s en S_s . Gezonde populaties zijn bijgevolg populaties waar zowel een hoge B_s als S_s wordt aangetroffen.

Conditie

Aan de hand van het gewicht en de lengte van een vis kan voor elk individu de conditie bepaald worden. Volgens Froese (2006) wordt bij voorkeur de relatieve conditiefactor (K'') gebruikt om groepen met elkaar te vergelijken. Hiervoor werd per soort een algemene lengte-gewichtsrelatie opgesteld gebaseerd op alle individuele metingen. Vervolgens werd het effectieve gewicht per individu gedeeld door het verwachte gewicht volgens de opgestelde lengte-gewichtscurve.

Wanneer de condities van individuele vissen per zone of periode worden vergeleken, is een uitspraak mogelijk over de gezondheidstoestand van deze vissen. Een lagere conditie wordt in de meeste gevallen veroorzaakt doordat er minder geschikt voedsel is voor de betreffende vissoort. Een hogere conditiefactor in het voorjaar kan dan weer verklaard worden door gonadenontwikkeling.

Visindex

Vermits vissen gevoelig zijn voor verschillende verstoringsvormen en zij tot verschillende trofische niveaus behoren, is de samenstelling van de vissengemeenschap een maat voor de ecologische kwaliteit van een waterloop. Door bepaalde karakteristieken van een visbestand te verwerken in een zogenaamde visindex (IBI) kan een integraal beeld gevormd worden van het visbestand, waardoor de impact van antropogene invloeden op een beek-ecosysteem of in dit geval verschillende types van oeverzones gemakkelijk geëvalueerd kan worden. Het beheer van onze Vlaamse binnenwateren is immers niet meer uitsluitend gebaseerd op de fysico-chemische karakteristieken van een waterlichaam. Sinds de Kaderrichtlijn Water is de nadruk immers verlegd naar het functioneren van het aquatische ecosysteem als een geheel. Het doel van de IBI is dan ook een beeld geven over de ecologische kwaliteitstoestand van de waterloop, of de mogelijkheid van een bepaald systeem tot de ondersteuning van een gezonde gemeenschap van organismen. Door de huidige samenstelling van de visgemeenschappen te vergelijken met de samenstelling van de vissengemeenschappen op onverstoorde locaties (ook wel de referentiesituatie genoemd, met een optimale water- en habitatkwaliteit), kan nagegaan worden in hoeverre de aanwezige gemeenschap gedegradeerd is of afwijkt van de optimale situatie.

Het principe van de visindex werd op het einde van de jaren '70 ontwikkeld in de Verenigde Staten. Op basis hiervan werd in Vlaanderen een index ontwikkeld voor de evaluatie van de biotische integriteit van stilstaande en stromende wateren (Belpaire *et al.*, 2000). Deze visindex is gebaseerd op variabelen die de kwaliteit van het visbestand weergeven en behoren tot de volgende categorieën:

- soortenrijkdom en -samenstelling
 - totaal aantal soorten
 - typesoorten
 - gemiddelde tolerantie voor habitat- en waterkwaliteit
- abundantie
 - recruterings- en biomassa van snoek en zeelt
 - gewichtspercentage aan exoten
 - totale biomassa
- trofische samenstelling
 - gewichtsratio piscivore / non-piscivore vissen

Voor elk van deze parameters wordt een score gegeven tussen 1 en 5. Het ongewogen gemiddelde van al deze variabelen is dan een maat voor de biotische integriteit van het meetpunt.

Statistiek

De visstandgegevens werden statistisch verwerkt met Statistica 6.0 for Windows. Voor het bepalen van verschillen tussen de zones, jaren of seizoenen werd een Shapiro-Wilks W-test uitgevoerd om de gegevens op normaalverdeling te testen. Bij normaal verdeelde gegevens ($W > 0,9$) werd een student's t-test uitgevoerd indien 2 groepen met elkaar vergeleken worden ofwel een 1-way ANOVA (Sokal en Rohlf, 1995). Indien een significant verschil werd aangetoond tussen de verschillende groepen werd een a-posteriori test uitgevoerd (Tukey-test met ongelijke N: Spjotvoll).

Bij niet normaal verdeelde gegevens ($W < 0,9$) werd een Mann-Whitney U-test uitgevoerd voor vergelijkingen tussen 2 datasets of een Kruskal-Wallis analyse. Bij niet parametrische resultaten werd gebruik gemaakt van de Nemenyi test (Zar, 1999) om verschillen tussen de groepen te detecteren, wat neerkomt op een multiële vergelijking m.b.v. een Tukey test gebaseerd op rang sommaties in plaats van gemiddelden.

4.3. Populatieonderzoek

4.3.1. Aanwezige soorten in het Zeekanaal

Er is veel informatie verzameld over de historische visvangsten op het Zeekanaal in de studie over de visstand in Vlaanderen in de periode 1840-1950 (Vrielynck *et al.*, 2003). Hierin worden voor de eerste helft van vorige eeuw 19 soorten opgesomd: alver, baars, barbeel, blankvoorn, bot, bruine Amerikaanse dwergmeerval, brasem, drie- en tiendoornige stekelbaars, karper, kolblei, kopvoorn, paling, pos, rietvoorn, riviergrondel, snoek, snoekbaars en zeelt.

In die literatuurstudie worden aanwijzingen gevonden voor paaiplassen op het Zeekanaal van baars, blankvoorn, rietvoorn en brasem. Er is zelfs sprake van een 1750 m lange paaiplass te 'Pont Brulé' in Humbeek, vermoedelijk deels samenvallend met het kanaaltraject van deze studie.

Van recentere datum zijn de afvissingen van het IBW/INBO in het kader van de monitoring van de zoetwatervissen. Voor het Zeekanaal zijn gegevens beschikbaar van 3 periodes: september 1997 (Van Thuyne en Belpaire, 1998), oktober 2002 (Van Thuyne, 2003) en oktober 2007 (Van Thuyne, 2008). Daarnaast werd in 2002-2003 door het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer een onderzoek uitgevoerd naar vismigratie op het kanaal in opdracht van de Visserijcommissie Vlaams-Brabant (Geeraerts en De Charleroy, 2003).

Een overzicht van deze recente afvissingen, gegroepeerd per kanaalpand (zie figuur 2.1), is weergegeven in tabel 4.3. In de laatste kolom staan ook de soorten weergegeven die bij voorliggende studie werden gevangen in de plasbermen.

	Rupel-Zemst			Zemst-Brussel				Brussel-Charleroi				Plasbermen
	1997	2002	2007	1997	2002	2002 2003	2007	1997	2002	2002 2003	2007	2007-2010 (T0-T1-T3)
Baars	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bittervoorn		X		X		X		X			X	X
Blankvoorn	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Blauwbandgrondel				X		X		X		X		X
Bot	X	X	X									X
Brakwatergrondel			X									
Brasem		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Driedoornige stekelbaars	X		X	X		X			X			X
Dikkopelrits												X
Giebel		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Karper	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kolblei	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Kopvoorn		X				X				X		X
Kroeskarper						X						
Paling	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pos	X	X		X		X			X	X	X	X
Rietvoorn	X			X	X	X		X	X	X	X	X
Riviergrondel	X			X				X	X	X		
Serpeling											X	
Snoek				X								
Snoekbaars	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Tiendooornige stekelbaars												X
Vetje						X				X		X
Winde	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Zeelt				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zonnebaars		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X

tabel 4.3 Soorten aangetroffen in het kanaal Schelde-Brussel-Charleroi (Van Thuyne en Belpaire, 1998, Geeraerts en De Charleroy, 2003, Van Thuyne, 2003, 2008)

Visuitzettingen

In het kader van het visbestandsbeheer en mede in functie van de sportvisserij wordt reeds jarenlang aan visbepoting gedaan op het Zeekanaal. De laatste tien jaar werden minstens 7 soorten vis uitgezet (blankvoorn, rietvoorn, winde, zeelt, paling, riviergrondel, snoek).

De laatste jaren is de intensiteit van herbepoting sterk afgenomen, met nog maximaal 1 per jaar. Gedurende de duur van deze studie werden enkel blankvoorns uitgezet, waar bij de analyse van de resultaten rekening mee dient gehouden te worden.

Soort	Datum	Aantal	Gewicht	Lengte-klasse
Snoek	26/05/2005	400		
Zeelt	22/11/2005		300	10-20
Winde	31/12/2005		210	6-12
Snoek	15/11/2006	550		20-40
Blankvoorn	31/12/2007		450	10-17
Blankvoorn	16/12/2009		100	10-17
Blankvoorn	16/12/2009		360	6-12
Blankvoorn	30/11/2010		650	6-15

tabel 4.4 Visbepoting op het Zeekanaal sinds 2005 (Herbepotingsdatabank ANB)

4.3.2. Soorten in de plasbermen

In totaal werden in het onderzoek 20 verschillende soorten gevangen in de plasbermen (tabel 4.5), 11 van deze soorten tijdens elke monitoringsperiode. Van deze 20 soorten zijn er 13 die in de rode lijst aangegeven staan als niet bedreigd (Vandelannoote en Coeck, 1998), maar toch werden ook 2 zeldzame soorten aangetroffen (kopvoorn en bot). Bittervoorn is de enige soort die ook op de Bijlage II van de habitatrichtlijn voorkomt.

Soort	Wetenschappelijk	Rode Lijst -vissen	T0	T1	T3
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Brasem	<i>Abramis brama</i>	Momenteel niet bedreigd	X		
Karper	<i>Cyprinus carpio</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Paling	<i>Anguilla anguilla</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Rietvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Snoekbaars	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Tienddoornige stekelbaars	<i>Pungitius pungitius</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	
Zeelt	<i>Tinca tinca</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Zonnebaars	<i>Lepomis gibbosus</i>	Momenteel niet bedreigd	X	X	X
Giebel	<i>Carassius auratus gibelio</i>	Momenteel niet bedreigd		X	X
Pos	<i>Gymnocephalus cernua</i>	Momenteel niet bedreigd			X
Bittervoorn	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	Onvoldoende gekend (Zeldzaam?)	X	X	X
Vetje	<i>Leucaspis delineatus</i>	Onvoldoende gekend (Zeldzaam?)	X		X
Winde	<i>Leuciscus idus</i>	Onvoldoende gekend (Zeldzaam?)	X		X
Blauwbandgrondel	<i>Pseudorasbora parva</i>	Niet opgenomen: recente soort	X	X	X
Dikkopelrits	<i>Pimephelas promelas</i>	Niet opgenomen: recente soort		X	
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	Zeldzaam			X
Kopvoorn	<i>Leuciscus cephalus</i>	Zeldzaam	X	X	
Totaal			16	15	16

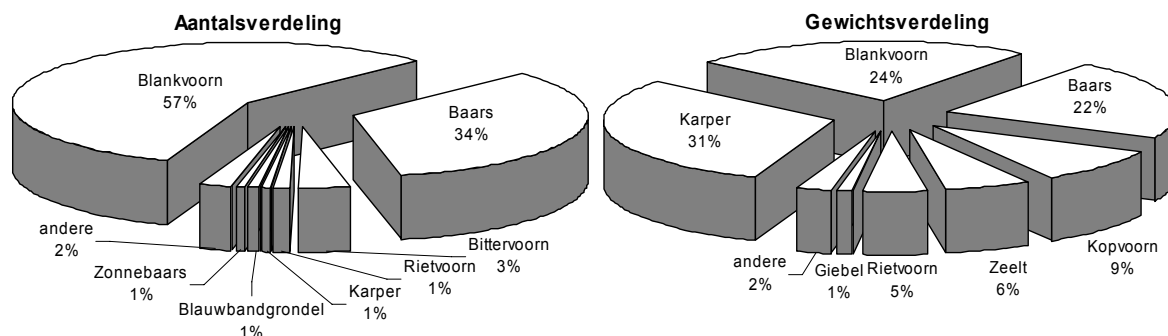
tabel 4.5 Samenvatting van de aangetroffen vissoorten, met aanduiding van de Rode Lijst status

Soortensamenstelling

Het aantal aangetroffen soorten per jaar is erg stabiel, met 11 soorten die in elk monitoringsjaar werden aangetroffen en telkens 4 à 5 aanvullende soorten. In bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van de soorten per zone en per jaar, alsook bij het fuikenonderzoek. Voor elke soort wordt bovendien de regelmaat van voorkomen weergegeven, waarbij enkel baars elk jaar in elke zone alsook bij het fuikenonderzoek werd aangetroffen.

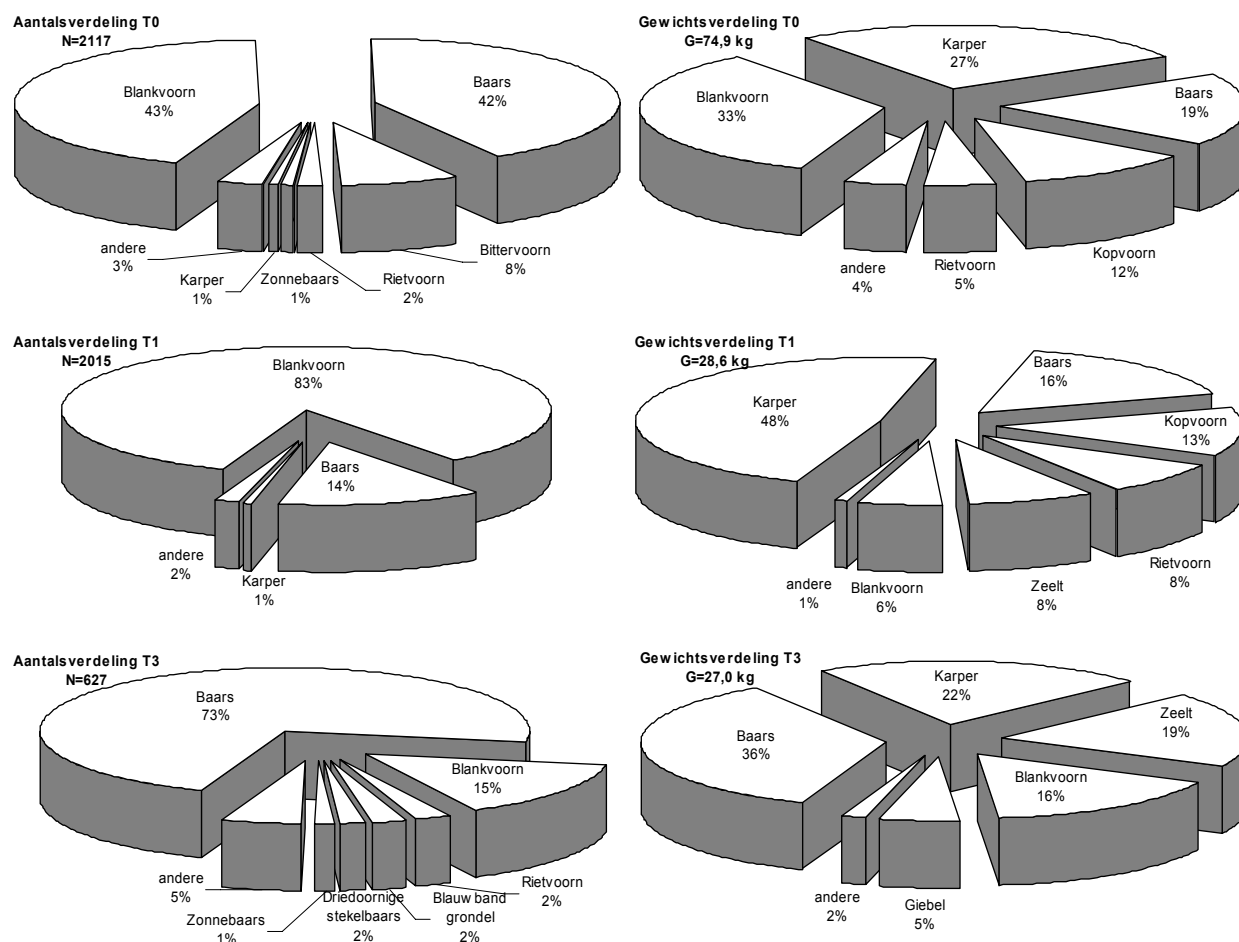
Opmerkelijk is wel dat er opvallend minder exemplaren werden aangetroffen in het derde monitoringsjaar. In de eerste twee jaar werden respectievelijk 2117 en 2615 vissen gevangen, tegenover slechts 627 in T3. Een gedeeltelijke verklaring hiervoor ligt bij het ontbreken van juveniele vis (visbroed) tijdens de afvissingen van T3. Verder moet ook aangestipt worden dat de hoge aantallen in T1 volledig gedragen worden door blankvoorn die in de zomer werd gevangen met bijna 65% van het jaartotaal.

Wanneer gekeken wordt naar de soortenverdeling (figuur 4.3), blijkt de blankvoorn de meest voorkomende soort te zijn met meer dan de helft van de aangetroffen exemplaren. Daarnaast bestaat een derde van de gevangen vissen uit baars. Bittervoorn vormt 3% van het visbestand en de overige 13 soorten komen aan maximaal 1%. Wat betreft de biomassa worden blankvoorn en baars voorafgegaan door kaper, die gezamenlijk 75% van de totale biomassa uitmaakt. Het in de plasbermen aangetroffen visbestand is dan ook bijzonder eenzijdig.



figuur 4.3 Soortenverdeling van de elektrische afvissingen volgens aantal (links) en totaal gewicht (rechts)

Wanneer deze gegevens opgesplitst worden per monitoringsjaar, wordt een gelijkaardig beeld bekomen (figuur 4.4). Blankvoorn en baars zijn steeds de meest talrijke soorten, waarbij het ontbreken tijdens de afvissingen van juveniele blankvoorn in T3 de verhouding tussen beide verstoort. Wat betreft biomassa zijn de gegevens meer variabel, met ook soorten als kopvoorn en zeelt die in respectievelijk T1 en T3 boven de 10% uitstijgen.



figuur 4.4 Soortenverdeling van de elektrische afvissingen per jaar volgens aantal (links) en totaal gewicht (rechts)

4.3.3. Soortensamenstelling per zone

In bijlage 4 wordt de volledige lijst weergegeven met per soort de aantallen gevangen vissen per zone en per dag, alsook het totale gewicht. In tabel 4.6 worden deze gegevens samengevat per zone.

Baars en blankvoorn zijn de meest voorkomende soorten en komen in het merendeel van de afvissingen voor. Vooral baars is sterk verbreid, alleen in zone 1 wordt deze soort vrijwel uitsluitend in de herfst waargenomen. Blankvoorn kan plaatselijk hoge densiteiten bereiken, maar is minder verbreid.

Het ondiepe water in zone 1, met een beperkte aanwezigheid van macrofyten, heeft een sterke aantrekking voor een aantal kleinere soorten zoals driedoornige en tiendoornige stekelbaars, bittervoorn en rietvoorn. Ook blankvoorn is hier sterk vertegenwoordigd, met de aanwezigheid van honderden juvenielen in T0 en T1. Er is een indicatie naar zowel kleinere ($H_{4,56}=8,03$; $p=0,063$) als lichtere vissen ten opzichte van zone 3 ($H_{4,56}=11,05$; $p=0,076$).

Zone 2, die eigenlijk amper van het kanaal gescheiden is, heeft de kleinste visstand (hier werd echter in T1 en T3 slechts eenmaal afgevisd). In het voorjaar van T0 werden hier nog verscheidene vissoorten gevangen: baars, bittervoorn, rietvoorn en winde. De overige maanden werd vrijwel niets gevangen, enkel baarzen en blankvoorns in lage aantallen.

De hoogste aantallen vissen werden aangetroffen in zone 3, met een duidelijk overwicht aan baars en blankvoorn. Maar ook 15 andere soorten werden hier in lagere aantallen aangetroffen. Vermoedelijk werden ze aangetrokken door de grote waterdieptes die hier aanwezig zijn. Het zijn immers de zwaardere exemplaren die hier zijn gevangen, met een significant verschil met zone 4a ($H_{4,56}=11,05$; $p<0,05$) en een indicatie voor zone 1 ($p=0,076$).

zone	jaar	Baars	Bittervoorn	Blankvoorn	Blauwband-grondel	Bot	Brasem	Dikkopelrits	Driedoornige stekelbaars	Giebel	Karper	Kopvoorn	Paling	Pos	Rietvoorn	Snoekbaars	Tiendooornige stekelbaars	Vetje	Winde	Zeelt	Zonnebaars	Totaal	Geschatte populatie	Standaardfout
zone 1	T0	23	110	123					11						27		1	1		1	1	298	347,9	36,5
	T1	1	1	819					1		1				3	1	5			2		834	1099,2	55,1
	T3	105		4	9				10	2	2				2	1		1	2	2	1	141	142,0	23,1
zone 2	T0	54	2	35											3				2			96	171,3	147,5
	T1*	3																				3	4,0	3,5
	T3*	1																	2			3	3,0	
zone 3	T0	318	16	510							13	9	1		4	1		2	4	1	9	888	909,9	13,5
	T1	84		828	2			1			9	3			2	2				1	1	933	946,0	18,6
	T3	234		80	3				2	2	2		1	1				3		4	6	338	345,3	74,0
zone 4a	T0	200	30	184	11		2						12		1					1	8	449	563,0	65,4
	T1	136		42	2								2									182	202,2	28,2
	T3	78		1	1						1		3		9						1	94	107,8	19,0
zone 4b	T0	296	3	81							3	2				1						386	638,5	278,9
	T1	51		8	2						1						1					63	71,4	8,9
	T3	35	1	7	1	1					1		1		4							51	81,4	60,8

tabel 4.6 Totale aantallen per soort gevangen in de verschillende zones over de gehele monitoringperiode (* slechts 1 afvissing)

In zones 4a en 4b blijft het aantal soorten steeds beperkt, met baars als enige permanente soort. Blankvoorn heeft lagere abundanties en is vaak ook volledig afwezig. Paling is in deze studie vrijwel enkel in zone 4a gevangen. Van de overige soorten wordt zelden meer dan 1 exemplaar aangetroffen.

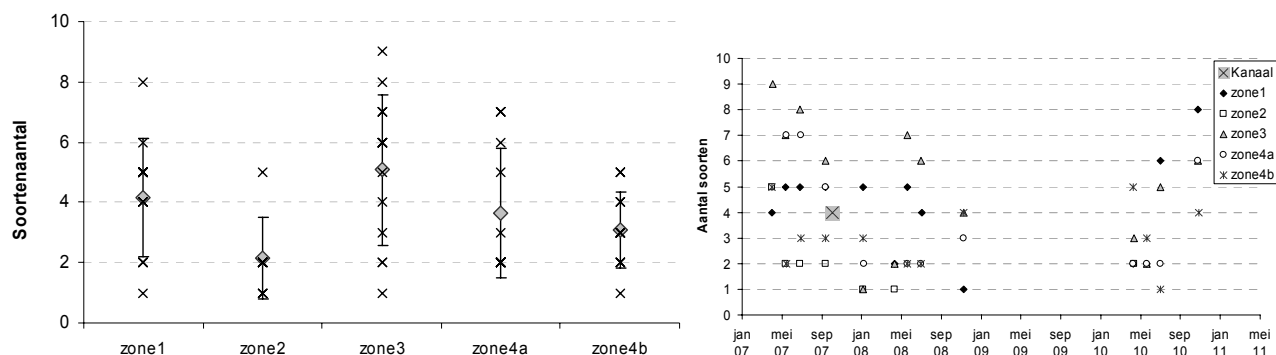
Bij het fuikenonderzoek werden geen aanvullende soorten aangetroffen voor deze studie. Wel werden soorten gevangen die in de betreffende zone niet werden gevangen met de elektrische afvissingen: driedoornige stekelbaars (4a), gibel (4a en 4b) en zeelt (4b). Andere soorten bleken dan weer intensief de verbindingsbuis te passeren zonder algemeen voor te komen in de plasberm zelf: karper (1 en 4a), rietvoorn (1 en 4a) en zeelt (1 en 4a). Deze verschillen zijn deels te verklaren door de monitoringsmethodiek: elektrische afvissingen kunnen een deel van de exemplaren (vnl. grotere vissen) verjagen, vooral in de doorlopende plasbermen van zones 4a en 4b. Anderzijds geeft dit aan dat een deel van de soorten slechts gedurende korte periodes gebruik maken van de plasbermen en de verbinding met het kanaal dus van groot belang is.

zone	Baars	Blankvoorn	Driedoornige stekelbaars	Gibel	Karper	Paling	Rietvoorn	Zeelt	Zonnebaars	Totaal	Aantal fuikdagen
zone 1	7	4			12		76	12		111	239
zone 4a	4	6	1	4	5	22	22	64	3	131	170
zone 4b	1	3		2	3	6	6	9	1	31	153
totaal	12	13	1	6	20	28	104	85	4	273	562

tabel 4.7 Totale aantallen per soort gevangen in de verschillende zones bij het fuikenonderzoek (T1)

Diversiteit

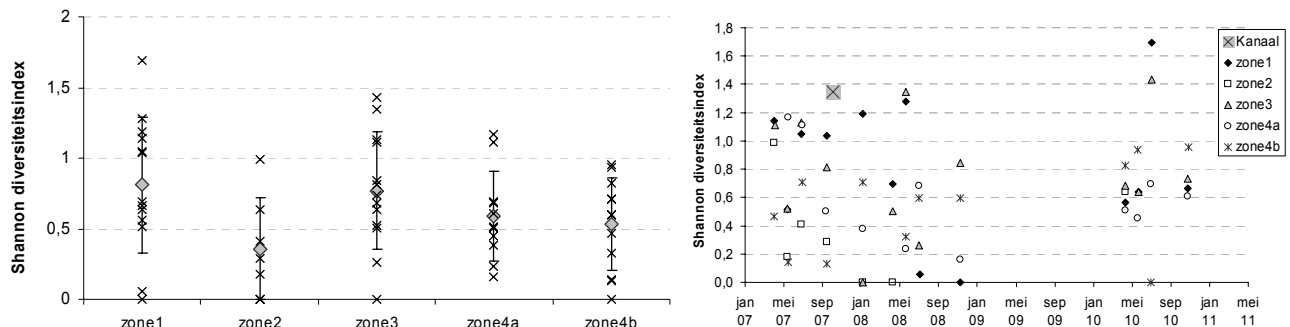
Het aantal soorten per afvissing geeft een ruw beeld van de biodiversiteit weer (figuur 4.5). Er blijken significante verschillen tussen de zones te bestaan ($F_{4,51}=3,17$; $p=0,02$). De hoogste aantallen worden aangetroffen in zone 3, gevolgd door zones 1 en 4a. Zones 4b en 2 scoren zeer slecht met respectievelijk gemiddeld 3 en 2 soorten. Zone 2 scoort dan ook significant slechter dan zone 3 ($p<0,05$) en ook bij zone 4b is er een trend naar een lager soortenaantal ($p<0,1$). Om echter een goed beeld te krijgen over de soortendiversiteit is het nodig om gebruik te maken van een diversiteitsindex die ook rekening houdt met de verdeling van de aantallen over de verschillende soorten. Zo kijkt de Shannon-diversiteitsindex ook of de populatie niet te sterk gedomineerd wordt door een of enkele soorten.



figuur 4.5 Aantal soorten per zone (gemiddelde met standaarddeviatie; afzonderlijke afvissingen) en per afvissing

Wanneer de soortendiversiteit (Shannon-diversiteitsindex) voor alle afvissingen uitgezet wordt (figuur 4.6), valt een zeer sterke variatie op te merken. In vrijwel alle zones komen zelfs scores van 0 voor, wat neerkomt op slechts 1 aangetroffen soort.

De gemiddelde diversiteitsindices scoren vrij slecht, wat duidt op een eenzijdige vispopulatie. De variatie tussen de verschillende zones (figuur 4.6) is evenwel niet significant verschillend ($F_{4,51}=2,166$; $p=0,086$).



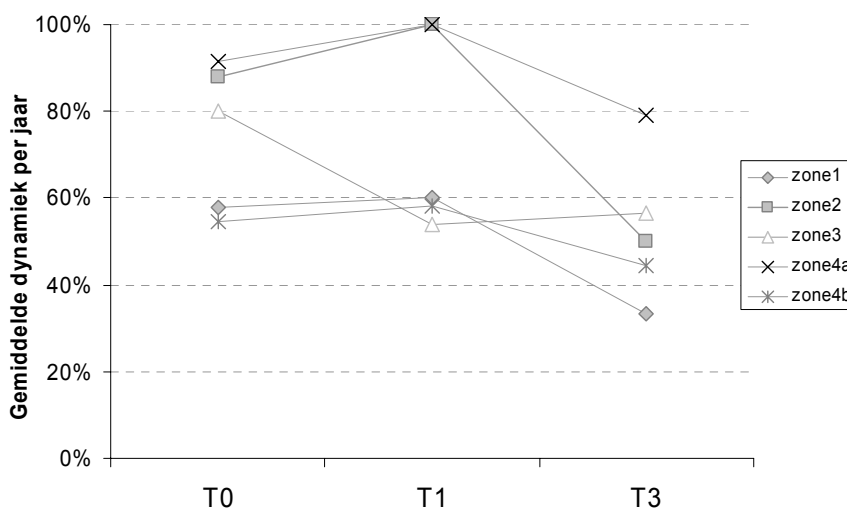
figuur 4.6 Shannon diversiteitsindex per zone (gemiddelde met standaarddeviatie; afzonderlijke afvissingen) en per afvissing

Dynamiek

De dynamiek in zone 1 en zone 4b is significant kleiner dan in zone 4a ($H_{4,56}=16,54$; $p<0,05$). In zone 4a wordt dus een populatie met een hoge dynamiek aangetroffen, die dus nog volop in ontwikkeling is. Op figuur 4.7 heeft ook zone 2 een vergelijkbare hoge dynamiek, maar deze kon door het beperkte aantal metingen niet statistisch bewezen worden.

In zones 1 en 4b is de ontwikkeling beperkt. De verklaring hiervoor verschilt echter bij beide zones. In zone 1 is reeds een stabielere populatie aanwezig die al bijna 10 jaar in ontwikkeling is. In tegenstelling tot zone 4b waar de visstand zich nog maar pas aan het ontwikkelen is en dus vooral nog erg beperkt is.

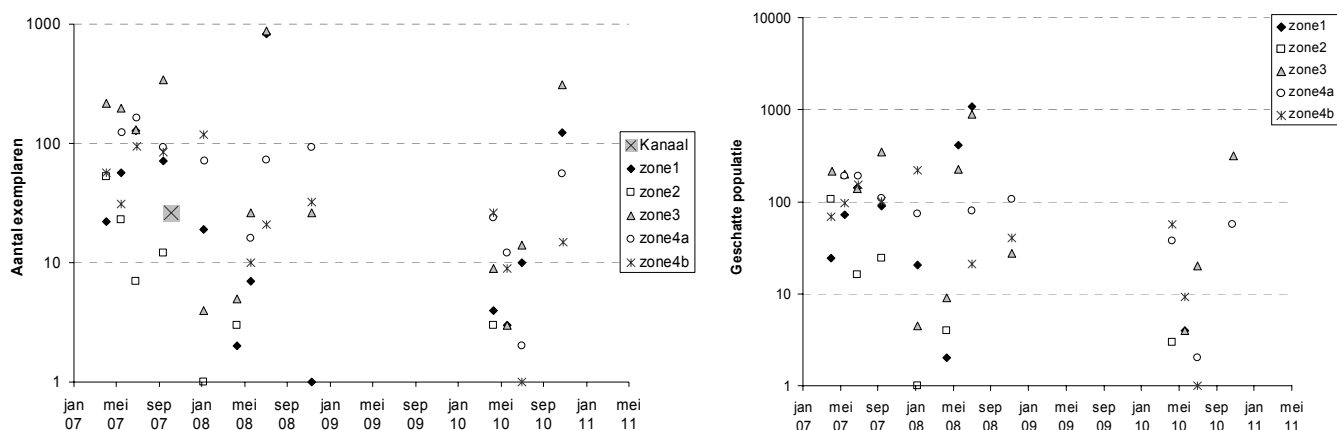
Voor de jaren werd geen significant verschil gevonden.



figuur 4.7 Gemiddelde dynamiek per zone en per jaar

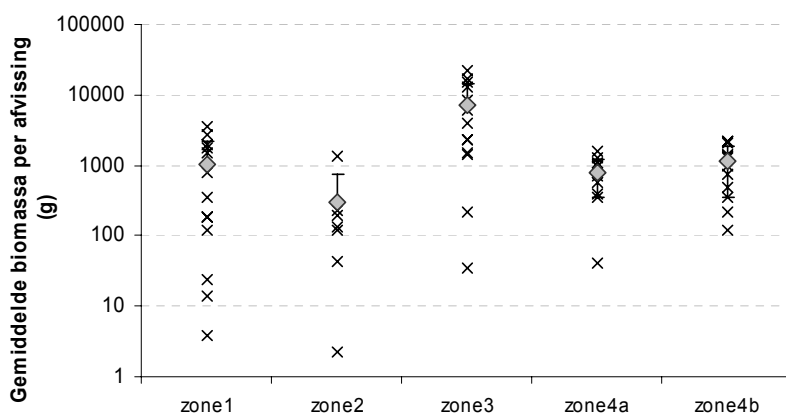
Populatieaantal

Per afvissing werden tot maximaal 1000 vissen per zone gevangen, echter soms ook slechts 1 vis, de variatie per zone was dus vrij groot (figuur 4.8 links, Y-as is logaritmisch). Zone 3 scoort vrijwel steeds het beste op vlak van aantallen. Bij het berekenen van de totale populatie vissen op basis van de depletietechniek (figuur 4.8 rechts), verandert het beeld licht. Door een lagere vangstefficiëntie in zone 1 komt deze zone op gelijke hoogte met zone 3 op vlak van totale geschatte populatiegrootte.



figuur 4.8 Totaal aantal exemplaren en geschatte populatie per afvissing

Bij het totale gewicht van de gevangen vis (biomassa) blijkt zone 3 er steeds boven uit te steken, met soms zelfs een factor 5 (figuur 4.9, Y-as is logaritmisch), het verschil is dan ook significant met zones 1 en 2 ($H_{4,56}=17,89$; $p<0,01$). De grootste vangst bedroeg zelfs 22 kg (2/10/07). Zone 2 heeft de laagste bemonsterde biomassa. De overige drie zones hebben ongeveer hetzelfde gemiddelde, maar zone 1 varieert zeer sterk. Bij deze lage biomassa's is de aanwezigheid van slechts 1 of enkele grote vissen voldoende om de rest van de vangst te overschaduwen. Bij zones 4a en 4b is de vangst vrijwel steeds gelegen tussen 500 en 1500 g, maar bij zone 1 ligt de helft onder 400 g en werden in enkele gevallen nog 2 of 3 zeelten of karpers gevangen die dan 80 tot 90 % van de totale biomassa uitmaken.



figuur 4.9 Gemiddelde biomassa per afvissing (kg) met standaardfout

Populatieopbouw

De lengte-frequentiegrafieken voor baars, blankvoorn, rietvoorn en bittervoorn zijn in bijlage 6 opgenomen. De zeer lage aantallen voor het merendeel van de soorten laten echter niet toe om aan te geven of er verschillende leeftijdsklassen voorkomen in de afzonderlijke plasbermen. Van een aantal belangrijke soorten werden de lengte-frequentie-grafieken dan ook opgesteld voor de volledige studieperiode (figuur 4.10 tot figuur 4.14). Deze grafieken, waarbij alle afvissingen per zone werden samengevoegd, geven enkel een indicatie van de lengte-ranges die aanwezig zijn. In deze grafieken kan één bepaalde vis immers meerdere keren opgenomen zijn in opeenvolgende afvissingen.

Baars

Voor deze soort zijn dankzij de hoge aantallen zeer duidelijke lengte-frequentiedistributies te maken voor een groot aandeel van de afvissingen.

De juveniele vissen (0+) waren opvallend aanwezig in zones 3, 4a en 4b, maar werden overwegend in de herfst gevangen (lengte tussen ongeveer 80 en 120 mm). In de zomer (lengte tussen 60 en 80 mm) waren de juvenielen minder abundant en nog minder in de lente/zomer. Ook dan kwamen ze voornamelijk voor in zones 3, 4a en 4b.

De eenjarige vissen verkiezen dezelfde zones, maar komen in sterk wisselende aantallen voor. De grootste exemplaren (>200 mm) werden in alle zones aangetroffen, verspreid over de verschillende seizoenen, behalve de zomer.

Blankvoorn

De bestanden van blankvoorn waren zeer eenzijdig in de meeste zones, enkel voor de lenteafvissing van T0 in zone 3 is een duidelijke lengte-frequentiegrafiek op te maken.

In T0 was er in de lente/zomer een duidelijke aanwezigheid van juveniele (0+) vis in alle zones, behalve zone 4b. In T1 was er eveneens visbroed aanwezig in zones 1, 2 en 3 (niet op grafiek). In de zomer was deze populatie juvenielen nog steeds aanwezig.

Tegen de herfst hadden de juvenielen alle plasbermen verlaten en werden enkel nog eenjarigen en adulten in zone 3 gevonden. De rest van het jaar kwamen de adulten slechts sporadisch voor, ook voornamelijk in zone 3.

Rietvoorn

Van deze soort was het voorkomen zeer gespreid, waardoor de lengte-frequentie-grafieken moeilijk te interpreteren zijn. Juvenielen werden in zone 1 beperkt waargenomen (T0) en eenmaal in zone 3 (T2).

Ook de oudere exemplaren waren voornamelijk in zone 1 aanwezig, al werden de grootste exemplaren in de diepere plasberm van zone 3 aangetroffen. In alle andere zones werden eveneens rietvoorns gevangen, maar in geen enkele individuele zone werd een goede populatieopbouw vastgesteld.

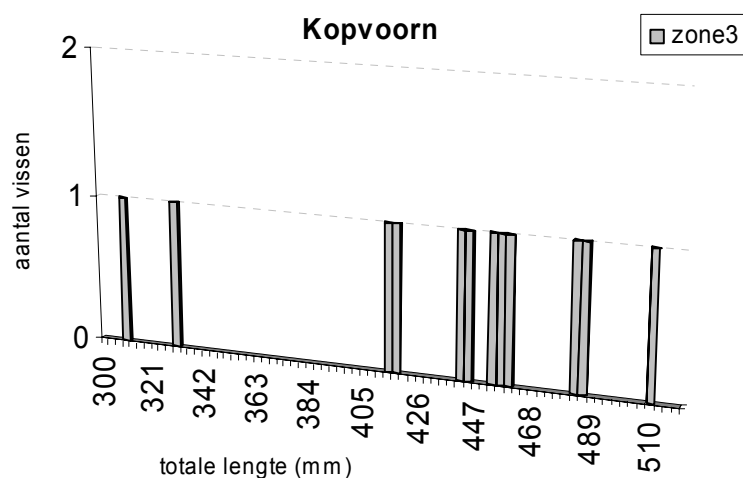
Bittervoorn

Deze vrij abundante soort in de totale aantallen werd vrijwel uitsluitend tijdens T0 aangetroffen. In T1 en T3 werd telkens nog slechts 1 exemplaar gevangen.

Juveniele bittervoorns werden in T0 vrijwel enkel in zone 1 gevangen. Adulte bittervoorns werden ook in zone 3 en zone 4a aangetroffen, amper in zone 2 en zone 4b.

Kopvoorn

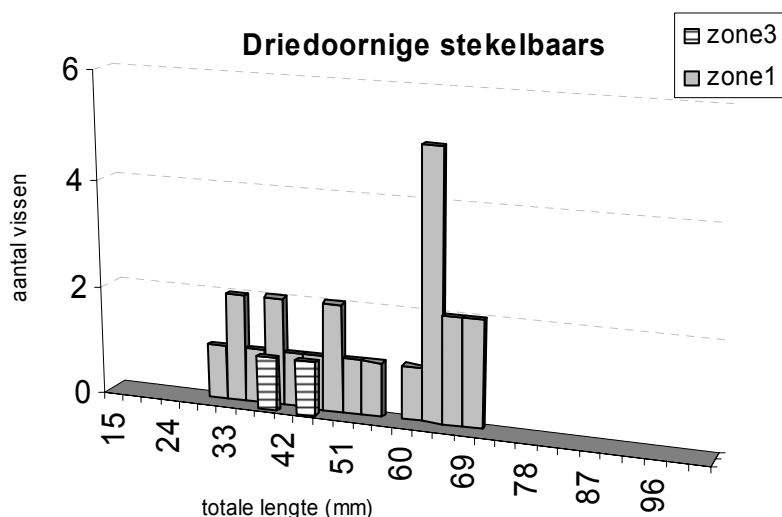
Kopvoorn werd uitsluitend in zone 3 gevangen. Bovendien waren het allemaal volwassen exemplaren, met zelfs een exemplaar van meer dan 50 cm. De vissen werden verspreid over het jaar aangetroffen (T0 en T1).



figuur 4.10 Lengte-frequentie-grafiek voor kopvoorn (T0-T1-T3)

Driedoornige stekelbaars

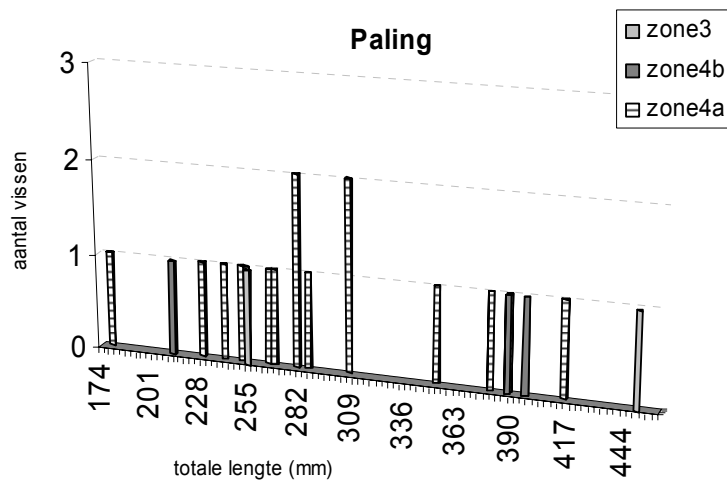
Deze soort, vrijwel beperkt tot zone 1, kwam over de drie jaar gezien met zowel juveniele als adulte exemplaren voor. Toch werd in T1 slechts 1 exemplaar gevangen. Deze soort heeft dus geen stabiele populatie in de plasbermen zelf. De aanwezigheid van juvenielen geeft wel aan dat er in het kanaal zelf populaties zijn of dat de plasberm niet jaarlijks gebruikt wordt als paai- of opgroeigebied.



figuur 4.11 Lengte-frequentie-grafiek voor driedoornige stekelbaars (T0-T1-T3)

Paling

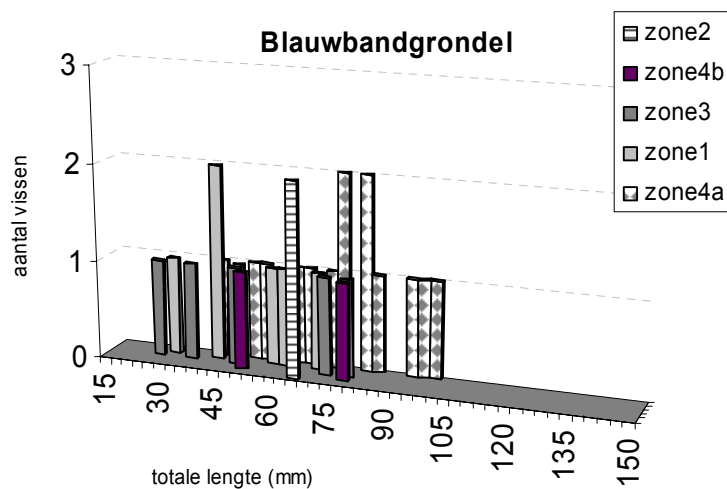
Paling werd voornamelijk in zone 4a gevangen, en in mindere mate in zone 4a.



figuur 4.12 Lengte-frequentie-grafiek voor paling (T0-T1-T3)

Blauwbandgrondel

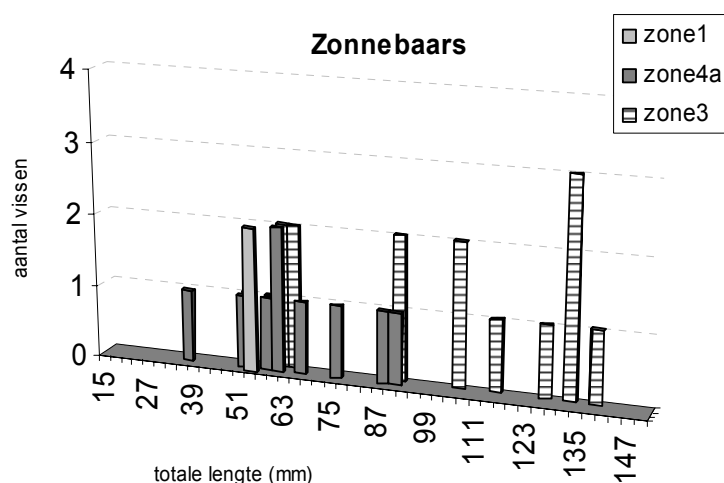
De blauwbandgrondel was in elke zone aanwezig, in zones 1 en 3 ook met juvenielen. De grote exemplaren werden in zone 4a aangetroffen, waar in T0 ook de enige exemplaren werden gevangen. Vanaf T1 was de soort in alle zones aanwezig. De soort breidt dus sterk uit.



figuur 4.13 Lengte-frequentie-grafiek voor blauwbandgrondel (T0-T1-T3)

Zonnebaars

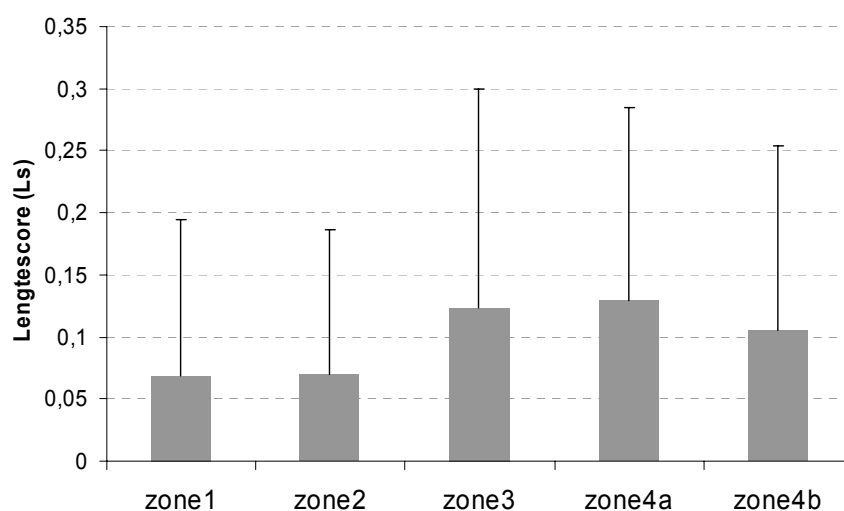
In zone 3 werden de grootste exemplaren gevonden, allen in T0. De juveniele exemplaren werden gevangen in zone 4a of in zone 3 in T3. Het is dan ook duidelijk dat hier geen stabiele populatie aanwezig is in de plasbermen.



figuur 4.14 Lengte-frequentie-grafiek voor zonnebaars (T0-T1-T3)

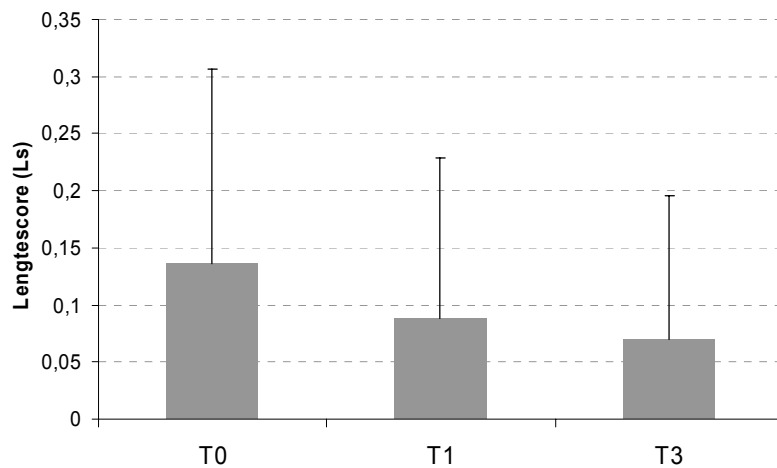
Globale lengteverdeling

De lengtescore (Ls) geeft een beeld van de lengteverdeling per afvissing en kan dus gebruikt worden als een numerieke samenvatting van de lengte-frequentiedistributies. Bij de gemiddelde lengtescores per zone (tabel 4.8) zijn er geen significante verschillen ($H_{4,212}=5,599$; $p=0,23$).



tabel 4.8 Gemiddelde lengtescore (Ls) per zone

Wel werd een significant verschil gevonden tussen T0 en T3 (tabel 4.9) ($H_{2,112}=6,655$; $p<0,05$). Dit zou aangeven dat er een verslechtering is van de populatieopbouw in de plasbermen in de loop van de monitoring. Mogelijk is dit gerelateerd aan de lagere aantallen die in T3 t.o.v. T0 werden gevangen.



tabel 4.9 Gemiddelde lengtescore (Ls) per monitoringsjaar

4.3.4. Relatieve conditie

Wanneer de conditie wordt bekeken in verhouding tot de gemiddelde conditie van elke afzonderlijke vissoort, wordt een beeld gevormd van de gezondheidstoestand van de populatie. Hierbij stelen we vast dat zone 4b significant lager scoort dan de overige plasbermen ($F_{5,2614} = 4,395$; $p < 0,001$). Daarenboven scoort zone 1 ook significant beter ($p < 0,05$) dan zones 2 en 4a.

	kanaal	zone 4b	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4a
	M=1,0110	M=,99080	M=1,0195	M=,99382	M=1,0108	M=1,0040
kanaal		0,3563	0,6996	0,4796	0,9939	0,7471
zone4b	0,3563		0,0000	0,8061	0,0003	0,0286
zone1	0,6996	0,0000		0,0410	0,1520	0,0171
zone2	0,4796	0,8061	0,0410		0,1524	0,4025
zone3	0,9939	0,0003	0,1520	0,1524		0,1772
zone4a	0,7471	0,0286	0,0171	0,4025	0,1772	

Tabel 4.10 Statistische resultaten van ANOVA op relatieve conditie tussen zones

Wanneer de afzonderlijke soorten worden geanalyseerd, blijken zones 1 en 3 eveneens beter te scoren dan de overige voor blankvoorn, bittervoorn en baars. Wat betreft de overige soorten waarbij een relatieve conditie bepaald kon worden, is er geen significant verschil tussen de afzonderlijke zones.

Het is dus duidelijk dat de vissen in zones 1 en 3 gemiddeld over een betere conditie beschikken, waaruit kan afgeleid worden dat ze er een beter habitat aantreffen. Uit de conditie-analyse kan afgeleid worden dat er in zone 4b duidelijk minder geschikt habitat aanwezig is.

4.4. Evaluatie levensgemeenschap

4.4.1. Visindex

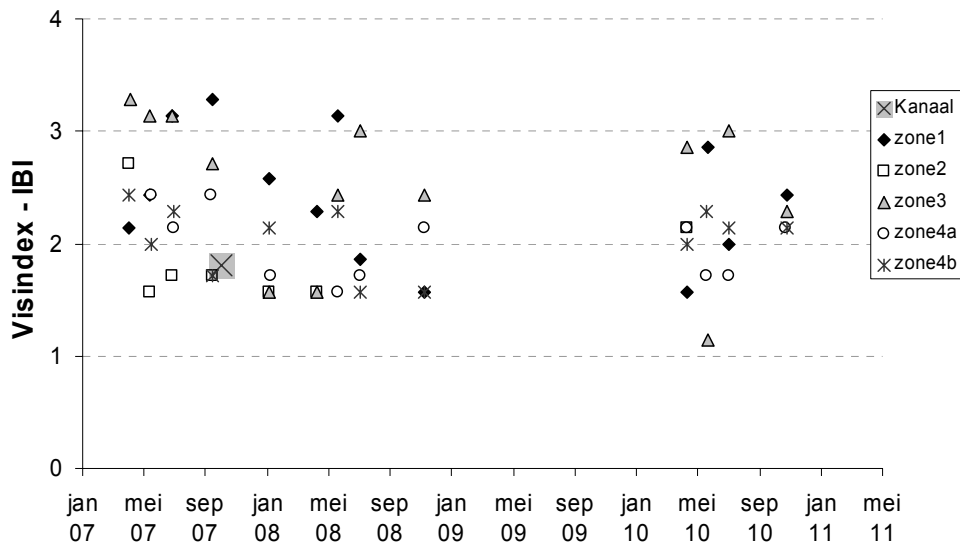
De visindex of IBI geeft voor de afzonderlijke afvissingen een score, gebaseerd op het type water, hier is dat stilstaand water. De resultaten van de visindex zijn gegroepeerd in tabel 4.11 en geven een matige tot ontoereikende score voor de globale plasbermen.

Zones 1 en 3 scoren nog deels matig, de andere zones halen vrijwel uitsluitend ontoereikend. Hierbij scoren zones 1 en 3 ook net iets beter dan het Zeekanaal ter hoogte van Humbeek dat in alle recente afvissingen (1997-2002-2007) bleef steken op ontoereikend.

		Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4a	Zone 4b
T0	lente	ontoereikend	matig	matig		ontoereikend
T0	lente-zomer	ontoereikend	ontoereikend	matig	ontoereikend	ontoereikend
T0	zomer	matig	ontoereikend	matig	ontoereikend	ontoereikend
T0	herfst	matig	ontoereikend	matig	ontoereikend	ontoereikend
T0	winter	matig	ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend
T1	lente	ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend		
T1	lente-zomer	matig		ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend
T1	zomer	ontoereikend		matig	ontoereikend	ontoereikend
T1	herfst	ontoereikend		ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend
T3	lente	ontoereikend	ontoereikend	matig	ontoereikend	ontoereikend
T3	lente-zomer	matig		ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend
T3	zomer	ontoereikend		matig	ontoereikend	ontoereikend
T3	herfst	ontoereikend		ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend

tabel 4.11 Overzicht van de resultaten van de IBI-Visindex

Bij het berekenen van de visindex wordt eerst de IBI-score bepaald, die een gewogen gemiddelde is van de afzonderlijke metricscores. Deze IBI-score wordt weergegeven in figuur 4.15. Ook hier bemerken we steeds de hoogste scores voor zones 1 en 3, terwijl de IBI-scores zones 2 en 4a lager zijn. Uit de ANOVA analyse bleken er significante verschillen te zijn tussen de verschillende zones ($F_{4,51}=3,37$; $p<0,05$), maar de post-hoc analyse toonde enkel een indicatie dat zone 3 beter scoort dan zone 2 ($p=0,058$) en zone 4a ($p=0,099$).

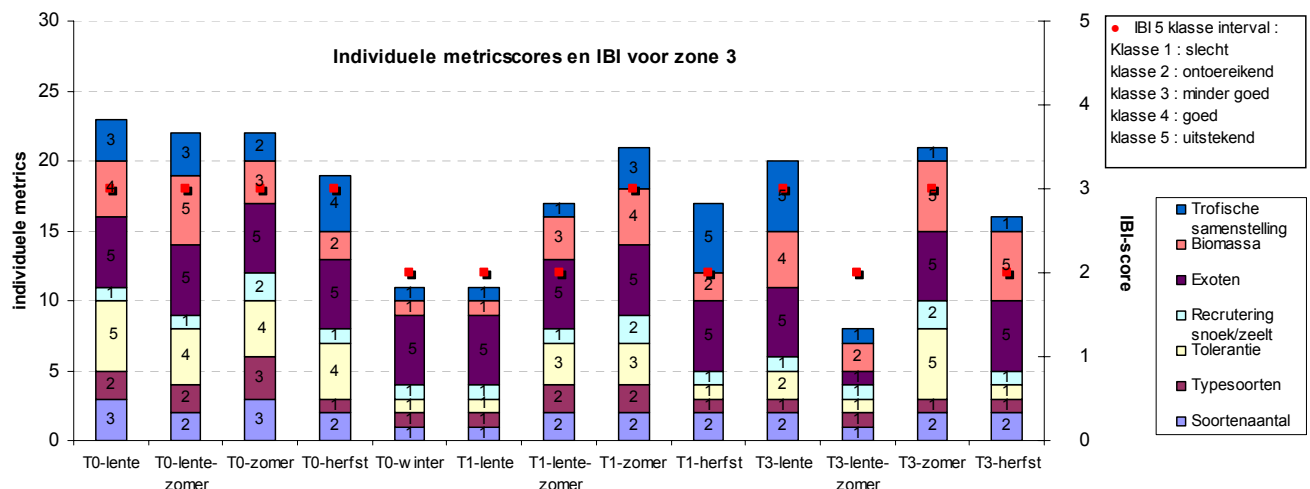


figuur 4.15 Weergave van de IBI-scores per afvissing, gegroepeerd per zone

In figuur 4.16 zijn in de detail alle berekeningen voor zone 3 weergegeven. Deze en de grafieken voor de andere zones zijn in bijlage 5 opgenomen. Van deze grafieken kan afgeleid worden voor welke deelscores de plasbermen ondermaats zijn.

In het algemeen scoren de plasbermen slecht voor de recruitering en biomassa van snoek en zeelt, twee typische soorten van stilstaand water die echter nood hebben aan vegetatie. Daarnaast is ook de trofische samenstelling overal slecht, met uitzondering van zone 3 waar een goede balans aanwezig is tussen piscivore en non-piscivore vissen. Wat die piscivore vissen betreft, blijken er in zone 1 significant minder voor te komen dan in de zones 4a en 4b ($H_{4,56}=16,35$; $p<0,05$) en een indicatie dat er minder voorkomen dan in zone 3 ($p=0,056$). Dit is niet verwonderlijk aangezien zone 1 te ondiep is voor de vaak grotere piscivore vissen.

Verder zijn ook het aantal soorten en de aanwezigheid van typesoorten in de meeste afvissingen matig tot slecht, en dit in alle zones. De enige deelmetric die goed tot zeer goed scoort is die van het gewichtspercentage aan exoten, gezien het beperkt aandeel exoten en het feit dat het kleinere soorten betrof.



figuur 4.16 Individuele metricscores en IBI vor zone 3

De kwaliteit van het visbestand is volgens de visindex dus matig tot ontoereikend voor de plasbermen. Zones 1 en 3 lijken op dat vlak beter te scoren, maar schieten nog steeds tekort op vlak van soortenaantallen en de aanwezigheid van typesoorten. De afwezigheid van submerse vegetatie is hier vermoedelijk een van de hoofdredenen voor.

4.4.2. Soortkenmerken

Zone 1 herbergt een kleiner aandeel eurytope vissen (zowel in stromend als stilstaand water) in de populatie dan zone 4b ($H_{4,56}=14,61$; $p<0,01$), en er is een indicatie dat het aandeel eurytope vissen in zone 1 ook kleiner is dan in zone 4a ($p=0,063$) en zone 2 ($p=0,070$). Daartegenover staat dat zone 1 een significant hoger aandeel aan limnofiele vissen in de populatie heeft dan zone 2 ($H_{4,56}=17,00$; $p<0,01$) en significant hoger dan in zone 4b ($p<0,05$), met een indicatie voor een hoger aandeel dan in zone 4a ($p=0,086$).

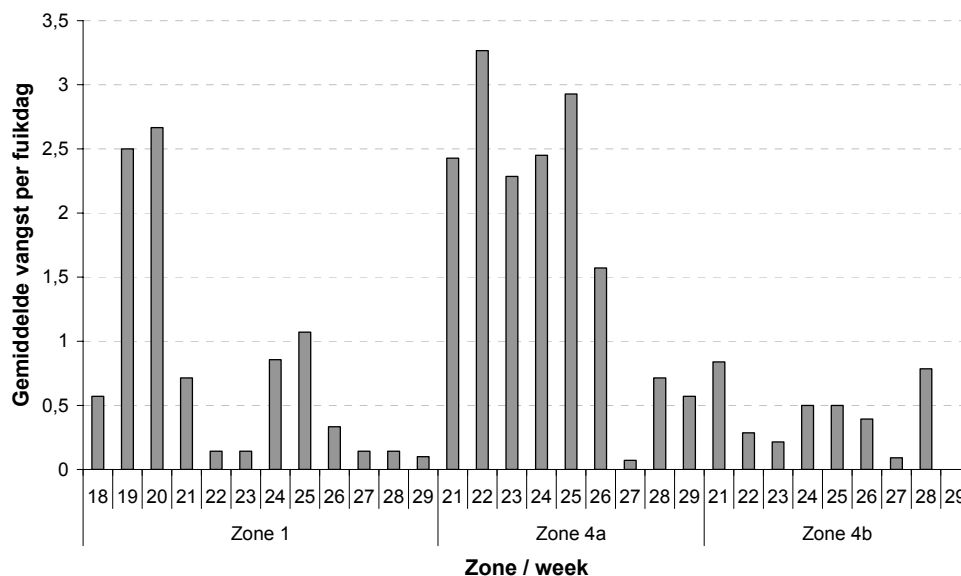
De resultaten tonen aan dat in zone 1 de eurytope soorten vervangen worden door limnofiele soorten. Aangezien er tussen zone 1 en zone 3 geen significante verschillen gevonden worden, maar enkel met de lange open zones (4a en 4b), kan dit een indicatie zijn dat deze langere trajecten inderdaad een ander habitat creëren, gelijkaardig aan het kanaal zelf (cfr. zone 2). Vooral in de korte plasbermen worden immers de soorten van traagstromende systemen aangetroffen, die minder algemeen zijn en hogere habitateisen stellen.

Op vlak van paaigedrag worden ook verschillen vastgesteld tussen de kortere zones (1,2 en 3). In zone 2 komen significant meer vissen met flexibele paai-eisen voor dan in zone 3 ($H(4,N=56)=16,43$; $p<0,05$) en een indicatie voor zone 1 ($p=0,058$) en. Deze soorten maken zowel van waterplanten als van stenen gebruik voor hun eiafzet, en vinden dus een gelijkaardig habitat in zones 4a en 4b. In zones 1 en 3 komen dus meer gespecialiseerde soorten voor.

Deze resultaten bewijzen dat in zone 1 de eurytope soorten vervangen worden door limnofiele soorten. Aangezien er tussen zone 1 zone 3 geen significante verschillen gevonden worden, maar enkel met de lange open zones, kan dit een indicatie zijn dat deze langere trajecten inderdaad een ander habitat creëren, gelijkaardig aan het kanaal zelf (cfr. zone 2). Vooral in de korte plasbermen worden immers de soorten van traagstromende systemen aangetroffen, die minder algemeen zijn en hogere habitateisen stellen.

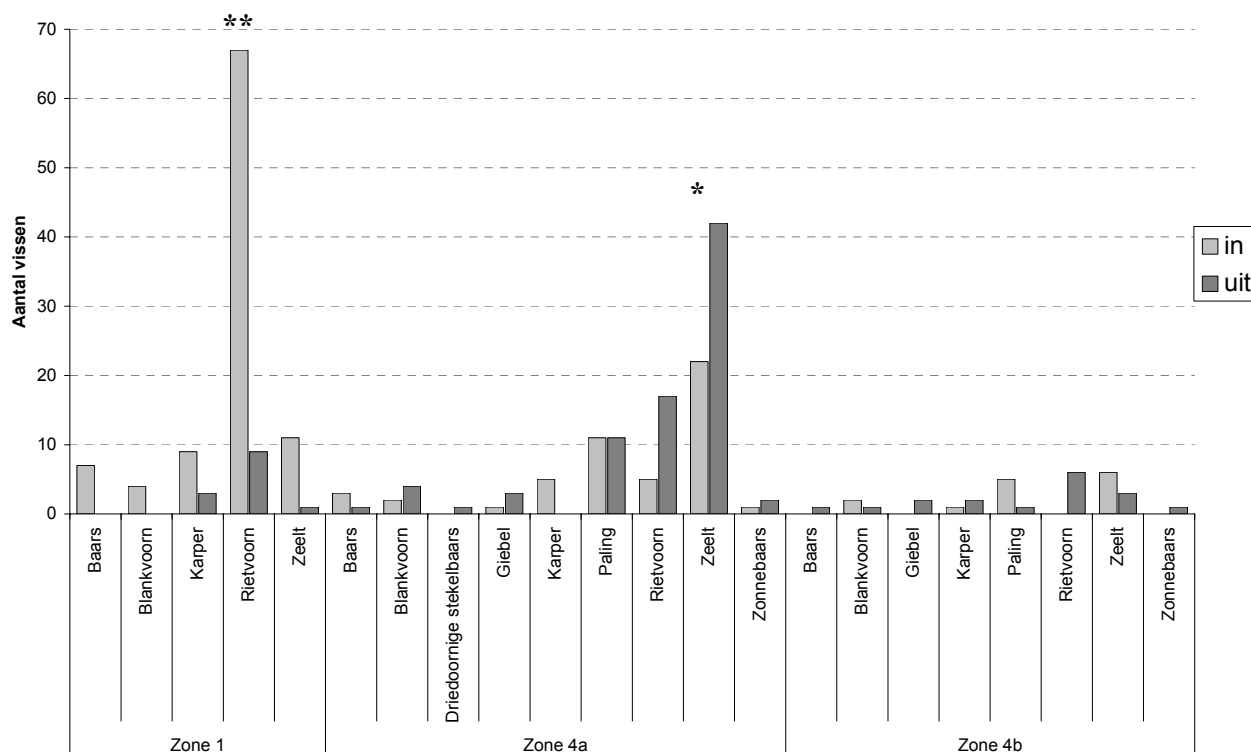
4.4.3. Connectiviteit met kanaal

Tijdens het fuikenonderzoek werden gedurende de 562 fuikdagen 273 migrerende vissen gevangen, dus gemiddeld één vis per twee fuikdagen. Als we dit per zone uitzetten over de hele periode (figuur 4.17), stellen we vast dat de verplaatsingen sterk geconcentreerd liggen tussen begin mei (week 19) en eind juni (week 26). Vanaf juli loopt het aantal gevangen vissen drastisch terug. Verder heeft zone 4a ook een hoger aantal visbewegingen in vergelijking met de andere twee zones.



figuur 4.17 Vangstaantallen per zone en per week

Aan de hand van de gegevens in figuur 4.18 kan vastgesteld worden dat niet alle vissen met de fuiken werden gevangen, het aantal inzwemmende rietvoorns in zone 1 is immers veel groter dan het aantal uitzwemmende en ook in zone 4a is er een significant verschil bij de zeelten. In zone 1 werden voor en na het fuikenonderzoek elektrische afvissingen uitgevoerd en in geen van beide werd rietvoorn aangetroffen. Blijkbaar zorgden de fuiken dus niet voor een volledige afsluiting van het systeem of is er onttrekking van vis uit de plasberm. De verschillen in zones 4a en 4b zijn te verklaren door het feit dat het open systemen waren, en de vis zich van en naar de bemonsterde zone kon verplaatsen andere toegangen.

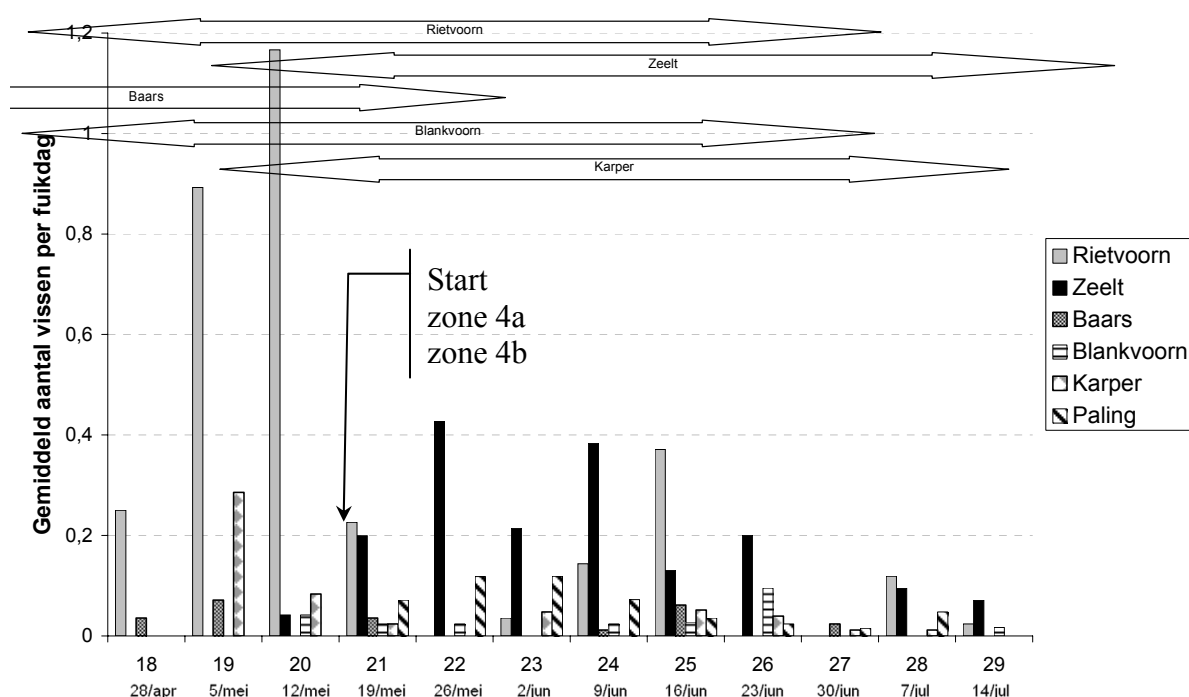


figuur 4.18 In- en uitzwemmende vissen per soort en per zone

Rietvoorn is de meest gevangen soort in zone 1, terwijl die bij de elektrische afvissingen amper werd vastgesteld. En ook in zone 4a is deze soort abundant gevangen, al is zeelt daar de meest migrerende soort geweest, net als in zone 4b. Opmerkelijk is dat zeelt gedurende de volledige reeks elektrische afvissingen slechts eenmaal werd gevangen in zone 4a (juni 2007) en nooit in zone 4b. Bij deze beide soorten kan dit wijzen op een gerichte paaitrek, waarbij ze op zoek zijn naar ondiepere (en meer vegetatierijkere) zones.

De resultaten met de fuiken geven dus een veel gedetailleerder beeld van de zoekbewegingen van vissoorten in de periode april-juli. In figuur 4.19 worden de zes meest abundante soorten weergegeven per vangstweek alsook hun paaiperiode. De vangsten van de verschillende zones zijn hier gegroepeerd, maar wel gecorrigeerd naar aantal fuikdagen om de latere start van zone 4a en 4b te verrekenen.

Rietvoorn heeft een duidelijke piek in mei, met nadien nog een reeks vangsten rond half juni. Paling en zeelt, die vooral in zones 4a en 4b werden gevangen, pieken rond eind mei en begin juni. Voor de overige soorten is het moeilijk om trends vast te stellen door de beperkte aantallen.

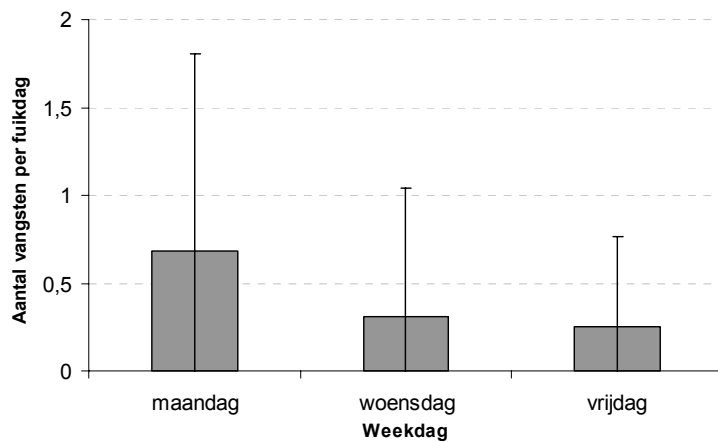


figuur 4.19 Spreiding van de 6 belangrijkste vissoorten bij de fuikvangsten per vangstweek met opgave van paaiperiodes (bron: fishbase.org)

De fuikvangsten moesten een beeld geven van de verplaatsingen van de vissen tussen het kanaal en de plasberm. Wanneer we de soortenaantallen uitzetten tegenover de weekdag, bekomen we vrij opmerkelijke resultaten (figuur 4.20). De resultaten zijn gecorrigeerd naar het aantal fuikdagen (3 op maandag en twee op de andere dagen).

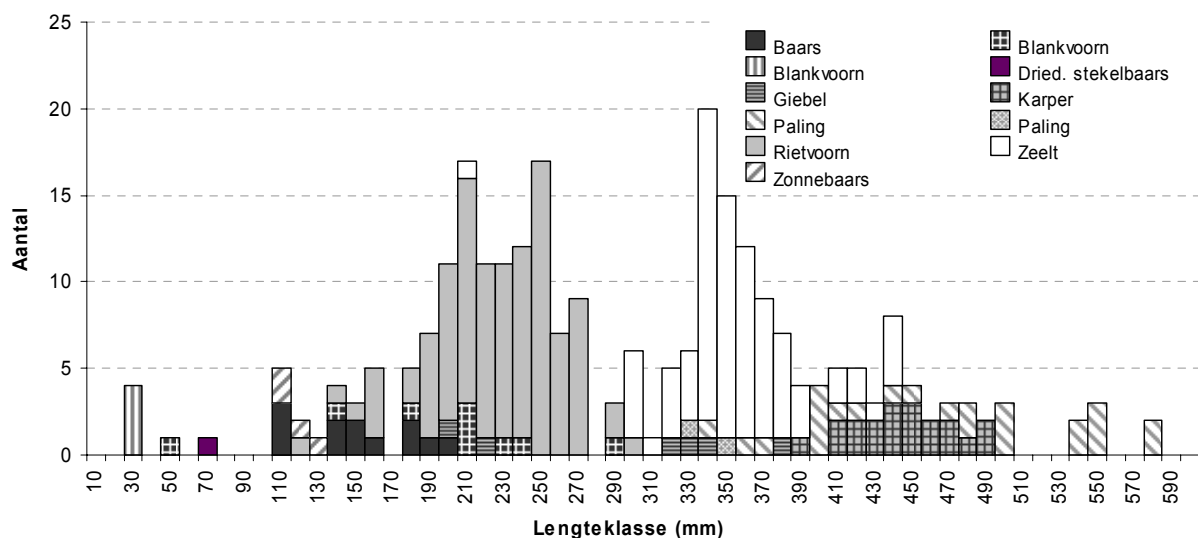
Er worden significante verschillen waargenomen in gemiddeld aantal vissen per fuikdag ($H_{2,262}=11,13$; $p<0,01$). Op maandag werden significant meer vissen gevangen dan op woensdag ($p<0,05$) en er is een indicatie dat de resultaten eveneens duiden op lagere aantallen voor vrijdag t.o.v. maandag ($p=0,055$). Mogelijk heeft dit te maken met de weekendperiode wanneer er minder scheepvaart op het kanaal is. Bij de peilmetingen (figuur

3.19, p.23) bemerkten we reeds dat de golfslag in het weekend afneemt en daarmee waarschijnlijk ook de turbulenties in het kanaal. Deze rustige periode kan de vissen sterker aanzetten of de kans geven om zich te verplaatsen tussen plasberm en kanaal, of omgekeerd.



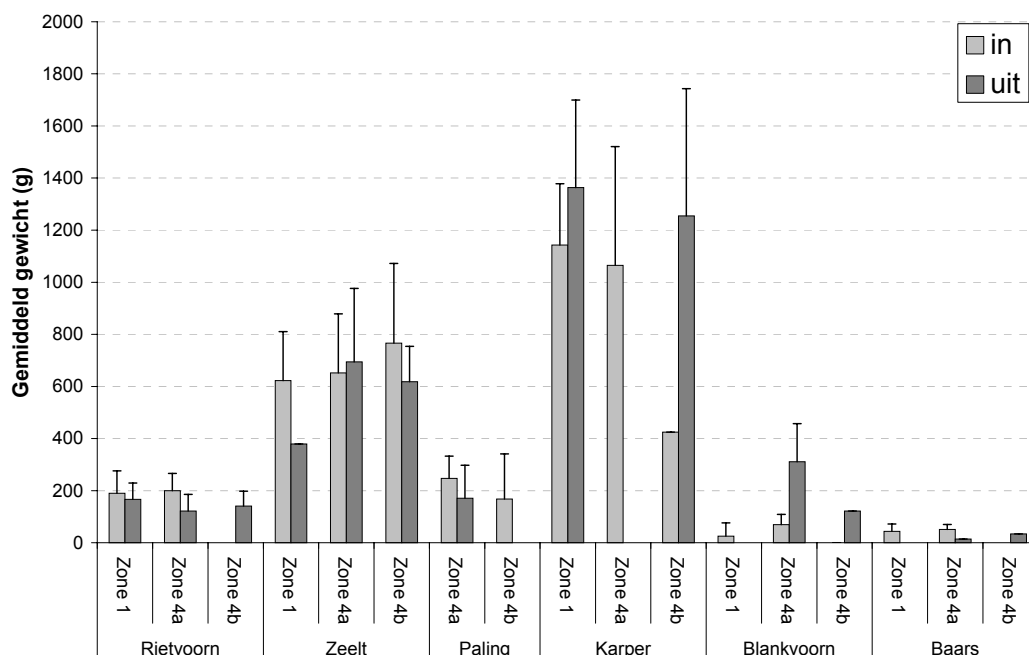
figuur 4.20 Aantal fuikvangsten per weekdag

De vissen die in de fuiken gevangen werden, zijn voornamelijk grote exemplaren (>20 cm) (figuur 4.21), die zich blijkbaar veelvuldig verplaatsen tussen de plasberm en het kanaal. juveniele vissen of kleinere soorten worden in vergelijking met de aanwezige populaties in de plasberm (figuur 4.9, p.41) weinig of niet gevangen. Voor de allerkleinste vissen geldt evenwel dat deze niet met de fuiken gevangen konden worden door een te grote maaswijdte (ongeveer 5 mm op 5 mm).



figuur 4.21 Lengteklasse verdeling van de gevangen vissen bij het fuikenonderzoek

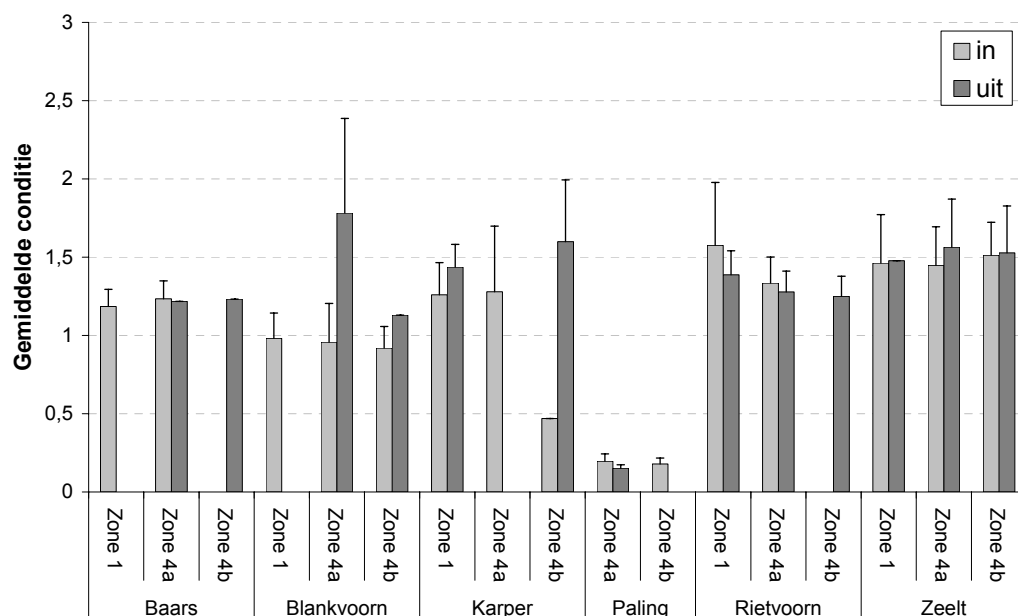
We verwachten dat de verschillende soorten van en naar de plasberm zwemmen, omdat ze deze nodig hebben voor één van hun levensstadia. Bij paaien of eiafzet zijn er een aantal lichamelijke kenmerken die kunnen waargenomen worden, deze worden verderop besproken (zie 4.4.4 Habitatgebruik, p. 54). Wanneer een vis komt (of gaat) om te foerageren is dit niet aan zijn uiterlijk vast te stellen. Een succesvol foerageren zal wel leiden tot een gewichtstoename (figuur 4.22).



figuur 4.22 Gemiddeld gewicht per soort en per zone voor in- en uitzwemmende vissen

De wijze van monitoring laat geen individuele opvolging toe, waardoor gewicht op zich geen goede parameter is. De conditiefactor K geeft echter wel een idee van de gezondheidstoestand van elke vis.

Voor karper, zeelt en paling werd geen significant verschil in conditie vastgesteld tussen de verschillende zones. Hieruit kan afgeleid worden dat karper en zeelt waarschijnlijk op zoek zijn naar geschikte paai- of foerageerplekken maar ze niet vinden in de plasbermen. Voor rietvoorn werd wel een significant lagere uitzwemconditie vastgesteld ($F_{3,207}=12,17$, $p<0,05$), wat kan wijzen op eiafzet in de plasbermen. Bij blankvoorn werd bovendien een significante toename van de conditie vastgesteld bij de uitzwemmende exemplaren ($p<0,01$), wat dan weer kan wijzen op foerageergedrag.

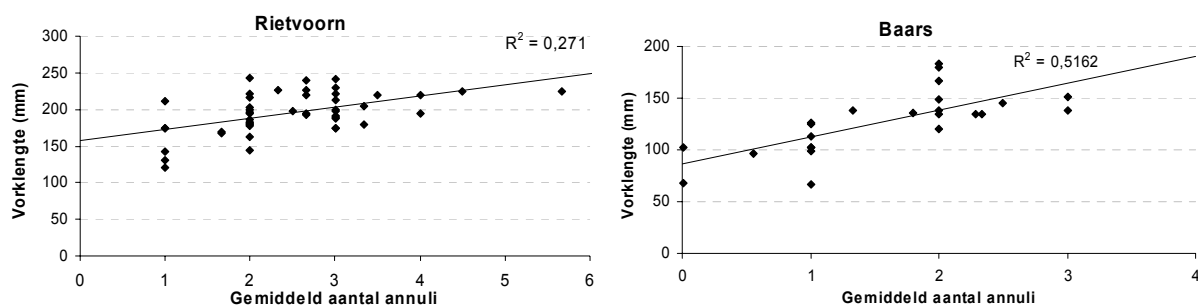


figuur 4.23 Gemiddelde conditie van de meest algemene soorten

Op basis van de verzamelde gegevens over de conditie van de in- en uitzwemmende vissen kunnen we dan ook vaststellen dat de plantenminnende soorten paaigedrag vertonen en rietvoorn (vnl. in zone 1) mogelijk zelfs tot eiafzet komt. Bij blankvoorn hebben we echter geen aanwijzingen dat ze de plasbermen gebruiken voor eiafzet. We beschikken echter ook nog over andere elementen uit het onderzoek die de levensstadia van vissen in de plasbermen belichten.

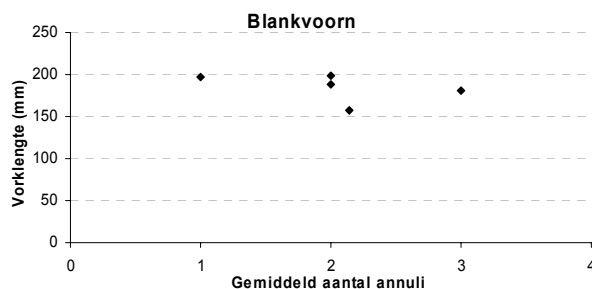
Schubbenanalyse

Tijdens het fuikenonderzoek in T1 werden schubben verzameld van de migrerende vissen bij de drie meest algemene soorten uit T0. Het gemiddeld aantal getelde annuli per schub wordt in figuur 4.24 uitgezet tegenover de gemeten vorklengte. Bij rietvoorn wordt hieruit afgeleid dat we vooral te maken hadden met twee- en driejarige vissen, maar werd eveneens één zesjarig exemplaar gevangen. Bij baars lag de nadruk op een- en tweejarigen. Er werden geen exemplaren van 4 jaar of ouder aangetroffen.



figuur 4.24 Relatie tussen aantal annuli en de vorklengte voor rietvoorn en baars

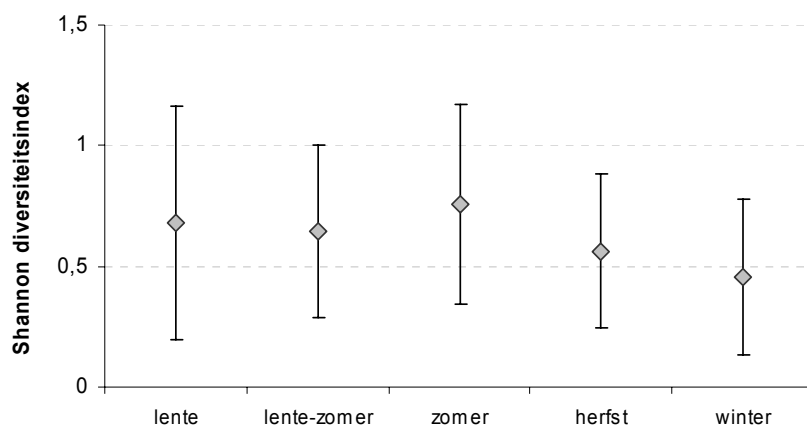
Van blankvoorn, de derde soort die was geselecteerd voor schubbenanalyse, werden uiteindelijk slechts 5 exemplaren gevangen (figuur 4.25). De gemiddelde leeftijd ervan lag op 2 jaar.



figuur 4.25 Relatie tussen aantal annuli en de vorklengte voor blankvoorn

4.4.4. Habitatgebruik

Wanneer naar de diversiteit van de visstand per seizoen gekeken wordt, blijkt dat die het hoogst is tijdens de voortplantingsperiode (lente tot zomer). Tijdens de herfst en vooral in de winter daalt de aanwezige soortendiversiteit. Het is wel belangrijk om vast te stellen dat de diversiteit het ganse jaar relatief laag ligt, en er dus nooit van een goede diversiteit kan gesproken worden.



figuur 4.26 Diversiteitsindex per afvissingsseizoen (gemiddelde met standaarddeviatie)

Paaigedrag

Tijdens de elektrische afvissingen werden af en toe vrouwtjes met eieren of legboor vastgesteld, alsook mannelijke vissen in paaikleed. Bovendien werden in de fuiken ook grote exemplaren van migrerende en plantenminnende soorten aangetroffen met uiterlijke kenmerken van paairijpheid. Op basis van die waarnemingen kan afgeleid worden dat er gerichte paaimigraties zijn, maar enkel met de aanwezigheid van eieren of juvenielen kan besloten worden dat er ook effectief reproductie is geweest.

Alle waarnemingen van paairijpheid dateren van het voorjaar en de zomer van T0 en T1. Deze gegevens werden gegroepeerd in tabel 4.12, met voor elke soort een vermelding van de vorm van de vaststelling.

Meer dan de helft van de gevangen bittervoorn tijdens de paaiperiode van T0 was sexueel actief. Nog opmerkelijker was de aanwezigheid van een kopvoorn met eieren, toch een stroomminnende soort. Er werden aldus 9 vissoorten aangetroffen met tekenen van paairijpheid. Toch werden bij de afvissingen van slechts een beperkt deel van deze soorten juvenielen aangetroffen. Mogelijk zijn de beschikbare geschikte locaties voor eiafzet nog te beperkt aanwezig voor een aantal soorten. Zo kan de ontwikkeling van vegetatie een bijdrage leveren tot de verhoging van het paaisucces van enkele plantenminnende soorten (rietvoorn, zeelt, karper).

	zone1	zone3	zone4a	zone4b	Opmerkingen
Baars	(1)				vr. met eieren
Bittervoorn	8	12	16	1	vr. met eieren en legbuis (34), man met paaikleed (3)
Blankvoorn		3			paauitslag
Blauwbandgrondel			2		vr. met eieren/man met paaikleed
Driedoornige stekelbaars	6				vr. met eieren
Karper	(3)	2			vr. met eieren
Kopvoorn		1			vr. vol eieren
Rietvoorn	1 (1)		(4)		vr. met eieren
Zeelt			(1)		vr. met eieren
Zonnebaars					

tabel 4.12 Aantal vaststellingen van paairijpheid, alsook het type waarneming, de waarden tussen haakjes zijn afkomstig van het fuikenonderzoek, de waarden in grijs duiden op de aanwezigheid van larven of juvenielen

Visbroed

In T0 werd geen visbroed waargenomen, anderzijds was het wel het jaar met de duidelijkste pieken van juvenielen in de lengte-frequentie-grafieken.

Tussen eind mei en begin juni T1 werd in het Zeekanaal ter hoogte van zones 1 en 2, alsook in de zones 1, 2 en 3 zelf een grote massa visbroed (voornachtigen) waargenomen (> 10.000 exemplaren). Op basis van de vangstresultaten bij de afvissingen van een maand later, kan geconcludeerd worden dat het om blankvoorn ging. Eind juni werden ook gedurende een week honderden kleine visjes waargenomen ter hoogte van de fuiken van zone 4a. Determinatie was hier niet mogelijk.

Ook in T3 werd in zone 3 visbroed opgemerkt, op 29 juni 2010, dus buiten de visinventarisatiemomenten. Het betrof honderden kleine voorns die zich tussen enkele waterplanten ophielden. De aantallen waren wel beduidend lager dan in T1 en werden ook later niet meer aangetroffen in deze densiteiten.

Dit is dan ook het duidelijkste bewijs dat deze plasbermen (zone 1 en zone 3) en omgeving gebruikt worden als paaiplaats en opgroeiplaats. Wat betreft de zone 4a en 4b kon de functie als effectieve paaiplaats niet aangetoond worden, gezien er geen visbroed werd vastgesteld, ondanks de aanwezigheid van paarijpe vissen.

4.5. Soortbespreking

Baars

Deze soort is de meest abundante soort tijdens het voorliggende onderzoek, met een voorkeur voor de diepere plasbermen. Het is ook een soort die als visbroed niet aanwezig is in de plasbermen, maar pas later op het seizoen de plasbermen opzoekt en er vanaf dan actief gebruik van maakt. De populatieopbouw is, met uitzondering van het visbroed, zeer goed in zones 3, 4a en 4b.

Blankvoorn

Deze abundante soort gebruikt in beperkte mate de plasbermen. De paaiplaats is alleszins gelegen in of nabij de zones 1 tot 3, gezien het massale voorkomen van visbroed. Als juvenielen maken ze gebruik van vrijwel alle zones, maar later concentreren ze zich in de diepere zone 3 of verdwijnen ze helemaal uit de plasbermen.

Bittervoorn

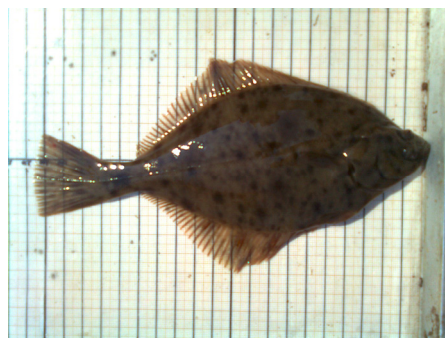
Het zwaartepunt van de populatie lag in zone 1, waar een beperkte aanwezigheid van macrofyten was. Of hier ook gepaaid werd, is onduidelijk, hoewel in de plasberm wel zoetwatermossels werden aangetroffen. Deze mossels (vnl. zwanenmossel, of eventueel driehoeksmossels bij afwezigheid van grotere *Anodonta* soorten), die voor de bittervoorn noodzakelijk zijn voor de eiafzet, kunnen een mogelijke verklaring zijn voor het verdwijnen van de soort tijdens het onderzoek. Vanaf het voorjaar 2008 (begin T1) werden de oude kanaaloevers stroomafwaarts van zones 3 en 4a volledig gerenoveerd. Mogelijk bevonden zich hier de mosselbanken die de soort nodig heeft om zich te kunnen voortplanten. Het was echter niet mogelijk deze hypothese te toetsen, al werden in T3 wel minder driehoeksmossels aangetroffen in het kanaal in vergelijking met T0 (4 tegenover 22, zie bijlage 7). De plasbermen werden in T0 wel gebruikt als opgroeigebied voor deze limnofiele soort.

Rietvoorn

Deze soort kwam zeer verspreid voor in de plasbermen. De juvenielen hadden een voorkeur voor de ondiepere zone 1 terwijl de grootste exemplaren in zone 3 voorkwamen. Als we aannemen dat de soort zich verplaatst tussen de verschillende plasbermen, kunnen we stellen dat er voor het geheel wel een volledige populatieopbouw aanwezig is met juveniele en meerjarige exemplaren, ondanks de zeer lage gevangen aantallen.

Bot

Deze katadrome soort komt sinds de jaren '90 terug voor in de Zeeschelde. De aantallen namen recent sterk toe in de zijrivieren, waaronder de Rupel, door een verbetering van de waterkwaliteit (Stevens *et al.*, 2009). De soort werd reeds eerder in het Zeekanaal gevangen, maar steeds stroomafwaarts van Zemst (2002 en 2007 in Wintam; 1997 te Willebroek). Het exemplaar dat we vingen heeft dus 2 belangrijke migratieknelpunten moeten passeren, met name de sluizencomplexen van Wintam en Zemst.

*Kopvoorn*

De kopvoorn werd enkel in zone 3 gevangen. In T0 was er bovendien een vrouwtje met eieren bij. Het is een rheofiele soort, die dus zeker niet verwacht wordt in traag stromende kanalen. De soort werd in 2002 ook stroomafwaarts van de sluis van Zemst (Kapelle-op-den-Bos) en in 2002-2003 ook eenmaal tussen Zemst en Brussel aangetroffen. Bij deze waarnemingen werd gesteld dat ze waarschijnlijk afkomstig zijn van herintroducties, vermoedelijk vanuit Wallonië (Coeck *et al.*, 2000; Geeraerts & De Charleroy, 2003). Ook de aanwezigheid van een populatie in het begin van vorige eeuw (Vrielynck *et al.*, 2003) en de waarneming van een vrouwtje met eieren geven aan dat het Zeekanaal toch een geschikt leefgebied is voor deze soort.

De aanwezige habitats in de plasbermen zijn echter niet geschikt als paaiplaats voor deze soort. We treffen bovendien enkel adulte dieren aan. Kopvoorn is echter een soort die grote afstanden kan afleggen en blijkbaar een deel van zijn levenscyclus ook op het Zeekanaal kan doorbrengen. Voor adulte exemplaren is de waterkwaliteit immers voldoende voor overleving.

Karper

Deze soort vormt een aanzienlijk deel van de biomassa in de plasbermen maar maakt amper 1% van de vispopulatie uit. Karper werd het vaakst aangetroffen in zone 3, maar ook in de overige zones zijn er gevangen. Bovendien werden tijdens het fuikenonderzoek ook meerdere karpers gevangen in de fuiken naar zone 1, dat toch een vrij ondiepe zone is voor deze grote soort. Deze soort is immers op zoek naar ondiepe en vegetatierijke paaiplekken, dewelke potentieel terug te vinden zijn in de plasbermen, maar blijkbaar werden deze plasbermen nog niet geschikt bevonden.

Zeelt

Bij zeelt, een andere grote en plantenminnende soort, is de analyse gelijkaardig. Gedurende het jaar wordt deze soort sporadisch aangetroffen in de diepere zones, maar tijdens de paaiperiode komt deze zeer intensief naar de plasbermen gezwommen. Gezien het gebrek aan watervegetatie is het habitat echter niet geschikt om effectief tot paaien over te gaan.

Exoten

Zonnebaars is reeds algemeen aanwezig in het Zeekanaal en in de plasbermen. Ook de blauwbandgrondel neemt licht toe in aantal en verspreidt zich over alle zones.

In T2 werd een visje gevangen dat in eerste instantie gedetermineerd werd als elrits (*Phoxinus phoxinus*), een soort die verder enkel bekend is uit enkele zijlopen van de Grensmaas. Bij verdere navraag betreft het vermoedelijk de dikkopelrits (*Pimephales promelas*), maar het is niet meer mogelijk om hier alsnog volledige zekerheid over te krijgen. Het is een Noord-Amerikaanse exoot van stilstaande of traagstromende wateren. Het areaal in Vlaanderen is voorlopig beperkt tot enkele zijbeken van de Demer, het Buggenhoutbos en het bekken van de Molenbeek/Vliet, dat net stroomopwaarts van de sluis van Wintam in het Zeekanaal uitmondt. De dikkopelrits is hiermee de enige nieuw aangetroffen soort bij deze studie.

Niet gevangen soorten

Er zijn ook een aantal soorten die in het Zeekanaal voorkomen (of voorkwamen) die we in dit uitgebreid onderzoek niet hebben aangetroffen. De historische soorten alver en barbeel waren ook in de eerste helft van de vorige eeuw slechts eenmalige waarnemingen. Ook bruine Amerikaanse dwergmeerval is in de recente afvissingen niet meer aangetroffen. Riviergrondel werd sinds 1997 niet meer aangetroffen.

Tijdens deze studie werd eveneens geen kolblei aangetroffen, hoewel deze geregeld wordt gevangen bij afvissingen op het Zeekanaal. Dit is een duidelijk voorbeeld van een soort die geen behoefte heeft aan ondiepere zones zoals deze plasbermen.

Te verwachten soorten

Het Zeekanaal is een traagstromend tot stilstaand watersysteem waardoor stroomminnende soorten zeldzaam zullen zijn. De levensgemeenschap wordt daardoor voornamelijk gedomineerd door typische limnofiele of eurytope soorten. Niettegenstaande een relatief grote diversiteit aan vissoorten werd aangetroffen tijdens de monitoringcampagne kan, o.a. op basis van het historisch referentiekader, verwacht worden dat buiten de gevangen soorten er nog een aantal potentiële soorten zijn. Van enkele kan verwacht worden dat ze ofwel al in het Zeekanaal voorkomen maar in deze campagne niet werden aangetroffen (vb. kolblei of Europese meerval) of van andere dat ze in de toekomst kunnen verschijnen (vb. snoek en alver).

De **Europese meerval** is een soort die de laatste jaren een sterke uitbreiding kent in het Scheldebekken, het bekken van de Nete, de Rupel, de Dijle en de Leuvense Vaart. Het typische habitat van deze soort bestaat uit diepere wateren met trage stroomsnelheden. Hierdoor is het niet onwaarschijnlijk dat deze soort ondertussen ook het Zeekanaal heeft gekoloniseerd.

De **alver** is een soort die potentieel zou kunnen voorkomen in het Zeekanaal aangezien zijn habitatvoorkeur eveneens uitgaat naar traagstromend en stilstaand water van de brasemzone. De alver komt immers ook voor in andere, voornamelijk Kempische kanalen zoals het Albertkanaal en het kanaal Dessel-Schoten die gevoed worden met Maaswater en een redelijk goede waterkwaliteit hebben. De alver is een oppervlaktezwemmer die geen bijzondere eisen stelt aan het paaisubstraat en is bovendien weinig gevoelig aan biotoopvernietiging en kanalisatie. Het is echter een visuele predator, te troebel water kan de alverpopulatie negatief beïnvloeden.

De **snoek** komt bij voorkeur in stilstaande of traagstromende wateren van de brasemzone voor, hoewel hij ook tot in de forelzone voorkomt of zelfs tot in brak water. Hij verkiest

echter helder water en een plantenrijke oeverzone. De snoek is een visuele predator die vanuit een hinderlaag jaagt, dikwijls verscholen tussen waterplanten of rietstengels. Zijn dieet bestaat initieel uit kleine kreeftachtigen en ongewervelden om daarna over te schakelen op visbroed en vervolgens steeds groter wordende vissen. Later wordt dit menu aangevuld met kleine watervogels, zoogdieren en kikkers. Niettegenstaande in het Zeekanaal voldoende geschikte prooien aanwezig zijn is de beperkte zichtbaarheid, maar voornamelijk de afwezigheid van water- en oevervegetatie een beperkende factor voor het voorkomen van snoek. Naast hun functie als hinderlaaglocatie is de snoek ook afhankelijk van ondiep water met veel vegetatie voor de voortplanting, en doen de water- en oeverplanten dienst als schuil- en opgroeigebied voor juveniele snoek. De ontwikkelingsmogelijkheden van snoek in het snoekbaars-brasem viswatertype is nihil en gezien de afwezigheid van waterplanten in het Zeekanaal kan er zich geen snoekpopulatie ontwikkelen, ondanks de voorbije introductiecampagnes in het kanaal. Het Zeekanaal kan echter getypeerd worden als blankvoorn-brasem viswatertype vanwege het iets grotere doorzicht waardoor er potentieel wel beperkte ontwikkelingsmogelijkheden van de sterk biotoopgebonden soorten (zoals rietvoorn, zeelt en snoek) kunnen verwacht worden. De ontwikkeling van ondiepe en vegetatierijke vooroevers in het Zeekanaal kan daardoor een positieve ontwikkeling hebben op de populaties van die sterk biotoopgebonden soorten.

4.6. Evaluatie

De vispopulatie in de plasbermen werd gedomineerd door blankvoorn en baars gedurende de ganse monitoringsperiode. Dit komt overeen met de vaststellingen op het Zeekanaal zelf, waar steeds een dominantie van blankvoorn en/of baars is waargenomen. Op vlak van biomassa spelen baars, blankvoorn en zelfs zeelt een belangrijkere rol dan in het kanaal zelf waar karper en recentelijk ook paling domineren. De soorten die in het Zeekanaal voorkomen (pand Zemst-Brussel) werden ook allemaal in de plasbermen aangetroffen, alwaar ook nog 2 extra soorten aangetroffen werden: bot en dikkopelrits, een recente exoot.

Welke zone komt **het best** uit de test voor vissen? In onderstaande tabel wordt een ranking gegeven aan diverse parameters die de kwaliteit van een plasberm voor de visstand kunnen evalueren, van beste/hoogste (1) tot de slechtste (5). Deze ranking is puur op numerieke basis gebeurd, rekening houdend met significante verschillen.

Voor het aspect rode lijstsoorten werd ook de bittervoorn meegenomen, die als habitatrichtlijnsoort (maar niet op rode lijst) belangrijk is bij het maken van beleidskeuzes omwille van de instandhoudingsdoelstellingen.

Zone 3 scoort het beste op de meeste parameters, met zone 1 als opvolger. Het verschil tussen beide zones is vrij beperkt, met vooral de aanwezigheid van grotere vissoorten (o.m. biomassa) en een hoger soortenaantal als belangrijkste verschil.

Zone 2 levert duidelijk geen meerwaarde op voor de visstand. Het belangrijkste verschil tussen zones 4a en 4b ligt in de eenmalige waarneming van een zeldzame soort (bot), voor het overige loopt de ontwikkeling van beide zones nagenoeg gelijk ondanks een verschil in ouderdom van 5 jaar. Toch zijn er enkele kleine verschillen tussen beide zones, waarbij de meer gerichte paaitrek naar zone 4a ten opzichte van zone 4b een belangrijk element is alsook een betere relatieve conditie in zone 4a.

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4a	Zone 4b
Soortenaantal	2	5	1	3	3
Aantal vissen	2	5	1	3	4
Biodiversiteit	1	5	2	3	4
Rode lijstsoorten	1	5	2	4	3
Biomassa	3	5	1	4	2
Visindex	2	3	1	4	4
Conditie (K'')	1	4	2	3	5
Vissen	2	5	1	3	4

tabel 4.13 Classificatie van belang van de zones voor diverse parameters (1: beste tot 5: slechtste)

Wat betreft de **ontwikkeling** van de vispopulatie in de plasbermen, is de variatie in de afvissingen te groot om duidelijke conclusies te kunnen trekken. Bij de diversiteit is er wel een toename in T3, die evenwel voornamelijk gerelateerd is aan een verminderde dominantie van blankvoorn en baars. Daarnaast hebben we ook de uitbreiding van de visstand in het Zeekanaal kunnen vastleggen door de verschijning van een eerste bot in zone 4b. Tegelijkertijd is er echter ook een nieuwe exoot verschenen, dikkopelrits, en breidt de blauwbandgrondel uit.

Op basis van de verzamelde informatie kunnen diverse **belangrijke aspecten** van de visstand in de plasbermen afgeleid worden.

De **luwte** die wordt geboden in de plasbermen lijkt een belangrijk aspect te zijn, door de aanwezigheid van kleine soorten en juvenielen. Ook in het kanaal lijkt dit belangrijk te zijn doordat er in de weekendperiode, bij afwezigheid van binnenvaart, meer migratie van en naar de plasbermen werd vastgesteld.

Op basis van de uitgebreide paaibewegingen van talrijke vissoorten is er in het Zeekanaal duidelijk een noodzaak aan **paaiplaatsen**. Meestal wordt dat geschikt habitat echter niet gevonden in de plasbermen en wordt geen kuit geschoten. Blankvoorn zou mogelijk wel paaieren in of nabij de plasbermen, en ook andere soorten gebruiken de plasbermen als opgroeiplaats. De afwezigheid van waterplanten is een belangrijk aandachtspunt aangezien dit een essentieel element vormt voor diverse soorten, zowel om te foerageren als voor de reproductie. Zone 4a kende wel meer gerichte paaitrek dan zone 4b, door de aanwezigheid van inhangende takken als schuil- en paaimogelijkheid.

De plasbermen hebben dus duidelijk een meerwaarde in het Zeekanaal als paai-, foerageer- en rustgebied. Er zijn echter nog grotere potenties te bereiken met een goede vegetatieontwikkeling. Technisch zijn de oeverzones in zone 4 mogelijk te langgerekt met risico op uitspoeling van larven en juvenielen en is compartimentering daarom aangewezen. Ook de toegankelijkheid van plasbermen door de toegangsbuizen is een aandachtspunt. Tot slot moet ook rekening gehouden worden met het feit dat de vooroevers tijdens het onderzoek slechts maximaal 6 jaar oud waren en dat de vegetatieontwikkeling en dus ook de aanwezige soorten en abundanties daarom eventueel ook nog niet optimaal tot ontwikkeling zijn kunnen komen.

5. MACRO-INVERTEBRATEN

5.1. Doelstelling

De aquatische macrofauna wordt beschouwd als een goede indicator voor de plaatselijke milieuomstandigheden en de fysische kwaliteit van het habitatype (CUR, 1999, Gabriels *et al.*, 2004). De macro-invertebratengemeenschappen worden veelal beoordeeld op basis van de Belgische Biotische Index (BBI) of de nieuwe MultiMetric Index Flanders (MMIF), die een beoordeling conform de Europese Kaderrichtlijn Water aflevert.

Door de aanwezigheid of afwezigheid van soorten wordt met deze indices vooral een kwalitatieve beoordeling gegeven. Om ook een beeld te krijgen van de aanwezige densiteiten van macro-invertebraten werd bijkomend kwantitatief onderzoek uitgevoerd, dat ook toepasbaar was op het Zeekanaal zelf.

In deze studie worden de macro-invertebraten gebruikt om ecologische verschillen tussen de verschillende plasbermen verder uit te diepen. Daarnaast wordt ook nagegaan of plasbermen effectief een ecologische meerwaarde kunnen betekenen voor de aquatische gemeenschap in het Zeekanaal.

Vragen

- Welke zone komt het best uit de test voor macro-invertebraten
- Welke randvoorwaarden zijn van belang voor de macro-invertebraten
- Is er een evolutie merkbaar tussen T0 en T3?
- Welke relatie is er tussen de macro-invertebraten in de plasbermen en het kanaal

5.2. Methodes

De evaluatie en monitoring van de macro-invertebratengemeenschap werd in het najaar van T0 en T3 uitgevoerd om een beeld te kunnen vormen van de invloed van het type vooroeververdediging op de macro-invertebratengemeenschap in de plasbermen. De kwalitatieve bemonstering werd uitgevoerd in de plasbermen van alle 5 zones, de kwantitatieve bemonstering ook aanvullend in het Zeekanaal zelf.

Kwalitatieve bemonstering

De BBI werd in de eerste plaats ontwikkeld als een beleidsinstrument waarbij men, op een wetenschappelijk verantwoorde wijze, een inzicht kan krijgen in de ecologische integriteit van een waterloop, zonder dat daarbij een diepgaande kennis van de biologie en/of ecologie nodig is.

Het bepalen van de BBI berust op een kwalitatieve staalnameprocedure, m.a.w. er wordt naar gestreefd om zoveel mogelijk verschillende soorten uit het milieu te bemonsteren. De BBI is gebaseerd op een combinatie van het principe van diversiteitsindexen en het principe van saprobie-indexen, gebaseerd op het feit:

- dat een aantal specifieke groepen van organismen, met elk een andere tolerantiegraad, verdwijnen in een specifieke volgorde bij stijgende vervuiling;
 - dat het aantal soorten in elke taxonomische groep en het aantal groepen zelf afneemt bij stijgende vervuiling.
- (Heylen *et al.*, 1999)

De methode die gebruikt wordt, is gebaseerd op De Pauw en Vannevel (1991). In de methode van de analyse van de BBI worden volgende stappen onderscheiden:

- opmeten zuurstof, pH en conductiviteit;
- staalname;
- spoelen en uitzoeken;
- determineren;
- berekenen van de BBI;
- interpretatie van de waterkwaliteit.

De staalname gebeurt als volgt: gedurende 5 minuten worden met het handnet zoveel mogelijk habitatten (de bovenlaag van de bodem, tussen water- en oeverplanten, in een rietgordel, langs een muurtje, ...) bemonsterd over een afstand van 10-20 m. De effectieve bemonsteringsduur van 5 minuten is eerder richtinggevend. Indien er veel verschillende habitatten aanwezig zijn, dan mag deze tijd overschreden worden. De bemonsteringsduur



wordt steeds genoteerd op het veldprotocol. Er wordt steeds gewerkt in stroomopwaartse richting waarbij de opening van het handnet tegen de stroom in bewogen wordt. Voor het bemonsteren van de bovenlaag van de bodem wordt met de voeten en d.m.v. schokkende bewegingen van het net het substraat omgewoeld en in het net opgevangen. Tussen waterplanten, in de open waterkolom, onder overhangende bomen, ... wordt het net steeds met een snelle beweging door het water gehaald. Telkens wordt de inhoud van het net opgevangen in een recipiënt (emmer) met een goed afsluitbaar deksel aangevuld met water van het kanaal. Daarnaast worden m.b.v. een zacht borsteltje of spons organismen afgespoeld van stenen, takken, ... die eventueel extra verzameld worden indien niet aanwezig in het handnet. Het staal wordt naar het laboratorium meegenomen en gekoeld bewaard tot het moment van de voorbereiding.

Op 4 september 2007 (T0) en 2 en 7 september 2010 (T3) werden in de vijf onderzoekszones over een lengte van 20 m BBI stalen genomen met behulp van een schepnet en door het verzamelen van losse stenen, volgens het standaard protocol (VMM/AMO/GP2/3.102, Procedure voor de monsterneming van macro-invertebraten in oppervlaktewater d.m.v. een handnet, uitgave 4, 15/09/2006). In het kanaal kon met deze methode geen staalname gebeuren door de grote diepte.

Deze BBI bemonsteringen zijn complementair aan de kwantitatieve bemonsteringen (die hierna beschreven worden) Sommige macro-invertebratengroepen, zoals vrijzwemmende soorten en oppervlaktedieren worden namelijk weinig of niet aangetroffen in de kunstmatige substraten die voor de kwantitatieve bemonstering gebruikt worden en die eerder een beschrijving geven van de macrobenthos gemeenschap. Beide methoden samen vormen een goed algemeen beeld betreffende de aanwezige macro-invertebratengemeenschap.

Kwantitatieve bemonstering

Ter evaluatie van de macrobenthos gemeenschap in de verschillende zones met natuurvriendelijke oevers op het kanaal Brussel-Schelde werd een tweede bemonsteringsmethode gebruikt om eveneens abundantieverschillen van macro-invertebraten te kwantificeren tussen de verschillende types van oeververdediging. Met het oog op een kwantitatieve en uniforme bemonstering van macro-invertebraten werden in dezelfde periode als de kwalitatieve bemonsteringen kunstmatige substraten (substraatzakken) geplaatst (3 replica's) in alle zones en een extra referentie in het kanaal zelf (in totaal 18 monsternames).



Een substraatzak bestaat uit een aardappelzak gevuld met bakstenen voorzien van gaten (hetzelfde voor alle substraatzakken). De kolonisatietijd bedraagt minstens 4 weken, waarna de kunstmatige substraten worden opgehaald. De zakken worden zo snel mogelijk in een emmer geplaatst om het uitspoelen van macro-invertebraten te voorkomen.

De voorgestelde beproefde methodiek werd reeds ingezet in kleine ondiepe waterlopen (Meeusen, 2004, Baets, 2006, Struyf, 2006, Van Aert, 2006, Van Liefvering *et al.*, 2006, Van Ballaer *et al.*, 2007) en ondiepe randzones, maar is evenzeer van toepassing in diepe, ondoorwaadbare wateren zoals rivieren en kanalen (SOP biologische waterkwaliteitsbemonstering onderzoeksgroep Ecosysteembeheer).

De plaatsing van de drie substraatzakken per zone werd op hetzelfde moment uitgevoerd als de kwalitatieve bemonstering: 4 september 2007 (T0) en 7 september 2010 (T3). Aanvullend werden in zone 1 ook drie substraatzakken bevestigd aan de schanskorven van de vooroever, maar dan aan de zijde van het kanaal. Zes weken later werden de zakken opnieuw ingezameld en werden in het labo de stenen en de zakken afgespoeld om de aanwezige macro-invertebraten te verzamelen. In T0 werden in zone 2 slechts twee zakken gerecupereerd, de derde was losgeslagen en kon niet gerecupereerd worden.

Naverwerking en determinatie

De stappen 'spoelen en uitzoeken' en 'determineren' die doorlopen worden na de staalname zijn dezelfde voor beide bemonsteringsmethodes. Indien de stalen niet binnen de 48 uur levend kunnen worden uitgesorteerd, worden de stalen in het recipiënt gefixeerd met een hoeveelheid formol (verdund tot 4% V/V). In het labo worden de stalen met een zachte waterstraal gespoeld over een zeef met maaswijdte 500 µm. In principe worden alle macro-invertebraten uit elke opeenvolgende zeeffractie (indien het staal niet in 1 keer kan uitgesorteerd worden) manueel uitgesorteerd en bewaard in Norvanol D (90% (V/V) ethanol; 3.9% (V/V) ether; 9% (m/V) water) of Formaldehyde 4% (oligochaeta). Indien er van een bepaalde organismegroep (vooral *Chironomidae* en *Oligochaeta*) heel grote aantallen aanwezig zijn, worden in elke zeeffractie maar een beperkt aantal van deze organismegroep(en) opgepikt. Van de resterende organismen worden dan per organismegroep de aantallen geschat.

Indien mogelijk gebeurt de determinatie tot op soortniveau, althans minstens tot op het niveau dat vereist is voor het bepalen van de Belgische Biotische Index (BBI) (De Pauw en Vannevel, 1991). Als basiswerk voor het determineren wordt eveneens De Pauw & Vannevel (1991) gebruikt. Aanvullende determinatiewerken worden gebruikt voor determinaties tot op een hoger niveau of voor recente exoten. De taxa en aantallen die worden teruggevonden in het staal worden genoteerd en de aantallen worden aangepast met de geschatte organismen.

Analyse

Belgische Biotische Index (BBI)

Zowel de kwalitatieve als kwantitatieve bemonstering kan omgezet worden in een BBI-waarde. Op basis van onderstaande tabel, aangevuld met de meer gedetailleerde en geactualiseerde lijst van taxa³ met hun tolerantieklassen uit Gabriels *et al.* (2004), wordt de score bepaald. In de uiterst linkse kolom wordt het hoogst gewaardeerde taxon opgezocht (meest gevoelige). Vervolgens wordt de kolom gezocht die overeenkomt met het totale aantal taxa die werden gevonden. De score BBI-waardering loopt van 0 (dood) tot 10 (zeer goed).

Tol. klasse	Gevonden macro-invertebraten		totaal aantal taxa gevonden				
			0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 -15	16 +
1	Steeenvlieglarven	Meer dan 1 taxon gevonden	-	7	8	9	10
		Maar 1 taxon gevonden	-	6	7	8	9
2	Kokerjuffers	Meer dan 1 taxon gevonden	-	6	7	8	9
		Maar 1 taxon gevonden	-	5	6	7	8
3	Eendagsvliegen Smurfslakken	Meer dan 1 taxon gevonden	-	5	6	7	8
		Maar 1 taxon gevonden	4	4	5	6	7
4	Vlokreeften Libellen Weekdieren (excl. hoornschaal)	Alle bovenstaande afwezig	3	4	5	6	7
			2	3	4	5	6
5	Waterpissebedden Bloedzuigers Wantsen Hoornschaal	Alle bovenstaande afwezig					
6	Vedermuglarven	Alle bovenstaande afwezig	1	2	3	4	-
7	Zweefvlieglarven	Alle bovenstaande afwezig	0	1	2	-	-

tabel 5.1 Tabel voor bepaling van de BBI-waarde

Multimetric Index Flanders (MMIF)

In het kader van de Kaderrichtlijn Water werd een nieuwe beoordelingsindex ontwikkeld in Vlaanderen die een meer typespecifieke aanpak gebruikt: MMIF (Gabriels *et al.*, 2004). Deze multimetrische index bestaat uit 5 deelindices, die op basis van het watertype vertaald worden naar een kwaliteitsscore zoals de BBI.

De MMIF werd echter opgesteld voor de natuurlijke waterlichamen (rapportageplichtig volgens KRW) en er werd geen specifieke referentiesituatie bepaald voor systemen vergelijkbaar met deze plasbermen. Hierdoor kan er geen habitatspecifieke MMIF berekend worden.

Toch kunnen we de deelindices gebruiken, zij werden immers zorgvuldig geselecteerd om de meest betrouwbare ecologische beoordeling te geven. Aangezien de plasbermen allemaal een gelijkaardig watertype vormen, kunnen we deze deelindices gebruiken om ze onderling te vergelijken. Deze deelindices zijn:

- aantal taxa
- aantal *Ephemeroptera*, *Plecoptera* en *Trichoptera* (EPT)
- aantal intolerante taxa
- Shannon-Index
- gemiddelde tolerantiescore

³ Voor het bepalen van de BBI hoeft niet tot op soortniveau gedetermineerd te worden, maar wordt gebruik gemaakt van een hoger taxonomisch niveau (meestal familie of genus): het taxon. Bij de BBI worden bovendien slechts taxa in rekening gebracht waarvan minstens 2 individuen werden aangetroffen. (De Pauw en Vannevel, 1991)

Statistiek

De macro-invertebratengegevens werden statistisch verwerkt met Statistica 6.0 for Windows. Voor het bepalen van verschillen tussen de zones, jaren of seizoenen werd een Shapiro-Wilks W-test uitgevoerd om de gegevens op normaalverdeling te testen. Bij normaal verdeelde gegevens ($W > 0,9$) werd een student's t-test uitgevoerd indien 2 groepen met elkaar vergeleken worden ofwel een 1-way ANOVA (Sokal en Rohlf, 1995). Indien een significant verschil werd aangetoond tussen de verschillende groepen werd een a-posteriori test uitgevoerd (Tukey-test met ongelijke N: Spjotvoll).

Bij niet normaal verdeelde gegevens ($W < 0,9$) werd een Mann-Whitney U-test uitgevoerd voor vergelijkingen tussen 2 datasets of een Kruskal-Wallis analyse. Bij niet parametrische resultaten werd gebruik gemaakt van de Nemenyi test (Zar, 1999) om verschillen tussen de groepen te detecteren, wat neerkomt op een multiële vergelijking m.b.v. een Tukey test gebaseerd op rang sommaties in plaats van gemiddelden.

5.3. Resultaten

Belgische Biotische Index

Voor alle stalen, zowel deze verzameld met het handnet als met de artificiële substraten, werd de BBI berekend. Zone 1 heeft de beste scores, van 5 (matig) tot 7 (goed). In zones 3, 4a en 4b wordt nergens een goede score bereikt en is er een matige score over de ganse lijn. Zone 2 komt met een score van 4 (slecht) bij het handnetstaal op de laatste plaats.

In alle stalen behoorden de meest gevoelige taxa tot tolerantieklasse 4 (weekdieren, vlokreeften en libellen). Enkel in T3 werd in de artificiële substraten, met uitzondering van zone 1 en het kanaal, telkens 1 soort uit tolerantieklasse 3 aangetroffen (eendagsvliegen of smurfslakken). Voor al deze tolerantieklassen gelden dezelfde BBI-scores (zie tabel 5.1), waardoor de verschillen tussen de stalen enkel bij het totaal aantal aangetroffen taxa ligt. Zo komt de goede score in zone 1 door de 16 verschillende aangetroffen taxa. Bij de slechte scores (kanaal en zone 2) worden amper 4 of 5 taxa aangetroffen.

Jaar	Bemonstering	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4a	Zone4b	Kanaal
T0	Handnet	6 matig	4 slecht	5 matig	6 matig	5 matig	
	Substraatzakken	6 matig	5 matig	6 matig	6 matig	5 matig	4 slecht
T3	Handnet	5 matig	4 slecht	6 matig	5 matig	5 matig	
	Substraatzakken	7 goed	5 matig	6 matig	6 matig	6 matig	5 matig

tabel 5.2 Resultaten BBI per zone

Globaal genomen zijn de verschillen tussen de zones vrij beperkt. Er werden nergens soorten uit de meest gevoelige indicatorgroepen aangetroffen, al is er wel een duidelijke gradatie door het aantal gevonden indicatorgroepen. Dit geeft aan dat er tussen de plasbermen weinig verschil is op vlak van habitatkwaliteit (tolerantieklassen), maar dat er in bepaalde zones een grotere habitatdiversiteit aanwezig is, wat resulteert in een hoger aantal taxa.

De resultaten zijn ook vergelijkbaar met de metingen van VMM op het Zeekanaal, die in 2002 een BBI-score van 5 bepaalden aan de brug van Humbeek (stroomafwaarts).

Multimetrische index

De resultaten van de deelindices voor de bemonstering met substraatzakken zijn opgenomen in tabel 5.3. In grote lijnen, afhankelijk van de deelindex, worden de resultaten van de BBI analyse bevestigd.

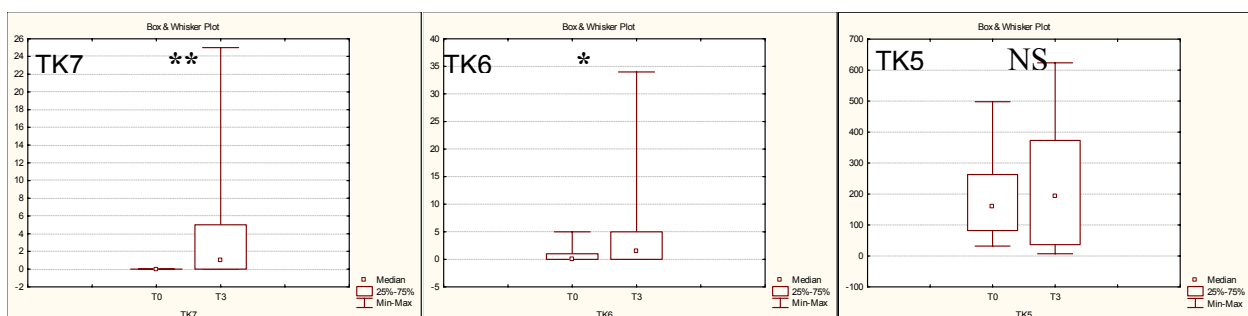
Bij het aantal taxa is er een significante toename geweest tussen T0 en T3 ($F_{3,21}=11,72$; $p<0,001$) en een indicatie voor toename van de gemiddelde tolerantiescore ($F_{3,21}=11,72$; $p=0,081$). Verder bleek dat het aantal intolerante taxa ($H_{5,35}=3,27$; $p<0,01$) en het aantal EPT-soorten (soorten uit de groepen *Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera*) ($H_{5,35}=3,59$; $p<0,05$) eveneens significant zijn toegenomen. Enkel bij de Shannon-Index is er geen significante verandering opgetreden. Het is dan ook duidelijk dat er tijdens de studieopdracht een significante verbetering is opgetreden van de macro-invertebratengemeenschap in de plasbermen, maar dat deze verbetering eveneens in het kanaal zelf wordt waargenomen.

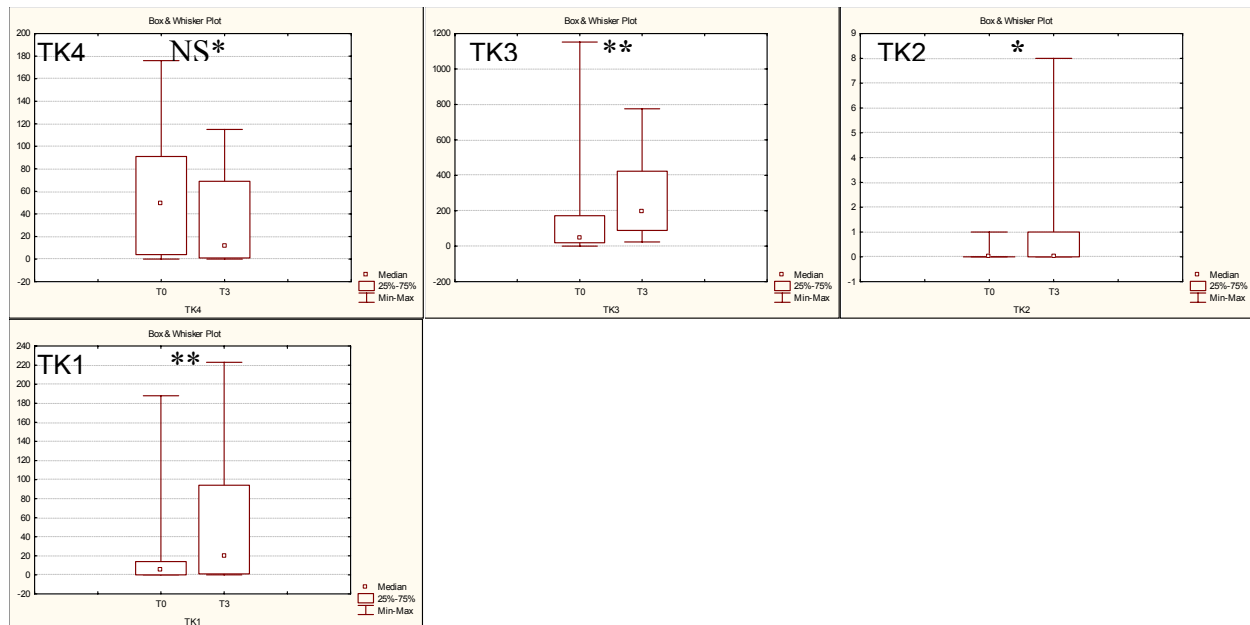
De vangst van enkele EPT soorten illustreert de vastgestelde ontwikkeling. Deze werden in T0 niet aangetroffen, maar wel in T3 waardoor de EPT-score significant toeneemt ($Z_{17}=2,02$; $p<0,05$). Hoewel het de meest tolerante soorten uit de EPT-groep betrof (kokerjuffer *Ecnomus tenellus* en de eendagsvliegen *Cloeon dipterum* en *Caenis horaria*), zijn ze toch nog goed voor een tolerantiescore van 6.

MMIF deelindex	Zone1		Zone2		Zone3		Zone4a		Zone4b		Kanaal	
	T0	T3	T0	T3	T0	T3	T0	T3	T0	T3	T0	T3
aantal taxa	16	23	11	20	12	20	17	18	13	23	10	15
aantal EPT	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
aantal intol. taxa	2	5	1	2	2	4	2	3	2	2	1	1
Shannon-Index	1,88	1,74	0,99	1,31	1,66	1,33	1,78	1,89	1,40	1,31	1,07	1,25
gemiddelde tolerantiescore	4,19	4,32	3,36	4,26	3,92	4,15	3,59	3,78	3,69	3,8	4,10	4,07

tabel 5.3 MMIF deelscores voor de verschillende zones bij de kwantitatieve bemonstering

Wanneer in detail wordt gekeken naar de verdeling van de soorten over de tolerantieklassen van de MMIF bemerken we dat de significante toename van het aantal taxa tussen T0 en T3 ($p<0,001$) niet alleen het gevolg is van een toename van de gevoelige soorten (deelindices van aantal intolerante taxa ($Z_{17}=3,06$; $p<0,01$) en een indicatie voor de gemiddelde tolerantiescore ($p=0,08$), maar eveneens van de weinig gevoelige soorten. In figuur 5.1 is er immers naast een significante toename van de intolerantie soortengroepen (TK7 T3>T0: $z_{17}=2,93$, $p<0,01$; TK6 T3>T0: $z_{17}=2,04$, $p<0,05$) ook een significante toename vastgesteld bij de meest tolerante soorten (TK3 T3>T0: $z_{17}=2,67$, $p<0,01$; TK2 T3>T0: $z_{17}=2,67$, $p<0,05$; TK1 T3>T0: $Z_{17}=2,61$, $p<0,01$). Enkel bij de middenmoot van de tolerantieklassen was er geen significante toename van het aantal taxa.





figuur 5.1 Gemiddelde aantallen macro-invertebraten per tolerantieklasse (TK7=intolerant, TK1=tolerant) en per jaar met weergaven van statistische verschillen (** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, NS* indicatie, NS niet significant)

Vervolgens werd een analyse uitgevoerd in functie van de afzonderlijke zones (ongeacht het bemonsteringsjaar). Er wordt geen verschil gevonden in aantal intolerante taxa, noch aantal EPT soorten tussen de verschillende vooroevers. Het kanaal vertoont voor de meeste deelscores voor de tolerantieklassen de laagste waarden. Zones 1 en 3 scoren voornamelijk beter op vlak van TK1 en TK3. Over het algemeen scoren ze licht beter dan zones 4a en 4b, met heel wat variatie afhankelijk van de deelscore. Wat betreft het aantal taxa scoort zone 1 significant beter dan het kanaal ($F_{15, 58,37} = 3,034$; $p < 0,01$) en heeft zone 4a een indicatie voor een hoger aantal soorten dan het Zeekanaal ($p = 0,099$).

Vergelijking zones

Wanneer we de afzonderlijke 35 substraatzakken (T0: 17, T3: 18) met een Principal Component Analysis (PCA) analyseren, krijgen we zicht op de verhouding van de soortensamenstelling tussen de verschillende zones. Met behulp van een PCA wordt de macro-invertebratengemeenschap voorgesteld in een multidimensionale ruimte (figuur 5.2).

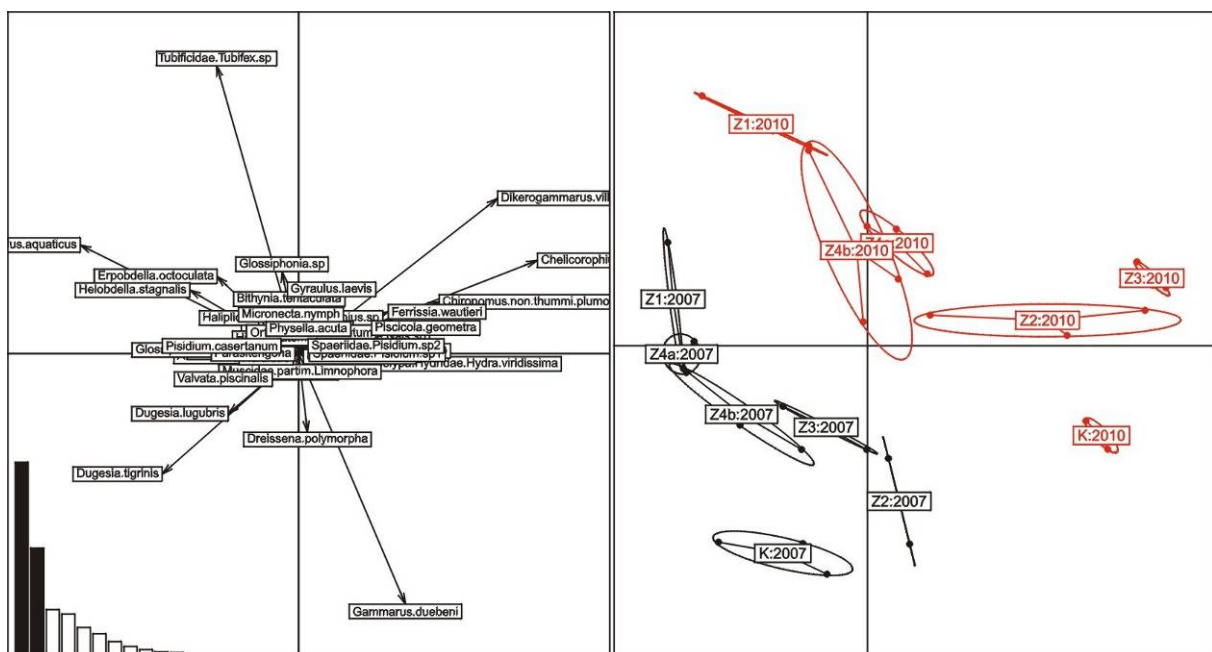
Deze analyse verklaart de aanwezigheid van de soorten voor 73% op basis van een gecombineerd effect van zone en monitoringsjaar ($p < 0,001$). Wanneer we enkel naar de differentiëring op basis van de zones kijken, verklaart dit slechts 21% al blijft het een significant effect ($p < 0,001$) hebben op de macro-invertebratengemeenschap. We kunnen hiermee dus bevestigen dat er significante verschillen zijn tussen de zones, maar dat deze ook sterk beïnvloed zijn door het monitoringsjaar, wat in de voorgaande hoofdstukken reeds uitgebreid werd besproken.

De belangrijkste verschillen tussen T0 en T3 waren het verschijnen van *Chelicorophium curvispinum* (Kaspische slijkgarnaal) en *Dikerogammarus villosus* (Ponto-Kaspische vlokreeft) en het vrijwel verdwijnen van *Dugesia trigrinis* (tijgerplatworm). De nieuwe exoten waren vrij dominant aanwezig in alle zones, enkel in zone 4b was de slijkgarnaal slechts sporadisch aanwezig. Het verschijnen van grote aantallen exoten zorgt dan ook voor de verschuiving tussen de stalen uit T0 (zwart) en T3 (rood) in figuur 5.2.

De X-as is dan ook grotendeels een weergave van die wijziging in samenstelling van de Crustacea, met het verschijnen van *Chelicorophium curvispinum* en *Dikerogammarus villosus* en de afname van *Asellus aquaticus* (zoetwaterpissebed). Hierbij is zone 3 het sterkst onderworpen aan deze vernieuwde soortensamenstelling en komt dan ook volledig rechts te liggen, nog verder afwijkend van de overige zones.

De tweede as wordt sterk gedragen door de taxa *Tubifex* sp. en *Gammarus duebeni* (brakwatervlokreeft).

Zone 2 en het kanaal liggen geclusterd in de grafiek, door hun gering aantal aangetroffen soorten. Zones 4a en 4b hebben een sterk gelijke soortensamenstelling, waarbij de ontwikkelingsgraad (leeftijd) van de plasbermen nauwelijks uitspringt. Zones 1 en 3 wijken dan weer af van deze twee zones. Zone 3 wijkt het sterkst af door de volledige afwezigheid van zoetwaterpissebedden in de stalen, alsook de opvallende aantallen puntige blaashoornslak en de Ponto-Kaspische vlokreeft.



figuur 5.2 PCA van de macro-invertebraten uit artificiële substraten

5.3.1. Functionele groepen

Een analyse op basis van de voedingsgewoonte levert aanvullende informatie over de habitatbeschikbaarheid in de betreffende zone. Volgens Tachet *et al.* (1980) worden de macro-invertebraten op basis van hun voedingsgewoonten onderverdeeld in volgende functionele groepen:

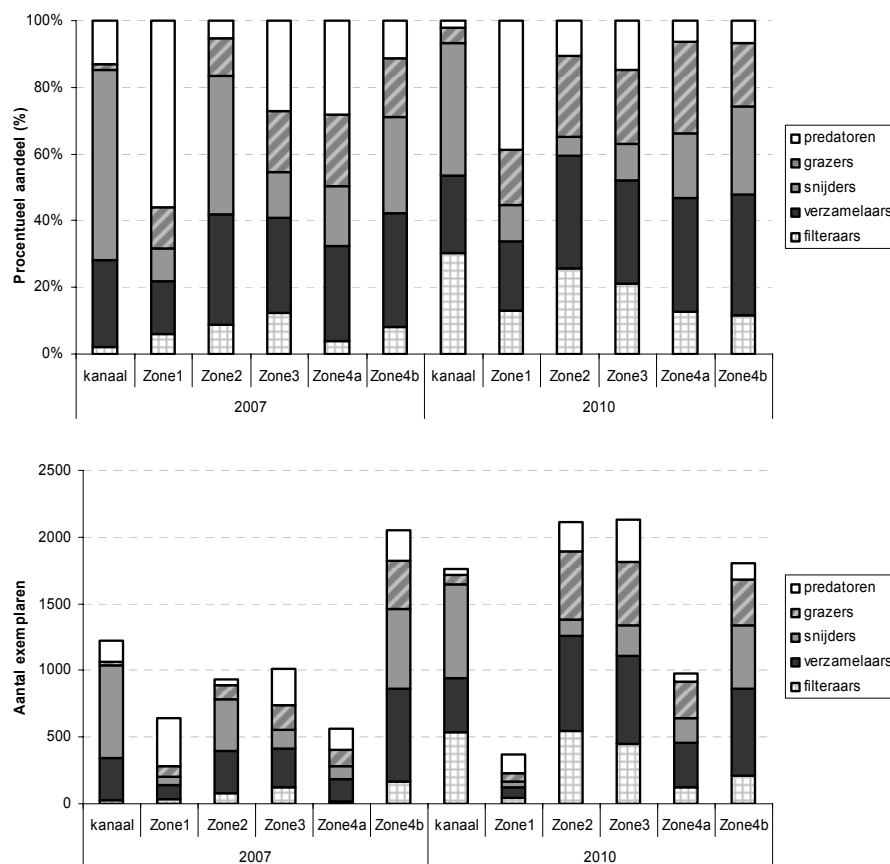
- Predatoren, die leven van dierlijke organismen.
- Snijders, die grof partikelvormig organisch materiaal verwerken tot fijn partikelvormig organisch materiaal.
- Verzamelaars, die zich voeden met fijn partikelvormig organisch materiaal. Dit zijn de substraateters.
- Filteraars, die fijn partikelvormig organisch materiaal uit het water zeven.

- Grazers voeden zich met de dunne laag algen en periphyton van het substraat. Schrapers grazen op macrofyten en verwijderen hierbij een dunne plantenlaag. Omwille van de gelijkenis in voedingsgewoonten, worden deze groepen samengenomen.

Op basis van de relatieve en absolute aanwezigheid van de diverse functionele groepen (figuur 5.3) kan een beeld gevormd worden van de aanwezige voedselbronnen en gemeenschapsstructuur.

In zone 1 bestaat meer dan 40% van de populatie uit predatoren, die meestal de hoogste eisen stellen aan hun leefgebied. De filteraars, die moeten leven van het zwevend materiaal, worden dan weer hoofdzakelijk aangetroffen in het kanaal, zone 2 en zone 3. De groep van de snijders heeft haar zwaartepunt in het kanaal en zone 2, beide open systemen met aanvoer van plantaardige resten. De afwezigheid van vooroevers met een goed ontwikkelde vegetatie zorgt voor de beperkte ontwikkeling van deze functionele groep.

De grazers komen overal gelijkmatig voor, met uitzondering van het kanaal waar deze groep ontbreekt. De plasbermen vormen een duidelijk voordeel voor deze groep ten opzichte van het kanaal. Bij de verzamelaars is geen onderscheid, het substraat blijkt overal beschikbaar.



figuur 5.3 Procentueel en totaal aandeel van de verschillende functionele groepen per zone en per jaar

Tussen de jaren valt vooral de aantaltoename op, maar zeker ook de afname van het aandeel predatoren, zowel procentueel als absoluut. Daar tegenover staat een toename van de grazers en de filteraars, wat mogelijk wijst op een minder stabiel leefmilieu.

5.4. Evaluatie

Tijdens het onderzoek is er een significante verbetering van de macro-invertebratengemeenschap opgetreden. Er is een sterke toename geweest van het aantal soorten tussen T0 en T3. In de plasbermen verschijnen bovendien meer gevoelige soorten. Anderzijds is er wel een afname van het aandeel predatoren ten voordele van grazers en filteraars, wat kan wijzen op een kwalitatieve vermindering van het habitat.

De plasbermen hebben een duidelijke meerwaarde door het aantrekken van meer intolerante soorten, waaronder de EPT-soorten, die in het kanaal en in zone 2 vrijwel afwezig blijven.

Zones 1 en 3 scoren allebei beter dan de overige zones, voornamelijk wat betreft het soortenaantal. Wel zijn de hogere scores van zone 3 deels het gevolg van de sterke aanwezigheid van exoten in de plasberm. Vooral in T3 werd immers een sterke toename van exoten vastgesteld. De opkomst van exoten kan echter ook in verband gebracht worden met de verschuiving binnen de functionele groepen, waardoor deze recente exoten een bijzonder grote impact hebben op de macro-invertebratengemeenschap in het Zeekanaal.

Voor een verbetering van de macrofauna in de plasbermen kan vegetatie nog een aanvullende meerwaarde vormen, voornamelijk dan voor de ontwikkeling van de functionele groep snijders. Wat betreft het type van inrichting blijkt dat de globale verschillen tussen de reeds aangelegde zones beperkt is, de aanwezigheid van een vooroever is het meest essentiële element en waarschijnlijk is de leeftijd van de plasbermen belangrijker voor de macrofauna dan het type vooroever.

6. OVERIGE FAUNA

6.1. Doelstelling

De biotoop gecreëerd door de vooroevers biedt mogelijkheden als leefgebied voor talrijke diersoorten, naast de reeds besproken vissen en aquatische macro-invertebraten. Door de mobiliteit van vele soorten is het echter niet steeds mogelijk om hun aanwezigheid rechtstreeks te koppelen aan een bepaald type vooroever. Daarom wordt vooral gekeken naar het gebruik dat verschillende soort(groep)en maken van de ontstane biotopen.

Het belangrijkste aspect van dit onderdeel is om na te gaan in welke mate de plasbermen, vooroevers en oevers een wezenlijke bijdrage leveren aan het habitat van de talrijke soorten die er waargenomen worden. Door de aard van de waarnemingen (vaak losse vaststellingen) en de grote mobiliteit van vogels, is dit hoofdstuk vooral beschrijvend opgevat. Bij de analyse van deze resultaten zullen we ons eerder beperken tot een beschrijving van de waargenomen soorten en hun gebruik van de diverse habitats.

Bij libellen en amfibieën is hun voorkomen wel sterker gerelateerd aan bepaalde plasbermen. De aan- en afwezigheid van soorten kan dan ook duidelijker weergegeven worden. De vraagstelling zal dan ook zijn:

- welke soorten komen in de verschillende zones voor en wat zijn hun habitateisen
- welke zones hebben de hoogste biodiversiteit (soortenaantal, rode lijstsoorten, Shannon-diversiteitsindex)

Op deze manier kan een beoordeling gegeven worden van de verschillende vooroevers en wordt getracht om de optimale kenmerken voor de onderzochte groepen aan te wijzen.

6.2. Avifauna

Door de aanleg van deze vooroeververdediging ontstaan verscheidene nieuwe biotopen die door zeer diverse vogelsoorten kunnen gebruikt worden als habitat. In tweede instantie ontwikkelen zich in of op die nieuwe structuren eveneens vegetatietypes die eveneens een nieuw habitat creëren. Enerzijds wordt gekeken naar het algemeen gebruik van deze nieuwe zones (foerageren, vluchtplaats, schuilplaats, ...), anderzijds wordt natuurlijk ook bijzondere aandacht besteed aan mogelijke broedgevallen in diezelfde zones.

6.2.1. Methode

Aanwezige soorten

In het voorjaar (driemaal), de nazomer en de winter werd telkens een gerichte inventarisatie en observatie uitgevoerd van de vogels die in of aan de plasberm en vooroeververdediging aanwezig zijn. Hierbij werd minstens het volledige kanaaltraject met vooroevers bezocht, gezien de mobiliteit van vogels werd ruimer gekeken dan de 5 onderzoekszones.

T0	T1	T2	T3
20/04/2007	22/04/2008	16/06/2009	9/03/2010
24/04/2007	20/06/2008		25/05/2010
25/04/2007	23/06/2008		26/05/2010
23/07/2007	25/06/2008		29/06/2010
30/07/2007	27/06/2008		7/09/2010
23/01/2008	20/11/2008		
24/01/2008	14/01/2009		

tabel 6.1 Data van gerichte vogelmonitoring

Hierbij werd genoteerd welke soorten aanwezig waren, de aantallen, in welk deel van het kanaal ze aanwezig waren (oever, plasberm, vooroever, kanaal) en het gedrag dat ze vertonen. Aan de hand van dit laatste kon vervolgens nagegaan worden op welke manier ze gebruik maken van deze zones.

Daarnaast werd bij de diverse andere bezoeken aan het onderzoeksgebied ook voldoende aandacht besteed aan de aanwezigheid van vogels. Ook bij deze waarnemingen werden de nodige specificaties verzameld (soort, aantal, gedrag, locatie), die vervolgens als sporadische waarnemingen mee verwerkt werden. Op die manier werden tijdens de volledige projectperiode gedurende vele tientallen dagen vogels geobserveerd.

Broedvogels

Voor de vogels die in het broedseizoen werden waargenomen werd eveneens de broedzekerheid opgegeven en ook de (mogelijke) locatie aan de vooroevers: kanaal, op vooroever, in struiken op vooroever, op de plasberm, op de oever, in een struik op de oever of elders. Hiervoor worden de criteria gehanteerd die door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek werden uitgewerkt voor de Vlaamse Broedvogelatlas (Vermeersch, 2004). Hoewel er geen gericht broedvogelonderzoek bij ochtendgloren werd uitgevoerd aan de wilgenstruwelen, werden toch waarnemingen gedaan van zangvogels tijdens de vele inventarisatiedagen.

6.2.2. Resultaten

Habitatgebruik

Er werden gedurende de studie 34 soorten waargenomen op de oevers, in de plasbermen, op de vooroevers en in het kanaal. In tabel 6.2 is deze lijst samengevat met het maximaal aantal dat per deelzone werd waargenomen op één bepaalde dag. Van deze lijst is enkel Pijlstaart opgenomen in de Vlaamse Rode Lijst (Devos *et al.*, 2004), waar hij is opgenomen in de categorie Zeldzaam. Oeverzwaluw en aalscholver werden in 2004 van de Rode Lijst (versie 1999) geschrapt en worden niet meer als bedreigd beschouwd.

Het kanaal is het meest gebruikt, vooral in de winterperiode, door diverse foeragerende watervogels. Vooral in november 2008 (T1) was er door de koude periode een zeer grote instroom van allerlei watervogels tot in januari. Deze wintergasten maken echter weinig gebruik van de oevers en blijven steeds in het kanaal zelf.

Soort	Kanaal	Vooroever	Plasberm	Oever	Opmerkingen
Aalscholver	3	4		1	Vaak overvliegend of zonnend
Bergeend	3				Jaar rond
Blauwe reiger		4			Jaar rond
Boerengans	19	17		19	Jaar rond, juv.
Canadese gans	1				
Chileense smient	1				Winter
Ekster				1	
Fazant				1	
Fitis		1			
Fuut	4				Jaar rond
Grote zaagbek	1				Winter
Holenduif		1			
Houtduif		1			
Kievit		1			
Kleine karekiet			1		Rietkraag zone1
Kleine mantelmeeuw	1				Winter
Kokmeeuw	100				Winter
Krakeend	12				Winter
Kuifduiker	1				Winter
Kuifeend	±80				Winter
Mandarijneend	1	1			Winter
Meerkoet	40	13	5	2	Voornamelijk winter
Nijlgans	12	29			Jaar rond, juv.
Oeverloper		4		3	Jaar rond
Oeverwaluw				60	Broedend zone2
Pijlstaart	2				Winter
Rosse stekelstaarteend	1				Winter
Scholekster		2			
Tafeleend	60				Winter
Verwilderde eend	25	4	1	1	Jaar rond
Waterhoen	9	8	12	17	Jaar rond, broedend
Wilde eend	88	60	39	41	Jaar rond
Witgatje		1			
Witte kwikstaart		2			Ook baltsend
Zilvermeeuw	1	1			Winter
Zwarte kraai		3			

tabel 6.2 Waargenomen soorten met maximale aanwezigheid per dag in de verschillende deelzones

De soorten die jaar rond aanwezig zijn in het kanaal (waterhoen, meerkoet, wilde eend, nijlgans en de verwilderde eenden en ganzen) maken wel gebruik van de vooroevers. Ze maken in mindere mate ook gebruik van de oevers als rustplaats. Ook aalscholvers, die echter vooral overvliegend worden gezien, maken gebruik van het kanaal (om te foerageren) en de vooroevers (rusten en drogen).

Soorten die de vooroever gebruiken als foerageergebied zijn de kleine steltlopers zoals oeverloper, witgatje en scholekster, alsook de witte kwikstaart. Deze laatste soort is hier zeer actief op de vooroevers en wordt vrijwel altijd waargenomen.



figuur 6.1 Beelden van de avifauna: aalscholvers op vooroever, Chileense smient, scholeksters foeragerend, winterse watervogels, pijlstaart, opvliegende wilde eenden in zone 1

De oevers en de dijken zelf, gelegen tussen plasberm en jaagpad, worden voornamelijk gebruikt door soorten die niet aan water gebonden zijn en ze aanzien als verderzetting van het aangrenzende landschap (fazant, kraai). De oeverzwaluw maakt hierop een uitzondering, aangezien hij deze oevers gebruikt om te nestelen (zie verder).

In de plasberm zelf werden voornamelijk de kleine watervogels aangetroffen, die dit biotoop gebruiken als een rustigere foerageerplek. Vooral watervogels met juvenielen (wilde eend, nijlgans en waterhoen) worden er vaak aangetroffen. Waterhoen en wilde eend maken bovendien geregeld gebruik van de verbindingsbuizen om te schuilen of te vluchten naar het kanaal wanneer ze verstoord worden.

In zone 2 werden vrijwel geen vogels aangetroffen (tabel 6.3), wat te verklaren is door het beperkte aanwezige habitat. Enkel oeverloper, die op de afkalvende oevers kwam foerageren, en oeverzwaluw werden waargenomen. In zone 3 werd voornamelijk de plasberm gebruikt door een beperkt aantal watervogels, waaronder de daar broedende waterhoen. In zone 1 werd de plasberm slechts sporadisch gebruikt. Het hoofdgebruik was de vooroever die fungeerde als rustplaats voor talrijke eenden en ganzen.

In zone 4 werden de vooroevers nog veel intensiever gebruikt als rustplaats, ook door aalscholvers. Dit is te verklaren door het meer open karakter van deze vooroevers, wat in functie van de zichtbaarheid en de veiligheid van groot belang is voor de rustende vogels. Ook de plasbermen werden in zone 4 veel intenser gebruikt door allerlei watervogels.

Soort	1	2	3	4a	tussen 4a en 4b	4b	stroomop- waarts 4b
Aalscholver				7	2	1	1
Blauwe reiger	1			1	2		
Boerengans	9			5	12	10	6
Ekster							1
Fazant				1			
Fitis						1	
Holenduif					1		
Houtduif					1		
Kievit					1		
Kleine karekiet	1						
Mandarijneend						1	
Meerkoet	12		1	1	3	4	2
Nijlgans	6			5	11	11	19
Oeverloper	2	2	1	2		2	
Oeverzwaluw		60					
Scholekster						2	
Vverwilderde eend				1	4	2	2
Waterhoen	2		4	3	6	8	3
Wilde eend	10		10	41	33	15	12
Witgatje					1		
Witte kwikstaart			1		2	1	1
Zilvermeeuw					1		
Zwarte kraai				2	3		

tabel 6.3 Soorten aan plasberm en (voor)oever met maximale aanwezigheid per dag per zones

Zoals op veel open water in Vlaanderen werden ook hier talrijke exoten waargenomen: Nijlgans, Canadese gans, Chileense Smient en rosse stekelstaarteend. Daarnaast bestond de vaste populatie eenden en ganzen voor een groot deel uit verwilderde en verbasterde exemplaren, met combinaties van Pommerse ganzen, grauwe ganzen, Barbarie eenden, wilde eenden, ...

Aanvullend werd ook de aanwezigheid van een gele kwikstaart gemeld aan zone 4b. Deze soort is in de rode lijst (Devos *et al.*, 2004) opgenomen als achteruitgaand.

Broedvogels

Op vlak van broedvogels waren de plasbermen zeer arm. Aan de vooroevers was slechts één soort met zekerheid permanent broedend aanwezig. In zone 3 had een waterhoen een nest in een lege schanskorf (figuur 6.2). Hier werden jaarlijks minstens twee broedsels vastgesteld met een legsel tot meer dan 9 eieren.

Daarnaast werd in mei 2010 (T3) ook nog een broedende boerengans vastgesteld op de vooroever tussen zone 4a en 4b, nadien werd het nest niet meer gezien, wat het succes onzeker maakt.

In de rietkraag van zone 1 werd zowel in T2 als T3 in juni een kleine karekiet gehoord. Reeds vroeger waren er aanwijzingen. Zijn aanwezigheid kon toen echter niet met volledige zekerheid worden vastgesteld. Door het beperkt aantal waarnemingen is het echter onwaarschijnlijk dat de soort in die (beperkte) rietkraag zou broeden, al is het niet uitgesloten.



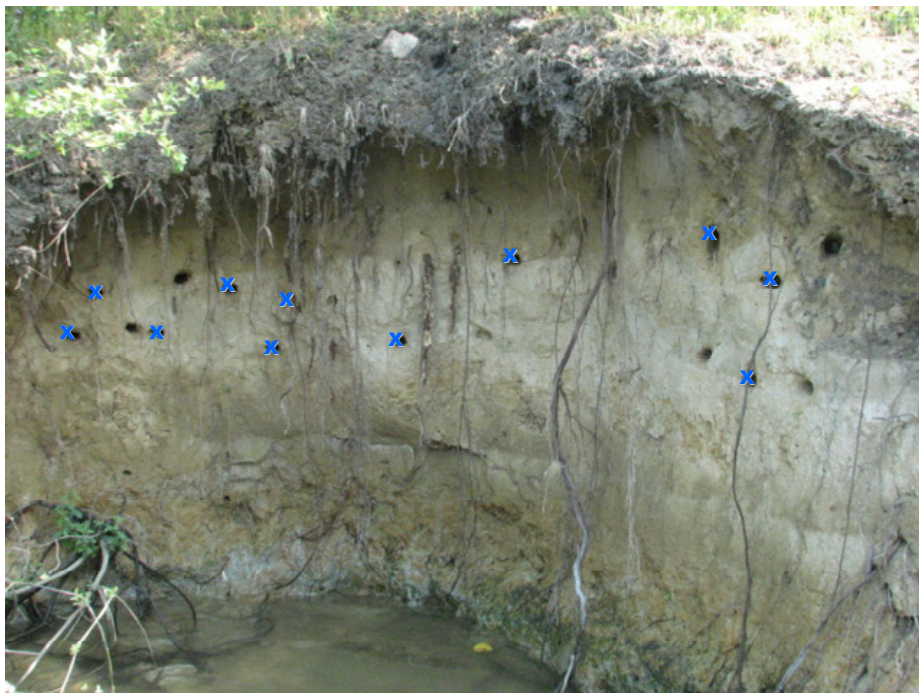
figuur 6.2 Broedplek van de waterhoen in zone 3 en rietkraag in zone 1

Verder werden de plasbermen en vooroevers wel vaak gebruikt door diverse andere watervogels die er met hun kuikens kwamen rondzwemmen (nijlgans, wilde eenden, boerengans), maar de broedlocaties bevonden zich buiten het onderzoeksgebied. De bergeenden en scholeksters die in T1 werden waargenomen, broedden beide op een natte akker grenzend aan het Zeekanaal.

Oeverwaluwen

Een opmerkelijke vaststelling in T3 was de aanwezigheid van een vijftigtal holen van oeverwaluwen in de verticale eroderende oevers van zone 2. Voordien werd deze soort niet waargenomen en ook in T2 waren ze nog niet aanwezig (16/9/09: controle erosie in zone 2). De nesten waren gegroepeerd in drie clusters (twee van ongeveer 20 en een van ongeveer 10). In een van de grotere clusters werd een telling uitgevoerd van het aantal gaten in gebruik, waarbij bleek dat 11 van de naar schatting 18 holen bezocht werden door adulte oeverwaluwen (figuur 6.3).

Als we dit doortrekken naar het totaal aantal nesten, waren er in T3 vermoedelijk tussen 30 en 40 koppels oeverwaluw aanwezig in zone 2.



figuur 6.3: Aanduiding van bezochte nesten

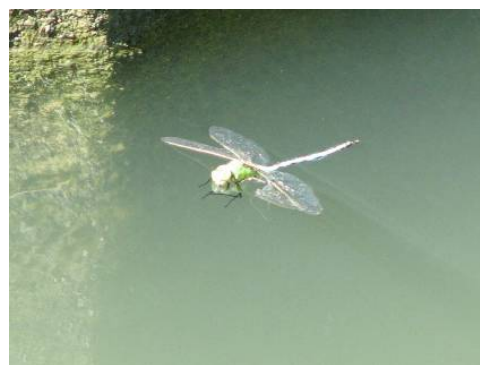
6.3. Libellen

Libellen kunnen dubbel gebruik maken van de aangelegde natuurvriendelijke oeverzones. Enerzijds is het een plek om te foerageren voor de imago's, in de plasbermen kan ook eiafzet plaatsvinden en kunnen de larven opgroeien.

6.3.1. Methode

Voor een inventarisatie van de adulte libellen (imago's) werd tweemaal per monitoringsperiode een bezoek gebracht aan de verschillende zones, eenmaal in de lente en eenmaal in de zomer. Hierbij werd telkens tweemaal het hele traject van de zones (langs beide zijden van het kanaal) afgestapt en onderzocht op de aanwezigheid van libellen. Deze gerichte zoektochten werden verder aangevuld met diverse losse waarnemingen tijdens andere veldwerktaken.

Om een beeld te krijgen van het habitatgebruik van de libellen werd bijzondere aandacht besteed aan het gedrag van de dieren: territoriaal, tandemvlucht, paringswiel of eiafzet. Aanvullend kon met behulp van de macro-invertebraten bemonstering nagegaan worden of er effectief ook reproductie plaatsvond in de plasbermen.



6.3.2. Resultaten

In totaal werden 9 soorten waargenomen in en aan de plasbermen (tabel 6.4). Lantaarntje en oeverlibel waren het meest regelmatig en in de hoogste aantallen aanwezig. De waarnemingen van de overige soorten overtroffen nooit meer dan 2 exemplaren, enkel voor de azuurwaterjuffer werd (eenmalig) een hogere densiteit vastgesteld, van een tiental exemplaren.

Alle aanwezige soorten uitgenomen één staan gecatalogeerd als momenteel niet bedreigd in de Vlaamse Rode Lijst voor libellen (De Knijf, 2006). De variabele waterjuffer in zone 2 is opgenomen met als status 'bedreigd'.

Soort	Rode lijst status	zone1	zone 2	zone3	zone4a	tussen 4a en 4b	zone4b
Variabele waterjuffer	Bedreigd		X				
Azuurwaterjuffer	Momenteel niet bedreigd			X			
Lantaarntje	Momenteel niet bedreigd	X		X	X		X
Watersnuffel	Momenteel niet bedreigd						
Blauwe breedscheenjuffer	Momenteel niet bedreigd	X		X			
Houtpantserjuffer	Momenteel niet bedreigd	X		V			
Heidelibel sp.	Momenteel niet bedreigd		X				
Gewone oeverlibel	Momenteel niet bedreigd	T	T	T/V	T		T
Keizerlibel	Momenteel niet bedreigd			X	X	T	

tabel 6.4 Waargenomen adulte libellen met gedrag (X: aanwezig; T: territoriaal; V: voortplanting)

De mannetjes van de gewone oeverlibel en de keizerlibel werden vaak territoriaal waargenomen. Dat wil zeggen dat ze tijdens de voortplantingsperiode een territorium in de plasberm probeerden te veroveren en te beschermen door eindeloos op en neer te patrouilleren. Andere mannetjes die in het territorium kwamen, werden verjaagd. Eenmaal werd in zone 3 de eiafzet van een gewone oeverlibel vastgesteld.

Van de houtpantserjuffer werd ook nog een tandem vastgesteld in T3 (zone3). Dit laat vermoeden dat ook deze soort de plasbermen gebruikt voor de voortplanting, al werden geen larven gevonden bij de bemonstering van macro-invertebraten. Van groot belang bij deze soort is de aanwezigheid van overhangende en inhangende takken of struiken, waar de eiafzet op plaatsvindt.

Larvaal stadium

In de geanalyseerde stalen voor macro-invertebraten (zie hoofdstuk 5) werden in zones 1, 3 en 4b larven van oeverlibel aangetroffen. In zone 3 werden eveneens larven van lantaarntje, blauwe breedscheenjuffer en de variabele waterjuffer vastgesteld. Al deze exemplaren werden tijdens T3 gevonden, met uitzondering van het lantaarntje.

	zone1	zone3	zone4b
Variabele waterjuffer		9	
Lantaarntje		1	
Blauwe breedscheenjuffer		3	
Gewone oeverlibel	2	3	1

tabel 6.5 Aantal larvale libellen aangetroffen in de stalen uit de diverse zones

6.4. Andere faunagroepen

Tijdens al het veldwerk op het terrein werd steeds nauwlettend uitgekeken naar dieren die gebruik maken van de nieuw gecreëerde biotopen. Naast de reeds vernoemde diergroepen ging bijzondere aandacht naar zoogdieren en amfibieën.

6.4.1. Zoogdieren

Op 11 juni 2008 (T1) werd in zone 2 een verdronken egel aangetroffen en op 25 mei 2010 (T3) dreef een verdronken ree in het kanaal ter hoogte van zone 4b. Dit houdt onrechtstreeks verband met de plasbermen, aangezien zij de mogelijkheid creëren om het kanaal te verlaten. Door de steile oeverwanden van kanalen is het voor vele (zoog)dieren vrijwel onmogelijk om het water weer te verlaten en verdinken ze. Tegenwoordig wordt daarom bij de heraanleg van kanaaloevers meer rekening gehouden met uitstapvoorzieningen voor fauna. Sommige natuurvriendelijke oevers kunnen ook als uitstapvoorziening dienen. Vooroevers met een voldoende zwakke helling, ook onder water, bieden bijvoorbeeld genoeg grip om naar boven te klimmen. In dat opzicht is de lange afstand waarover de vooroever aangelegd is, waar zone 4a en 4b deel van uitmaken, een pluspunt.

6.4.2. Amfibieën

Bij een afvissing van zone 4a (T1) werd een meerkikker of grote groene kikker (*Pelophylax ridibundus*) gevangen, de grootste inheemse vertegenwoordiger van het groene kikkercomplex.

Reeds in T0 waren er waarnemingen van grote exemplaren van het groene kikkercomplex, maar determinatie was toen niet sluitend. Deze vangst bevestigt het vermoeden dat alle waargenomen kikkers meerkikkers waren.



Nabij zone 4a werden diverse malen luid kwakende meerkikkers (tot 3 exemplaren) waargenomen. De dieren hielden zich op in de meest noordelijke hoek van deze plasberm, waar een beperkte emergente vegetatie van riet en wilgen aanwezig is. Ook in zone 4b werden meerkikkers gezien alsook eenmalig (T0) tussen zone 4a en 4b (nabij de Leibeek). In zones 1 (T1 en T3) en 3 (T1) werden ook sporadische waarnemingen gedaan van meerkikkers.

Er werden geen andere amfibieën in of nabij de plasbermen waargenomen. Mogelijk is de visstand te hoog en de watervegetatie te beperkt om zich succesvol te kunnen voortplanten.

6.4.3. Reptielen

In juli 2008 (T1) werd twee maal een roodwangschildpad (*Trachemys scripta elegans*) gevangen in de fuiken van zone 4a. Aangezien deze soort hier niet gewenst is, werden de schildpadden telkens meegenomen en aldus uit het natuurlijk systeem verwijderd. Verder werd deze soort niet waargenomen, ook niet zonnend op de vooroevers.

6.4.4. Ongewervelden

Tijdens het onderzoek werden op de dijken vaak, verschillende soorten vlinders aangetroffen. In zone 2 werden aan de damplanken ook veel wespinnen (*Argiope bruennichi*) waargenomen. Aangezien deze soorten niet gebonden zijn aan de plasberm of vooroever werd reeds bij het begin van de studie aangegeven dat deze niet gericht opgevolgd zouden worden. Hun abundante aanwezigheid geeft echter aan dat deze dijken ook voor deze soorten van belang zijn.



Bij de kwalitatieve bemonstering van macro-invertebraten werden ook Amerikaanse rivierkreeften gevangen in zones 3 en 4a (T0 en T1). Daarnaast werden er ook geregeld gevangen in de fuiken aan zones 4a en 4b. Deze soort is een alleseter die zowel vissen als waterplanten aanpakt. De aanwezige densiteiten zijn nog beperkt (13 op 56 afvissingen, maximaal 4 in 1 afvissing) en in T3 werden er helemaal geen gevangen, waardoor het effect waarschijnlijk voorlopig nog beperkt is.

6.5. Evaluatie

Er zijn een groot aantal vogels aanwezig die gebruik maken van de vooroevers, plasbermen en het kanaal ter hoogte van de studiezones. De grootste ecologische meerwaarde die kon vastgesteld worden was de aanwezigheid van een kolonie oeverzwaluwen en het ontstane foerageergebied voor steltlopers en witte kwikstaart. Daarnaast zorgen de plasbermen voor een rustigere zone voor tal van kleine watervogels en kuikens. De vooroevers worden dan weer gebruikt als rustplaats met een goed uitzicht voor eenden, ganzen en aalscholvers. De structuren zijn vermoedelijk wel te klein om als reëel broedgebied te fungeren, waardoor vooral het aspect foerageren en rustgebied de voornaamste bijdrage zijn voor de avifauna.

Bij de libellen werden geen opvallend grote populaties aangetroffen. Wel werden 9 soorten vastgesteld, waarvan 4 ook als larve in de plasbermen. Een van die met zekerheid reproducerende soorten is de variabele waterjuffer, die als bedreigd staat opgelijst voor Vlaanderen. Daarnaast werd ook paargedrag vastgesteld bij grote keizerlibel en houtpantserjuffer, een soort die nood heeft aan overhangende takken en struiken.

Zone 3 scoort zonder twijfel het best, vooral door het hoge aantal larven, maar eveneens door het hoogst aantal soorten imago's. Zones 1 en 4b volgen, ook door de aanwezigheid van larven. De twee zones zonder gebruik als juveniel habitat, zones 2 en 4a, scoren het minst. Voor zone 2 is dat duidelijk omwille van de hoge stromingen die in het ondiepe water optreden, maar de lage score van zone 4a is verrassend, aangezien hier meer beschutting en schaduw aanwezig is.

7. VEGETATIE

7.1. Doelstelling

Een belangrijk aandeel in de natuurwaarden van een gebied wordt geleverd door de vegetatie. De natuurwaarde van een vegetatie kan op verschillende manieren worden aangetoond. Vegetaties kunnen bijvoorbeeld soortenrijk zijn of verschillende zeldzame soorten bevatten. Verder legt de vegetatie in het algemeen het fundament voor de aanwezigheid van veel andere organismegroepen door het creëren van een gevarieerde structuur als habitat.

Het hoofddoel van dit deelonderzoek is om te onderzoeken in hoeverre de vegetatie een bijdrage levert aan de natuurwaarden in het studiegebied. Deze waarde wordt gedefinieerd als het soortenaantal, het aantal zeldzame soorten, maar eveneens de structuurvorming. Hierbij worden de verschillen tussen de diverse zones onderzocht om na te gaan waar de vegetatie het meest waardevol is en hoe deze verandert in de loop van de studieperiode. Het onderzoek en de evaluatie gebeuren zowel op soort- als op gemeenschapsniveau.

De analyse vindt in twee fasen plaats. Ten eerste wordt de hypothese of de vooroevers en plasbermen een significante ecologische bijdrage leveren, beantwoord door een directe vergelijking. Als tweede wordt ook getracht, door kenmerken te vergelijken, welke de mechanismen zijn die tot eventuele verschillen leiden. De resultaten van beide vragen worden vervolgens gebruikt om een onderbouwd advies op te stellen om natuurwaarden te kunnen optimaliseren.

Vragen

- Leiden verschillende vooroevertypen tot een verschil in natuurwaarden?
- Welke combinatie van vooroever en oever/dijk geeft de beste resultaten voor planten?

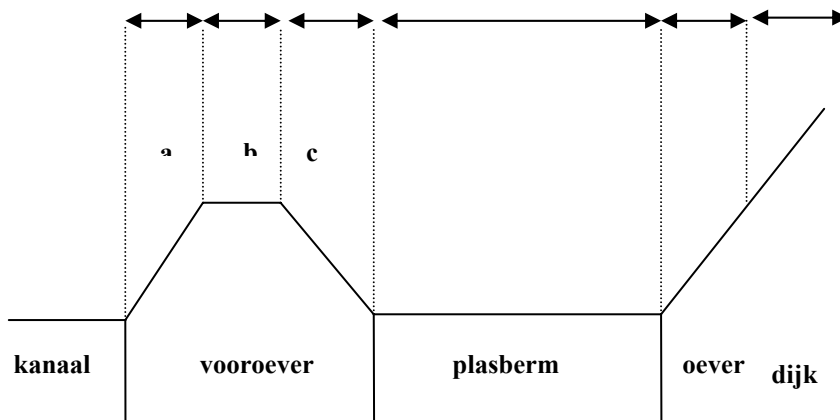
7.2. Methodiek

Indeling

In elke zone werd de vooroever onderverdeeld in segmenten van elk 5 m lang. Op die manier werden per zone 20 segmenten gecreëerd (19 bij zone 1, die slechts 95 m lang is). Binnen ieder segment werden zes deelzones onderscheiden die samen een dwarsdoorsnede van de gehele structuur vormden. (figuur 7.1): drie zijden van de vooroever, plasberm, oever en dijk.

Op de vooroever zijn drie deelzones onderscheiden, namelijk de kanaalzijde, de top en de plasbermzijde. De plasberm is in zijn geheel als een deelzone beschouwd, terwijl aan de dijkzijde twee zones zijn gedefinieerd, namelijk: de oever en de dijk. De oever is bij de onverharde afwerking (zones 1, 2 en 3) het deel dat direct blootstaat aan waterwerking en is overduidelijk anders van structuur dan de rest van de dijk. Bij de verstevigde afwerking (zones 4a en 4b) is de twee meter die direct grenzen aan de plasberm als oever gedefinieerd en hier direct op aansluitend is een tweede strook van 2 m breed genomen als dijk. Dit resulteerde, zowel voor de oever als voor de dijk, in een vlak van 10 m² waarin de vegetatie in haar geheel werd opgemeten. Deze grootte van het oppervlak maakte het mogelijk om een

goede inschatting van de bedekking van de soorten te geven en was voldoende groot om het overgrote deel van soorten te omvatten.



figuur 7.1 Schematische weergave van de deelzones voor de vegetatieopnames

Voor ieder segment van 5 m werden maximaal 6 vegetatieopnames gemaakt, afhankelijk van het type vooroever.

In T0 werden per zone random zes segmenten uitgekozen om te karteren en aldus een beeld te geven van de globale waarde van de betreffende zone. Tijdens T1 en T3 werd afgeweken van de oorspronkelijke aanpak en zijn binnen iedere zone alle segmenten geïnventariseerd (zie tabel 7.1). De belangrijkste reden hiervoor is dat uit de eerste resultaten bleek dat er nauwelijks zeldzame soorten werden aangetroffen (één waarneming van goudhaver). Wanneer tijdens T1 en T3 willekeurig andere segmenten waren gekozen, was de kans groot geweest dat juist het verloop van zulke zeldzame soorten niet duidelijk in kaart kon worden gebracht. Door alle segmenten op te nemen, werd dit vermeden (en werden eventuele veranderingen bij de overige soorten/gemeenschappen ook beter in kaart gebracht).

	1	2	3	4a	4b	Totaal
T0	6 (36)	6 (12)	6 (18)	6 (36)	6 (36)	30 (138)
T1	19 (114)	14 (28)	20 (60)	20 (120)	20 (120)	93 (442)
T3	19 (114)	14 (28)	20 (60)	20 (120)	20 (120)	93 (442)

tabel 7.1 Aantal geïnventariseerde segmenten per zone, tussen haakjes het totaal aantal uitgevoerde opnames

Vegetatieopnames

Per monsterpunt werden vegetatieopnames gemaakt van alle hogere planten volgens een vast patroon. De opname besloeg de totale oppervlakte van de onderscheiden zone in een segment. Gezien de grootte van de te karteren segmenten werd gebruik gemaakt van de Braun-Blanquetschaal (tabel 7.2). De opnames werden steeds in juli uitgevoerd.

Code	Individuen	Bedekking
r	Zeër weinig	<5%
+	Weinig	<5%
1	Talrijk	<5%
2	Zeër talrijk	<5%
	Of willekeurig	5-25%
3	Willekeurig	25-50%
4	Willekeurig	50-75%
5	Willekeurig	75-100%

tabel 7.2 Gebruikte abundantieschaal (Braun-Blanquet)

Indien aanwezig werd ook de gelaagdheid van de vegetatie onderscheiden. Deze lagen zijn de kruidlaag, struiklaag en boomlaag.

Biomassa

De bovengrondse biomassa van de kruidlaag werd ieder monitoringsjaar geoogst, zowel in de zomer (juli) als in de winter (december). Hiervoor werden telkens 10 deeltrajecten geselecteerd. Per deeltraject werden random 3 ruitjes van $0,25 \text{ m}^2$ geoogst zodat in totaal $0,75 \text{ m}^2$ werd verzameld. Hierna werd de vegetatie gedroogd en werd deze omgerekend naar aantal g/m^2 . Biomassa werd alleen verzameld als er sprake was van een minimaal ontwikkelde vegetatie. Zones waarin alleen enkele kiemplanten werden aangetroffen, werden niet geoogst en hier werd de biomassa ingeschat als kleiner dan $0,1 \text{ g/m}^2$. Aangezien de biomassa een maat is voor de functionaliteit op de oevers en dijken werd geen biomassa geoogst in de plasberm zelf.



Enkele oevers en dijken hadden een bijzonder sterk ontwikkelde struiklaag. Hier werd via een indirecte methode de biomassa ingeschat om het verzamelen van deze struiken te beperken. In T0 is een reeks opgesteld voor de struiken, waarbij een zeer duidelijke correlatie tussen de hoogte en de massa van de twijgen werd gevonden. Nadien is telkens per segment het aantal twijgen geteld in een subplot (1 m op 1 m) en is voor elke twijg de lengte bepaald. Via de reeks werd vervolgens de totale biomassa berekend, waarmee een inschatting kon worden gemaakt van de biomassa per m^2 in de struiklaag.

Analyse

Gemeenschappen

Als eerste stap werden gemeenschappen afgebakend via een TWINSPAN-analyse. In principe worden alle opnamen hiervoor gebruikt, maar opnamen waar slechts een of twee soorten in voorkomen, werden uitgesloten. Dit zijn voornamelijk opnamen die op de vooroevers werden gemaakt. Een voorbeeld hiervan is het voorkomen van geoord helmkruid op de vooroever in zone 4a. In T1 werden enkele individuen aangetroffen, maar de soort ontbrak in T0 en T3. Deze opnamen werden wel gebruikt bij de verdere analyses (soortenaantallen, etc).

De onderscheiden groepen werden handmatig gecontroleerd. Indien nodig werden deze verder opgesplitst (of samengevoegd). Om na te gaan of de groepen goed gescheiden zijn, werd een visuele controle uitgevoerd door deze ruimtelijk weer te geven in een PCA-grafiek.

In elke zone werd per deelzone (oever, dijk, etc) nagegaan op welk aandeel van de segmenten een gemeenschap werd aangetroffen. Dit is voor elk onderzoeksjaar herhaald zodat een inschatting kon worden gemaakt hoe de gemeenschappen veranderden in de tijd.

Soorten

Om de ontwikkeling op soortniveau te bepalen, werd een inschatting gemaakt van de verandering in voorkomen voor specifieke soorten. Hierbij werd alleen gebruik gemaakt van de gegevens van T1 en T3, aangezien in beide jaren een maximaal aantal opnamen werd uitgevoerd zodat ook voor de minder algemene soorten een goede inschatting kon worden gemaakt.

Allereerst is per soort gekeken naar de relatieve verandering van het totaal aantal vondsten. Daarna werd nagegaan waar de grootste verandering plaats vond, per zone en per structuurtype.

In de rapportage worden alleen de soorten besproken die een duidelijke toe- of afname lieten zien. Verder is gekeken voor welke gemeenschappen deze soorten typerend zijn, zodat ook een inschatting kon worden verkregen van het voorkomen van veranderingen op soortantallen binnen bepaalde gemeenschappen.

Vegetatie-eigenschappen

Als laatste werden de verschillenden deelzones vergeleken op basis van bepaalde afgeleide kenmerken van de vegetatie.

- **Percentage bedekking:** Hierbij wordt de procentuele bedekking gebruikt, dit afzonderlijk, voor zowel de kruid- als de struiklaag. Per opname wordt eveneens de gemiddelde bedekking van de soorten berekend om na te gaan wat de ontwikkeling in de tijd is op soortniveau.
- **Soortenrijkdom:** De soortenrijkdom wordt bepaald als het aantal soorten dat is aangetroffen in de desbetreffende plot en dit zowel voor de kruidlaag als de struiklaag.
- **Zaadverspreiding:** Per soort wordt de methode van verspreiding bepaald. Hiermee kan per opname het aandeel van de soorten die zich via wind, water of een andere manier verspreiden worden bepaald. Voor de typering van verspreiding wordt o.a. Bouman *et al.* (2000) gebruikt.
- **Biomassa (g/m^2):** Van de bemonsterde plots wordt de gemiddelde waarde berekend. Dit wordt zowel voor de zomerperiode als voor de winterperiode afzonderlijk gedaan.
- **Indicatie van vocht, zuurtegraad en stikstof:** Voor iedere soort wordt een kengetal voor de betreffende parameter bepaald. Hiervoor worden Ellenberggetallen (Ellenberg *et al.*, 1992) gebruikt. Per opname kan zo het aandeel worden bepaald.

Statistiek

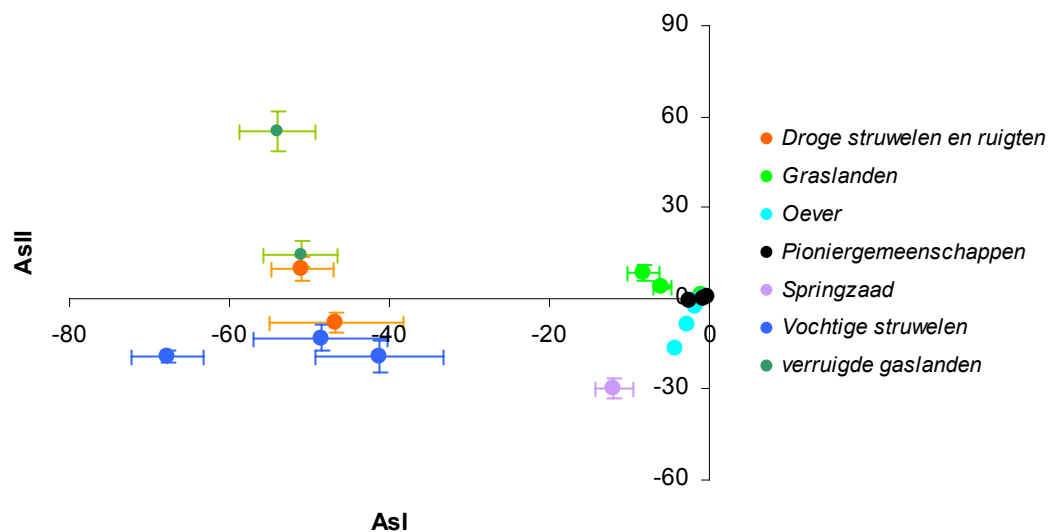
Voor zowel de dijken als de (voor)oevers wordt getest hoe de ontwikkeling in de tijd is van de hierboven beschreven parameters. Dit wordt niet-parametrisch getest via de Kruskal-Wallis-test. Deze test geeft weer of er significante verschillen bestaan tussen de jaren. Om na te gaan of er een trend is, wordt ter aanvulling een Spearman-test gebruikt. Deze niet-parametrische test geeft weer of er een relatie is met het jaar en geeft dus een schattig van de aanwezigheid van een positieve of negatieve trend (Waite, 2000). Vanzelfsprekend mag dit alleen indicatief worden gebruikt aangezien er slechts sprake is van drie tijdstippen. De resultaten van deze testen worden gebruikt om na te gaan of eventuele vegetatieontwikkelingen te groeperen zijn op basis van type oeversubstraat (hard vs. zacht).

Voor zowel de plasbermen als de vooroevers wordt ook onderzocht of er een relatie is met de leeftijd en zullen daarvoor de data van alle afzonderlijke plasbermen/vooroevers gegroepeerd worden. Om na te gaan of er een significante relatie is met de leeftijd wordt eveneens de Spearman-test gebruikt (Waite, 2000).

7.3. Gemeenschappen

7.3.1. Beschrijving gemeenschappen

In totaal werden 21 gemeenschappen aangetroffen (20 uit TWINSpan + Aquatische gemeenschap). Tussen verschillende van deze gemeenschappen bleek echter een grote overlap in soortensamenstelling te bestaan, aangezien het onderscheid louter gebaseerd was op verschil in bedekkinggraad tussen de soorten. Binnen een dergelijke groep was geen uitgesproken verschil in aandeel zeldzame soorten, indicatiewaarden etc. Op basis van deze kleine verschillen werd besloten om de overeenstemmende groepen verdere gegroepeerd te bespreken (figuur 7.2 en tabel 7.3).



figuur 7.2 PCA-figuur van de gemeenschappen

Gemeenschapsgroep	Dominante soorten
Aquatische gemeenschappen	Gekroesd fonteinkruid, schedefonteinkruid, grof hoornblad
Oevergemeenschappen (5)	Waterzuring, zwart tandzaad, Wolfspoot, blauw glikkruid, Riet
Springzaadgemeenschap (1)	Oranje springzaad
Pioniergemeenschappen (3)	Klein hoefblad, harig wilgenroosje, viltige basterdwederik
Graslanden (3)	Glanshaver, ruw beemdgras, smalle weegbree
Verruigde graslanden	Glanshaver, kropaar, wilg (sp.), wilde peen, luzerne
Droge struwelen/ruigten (4)	Struiklaag: boswilg, schietwilg Kruidlaag: glanshaver, rietzwenkgras
Vochtige struwelen (3)	Struiklaag: boswilg, schietwilg Kruidlaag: wolfspoot, grote brandnetel, mannetjesvaren, harig wilgenroosje

tabel 7.3 Gemeenschappen met aanduiding van de dominante soorten, tussen haakjes het aantal oorspronkelijk afgebakende gemeenschappen

Aquatische gemeenschappen

Deze opnamen werden niet meegenomen in de PCA-analyse, omdat het aantal soorten telkens zeer laag was (maximaal 2). In de latere fase van de studie verschenen in enkele plasbermen (zones 1 en 3) aquatische soorten. Het ging slechts over drie soorten, namelijk: gekroesd fonteinkruid, schedefonteinkruid en grof doornblad. Dit zijn allen soorten van (zeer) voedselrijke standplaatsen. Goed ontwikkelde aquatische gemeenschappen werden nog niet aangetroffen.

Oevergemeenschappen

Vijf gemeenschappen worden gekenmerkt door de aanwezigheid van een of meerdere soorten van natte oevers/wetlands. In deze gemeenschappen werden dezelfde soorten aangetroffen, maar de gemeenschappen verschilden onderling wat betreft de dominant optredende soort (voor de dominante soorten, zie tabel 7.3). De meeste opnamen waren verder (zeer) soortenarm. Ook de andere aanwezige soorten waren grotendeels soorten uit het natte oevermilieu zoals gewone engelwortel en moerasvergeet-me-nietje.

Springzaadgemeenschap

Deze gemeenschap werd gedomineerd door de exoot oranje springzaad. In T0 werd deze gemeenschap alleen in zone 1 op de vooroever aangetroffen, maar in de volgende jaren breidde deze zich gestaag uit in het hele studiegebied. Opnamen waar deze soort dominant voorkomt, zijn in het algemeen zeer soortenarm en slechts enkele soorten (bijv. wolfspoot) kunnen hiernaast nog enige bedekking van betekenis innemen.

Pioniergemeenschappen

Drie gemeenschappen die werden aangetroffen, worden gekenmerkt door het prominent optreden van klein hoefblad, harig wilgenroosje en/of viltige basterdwederik. De gemeenschap met klein hoefblad was zeer soortenarm, beide andere gemeenschappen varieerden wat betreft het soortenaantal. Verder namen deze soorten, en alle andere waargenomen soorten, vaak een zeer lage bedekking in. Deze gemeenschappen zijn vooral tijdens de eerste fase van de studie aangetroffen en dan vooral op de verstevigde dijken en oevers.

Graslanden

Drie gemeenschappen horen bij de graslandgemeenschappen. In twee gemeenschappen waren ruw beemdgras of glanshaver de meest voorkomende soorten. De derde gemeenschap stemde in grote mate overeen in soortensamenstelling, maar de bedekking was duidelijk lager. Het aantal aangetroffen soorten was lager en smalle weegbree trad meer op de voorgrond. De gemeenschappen werden vooral in zones 1, 2 en 3 aangetroffen op de dijken en oevers.

De meeste overige soorten waren typerend voor drogere, niet al te voedselrijke standplaatsen, zoals echt langbaardgras. Verder waren de gemeenschappen rijk aan hogere kruiden zoals echt bitterkruid, middelste teunisbloem en witte honingklaver. In de glanshavergemeenschap werd verscheidene keren goudhaver aangetroffen. Deze gemeenschappen werden vooral op dijken en oeverzones aangetroffen in de beginfase van de studieperiode.

Verruigde graslanden

Deze gemeenschappen zijn als een overgang op te vatten tussen de graslanden en de struwelen. De meest aangetroffen soort in de kruidlaag is glanshaver, maar ook meer ruigere soorten als kropaar worden regelmatig aangetroffen. Wilgen zijn ook prominent aanwezig, maar domineren zelden of nooit.

Vochtige struwelen

Drie gemeenschappen werden tot de groep van vochtige struwelen gerekend. De dominante soort in de struiklaag was vooral boswilg maar schietwilg werd ook regelmatig aangetroffen. Soorten die in de kruidlaag zijn aangetroffen, zijn voornamelijk soorten van (matig) vochtige en (zeer) voedselrijke standplaatsen, zoals grote brandnetel, wolfspoot en harig wilgenroosje. Deze gemeenschappen werden op de oevers aangetroffen, maar ook een enkele keer op de vooroevers.

Droge struwelen en ruigten

Tot deze laatste groep zijn vier gemeenschappen gerekend. Het zijn struwelen die op wat drogere bodems staan of verruigde zones waarin wilgen een dermate belangrijke rol zijn gaan spelen dat ze duidelijk overeenstemming tonen met de struwelen. De verruigde gemeenschappen werden vooral op dijken aangetroffen, dit zowel op verharde als onverharde dijken. Deze gemeenschappen zijn voornamelijk in de latere fase van de studie aangetroffen.

7.3.2. Verspreiding gemeenschappen

Bij deze beschrijving van de ligging van de gemeenschappen moet wel worden opgemerkt dat alleen de begroeide segmenten mee in beschouwing werden genomen. Een percentage van 100% wil dus zeggen dat al de segmenten waar vegetatie is aangetroffen dat type kent, niet dat 100% van deze deelzone door die gemeenschap in beslag is genomen! Dit is met name voor de plasberm, de oever en vooroever van belang, aangezien die ook onbegroeide segmenten kenden. Welk aandeel van een deelzone begroeid is, wordt verder besproken (paragraaf 7.5, p.95). Verder dient herhaald te worden dat in T0 100% overeenkomt met de 6 toen bemonsterde segmenten, terwijl in T1 en T3 alle 20 segmenten bemonsterd werden.

Zone 1

In verschillende gradiënten van zone 1 is een duidelijke verschuiving in de vegetatie opgetreden. Op de dijk werden tijdens T0 alleen graslandgemeenschappen aangetroffen. In T3 waren deze echter allen vervangen door verruigde graslanden en droge wilgstruwelen.

		Aq	O	Pio	Sp.	Gr	Ver	Wdr	Wvo
dijk	T0					100			
	T1					95			5
	T3						53	47	
oever	T0		50			50			
	T1		13	13		63			13
	T3		50		25				25
plasberm	T0		100						
	T1	20	80						
	T3	30	60						
vo_plasberm	T0		100						
	T1		78		22				
	T3		68		32				

tabel 7.4 Vegetatie in zone 1 voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen

Aq: aquatische gemeenschap; O: oevergemeenschappen; Pio: Pioniergemeenschappen;

Sp: springzaadgemeenschap; Gr: graslanden; Ver: Verruigd grasland; Wdr: Wilg, droog; Wvo: Wilg vocht

Ook op de oeverzone heeft een verschuiving plaatsgevonden en uit de getallen blijkt dat deze een dynamisch karakter heeft, wat typisch is voor oevers die onderhevig zijn aan een afwisseling van verdroging en vernatting. Op een klein deel hebben zich in de laatste fase wilgen kunnen vestigen. In de plasberm zelf werd in T0 alleen een rietgemeenschap aangetroffen. Tijdens de laatste jaren hebben zich ook enkele aquatische soorten gevestigd. Op de plasbermkant van de vooroever heeft de gemeenschap met oranje springzaad zich duidelijk uitgebreid ten koste van de andere oevergemeenschappen. Ook heeft deze gemeenschap zich in T3 gevestigd op de oeverzone.

Zone 2

Ook in zone 2 trad een verandering op in de vegetatiesamenstelling. Op de dijken werd een duidelijke toename waargenomen van verruigde graslanden en droge struwelen, dit ten koste van de graslanden.

		Gr	Pio	Ver	Wdr
dijk	T0	100			
	T1	100			
	T3			21	79
oever	T0	100			
	T1	100			
	T3		100		

tabel 7.5 Vegetatie in zone 2 voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen

Pio: Pioniergemeenschappen; Gr: graslanden; Ver: Verruigd grasland; Wdr: Wilg, droog

De gemeenschap op de oeverzone had tijdens 2008 nog karakteristieken van graslandgemeenschappen. In T3 was dit echter volledig verdwenen en de aangetroffen vegetatie had meer kenmerken van een pioniergemeenschap.

Zone 3

Op zone 3 werden vegetaties aangetroffen op de dijken, oever en in de plasberm. De dijk in zone 3 was in zowel T0 als T1 nog volledig bedekt door graslandtypen. Tijdens T3 waren deze vervangen door vooral verruigde graslandgemeenschappen.

		Aq	Pio	Gr	Ver	Wdr	Wvo
dijk	T0			100			
	T1			100			
	T3				80	15	5
oever	T0						
	T1		13	50			38
	T3	20		20		20	40
plasberm	T0						
	T1						
	T3	100					

tabel 7.6 Vegetatie in zone 3 voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen

Aq: aquatische gemeenschap; Pio: Pioniergemeenschappen; Gr: graslanden; Ver: Verruigd grasland; Wdr: Wilg, droog; Wvo: Wilg vocht

Ook op de oevers veranderde de vegetatie en trad eveneens een verschuiving op naar meer struweelachtige gemeenschappen. In de plasberm werd in T3 aquatische vegetatie aangetroffen.

Zone 4a

Op de dijk van zone 4a werd de pioniergemeenschap die tijdens T0 het beeld beheerste vervangen door graslandgemeenschappen en ten slotte door meer verruigde graslandgemeenschappen.

		O	Pio	Gr	Ver	Sp	Wv
dijk	T0		100				
	T1		47	16			37
	T3				95		5
oever	T0						100
	T1						100
	T3						100
vo_kanaal	T0						
	T1						
	T3					100	
vo_plasberm	T0						
	T1	50				25	25
	T3					92	8

tabel 7.7 Vegetatie in zone 4a voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen

O: oevergemeenschappen; **Pio:** Pioniergemeenschappen; **Sp:** springzaadgemeenschap; **Gr:** graslanden; **Ver:** Verruigd grasland; **Wvo:** Wilg vocht

Op de oever was het beeld consistent en werden alleen vochtige wilgstruwelen gevonden. Op de vooroever breidde de oranje springzaadgemeenschap zich sterk uit, zowel aan de kanaalkant als aan de plasbermkant.

Zone 4b

Ook op de dijken van zone 4b trad een duidelijke verruiging van de vegetatie op. In T0 hadden de pioniergemeenschappen nog een groot aandeel in de vegetatie, tijdens T3 was dit duidelijk sterk verruigd.

		O	Pio	Gr	Sp	Wv	Wd
dijk	T0		50				50
	T1		10			5	85
	T3					20	80
oever	T0						
	T1	71					29
	T3		5		5	75	15
vo_kanaal	T0						
	T1						
	T3	50			50		
vo_plasberm	T0		100				
	T1	100					
	T3				100		

tabel 7.8 Vegetatie in zone 4b voor de verschillende jaren, met procentueel aandeel van voorkomen

O: oevergemeenschappen; **Pio:** Pioniergemeenschappen; **Sp:** springzaadgemeenschap; **Gr:** graslanden; **Wdr:** Wilg, droog; **Wvo:** Wilg vocht

Op de oeverzone worden in T3 vooral vochtige wilggemeenschappen aangetroffen, die de oevergemeenschappen lijken te hebben vervangen. Ook hier heeft het oranje springzaad zich op de oever gevestigd. Dit is echter nog duidelijk sterker het geval bij de vooroever waar deze gemeenschap zich zowel aan de plasbermkant als aan het kanaal (zeer) sterk heeft uitgebreid.

7.3.3. Conclusies gemeenschappen

In totaal zijn er 21 gemeenschappen aangetroffen. Tussen verscheidene van deze gemeenschappen bestaat echter grote overeenstemming in soortcompositie en varieert voornamelijk de bedekking van de soorten. Als eenheid zijn verder in deze studie 8 groepen van deze gemeenschappen gebruikt.

Tot de meest abundante vegetatietypen behoorden grasland, verruigd grasland en struwelen alsook natte oevergemeenschappen. Goed ontwikkelde aquatische gemeenschappen ontbraken.

Eén gemeenschap werd gedomineerd door de exoot oranje springzaad. Deze werd tijdens T0 alleen op de vooroever van zone 1 aangetroffen maar breidde zich nadien sterk uit.

Op alle dijken met een onverhard substraat transformeerde de vegetatie van grasland richting verruigde grasland/struweel. Op dijken met een verhard substraat vond een verschuiving plaats van pioniergemeenschappen naar graslandgemeenschappen of struweel.

Oeverzones met een hard substraat waren tijdens de hele studieperiode begroeid (zone 4a: wilgstruwelen) of raakten begroeid (zone 4b: wilgstruwelen, springzaadgemeenschap). Oevers met een zacht substraat fluctueerden meer in de tijd wat betreft de gemeenschappen die werden aangetroffen.

Plasbermen raakten moeilijk begroeid en er werd een zeer beperkt aantal gemeenschappen aangetroffen. Bij zones 1 en 3 verschenen aquatische soorten tijdens de studie maar dit waren er slechts drie. Een rietkraag breidde zich uit in de plasberm van zone 1.

De vooroevers bevatten voornamelijk oevergemeenschappen en de gemeenschap met oranje springzaad, die zich tijdens de studie op alle vooroevers vestigde.

7.4. Soorten

7.4.1. Zeldzaamheid

In totaal werden 181 soorten aangetroffen (zie bijlage 8). Het aantal vondsten per soort (samengenomen over de hele meetperiode) varieerde sterk, 15 soorten werden meer dan 100 keer aangetroffen op in totaal 1022 opnames, terwijl 43 soorten maximaal twee keer werden waargenomen.

Om de “natuurwaarde” van de aanwezige soorten in te schatten werden drie parameters gebruikt. Deze zijn: trend in verandering, KFK (Kilometerhok FrequentieKlasse) en Rode lijstklasse. Al deze waarden werden gehaald uit Van Landuyt *et al.* (2006).

Wat betreft de trend in verandering behoort het merendeel van de aangetroffen soorten tot de klasse matige achteruitgang tot matige vooruitgang. Van 36 aangetroffen soorten wordt een duidelijke vooruitgang gemeld in Vlaanderen. Van 38 soorten was geen trend beschikbaar, dit zijn echter allemaal soorten die algemeen tot zeer algemeen zijn (tabel 7.9).

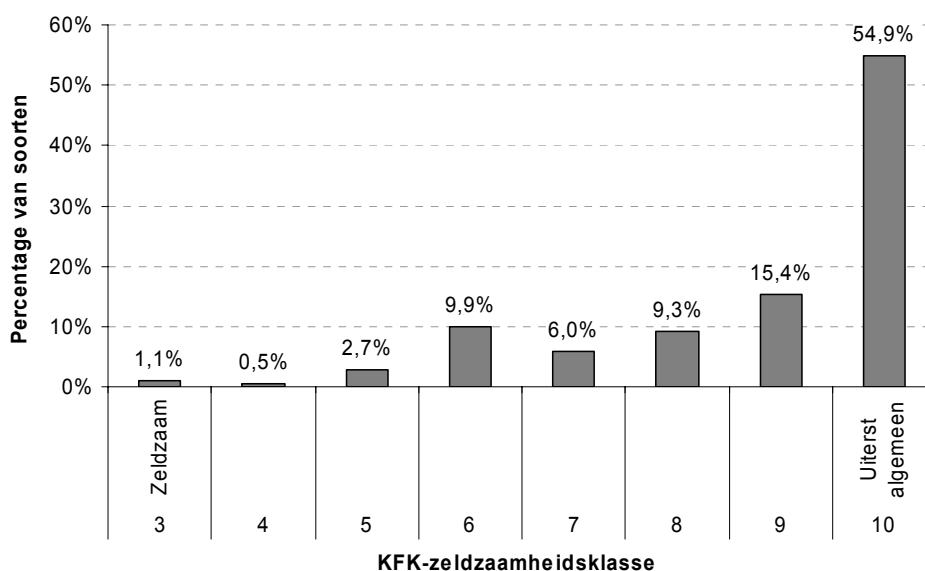
Slechts twee van de aangetroffen soorten, grote windhalm en goudhaver, staan te boek als “sterke achteruitgaand in Vlaanderen”. Grote windhalm werd slechts één keer aangetroffen in

2010, dit op de dijk van zone 3. Op deze dijk werd ook enkele malen goudhaver aangetroffen. Beide achteruitgaande soorten staan dus op één site in het gebied en zijn bovendien gebonden aan een graslandvegetatie.

Trendklasse	Aantal soorten
Zeer sterke achteruitgang	0
Sterke achteruitgang	2
Matige achteruitgang tot matige vooruitgang	106
Duidelijke vooruitgang	36
Geen trend	38

tabel 7.9 Trend in veranderingen. Aantal soorten per klasse.
Klassen zijn overgenomen uit Van Landuyt *et al.* (2006)

Het overgrote deel van de aangetroffen soorten (meer dan 70%) was algemeen tot uiterst algemeen volgens de KFK's (figuur 7.3). Slechts twee soorten staan als zeldzaam te boek in Vlaanderen: oranje havikskruid en hokjespeul. Oranje havikskruid werd echter alleen tijdens T0 en T1 aangetroffen (op de dijken van zones 1 en 2, telkens met een zeer lage bedekking) en was tijdens T3 weer verdwenen. Hokjespeul werd in T3 aangetroffen op twee plaatsen op de dijk van zone 4a, met telkens een zeer lage bedekking, toch heeft deze soort een belangrijke populatie in Vlaanderen langs het Zeekanaal.



figuur 7.3 KFK en aantal soorten per klasse

In de laatste categorie, de Rode Lijststatus, was nauwelijks enige variatie. Nagenoeg alle soorten behoorden tot de categorieën “Momenteel niet bedreigd” of “Criteria niet van toepassing”. Slechts één soort, goudhaver, behoort tot de categorie “aandachtsoort”.

Samenvattend kan worden gesteld dat de vegetatie vooral uit algemenere soorten bestaat; sterk bedreigde en/of zeer zeldzame soorten werden niet aangetroffen. De soorten die iets minder algemeen waren, werden alleen op de dijken aangetroffen. Voornamelijk de dijk bij zone 3 sprong eruit met goudhaver en de vondst van grote windhalm.

7.4.2. Aantalsevolutie

Van de aangetroffen soorten werd nagegaan in hoeverre hun aantallen veranderende in het studiegebied. Hiervoor werden de aantallen vergeleken tussen T1 en T3 (T0 werd buitengesloten omdat er toen minder opnamen zijn gemaakt en er dus ook een effect is van dit lagere aantal opnamen). De mate van verandering werd uitgedrukt als een relatieve verandering ten opzichte van het aantal vondsten tijdens T1.

Verandering t.o.v. T1	Soort	Aq	O	Pio	Gr	Ver	Wd	Wv	Waar ?	Type
Verschenen	Grof hoornblad								3	P
	Brem								4b	D
	Brede wespenorchis								4a	O
	Koninginnekruid								4a, 4b	O, D
	Akkerkool								4a	D
	Gekroesd fonteinkruid								3	P
	Grote wederik								1	Vo
	Melganzevoet								3, 4a, 4b	D
> +500%	Mannetjesvaren								4a	O, D
	Tuinbingelkruid								4a	D
	Oranje springzaad								1, 4a, 4b	O, Vo
+200% tot +500%	Klein streepzaad								4a	D
	Gewone brunel								4a	D
	Zachte berk								2, 3	D
	Moerasandoorn								1	Vo
	Blauw glidkruid								1	Vo
	Bezemkruid								4b	D
	Kruipende boterbloem								3, 4a	D
	Moerasspirea								1, 3	D
	Canadese guldenroede								1, 4b	D
-20% tot -50%	Paardenbloem								1, 2, 3, 4a	D
	Gewone hoornbloem								1,2	D
	Heelblaadjes								2	D, O
	Kluwenzuring								1	Vo
	Engels raaigras								1, 4b	D
	Margriet								1, 3	D
> -50%	Timoteegras								1, 4a	D
	Kleine klaver								1, 2, 3	D
	Goudhaver								3	D
	Moerasvergeet-mij-nietje								1	Vo
	Ringelwikke								1, 2, 3	D
	Ruw beemdgras								1, 2, 3, 4a	D
	Krulzuring								3, 4b	D, Vo

tabel 7.10 Soorten met de sterkste aantalveranderingen

Aq: aquatische gemeenschap; *O:* oeversgemeenschappen; *Pio:* Pioniergemeenschappen; *Gr:* graslanden; *Ver:* Verruigd grasland; *Wdr:* Wilg, droog; *Wvo:* Wilg vocht; *D:* Dijken; *O:* Oever; *Vo:* Vooroever

Het merendeel van de aangetroffen soorten was redelijk stabiel wat betreft het aantal standplaatsen. Toch nam van maar liefst 13 soorten het aantal standplaatsen met meer dan 200% toe. Voor drie soorten was dit zelfs meer dan 500%. De sterkste groei werd gerealiseerd door de mannetjesvaren. Op de tweede plaats stond het oranje springzaad. Als wordt gekeken bij welke vegetatietypen de soorten vooral worden aangetroffen, blijken de meeste soorten typerend te zijn voor de verruigde graslanden, en droge en vochtige wilgstruwelen. De sterkste toename van deze soorten vindt vooral plaats op de dijken van 4a en 4b; oranje

springzaad breidde zich vooral uit in zones 1, 4a en 4b en daar vooral op de vooroevers en oevers.

Enkele soorten lieten een duidelijke achteruitgang in aantal standplaatsen zien; het sterkste was deze bij o.a. goudhaver (de aandachtsoort van de Rode lijst), kleine klaver en krulzuring. Verschillende van deze soorten zijn kenmerkend voor meer open graslanden of open plekken in de vegetatie en komen voor op o.a. dijken waar de vegetatie een meer open karakter kent. De achteruitgang vond vooral plaats in de zones 1,2 en 3.

Soorten die zich vestigden

Daarnaast wist een aantal soorten zich te vestigen in de periode T1-T3 (tabel 7.10). Deze soorten werden op minimaal vier verschillende segmenten aangetroffen wat aangeeft dat ze zich relatief goed hebben kunnen vestigen. Twee van deze soorten werden aangetroffen in de plasbermen, namelijk grof hoornblad en gekroesd fonteinkruid. Dit zijn beide ondergedoken waterplanten die vooral worden aangetroffen in stilstaand, voedselrijk water. Ook op de dijken en oeverzones vestigden zich verscheidene soorten. Dit waren soorten van meer voedselrijke standplaatsen zoals akkerkool en koninginnekruid. Opvallend zijn de vestigingen van brem, een soort van droge zandgronden, en de brede wespenorchis. Deze laatste soort is vooral kenmerkend voor licht beschaduwde standplaatsen en de vestiging van deze soort is dus het resultaat van de uitbreiding van de struiklaag.

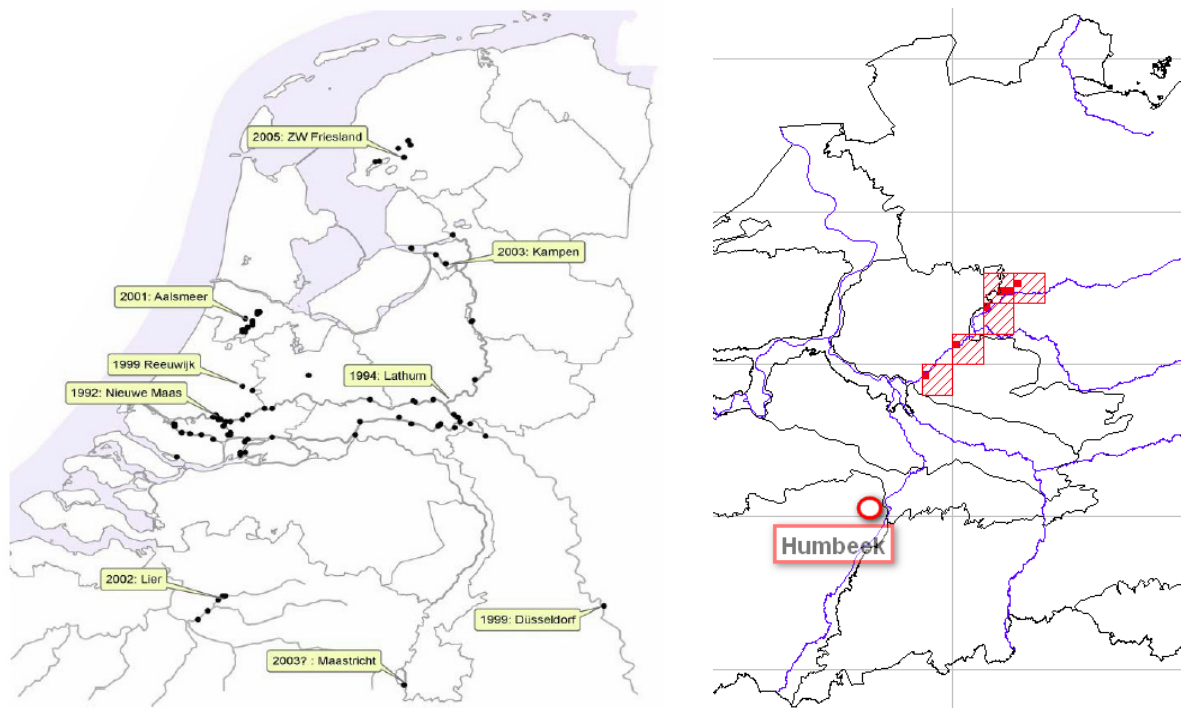
Verder werden nog soorten aangetroffen op slechts een of twee segmenten. Hiertoe behoorden o.a. dauwbraam (4b, dijk), gewone hennepnetel (4b, oever) en grote ereprijs (4a, dijk). Ook twee zeldzamere soorten werden in T3 voor de eerste keer, met enkele individuen, aangetroffen: hokjespeul werd in zone 4a op twee plaatsen aangetroffen op de dijk, terwijl grote windhalm in zone 3 werd aangetroffen. Dit is opmerkelijk aangezien de vegetatie in zone 3 duidelijk aan het verruigen was. In hoeverre deze soort zich hier zal stand houden, moet de toekomst duidelijk maken, maar bij een blijvende verruiging lijkt de kans klein.

Soorten die zijn verdwenen

Een aantal soorten die in 2008 werden aangetroffen werden in 2010 niet meer waargenomen. Echter, al deze soorten werden slechts op een of twee plaatsen aangetroffen. Wanneer hetzelfde criterium wordt gehandhaafd als bij soorten die zijn verschenen (in dit geval dus van minmaal vier standplaatsen naar nul), kan worden geconcludeerd dat er geen soorten zijn verdwenen. Deze categorie ontbreekt dan ook in de tabel maar voor de volledigheid zullen deze soorten hier kort worden genoemd. De soorten zijn: gewone veldbies, heggewikke, oranje havikskruid, veldzuring, reukgras, kompassla en scherpe boterbloem. Nagenoeg al deze soorten zijn soorten van grasland en werden op dijken 1 of 3 aangetroffen. Reukgras staat mogelijk ten onrechte op dit lijstje aangezien deze soort vroeg in het jaar bloeit. Karteren vond relatief laat plaats, waardoor deze soort gemist kan zijn.

7.4.3. Oranje springzaad, een mogelijke probleemsoort?

Oranje springzaad is een exoot uit Noord-Amerika die zich relatief recentelijk in het fluviatiele gebied van de lage landen heeft gevestigd (figuur 7.4). In Groot-Brittannië werd de soort reeds in de 19^e eeuw geïntroduceerd, maar in Nederland dateert de eerste waarneming pas uit 1992 en in Vlaanderen uit 2002 (Netevallei in Lier) (Vreeken, 2008). De populatie in Humbeek is de eerste geregisteerde waarneming buiten de cluster Netevallei - Albertkanaal (Lier, Viersel, Broechem, ...).



figuur 7.4 Verspreiding van oranje springzaad in Nederland (Vreeken, 2008) en Vlaanderen (Florabank INBO, 2011)

In Nederland wordt deze soort niet beschouwd als een bedreigende invasieve soort. Hij komt vrij zeldzaam voor, in ruigten van rivieroever bijvoorbeeld, maar ontwikkelt zich niet dominant zoals reuzenbalsemien (pers. med. Roelf Pot, voorzitter werkgroep Exoten, NECOV). In de Ridderkerkse Grienden (Nieuwe Maas) waar de soort reeds sinds 1992 aanwezig is, wordt de soort wel massaal aangetroffen en werd het groot springzaad reeds verdrongen (www.natuurvereniging-ridderkerk.nl/planten/oranjespringzaad.php).

In de Netevallei komt oranje springzaad over de gehele vallei regelmatig voor, maar nog nergens echt dominant over grotere oppervlakten ondanks het feit dat ze er toch al bijna tien jaar aanwezig is. Tegenstrijdig daarmee lijkt ze wel vaak door de dichte matten liesgras te kunnen breken, iets waar andere soorten praktisch nooit in slagen. Door de lokale beheerders worden parallellen getrokken met de reuzenbalsemien, maar wordt deze soort alleszins als minder dominant ervaren. Zo verschijnt ze ook eerst op verstoorde locaties, maar duikt evengoed op in onverstoorde vegetaties. (pers. med. Indra Jacobs en Wout Opdekamp, Natuurpunt)



Ook uit voorliggende studie is gebleken dat deze soort zich wanneer eenmaal gevestigd, zeer sterk kan uitbreiden en dan weinig ruimte overlaat voor andere soorten. Ook blijkt de soort een goede kolonisator te zijn. De soort bleek in staat om snel het kanaal over te steken en zich te vestigen op jongere vooroevers, iets wat de autochtone oeversoorten nog niet was gelukt. Dit schept dus een probleem. Gezien de nog schaarse begroeiing op de vooroevers kan

worden verwacht dat deze soort zich zeer sterk zal uitbreiden in de nabije toekomst en dan tevens de vestiging van autochtone vegetaties sterk zal verhinderen.

Om de toekomstige natuurwaarden van de oevers en vooroevers van het Zeekanaal te waarborgen moet dan ook rekening worden gehouden met deze soort. De verzamelde informatie is enigszins tegenstrijdig, waardoor het niet duidelijk is in hoeverre de verdere ecologische ontwikkeling zal geschaad worden op lange termijn. Het verdient dan ook aanbeveling om in het kader van het voorzorgsprincipe de verdere verspreiding van de soort, indien nog mogelijk, te verhinderen. Een maaibeurt voor de bloei is bij deze familie zeer effectief op voorwaarde dat het maaisel wordt afgevoerd.

7.4.4. Conclusies

In het gebied werden nauwelijks zeldzame soorten aangetroffen. Alleen goudhaver werd meerdere malen aangetroffen. Hokjespeul werd in T3 voor de eerste keer aangetroffen.

De enkele vondsten van zeldzamere soorten werden alleen op dijken gemaakt. Dit gold in het bijzonder voor zone 3 waar zowel goudhaver al grote windhalm werden aangetroffen. Hokjespeul werd op de dijk van zone 4a aangetroffen.

Goudhaver ging achteruit terwijl alle andere eerdergenoemde soorten een zeer lage bedekking hadden. Wellicht breiden deze soorten zich uit in de komende jaren maar daar kan op basis van de evaluatiemet slechts 2 jaren vegetatie-opnames (T1 en T3) geen uitsluitel over worden gegeven.

Van de overige soorten toonde enkelen een zeer sterke vooruitgang. Deze soorten behoren tot de gemeenschappen van verruigde graslanden/ struwelen. De sterkste toename is vooral gemaakt in zones 4a en 4b. Bijzondere aandacht dient echter te gaan naar de opmars van het oranje springzaad, een potentieel invasieve exoot.

Enkele soorten gingen (sterk) achteruit. Deze soorten behoren tot de grasland- en pioniergemeenschappen. De sterkste achteruitgang werd vooral gemaakt in zones 1, 2 en 3.

7.5. Vergelijking van verschillende structuurtypen

Voor de analyse van de types en leeftijden van de verschillende deelzones wordt in tabel 7.11 een overzicht gegeven van het jaar van afwerking en de belangrijkste uiterlijke kenmerken.

Zone	Dijk	Oever	Plasberm	Vooroever
1	2002 grasland	2002 onverhard	2002 onverhard	2002 schanskorven
2	2002 grasland	2002 onverhard	2002 onverhard	///
3	2002 grasland	2002 onverhard	2002 onverhard	2002 damplanken
4a	2002 steenafval	2002 (gekapt in 2007) schanskorven	2002 breuksteen	2007 (heraanleg) schanskorven
4b	2007 schanskorven	2007 schanskorven	2007 breuksteen	2007 schanskorven

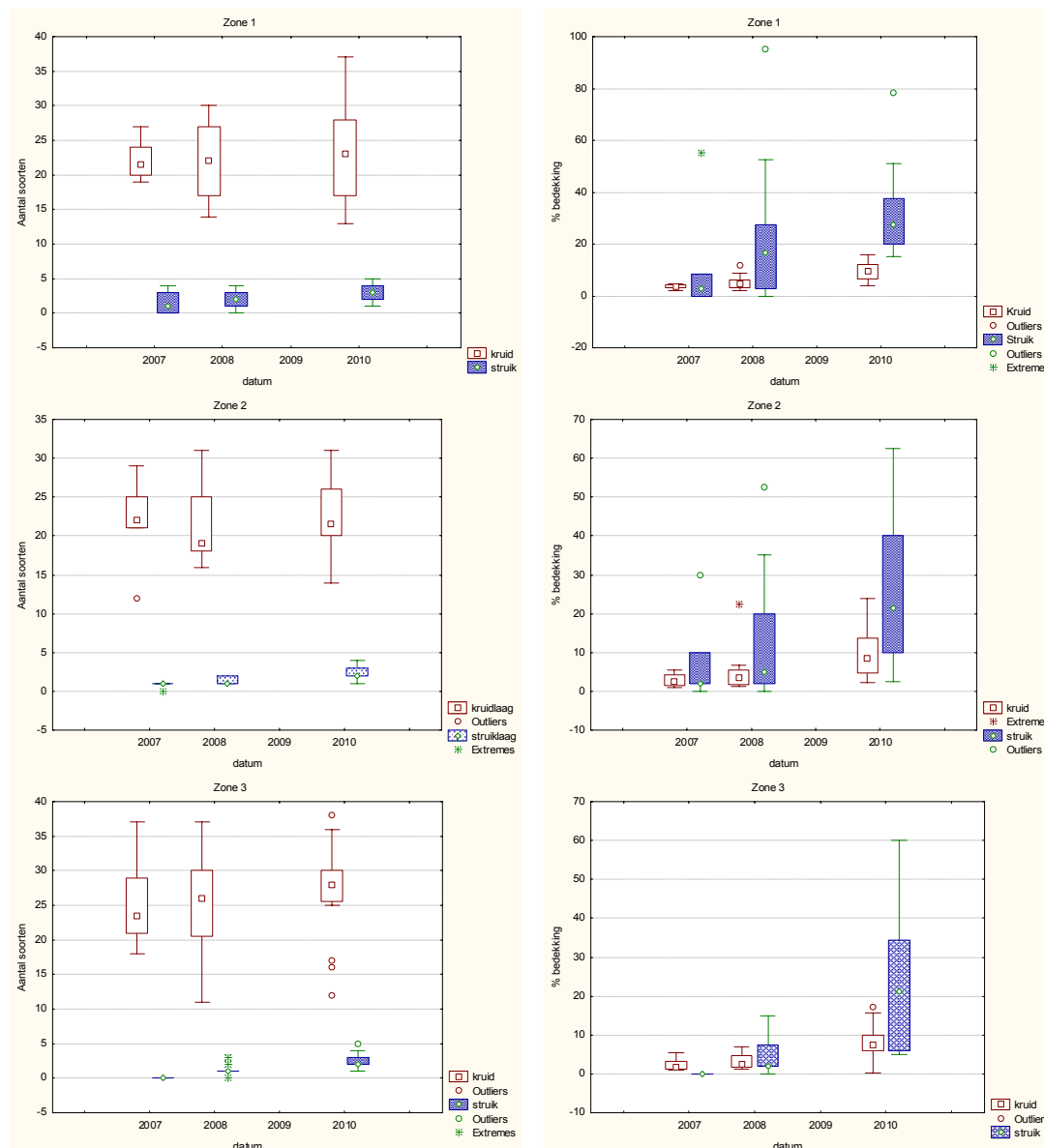
tabel 7.11: Verschillende opzetten en jaar van afronding

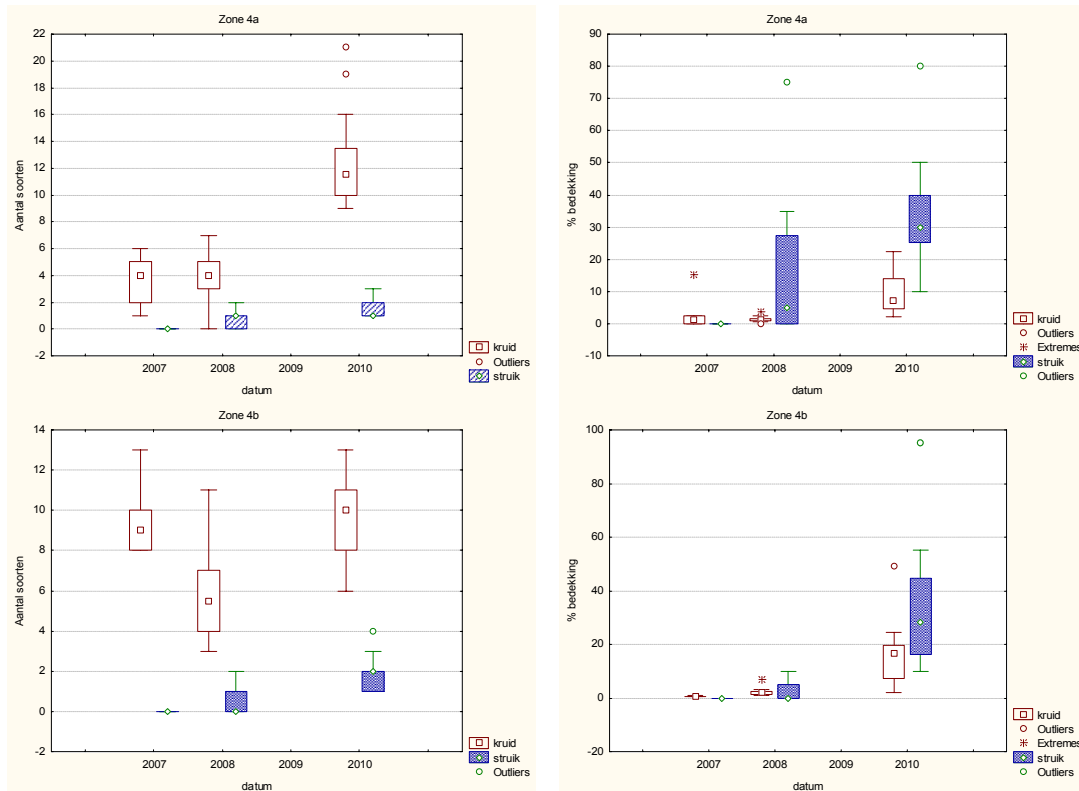
7.5.1. Dijken

Veranderingen in soortenaantal, bedekking en biomassa

Als eerste stap is gekeken in hoeverre dijken veranderden in begroeiingsgraad. Vanaf T0 was er in alle bemonsterde segmenten op de dijken vegetatie aanwezig. Vervolgens is per dijk onderzocht in hoeverre het soortenaantal veranderde in de periode van T0 tot en met T3 (figuur 7.5 en tabel 7.12). De resultaten laten zien dat er op basis van waargenomen veranderingen een tweedeling is te vinden binnen de dijken. Dijken met een hard substraat (zones 4a en 4b) laten een significante stijging in soortenaantal zien, terwijl dit bij dijken met een zacht substraat (zones 1, 2 en 3) stabiel blijft. Verder maken de resultaten duidelijk dat de dijken met een hard substraat minder soortenrijk zijn dan dijken met een zacht substraat.

De bedekking van de struiken nam bij de dijken duidelijk toe ($p < 0,001$). Die toename gold vooral voor de dijken van zones 4a en 4b, waar ook de bedekking van soorten in de kruidlaag toenam, maar niet zo sterk als bij de struiken. Ook op de dijken van zones 1, 2 en 3 neemt de bedekking van de kruiden toe.





figuur 7.5 Verandering in aantal aangetroffen soorten en de % bedekking per soort op de dijken, dit voor zowel de kruidlaag als struiklaag. Weergegeven is de mediaanwaarde en de 25 en 75 percentiel waarde. Voor de resultaten van de statistische test, zie tabel 7.12

Vooroever	Laag	Parameter	p	r_s
1	Kruid	Aantal soorten	NS	0,04
		% bedekking	$p < 0,001$	0,69
	Struik	Aantal soorten	$p < 0,05$	0,44
		% bedekking	$p < 0,001$	0,48
2	Kruid	Aantal soorten	NS	0,06
		% bedekking	$p < 0,01$	0,57
	Struik	Aantal soorten	$p < 0,001$	0,67
		% bedekking	$p < 0,01$	0,54
3	Kruid	Aantal soorten	NS	0,15
		% bedekking	$p < 0,001$	0,67
	Struik	Aantal soorten	$p < 0,001$	0,75
		% bedekking	$p < 0,001$	0,8
4a	Kruid	Aantal soorten	$p < 0,001$	0,82
		% bedekking	$p < 0,001$	0,72
	Struik	Aantal soorten	$p < 0,001$	0,66
		% bedekking	$p < 0,001$	0,68
4b	Kruid	Aantal soorten	$p < 0,001$	0,27
		% bedekking	$p < 0,001$	0,88
	Struik	Aantal soorten	$p < 0,001$	0,75
		% bedekking	$p < 0,001$	0,87

tabel 7.12 Resultaten van de Kruskal-Wallis test (r_s ; Spearman Correlation coëfficiënt)

Ook de biomassa in de kruidlaag was aan verandering onderhevig (tabel 7.13). Op alle dijken werd een significante verandering aangetroffen, dit zowel tijdens de bemonstering in de zomer als in de winterperiode. De hoogste waarden werden gemeten in T1 en T3. De sterkste stijging werd gemeten bij de dijken van zones 1 en 3, de laagste bij zones 4a en 4b.

		Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4a	Zone 4b
Zomer	T0	120 (41) a	103 (75) a	104 (58) a	94 (110) a	50 (31) a
	T1	122 (47) a	53 (44) b	131 (48) ab	115 (134) b	120 (88) b
	T3	216 (30) b	131 (64) a	149 (33) b	108 (109) ab	94 (57) b
	Significantie	*	*	*	*	*
Winter	T0	124 (47) a	69 (74) a	52 (48) a	55 (115) a	8 (4) a
	T1	128 (74) a	47 (40) b	73(41) ab	89 (82) b	88 (41) b
	T3	227 (25) b	54 (46) ab	123 (30) b	90 (75) b	95 (65) b
	Significantie	*	*	*	*	*

tabel 7.13 Biomassa (g/m²) in de kruidlaag (totale staande biomassa bovengronds). Tussen haakjes staat de standaarddeviatie vermeld.

Significante verschillen: *= p<0,05; a verschilt van b, b van a, ab van geen enkele groep

Indicatiewaarden

De Ellenberggetallen werden gebruikt om in te schatten of de indicatiewaarden van de vegetatie voor vocht, zuurgraad en stikstof verandering vertoonden in de studieperiode.

De Ellenbergwaarden bleken op de dijken met een zacht substraat (zones 1, 2 en 3) gedurende de hele studieperiode zeer stabiel te zijn en verschilden ook weinig onderling (tabel 7.14). Het vochtgetal duidde op droge tot matige vochtige condities, het zuurgetal zwak zure tot zwak basische condities en het stikstofgetal matig stikstofrijke tot stikstofrijke condities.

Op de dijken met een hard substraat werden wel significante veranderingen aangetroffen waarbij de getallen zich bewogen in een richting die drogere, zuurdere en minder voedselrijke condities indiceren. Echter, de waarden weken niet sterk af van die op de dijken met een zacht substraat.

Ellenberg	Jaar	1	2	3	4a	4b
Vocht	T0	5,1	4,7	5,2	5,9 a	6,1 a
	T1	5,4	4,7	5,3	6,0 a	6,7 a
	T3	5,6	4,8	5,2	5,4 b	5,6 b
Zuurgraad	T0	7,0	6,3	6,9	8,0 a	7,3 a
	T1	6,9	6,6	6,9	7,2 b	7,2 a
	T3	7,0	6,7	6,9	7,0 b	6,4 b
Stikstof	T0	5,1	5,1	5,3	6,0 a	7,0 a
	T1	5,2	5,0	5,4	6,6 b	6,4 b
	T3	5,5	4,9	5,5	6,1 a	5,9 c

tabel 7.14 Verandering in indicatiewaarde voor de vegetatie op de dijken, vermeld is de mediaanwaarde. Vet duidt op een significante variatie binnen de zone (p<0,05): a verschilt van b en c, b van a en c, ab van c

Zaadverspreiding

Voor de aangetroffen soorten werd nagegaan op welke wijze de zaden werden verspreid. In eerste instantie werd dit per jaar gedaan, maar tussen de jaren onderling trad geen enkel verschil op. Vandaar dat hier alleen een samenvattingtabel is geplaatst.

Het beeld is zeer eenduidig. Op alle dijken is de wind de belangrijkste bron van aanvoer van zaden, terwijl aanvoer via fauna een minder belangrijke rol speelt.

Zone	Dieren	Water	Wind
1	*		***
2	*		***
3	*		***
4a	*		***
4b	*		***

tabel 7.15 Belangrijkste verspreidingsmethode voor de planten aanwezig op de dijken
 *: <25 % v/d aangetroffen soorten; ***: > 75% v/d aangetroffen soorten.

7.5.2. Oevers

Als eerste stap is gekeken in hoeverre de mate van begroeiing veranderde op de oevers. Dit werd geschat door het begroeiingspercentage te bepalen van de begroeide deelzones. De resultaten (zie tabel 7.16) laten zien dat er ook bij de oevers een onderscheid is tussen oevers met een hard en een zacht substraat. Op de laatstgenoemde neemt het begroeide aandeel duidelijk af terwijl op de dijken met een hard substraat de begroeiing duidelijk toeneemt of tijdens de studieperiode reeds volgroeid was. Dit wijkt dus af met de corresponderende dijkdelen (met uitzondering van zone 4a).

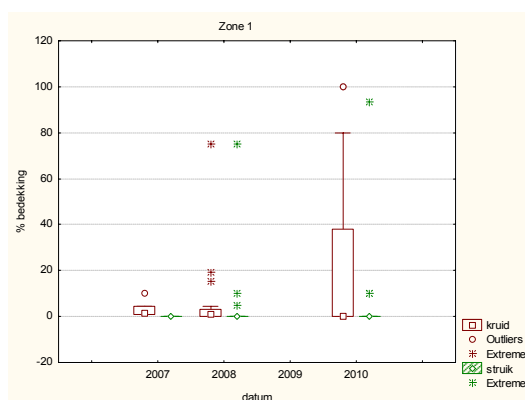
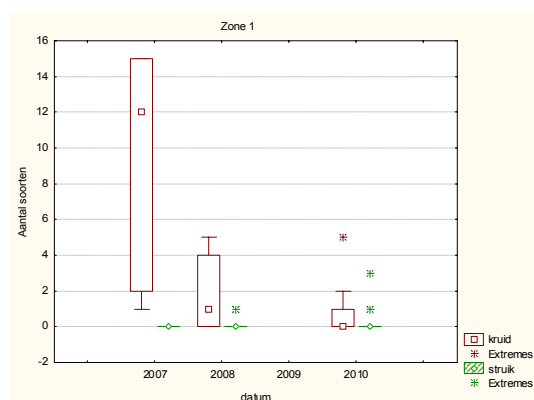
Zone1			Zone2			Zone3			Zone4a			Zone4b		
T0	T1	T3	T0	T1	T3	T0	T1	T3	T0	T1	T3	T0	T1	T3
100	68	47	100	79	21	0	85	30	100	100	100	17	65	100

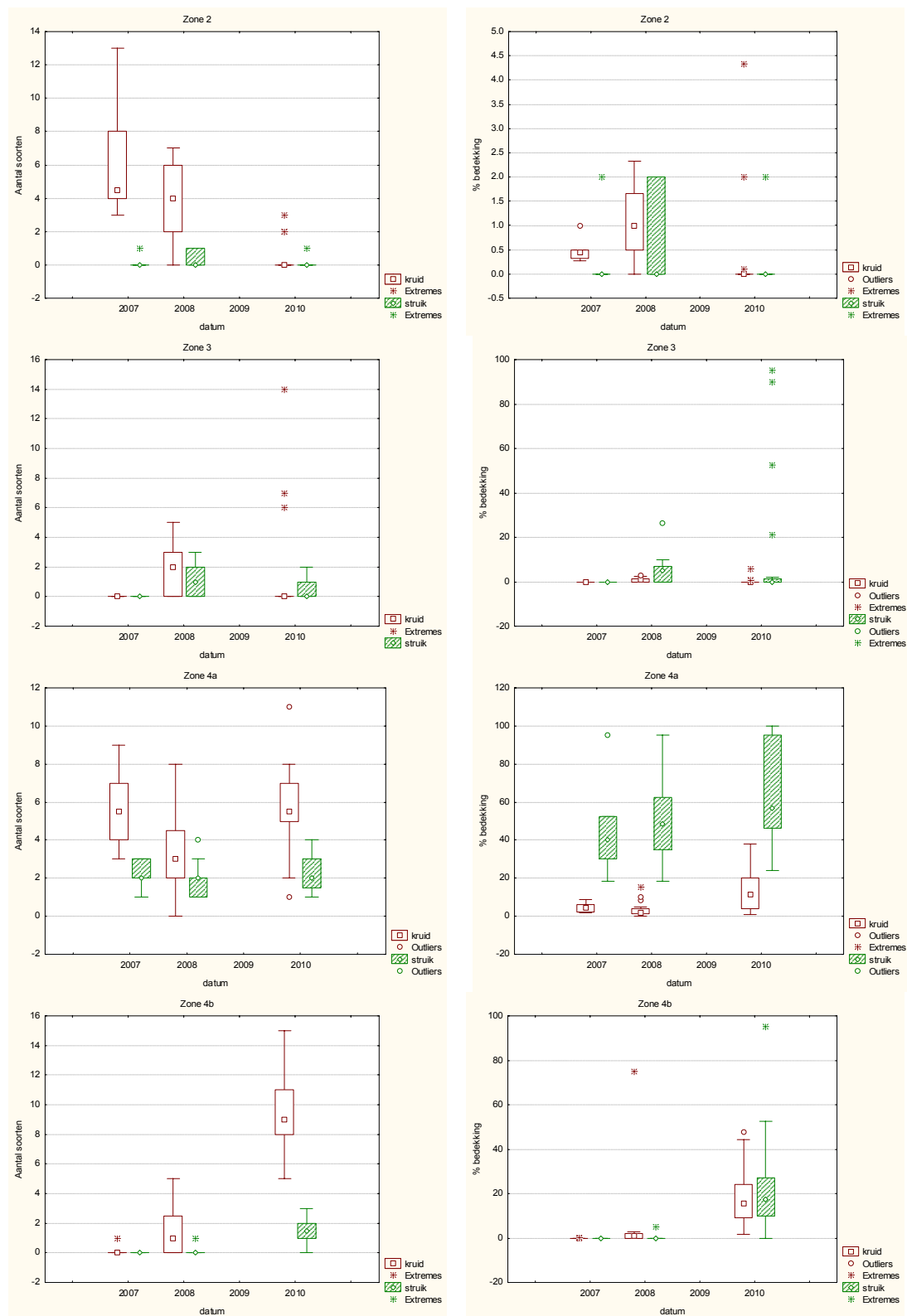
tabel 7.16 Percentage van de segmenten waarin vegetatie werd aangetroffen op de oevers

Veranderingen in soortenaantal, bedekking en biomassa

Per oever is onderzocht in hoeverre het soortenaantal veranderde in de periode van T0 tot en met T3 (figuur 7.6 en tabel 7.17). Op de oevers met een zacht substraat varieerden de resultaten. Bij zones 1 en 2 vond een duidelijke daling plaats in het aantal soorten terwijl op zone 3 het soortenaantal stabiel bleef. Wel moet worden opgemerkt dat dit soortenaantal in zone 3 gedurende de hele studieperiode al laag was. Het aantal aangetroffen soorten in de struiklaag was nagenoeg verwaarloosbaar.

Op de oevers met een hard substraat varieerde het resultaat eveneens. In zone 4a bleef zowel het aantal soorten als de bedekking van de kruidlaag stabiel terwijl in zone 4b voor beiden een duidelijke stijging werd waargenomen. De struiklaag vertoonde een gelijkaardig patroon met de uitzondering van de bedekking van de struiklaag in zone 4a, die duidelijk toenam.





figuur 7.6 Verandering in aantal aangetroffen soorten en de % bedekking per soort op de oevers, dit voor zowel de kruidlaag als stuiklaag. Weergegeven is de mediaanwaarde en de 25 en 75 percentiel waarde. Voor de resultaten van de statistische test, zie tabel 7.12

Zone	Laag	Parameter	p	r _s
1	Kruid	Aantal soorten	p<0,01	-0,49
		% bedekking	p=0,66	0,05
	Struik	Aantal soorten	p=0,6	0,11
		% bedekking	p=0,6	0,11
2	Kruid	Aantal soorten	P<0,001	-0,72
		% bedekking	P<0,01	0,43
	Struik	Aantal soorten	P=0,34	-0,17
		% bedekking	p=0,33	-0,17
3	Kruid	Aantal soorten	p<0,05	-0,14
		% bedekking	p<0,0001	-0,23
	Struik	Aantal soorten	p<0,01	-0,069
		% bedekking	p<0,05	-0,028
4a	Kruid	Aantal soorten	p<0,01	0,25
		% bedekking	p=0,2	0,08
	Struik	Aantal soorten	p=0,24	0,09
		% bedekking	p=0,08	0,34
4b	Kruid	Aantal soorten	p<0,001	0,87
		% bedekking	p<0,001	0,81
	Struik	Aantal soorten	p<0,001	0,74
		% bedekking	p<0,001	0,75

tabel 7.17 Resultaten van de Kruskal-Wallis test (r_s: Spearman Correlation coëfficiënt)

Biomassa in de kruidlaag

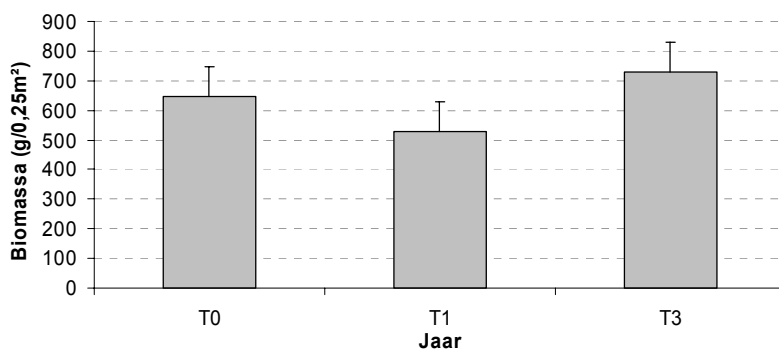
Op de oevers van zones 4a en 4b werden eveneens biomassa's verzameld (de oeverzones van zones 1, 2 en 3 waren hier te klein voor). De biomassa in de kruidlaag op de oever van zone 4a bleef constant terwijl deze in zone 4b duidelijk toenam. De productiviteit was wel hoger in zone 4a (tabel 7.18).

		Zone 4a	Zone 4b
Zomer	T0	115 (94) a	25 (19) a
	T1	118 (91) a	60 (19) b
	T3	125 (54) b	95 (17) c
	Significantie	-	*
Winter	T0	89 (92) a	4 (2) a
	T1	102 (89) b	39 (19) b
	T3	88 (55) a	55 (35) c
	Significantie	-	*

tabel 7.18 Biomassa (g/m²) in de kruidlaag (totale staande biomassa bovengronds). Tussen haakjes staat de standaarddeviatie vermeld

Significante verschillen: * = p<0,05; a verschilt van b en c, b van a en c, ab van c

De biomassa in de struiklaag van zone 4a is geschat met behulp van een correlatieve methode. Uit figuur 7.7 blijkt dat de geschatte biomassa van de struiklaag stabiel is met een lichte stijging in T3 ten opzichte van beide voorgaande jaren.



figuur 7.7 Geschatte biomassa van de struiklaag in zone 4a. Weergegeven is het gemiddelde plus de standaardfout. (n=5)

Indicatiewaarden

De Ellenberggetallen voor de oevers waren voor vocht en zuurgraad bij alle verschillende zones stabiel in de tijd. Voor vocht werd wel een klein verschil tussen de verschillende zones gevonden. De zones 1, 2 en 3 leken een iets mindere vochtige standplaats aan te duiden dan het geval was bij zones 4a en 4b (droog-vochtig vs. vochtig)

Ellenberg	Jaar	1	2	3	4a	4b
Vocht	T0	5,9	6,0		7,1	7,1
	T1	5,4	5,4	6,2	7,0	7,0
	T3	5,8	5,8	6,2	6,5	6,6
Zuurgraad	T0	7	7		7	8
	T1	7	7	8	7	7
	T3	7	8	7	7	7
Stikstof	T0	5,3 a	5,0 a		6,8 a	6,0 a
	T1	6,0 b	6,1 b	6,5	7,3 b	7,0 b
	T3	7,0 c	7,0 c	6,9	6,8 a	6,4 b

tabel 7.19 Verandering in indicatiewaarde voor de vegetatie op de oevers, vermeld is de mediaanwaarde. Vet duidt op een significante variatie binnen de zone ($p < 0,05$): a verschilt van b en c, b van a en c, ab van c

Wat betreft de zuurgraad werd er nauwelijks enige mate van variatie aangetroffen (zwak basische condities tot basische condities). Het stikstofgetal varieerde wel. Bij zowel zones 1 als 3 was een significante stijging opgetreden. Ook bij zones 4a en 4b was er tussen de verschillende meetperioden een significant verschil, maar hier zit geen stijgende of dalende lijn in. Opgemerkt moet worden dat ondanks de significante resultaten de uiteindelijke verschillen beperkt zijn. Alle waarden vallen in de range van matig stikstofrijk tot stikstofrijk.

Zaadverspreiding

Wanneer naar het mechanisme van zaadverspreiding wordt gekeken, blijken water en wind de belangrijke methoden te zijn voor de verschillende oeverzones. Bij zones 1, 2 en 3 speelt de fauna ook nog een rol van belang.

Dijk	Dieren	Water	Wind
1	*	*	**
2	*	*	**
3	*	*	***
4a		*	***
4b		*	***

tabel 7.20 Belangrijkste verspreidingsmethode voor de planten aanwezig op de oevers
*: <25 % v/d aangetroffen soorten; ***: > 75% v/d aangetroffen soorten

7.5.3. Plasbermen en Vooroevers

Plasbermen en vooroevers worden met een andere methode onderzocht dan dijken en oevers. Hierbij is vooral gekeken of er een relatie is met de leeftijd van de plasberm, waarbij de verschillende plasbermen dus worden samengenomen.

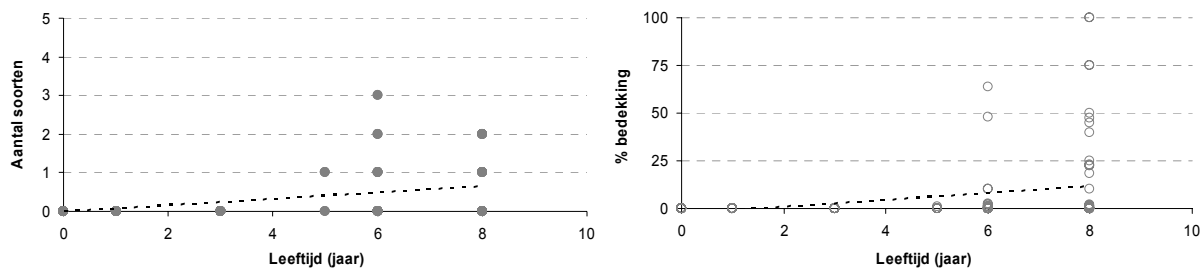
	Aantal soorten	% bedekking/soort	Biomassa
Plasberm	0,5*	0,52*	
Vooroever plasberm	0,45*	0,01	0,31*
Vooroever top	0,16	0,21*	
Vooroever kanaal	0,36*	0,1	

tabel 7.21 Spearman correlation coëfficiënt (r_s) voor de relatie tussen leeftijd en respectievelijk het aantal soorten, % bedekking per soort en biomassa. Zie verder figuur 7.8 en figuur 7.9 (*: $p < 0,05$)

Veranderingen in soortenaantal, bedekking en biomassa

Plasberm

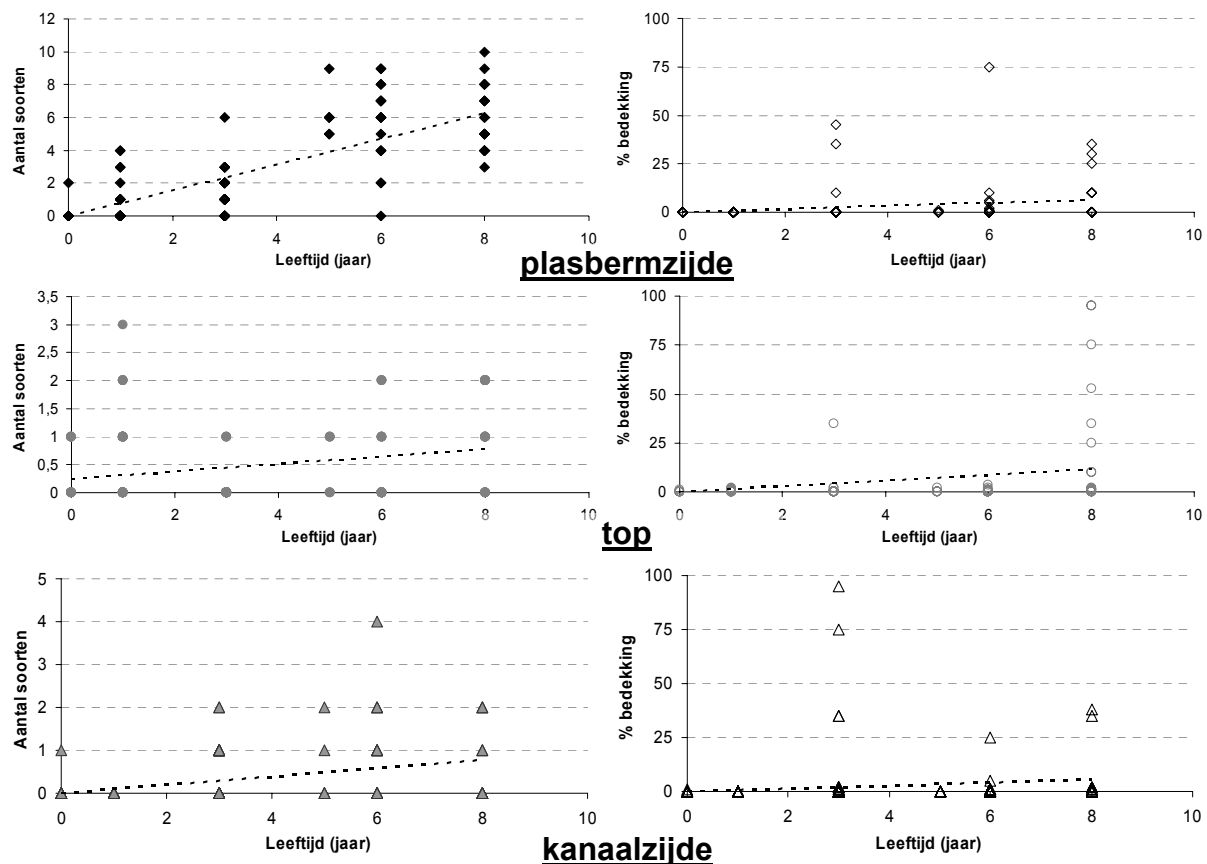
De resultaten maken duidelijk dat er inderdaad een relatie bestaat tussen tijd enerzijds en het aantal soorten in de plasberm anderzijds (figuur 7.8). Naarmate de plasberm ouder wordt neemt ook het aantal soorten toe, alsook de procentuele bedekking per soort. Wel moet worden opgemerkt dat de toename in soortenaantal niet spectaculair is te noemen, aangezien er maximaal drie soorten werden aangetroffen. Wel lijkt de bedekking sterk toe te nemen maar dit is het gevolg van een sterke uitbreiding van riet in delen van zone 1.



figuur 7.8 Aantal soorten en gemiddelde percentuele bedekking van de soorten als functie van ouderdom. Weergegeven zijn de plasberm en de vooroeverzones.

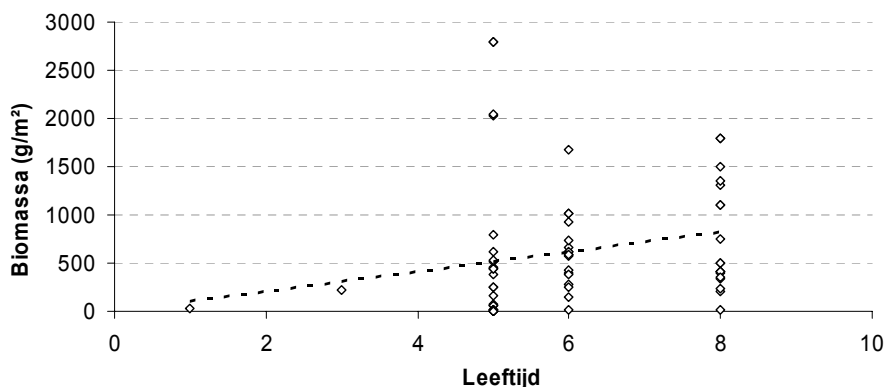
Vooroevers

Op de vooroevers wordt een minder eenduidig beeld gekregen (figuur 7.9); aan de plasbermkant vindt een duidelijke ontwikkeling in de tijd plaats en worden er maximaal 10 soorten aangetroffen in de oudste zones (bij zone 1). De bedekking is echter niet significant. Weliswaar worden er relatief hoge bedekkingen aangetroffen in de oudere zones, maar hoge bedekkingsgraden worden ook gevonden in jongere, driejarige zones (zones 4a en 4b). De reden voor dit afwijkende resultaat is de vestiging van invasieve soorten zoals het oranje springzaad dat zich op korte tijd sterk kan uitbreiden (zone 4a) en dus een hoge bedekking in rekening brengt (terwijl het aantal soorten laag blijft). Een identiek patroon wordt gevonden bij de kanaalkant van de vooroevers, met het verschil dat het aantal soorten bij de oudere zones lager is dan aan de plasbermkant van de vooroever). Het aantal soorten op de top van de vooroever blijft laag, maar de bedekking neemt in enkele punten wel sterk toe. Deze uitbreiding is op naam te schrijven van wolfspoot en blauw glidkruid.



figuur 7.9 Aantal soorten en gemiddelde percentuele bedekking van de soorten als functie van ouderdom. Weergegeven zijn de deelzones van de vooroevers.

Als laatste wordt de biomassaontwikkeling op de vooroever aan de plasbermkant besproken, omdat dit de enige kant van de vooroevers is waar de biomassa zeer sterk ontwikkeld was. Er werden zeer productieve vegetaties aangetroffen (de vegetaties van natte oevers) die in de tijd bleven stijgen. Bij de vooroever in zone 1 was dit vooral waterzuring die op verschillende plekken op deze vooroever ruim aanwezig was. Uit de figuur 7.10 komt echter ook weer het “oranje springzaad-effect” naar voor dat op enkele plaatsen op zone 4a zeer productieve vegetaties heeft gevormd die zelfs meer productief kunnen zijn dan de vegetaties met waterzuring.



figuur 7.10 Aantal soorten als functie van de leeftijd

Indicatiewaarden

Voor zowel de plasberm als de vooroevers werd nauwelijks enige variatie aangetroffen tussen de jaren en wordt in tabel 7.22 slechts één waarde gepresenteerd.

De twee plasbermen met vegetatie verschilden niets wat betreft de indicatiewaarden. Het vochtgetal duidde op zeer natte condities, het zuurgetal op zwak zure tot zwak basische condities terwijl het stikstofgetal stikstofrijke condities aanduidde.

Ook de vooroevers stemden hier grotendeels mee overeen. Alleen aan de plasbermzijde wordt enige mate van variatie aangetroffen. Op de vooroever van zone 4b was de vegetatie op de top- en kanaalkant indicatief voor minder natte standplaatsen in vergelijking met de plasbermkant.

	Ellenberg	1	2	3	4a	4b
Vocht	Plasberm	10		10		
	Vo_plasberm	9			7	8
	Vo_top	8			6	5
	Vo_kanaal	8			6	6
Zuur	Plasberm	7		8		
	Vo_plasberm	7			7	7
	Vo_top	7			7	7
	Vo_kanaal	7			7	7
Stikstof	Plasberm	7		7		
	Vo_plasberm	7			7	7
	Vo_top	8			8	8
	Vo_kanaal	7			7	7

tabel 7.22 Verandering in indicatiewaarde voor de vegetatie in de plasbermen en op de vooroevers, vermeld is mediaanwaarde. Rood is een significante verandering (op basis van een Kruskal-Wallis test)

Zaadverspreiding

Wat betreft de zaadverspreiding waren de resultaten dermate homogeen dat er kort over gerapporteerd kan worden: in de plasbermen was de meest optredende verspreidingsmethode via het water. Dit gold ook voor de vooroeverzones die grensden aan de plasberm- en kanaalkant, hoewel het aandeel van windverspreiding licht toenam. Op de top van de vooroever was er een evenredige verdeling tussen water en windverspreiding.

7.5.4. Conclusies dijken, oevers, plasberm en vooroever

Dijken verschillen onderling wanneer afgeleide kenmerken van de vegetatie worden vergeleken. Hierbij is er een onderscheid tussen dijken met een hard en zacht substraat.

Dijken met een zacht substraat zijn soortenrijker in vergelijking met dijken met een hard substraat. Ook is het aantal aangetroffen soorten daar veel stabiel in de tijd. Dijken met een hard substraat tonen wel een sterk verschil. In zone 4a blijft het aantal soorten in de kruidlaag ongeveer stabiel terwijl in zone 4b het aantal soorten sterk stijgt. Bovendien zijn de dijken met een zacht substraat ook reeds verder gevorderd in de ontwikkelingsfase, met meer soorten en een hogere stabiliteit tot gevolg.

Oevers tonen een heel andere ontwikkeling in vergelijking met de dijken. Het aantal soorten daalde sterk op oevers met een zacht substraat, terwijl het soortenaantal op oevers met een hard substraat juist stabiel bleef of zelfs steeg. De bedekking van zowel de kruid- als struiklaag nam eveneens toe op oevers met een hard substraat.

De soortrespons verschilt dus tussen substraattype enerzijds en oevers en dijken anderzijds. Ook is er weinig verschil tussen dijken en oevers wat betreft de gevonden indicatiewaarden. Deze zijn indicatief voor matig stikstofrijke tot stikstofrijke, zwak basische condities tot basische en droge tot matig vochtige standplaatsen.

Uit de analyse van type zaadverspreiding blijkt dat bij zowel oevers als dijken wind en dieren de belangrijkste bronnen van aanvoer zijn. Bij oevers speelt water ook nog een belangrijke rol.

De ontwikkeling van de aquatische vegetatie in de plasbermen is marginaal te noemen. Zelfs in de meest oude plasbermen werden slechts enkele soorten aangetroffen.

Op de vooroever ontwikkelde zich wel een weelderige vegetatie aan de plasbermkant, met een duidelijke positieve relatie tussen bedekking/biomassaontwikkeling van de vegetatie en leeftijd. Deze ontwikkeling lijkt zich echter te versnellen door de vestiging van oranje springzaad in het gebied; deze soort vestigt zich ook sterk op jongere vooroevers.

De vegetatieontwikkeling op de topkant en de kanaalkant van de vooroever liep minder sterk.

7.6. Evaluatie

Dijken

Uit de resultaten komt naar voren dat er een groot aantal soorten werd aangetroffen, maar dat het aandeel zeldzame soorten erg laag is. De zeldzame plantensoorten werden zonder uitzondering op de dijken aangetroffen en dan vooral op dijken met een zacht substraat. Deze jonge dijken zijn dus goed om kwalitatieve natuur toe te laten, maar mogen wel nog niet vergeleken worden met de kwalitatieve vegetatie die voorkomt in natuurgebieden.

Echter, dit dijctype was aan verruiging onderhevig. Tijdens de studieperiode werd er niet gemaaid, wat heeft geleid tot een toename in de productiviteit en een stijging van het aandeel struiken en ruigere soorten in de vegetatie. De gevolgen hiervan zijn algemeen bekend. Vegetaties verruigen en de specialisten onder de soorten verdwijnen dan al snel. Nu werden er nauwelijks dergelijke kritische soorten aangetroffen op deze dijken, maar de enkele die er wel was, goudhaver, nam af. Deze zeldzame soort gedijt goed in open, niet al te productieve graslanden en verdwijnt wanneer verruiging optreedt.

De dijken met een hard substraat waren minder soortenrijk, maar het aantal soorten breidde zich sterk uit doordat deze nog volop in ontwikkeling zijn. In hoeverre deze evolutie zich zal voortzetten kan niet worden gezegd, maar er mag wel worden verwacht dat bij ontbreken van beheer ook hier een einde aan zal komen. Struiken zoals boswilg en hoog productieve kruiden bleken zich ook op de verharde dijken uit te kunnen breiden, maar dit wel op een trager tempo als op dijken met een zacht substraat.

Wanneer botanische rijkdom een doelstelling is, moet voor de dijken worden aanbevolen om zacht substraat (zand, leem, etc.) te gebruiken en de dijken regelmatig te maaien en het maaisel af te voeren. Dan treedt verschraling op en kan een soort als goudhaver zich wel goed handhaven en mogelijk zelfs uitbreiden. Bij handhaving van dit beleid mag ook worden verwacht dat op termijn meerdere zeldzame soorten van dijken en rivierbegeleidende graslanden zich op deze dijken zullen vestigen.

Bij het toelaten van verruiging wordt anderzijds een habitat gecreëerd voor tal van organismen, alsook schuilmogelijkheden en beschutting voor een deel van de diersoorten die het kanaal en de plasbermen gebruiken.

Oevers

Oevers met een zachte bodem toonden een sterke achteruitgang in het soortenaantal. De meest waarschijnlijke reden hiervoor is de sterke erosie die hier optreedt (zie ook het hoofdstuk erosie). Zelfs achter een vooroever kon plaatselijk nog tien cm van de oever verloren gaan door erosie (3 cm/jaar). Zo een onstabiel milieu is slechts geschikt voor een beperkt aantal plantensoorten en een hoge diversiteit mag op zulke sites niet worden verwacht. Voor een goed ontwikkelde vegetatie in de oeverzone is het dus van belang dat er een stabiel substraat aanwezig is. Dit wordt nog eens onderstreept in zone I waar de vooroever aan de plasbermkant een zeer welige en goed ontwikkelde vegetatie kende terwijl op de direct aangrenzende oever aan de andere kant van de plasberm de (matig ontwikkelde) vegetatie weggewijnde. Er mag worden aangenomen dat de aanvoer van zaad van geschikte soorten geen enkele limiterende rol speelde. Immers, de resultaten van deze studie lieten zien dat water en wind zeer twee belangrijke vectoren zijn voor zaadverspreiding in het gebied en potentiële soorten (waterzuring, blauw glidkruid, etc.) stonden op slechts enkele meters afstand. De erosie is dus van die aard dat langs het zeekanaal planten zich (op deze korte tijd nog) niet of nauwelijks via natuurlijke verspreiding kunnen vestigen op oevers met zacht substraat.

Dit zou dus kunnen leiden (rekening houdend met het beperkt aantal meetgegevens) tot de conclusie dat oevers op een of andere manier (bijvoorbeeld d.m.v. de aanplanting van waterplanten) gestabiliseerd moeten worden indien vegetatie gewenst is.

Plasbermen

De vegetatie ontwikkeling in de plasbermen zelf was op zijn best marginaal te noemen en vestiging van aquatische soorten vond pas in T3 plaats. Wel bleek riet zich goed in staat uit te breiden in een plasberm.

Wellicht hangt het zich pas laat vestigen van aquatische soorten samen met de toename van doorzicht van het water in de plasbermen. Deze studie geeft aan dat deze is gestegen en dit is een randvoorwaarde voor het voorkomen van veel aquatische soorten. Een andere voorwaarde is overigens een niet te hoog gehalte aan nutriënten in het water. Echter, zolang het doorzicht van het water voldoende blijft, is de kans op soortenrijkere aquatische gemeenschappen ook in nutriëntrijk water aanwezig.

Wanneer een hoge aquatische diversiteit een doelstelling is, is het aanbevolen om het doorzicht van het water zo hoog mogelijk te houden. Een alternatief is wellicht om de plasberm vol te laten groeien met riet. Weliswaar is de botanische waarde dan laag maar zulke rietstroken bieden dan volop kansen voor vogels en insecten.

Vooroevers

De vooroevers bleken een goede mogelijkheid te bieden voor vegetatieontwikkeling. Weliswaar verloopt het proces traag en zijn de gemeenschappen niet heel soortenrijk, maar op de oudste vooroever ontwikkelde zich aan de kant van de plasberm een mooie vegetatie met productieve oeversoorten zoals waterzuring, blauw glidkruid, etc. Wanneer vooroevers ongemoeid blijven, is de kans dus hoog dat zich goed ontwikkelde gemeenschappen van natte oevers zich hier op termijn vestigen.

Echter liet deze studie ook zien dat er een negatieve ontwikkeling plaatsvindt vanuit botanische hoek zelf, namelijk de opmars van de exoot oranje springzaad.

8. CONCLUSIES

In dit hoofdstuk moeten de bevindingen van de afzonderlijke luiken (vegetatie, fauna en fysische gegevens) gekoppeld worden. De afzonderlijk onderzoeksvragen werden reeds bij de afzonderlijke hoofdstukken beantwoord, maar moeten bijdragen om hier een totaalbeeld van zowel de natuurwaarden als de functionaliteit op te stellen. Dit moet leiden tot een algemeen inzicht en een aantal gerichte conclusies trekt over de potenties van dergelijke natuurvriendelijke oevers en hoe die moeten bereikt worden.

Algemene onderzoeksvragen:

- Welke van de verschillende oevertypes bieden vanuit ecologisch oogpunt de meeste potenties?
- Kan op basis van de evaluatie van de vegetatieontwikkeling en de aanwezige fauna op de oever en in de plasberm een uitspraak gedaan worden over welke oevertypes, weerom vanuit ecologisch standpunt, het meest geschikt zijn voor toepassing op kanalen als het Zeekanaal?
- Welke aanbevelingen kunnen er gedaan worden voor het beheer en onderhoud van de verschillende zones?

8.1. Vergelijking oevertypes

Zone 2

Op vrijwel alle vlakken scoort zone 2 het minst. De enige significante ecologische meerwaarde is het verschijnen in T3 van een kolonie oeverzwaluwen. Een dergelijke afkalvende oever met beperkte ruimte heeft dan ook maar een eenzijdige waarde, toch is het een ontwikkeling die erg interessant is aangezien dit type natuurlijk afkalvende oevers langs de grote waterlopen in Vlaanderen beperkt is.

Indien het (natuurlijke) afkalvingsproces echter meer ruimte zou krijgen, zouden de gevallen brokstukken een zeer ongelijkmatige, zachtere helling creëren, waardoor een natte gradiënt ontstaat, die heel interessant is voor flora en fauna. Langs het Zeekanaal is dit door ruimtegebrek echter moeilijk te verwezenlijken.

Zones 4a en 4b

Zones 4a en 4b, die beide deel uitmaken van de langgerekte vooroevers van zone 4 (linkeroever Zeekanaal) hebben een vrij gelijkende natuurwaarde. Bij de macro-invertebraten waren er in zone 4b meer soorten, maar vooral meer tolerante soorten, waardoor globaal de jongere zone 4b een hogere globale waardering krijgt. Ook voor vissen liggen de resultaten zeer dicht in elkaars buurt, met beperkte verschillen zoals het voorkomen van één bot en de hogere biomassa in zone 4b, tegenover een licht hogere biodiversiteit de betere conditie en de de hogere aantallen paairijpe vissen in zone 4a. Al bij al vertonen deze beide zones voor zowel macro-invertebraten als vissen vrij gelijkaardige ecologische karakteristieken, ondanks het leeftijdsverschil van 5 jaar tussen beide zones.

De vegetatie in beide zones is wel sterk verschillend, al speelt hier vooral de ontwikkelingsleeftijd. In T0 waren beide zones vrij kaal, met pas (her)aangelegde vooroevers en gekapte oevers in zone 4a. De oevers in zone 4a hebben zich echter door het uitschieten van de wortels snel terug tot een wilgenstruweel ontwikkeld met een soortenrijke kruidlaag,

terwijl deze ontwikkeling nog bezig is in zone 4b. Op beide vooroevers zien we wel een gelijklopende en zeer trage kolonisering.

Zones 1 en 3

De zones die er in bijna alle evaluaties uitspringen zijn de zones 1 en 3. Beide dateren uit 2002 en hebben een onverharde oever en plasberm. Het grote onderscheid zijn de grotere diepte van zone 3 en het type vooroever: schanskorven in zone 1 en damplanken in zone 3.

Door het verschil in ontwerp is er in zone 3 geen vegetatieontwikkeling mogelijk op de vooroevers, terwijl dit in zone 1 uitbundig voorkomt waarbij de vegetatie zich van hieruit ook naar de plasberm toe uitbreidt. Op de oevers/dijk zelf is er vrijwel geen verschil. De aanwezige graslanden in T0 verruigden en de eerste struikontwikkeling trad op.

Wat betreft macrofauna blijkt zone 1 op alle vlakken beter te scoren dan zone 3, met niet alleen meer soorten, maar eveneens meer gevoelige soorten. De aanwezigheid van emergente vegetatie, die de standplaats gunstig maakt voor/voorbereid op de komst van meer stabiele vegetatie/die de successie op gang brengt, speelt hierin waarschijnlijk een belangrijke rol. In de plasberm van zone 3 is vegetatie vrijwel volledig afwezig. De schanskorven, die een aanvullend substraat vormen in zone 1, leveren ook nog een extra habitat voor de macro-invertebraten.

Op vlak van vissen is het onderscheid tussen beide zones minder uitgesproken. Zone 1 heeft een hogere diversiteit, meer Rode Lijstsoorten en vissen in betere conditie, maar anderzijds werden in zone 3 meer soorten gevangen, was de aanwezige biomassa groter en scoorde de globale beoordeling (IBI-Visindex) ook hoger. Beide zones hebben duidelijk een andere soortensamenstelling, waarbij de grotere soorten het diepere water van zone 3 opzoeken, terwijl de kleinere soorten en veel juvenielen het ondiepere water van zone 1 verkiezen.

Voor libellen ligt zone 3 beter aangeschreven, met het hoogst aantal libellenlarven, maar ook het hoogst aantal soorten.

Voor de waterbewonende fauna is een voorkeur tussen deze 2 zones dan ook niet zeer uitgesproken, beide plasbermen hebben duidelijke voordelen voor een deel van de waterfauna.

Een laatste element van onderscheid, dat niet expliciet werd onderzocht, is het esthetische onderscheid tussen beide zones. De vooroever van zone 1 kan begroeien en heeft ook een meer natuurlijke vorm ten opzicht van de kale damplanken van zone 3.

Optimale vooroeverinrichting

Om te komen tot de meest optimale vooroeverinrichting op basis van voorgaande beschrijvingen, dient alleszins gekozen te worden tussen een combinatie van zones 1 en 3. Bij de oever/dijk wordt de voorkeur gegeven aan het daar aanwezige onverharde type, om tot een meer natuurlijke grasland- en oevervegetatieontwikkeling te komen. Bij de aanleg van een vooroever is de erosie op die onverharde oevers immers minimaal. Bij de structuur van de vooroever is breuksteen de beste optie met vegetatieontwikkeling en aanvullend leefgebied als belangrijkste troeven, naast een mogelijk esthetisch aspect. In functie van de visstand is het nodig om voldoende diepte te hebben voor de grotere soorten, zonder de ondiepere delen te verliezen.

Het sleutelwoord bij het aanleggen van de meest geschikte plasbermen is variatie : een afwisseling van diepere en ondiepere delen of plasbermen zorgt voor de beste ontwikkelingsmogelijkheden voor zowel vissen, macro-invertebraten als vegetatie. De meest

optimale oevercombinatie komt dus uit bij **zone 1** waarbij een gedeelte voldoende diep wordt aangelegd. Bijzondere aandacht moet geschonken worden aan de ligging van de verbindingsbuizen. Een voldoende diepgang is essentieel voor een vlotte bereikbaarheid van de plasbermen door (grotere) vissen of vissoorten en het gebruik van de plasberm als paai-, opgroei-, schuil- of foerageergebied.

8.2. Conclusies

8.2.1. Knelpunten

Uit het uitgevoerde veldwerk ter plaatse en de diverse evaluaties per abiotische groep zijn tal van knelpunten naar voor gekomen. Deze elementen houden verband met intern en extern beheer, alsook met ontwerp van de oeverstructuren. Bepaalde knelpunten zijn dan ook gemakkelijker op te lossen dan andere.

De globale ecologische waarde van de vooroevers is hoger ten opzichte van het kanaal zelf. Toch blijven diverse biotische indices ontoereikend tot matig scoren. Een van de mogelijke oorzaken, die als vermoeden uit deze studie komt, is de eutrofiëring van het water, waarbij in het voorjaar algenbloei wordt waargenomen. De verdere verbetering van de **waterkwaliteit** is dan ook een belangrijk aandachtspunt, ook voor de rest van het Zeekanaal, aangezien de waterkwaliteit in de plasbermen vrijwel hetzelfde is als in het kanaal door de hoge verversingsgraad.

In de plasbermen is vrijwel **geen watervegetatie** aangetroffen. Enkel in zone 1 is er vanop de oevers een beperkte ontwikkeling van emergente soorten. De afwezigheid van planten is een knelpunt op zich en heeft een belangrijke invloed op de ontwikkeling van de waterfauna. Onder meer fytofiele vissoorten als zeelt, rietvoorn en karper hebben er daardoor geen paaimogelijkheden ondanks de gerichte paaimigraties die deze soorten naar de plasbermen uitvoeren. De oorzaak van deze beperkte ontwikkeling is niet volledig duidelijk, al kan de beperkte aanwezigheid van substraat, in combinatie met de grotere dieptes en beperkte aanvoer van zaad of ander bronmateriaal via het kanaal een deel van de verklaring zijn.

De verbindingen tussen het kanaal en de plasbermen zijn van groot belang in functie van migratie. In zone 3 is de oude oeverbeschoeiing nog aanwezig voor de openingen. Bij lage waterstanden vormt deze een **barrière**. Ook in de andere plasbermen neemt de toegankelijkheid bij lage waterstanden af, vooral in zone 1, waar de buizen het hoogst ingeplant zijn, is er een duidelijk effect van het schommelende waterpeil op de toegankelijkheid van de plasberm. Een aanzienlijk deel van de tijd is de plasberm van zone 1 aldus ontoegankelijk voor grotere vissoorten. Aansluitend was er in vrijwel alle zones een probleem van ophoping van drijvend **zwerfvuil**, waarbij voornamelijk in zone 1 de plasberm regelmatig dienst deed als drijfvuilverzamelplaats door de **beperkte diepteligging van de buizen**.



Het verschil in visgemeenschap tussen de korte plasbermen (zones 1 en 3) en de lange zone 4, geeft aan dat de fysische omstandigheden verschillen tussen deze zones. Uit de analyse van het visbestand kan afgeleid worden dat een van de determinerende factoren een verhoogde stroming is in de **lange plasbermen**. De soorten van stilstaande wateren worden immers hoofdzakelijk in zone 1 en ook in zone 3 aangetroffen. Bovendien worden minder juveniele vissen aangetroffen in de lange plasbermen, mogelijks doordat de gevoelige leeftijdsklassen, namelijk vislarven en juvenielen, frequenter uitspoelen naar het kanaal. Die extra stroming in zone 4 kan zowel het gevolg zijn van passerende schepen als van de windwerking, die beide gedempt kunnen worden door het creëren van dwarselementen, waardoor de huidige plasberm wordt opgesplitst in kleinere eenheden.



De erg **hoge densiteit aan eenden en ganzen** ter hoogte van deze vooroevers opgebouwd uit schanskorven, heeft ook gevolgen voor de kolonisatie van de meest recente oeverzones (zones 4a en 4b). Deze dieren zijn immers grazers die de beperkte ontwikkeling van vegetatie op de vooroevers (minder op de oevers) vertragen. Ze laten door hun aanwezigheid op de vooroevers wel een duidelijke laag guano achter, maar de pioniersoorten krijgen niet de kans om tot ontwikkeling te komen.

8.2.2. Beheervoorstel

Onder beheervoorstellen worden eenmalige werken of terugkerende onderhoudswerken verstaan die uitgaan van de bestaande infrastructuur. Indien een grondige herinrichting of herstel van de bestaande vooroevers wordt voorzien, is het aangewezen om ook de voorstellen uit het inrichtingsadvies (p. 116) maximaal toe te passen.

Maaibeheer en hakhout

De beheervormen die bij deze natuurvriendelijke oevers van belang zijn, bestaan hoofdzakelijk uit hakhout en maaibeheer. Bij het maaibeheer wordt enerzijds gestreefd naar het behoud en de versterking van de botanische rijkdom. Anderzijds is het van belang om de vegetatie te zien als leefgebied voor andere organismen. Daarom is variatie en fasering van beheer absoluut noodzakelijk. Met 'variatie' wordt bedoeld dat hier en daar kruidige vegetatie, elders ruigte en op nog andere plaatsen hakhout mogelijk gemaakt wordt. Met 'fasering' wordt bedoeld dat niet alle hakhout op het zelfde ogenblik gekapt wordt en niet elke ruigtevegetatie hetzelfde jaar gemaaid wordt. Bovendien is het nodig om aangepast materiaal te gebruiken. De inzet van klepelmaaiers zorgt bijvoorbeeld voor een te sterke verstoring en zal verruiging in de hand werken.

Algemeen is het aangewezen kruidige vegetatie 1 à 2 keer per jaar te maaien en ruigte om de 2 à 3 jaar. Struikvegetatie wordt (als hakhout) afgezet om de 3 à 10 jaar en de boomvegetatie wordt beheerd afhankelijk van de stabiliteit. Indien nodig, worden bomen ook als hakhout beheerd (met een langere omlooperperiode, die meer dan 15 jaar mag zijn, als de praktische uitvoerbaarheid dit toelaat).

Continuïteit in het beheer is een belangrijk gegeven. Het is niet aan te raden om steeds van beheervorm te veranderen: bijvoorbeeld van hakhout kruidige vegetatie te maken of om kortgehouden vegetatie plots te laten verruigen. Zeldzamere soorten krijgen meer kansen bij een stabiele beheervorm.

Tot slot nog een algemene tip: geleidelijke overgangen zijn ecologisch het meest interessant. Een ruigte tussen de kortgehouden vegetatie en de vloedbosjes, zorgt, ook bij kleine stukjes natuur, zoals hier, voor een stabiel ecosysteem dan hoge bomen net naast een regelmatig gemaaid stuk.

Het officiële broedseizoen loopt van 15 maart tot en met 15 juni. In die periode kunnen er geen kappingen of maaibeurten plaatsvinden. De winterperiode is voor de meeste beheerwerken de beste periode om werken uit te voeren met minimale verstoring. Tijdens zeer koude vorstperiodes is het echter af te raden om verstoring van de watervogels, die dan het zeekanaal komen opzoeken, te vermijden.

Er zijn veel creatieve mogelijkheden om de hierboven beschreven beheertips uit te voeren. Hieronder worden enkele suggesties gegeven. Het is echter aangewezen om, mede in functie van continuïteit, een globaal beheerplan op te maken voor de plasbermen, oevers en dijken.

a) Voorstel specifiek voor de dijken (zones 1, 3, 4a en 4b)

De dijken zijn redelijk grazig, met vooral aan zones 1 en 3 een waardevolle graslandvegetatie. Om deze vegetatie te behouden dient er een jaarlijkse maaibeurt met afvoer van het maaisel uitgevoerd te worden in de nazomer (augustus-september). Indien de verruiging die nu optreedt, met een afname van de bloemrijke vegetatie, zich verderzet, is een aanvullende maaibeurt vereist om opnieuw te verschrallen. Deze extra maaibeurt wordt best eind juni uitgevoerd, eveneens met afvoer van het maaisel. Aan zones 4a en 4b is nu reeds een sterk verruigde graslandvegetatie aanwezig, die bij een doorgedreven verschrallingsbeheer ook sterk in soortendiversiteit zal toenemen.

b) Voorstel specifiek voor de oevers (zones 1, 3, 4a en 4b)

De oevers zijn een strook van ongeveer 2 m grenzend aan de plasbermen. Hier ligt de overgang tussen het water en het land, maar vindt eveneens potentiële erosie plaats. Op de waterlijn kunnen zich oeverplanten ontwikkelen. Iets hoger is nog meer opgaande vegetatie (struiken, bomen) mogelijk. Dergelijke combinatie verhindert het best de eventueel beperkte aanwezige erosie, vooral in zone 1 en 3

Vanuit ecologisch oogpunt is het belangrijk om het beheer in fasen uit te voeren. Het doel is zo veel mogelijk variatie in te brengen en zo weinig mogelijk verstoring te creëren bij het uitvoeren van het beheer. Het beheer van deze struwelen (hakhoutbeheer) moet erop gericht zijn de landschappelijke en ecologische waarde te behouden zonder dat er gevaar ontstaat voor stabiliteitsproblemen.

Voor dit hakhoutbeheer worden de struiken tot vlak boven de grond afgezaagd (terugzetten), zodat ze nadien weer kunnen uitgroeien. Deze werken vinden plaats in de winter (november-maart), wanneer de bomen in rust zijn en geen bladeren meer hebben. Voor snelgroeende struiken als wilg en els kan terugzetten al om de 5 jaar gebeuren. Om een plotse kaalslag te vermijden en om meer variatie te creëren wordt aanbevolen om elke 3 jaar ongeveer de helft van de struiken te kappen, waarbij gekozen wordt voor de grootste exemplaren. Aldus is het risico op het omvallen van bomen, met schade aan de oevers tot gevolg, beperkt en wordt het ecosysteem niet al te ingrijpend aangetast.

Bij herstellingswerken of wanneer dit om veiligheidsredenen noodzakelijk is, kan een struweel over langere afstand gekapt worden, echter niet over meer dan 100 m aaneensluitend en nooit meer dan de helft van de totale lengte.

c) Voorstel specifiek voor de plasbermen (zones 1, 2, 4a, 4b)

Ruimingen van watervegetatie in de plasbermen zijn enkel nodig wanneer deze volledig dichtgroeien (> 75% bedekking). Op dit moment is er nog vrijwel geen vegetatie aanwezig, waardoor een dergelijk beheer nog niet nodig is. Ook bij deze werken is het afvoeren van het maaisel van belang om aanrijking te vermijden. Aanrijking bevordert immers andere, veel minder zeldzame/plaatsgebonden vegetatie.

De rietkragen in de uithoeken van zones 1 en 4 zijn nog vrij beperkt in omvang. Gezien de beperkte grootte van de plasberm in zone 1 is het niet aangewezen om deze soort sterk te stimuleren. Om het riet gezond te houden dient het elke 4 jaar gemaaid te worden. Deze werken gebeuren gefaseerd, waarbij in dit geval elke 2 jaar in de winter de helft van de rietkraag wordt gemaaid (het traditionele jaarlijks maaien van 1/4 is hier niet realistisch door de beperkte omvang). Het riet wordt boven het hoogste waterpeil afgemaaid en het maaisel wordt afgevoerd.

d) Voorstel specifiek voor de vooroevers (zones 1, 4a en 4b)

De vegetatieontwikkeling op de vooroevers is nog beperkt. Bij verdere begroeiing is een beheer vergelijkbaar met dat van de oevers aangewezen. Mogelijk moeten de kappingen hier op een meer regelmatige basis gebeuren (vb. elke 2 jaar) doordat deze zone meer gevoelig is voor schade. Hierdoor worden de vooroevers ook meer open gehouden zodat deze kunnen blijven dienst doen als rustplaats voor watervogels (nood aan goed uitzicht). De vereiste voor een gefaseerde kapping geldt ook hier.

Ontwikkeling watervegetatie

De watervegetatie is zeer beperkt op dit moment. De meeste soorten zijn emergente waterplanten die vanop de oever ook de plasberm koloniseren. Er kan overwogen worden om deze ontwikkeling te stimuleren (vnl. zones 3 en 4a/4b), door de aanplant van oeverplanten (riet, kalmoes, zegge). Het is echter aangewezen om hiervoor autochtoon en bij voorkeur lokaal materiaal te gebruiken. Deze kunnen mogelijk bekomen worden bij verplanting van exemplaren bij verdere oeverherstelwerken of het manueel verspreiden vanuit zone 1 (vb. wortelstokken van kalmoes en riet).

Voor de ontwikkeling van onderwatervegetatie, die vooral belangrijk is voor de waterfauna, is het niet zinvol om aanplantingen of dergelijke uit te voeren, hier dient gewacht te worden op natuurlijke kolonisatie. Evenwel kan overwogen worden om drijfbladplanten zoals gele plomp in te brengen.

Oeverversteving zones 1 en 3

In zones 1 en 3 treedt nog steeds, zij het zeer beperkt, erosie op. Door de ontwikkeling van een oevervegetatie zal die erosie verder afnemen. Het is dan ook aangewezen om bij het beheer rekening te houden met het behoud van voldoende vegetatie die de oever vasthoudt.

Beheer oranje springzaad

Hoewel het nog niet duidelijk is in hoeverre deze soort op termijn een bedreiging vormt voor de ecologische ontwikkeling van de plasbermen en vooroevers, is ze momenteel vrij dominant aanwezig. Als bestrijding overwogen wordt om de soort in te tomen en vooral de verdere verspreiding tegen te gaan is het aangewezen om deze te maaien voor de zaden rijp zijn. De bloeiperiode (vanaf juni) is hiervoor erg geschikt.

Herstel zone 2

Voor de eroderende oever aan zone 2 wordt voorgesteld om de vooroevers van zone 1 (schanskorven) door te trekken tot tegen zone 3. Naast de algemene inrichtingstips voor vooroevers (zie verder) is het nodig de breedte hier te beperken om de natte sectie hier maximaal te behouden als paaiplaats (diepe delen) en voor de ontwikkeling van emergente vegetatie (ondiepe delen).

In de studie van Raman & Decleer (2009) wordt uitgebreid ingegaan op het duurzaam beheer van de oevers van de Leie in functie van oeverzwaluwen. Hieruit zijn aanvullende opties voor het behoud van deze populatie mogelijk, deze locatie wordt echter niet aanzien als een duurzame kolonieplaats op lange termijn.

Compartimentering

In zone 4 kan een eenvoudige compartimentering uitgevoerd worden om de 2 lange plasbermen om te vormen tot kleinere en rustigere plasbermen. Hierbij kunnen door middel van stortsteen of het inbrengen van grond, al dan niet over de steenbestorting, dwarsdijkjes aangebracht. Deze moeten de plasberm verknippen om kleinere zones van 100 m à 200 m te bekomen of toch om minimaal aan de rand enkele plasbermen van 100 m te creëren. Aldus wordt de aanwezige stroomsnelheid gebroken met meer kansen voor kleine vissoorten en juveniele vis. Bij de aanleg van deze dwarsdijkjes kan variatie in hoogte voorzien worden, waarbij sommigen steeds onder water zitten en andere steeds een barrière vormen.

Zwerfvuil

Zowel vanuit een esthetisch als ecologisch standpunt is het verwijderen van zwerfvuil uit de plasbermen een aandachtspunt. Vooral in zone 1 is er bijzondere aandacht nodig aan het beheer van de binnenstromende afval.

Een aanpassing aan de bestaande instroomconstructies om dit probleem aan te pakken, lijkt op dit moment niet mogelijk zonder een negatieve impact te hebben op de vispopulatie. De plaatsing van een vuilrooster zal immers, zelfs met voldoende spijlbreedte, steeds gevolgen hebben op de toegankelijkheid voor grotere soorten.. Belangrijk is wel dat bij de inplanting van nieuwe verbindingsbuizen deze voldoende diep aangelegd worden.

Slibruiming

De sedimentatie vormt momenteel nog geen probleem naar aanslibbing, een te dikke sliblaag beperkt wel de ontwikkelingskansen voor watervegetaties en op termijn verkleint het

beschikbare watervolume voor de visfauna. Bij eventuele slibruiming dient alleszins aandacht besteed worden aan de aanwezige faunaelementen.

Bij het baggeren worden zoetwatermossels samen met het bodemmateriaal uit het water gehaald. Uiteraard is dit nefast voor de handhaving van de aanwezige bittervoornpopulatie. Daarom is het van belang om bij slibruiming in de plasbermen de mosselen maximaal terug te zetten.

Met betrekking tot ruimingswerken in het Zeekanaal zelf kan verwezen worden naar het advies met betrekking tot de verdiepingsbaggerwerken op het Kanaal Leuven-Dijle (INBO.A.2007.152). De mossels komen wel niet voor in de diepere geul, maar bij baggerwerken glijden de mosselbanken soms in die vaargeul.

8.2.3. Inrichtingsadvies

In dit hoofdstuk wordt de aandacht gevestigd op diverse aspecten die komen kijken bij de aanleg van nieuwe vooroevers en plasbermen of de eventuele grondige vernieuwing ervan. De “Richtlijn paaiplaatsen voor vissen” van de dienst NTMB kan hiervoor als eerste insteek dienen. Op basis van deze studie werden nog aanvullende aandachtspunten opgesteld voor toekomstige plasbermen.

Type vooroever

In deze studie worden vooroevers opgebouwd uit schanskorven met breuksteen als de beste optie naar voor geschoven, omwille van de potentiële vegetatieontwikkeling en het aanvullende habitat in de plasbermen. Een belangrijk nadeel van dit type vooroever is echter dat het vrij veel ruimte in beslag neemt, waardoor de plasbermen soms vrij beperkt is, zowel qua breedte als qua diepte. In het Zeekanaal, dat heel breed is (± 75 m) in relatie tot de vaargeul, is in principe wel ruimte genoeg om een voldoende brede plasbermen in combinatie met een vooroever uit schanskorven aan te leggen.

Damplanken nemen erg weinig plaats in beslag, waardoor meer ruimte aanwezig is voor de plasbermen. Dit type vooroever biedt evenwel geen mogelijkheid voor de ontwikkeling van oevervegetatie en kan niet fungeren als fauna uittreedplaats. De optie voor het gebruik van houten palen, zoals onder meer op de Leie en de IJzer, geeft een meer inpasbaar uitzicht in landschap. Het is echter mogelijk dat dit vooroevertype de erosie onvoldoende beperkt gezien de drukke scheepvaart op het Zeekanaal.

De voorkeur gaat dus uit naar vooroevers gemaakt uit schanskorven (die in functie van vegetatieontwikkeling met een grondlaag bedekt kunnen worden), waarbij voldoende ruimte dient te worden gecreëerd om het maximale rendement te halen uit de inrichtingswerken. Aangezien de erosie achter de vooroevers beperkt is, wordt eveneens aangeraden om de aangrenzende oever niet te verharderen. Hierdoor ontstaat een veel natuurlijke water-land overgang, met aansluitend potentieel waardevolle graslandvegetaties.

Profiel

Het is de bedoeling om in de plasbermen een maximale heterogeniteit in diepte en vegetatiebedekking te bereiken. Hiermee kan reeds rekening gehouden worden bij de aanleg

door onregelmatige uitgravingen uit te voeren. Op die manier ontstaan zowel ondiepe als diepe zones. Als leidraad kan worden meegegeven om ongeveer 75% van de plasberm een diepte te geven van 0-0,5 m en de overige 25% te laten bestaan uitlokaal diepere zones van $\pm$ 1 m tot 1,5 m, in verbinding met het kanaal (zie verder in hoofdstuk 'Verbinding'). Het aanbrengen van breuksteen als substraat in de plasberm wordt vermeden, om maximaal het natuurlijke substraat te benutten aangevuld met latere aanslibbing.

In de lengte wordt afgeraden om plasbermen van meer dan 200 m aan te leggen zonder dwarsconstructies, om de doorstroming en uitspoeling van larven en juvenielen tegen te gaan. Een onderbouwde lengteafstand kan niet geformuleerd worden, maar lengtes tussen 100 m en 200 m lijken het meest geschikt om stroming te beperken.

Verbinding

De verbindingsbuizen dienen voldoende diep te worden geplaatst zodat zij bijna permanent onder water staan, een permanente minimum waterdiepte van 30 cm moet gegarandeerd worden voor de passeerbaarheid voor grotere vissoorten. Daarvoor is het van belang voorafgaandelijke peilmetingen uit te voeren gedurende langere periodes. De buizen mogen niet dieper liggen dan de bodem van de plasberm zelf, waardoor deze voldoende diep dient te zijn ter hoogte van dit aansluitingspunt.

Deze lagere ligging zorgt voor een permanente migratiemogelijkheid voor vissen en beperkt ook de instroom van zwerfvuil.

8.3. Algemeen besluit

Uit voorliggende studie blijkt dat de plasbermen en de vooroevers een aanzienlijke ecologische meerwaarde betekenen voor het Zeekanaal. Deze ecosystemen zijn ecologische eilandjes langs het kanaal die als stapsteen kunnen dienen voor tal van waterorganismen die in het kanaal leven of erlangs migreren. Daarnaast is het ook een natuurlijke corridor, zeker wat betreft zone 4, langsheen het Zeekanaal, alsook een plek waar het Zeekanaal gekruisd kan worden door bijvoorbeeld zoogdieren. Belangrijk is wel dat de potenties van deze vooroevers nog verder verhoogd kunnen worden door de aanwezigheid van zones met waterplanten. Door de ontwikkeling van submerse en emergente vegetatie in de plasbermen zullen deze zones nog meer dienst kunnen doen als paai-, opgroei en schuilplaatsen voor aquatische organismen. Bovendien zal het aandeel van meer gevoelige soorten of meer gespecialiseerde paaiers in het Zeekanaal verder kunnen toenemen, waardoor op termijn duurzame fytofiële populaties kunnen ontstaan.

In functie van het maximaliseren van de potenties is het nodig een gericht beheer toe te passen en eventueel een aantal aanpassingwerkzaamheden uit te voeren. Maar hopelijk kan deze studie ook bijdragen tot het verder optimaliseren van de ontwerpen voor nieuwe vooroevers langs dit en andere kanalen in Vlaanderen.

9. REFERENTIES

- Baets, J. 2006. Macro-invertebraten als indicator voor water en sediment kwaliteit. Licentiaatsthesis. Universiteit Antwerpen.
- Belpaire, C., R. Smolders, I. Vanden Auweele, D. Ercken, J. Breine, G. Van Thuyne en F. Ollevier. 2000. An Index of Biotic Integrity characterizing fish populations and the ecological quality of Flandrian water bodies. *Hydrobiologia* **434**:17-33.
- Berlamont, F. 1977. Groeionderzoek bij enkele vissoorten in de “Nationale watersportbaan Georges Nachez” te Gent. Licentiaatsverhandeling. RUG, Gent.
- Bouman, F., D. Boesewinkel, R. Bregman, N. Deventer en G. Oostermeijer. 2000. Verspreiding van zaden. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Copp, G. H. 1989. Electrofishing for fish larvae and 0+ juveniles : equipment modifications for increased efficiency with short fishes. *Aquaculture and Fisheries Management* **20**:453-462.
- CUR. 1999. Natuurvriendelijke oevers, fauna. CUR publicatie 203, Directoraat generaal Rijkswaterstaat, stichting CUR, Gouda.
- De Knijf, G. 2006. De Rode Lijst van de libellen in Vlaanderen. 241-257 in G. De Knijf, A. Anselin, P. Goffart, en M. Tailly, (red.) De libellen (Odonata) van België: verspreiding - evolutie - habitats. Libellenwerkgroep Gomphus ism Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- De Pauw, N. en R. Vannevel (red.) 1991. Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Stichting Leefmilieu vzw, Antwerpen.
- Devos, K., A. Anselin en G. Vermeersch. 2004. Een nieuwe Rode Lijst van de broedvogels in Vlaanderen (versie 2004). in G. Vermeersch, A. Anselin, en K. Devos, (red.) Atlas van de Vlaamse Broedvogels 2000-2002. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Ellenberg, H., H. E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner en D. Paulissen. 1992. Zeigerwerte von pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* **18**:1-248.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* **22**:241-253.
- Gabriels, W., P. Goethals, V. Adriaenssens en N. De Pauw. 2004. Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water, partim bentische ongewervelden. Eindrapport Laboratorium voor Milieutoxicologie en Aquatische Ecologie, Universiteit Gent, Gent.
- Geeraerts, C. en D. De Charleroy. 2003. Visstandonderzoek en onderzoek naar vismigratie doorheen sluizen op het kanaal naar Charleroi en het zeekanaal Brussel-schelde. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Hoeilaart

- Heylen, S., P. L. M. Goethals en N. De Pauw. 1999. Audit huidige waterkwaliteitsbepaling van de belangrijkste waterlopen d.m.v. de Belgische Biotische Index en voorstel voor een betere meetstrategie. In opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, Groep voor Toegepaste Ecologie & Universiteit Gent - Vakgroep Toegepaste Ecologie en Milieubiologie - Laboratorium Milieutoxicologie en Aquatische Ecologie, Gent.
- Jansen, S. A. W. en A. J. P. Raat. 1995. Elektrovisserij: Principe, toepassingen en effecten. OVB-Onderzoeksrapport 1995-04, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Meeusen, J. 2004. Geïntegreerde ecologische monitoring van een kleinschalig hermeanderingsproject in de Breiloo. Licentiaatthesis. Universiteit Antwerpen.
- Meynendonckx, J., H. Backx, E. de Deckere en P. Meire. 2007. Zenne stroomafwaarts van Brussel. Studie naar verontreiniging en ecologische toestand van de rivier en haar vallei als basis voor en integraal waterbeheer. In opdracht van Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Zeeschelde, Ecobe 07 R100, Universiteit Antwerpen.
- Raman, M. en K. Declerck. 2009. Randvoorwaarden voor een duurzame populatieontwikkeling van oeverwaluizen langs de Leie. Voorstellen voor inrichting en beheer van oeverwaluizen langs de Leie. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (rapportnr. 2), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Sokal, R. en F. J. Rohlf. 1995. Biometry; the principles and practice of statistics in biological research, 3e editie. Ed. W.H. Freeman and company, New York.
- Stevens, M., T. Van den Neucker, A. Mouton, D. Buysse, S. Martens, R. Baeyens, Y. Jacobs, E. Gelaude en J. Coeck. 2009. Onderzoek naar de trekvissoorten in het stroomgebied van de Schelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (INBO.R.2009.9), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Struyf, W. 2006. Geïntegreerde ecologische monitoring van een kleinschalig hermeanderingsproject in de Breiloo. Licentiaatthesis. Universiteit Antwerpen.
- Tachet, H., M. Bournaud en P. Richoux. 1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. Association Française de Limnologie, Paris.
- Van Aert, M. 2006. Ecologische monitoring van een vernattingsproject d.m.v. een kleinschalige hermeandering in de Kleine Aa / Weerij. Licentiaatthesis. Universiteit Antwerpen.
- Van Ballaer, B., H. Backx en P. Meire. 2009. Opstellen en uitvoering van een monitoringsprogramma voor natuurvriendelijke oevers langs het Zeekanaal in Grimbergen. 2de tussentijds rapport (jaar T1). Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- Van Ballaer, B., H. Backx en P. Meire. 2011. Opstellen en uitvoering van een monitoringsprogramma voor natuurvriendelijke oevers langs het Zeekanaal in Grimbergen. 3de tussentijds rapport (jaar T3). Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- Van Ballaer, B., H. Backx, C. Van Liefferinge en P. Meire. 2008. Opstellen en uitvoering van een monitoringsprogramma voor natuurvriendelijke oevers langs het Zeekanaal in Grimbergen. 1ste tussentijds rapport (jaar T0). Universiteit Antwerpen, Antwerpen.

- Van Ballaer, B., C. Van Liefveringe en P. Meire. 2007. Evaluatie van de effectiviteit van natuurtechnische maatregelen in het waterbeheer. Rapport ECOBE 07-R97, Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- Van Landuyt, W., I. Hoste, L. Vanhecke, P. Van den Bremt, W. Vercruysse en D. De Beer. 2006. Atlas van de Flora van Vlaanderen en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België van België en Flo.wer vzw, Brussel.
- Van Liefveringe, C., J. Baets, C. Orendt, G. Wolfram, M. Großschartner, S. Höss, I. Muñoz Gracia, E. de Deckere en P. Meire. 2006. SD 4.3 Intercalibrated sampling strategy and design. Project Modelkey, Models for Assessing and Forecasting the Impact of Environmental Key Pollutants on Marine and Freshwater Ecosystems and Biodiversity.
- Van Thuyne, G. 2003. Visbestanden op het Kanaal Charleroi-Brussel-Schelde (2002). IBW.Wb.V.IR.2003.139, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer.
- Van Thuyne, G. 2008. Visbestandopnames op het Kanaal Charleroi-Brussel-Schelde (2007). INBO.IR.2008.25, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Groenendaal.
- Van Thuyne, G. en C. Belpaire. 1998. Visbestandopnames op het Kanaal Charleroi-Brussel-Schelde - Vlaams-Brabant en Antwerpen, september 1997. IBW.Wb.V.IR.98.66, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Groenendaal.
- Vandelannoote, A. en J. Coeck. 1998. Rode lijst van de inheemse en ingeburgerde zoet- en brakwatersoorten en van de rondbekken in Vlaanderen. 259-264 in A. Vandelannoote, R. Yseboodt, B. Bruylants, R. F. Verheyen, J. Coeck, J. Maes, C. Belpaire, G. Van Thuyne, B. Denayer, J. Beyens, D. De Charleroy, en P. Vandenabeele, (red.) Atlas van de Vlaamse beek- en riviervissen. Water-Energik-vLario, Wijnegem.
- Verbiest, H., D. De Charleroy en R. Yseboodt. 1997. Evaluatie van een paaivijver langs het netekanaal te Duffel. IBW.Wb.V.R.97.52, IBW i.s.m Universiteit Antwerpen en Prov. Visserijcommissie Antwerpen.
- Vermeersch, G. 2004. Atlas van de Vlaamse broedvogels: 2000-2002. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud, 23, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Vreeken, B. 2008. Oranje springzaad: nieuwkomer in de natte ruigte. *FloronNieuws* **2008**.
- Vrielynck, S., C. Belpaire, A. Stabel, J. Breine en P. Quataert. 2003. De visbestanden in Vlaanderen anno 1840-1950. IBW.Wb.V.R.2002.89, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Geraardsbergen.
- Waite, S. 2000. Statistical ecology in practice. A guide to analysing environmental and ecological field data. Pearson Education limited, Harlow.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis, 4e editie. Prentice Hall Inc., New Jersey.

BIJLAGEN

Bijlage 1 Waterkwaliteitsdata VMM

Bijlage 2 Fotoreeksen erosie in zone 2

Bijlage 3 Overzicht vissen

Bijlage 4 Afvissingen

Bijlage 5 Visindex

Bijlage 6 Lengte-frequentiegrafieken

Bijlage 7 Overzicht Macro-invertebraten

Bijlage 8 Overzicht planten

Bijlage 9 Artikel Vislijn

Bijlage 1 Waterkwaliteitsdata VMM

Meetresultaten VMM bij meetpunt 352500: Zeekanaal, 't Sas (Humbeek)

Parameter	Parameter omschrijving	Gem. '07	Gem. '08	Eenheid	Norm
Ag o	Zilver, opgelost	2,28		µg/L	
Ag t	Zilver, totaal	3,13		µg/L	
As o	Arseen, opgelost	8,95	10,30	µg/L	
As t	Arseen, totaal	8,95	10,30	µg/L	50 (A)
B o	Boor, opgelost	92,58		µg/L	
B t	Boor, totaal	98,58		µg/L	
BZV5	Biochemisch zuurstofverbruik na 5d.	2,23	2,50	mgO ₂ /L	6 (A)
Ca t	Calcium, totaal		114000,00	µg/L	
Cd o	Cadmium, opgelost	0,63	0,32	µg/L	
Cd t	Cadmium, totaal	0,53	0,32	µg/L	1 (A)
Cl-	Chloride	64,70	76,67	mg/L	200 (A)
Cr o	Chroom, opgelost	3,55	3,00	µg/L	
Cr t	Chroom, totaal	3,95	3,00	µg/L	50 (A)
Cu o	Koper, opgelost	3,19	2,70	µg/L	40 (A)
Cu t	Koper, totaal	5,43	5,40	µg/L	50 (A)
CZV	Chemisch zuurstofverbruik	16,58	15,40	mgO ₂ /L	30 (A)
EC 20	Geleidbaarheid (20°C)	706,58	723,00	µS/cm	1000 (A)
Fe o	Ijzer, opgelost	43,75	35,00	µg/L	
Fe t	Ijzer, totaal	595,00	685,33	µg/L	200 (A)
H t	Hardheid, totaal	31,51	33,73	°F	
Hg o	Kwik, opgelost	0,03		µg/L	
Hg t	Kwik, totaal	0,06		µg/L	0,5 (A)
K t	Kalium, totaal		7776,67	µg/L	
KjN	Kjeldahlstikstof	2,08	2,19	mgN/L	6 (A)
Mg t	Magnesium, totaal		12500,00	µg/L	
Na t	Natrium, totaal		43700,00	µg/L	
NH ₄ ⁺	Ammonium	0,60	0,93	mgN/L	1 (A)
Ni o	Nikkel, opgelost	3,50	3,00	µg/L	
Ni t	Nikkel, totaal	3,75	4,00	µg/L	50 (A)
NO ₂ ⁻	Nitriet	0,18	0,12	mgN/L	0,03 (A)
NO ₃ ⁻	Nitraat	5,00	5,92	mgN/L	NO ₂ +NO ₃ : 10 (A)
O ₂	Zuurstof, opgeloste	6,05	7,83	mg/L	> 5 (A)
O ₂ verz	Zuurstofverzadiging	59,84	65,53	%	>7 (50P)
oPO ₄	Orthofosfaat	0,16	0,14	mgP/L	0,3 (10P)
P t	Fosfor, totaal	0,27	0,27	mgP/L	1 (A)
Pb o	Lood, opgelost	7,17	6,80	µg/L	
Pb t	Lood, totaal	7,03	6,80	µg/L	50 (A)
pH	pH	7,75	7,80	-	6-9 (A)
T	Temperatuur	14,27	7,50	°C	25 (A)
Zn o	Zink, opgelost	8,96	13,33	µg/L	
Zn t	Zink, totaal	20,53	23,50	µg/L	200 (A)
ZS	Zwevende stoffen	19,22	16,20	mg/L	25 (G)

De normen zijn afkomstig van VLAREM bijlage 2.3.1. (Basismilieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater) en bijlage 2.3.4. (Milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater met de bestemming viswater)

A: een absolute norm; G: norm voor het jaargemiddelde, 10P: norm voor 10-percentiel; 50P: norm voor 50-percentiel

Bijlage 2 Fotoreeksen erosie in zone 2

Locaties:



1: 23/01/08



1: 22/04/2008



1: 18/06/2009



1: 6/07/2010



2: 23/01/2008



2: 22/04/2008



2: 18/06/2009



2: 6/07/10



3: 23/01/2008



3: 22/04/2008



3: 18/06/2009



3: 6/07/2010



4: 23/01/2008



4: 22/04/2008



4: 18/06/2009



4: 6/07/10



5: 23/01/2008



5: 06/07/2010



6: 23/01/08



6: 22/04/2008



6: 18/06/2009



6: 6/07/2010



7: 23/01/08



7: 22/04/2008



7: 18/06/2009



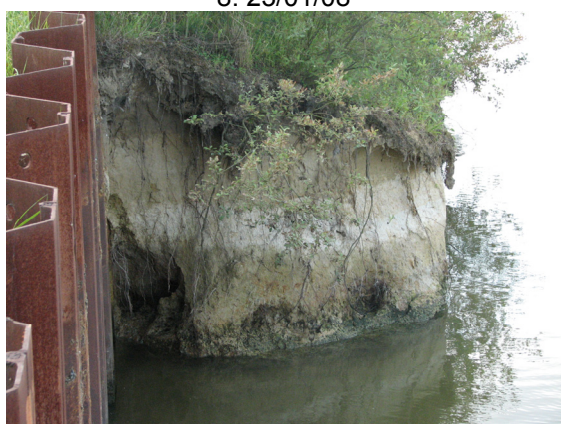
7: 6/07/2010



8: 23/01/08



8: 22/04/2008



8: 18/06/2009



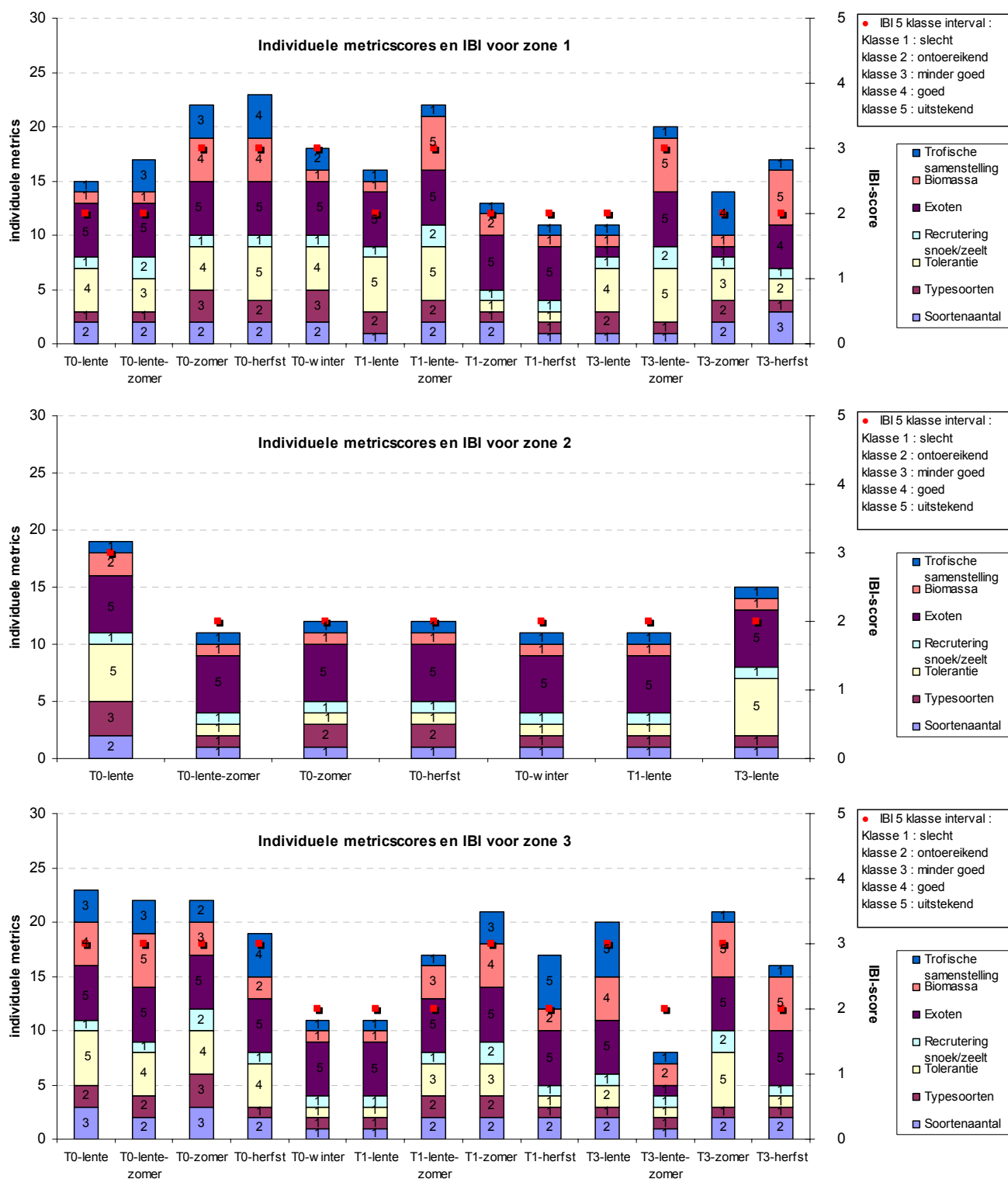
8: 6/07/2010

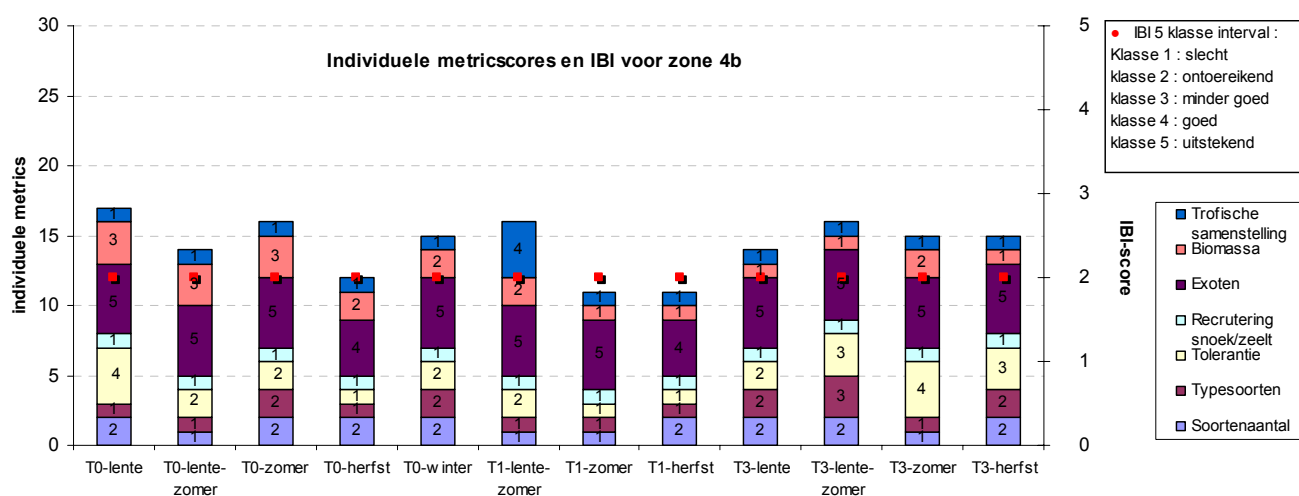
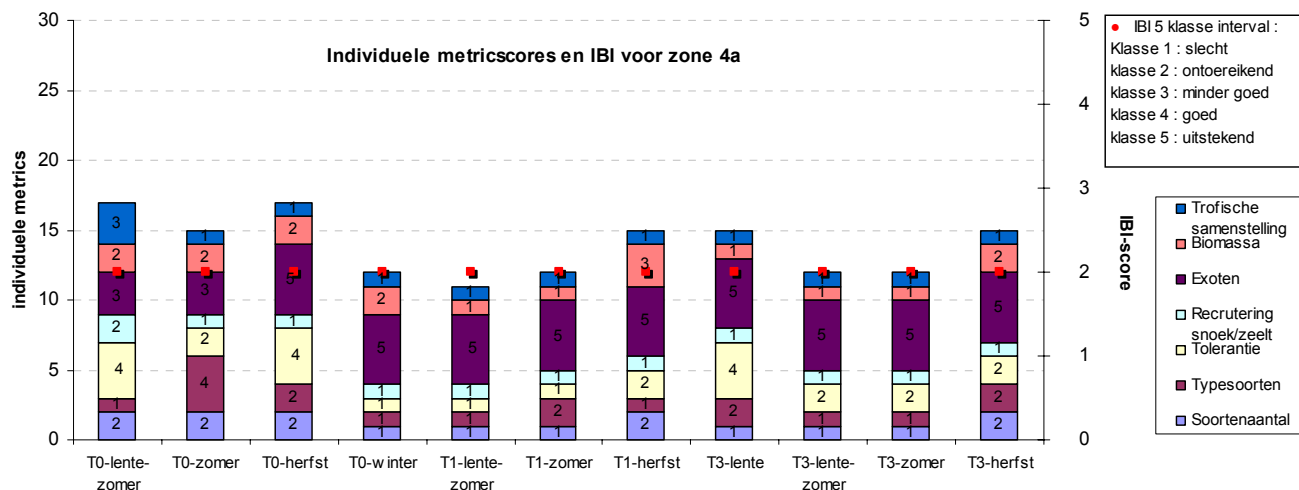
Bijlage 3 Overzicht vissen

	T0					T1					T3					Fuiken			%
	1	2	3	4a	4b	1	2	3	4a	4b	1	2	3	4a	4b	1	4a	4b	
Baars	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100%
Bittervoorn	X	X	X	X	X	X									X				39%
Blankvoorn	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	89%
Blauwbandgrondel				X				X	X	X	X		X	X	X	X			44%
Bot															X				6%
Brasem				X															6%
Driedoornige stekelbaars	X					X					X		X				X		28%
Dikkopelrits								X											6%
Giebel											X		X				X	X	22%
Karper			X		X	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	67%
Kopvoorn			X					X											11%
Paling			X	X	X				X				X	X	X		X	X	50%
Pos													X						6%
Rietvoorn	X	X	X	X	X	X		X			X			X	X	X	X	X	72%
Snoekbaars			X		X	X		X			X								28%
Tiendooornige stekelbaars	X					X				X									17%
Vetje	X		X								X		X						22%
Winde		X	X								X	X							22%
Zeelt	X		X	X		X		X			X		X			X	X	X	56%
Zonnebaars	X		X	X				X			X		X	X			X	X	50%
Aantal soorten	9	5	12	9	7	9	1	10	4	5	12	2	11	7	8	5	9	8	

Bijlage 5 Visindex

Individuele metricscores en IBI voor de afzonderlijke afvissingen





Bijlage 6 LF-grafieken

Baars	lente lente/zomer zomer herfst winter
-------	---

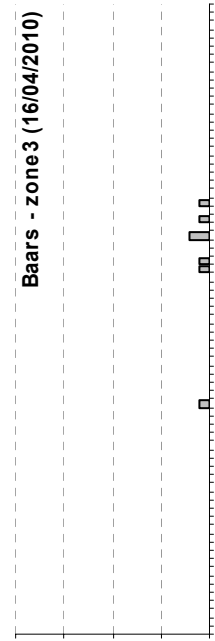
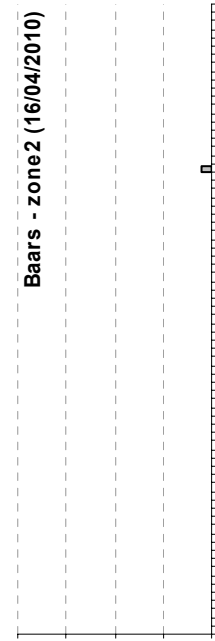
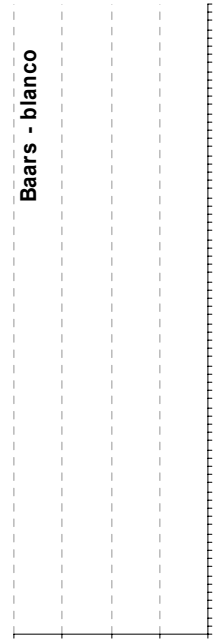
Blankvoorn	lente lente/zomer zomer herfst winter
------------	---

Rietvoorn

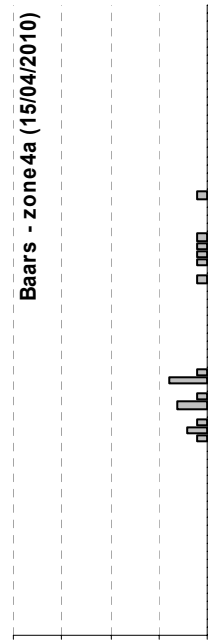
Bittervoorn

Baars – lente

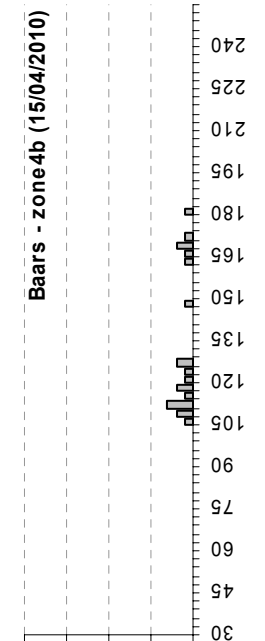
T1



GEEN AFVISSING



GEEN AFVISSING

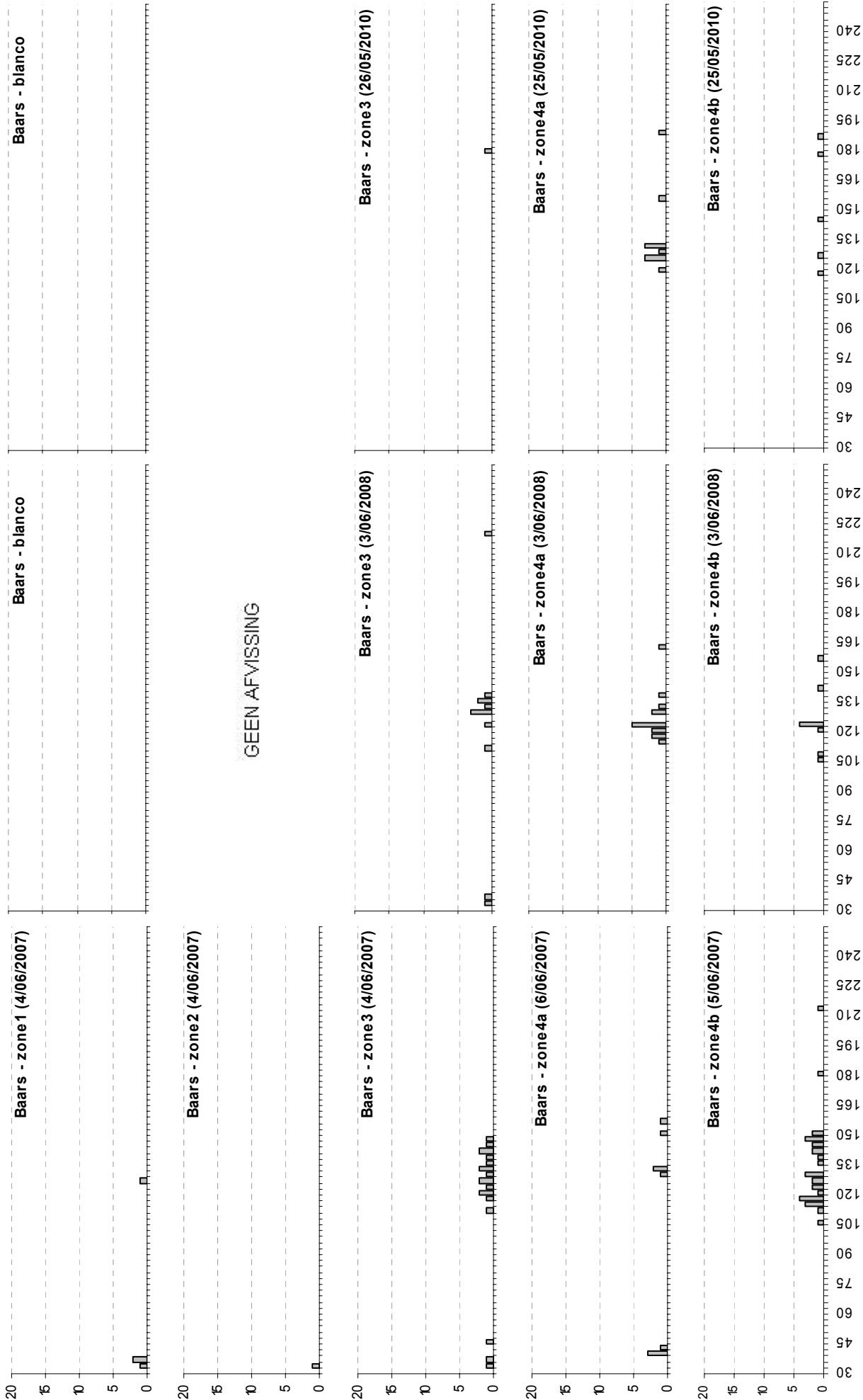


Baars – lente/zomer

T1

T3

T0

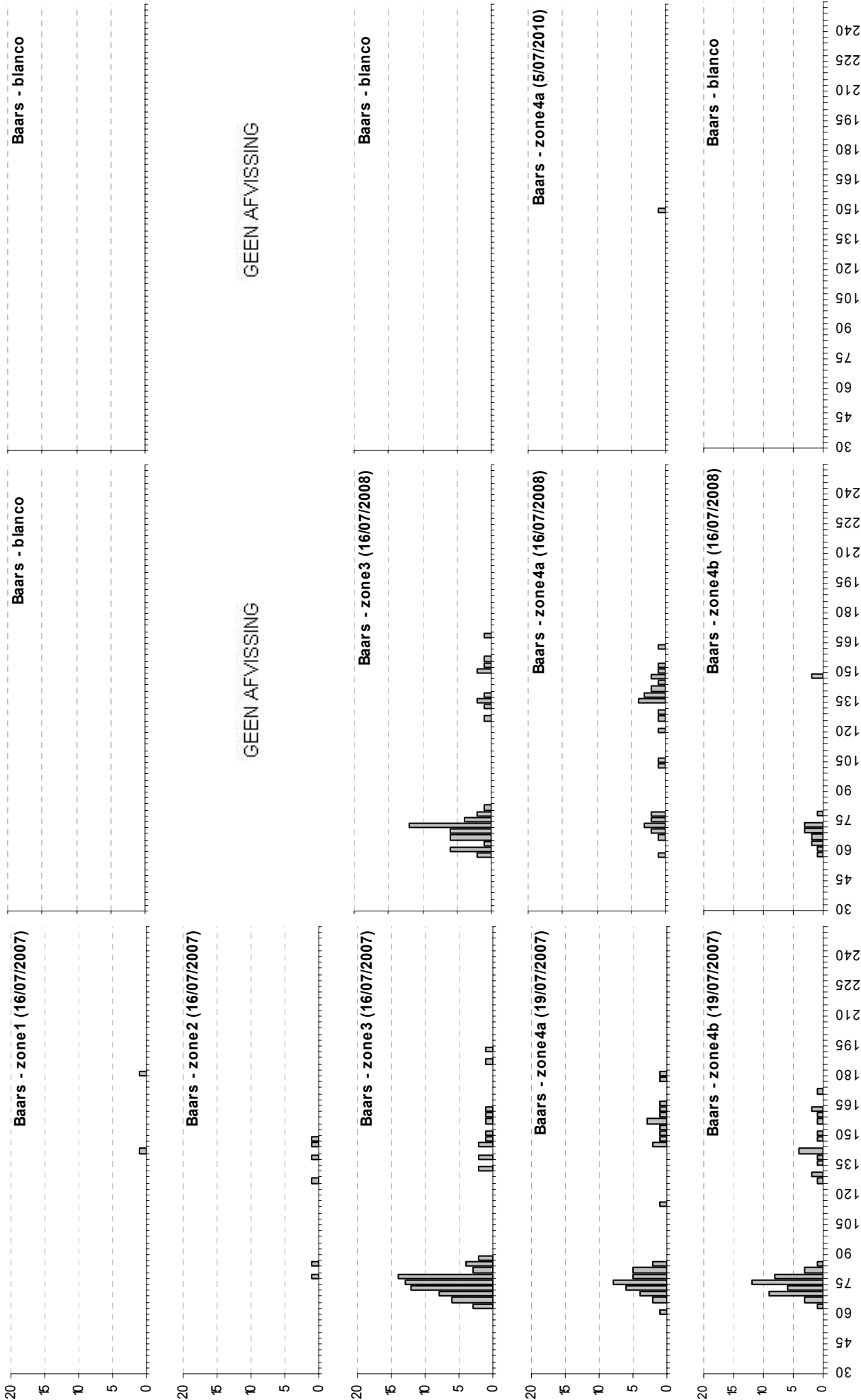


Baars - zomer

T3

T1

T0

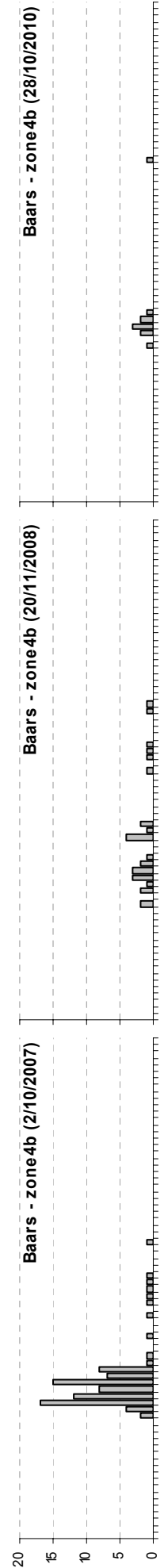
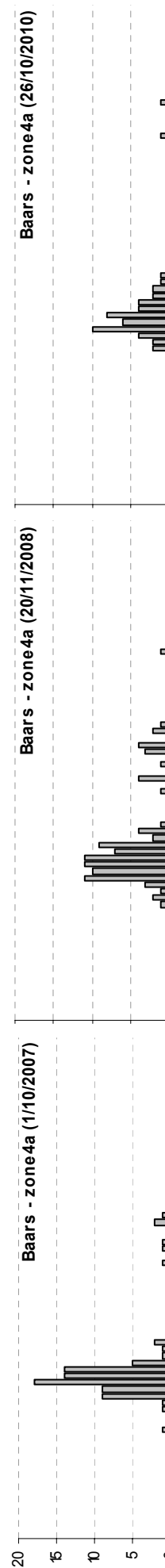
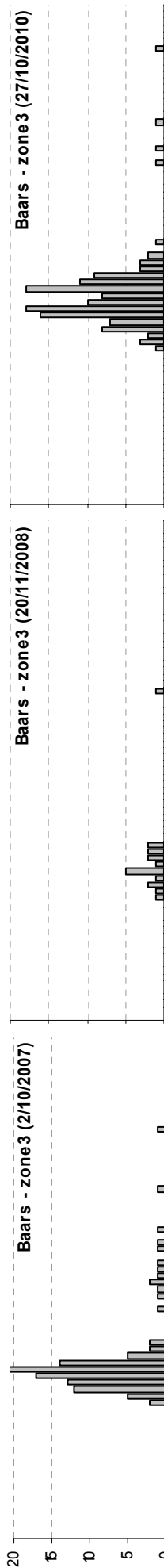
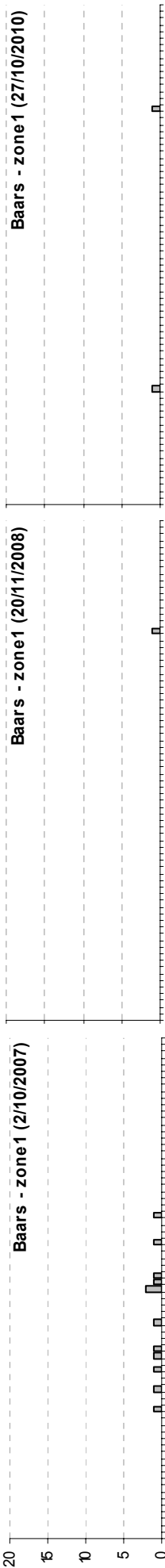


Baars - herfst

T3

T1

T0

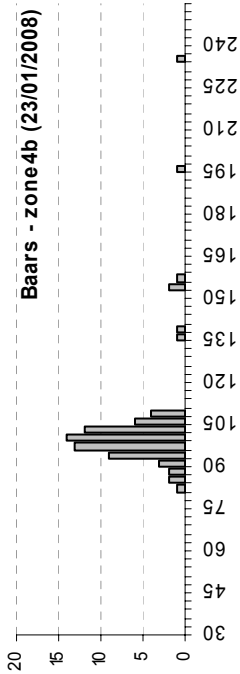
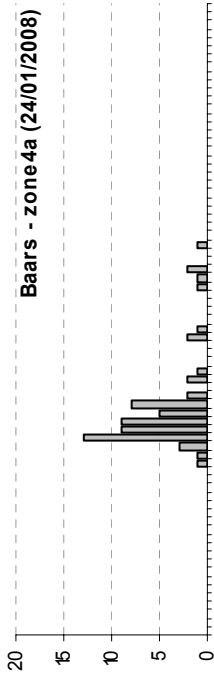
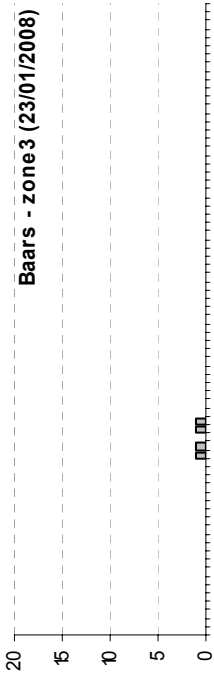
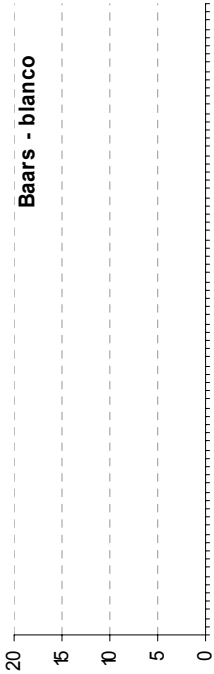
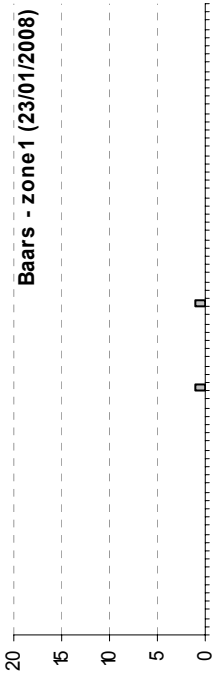


GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

Baars - winter
T1

T3



GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

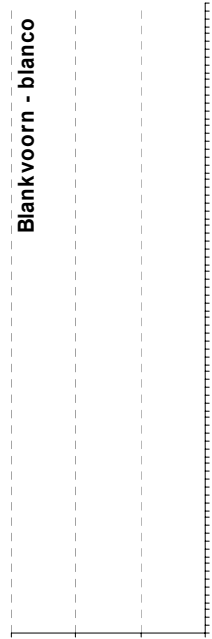
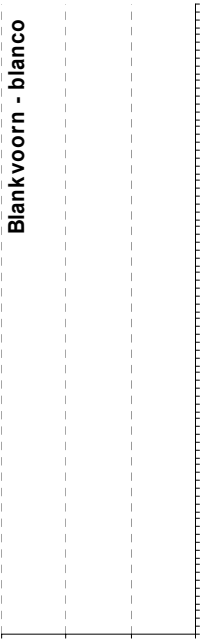
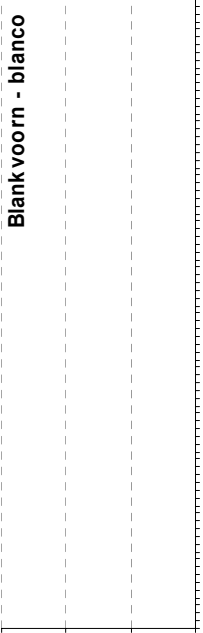
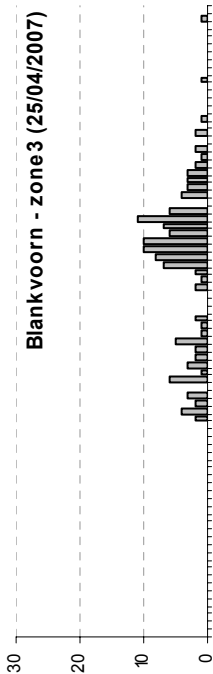
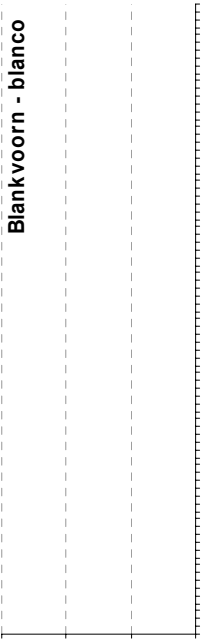
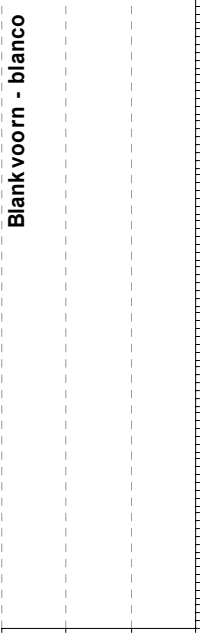
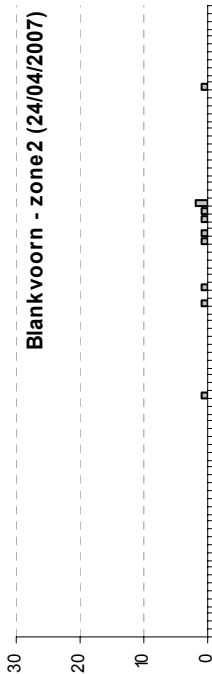
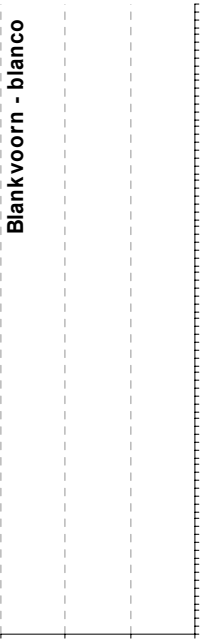
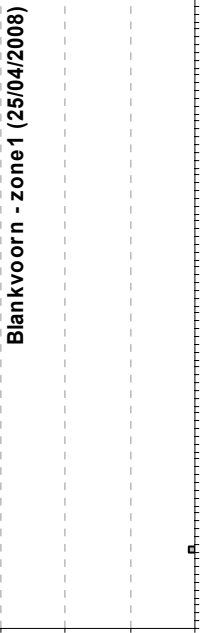
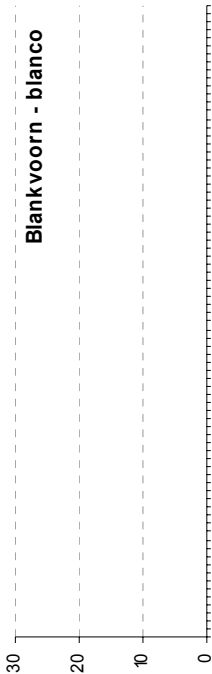
GEEN AFVISSING

Blankvoorn - lente

T0

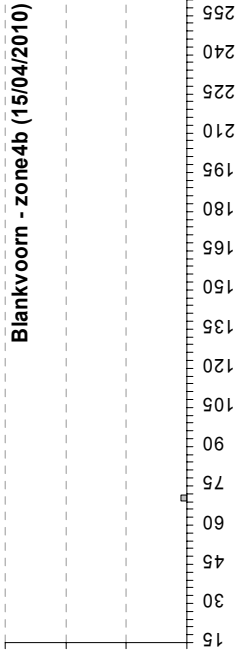
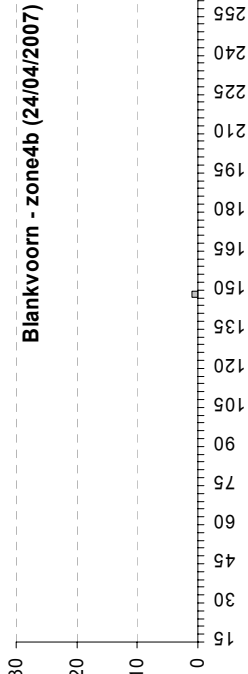
T1

T3



GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING



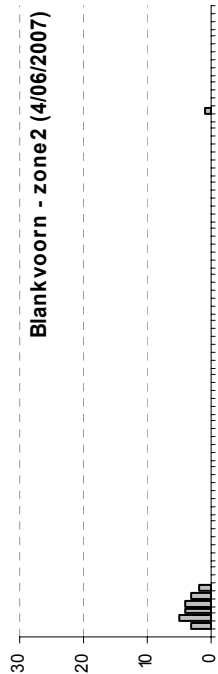
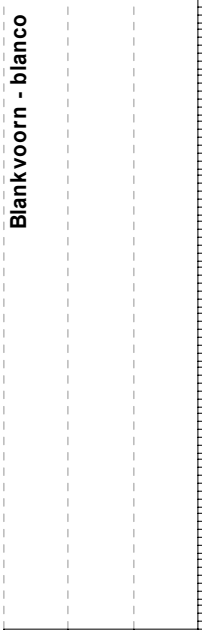
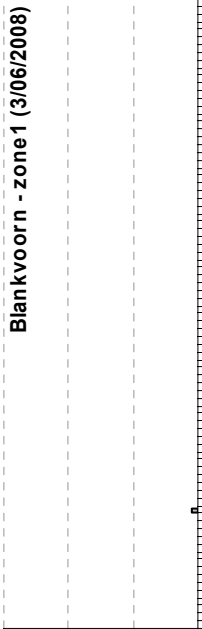
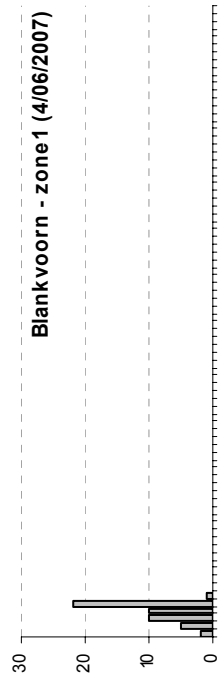
GEEN AFVISSING

Blankvoorn – lente/zomer

T0

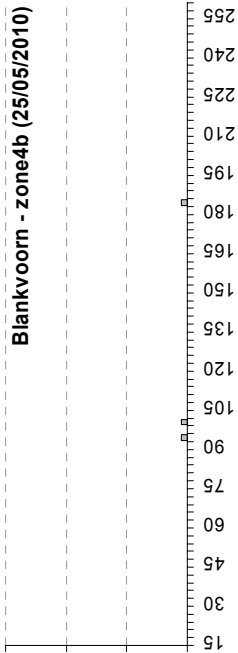
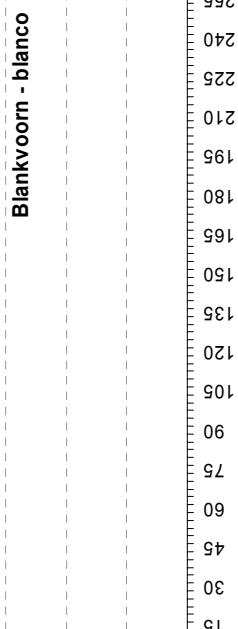
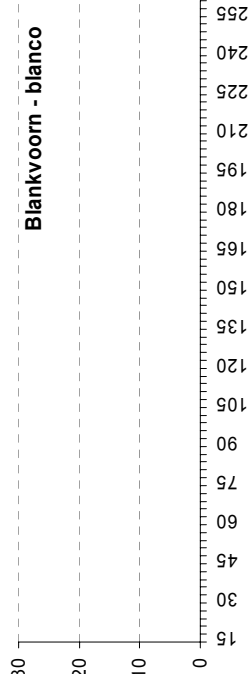
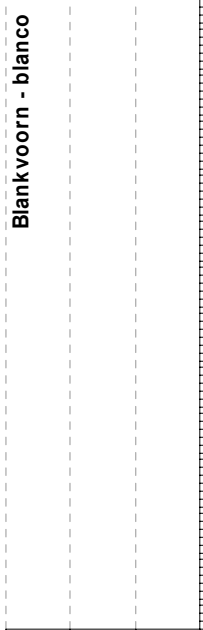
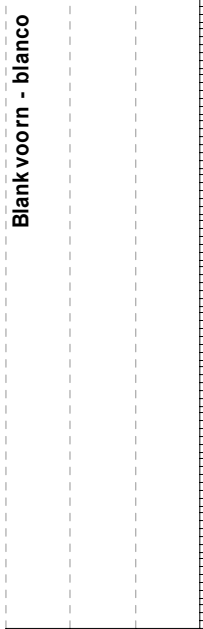
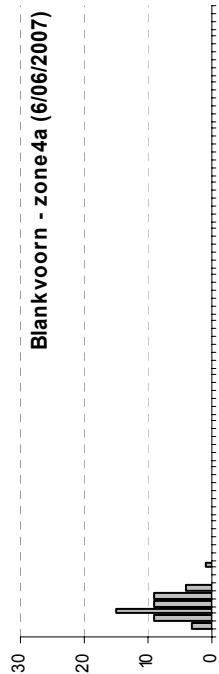
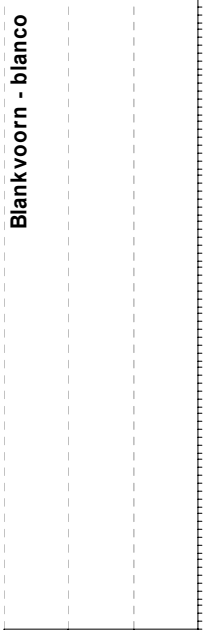
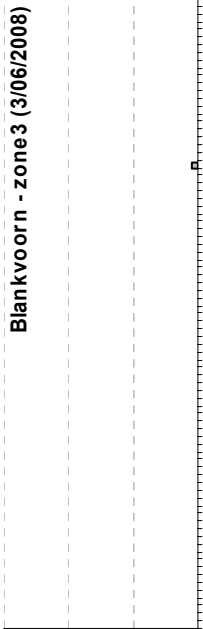
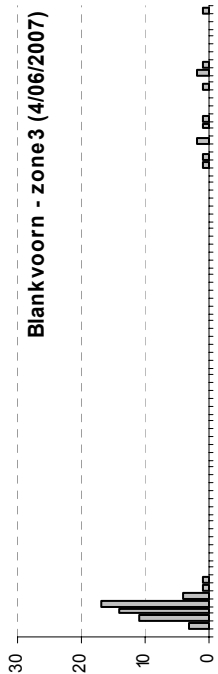
T1

T3



GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

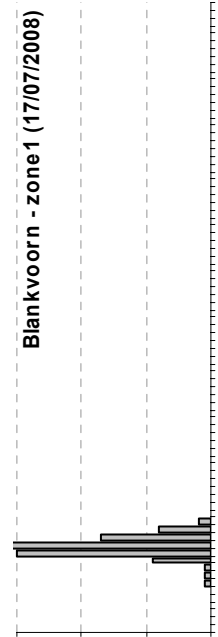
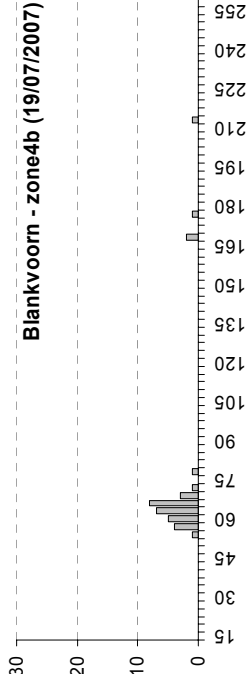
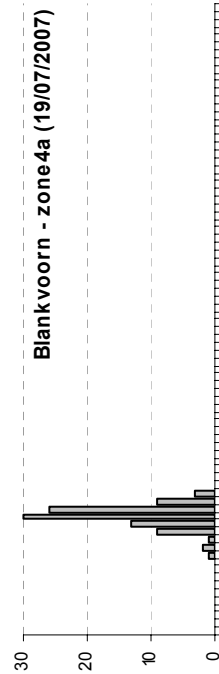
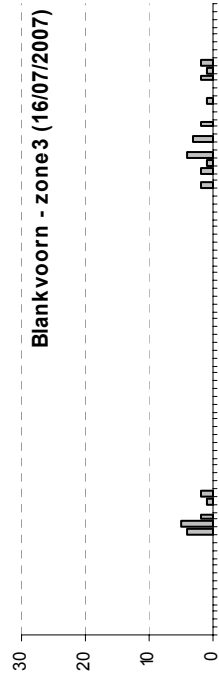
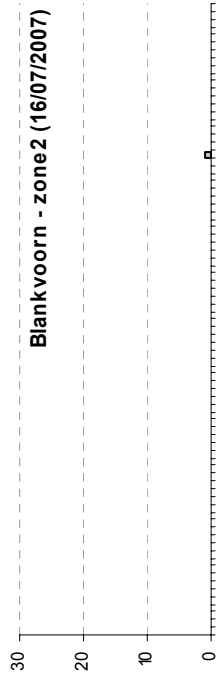
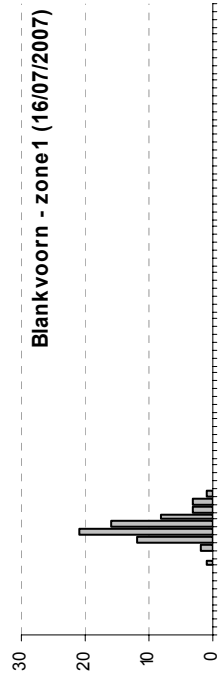


Blankvoorn - zomer

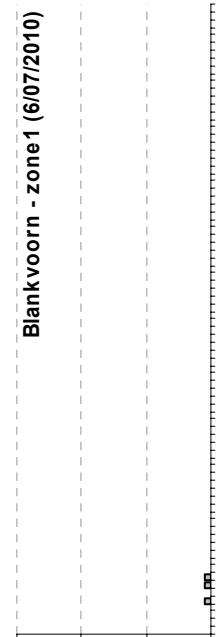
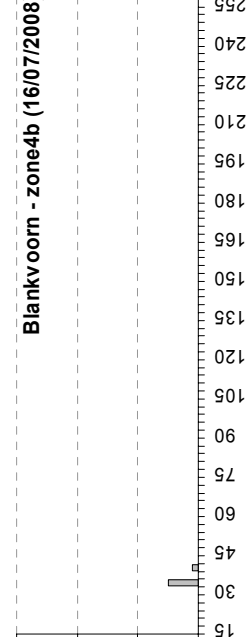
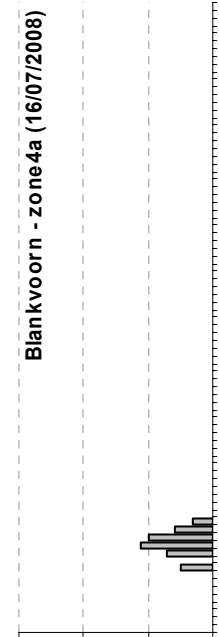
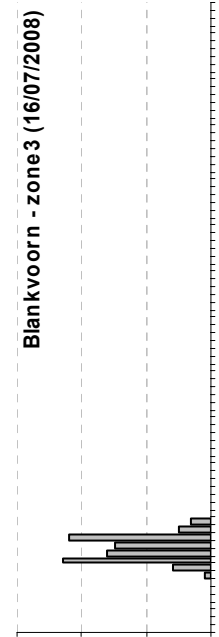
T0

T1

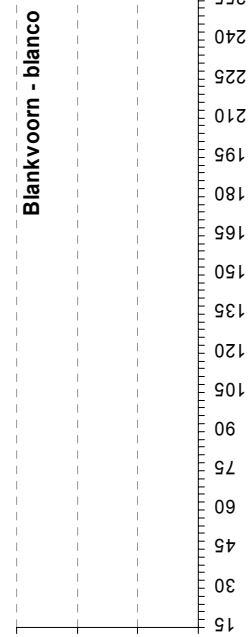
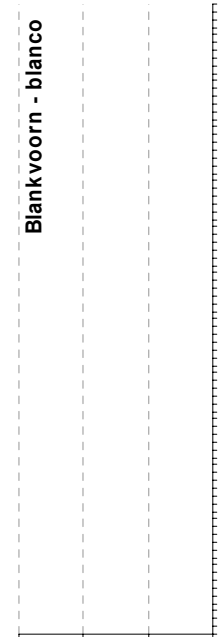
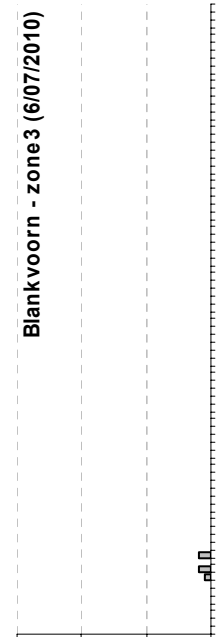
T3



GEEN AFVISSING



GEEN AFVISSING

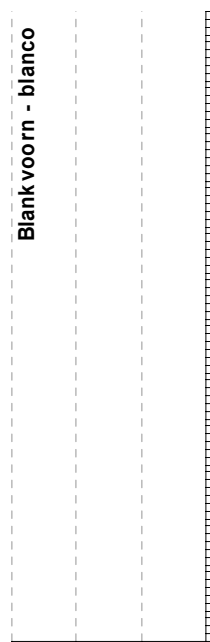
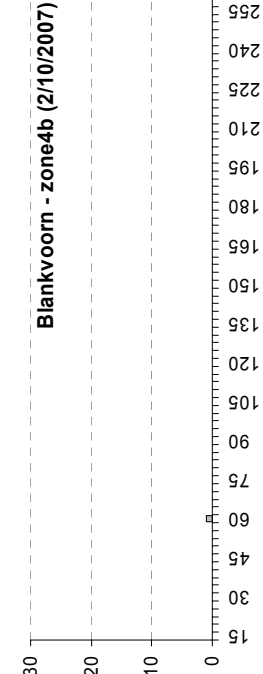
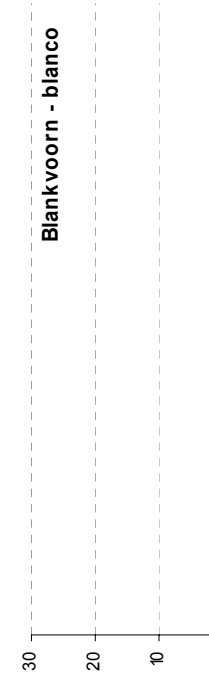
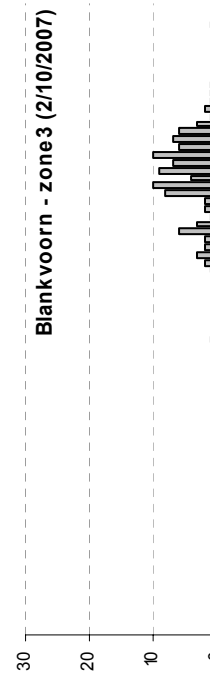
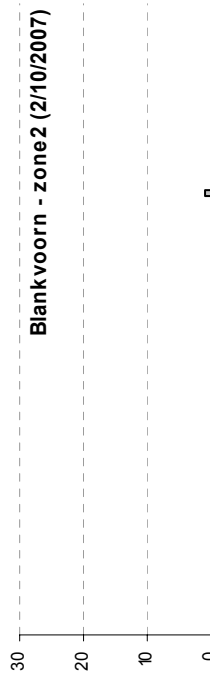
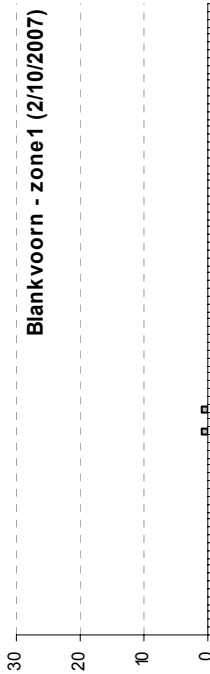


Blankvoorn - herfst

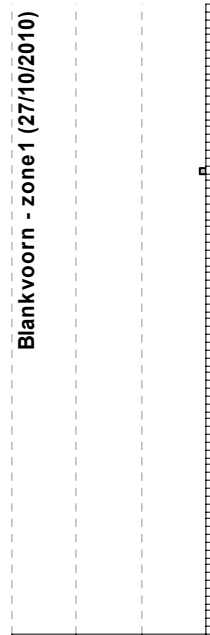
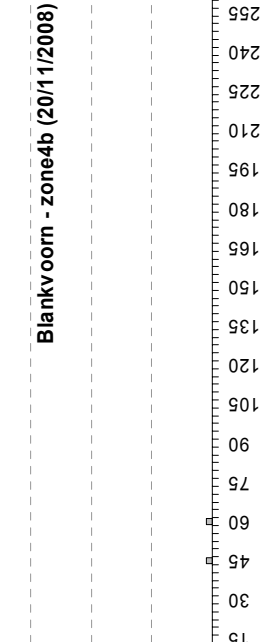
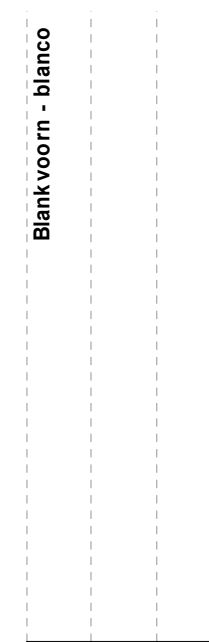
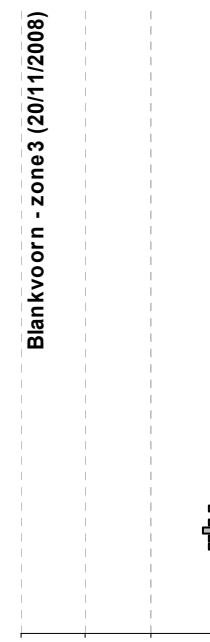
T0

T1

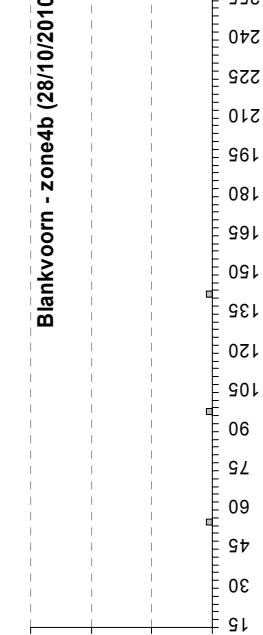
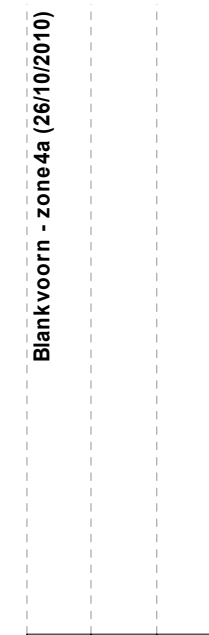
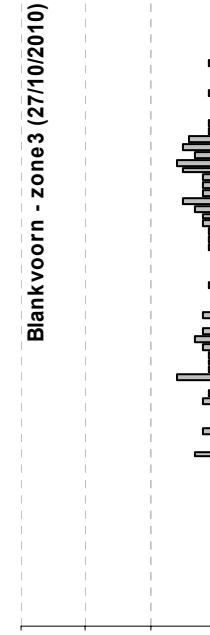
T3



GEEN AFVISSING

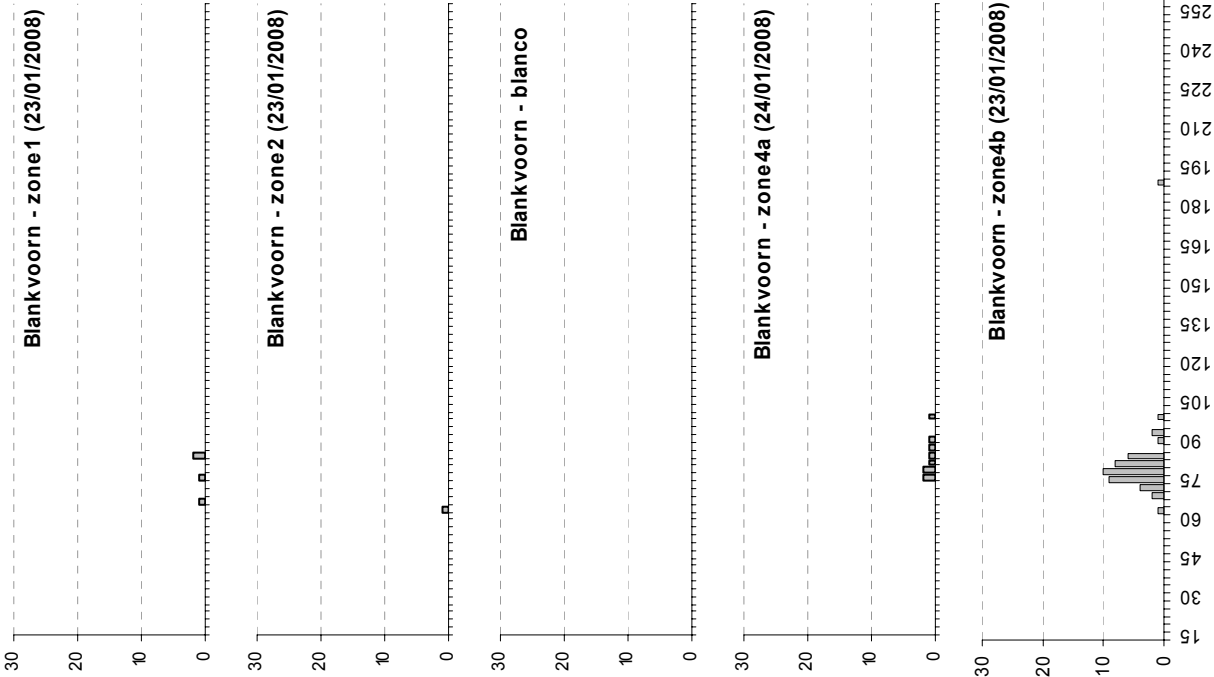


GEEN AFVISSING



Blankvoorn - winter
T1

T3



GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

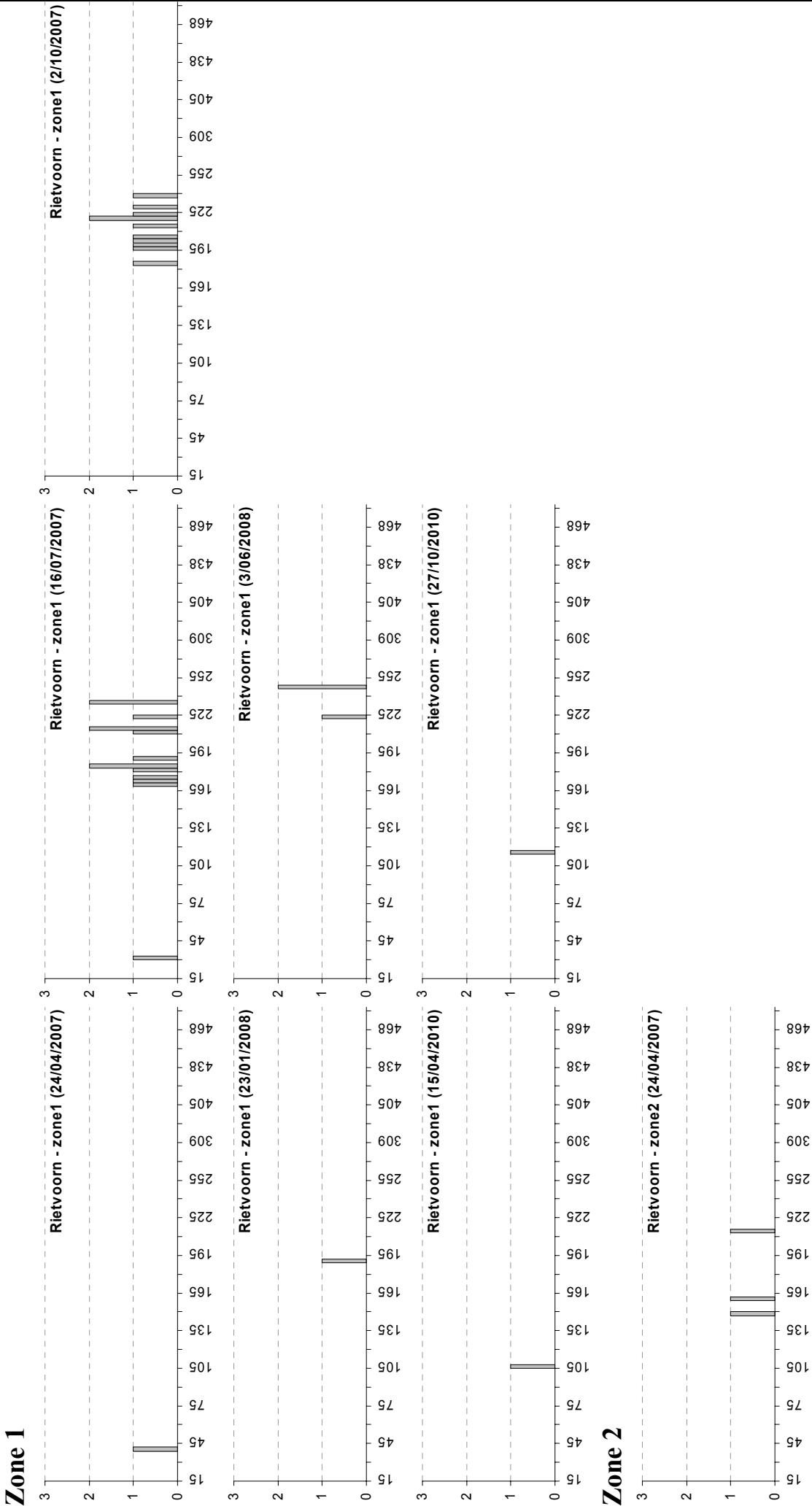
GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

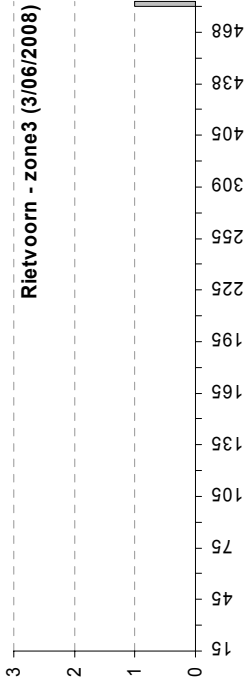
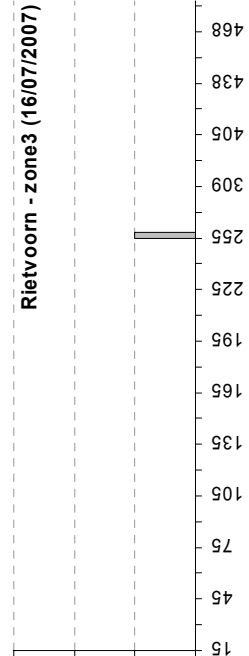
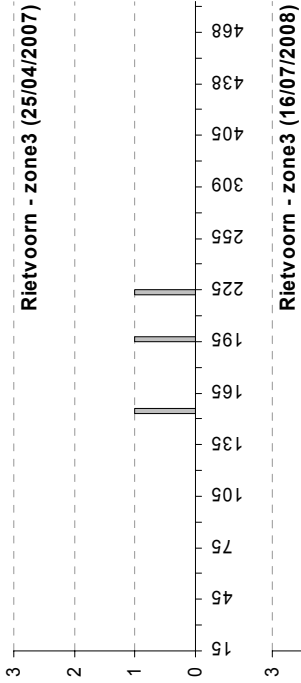
GEEN AFVISSING

GEEN AFVISSING

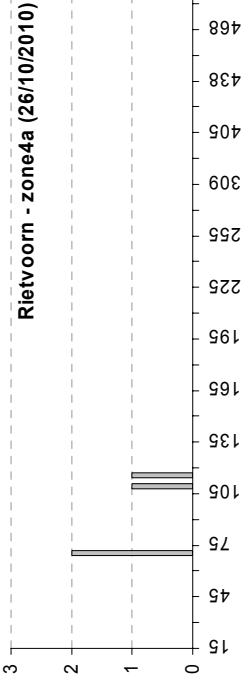
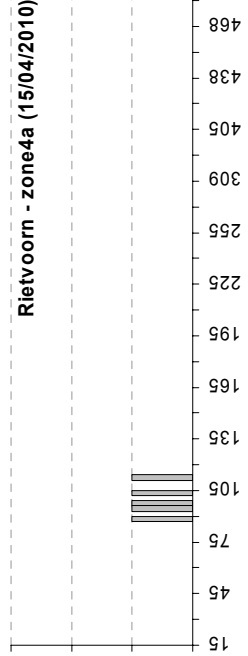
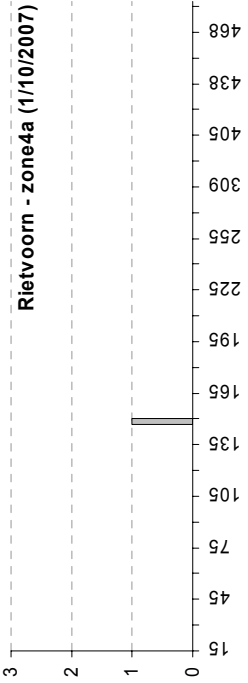
Rietvoorn



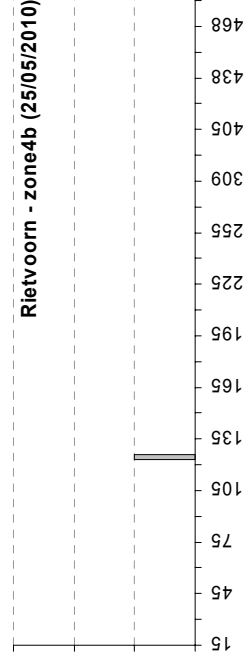
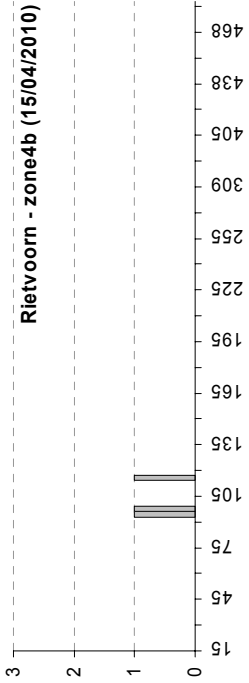
Zone 3



Zone 4a

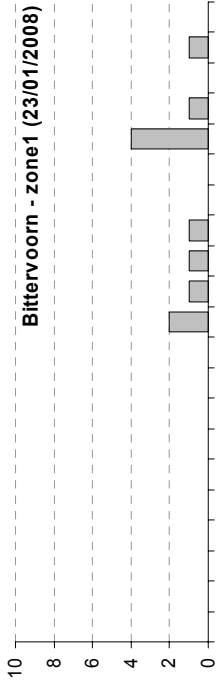
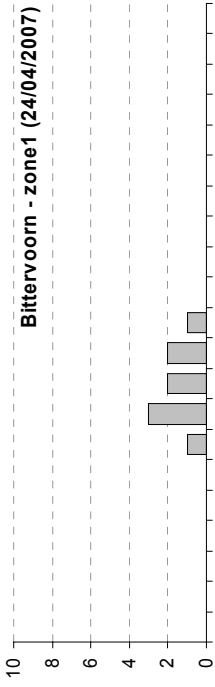


Zone 4b

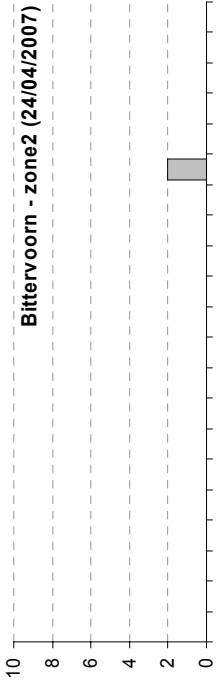


Bittervoorn – T0

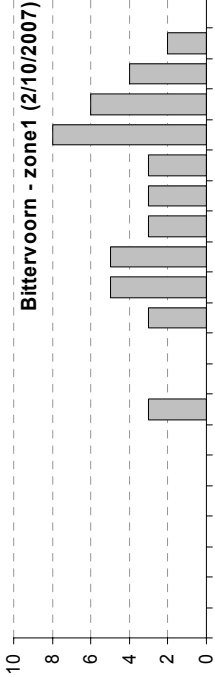
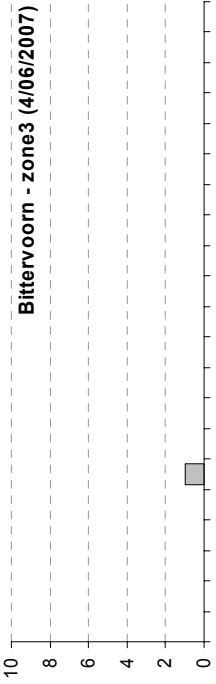
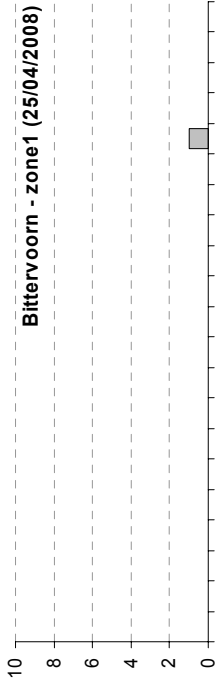
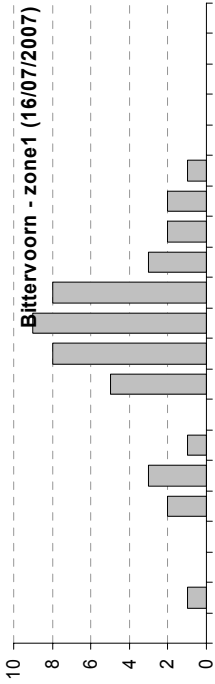
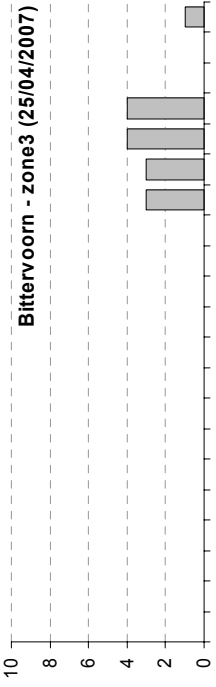
Zone 1



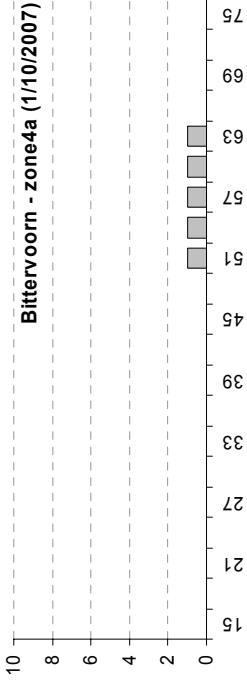
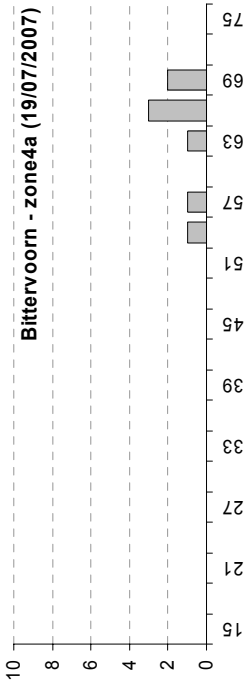
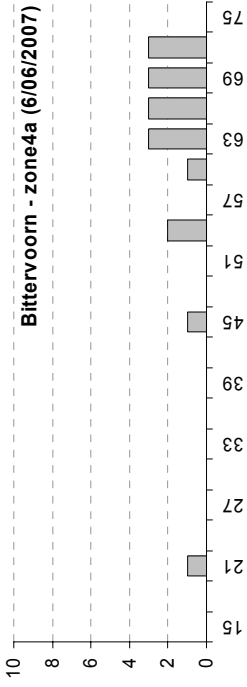
Zone 2



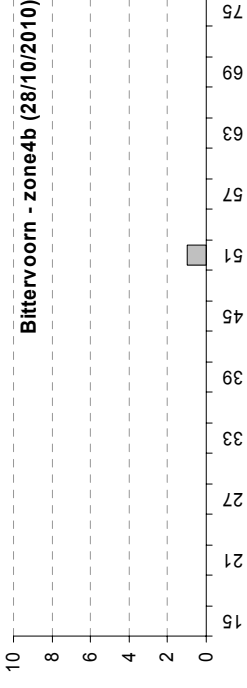
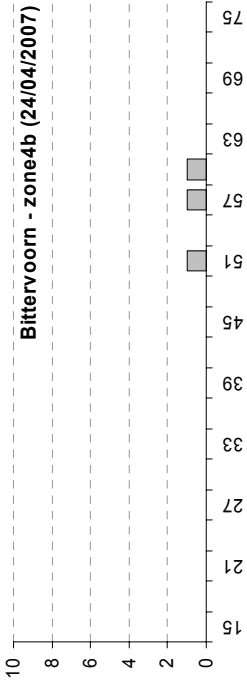
Zone 3



Zone 4a



Zone 4b



Bijlage 7 Overzicht Macro-invertebraten

[illegible]

Bijlage 8 Overzicht planten

Bijlage 8 Overzicht planten

Soort	Wetenschappelijke naam	aantal	1	2	3	4a	4b	D	Oe	PI	VO
Zwarte els	<i>Alnus glutinosa</i>	33	X	X	X	X		X	X		X
Bezemkruiskruid	<i>Senecio inaequidens</i>	32	X		X	X		X	X		
Gewone hoornbloem	<i>Cerastium fontanum</i>	32	X	X	X	X	X	X			
Zandmuur	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	32		X	X			X			
Avondkoekoeksbloem	<i>Silene latifolia</i> (subsp. <i>alba</i>)	31	X	X	X			X	X		
Gewone smeerwortel	<i>Symphytum officinale</i>	30	X	X	X			X	X		
Gewone engelwortel	<i>Angelica sylvestris</i>	29	X	X		X		X	X		X
Ruige zegge	<i>Carex hirta</i>	29	X		X		X	X	X		
Gewone es	<i>Fraxinus excelsior</i>	28	X	X	X	X		X	X		X
Klein streepzaad	<i>Crepis capillaris</i>	28	X	X		X		X	X		
Waterzuring	<i>Rumex hydrolapathum</i>	28	X	X		X	X		X		X
Fioringras	<i>Agrostis stolonifera</i>	27	X		X	X	X	X	X	X	X
Valse voszegge	<i>Carex cuprina</i>	25	X		X	X	X	X	X		
Zachte dravik	<i>Bromus hordeaceus</i>	25	X		X			X			
Kluwenzuring	<i>Rumex conglomeratus</i>	24	X	X	X	X		X	X		X
Ridderzuring	<i>Rumex obtusifolius</i>	22	X			X	X	X	X		X
Duinriet	<i>Calamagrostis epigejos</i>	20	X		X	X	X	X			
Kleine bevernel	<i>Pimpinella saxifraga</i>	20	X	X				X			
Ringelwikke	<i>Vicia hirsuta</i>	20	X	X	X			X	X		
Slangekruid	<i>Echium vulgare</i>	20	X	X	X	X		X	X		
Gewone brunel	<i>Prunella vulgaris</i>	18	X	X				X			
Kalmoes	<i>Acorus calamus</i>	18	X			X			X	X	X
Kweek	<i>Elytrigia repens</i>	17			X			X	X		
Speerdistel	<i>Cirsium vulgare</i>	17			X	X		X	X		X
Zandhoornbloem	<i>Cerastium semidecandrum</i>	17		X			X	X			
IJle dravik	<i>Bromus sterilis</i>	16	X	X	X			X			
Hondsdraf	<i>Glechoma hederacea</i>	15		X	X	X		X	X		
Gele iis	<i>Iris pseudacorus</i>	14	X			X	X				X
Gewone melkdistel	<i>Sonchus oleraceus</i>	14	X		X			X	X		
Ratelpopulier	<i>Populus tremula</i>	14	X	X	X	X	X	X			
Timoteegras	<i>Phleum pratense</i> subsp. <i>pratense</i>	14	X	X	X		X	X	X		
Gekroesde melkdistel	<i>Sonchus asper</i>	13		X	X	X		X	X		
Vlasbekje	<i>Linaria vulgaris</i>	13	X	X	X	X		X	X		
Heelblaadjes	<i>Pulicaria dysenterica</i>	12	X		X	X		X	X		
Straatgras	<i>Poa annua</i>	12		X	X			X	X		X
Gele waterkers	<i>Rorippa amphibia</i>	11	X			X	X		X	X	X
Grof hoornblad	<i>Ceratophyllum demersum</i>	11	X		X	X	X			X	
Moerasvergeet-mij-nietje	<i>Myosotis palustris</i>	11	X		X			X			X
Akkermelkdistel	<i>Sonchus arvensis</i>	10	X		X			X	X		
Goudhaver	<i>Trisetum flavescens</i>	10			X	X	X	X			
Hop	<i>Humulus lupulus</i>	10	X	X							X
Kantige basterdwederik	<i>Epilobium tetragonum</i>	10	X					X			
Moerasandoorn	<i>Stachys palustris</i>	10	X	X			X				X
Tuinbingelkruid	<i>Mercurialis annua</i>	10			X	X		X	X		
Brem	<i>Cytisus scoparius</i>	9		X		X	X	X	X		
Krulzuring	<i>Rumex crispus</i>	9	X		X		X	X	X		X
Zachte berk	<i>Betula pubescens</i>	9	X		X		X	X	X		
Zeegroene zegge	<i>Carex flacca</i>	9		X	X	X	X	X			
Brede wespenorchis	<i>Epipactis helleborine</i>	8		X					X		
Canadese guldenroede	<i>Solidago canadensis</i>	8	X			X		X	X		X
Hoog struisgras	<i>Agrostis gigantea</i>	8		X			X	X	X		
Koninginnekruid	<i>Eupatorium cannabinum</i>	8			X		X	X	X		
Moerasspirea	<i>Filipendula ulmaria</i>	8	X		X	X	X	X	X		
Veldbeemdgras	<i>Poa pratensis</i>	8	X					X			
Gauwe abeel	<i>Populus canescens</i>	7	X	X	X			X			
Grote weegbree	<i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i>	7	X		X			X	X		X
Grove den	<i>Pinus sylvestris</i>	7		X		X		X			

Bijlage 8 Overzicht planten

Soort	Wetenschappelijke naam	aantal	1	2	3	4a	4b	D	Oe	PI	VO
Gewoon varkensgras	Polygonum aviculare	1				X		X			
Grote ereprijs	Veronica persica	1				X		X			
Grote windhalm	Apera spica-venti	1			X	X		X			
Harig knopkruid	Galinsoga quadriradiata	1						X			
Hazenpootje	Trifolium arvense	1		X				X			
Heggenwikke	Vicia sepium	1	X	X				X			
Hennegras	Calamagrostis canescens	1						X			
Koolzaad	Brassica napus	1					X	X			
Paarse dovenetel	Lamium purpureum	1		X				X			
Perzikkruid	Polygonum persicaria	1				X					X
Reukgras	Anthoxanthum odoratum	1			X	X		X			
Slipbladige ooievaarsbek	Geranium dissectum	1						X			
Veldereprijs	Veronica arvensis	1				X		X			
Watermuur	Stellaria aquatica	1					X	X			
Zevenblad	Aegopodium podagraria	1	X				X	X			
Zilverhaver	Aira caryophyllea	1			X			X			
			116	77	108	91	72	157	103	14	49

Bijlage 9 Artikel Vislijn

Artikel vislijn (jg. 2009)

VISLIJN

INFORBLAD VOOR DE OPENBARE VISSERIJ IN VLAANDEREN
AGENTSCHAP VOOR NATUUR EN BOS - JAARGANG 2009

Monitoring van de voor-oever langs het Zeekanaal



Foto: Bram Van Ballaer

Plasberm
Foto: Bram Van Ballaer

In 2002 werden door NV Waterwegen en Zeekanaal, als proefproject, verschillende types vooroeververdedigingen aangelegd langs het Zeekanaal van Brussel naar de Schelde, ter hoogte van Humbeek. In 2007 werd de laatste fase afgewerkt. De plasbermen werden afgeschermd met behulp van schanskorven of damplanken, maar staan wel in verbinding met het kanaal. Ze variëren in lengte van 100 tot 1000 meter.

Ophalen fuik
Foto: Chris Van Liefveringe

Resultaten

In 2007 werd met de tweemaandelijks monitoring gestart. Op basis van 5 afvissingen werden in totaal 2117 vissen gevangen, verspreid over 16 verschillende vissoorten en daarbij nog 9 Amerikaanse riviervissen (zie grafiek, aantallen per vissoorten). Er werden 4 zeldzame en/of beschermde vissoorten aangetroffen: bittervoorn, kopvoorn, winde en vetje. In de vooroevers komen de dominante vissoorten baars en blankvoorn voor. Bittervoorn is minder opvallend aanwezig. Sommige vissoorten zoals rietvoorn, 3-doornige en 10-doornige stekelbaars komen beduidend meer voor in de ondiepste plasbermen met de meest uitgebreide plantengroei. In de lente (mei-juli) van 2008 werd een intensieve campagne gevoerd om de rol van de aangelegde vooroevers als paaiplaats te evalueren. Met behulp van fuiken in de verbindingsbuizen tussen het kanaal en de oeverzones werden de in- en uittrekkende vissen bemonsterd. De eerste resultaten hiervan wijzen in het voorjaar op een grote mobiliteit van de vissen tussen de plasberm en het kanaal.

Conclusie

De grote mobiliteit van in- en uitzwemmende vissen in het voorjaar kan er op wijzen dat paaipijpe vissen de vooroevers effectief gebruiken als paaiplaats. Van volgende vissoorten zoals blankvoorn, baars, rietvoorn en bittervoorn werden gedurende het gehele jaar in de plasbermen jonge exemplaren (juvenielen) aangetroffen. Daarom kan aangenomen worden dat deze kalmere zones in het kanaal ook effectief gebruikt worden als opgroeigebied voor verschillende vissoorten.

Naast de opvolging van de visfauna wordt door de Universiteit Antwerpen ook gekeken naar macro-invertebraten, plantengroei ontwikkeling, erosie en waterkwaliteit. Deze globale monitoring moet toelaten de verschillende vooroevertypes te vergelijken. In 2010 is de laatste uitgebreide monitoring gepland, die gevolgd wordt met aanbevelingen voor latere inrichtingswerken. ■

Bram Van Ballaer
Universiteit Antwerpen

Chris van Liefveringe
Agentschap voor Natuur en Bos

Viswaterprojecten voor
vissen en vissers

Vanwege de betonnen, rechte oevers en het uniforme dwarsprofiel zijn er voor de meeste vissen in het kanaal zelf weinig of geen geschikte paaimagelijkheden. Door de aanleg van deze plasbermen wordt een ondiepe, rustige waterpartij bekomen waarin zich op termijn plantengroei kan ontwikkelen. Deze plasbermen kunnen dienst doen als mogelijke paaiplaats. De inrichting van de vooroevers speelt eveneens een belangrijke rol bij het herstel en de populatiestructuur van de visfauna in het Zeekanaal. De onderzoeksgroep Ecosysteembeheer van de Universiteit Antwerpen onderzoekt in opdracht van de Dienst Natuurtechnische Milieubouw hoe de verschillende zones door vissen worden gebruikt. Het onderzoek en de evaluatie gebeuren zowel op vissoort- als op gemeenschapsniveau. Hiervoor worden twee verschillende vangstechnieken toegepast: elektrovisserij in de plasberm zelf (2007 en 2010) en fuikvangsten in de verbindingsbuizen (lente 2008).

