NATUURLIJKE ZAKEN

Aal naar het Liniekanaal

Voorstel voor maatregelen om vismigratie te bevorderen

September 2017

Aal naar het Liniekanaal

uitvoeringsplan

B. van de Riet & Kees Dekker

m.m.v.
Rik Beentjes
Hans IJdel
Hans Roodzand
Jeroen Engelhart
Lothar Valentijn
Niels Hogeweg
Els Zwartendijk

2016

Projectleider	B. van de Riet
Afdeling	Onderzoek & Advies
Opdrachtgever	Werkgroep Deltanatuur Noordzeekanaalgebied, Jacques van Alphen (Hoogheemraadschap van Rijnland)
Financiering	Stuurgroep Noordzeekanaalgebied en ommelanden
Foto’s en afbeeldingen	B. van de Riet

© Natuurlijke Zaken

De zakelijke dienstverlening van Landschap Noord-Holland
Postbus 222
1850 AE Heiloo
088-0064400
www.natuurlijkezaken.nl

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave **5**

1 Inleiding **7**

2 Het watersysteem van het Liniekanaal en aanliggende forten **11**

3 Effecten van verbrakken op de waterkwaliteit en bestaande natuur **19**

4 Waar kan extra leefgebied voor vissen gecreëerd worden en aanbevelingen voor migratie **29**

LITERATUUR **35**

BIJLAGE **36**

Leeswijzer

Deze rapportage is opgesteld om te komen tot een uitvoeringsplan voor concrete maatregelen die de vismigratie kunnen bevorderen tussen het Noordzeekanaal en het Liniekanaal. Alvorens te kunnen beslissen welke maatregelen kunnen worden gerealiseerd, is een verkenning gedaan van kansen en knelpunten.

In *hoofdstuk 1* staat de aanleiding van het project beschreven en zijn de kennisvragen geformuleerd. Vervolgens wordt in *hoofdstuk 2* een uitgebreide beschrijving gedaan van hoe het watersysteem is opgebouwd en functioneert. Dit hoofdstuk eindigt met welke knelpunten op de vismigratieroute liggen en welke verbeterpunten hier mogelijk zijn. *Hoofdstuk 3* geeft een overzicht van de resultaten van een deskstudie en verschillende veldonderzoeken die zijn uitgevoerd. Het start met een verkenning van de bestaande natuur in het projectgebied en of en zo ja hoe deze beïnvloed zouden worden door een verbeterde verbinding met het Noordzeekanaal voor vis . Daarnaast is gekeken hoe de waterkwaliteit in het verleden zich heeft ontwikkeld (periode 1985-2015) en wordt verkend hoe diep het brakke water het watersysteem binnenkomt, nu het Hoogheemraadschap de verbinding met het zijkanaal A heeft gerealiseerd en ook de verbinding met het Liniekanaal af en toe wordt open gezet. Tot slot wordt een inschatting gemaakt van eventuele risico's van toenemende zoutconcentraties op eutrofiering van het oppervlaktewater. Hoofdstuk 3 eindigt met een beknopt overzicht van de belangrijkste bevindingen uit de onderzoeken. In *hoofdstuk 4* wordt alle informatie bijeen gebracht en formuleren we de benodigde maatregelen om vismigratie te bevorderen en wordt een kostenindicatie gegeven. Daarbij ligt de focus op ingrepen die op de korte termijn te realiseren zijn.

1 Inleiding

In het kader van Kansen voor Deltanatuur in het Noordzeekanaalgebied is een verkenning uitgevoerd om vismigratie via een brak-zoet gradiënt tussen het Noordzeekanaal en achterliggende polders te stimuleren. Vanuit Zijkanaal A is een migratieroute te realiseren richting het Liniekanaal en aanliggende forten Aagtendijk en Veldhuis. Door Landschap Noord-Holland (LNH) en Hoogheemraadschap Hollands-Noorderkwartier (HHNK) is de wens geuit om deze migratieroute optimaal in te richten voor vis. Daarmee is ruim 7 ha aan open water plus uitgestrekte oever- en moerasvegetatie te verbinden met het Noordzeekanaal. Uit recente inventarisaties blijkt dat in Zijkanaal A voor de verbindingsduiker onder de Wijkermeerweg (aangeduid met locatie Aagtendijk) relatief grote aantallen glasaal en driedoornige stekelbaars worden aangetroffen (Schaub et al. , 2015).

In de werkgroep Deltanatuur is voorgesteld om een uitvoeringsplan op te stellen voor realisatie van maatregelen die de vismigratie van brak naar zoet bevorderen, inclusief de daarbij benodigde verbeteringen ten aanzien van rust-, paai- en foerageerplaatsen voor vis. Samen met het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (Rik Beentjes, Hans Roodzand en Hans IJdel) en de afdeling Gebieden van Landschap Noord-Holland (Els Zwartendijk, Jeroen Engelhart en Lothar Valentijn) is verkend welke aanpassingen in (water)beheer en inrichting van het gebied mogelijk zijn om migratie van vis van en naar het Noordzeekanaal te verbeteren.

Voor aanvang van het project was reeds bekend dat het watersysteem van het Liniekanaal complex in elkaar zit. Ook zijn bij aanvang een aantal mogelijke risico's benoemd die zitten aan het inlaten van Noordzeekanaalwater op bestaande natuurwaarden in het gebied. Om een goed advies te kunnen geven over de te nemen maatregelen zijn in het plan van aanpak de volgende onderzoeksvragen benoemd:

1. Hoe zit het watersysteem van het Liniekanaal en aanliggende forten in elkaar?
Het Liniekanaal bestaat uit verschillende compartimenten die met elkaar, en mogelijk met de fortgrachten, verbonden zijn met duikers. Op sommige plekken is onduidelijk of/hoe de verbindingen functioneren, waar het water weer wordt uitgeslagen en welke verbindingen richting verder gelegen polders zijn.

Wat gaan we daarvoor doen?
> kunstwerken inventariseren en kijken of deze nog steeds functioneren;
> waar knelpunten in de verbinding zitten wordt een voorstel gedaan hoe dit te verbeteren;
> deskstudie en veldcontrole om overzicht te maken van historische waterkwaliteitsgegevens op meetpunten op verschillende afstand van het Noordzeekanaal en de huidige toestand (m.a.w. wat is vroeger de range geweest in

zoutgehalte in verschillende compartimenten van het Liniekanaal en hoe ver reikt de invloed van het brakke water).

2. *Heeft het brakker worden van het Liniekanaal positief of negatief effect op bestaande natuurwaarden in de graslanden langs het Liniekanaal?*

1. LNH heeft een aantal graslanden langs het Liniekanaal in botanisch beheer. In het gebied komen orchideeën en zeldzame soorten voor, die kenmerkend zijn voor schrale graslanden. Onduidelijk is wat de effecten van toevoer van brak water zijn en eventueel veranderingen in waterpeil.

Wat gaan we daarvoor doen?
> lokale watersysteem in kaart brengen;
> inventariseren van natuurwaarden i.r.t. hoogteligging van de percelen (m.a.w. waar en wanneer komen de botanisch waardevolle stukken onder invloed van brak water?)
> conclusies trekken over de effecten en daarmee verantwoordbaarheid van maatregelen?

3. *Welke maatregelen kunnen worden genomen ter verbetering van de waterkwaliteit?*

Onduidelijk is hoeveel bagger in de compartimenten van Liniekanaal en fortgrachten aanwezig is. Baggeren helpt waterkwaliteit te verbeteren en draagt daarmee bij aan de ontwikkeling van een goed biotoop voor vis.

Wat gaan we daarvoor doen?
> Uitpeilen van bagger in verschillende compartimenten van het Liniekanaal en fortgrachten;
> Voorstel voor al dan niet baggeren maken;
> Conclusies trekken over de effecten en daarmee verantwoordbaarheid van maatregelen?

4. *Wat zijn de effecten van verbinden van de fortgrachten Aagtendijk en Veldhuizen met het Liniekanaal?*

Specifiek voor de fortgrachten is de vraag of deze fysiek gescheiden zijn van het Inundatiekanaal/Liniekanaal. Als we een open verbinding willen maken moet worden nagegaan wat de effecten zijn op waterkwaliteit, bestaande natuurwaarden en peilen in relatie tot de fundering van de forten.

Wat gaan we daarvoor doen?
> deskstudie om overzicht te maken van historische waterkwaliteitsgegevens (m.a.w. wat is vroeger de range geweest in zoutgehalte);
> analyse huidige waterkwaliteit fortgrachten en inschatting effect van toevoer van brakker water op waterkwaliteit en natuur.

5. *Waar kan extra visleefgebied in het plangebied gerealiseerd worden?*

In het gebied van het Liniekanaal, graslanden van natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk en de fortterreinen zijn mogelijkheden om locaties geschikt te maken voor visleefgebied. We denken daarbij aan de aanleg van ondiepe helofytenvegetatie of poelen verbonden met het oppervlaktewater.

Wat gaan we daarvoor doen?
> Onderzoeken beperkingen door huidig gebruik (verpachting) of beperkingen uit erfpacht;
> Overzicht van potentiële locaties waar inrichting extra leefgebied voor vis gerealiseerd kan worden (aanleg extra moerasnatuur t.b.v. foerageer-, rust- en paaiplaatsen);

Samen met Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en de Afdeling Gebieden van LNH zijn deze onderwerpen verder onderzocht. Daarbij zijn we uitgegaan van

bestaande gegevens en waar nodig is extra inspanning gedaan om de actuele situatie in het veld te onderzoeken. In het kader van dit project zijn drie aanvullende veldonderzoeken uitgevoerd:

- een bepaling van de baggerdiktes in de verschillende compartimenten van het Liniekanaal en de fortgrachten door Milieubelicht (Baars, 2015);

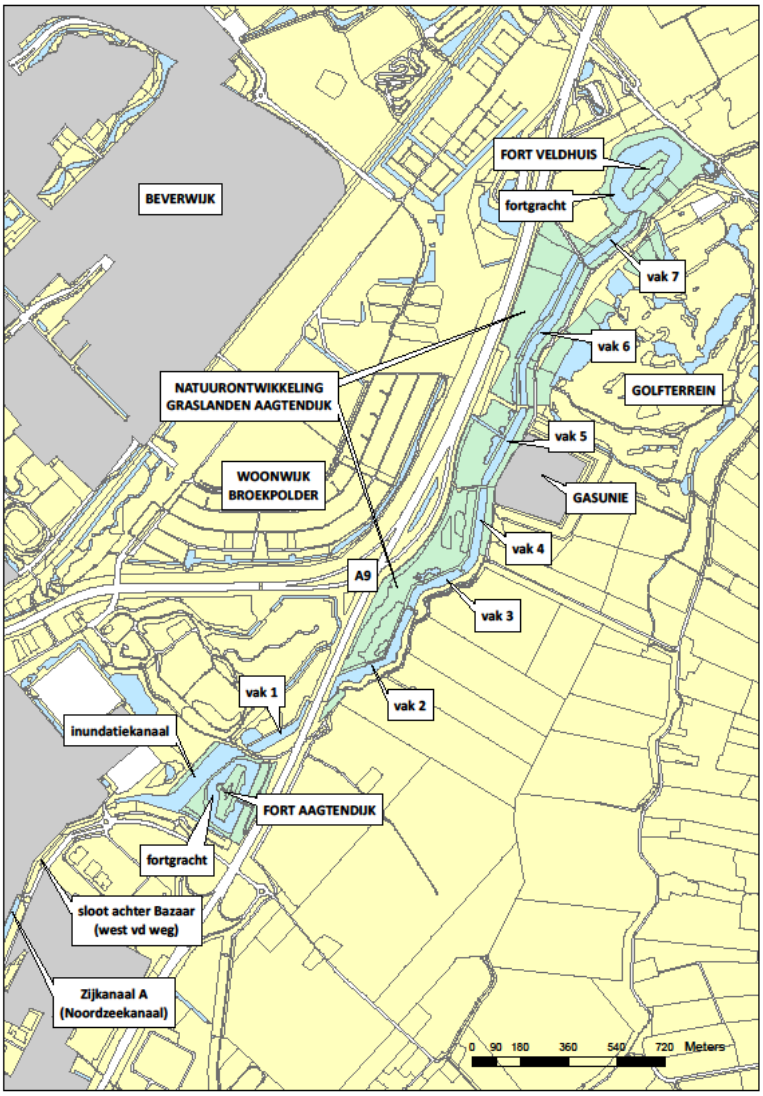
- florakartering van de graslanden in Natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk (Leguijt, 2015), en

- biogeochemisch onderzoek naar de effecten van de inlaat van water uit het Noordzeekanaal op de waterkwaliteit in het Liniekanaal en de fortgrachten door Onderzoekscentrum B-Ware (Van Dijk & Smolders, 2015).

De resultaten van de veldonderzoeken zijn verwerkt in deze rapportage. De originele rapportages van Milieubelicht en Onderzoekscentrum B-Ware zijn voor de volledigheid opgenomen in de bijlagen X en Y. De gegevens van de florakartering zijn gedigitaliseerd en beschikbaar via de Nationale Databank Flora & Fauna.

2 Het watersysteem van het Liniekanaal en aanliggende forten

Tijdens twee veldbezoeken (dd. 22 juli en 8 december 2015) is het watersysteem van het projectgebied nader bekeken en in kaart gebracht. Speciale aandacht is daarbij gegeven aan knelpunten voor vismigratie en mogelijke aanpassingen daarvoor. In figuur 2.1 is op de topografische kaart het plangebied weergegeven met daarbij een aanduiding van de in dit rapport gebruikte toponiemen.



Figuur 2.1 *Kaart van het projectgebied met gebruikte toponiemen (cf. beheerrichtlijn 1999-2009): groen = terreinen van Landschap Noord-Holland, blauw = waterlichamen.*

2.1 Beschrijving van de peilgebieden en hun onderlinge verbindingen

Het watersysteem in het projectgebied is onderverdeeld in vier verschillende peilgebieden (fig. 2.4). Het meest zuidelijke peilgebied (1), waar de sloot achter de Bazaar, het inundatiekanaal en fortgracht Aagtendijk deel van uitmaken, heeft een streefpeil van NAP – 40cm. Dit is het peil van het Noordzeekanaal. De Sint Aagtendijk scheidt dit peilgebied van het Liniekanaal en Natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk, dat een eigen vast peil heeft van NAP -110 cm (gebied 2; en de vakken of compartimenten 1 t/m 6 van het Liniekanaal). Tussen peilgebied 1 en 2 is een afsluitbare duiker (50 cm Ø) in de Sint Aagtendijk aanwezig. Het Hoogheemraadschap beheert deze duiker en laat in het zomerseizoen regelmatig water in het Liniekanaal om verdampingstekorten aan te vullen. Tussen vak 6 en 7 van het Liniekanaal is een stuw aanwezig die staat ingesteld op ca. NAP - 110 cm. Het teveel aan water wordt afgewenteld op peilgebied 3 (flexibel peil NAP -136/-110 cm), dat bestaat uit het 7^{e} vak van het Liniekanaal en de fortgracht van Veldhuis. Het stroomt via 7^{e} vak over een stuwtje naar peilgebied 4 (NAP -155 cm). Via een smalle sloot langs de westkant van Fort Veldhuis. Het water verlaat het projectgebied via een stuw onder de Communicatieweg door naar het noordelijker gelegen poldergebied (Polder Uitgeester- en Heemskerkerbroek, NAP - 160 cm). Peilgebied 5 (NAP – 130 cm) op de kaart in fig. 2.4 is buiten beschouwing gelaten bij de analyse van het systeem, omdat het geen directe verbinding heeft met het projectgebied.

Peilgebied 1

Sinds enkele jaren stroomt het noordoostelijke deel van Beverwijk onder vrij-verval af naar peilgebied 1 en Zijkanaal A (Noordzeekanaal; streefpeil NAP – 40 cm). Het totale afstromende oppervlak is ca 400 ha. De overwegende stroomrichting is naar het Noordzeekanaal en de afvoer is voornamelijk regenwater gestuurd. In droge tijden kan er ook water vanuit het Noordzeekanaal richting peilgebied 1 stromen. Afvoer vindt plaats via een duikerconstructie onder de Wijkermeerweg. De uitstroom bestaat uit een duiker met spindel (100 cm Ø; fig. 2.2). Onder de weg splitst de verbinding zich in een (voormalige gemaal-) leiding (80 cm Ø) richting noordwesten naar het industrieterrein en een leiding richting het noorden (50 cm Ø). Laatstgenoemde komt uit in een sloot achter de Bazaar.

Bij recente werkzaamheden zijn verschillende ruime spirosolduikers onder verkeerkruisingen van de Meerlanden en de Ringvaartweg aangebracht. Vissen vinden via de sloot achter de Bazaar een directe en goed toegankelijke migratieroute richting inundatiekanaal (fig. 2.3). Echter, door de beperkte diameter zal deze migratieroute niet door alle migrerende vissen worden benut, omdat een deel van de bij Zijkanaal A naar binnen zwemmende vissen via de voormalige gemaalleiding naar peilgebied 1 zwemmen. Deze leiding ligt ca 150 m naar het westen en is een

omweg richting het Liniekanaal. Aanpassing van de duiker van 50 cm Ø naar 80 of 100 cm Ø lijkt erg kostbaar.



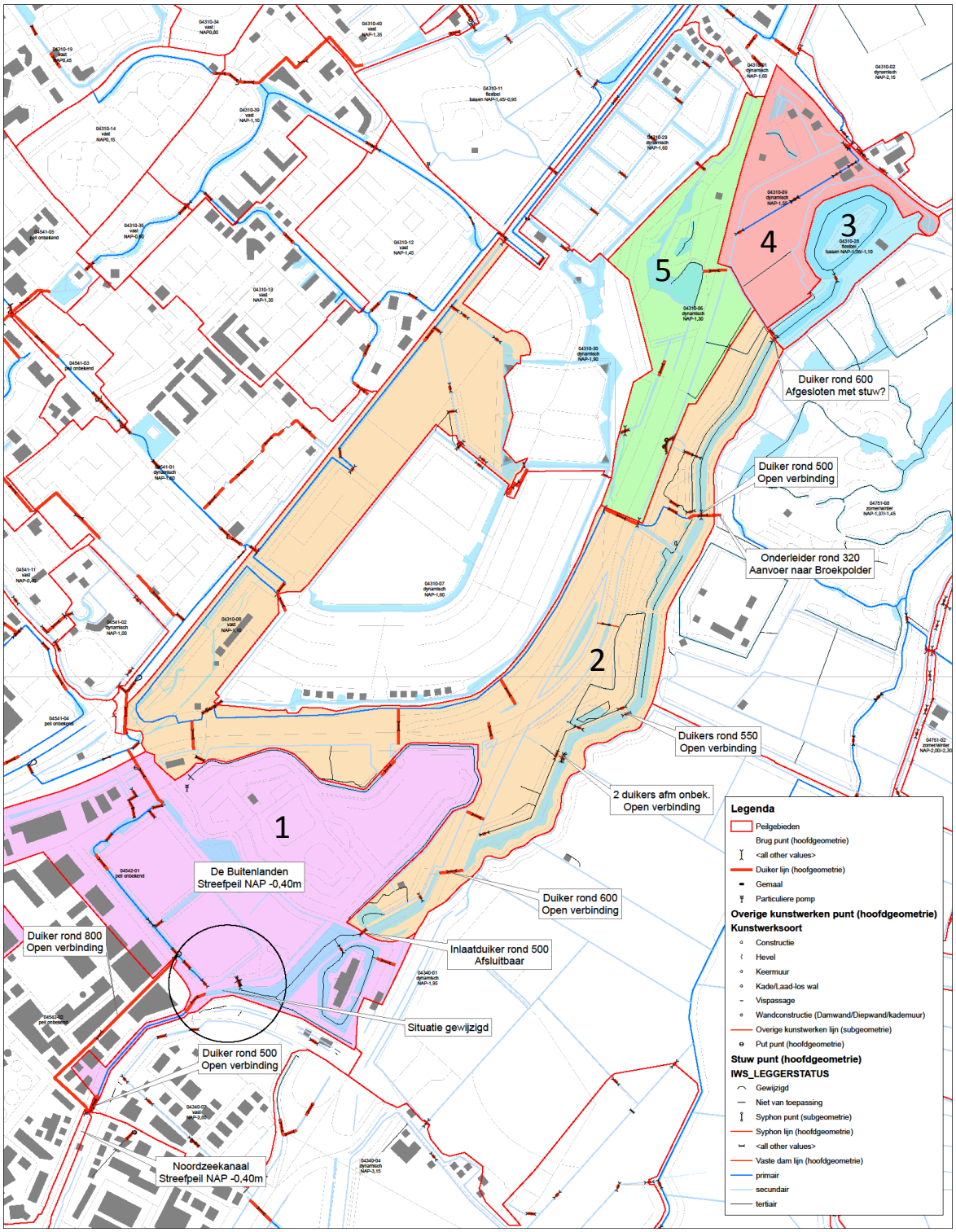
Figuur 2.2 *Schema van de duikerconstructie bij de rotonde op de Wijkermeerweg: linksonder is Zijkanaal A; de gemaalleiding loopt richting noord-westen. Op de foto Zijkanaal A, gefotografeerd richting Noordzeekanaal.*



Figuur 2.3 *Verkeersknooppunt bij De Meerlanden en de Ringvaartweg. De watergangen zijn recentelijk voorzien van ruime spirosolduikers. De dubbele spirosolduiker komt uit in het inundatiekanaal. De blauwe pijlen geven de mogelijke migratierichting aan vanuit het Noordzeekanaal.*

Het inundatiekanaal heeft van oudsher een verbinding met de fortgracht Aagtendijk middels een duiker door de kade aan de noord-westzijde van de fortgracht. Waterkwaliteitsgegevens laten zien dat de fortgracht Aagtendijk duidelijk onder invloed staat van brak water. De exacte locatie van deze duiker is onbekend en het is dan ook onduidelijk of deze nog functioneert (beheerrichtlijn 1999; fig. 2.5). Dit

brakke water in de fortgracht zou ook als kwel vanuit het inundatiekanaal door en onder de smalle rietkade richting fortgracht kunnen stromen.



Figuur 2.4 *Kaart van het projectgebied in verschillende kleuren de peilvakken in het projectgebied en daarbij behorende waterpeilen. De aanwezige duikers en stuwen zijn opnieuw geïnventariseerd; voor een recente beschrijving van de aanwezige kunstwerken zie kaart 2.4. Bron: HHNK, R. Beentjes.*



Figuur 2.5 *Peilgebied 1 gefotografeerd richting zuiden vanaf de Sint Aagtendijk. Het inundatiekanaal staat mogelijk middels een duiker in verbinding met de fortgracht Aagtendijk (links). Op de voorgrond de schuif van de duiker die peilgebied 1 (NAP -40 cm) verbindt met peilgebied 2 (NAP -110 cm).*



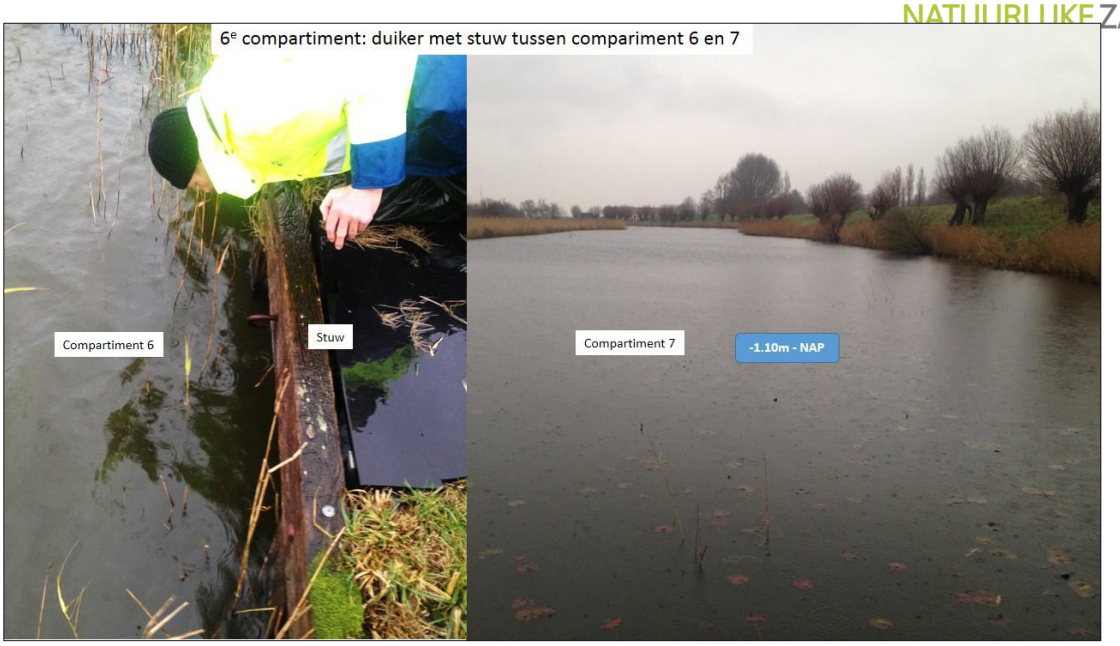
Figuur 2.6 *Peilgebied 2 gefotografeerd richting noorden vanaf de Sint Aagtendijk. De betonnen duiker op de voorgrond verbindt het inundatiekanaal in peilgebied 1 met het eerste vak/compartiment van het Liniekanaal. Op de achtergrond is de snelweg A9.*

Peilgebied 2
Peilgebied 2 omvat het natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk en een groot deel van het Liniekanaal. Daarnaast strekt het zich uit naar het westen tot de snelweg A9 en een deel van de woonwijk Broekpolder in Beverwijk. Het heeft een waterstand die 70 cm lager ligt dan peilgebied 1. In de dijk (Sint Aagtendijk) ligt een afsluitbare duiker (50 cm Ø, verlopend naar 60cm Ø) via welke water wordt ingelaten in peilgebied 2. Om verdampingstekorten in peilgebied 2 aan te vullen laat HHNK handmatig in de zomerperiode via de duiker water in. De inlaat gebeurt onder vrij verval van NAP - 40 cm naar NAP - 110 cm.

Het hele natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk staat in open verbinding met het Liniekanaal. Vanaf vak 1 loopt een watergang parallel aan de snelweg A9 naar het noorden via welke de sloten in het natuurgebied gevoed worden. Ook via het Liniekanaal zelf zijn open verbindingen. De verschillende vakken (compartimenten) van het Liniekanaal zitten onderling verbonden met open duikers (50 – 60 cm Ø). Tussen vak 4 en 5 ontbreekt een duiker, maar voor de vismigratie is dit geen groot knelpunt, omdat het water via de overige watergangen in verbinding staat met elkaar.

Voor vismigratie is de verbinding door de Aagtendijk naar peilgebied 2 een groot knelpunt. Vissen kunnen op momenten dat de duiker open staat het Liniekanaal bereiken, maar zowel een lokstroom als de mogelijkheid om terug richting Noordzeekanaal te zwemmen ontbreken op dit moment.

Peilgebied 3
Het laatste compartiment van het Liniekanaal en de fortgracht van Fort Veldhuis vormen samen peilgebied 3. Het peil is flexibel NAP – 136/-110 en wordt geregeld via een duiker met regelbare stuw tussen het 6^{e} en 7^{e} compartiment van het Liniekanaal (fig. 2.7). De stuw staat ’s zomers ingesteld op NAP – 110 cm. Op moment dat water wordt ingelaten in peilgebied 2 door de stuw in de Sint Aagtendijk open te zetten, zal het water over de stuw lopen naar peilgebied 3. Tussen het 7^{e} compartiment en de fortgracht van Fort Veldhuis zit een duiker (met stuw). Parallel aan het 7^{e} compartiment loop een smalle watergang die doorloopt langs de gehele westkant van Fort Veldhuis (fig. 2.8). De waterstand in het compartiment en de fortgracht wordt geregeld via een overloopschot, waarover het water naar peilgebied 4 stroomt.



Figuur 2.7 *De duiker met stuw, waarover het water stroomt van peilgebied 2 naar peilgebied 3 (links). En een overzichtsfoto van het 7e compartiment van het Liniekanaal, gefotografeerd richting Fort Veldhuis (rechts).*

Peilgebied 4

Peilgebied 4 bestaat vooral uit agrarisch grasland en heeft een dynamisch peil van NAP -155 cm. Het ontvangt water via het overloopschot in de watergang die west loopt van Fort Veldhuis. Via een stuw onder de Communicatieweg door stroomt het water naar het noordelijker gelegen poldergebied (Polder Uitgeester- en Heemskerkerbroek, NAP - 160 cm) (fig. 2.8).



Figuur 2.8 *De smalle water in peilgebied 3 die via een overloopschot naar peilgebied 4 het peil regelt in de fortgracht van Fort Velthuis en het 7e compartiment van het Liniekanaal (links). Rechts de duiker met stuw onder de communicatieweg via welke het water vanuit peilgebied 4 naar de achterliggende polder stroomt (rechts).*

2.2 Overzicht knelpunten voor vismigratie in het projectgebied

Middels de veldbezoeken is een volledig overzicht verkregen van de verschillende onderdelen van het watersysteem in het projectgebied. Er zijn een aantal verbeterpunten te noemen, waar middels enkele aanpassingen de migratie en toegankelijkheid van rust- en paaigebieden optimaler kan functioneren. Deze worden besproken en geïntegreerd in de aanbevelingen in hoofdstuk 4. Daarnaast zijn twee knelpunten geïdentificeerd, die momenteel een belangrijk obstakel vormen voor vismigratie:

- **Duikerconstructie onder de Wijkermeerweg**: hier splitst de migratieroute zich in twee richtingen, namelijk westwaarts via de voormalige gemaalleiding richting het Bazaarterrein en noordwaarts naar de sloot achter de Bazaar. De duiker heeft een bijzonder verloop (1000mm>500mm>800mm>500mm), welke niet ideaal is voor vis. Het is te verwachten dat de meeste afvoer via de voormalige gemaalleiding zal lopen. Dat zou qua stroming in de route naar de sloot achter de Bazaar echter ook gunstig kunnen zijn, omdat de stroomsnelheid hier lager ligt zouden aaltjes hier makkelijker tegen in kunnen zwemmen. De route via de sloot achter de Bazaar is de kortste route richting Liniekanaal.

- **Peilverschil tussen peilgebied 1 en 2**: peilgebied 1, bestaande uit Zijkanaal A, Inundatiekanaal en de fortgracht van Aagtendijk, ligt 70 cm hoger dan peil gebied 2, het Liniekanaal en de graslanden in het natuurontwikkelingsgebied. De Sint Aagtendijk is de peilscheidingsdijk. Op dit moment kunnen vissen alleen richting peilgebied 2 en achterliggende polders migreren op het moment dat de duiker (50 cm Ø) open staat. Dat is om verschillende redenen een obstakel in de route, omdat: (1) de duiker wordt gebruikt om verdampingstekorten in peilgebied 2 aan te vullen en dus voornamelijk in de zomer open staat; (2) geen zoete lokstroom is om vissen naar de verbinding te leiden; en (3) geen migratie terug kan plaatsvinden richting Noordzeekanaal.

-

3 Effecten van verbrakken op de waterkwaliteit en bestaande natuur

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de verschillende onderzoeken gepresenteerd: (1) beschrijving van de aanwezige natuurwaarden in de graslanden, en de fortgrachten Aagtendijk en Veldhuis, (2) historische gegevens over de waterkwaliteit in het Liniekanaal, (3) huidige waterkwaliteit in een transect van Zijkanaal A tot aan Fort Veldhuis, en (4) inschatting van mogelijke effecten van inlaat brakwater op de waterkwaliteit. Aan het eind worden de belangrijkste resultaten kort samengevat.

3.1 Natuurwaarden en waterkwaliteit

Wanneer het brakke water verder het watersysteem in komt, dan kan dat effecten hebben op de bestaande natuurwaarden in het projectgebied. Samen met de gebiedsmanager en boswachters is besloten om na te gaan wat de mogelijke effecten zijn van inlaat van brak water op: (1) de aquatische natuur in de fortgrachten Aagtendijk en Veldhuis; (2) botanische waarden in de graslanden van Natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk. Hieronder volgt een overzicht van de natuurwaarden binnen het projectgebied en daarbij historische gegevens over het voorkomen van soorten en chemische samenstelling van het oppervlaktewater.

Het water in de **fortgracht Aagtendijk** is troebel. Ondergedoken waterplanten en drijfblad-planten kunnen vanwege het gebrek aan licht niet kunnen groeien. Langs de oevers komen smalle rietkragen voor met soorten als Harig wilgenroosje en Grote brandnetel. Het water wordt gekenmerkt door een zeer beperkt doorzicht (21 tot 23 cm; turbiditeit 45 ppm). De waterlaag is meer dan 1 meter en in de diepe delen van de fortgracht is de baggerdikte 80-90 cm. De nitraat- en ammoniumconcentraties zijn vrij laag (6,0 respectievelijk 5,3 µmol/l). De totaal fosfor- en ortho-fosfaatconcentratie geven aan dat het water licht eutroof is (2,1 respectievelijk 1,3 µmol/l). De chlorideconcentratie is ruim 40 mmol/l (1.430 mg/l), waarmee het water in de fortgracht getypeerd kan worden als licht brak.

In de beheerrichtlijn 1999-2009 staat beschreven dat de fortgracht in het verleden een gevarieerde en zeldzame brakwatermacrofauna heeft gekend. Tot en met 1991 werden tijdens de Provinciale Milieu Inventarisatie in de fortgracht Aagtendijk en het inundatiekanaal veel kenmerkende soorten van brakke wateren gevangen, waaronder steurgarnaal (*Palaemonetus varians*), diverse kreeftachtigen (*Gammarus*

tigrinus, G. duebeni, Sphaeroma rugicauda) en waterwantsen (*Sigara lateralis, S. striata*). In 1997 bleken door verzoeting van het systeem alle brakwatersoorten verdwenen en ook soorten van zoet water waren nauwelijks aanwezig. Net als nu werden tussen 1984 en 1999 nauwelijks tot geen waterplanten aangetroffen. De oevervegetatie bestond vooral uit soorten van de Rietklassen en soorten uit het Moerasspirea-verbond.
Waterkwaliteitsgegevens uit het verleden zijn slechts beperkt voorhanden (bijlage beheerrichtlijn, 1999). In 1984, toen de brakwatermacrofauna nog aanwezig was, lag de chlorideconcentratie tussen 1.100 en 1.940 mg/l, dus in dezelfde range als tegenwoordig. Ammonium- en nitraatconcentraties lagen laag (0 respectievelijk 1,6 µmol/l) en de totaal fosfor- en ortho-fosfaatconcentratie geven aan dat het water eutrofer was dan nu (22-25 µmol Ptot/l respectievelijk tot 2,6 µmol PO4/l).

De **fortgracht bij Veldhuis** is vrij helder. De waterkolom heeft een doorzicht van 48 tot 61 cm; turbiditeit 9 ppm). De waterlaag is 1,2 tot 1,5 m diep en de baggerlaag in de diepste delen is 26 tot maximaal 77 cm dik. De nitraat- en ammonium-concentraties zijn vrij laag (0,7 respectievelijk 4,3 µmol/l). De totaal fosfor- en ortho-fosfaatconcentratie geven aan dat het water vrij eutroof is (19 µmol Ptot/l respectievelijk 16,3 µmol PO4/l). Anno nu is de chlorideconcentratie in de fortgracht van Veldhuis zwak brak (630 mg/l) (Van Dijk & Smolders, 2015). Tijdens de inventarisatie zijn witte waterlelie en gele plomp aangetroffen, soorten die kenmerkend zijn voor zoete wateren.

Waterkwaliteitsgegevens uit de database van HHNK laten zien dat begin jaren ’90 het water zoet is (chloridegehalten 100-120 mg/l). Het doorzicht was ca. 30 cm in 1990-1993 en sinds 1994 is het structureel verbeterd naar gemiddeld 67 cm. Dit is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van maatregelen die vanaf 1987 tot 1991 hebben plaatsgevonden in de fortgracht, t.w. wegvangen van bodemwoelende vis (met name brasem en karper, maar ook aal!), introductie van roofvissen (snoekbaars, snoek en baars) en het uitzetten van ondergedoken waterplanten (gedoornd hoornblad) en drijfbladplanten (watergentiaan en waterlelie) (Hovenkamp-Obbenma, 1995). De nitraat- en ammoniumconcentraties waren hoger dan tegenwoordig (1,6 tot 3,2 µmol NO3/l, respectievelijk 5,6 tot 41,6 µmol NH4/l), terwijl de totaal fosfor- en ortho-fosfaatconcentratie juist lager waren dan nu (3,9 tot 17,4 µmol Ptot/l respectievelijk 0,63 tot 1,5 µmol PO4/l).

Naast het aquatische natuurwaarden in de beide fortgrachten hebben we specifiek onderzocht of we negatieve effecten kunnen verwachten op de **graslanden in natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk.** Uit eerdere plantenkarteringen (Ten Haaf &

Bakker, 2002) weten we dat in de graslanden een aantal zeldzame plantensoorten voorkomen. Omdat geen recente planteninventarisatie of -kartering beschikbaar was, is in 2015 een florakartering gedaan (Leguijt, 2015; waarnemingen beschikbaar via de NDFF). Hieruit komt naar voren dat de graslanden inderdaad zeer waardevol zijn. Er komen een aantal kenmerkende en/of zeldzame plantensoorten voor die alleen groeien onder schrale tot matig voedselrijke omstandigheden, waaronder stijve ogenstroost, herfstbitterling, moeraskartelblad, fraai duizendguldenkruid, geelhartje, vleeskleurige orchis, rietorchis en moeraswespenorchis. Daarnaast zijn een aantal soorten aangetroffen die elders in Noord-Holland kenmerkend zijn voor brakke condities, waaronder aardbeiklaver, zilt torkruid en rode ogentroost.

Om te voorkomen dat de graslandvegetatie negatief beïnvloedt wordt door veranderingen in de waterhuishouding van het Liniekanaal, is van de waardevolle percelen de maaiveldhoogte bepaald (fig. 3.1). Daarmee kunnen de beheerders van HHNK en LNH onderling afspraken maken om te voorkomen dat groeiplaatsen van plantensoorten die kwetsbaar zijn voor inundatie en/of brak water, overstroomd raken.



Figuur 3.1: Locaties van hoogtemetingen van de botanisch waardevolle percelen (in geel) in de graslanden van natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk. In rood enkele relevante hoogten (in meters – mv).

Uit de hoogtemetingen komt naar voren dat de laagste maaiveldhoogte waar bijzondere plantensoorten voorkomen ligt op NAP - 80 cm. Op moment van meten stond de waterstand in het Liniekanaal bijna op NAP - 98 tot NAP - 102 cm en daarmee kende de waardevolle stukken in het grasland dus een drooglegging van ca. 20 cm.
Om de bestaande natuurwaarden in de graslanden van Aagtendijk niet te schaden door overstroming met brak water is het van belang dat de waterbeheerder de waterstand niet hoger laat komen dan NAP - 100 cm. Dat betekent dat LNH en HHNK afspraken moeten maken over de afstelling van de stuw tussen vak 6 en 7; en over de inlaat vanuit peilgebied 1 middels de spindelschuif in de Sint Aagtendijk.

Als de stuw zo blijft staan als in de huidige situatie lijkt er geen probleem te zijn Het teveel aan water stroomt weg naar het noorden. Kennelijk ligt de overstorthoogte op NAP -100cm en niet op NAP -110cm. Dit moet nagemeten worden.

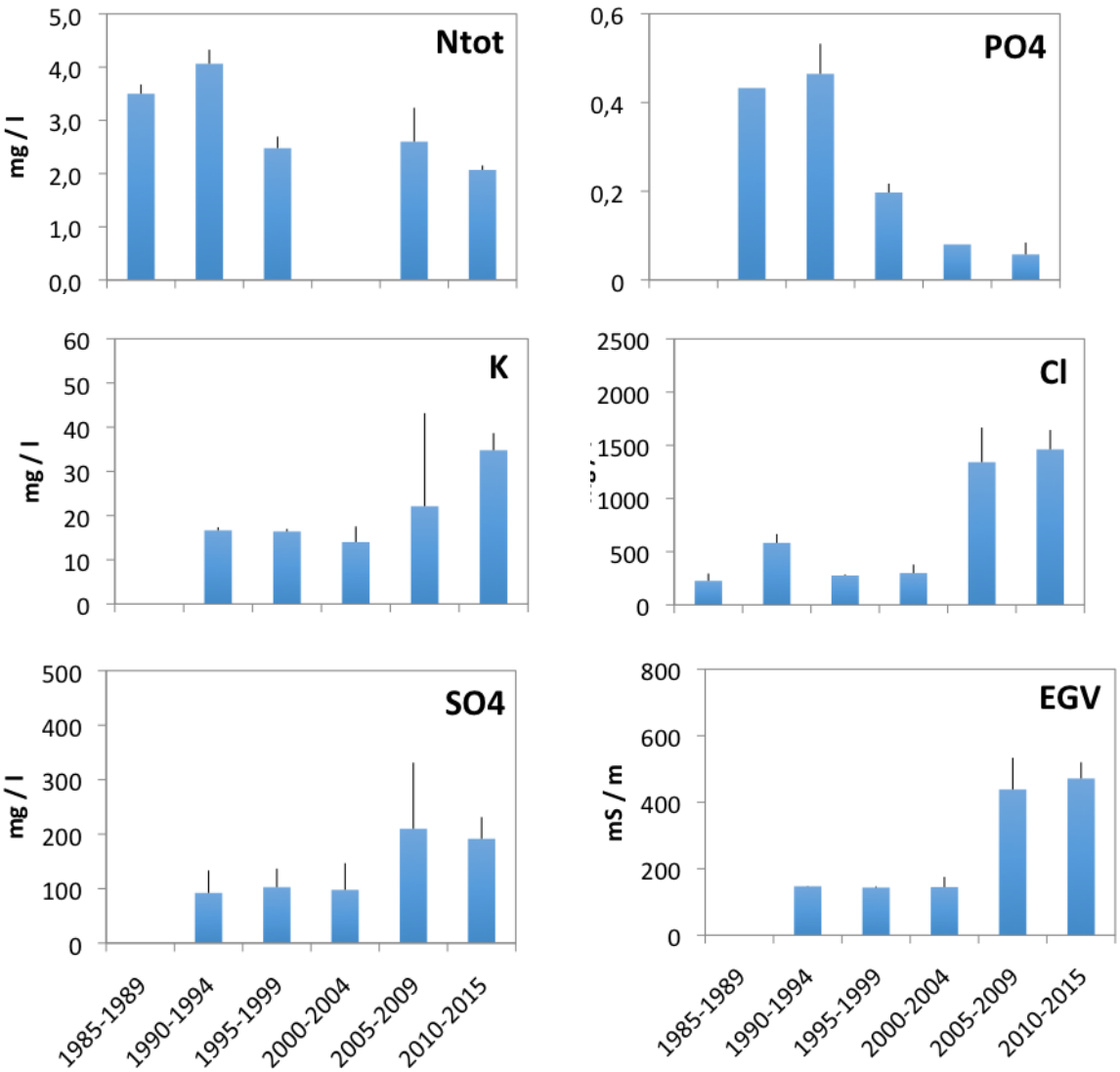
3.2 Historische gegevens waterkwaliteit Liniekanaal

Het watersysteem van het Liniekanaal en de forten is voor te stellen als een reeks aaneen geschakelde compartimenten welke wordt gevoed met regenwater, aangevuld met water vanuit het Noordzeekanaal in het zuiden en –als sprake is van wateroverschot- een overloop heeft naar de achterliggende polders in het noorden.

HHNK verzamelt reeds sinds de jaren ’80 gegevens over de oppervlaktewaterkwaliteit (www.HNK-water.nl). In het projectgebied is van de meetlocatie in het 6^{e} vak van het Liniekanaal (431010) een vrij complete set chemische gegevens beschikbaar uit de periode 1985 tot en met 2015. In figuur 3.2 een overzicht van de veranderingen in de waterkwaliteit.

Aan de verandering in chlorideconcentraties is te zien dat vanaf 2005 het Liniekanaal reeds meer onder invloed is komen te staan van water uit het Noordzeekanaal. Het oppervlaktewater verandert van een (overwegend) zoet watertype (<300 mg Cl/l) in een licht brak watertype (ca. 1.500 mg Cl/l). Gelijktijdig zien we een stijging van de concentraties sulfaat en kalium, welke beiden ook via het brakke water worden aangevoerd.

Interessant is dat de ortho-fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater na het verbrakken sterk dalen van ca. 0,45 mg naar 0,06 PO4/l. Dit kan een gevolg zijn van extra aanvoer van calcium via het brakke water, waardoor het fosfaat neerslaat als calciumfosfaat (Van Dijk et al, 2015). Helaas zijn van calcium over deze periode geen gegevens beschikbaar. De stikstofconcentraties blijven gelijk of lijken mogelijk iets te dalen.

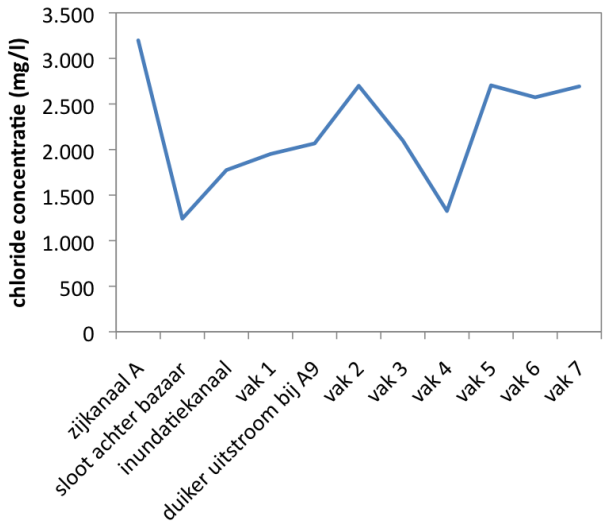


Figuur 3.2: Veranderingen in de oppervlaktewaterkwaliteit in de periode 1985 – 2015 op meetlocatie 431010 in het Liniekanaal (nabij het gasstation). Weergegeven zijn de gemiddelde concentraties (+SE) van stikstof, fosfaat, kalium, chloride, sulfaat (alle in mg/l) en het Electrisch Geleidend Vermogen (mS/m). Laatstgenoemde is een maat voor de totale hoeveelheid opgeloste ionen.

3.3 Huidige waterkwaliteit in een transect van Zijkanaal tot aan Fort Veldhuis

Idealiter leidt een open verbinding met het Noordzeekanaal tot een gradiënt van brak naar zoet water via welke migrerende vissen een geleidelijke overgang ervaren. Om inzicht te krijgen in hoeverre het brakke water het Noordzeekanaal het Liniekanaal binnen dringt is in augustus 2015 een serie metingen verricht op verschillende meetpunten langs het transect vanaf Zijkanaal A tot en met de fortgracht van Veldhuis.

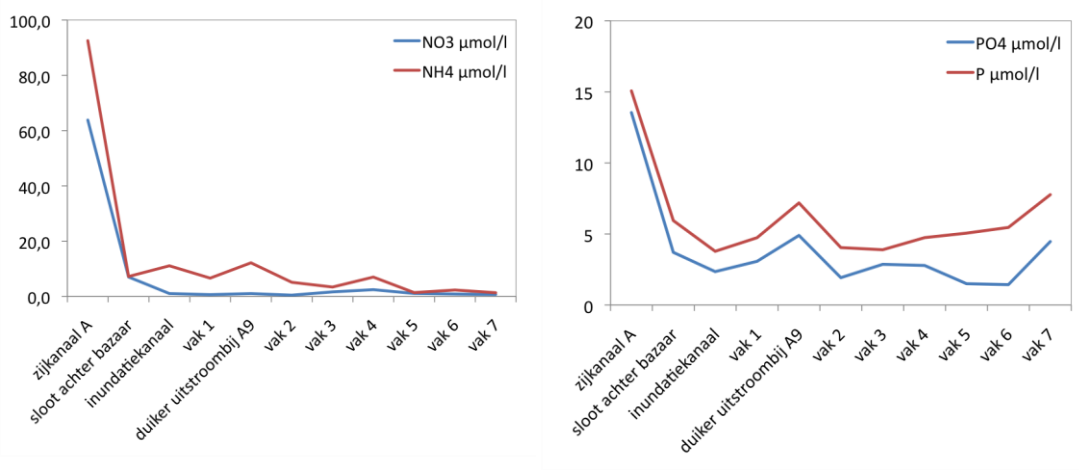
Uit de waterchemie blijkt dat er geen duidelijke gradiënt is van brakkere condities in het zuiden (Zijkanaal A) tot zoetere condities in het noorden (Vak 7 van het Liniekanaal) (fig. 3.3). Ondanks dat het Zijkanaal wel de locatie is met de hoogste zoutconcentratie (3.200 mg Cl/l) en de fortgracht van Veldhuis de plek met de laagste zoutconcentratie (630 mg Cl/l), is er in de tussenliggende compartimenten geen duidelijk verloop aanwezig. Wel verschillende de verschillende vakken onderling, met een vrij grote range tussen 1.200 mg/l en 2.700 mg/l. Waarschijnlijk worden deze verschillen veroorzaakt door verschillen in aan- en afvoer van neerslag- en oppervlaktewater en de mate van isolatie van de verschillende compartimenten.



Figuur 3.3: Verloop van de chlorideconcentratie (mg/l) in het oppervlaktewater in een transect van het zijkanaal tot aan het Liniekanaal bij Fort Veldhuis. Metingen uitgevoerd in augustus 2015. Bron: Van Dijk & Smolders, 2015).

De nutriënten zijn relatief laag in de onderzochte wateren. De totaal-fosfor- en de orthofosfaatconcentratie geven aan dat het water in het Liniekanaal licht eutroof is

varieert tussen de 4 en de 8 µmol P/l en is met name in Zijkanaal A (15 µmol P/l) wat hoger (fig. 3.4).



Figuur 3.4: Verloop van de nitraat- en ammoniumconcentratie (links) en de orthofosfaat- en totaal fosforconcentratie (rechts) in het oppervlaktewater in een transect van het zijkanaal tot aan het Liniekanaal nabij Fort Veldhuis. Let op: de eenheden zijn weergegeven in umol/l. Bron: Van Dijk & Smolders, 2015).

3.4 Mogelijke effecten van verbinden van de fortgrachten op de waterkwaliteit

Het is onduidelijk of de fortgracht Aagtendijk op dit moment is verbonden met het Inundatiekanaal. Ooit is een duiker geplaatst in de kade, maar reeds in de beheerrichtlijn uit 1999 staat dat deze waarschijnlijk niet meer functioneert. De huidige waterkwaliteit laat zien dat er invloed is van brak water, dat via grondwater of kwelwater door de kade heen in de fortgracht terecht kan komen.

Wanneer de invloed van brak water op de fortgracht verder wordt vergroot dan kan dat gevolgen hebben voor de waterkwaliteit, omdat vanuit de waterbodem of via het ingelaten water voedingsstoffen de waterlaag kunnen verrijken.

De bemonsterde waterbodems zijn lichtkleiig en slibrijk met een vrij laag organisch stofgehalte (3-13%). Uit de bodemanalysen blijkt dat alle locaties vrij veel zwavel bevatten. Verhoudingsgewijs is er meer zwavel dan ijzer aanwezig en in het poriewater van de waterbodem is dan ook duidelijk meer fosfor dan ijzer aanwezig.

Omdat het gebied al vrij brak is (en dus rijk aan zwavel) is de verwachting dat verdere inlaat van brak water weinig invloed hebben op de fosforbeschikbaarheid. Ook is te verwachten dat met brak water ook meer calcium aangevoerd wordt of beschikbaar komt, dat fosfor juist weer kan binden.

De stikstofbeschikbaarheid is vergelijkbaar met veel andere oppervlaktewateren. Een verhoging van de zoutconcentratie kan met name in fortgracht Veldhuis leiden tot mobilisatie van ammonium. Omdat de ammoniumconcentratie in de bodem vrij hoog is. Op de korte termijn kan dit toxisch zijn voor waterplanten, maar op de langere termijn zal het ammonium worden omgezet tot stikstofgas en uit het systeem verdwijnen. Op de langere termijn zal ammoniumtoxiciteit geen grote negatieve gevolgen hebben. In fortgracht Aagtendijk zal dit effect niet optreden.

3.5 Samenvatting van resultaten van de deskstudie en de veldonderzoeken

Samenvattend kunnen we uit de deskstudie en het aanvullende veldwerk het volgende afleiden:

<u>Over bestaande natuurwaarden in relatie tot verbrakking:</u>

- De graslanden van natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk herbergen zeldzame en beschermde plantensoorten. Overstroming van de groeiplaatsen moet ten alle tijden worden voorkomen. De waterstand in peilgebied 2 (Liniekanaal) moet men handhaven op 100 cm – NAP of lager.

- In de fortgracht Aagtendijk ontbreken waterplanten en de ontwikkeling van oevervegetatie is beperkt. Uitgebreide gegevens over watermacrofauna ontbreken; in oktober 2016 zijn weer brakwatersteurgarnalen aangetroffen (David Tempelman) . Het water is troebel, het doorzicht zeer beperkt en qua chloridegehalte is het momenteel te typeren als licht brak.

- De fortgracht Veldhuis bevat zoet – zwak brak water (630 mg Cl/l). In het water groeit een waterplantenvegetatie. Met name gele plomp en witte waterlelie, zijn gevoelig voor brak water en zullen verdwijnen wanneer de zoutconcentraties in de fortgracht verder toenemen. (Dit geldt ook voor de waterlelies in vak 7 van het Liniekanaal).

- Een verhoogde zoutconcentratie zal in delen van het Liniekanaal en fortgracht Veldhuis kunnen leiden tot mobilisatie van ammonium. De verwachting is dat dit een tijdelijk effect is met een tijdelijke ammoniumtoxiciteit op de waterplanten tot gevolg. Op de langere termijn zal dit waarschijnlijk geen grote negatieve gevolgen hebben. In de fortgracht Aagtendijk en het inundatiekanaal zal dit effect niet optreden.

- Een steekproef van de chemische samenstelling van de waterbodem laat zien dat de condities in het Inundatiekanaal, fortgracht Aagtendijk, en vak 1 zijn ongunstig m.b.t. fosformobilisatie. Er is verhoudingsgewijs veel zwavel t.o.v. ijzer aanwezig. Een verhoogde zoutconcentratie zal hier vermoedelijk geen grote consequenties voor hebben, aangezien de wateren reeds licht brak zijn. Tevens zal bij een verhoging van de zoutconcentratie calcium gemobiliseerd worden, waardoor eventueel extra gemobiliseerd fosfor zou kunnen worden gebonden.

- Naast een toename van de zoutconcentraties moet rekening worden gehouden met een toename van de externe belasting van het systeem met stikstof en fosfaat. In het zijkanaal zijn de nitraat, ammonium en fosforconcentraties namelijk fors hoger dan in het Liniekanaal en de fortgracht Aagtendijk. Fortgracht Veldhuis wordt nu al gekenmerkt door hoge fosfor en ortho-P concentraties.

<u>Over waterdiepten en diktes van de baggerlagen:</u>

- Overal in het projectgebied is de waterdiepte groter dan 1 meter. Diepste plekken zijn 1,5 meter.
- In het inundatiekanaal varieert de dikte van de baggerlaag van 65 - 95 cm in het zuidelijk deel, tot 18 - 65 cm in het noordelijk deel.
- In fortgracht Aagtendijk is de dikte van de baggerlaag 70 – 95 cm.
- In het Liniekanaal is de dikte van de baggerlaag gemiddeld zo'n 80 cm, met een variatie tussen ca. 50 cm en 110 cm.
- In fortgracht Veldhuis is de baggerlaag met ca. 50 cm relatief dun. Deze kent een variatie van ca. 40 cm tot 77 cm.
- In het gebied is het volgens de richtlijnen van het waterschap nog niet noodzakelijk om te baggeren. Zeker in zwavelrijke gebieden kan het verwijderen van de dikkere baggerlagen helpen om de waterkwaliteit te verbeteren en waterplantengemeenschappen te ontwikkelen.

<u>Over de waterkwaliteit in het verleden:</u>

- Het water in het Liniekanaal (peilgebied 2, specifiek vak 4) was in ieder geval vanaf 1985 zoet tot zeer zwak brak (<500 mg Cl/l). Sinds 2005 is het oppervlaktewater vrij plotseling verbrakt en verandert in een licht brak watertype waar de gemiddelde chlorideconcentraties oplopen tot ca. 1.500 mg Cl/l.

- Voor het Inundatiekanaal en fortgracht Aagtendijk (peilgebied 1) zijn aanwijzingen dat deze in de jaren ’80 wel brak waren (tot 1.900 mg Cl/l). Tot 1991 werd in deze wateren brakwatermacrofauna aangetroffen. In 1997 werd geconstateerd dat brakwatersoorten verdwenen waren, waarschijnlijk door verzoeting. Het is waarschijnlijk dat vanaf 2005 het Inundatiekanaal en de fortgracht Aagtendijk opnieuw brakker zijn geworden tot waarden die vergelijkbaar zijn met die in de jaren ’80.

<u>Over de huidige waterkwaliteit:</u>

Het huidige waterbeheer leidt tot het binnendringen van brak water via de verschillende compartimenten van het Liniekanaal tot aan fort Veldhuis. Een geleidelijke gradiënt in zoutconcentratie vanaf het zijkanaal tot achterin het Liniekanaal is echter afwezig. Door de recente aanpassing in de waterhuishouding van Beverwijk stroomt er veel meer zoet regenwater uit het stedelijk gebied van Beverwijk richting peilvak 1. Het is waarschijnlijk dat een belangrijk deel van de intrekkende vissen hierop reageert en juist in westelijke richting naar het stedelijk gebied zwemt.

- Er bestaan soms grote verschillen in zoutconcentratie tussen compartimenten (tot 1.400 mg Cl/l). Er zou onderzoek plaats moeten vinden of deze ‘zoete barriere’ de weg voor vissen naar het liniekanaal verhindert.
-

- De verschillen in zoutconcentraties in de verschillende vakken zijn op dit moment niet te verklaren. Enerzijds is het mogelijk dat in sommige vakken zoet water lokaal aangevoerd wordt, bijv. neerslag van de snelweg of het Bazaarterrein. Anderzijds kan brak grondwater zorgen voor een extra bron van zout. Om daar inzicht in te krijgen is nader onderzoek aan het hydrologisch functioneren is nodig.

4 Waar kan extra leefgebied voor vissen gecreëerd worden en aanbevelingen voor migratie

De belangrijkste vraag die we in deze rapportage willen beantwoorden is welke mogelijkheden in de terreinen van Landschap Noord-Holland rondom het Liniekanaal liggen voor het verbeteren van vismigratie vanuit het Noordzeekanaalgebied naar de achterliggende polders. Het streven daarbij is om een vrije migratieroute te realiseren waarlangs vissen vanuit het Noordzeekanaal kunnen migreren (en weer terug) en ook om rust-, foerageer- en paaiplaatsen te realiseren.

Gegeven is dat het hoogheemraadschap een open verbinding heeft gerealiseerd via de duiker bij Zijkanaal A. Daarmee is het Inundatiekanaal (en mogelijk ook de fortgracht Aagtendijk) verbonden met het Noordzeekanaal. Via een duiker in de Sint Aagtendijk, welke handmatig open en dicht kan worden gezet met een spindel, kan een tweede peilgebied, bestaande uit het Liniekanaal met omliggende graslanden en Fort Veldhuis, ook worden verbonden met het Noordzeekanaal.

Mogelijkheden om vismigratie en visleefgebied te verbeteren
In de migratieroute hebben we twee belangrijke knelpunten geconstateerd. De duikerconstructie die onder de Wijkermeerweg ligt splitst zich in een deel richting Bazaarterrein en een deel richting Liniekanaal. De route is daarmee niet optimaal ingericht. De buis die de kortste verbinding naar het Liniekanaal vormt heeft bovendien ook de kleinste diameter. Vissen die via de voormalige gemaalleiding onder het Bazaarterrein zwemmen hebben nog steeds een mogelijkheid om via de watergangen langs De Meerlanden en/of de Ringvaartweg toch in het Inundatiekanaal terecht kunnen komen.

HHNK geeft aan dat het op de korte termijn onwaarschijnlijk is dat de duikerconstructie bij Zijkanaal A wordt aangepast, omdat de werkzaamheden net afgerond zijn en de constructie onder de weg zit verborgen. De migratieroute zal dus voorlopig suboptimaal blijven. Het is aan te bevelen om te monitoren of trekvis (o.a. glasaal en driedoornige stekelbaars) niet alleen in Zijkanaal A worden aangetroffen (Schaub et al., 2015), maar ook of deze het Inundatiekanaal weten te bereiken.

Het tweede knelpunt in de migratieroute is het peilverschil tussen het Inundatiekanaal (peilgebied 1) en het 70 cm lager liggende Liniekanaal (peilgebied 2). Beide peilgebieden worden met elkaar verbonden op moment dat de spindel van de duiker in de Sint Aagtendijk wordt open gezet. Dit gebeurt nu voornamelijk in de zomerperiode, omdat dan verdampingstekorten in peilgebied 2 moeten worden aangevuld. In de trekperiode staat de spindel vaker dicht. Via de duiker zijn de kansen op intrek beperkt tot momenten dat de spindel open staat. Er is echter geen lokstroom aanwezig, waardoor de hoeveelheden instromende vissen beperkt zullen zijn. Voor uittrek zijn nu geen mogelijkheden.

Idealiter wordt bij de Sint Aagtendijk een vispassage aangelegd. Een geschikt type is de De Wit sluis-vispassage (fig. 4.1; http://www.cothen.eu/vistrap-cothen.html): “Deze vispassage is uitermate geschikt om op een goedkope manier een groot hoogteverschil te overbruggen. Een schuif is altijd helemaal open terwijl de andere schuif nagenoeg dicht zit. Doordat één schuif bijna dicht zit ontstaat er een een kleine waterstroom die als lokstroom werkt voor de vissen. Op deze manier worden de vissen de buis in gelokt. Om het kwartier gaan de schuiven afwisselend open en dicht. De schuif stroomafwaarts zal bijna dichtgaan, terwijl de schuif stroomopwaarts open gaat. Op deze manier zwemt de vis tegen de stroom in omhoog. Deze cyclus herhaalt zich elke 15 minuten. Andersom kunnen vissen ook weer terug naar de lager gelegen wateren.”

Dit type vispassage is vooral bedoeld om vissen vanuit lagere peilgebieden (vak 2) naar hogere peilgebieden (vak 1) te geleiden. Om de intrek te verbeteren zou een lokstroompomp moeten worden aangebracht. Deze kan vissen de leiding in lokken, waarna de leiding met vis en al, en onder vrij verval, in vak 2 kan stromen.
Bijkomend voordeel is dat de instroom van brak water wordt op deze manier beperkt.

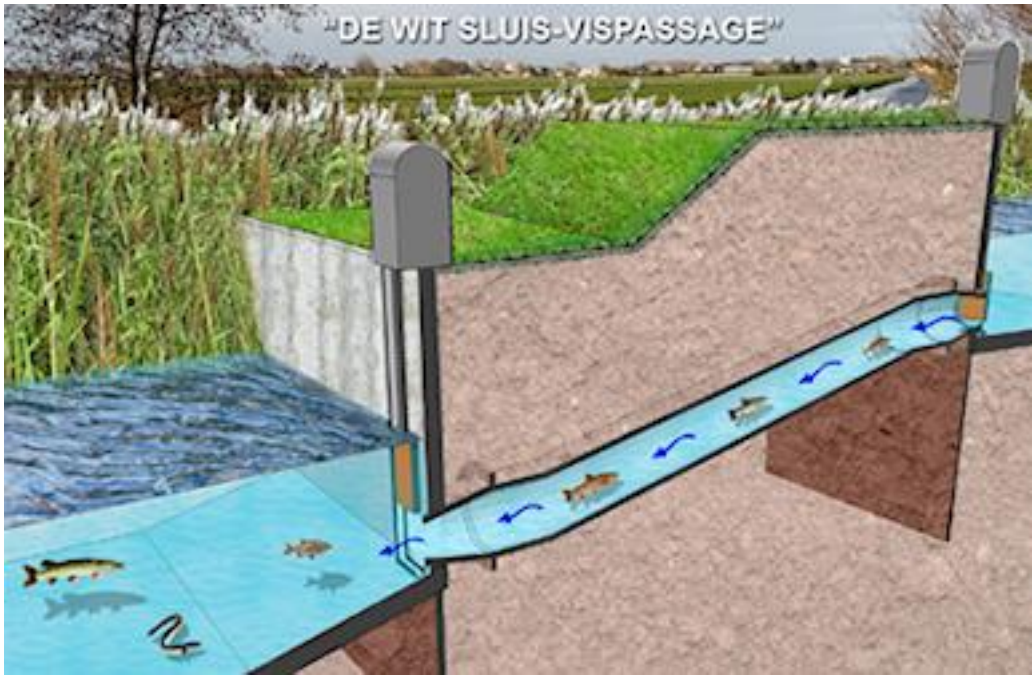


Fig. 4.1 De Wit sluis-vispassage is een voorbeeld waarmee intrek van bijv. glasaal en uittrek van schieraal mogelijk kan worden gemaakt. © W. de Wit, 2010.

Aanbevelingen m.b.t. vismigratie en aanleg visleefgebied

- Gezien de suboptimale situatie bij de duikerconstructie bij het Zijkanaal A is het advies om te onderzoeken of trekvis daadwerkelijk vanuit het Zijkanaal A peilvak 1 en het inundatiekanaal weet te bereiken. Indien dit is aangetoond dan is het zinvol om de migratieroute waar mogelijk te verbeteren en extra visleefgebied te realiseren. Dit houdt in: onderzoek naar de effectiviteit van de vispassage bij de duikerconstructie en ten tweede onderzoek naar het effect van het zoete water in peilvak 1 op de aantrekkingskracht van het liniekanaal voor diadrome vis.

- Focus bij de uitvoering eerst op het verbeteren van peilgebied 1 (Inundatiekanaal en Fortgracht Aagtendijk).
  Het is onduidelijk of en zo ja hoe er op dit moment uitwisseling plaatsvindt tussen fortgracht en Inundatiekanaal. Dat zou eerst nader onderzocht moeten worden voor verdere stappen ondernomen worden
- Omdat de hoge P-belasting vanuit het Noordzeekanaal een risico geeft op eutrofiering kan de duiker worden dichtgezet als blijkt dat de P-belasting in de fortgracht te hoog wordt.

- Realiseer op fort Aagtendijk natuurvriendelijke oevers. Deze kunnen een belangrijke functie vervullen als paai- en opgroeigebied voor verschillende vissoorten, waaronder trekvissen. Creëer daarbij ondiepe aquatische en amfibische zones die toegankelijk zijn voor vis.

- Realiseer in de st Aagtendijk een de Wit Sluis-vispassage. Maar alleen als uit onderzoek blijkt dat de zoete omstandigheden in peilvak 1 de doortrek naar het liniekanaal niet nadelig beinvloeden.
- De realisatie van een vispassage tussen peilgebied 1 en 2 zou de migratiemogelijkheden van in- en uittrekkende vissen sterk bevorderen. Het achterliggende gebied van het Liniekanaal en natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk (>7 ha water en oevers) biedt uitstekend paai- en opgroeigebied.

- Een zoetwaterlokstroom is essentieel voor de intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars. Het is een technische uitdaging om deze te creëren, omdat nu nog onduidelijk is of en waar hiervoor zoet water voorhanden is binnen het gebied. Bij uitwerken van de vispassage moet nader gezocht worden naar mogelijke bronnen van zoetwater om een lokstroom mee te creëren. Dit geldt met name voor de intrek richting het Liniekanaal.
  Met de nieuwe inrichting van het watersysteem van Beverwijk is bij de uitstroomduiker in de Wijkermeerweg voldoende zoete lokstroom aanwezig.

Aanbevelingen m.b.t. behoud/ontwikkelen van overige natuurwaarden

- Voorkom dat de waterstand in het Liniekanaal/peilgebied 2 hoger komt dan 100 cm – NAP. De graslanden van natuurontwikkelingsgebied Aagtendijk herbergen zeldzame plantensoorten, welke gevoelig zijn voor inundatie met (brak) water. De waardevolle vegetaties liggen op ca. 80 cm – NAP.

- Fortgracht Aagtendijk was in de jaren ’80 brak. De fortgracht is vervolgens verzoet en kenmerkende brakwatermacrofauna is toen verdwenen (ca. 1997). Op dit moment is de fortgracht weer brak, het water is troebel en waterplanten ontbreken. Een open verbinding met het Inundatiekanaal biedt tevens kans om brakwatermacrofauna te herstellen (N.B. de brakwatersteurgarnaal (*Palaemonetes varians*) is weer aangetroffen in de fortgracht en het Liniekanaal door David Tempelman, okt-16). Het is echter niet ondenkbaar dat de fortgracht weer zoeter zal worden als gevolg van de nieuwe inrichting van het watersysteem van Beverwijk. Het gebied rond de Beverwijkse Bazaar zal weer zoeter worden als gevolg van de afvoer van regenwater uit het stedelijk gebied. Alvorens grote investeringen te doen is het verstandig in de nieuw ontstane situatie minimaal 1 jaar chloride te monitoren.

- Overal in het gebied zijn baggerlagen aangetroffen van 65 – 110 cm dik (uitgezonderd Fort Veldhuis, met een vrij dunne laag). Ophoping van zwavelrijk slib in dit soort brakke systemen is ongunstig voor plantengroei. Hoewel de waterlaag overal nog meer dan 1 meter tot 1.2 meter is kan het verwijderen van de bagger positief zijn voor de waterkwaliteit en waterplantengroei. Het is de vraag of het water dan niet te diep wordt en licht de bodem niet meer bereikt. Hier moet eerst verder onderzoek naar worden gedaan. Idealiter wordt de bagger verwijderd en de bodem vervolgens aangevuld met schone zandgrond.

- Fortgracht Veldhuis is van oudsher zoet geweest. Na verschillende ingrepen in de jaren ’90 is het gelukt om hier een redelijk helder water te ontwikkelen met waterplanten. De fortgracht Veldhuis is sterk belast met P en de aanwezige waterplanten zijn gevoelig voor brak water. Voorkom daarom verdere verbrakking van de fortgracht Veldhuis.

Kostenraming voor de voorgestelde maatregelen

Monitoring visstand Inundatiekanaal en Liniekanaal. Dit gebeurd in samenwerking met de hengelsport vereniging Kennemerland. Kosten € 5.500,-

Onderzoek naar de 'barriere werking' van het zoete water in peilvak 1 op de doortrek naar het liniekanaal. Hierbij spelen twee vragen een rol:

1. Komt de glasaal door de open duiker onder de Wijkermeerweg naar de sloot achter de Bazaar
2. Wordt de glasaal aangetrokken door een lokstroom vanuit het Liniekanaal.

Antwoord op vraag 1 is deels voorzien in het samenwerkingsverband NZK en Ommelanden

Om antwoord op vraag 1 en 2 te krijgen kunnen we een glasaalcollector bij de duiker in de Aagtendijk installeren. Als er glasaal (of 1-jarige pootaal) aanwezig is in het peilgebied zouden we ze moeten zien op die plek. Kosten van die aanbodmonitoring bedragen ca. €20.000,= doorlooptijd = 8 weken.

De Wit vis-sluispassage met zoete lokstroom (1 stuks) in de st Aagtendijk. Kostenraming € 300.000. Alleen uitvoeren als aanbodmonitoring van glasaal gunstige uitkomsten biedt.

Natuurvriendelijke oevers op fort Aagtendijk (100 m) Kostenraming € 15.000,-

Onderdeel	Kosten in euro's
Monitoring visstand inundatie en liniekanaal	5.500
Onderzoek intrek glasaal naar sloot achter bazaar (Opgenomen in ander project)	0
Onderzoek intrek glasaal naar liniekanaal	20.000
De Wit vis-sluispassage	300.000
Natuurvriendelijke oevers op Aagtendijk	15.000

LITERATUUR

- Baars, H. (2015). Uitpeiling van baggerlagen in de afzonderlijke compartimenten van het Liniekanaal en de fortgrachten Aagtendijk en Veldhuis.

- Beheerrichtlijn (1999). Fort aan de Sint Aagtendijk. Stelling van Amsterdam. Forten en Liniedijken in beheer bij Het Noord-Hollands Landschap. Beheerrichtlijn 1999-2009. Bureau Ten Haaf & Bakker.

- Hovenkamp-Obbema, I. (1995). Fort Veldhuis. Inventarisatie van de waterkwaliteit en de effecten van visstandbeheer 1990-1994.

- OVB (2005). Vismigratie & Aalmigratie; een praktische handleiding voor beheerders. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij i.o.v. LNV en RIZA.

- Smolders, A.J.P., J. Van Diggelen, J. Geurts, M. Poelen, J. Roelofs, E. Lucassen & L. Lamers (2013). Waterkwaliteit in het veenweidegebied; de complexe interacties tussen oever, waterbodem en oppervlaktewater. Landschap 30 (3): 145-153.

- Ten Haaf, C. & E. Kat (2002). Natuurontwikkelingsgebied Sint Aagtendijk. Kartering doelsoorten en indicatieve soorten. Bureau Ten Haaf & Bakker.

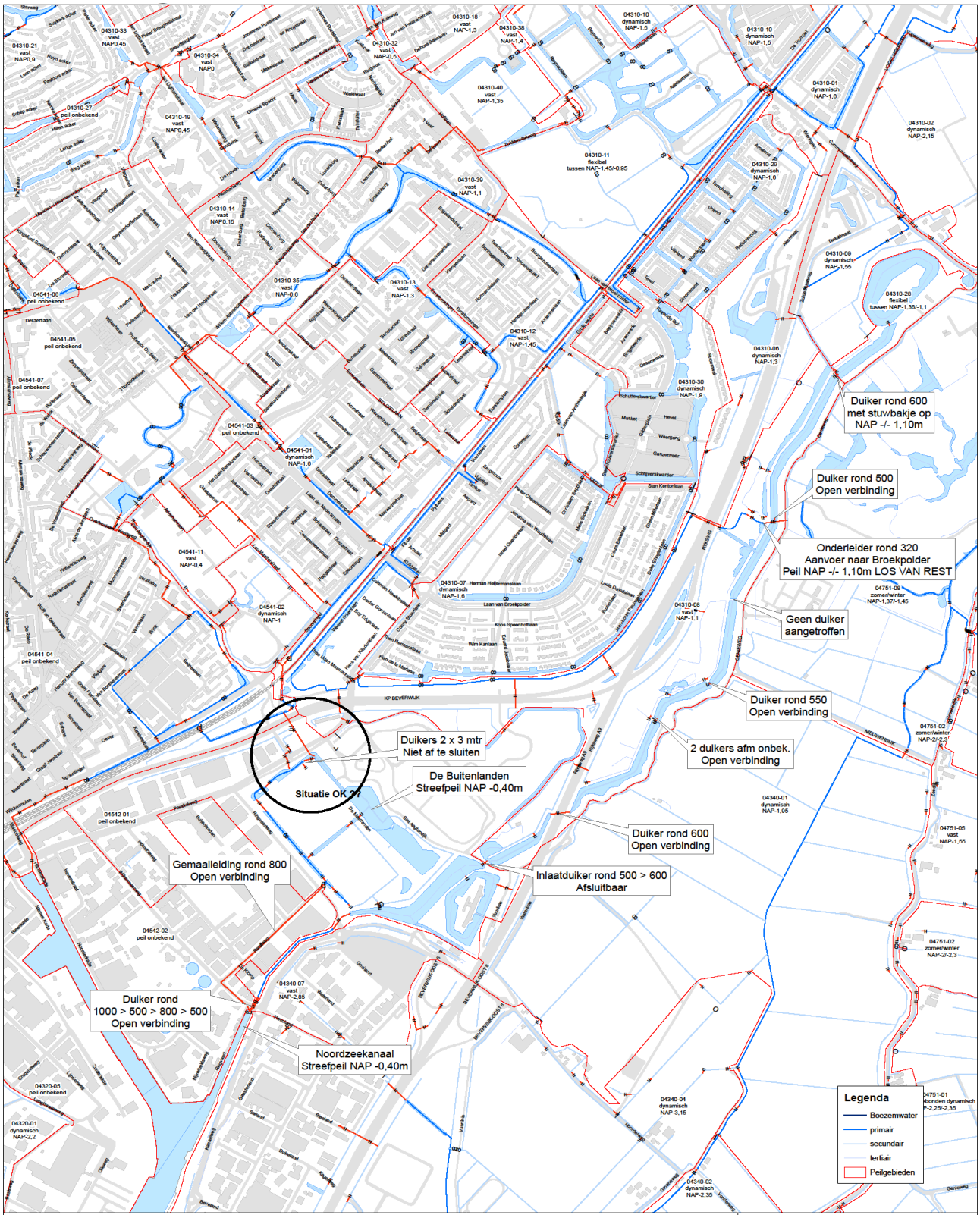
- Van Dijk, G., A.J.P. Smolders, R. Loeb, A. Bout, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers (2015). Salinization of coastal freshwater wetlands; effects of constant versus fluctuating salinity on sediment biogeochemistry. Biogeochemistry, DOI 10.1007/s10533-015-0140-1.

- Van Dijk, G. & A.J.P. Smolders (2015). Invloed verhoogde zoutconcentratie vanuit Zijkanaal A op waterkwaliteit en waterbodem van fortgrachten Aagtendijk & Veldhuis. Onderzoekscentrum B-Ware. PR-15.078.

BIJLAGE

Veranderingen in de kwaliteit van het oppervlaktewater in de periode 1985-2015 bij meetlocatie 431010 in het Liniekanaal. Zie ook figuur 3.x Bron: HHNK, HNK-water.nl

Meetpunt 431010 - Liniekanaal (Assemervaart Noordelijke dam bij gasstation)								
Decade	Data	pH	EGV_mS/m	PO4mg/l	Ntot_mg/l	K_mg/l	Cl_mg/l	SO4_mg/l
1985-1989	Average	8,4			3,5		226,5	
	Min	8,1			3,0		151,0	
	Max	8,9			4,1		875,0	
	Count	11			6		11	
1990-1994	Average	8,3	147	0,4	4,1	16,7	582,9	92,2
	Min	7,7	145	0,1	2,1	14,0	105,0	59,0
	Max	8,9	151	1,0	6,0	18,0	1240,0	120,0
	Count	21	6	21	21	6	21	6
1995-1999	Average	8,2	143	0,5	2,5	16,4	276,3	102,6
	Min	7,8	130	0,1	1,8	14,0	240,0	83,0
	Max	8,6	153	1,4	3,9	18,0	318,0	127,0
	Count	10	7	8	10	7	10	10
2000-2004	Average	8,3	145	0,2		14,0	299,6	97,8
	Min	7,8	40	0,0		4,0	30,0	36,0
	Max	8,7	224	0,4		20,0	495,0	130,0
	Count	7	7	7		5	7	5
2005-2009	Average	8,5	438	0,1	2,6	22,1	1341,7	210,0
	Min	8,4	240	0,0	2,2	7,2	620,0	120,0
	Max	8,5	806	0,2	3,1	37,0	2500,0	380,0
	Count	2	6	6	2	2	6	4
2010-2015	Average	8,4	471	0,1	2,1	34,8	1461,7	191,5
	Min	7,9	237	0,0	1,4	15,0	630,0	84,0
	Max	9,0	1036	0,3	3,1	83,0	3600,0	470,0
	Count	24	24	24	24	24	24	24



Kaart van het projectgebied met daarop de aanweizige duikers en andere kunstwerken.
Bron: HHNK, 2015.