



Vlaanderen
is wetenschap

20_020_1
WL rapporten

Spoelen van sediment uit oude uitwatering Galgenweel

Uitspoelen van slib uit de uitwateringssleuf aan Scheldezijde

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Spoelen van sediment uit oude uitwatering Galgenweel

Uitspoelen van slib uit de uitwateringssleuf aan Scheldezijde

Smolders, S.; De Maerschallck, B.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2020
D/2020/3241/197

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Smolders, S.; De Maerschalck, B.; Mostaert, F. (2020). Spoelen van sediment uit oude uitwatering Galgenweel: Uitspoelen van slib uit de uitwateringssleuf aan Scheldezijde. Versie 2.0. WL Rapporten, 20_020_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Roeland Notele - De Vlaamse Waterweg NV	Ref.:	WL2020R20_020_1
Keywords (3-5):	Galgenweel, cohesief sediment, culvert, uitwatering, debiet, aanslibbing		
Kennisdomeinen	Hydraulica en sediment > Sediment > Cohesief sediment Hydraulica en sediment > Sediment > Erosie/sedimentatie Waterbouwkundige constructies > Duikers		
Tekst (p.):	28	Bijlagen (p.):	2
Vertrouwelijk:	☒ Nee ☒ Online beschikbaar		

Auteur(s):	Smolders, S.
------------	--------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	De Maerschalck, B.	Getekend door: Bart De Maerschalck Getekend op: 2020-10-26 11:54:07 +00:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Bart De Maerschalck</i>
Projectleider:	Smolders, S.	Getekend door: Sven Smolders (Signature) Getekend op: 2020-10-26 12:48:44 +00:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Sven Smolders</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2020-10-26 08:27:19 +00:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	--



Abstract

Deze studie had tot doel te kijken of de aanslibbing in de oude uitwateringsconstructie van het Galgenweel langs Scheldezijde kon worden gespoeld door Scheldewater via de nieuw gebouwde uitwateringsconstructie Galgenweel te laten binnenlopen en via de oude constructie te laten uitspoelen. Hiervoor zou eerst een test spoeling gebeuren met opgespaard regenwater. Slib parameters en erosie zou gemonitord worden, maar de SARS-CoV-2 pandemie zorgde ervoor dat de metingen niet konden uitgevoerd worden. Bijkomend werd vastgesteld dat oude spindelschuiven in de oude uitwateringsconstructie bijna dichtstonden en dat deze vastgeroest waren. Dit belemmerde het uitwateringsdebiet. Uiteindelijk stortte ook de zijwand van de uitwateringssleuf aan Scheldezijde in omdat de betreffende aannemer vroegtijdig begon met het verwijderen van de houten palen in de zijwand en de dwarsbalken die de zijwanden op hun plaats hielden. Zo kon ook het eigenlijke spoelen van het slib niet uitgevoerd worden. Door de projectleider werden wel op regelmatige tijdstippen foto's genomen en op basis daarvan konden wel enkele conclusies getrokken worden.

Op een kleine maand tijd werd met een beperkt debiet toch een grote hoeveelheid slib weggespoeld. Dit toont aan dat een dergelijke constructie door kleine debieten (regenwater dat in het Galgenweel terecht komt) vrij kan gehouden worden van slib. Moest er bij lange droge periodes, waarbij dus geen uitwatering van regenwater uit het Galgenweel optreedt, de uitwatering aan Scheldezijde aanslibben, kan men steeds spoelen door eerst Scheldewater in het Galgenweel binnen te laten door de terugslagkleppen te openen. Gezien de resultaten die behaald werden tijdens de testspoeling met beperkt debiet, zou op de in dit rapport aangegeven methode de oude uitwatering slibvrij gespoeld kunnen worden zijn.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
1.1 Vervolg studie 19_111 Uitwatering Galgenweel	1
1.2 Situering Galgenweel.....	1
1.3 Oude uitwateringsconstructie Galgenweel	2
1.4 Nieuwe uitwateringsconstructie	6
1.5 Probleemstelling.....	6
2 Opvolging test spoelen oude uitwateringsconstructie	8
2.1 Probleem metingen: SARS-CoV-2 virus	8
2.2 Inspectie 25 februari 2020 inspectieput uitwatering	8
2.3 Start test spoeling.....	8
2.4 Bepaling gestremd debiet oude uitwatering.....	8
2.5 Opvolging erosie slib.....	15
3 Simulatie opening nieuwe uitwatering voor extra debiet door oude uitwatering	25
4 Conclusie.....	27
5 Referenties	28
Bijlage 1 Bouwplannen oude en nieuwe in- en uitwateringsconstructie Galgenweel	B1

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Hoogte waterstand boven overlaat voor verschillende tijdstippen.	10
---	----

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Situering Galgenweel op linkeroever	2
Figuur 2 – Schets van de oude uitwateringsconstructie Galgenweel. Schets niet op schaal. Werkelijke hoogtes in m TAW en afmetingen zijn wel vermeld in de schets.	3
Figuur 3 – Damwandplanken aan Galgenweel zijde bepalen het waterniveau in Galgenweel en vormen een overlaat naar de oude uitwateringsconstructie.	4
Figuur 4 – Uitwatering Galgenweel aan Galgenweel zijde.	4
Figuur 5 – Zicht vanaf Schelde zijde in de uitwateringssleuf die een stuk tot onder de dijk en onder de rijbaan doorloopt. Achteraan is de houten tussenwand met de terugslagkleppen te zien. Het looprooster bevindt zich een 2 tal meter boven de bodem van de sleuf.	5
Figuur 6 – Zicht vanuit de betonnen uitwateringskoker op de Schelde. Eens het schor bereikt is verandert de constructie van de sleuf van beton naar hout. Via de ladder rechts kan de constructie betreden worden. ...	5
Figuur 7 – Uitwatering Galgenweel aan Schelde zijde.	6
Figuur 8 – Opzet scherpe overlaat om debiet te meten volgens Bos (1989)	9
Figuur 9 – inschatten afmetingen van de damwandplanken om via de overlaat formule het debiet te schatten.	11
Figuur 10 – Galgenweel maandag 9 maart 2020 08u16.....	12
Figuur 11 – Galgenweel woensdag 11 maart 2020 11u42	12
Figuur 12 – Galgenweel vrijdag 13 maart 2020 11u05.....	13
Figuur 13 – Galgenweel zondag 15 maart 2020 15u06.....	13
Figuur 14 – Galgenweel dinsdag 17 maart 2020 16u05	14
Figuur 15 – Galgenweel dinsdag 7 april 2020 10u45	14
Figuur 16 – Erosie slib uitwateringssleuf richting Schelde	15
Figuur 17 – Voor het schor ligt enorm veel steenpuin, dat ook door de stroming over het slik in de uitwateringssleuf van Galgenweel terechtkomt.	17
Figuur 18 – Einde uitwateringssleuf Galgenweel aan Schelde zijde. Foto 25 mei 2020. Linksonder is de harde veenlaag te zien en deze vormt een steile rand van de uitwateringsgeul.	18
Figuur 19 – Uitgeschuurde uitwateringsgeul van Galgenweel op het slik met rechts de hardere veenlagen die bloot liggen.	19
Figuur 20 – Erosie slib en geulvorming in slik tussen sleuf en Schelde	20
Figuur 21 – Erosie Schelde einde uitwateringssleuf.....	21
Figuur 22 – Erosie slib ter hoogte van inspectieladder Schelde zijde	22
Figuur 23 – Erosie slib in toegangspuit Galgenweel zijde	24
Figuur 24 – Instorten zijwand uitwateringssleuf oude constructie (foto: zondag 9 juni 2020 12u)	26
Figuur 25 – Oude uitwateringsconstructie Galgenweel: detail zijaanzicht Schelde zijde.	B1
Figuur 26 – Oude uitwateringsconstructie Galgenweel: detail zijaanzicht Galgenweel zijde.....	B1
Figuur 27 – Nieuwe uitwateringsconstructie Galgenweel: detail zijaanzicht Galgenweel zijde	B2
Figuur 28 – Nieuwe uitwateringsconstructie Galgenweel: detail zijaanzicht Schelde zijde.....	B2

1 Inleiding

1.1 Vervolg studie 19_111 Uitwatering Galgenweel

Dit rapport beschrijft de resultaten van de opvolging van het heropenen van de oude uitwatering Galgenweel en de opening van de nieuwe uitwateringsconstructie met als doel het slib in de oude uitwatering uit te spoelen. Deze studie is een vervolg op de verkennende studie, Smolders et al. (2019), naar de problematiek van de aangeslibde oude uitwatering van Galgenweel. Een groot deel van de inleiding uit de vorige studie zal hier herhaald worden om ook in dit rapport zoveel mogelijk informatie mee te geven met de lezer. Dit rapport beschrijft de opvolging van de verschillende stappen die genomen werden om zoveel mogelijk slib in de oude uitwatering uit te spoelen vooraleer deze uit dienst wordt genomen, i.e. opgevuld zal worden met beton.

1.2 Situering Galgenweel

Het Galgenweel is een watermassa gelegen op linkeroever, net ten Noorden van de Kennedytunnel (Figuur 1). Het bestaat al lang en is reeds zichtbaar op de bekende Ferraris kaart, daterende van 1778.

De oppervlakte van het huidige Galgenweel bedraagt 47,17 ha en de totale oeverlengte werd begroot op 3550 m. Door de ophoging van de omliggende gronden heeft het deel buiten het oorspronkelijke Galgenweel een geringe diepte van 2,5 m. Het oorspronkelijke weel heeft een variabele diepte van gemiddeld 5 à 6 m met uitschieters tot meer dan 13 m. Er is een zeer geleidelijke overgang van oever naar diep water zoals eerder aangehaald, maar de oevers van het oorspronkelijke Galgenweel kennen een steile helling. (Leestmans & Yseboodt, 1993).

Het waterpeil in het Galgenweel wordt op 3,65 m TAW gehouden ten gunste van de zeilsport (TVSAM, 2005). Wanneer het peil te hoog of te laag komt, zal dit het gebruik van de vaste aanlegplekken van de zeilclub bemoeilijken. Het Galgenweel wordt niet gevoed door een beek, maar enkel door regenwater of grondwater. De afvoer van dit overtollig water gebeurt via een verbindingskoker met de Schelde. Omgekeerd kan in periodes van droogte, wanneer het peil in het Galgenweel te veel zakt, het peil worden gehandhaafd door de terugslagkleppen van de uitwateringsconstructie open te zetten en vanuit de Schelde het waterlichaam terug aan te vullen. Dit gebeurt/gebeurde gemiddeld drie keer per jaar op vraag van de zeilclubs wanneer het peil 20 cm gezakt is. Om dit bij te vullen worden de sluizen ongeveer een week opengezet (Van Ballaer et al., 2008).

Grondwater stroomt door het Galgenweel van NW naar ZO, loodrecht op de lokale Schelde-as. Van Ballaer et al. (2008) schatten het doorstromen van grondwater in het Galgenweel op 3,5 miljoen m³ grondwater per jaar. Het is onduidelijk in welke mate het grondwater mee het waterpeil in het Galgenweel bepaalt.

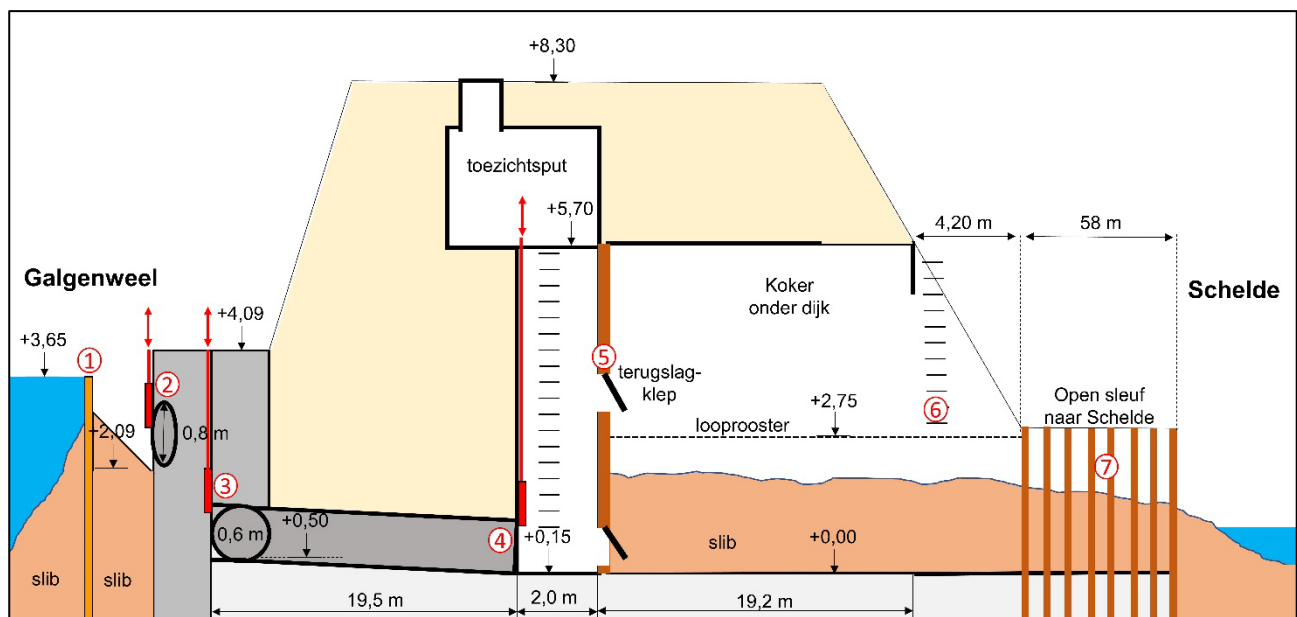
Om aan de voorwaarden van het geactualiseerd Sigmaplan te voldoen en om de veiligheid en robuustheid van het Galgenweel via de uitwateringssluis te garanderen worden sinds 2017 volgende werken gepland en uitgevoerd:

- Er wordt een nieuwe uitwateringsconstructie (uitwateringssluis) gebouwd parallel met de bestaande constructie in het zuiden van het Galgenweel. Deze constructie moet het waterpeil (3,65 m TAW) controleren van het Galgenweel. De peilbeheersing gebeurt aan de hand van schotbalken in de nieuwe uitwatering;
- De bestaande dijk wordt aan de Scheldekant verhoogd tot +9,25m TAW om aan het Sigmapeil te voldoen, op het vlakke stuk naast het bestaande fietspad wordt een kleine tuimeldijk aangelegd;
- Gezien de dijken worden verhoogd, dient een bijkomende oeverbescherming bestaande uit breuksteen aan Scheldezijde te worden aangebracht om de dijk te beschermen tegen erosie.

konden de betonnen buizen afgesloten worden door aparte spindelschuiven, zie schets Figuur 2. In de brede en hoge betonnen sleuf is nog een houten wand geplaatst met daarin vier terugslagkleppen. Dit maakt dat de drie uitwateringsbuizen eigenlijk toekwamen in een aparte ruimte, zie schets Figuur 2, en dat het water van daaruit via de terugslagkleppen zich verder door de betonnen sleuf richting Schelde kon begeven, zie Figuur 5. Deze betonnen sleuf is langs beide zijden versterkt met een betonnen wand en vanbinnen zijn meerdere houten en betonnen dwarsbalken ter versteviging aangebracht. Een deel van deze betonnen sleuf (ongeveer de eerste 20 m) ligt onder het maaiveld en onder de weg (Beatrijslaan). Zijaanzichten (bouwplan) van de oude uitwateringsconstructie zijn in appendix opgenomen in Figuur 25 en Figuur 26. Eenmaal de sleuf het schor bereikt, verandert het materiaal van de sleuf van beton naar hout, zie Figuur 6 en Figuur 7.

De afwatering (via pompen) van de Kennedytunnel komt ook uit in de grote sleuf aan Schelde zijde. Dit gebeurt ongeveer in de helft van het stuk sleuf dat overdekt is. Dit is goed te zien in Figuur 5 waar een kleine waterstraal van bovenuit op het looprooster valt. Op het looprooster liggen ook vele kleine stenen die afkomstig zijn van de afwatering van de Kennedytunnel. Bij regenweer kan hier wel een significant debiet worden toegevoegd, maar het is niet bekend welke exacte hoeveelheden water hierdoor via deze sleuf naar de Schelde vloeien.

Figuur 2 – Schets van de oude uitwateringsconstructie Galgenweel.
Schets niet op schaal. Werkelijke hoogtes in m TAW en afmetingen zijn wel vermeld in de schets.



Figuur 3 – Damwandplanken aan Galgenweel zijde bepalen het waterniveau in Galgenweel en vormen een overlaat naar de oude uitwateringsconstructie.



Figuur 4 – Uitwatering Galgenweel aan Galgenweel zijde. Een verlaging van twee damplanken in het midden zorgt voor een overstort en bepaald de maximum waterhoogte in het Galgenweel.



Figuur 5 – Zicht vanaf Schelde zijde in de uitwateringssleuf die een stuk tot onder de dijk en onder de rijbaan doorloopt. Achteraan is de houten tussenwand met de terugslagkleppen te zien. Het looprooster bevindt zich een 2 tal meter boven de bodem van de sleuf.



Figuur 6 – Zicht vanuit de betonnen uitwateringskoker op de Schelde. Eens het schor bereikt is verandert de constructie van de sleuf van beton naar hout. Via de ladder rechts kan de constructie betreden worden.



Figuur 7 – Uitwatering Galgenweel aan Schelde zijde. De bovenzijde van de houten wanden ligt op 2,75 m TAW.



1.4 Nieuwe uitwateringsconstructie

Een nieuwe uitlaatconstructie voor Galgenweel is gebouwd. Deze bestaat uit twee uitwateringskokers, i.e. betonnen buizen met diameter 0,9 m. De bodem van de buis zal horizontaal op 3,2 m TAW liggen. Deze kokers zullen aan Galgenweelzijde voorzien worden van een vuilrooster om verstopping door plantresten e.d. te voorkomen. Aan Schelde zijde zullen er HDPE terugslagkleppen geplaatst worden. De afwatering van de Kennedytunnel, die uitkwam in de oude uitwateringssleuf, zal verlengd worden (de nieuwe uitwatering ligt iets Noordelijker dan de oude constructie) en uitmonden nabij de uitlaat van de nieuwe kokers aan Schelde zijde. Ook hier zal een terugslagklep voorzien worden. Aan Galgenweelzijde zullen schotbalken het waterpeil bepalen. Het toekomstige waterpeil zal gelijk blijven aan het huidige waterpeil. Zijaanzichten (bouwplan) zijn in appendix opgenomen in Figuur 27 en Figuur 28.

1.5 Probleemstelling

Bij aanvang van het project om een nieuwe uitwateringsconstructie te bouwen en de oude uit dienst te nemen, zo'n vijftal jaren geleden, werd de oude uitwateringskoker met sleuf geïnspecteerd en werd er nauwelijks slib aangetroffen. Een recente inspectie (2019) bracht echter aan het licht dat in de uitwateringssleuf een tweetal meter slib ligt. De droge zomers van de afgelopen twee jaren worden als mogelijke verklaring gegeven. Tijdens de afgelopen twee jaren is er gedurende lange periodes weinig tot geen neerslag gevallen. Hierdoor stroomde er voor langere periodes geen water van het Galgenweel naar de Schelde. Dit water hield de uitwateringssleuf vrij van slib. Bij gebrek aan uitwateringsdebiet, kon het Scheldewater elk getij nog wel in deze sleuf stromen en er zijn slib achterlaten. Dit slib moet geruimd worden om de oude uitwateringsconstructie te stabiliseren met vulbeton voor deze definitief uit dienst genomen kan worden.

In een vorige studie (Smolders et al., 2020) werd uitgezocht of met behulp van regenwater deze oude uitwateringsconstructie kon gespoeld worden en zo het slib weer weg zou kunnen krijgen. In diezelfde studie werd geopperd om bij gebrek aan voldoende regenwater en dus debiet, de nieuwe uitwateringsconstructie (die gebouwd zou worden voordat de oude uit dienst genomen zou worden) te gebruiken om Scheldewater in Galgenweel te laten lopen om dit vervolgens via de oude uitwateringsconstructie weer af te voeren. Zodoende kunnen op korte tijd grote debieten door de oude constructie gestuurd worden om het slib weg te spoelen.

Deze studie werd opgestart ter ondersteuning van deze mogelijke oplossing tot spoelen van de oude constructie. In eerste instantie zal een test spoeling opgevolgd worden. Hierbij zal de spindelschuif aan Galgenweel zijde terug open worden gezet vanaf dat er voldoende regenwater opgespaard was (i.e. een stijging van het waterniveau in Galgenweel van 0.05 m wat neerkomt op een gecumuleerde neerslaghoeveelheid van 50 mm).

Om de test op te volgen zal het waterniveau in Galgenweel opgemeten worden met behulp van een diver. Verder zullen er in de uitwateringssleuf aan Schelde zijde sedimentstalen genomen worden op verschillende diepte om de korrelgrootte te analyseren en de bulk densiteit te bepalen. Bijkomend kan met behulp van een Streampro ADCP de stroomsnelheid bij uitwatering opgemeten worden.

Vervolgens wordt er via simulaties nagegaan hoelang de terugslagkleppen van de nieuwe uitwateringsconstructie moeten worden open gezet om het waterniveau in Galgenweel met 0,2 m te doen stijgen om zo voor voldoende water en debiet door de oude uitwateringsconstructie te zorgen.

2 Opvolging test spoelen oude uitwateringsconstructie

2.1 Probleem metingen: SARS-CoV-2 virus

De wereldwijde pandemie met het SARS-CoV-2 virus zorgde ervoor dat het waterbouwkundig laboratorium voor onbepaalde tijd de deuren moest sluiten. Hierdoor vielen alle terreinmetingen weg. Er werden geen sediment stalen genomen, er werd geen stroomsnelheid van uitstromend water gemeten en ook de waterstand in Galgenweel werd niet opgemeten.

2.2 Inspectie 25 februari 2020 inspectieput uitwatering

Op 25 februari 2020 werd er afgedaald in de inspectieput van de oude uitwateringsconstructie van Galgenweel. Zie schets Figuur 2 voor exact locatie. In de inspectieput, de eerste ruimte onder de rijbaan werd tussen de 20 en 30 cm slib aangetroffen. In de ruimte daaronder werd de inspectie bemoeilijkt door een waterstand van ongeveer 2,5 m in deze put. Het water in deze put zal zo hoog blijven staan als dat er slib ligt in de uitwateringssleuf aan Schelde zijde. Evenwel werd er geen slib op de bodem van de put aangetroffen. De spindelschuiven waren door de hoge waterstand niet zichtbaar, maar de tandlatten van de schuiven stonden laag, wat erop wijst dat de schuiven dicht zouden staan. De terugslagkleppen in de houten wand aan Schelde zijde zouden wel vrij van slib zijn. Door de leeftijd van de constructie konden de spindelschuiven niet meer geopend worden zonder de constructie te beschadigen.

2.3 Start test spoeling

Op 9 maart 2019 werd beslist om de spindelschuif aan Galgenweelzijde te openen na een periode van overvloedige regenval. Het uitspoelen van het slib werd kwalitatief opgevolgd door op regelmatige tijdstippen foto's te nemen.

Ondanks het vermoeden dat de spindelschuiven aan Schelde zijde dicht zouden staan, werd wel een uitstromend debiet waargenomen.

2.4 Bepaling gestremd debiet oude uitwatering

Ondanks de ingewikkelde structuur van deze oude uitwateringsconstructie kan met behulp van de damwandplanken, die fungeren als scherpe overlaat, toch het gestremde debiet door de constructie geschat worden.

Wanneer het water in de toegangspuit naar de constructie aan Galgenweel zijde even hoog staat als het Galgenweel zelf en dit niveau hoger is dan de overlaat, kunnen we ervan uitgaan dat het debiet over de overlaat groter is dan het debiet dat door de constructie afgevoerd wordt.

Wanneer het water in de toegangspuit naar de constructie aan Galgenweel zijde laag staat, maar er nog steeds een beperkte hoeveelheid water over de overlaat stroomt, kunnen we ervan uitgaan dat het debiet over de overlaat kleiner is dan het debiet door de oude constructie.

Wanneer het water in de toegangspuit naar de constructie aan Galgenweel zijde nu tussen het laagste niveau in de put en het hoge niveau van het Galgenweel zelf staat, kunnen we aannemen dat het debiet door de oude constructie ongeveer gelijk is aan het debiet over de overlaat. Via de overlaat formule, de afmetingen van de overlaat en de waterstand boven de overlaat, kan dan het debiet geschat worden.

We beschouwen de damwandplanken als scherpe overlaat en volgen de formule volgens Bos (1989, p. 153-158):

$$Q = \frac{2}{3} C_e \sqrt{2g} b_c h_1^{3/2} \quad (1)$$

waarbij: g valversnelling door zwaartekracht (9,81 m/s²)
 b_c breedte van de overlaat (m)
 h_1 hoogte waterstand boven niveau van de overlaat (m)

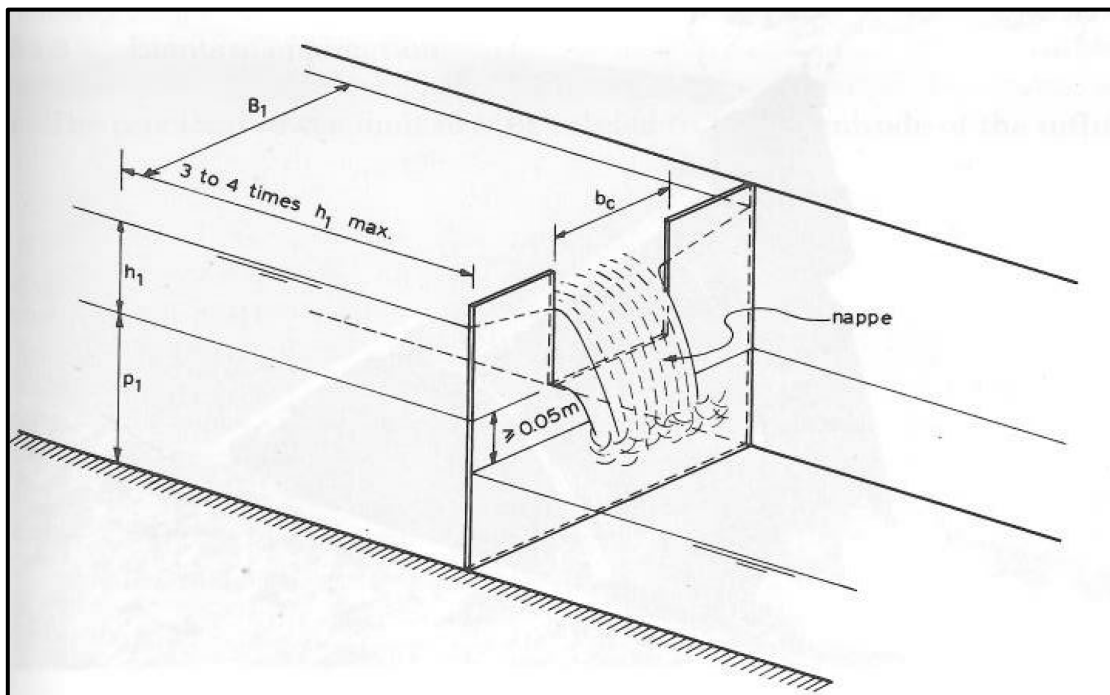
en waarbij:

$$C_e = 0,602 + (0,075 * \frac{h_1}{p_1}) \quad (2)$$

met: p_1 hoogte van de overlaat boven bodem van het Galgenweel (m)

De parameters in deze formule met betrekking tot de afmetingen van de overlaat worden geïllustreerd in Figuur 8.

Figuur 8 – Opzet scherpe overlaat om debiet te meten volgens Bos (1989)



De breedte van de overlaat, b_c , kan worden geschat door de damwandplanken op te meten. De afmetingen van de schuine en rechte kant van een damwandplank worden in Figuur 9 geïllustreerd op een foto. De schuine zijde meet 0,44 m en de rechte zijde meet 0,37 m. Beide types komen elk vier keer voor. Dit maakt dat de breedte van de overlaat op $4 \times (0,37 \text{ m} + 0,44 \text{ m}) = 3,24 \text{ m}$ kan geschat worden. Als gemiddelde waterdiepte, de parameter p_1 , in het Galgenweel wordt 0,5 m genomen. Om het debiet te berekenen is er

dan enkel nog de hoogte, h_1 , van het water boven de overlaat nodig. Deze hoogte werd gevonden door de waterstand in Galgenweel te nemen wanneer het overstortend debiet gelijk was aan het debiet door de oude constructie volgens de aanname die hierboven werd besproken, verminderd met de waterstand in Galgenweel wanneer er geen water over de overlaat stroomt.

Tabel 1 geeft een overzicht van de waterstanden in Galgenweel en de daarbij horende hoogte boven de overlaat voor verschillende tijdstippen na 9 maart, i.e. de dag dat de spindelschuif aan Galgenweel zijde weer werd geopend. De tabel geeft ook de waterstanden in de Schelde weer om aan te tonen dat er langs Schelde zijde geen stremming op het debiet door de uitwateringsconstructie zat door een te hoge waterstand in de Schelde zelf. Figuur 10 t.e.m. Figuur 15 tonen steeds een foto met de waterstand in Galgenweel en water dat over de overlaat stort en de waterstand in de toegangspuit naar de uitwateringsconstructie. In Figuur 10 is te zien dat de overlaat er nog verdronken bij ligt en dat de waterstand in de toegangspuit even hoog staat als Galgenweel zelf. Het debiet over de overlaat is in deze situatie groter dan het debiet dat door de constructie stroomt. In Figuur 12 is dan weer te zien dat de waterstand in de toegangspuit al zeer laag staat en dat het debiet over de overlaat kleiner zal zijn dan het debiet dat door de constructie stroomt. Het is in Figuur 11 dat de waterstand in de toegangspuit halfweg tussen de overlaat en de bodem van de toegangspuit staat. Het is bij deze waterstand dat we aannemen dat het debiet over de overlaat in evenwicht is met het debiet door de uitwateringsconstructie. Dit is bij een waterstand van 0,07 m boven de overlaat. Wanneer we deze waarde invullen in de overlaat formule (vergelijking 1) dan bekomen we een debiet $Q = 0,108 \text{ m}^3$.

Dit debiet wijst er toch op dat de spindelschuiven aan Schelde zijde niet volledig dicht staan. Dit debiet is weliswaar slechts een fractie van het potentieel debiet van $3 \text{ m}^3/\text{s}$ door de drie kokers wanneer geen rekening met de overlaat en spindelschuiven wordt gehouden volgens Smolders et al., (2020), maar nog steeds een behoorlijk debiet wanneer dit vergeleken wordt met het debiet van $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ bij een waterstand van 0,2 m boven de overlaat en geen spindelschuiven (Smolders et al., 2020).

Tabel 1 – Hoogte waterstand boven overlaat voor verschillende tijdstippen.

tijdstip	Waterstand Galgenweel¹	h_1	Waterstand Schelde
9 maart 2020 08u16	3,750 m TAW	0,1 m	1,18 m TAW
11 maart 2020 11u42	3,720 m TAW	0,07 m	0,03 m TAW
13 maart 2020 11u05	3,705 m TAW	0,055 m	1,55 m TAW
15 maart 2020 15u06	3,685 m TAW	0,035 m	-0,43 m TAW
17 maart 2020 16u05	3,675 m TAW	0,025 m	0,40 m TAW
7 april 2020 10u45	3,660 m TAW	0,01 m	-0,20 m TAW

¹ De werkelijke waterstand van Galgenweel werd nooit opgemeten. Er werd aangenomen dat de overlaat op 3,65 m TAW lag en de waterstanden van Galgenweel werden dan relatief t.o.v. de overlaat opgemeten.

De tijdstippen en de waterstanden van Galgenweel vermeld in Tabel 1 doen vermoeden dat de waterstand in Galgenweel maar traag zakt. Ondanks het beperkt uitwateringsdebiet werd verwacht dat dit toch veel sneller zou dalen. Bij hoogwater in de Schelde werd echter opgemerkt dat er water terug naar Galgenweel stroomt. Dit wijst erop dat ofwel de terugslagkleppen onderaan niet meer goed afsluiten (wat zeer goed mogelijk is door de hoeveelheid slib dat er aan die zijde ligt), ofwel dat de houten tussenwand zelf lek is. Dit terug stromen van water uit de Schelde naar Galgenweel is ook de reden geweest om in september 2018 de spindelschuif aan Galgenweel zijde dicht te draaien omdat men vreesde dat er teveel sediment mee vanuit de Schelde naar Galgenweel zou stromen.

Figuur 9 – inschatten afmetingen van de damwandplanken om via de overlaat formule het debiet te schatten.



Figuur 10 – Galgenweel maandag 9 maart 2020 08u16



Figuur 11 – Galgenweel woensdag 11 maart 2020 11u42



Figuur 12 – Galgenweel vrijdag 13 maart 2020 11u05



Figuur 13 – Galgenweel zondag 15 maart 2020 15u06



Figuur 14 – Galgenweel dinsdag 17 maart 2020 16u05



Figuur 15 – Galgenweel dinsdag 7 april 2020 10u45



2.5 Opvolging erosie slib

Wanneer we de inspectieladder afdalen aan Schelde zijde, kunnen we tussen de bovenste en middelste houten steunbalken in de sleuf kijken richting Schelde. Om de beginsituatie aan te tonen werd er een foto toegevoegd van 21 oktober 2019. Daarin is te zien hoe een kleine geul meandert tussen de slibophogingen in de sleuf. Na de eerste test spoeling op 9 maart 2020 bleek echter snel dat er een extra obstakel in de sleuf lag. In Figuur 16 is te zien hoe op de rechterkant een enorme hoop slib ligt. Na een eerste spoeling werd duidelijk dat dit eigenlijk een grote hoop bakstenen was die van het slik opwaarts door de stroming bij eb in de sleuf terechtgekomen zijn. Figuur 17 toont de enorme hoeveelheid baksteen en steenpuin dat er op het slik naast de sleuf aanwezig is. Deze hoop steenpuin zou het spoelen van de sleuf danig bemoeilijken. Maar de foto's doorheen de tijd tonen aan dat er een enorme hoeveelheid slib verdwijnt en dat ook steenpuin mee uitgespoeld wordt.

Figuur 16 – Erosie slib uitwateringssleuf richting Schelde





Figuur 17 – Voor het schor ligt enorm veel steenpuin, dat ook door de stroming over het slik in de uitwateringssleuf van Galgenweel terecht komt.



Figuur 20 en Figuur 21 tonen hoe ook aan het einde van de sleuf in het slik een grote geul gevormd werd. Aan het einde van de sleuf is meer dan 1 m slib geërodeerd. Op de naastgelegen stukken slik zijn harde veenlagen terug te vinden (Figuur 18 en Figuur 19). Deze lagen zijn moeilijk te eroderen. Het feit dat de geul aan het einde van de sleuf zo diep uitgeschuurd is, toont aan dat deze geul er vroeger ook al moet geweest zijn, anders hadden we daar ook die veenlagen kunnen zien terugkomen. In Figuur 21 is ook duidelijk zichtbaar in de foto van dinsdag 7 april dat er bakstenen en steenpuin mee uitgespoeld worden uit de sleuf.

Figuur 22 toont de evolutie van de erosie ter hoogte van de inspectieladder aan Schelde zijde. De erosie is hier minder groot, maar ook duidelijk zichtbaar.

Ook in de toegangspuit aan Galgenweel zijde lag oorspronkelijk veel slib. Over de periode van enkele maanden is dit ook grotendeels mee uitgespoeld. Figuur 23 geeft hiervan een overzicht, maar de foto's zijn niet ideaal. Deze put fungeerde vroeger als het ware als slibvang voor het water dat van de Schelde naar het Galgenweel stroomde.

Exacte metingen zijn er niet uitgevoerd, maar bij de inspecties ter plaatse (en de foto's tonen dit ook aan) werd toch vastgesteld dat er gemiddeld in de uitwateringssleuf minstens een halve meter slib is verdwenen en dit met een beperkt uitwateringsdebiet over een periode van een maand (9 maart tot 7 april). Water stroomde enkel van Galgenweel naar de Schelde wanneer het Schelde peil onder 3,65 m TAW zakte. Voor de betreffende periode was dit ongeveer 70 % van de tijd. De overige 30 % stroomde er water van de Schelde naar Galgenweel, met import van vers slib tot gevolg.

Een veel gebruikte formule om erosie te berekenen is de Partheniades formule:

$$E = M \left(\frac{\tau_b - \tau_c}{\tau_c} \right) \quad (3)$$

waarbij M de Partheniades constante wordt genoemd [kg/m²/s], i.e. de erosiesnelheid wanneer de bodem schuifspanning twee keer zo groot is als de kritische schuifspanning voor erosie, i.e. $\tau_b = 2 \tau_c$. De waarde van

M hangt sterk af van de fysicochemische eigenschappen van de sliblaag (zoals bv de kation uitwisselingscapaciteit van de kleiplaatjes) die de sterkte van de binding tussen de kleideeltjes karakteriseren. Dit is de theorie want in praktijk zal de bodemschuifkracht, τ_s , i.e. de weerstand tegen erosie, bij een bodem die consolidatie heeft ondergaan, toenemen met de diepte. Zo kan bij een bepaalde bodemschuifspanning, τ_b , de erosie initieel snel toenemen tot er een evenwicht is bereikt of tot wanneer de bodem is geërodeerd zodat een diepte wordt bereikt waar de bodemschuifspanning, τ_b , gelijk wordt aan de bodemschuifkracht, τ_s .

Met de ruwe inschatting van de hoeveel slib dat geërodeerd is gedurende de opgevolgende periode kan de Partheniades constante geschat worden. Let wel we zouden dan een waarde schatten die een gemiddelde is over de bechouwde periode (9 maart tot 7 april), over de gehele uitwateringssleuf en de diepte die weggeërodeerd is. Ondanks de grote onnauwkeurigheden die bij deze berekening optreden is dit toch een nuttige oefening om de grootteorde van deze constante in te schatten (die dus eigenlijk niet constant is in de tijd, over de diepte en over de volledige oppervlakte van de sleuf, omdat deze parameter afhangt van fysische eigenschappen van het slib. En die eigenschappen variëren lokaal).

We schatten dat er een halve meter slib geërodeerd is over een oppervlakte van de sleuf (80 m lang en 2 m breed). Het gaat dan over 80 m³ slib. Met een gemiddelde dichtheid van 400 kg/m³ (waarde kan sterk variëren tussen 50 en 650 kg/m³, maar gekozen voor 400 kg/m³ volgens grafiek in Parchure en Mehta (1985)) geeft dit 32000 kg slib.

Over de beschouwde periode stroomde het water 503 uren richting Schelde, wat overeenkomt met 1811880 seconden.

De gemiddelde Partheniades constante zou hier dan overeenkomen met 32000 kg / 160 m² / 1811880 s = 0,00011 kg/m²/s. Deze waarde ligt aan de lage kant, maar lijkt wel realistisch gezien het gestremd debiet tijdens deze periode; de consolidatie die het slib over een periode van 2 jaar ondergaan heeft en de extra belemmering van uitstroom door al het steenpuin.

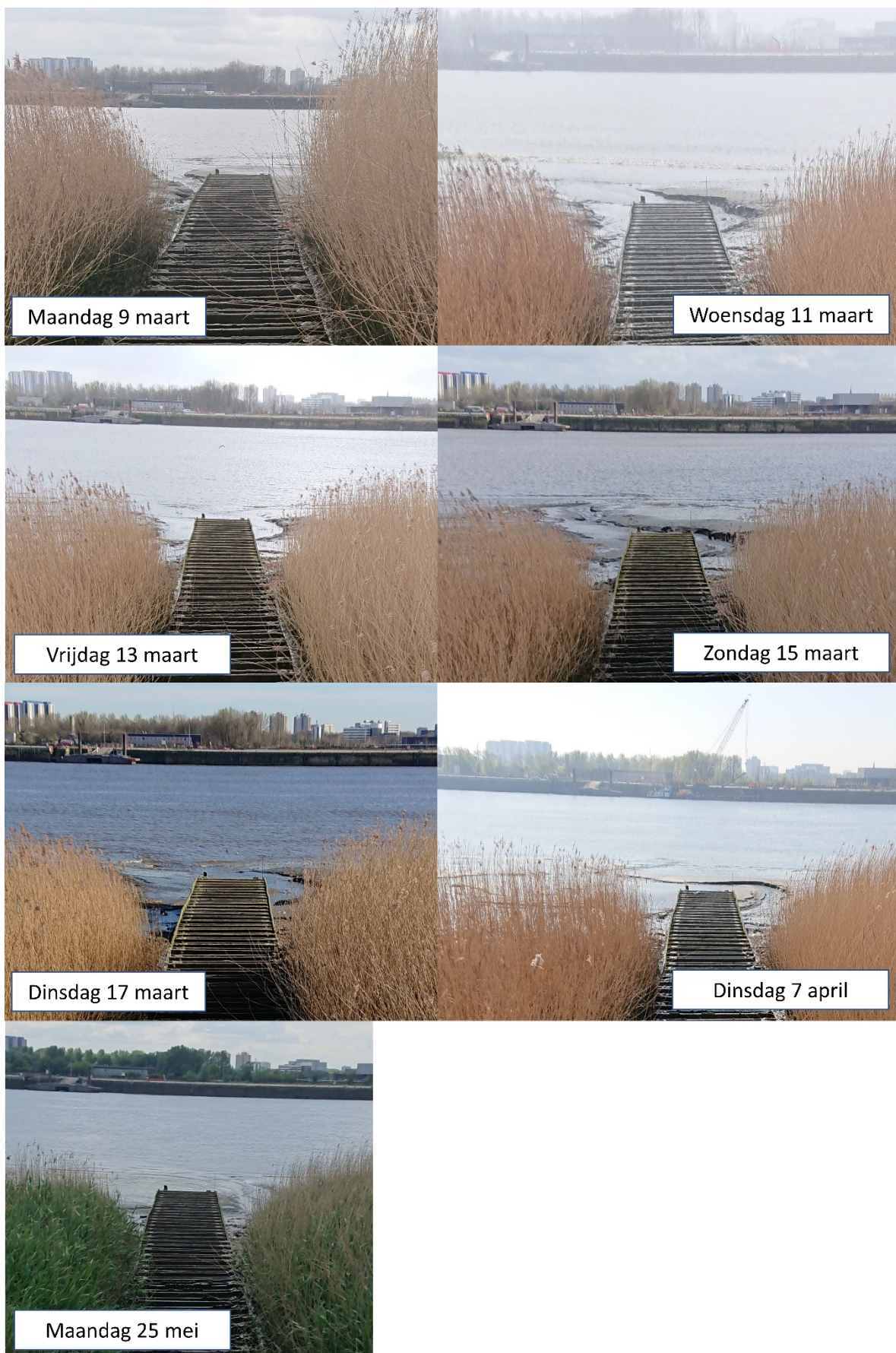
Figuur 18 – Einde uitwateringssleuf Galgenweel aan Schelde zijde. Foto 25 mei 2020.
Linksonder is de harde veenlaag te zien en deze vormt een steile rand van de uitwateringsgeul.



Figuur 19 – Uitgeschuurde uitwateringsgeul van Galgenweel op het slik met rechts de hardere veenlagen die bloot liggen.



Figuur 20 – Erosie slib en geulvorming in slik tussen sleuf en Schelde

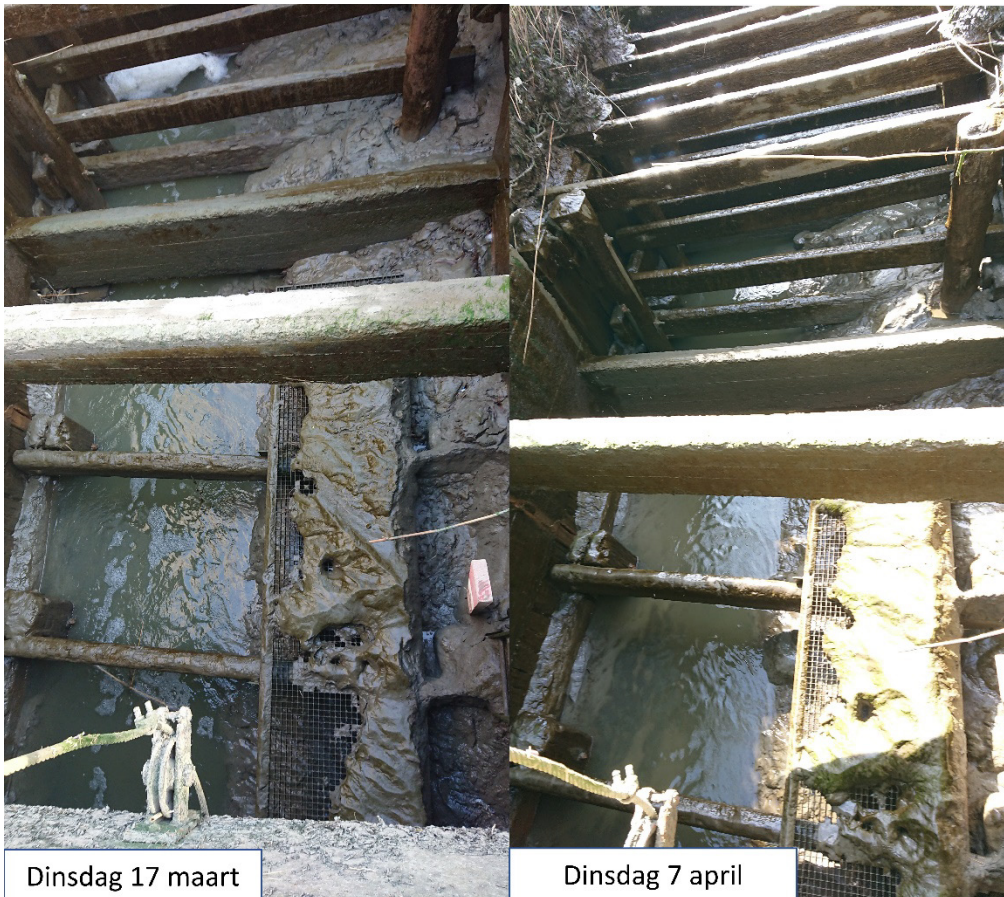


Figuur 21 – Erosie Schelde einde uitwateringssleuf



Figuur 22 – Erosie slib ter hoogte van inspectieladder Schelde zijde





Figuur 23 – Erosie slib in toegangspuit Galgenweel zijde



3 Simulatie opening nieuwe uitwatering voor extra debiet door oude uitwatering

Wanneer de nieuwe uitwateringsconstructie in gebruik wordt genomen (4 juni 2020), zal de oude uitwateringsconstructie uit dienst genomen worden. <op dat moment zal de sleuf/koker die zich onder de dijk/rijbaan bevindt opgevuld en verstevigd worden met beton. Al het slib moet daarvoor uit de sleuf verwijderd worden voordat dit kan uitgevoerd worden. Het spoelen van het slib met water uit Galgenweel was een methode geweest om dit zonder extra kosten voor elkaar te krijgen. Om grotere debieten door de oude constructie te krijgen en dus sneller meer slib te eroderen zal er water door de nieuwe uitwateringsconstructie in Galgenweel gelaten worden door de terugslagkleppen te openen. In de vorige studie (Smolders et al., 2020) werd al berekend dat bij een doottij op deze manier gedurende 1 getij zoveel water in Galgenweel kan binnengelaten worden om het waterniveau met 0,07 m te doen stijgen.

Op 28 mei heft de aannemer daarenboven de eerste spindelschuif aan Schelde zijde kunnen openen. De volgende dag werden de twee overige spindelschuiven opgezet.

Aan de nieuwe uitwateringsconstructie werd aan Galgenweel zijde een extra schotbalk geplaatst zodat het overstort zich hier op 3,85 m TAW bevond oftewel 0,20 m boven het standard niveau van Galgenweel. Dit om te vermijden dat het water dat in Galgenweel wordt binnengelaten door de nieuwe uitwateringsconstructie hier ook weer terug door naar buiten zou stromen. Het is immers de bedoeling dat dit water volledig door de oude uitwateringsconstructie naar buiten stroomt om zo een maximaal uitwateringsdebiet te bekomen en de erosie van slib in de sleuf te maximaliseren.

Op deze manier zou er een week gespoeld worden.

Echter, de aannemer dacht al tijd te winnen op de volgende werken (i.e. uit dienst nemen oude uitwateringsconstructie) door aan Schelde zijde al dwarsbalken die de zijwanden van de sleuf ondersteunden, weg te nemen. Hierdoor is de zijkant van de sleuf ingestort (Figuur 24) en blokkeert deze instorting de uitwatering. Pogingen om het puin te ruimen zijn niet direct gelukt wegens instabiliteit van de omliggende grond voor kranen. Dit betekende dan ook meteen het einde van de poging om het slib uit de uitwateringssleuf te spoelen.

Figuur 24 – Instorten zijwand uitwateringssleuf oude constructie (foto: zondag 9 juni 2020 12u)



4 Conclusie

Deze studie is helemaal anders gelopen dan voorzien. Zo zijn de terreinmetingen niet uitgevoerd. Bij inspectie bleken de spindelschuiven van de uitwateringskokers bijna dicht te staan en vastgeroest. Verder is het eigenlijke spoelen van de uitwateringssleuf door verzakking van de zijwand niet kunnen doorgaan.

Ondanks al deze tegenslagen zijn er wel enkele conclusies die getrokken kunnen worden:

1. Ondanks de stremming van het debiet door de spindelschuiven, werd er op een kleine maand tijd wel een halve meter of ruwweg geschat 32 ton slib weggespoeld.
2. Het vorige punt toont ook aan dat wanneer de oude constructie open staat en dan zelfs met gestremde doorgang er geen slibophoping in in- en uitlaat zou ontstaan.
3. Moest de oude constructie geen lekdebet richting Galgenweel hebben en moesten de terugslagkleppen goed functioneren, zal er waarschijnlijk gedurende lange droge periode terug aanslibbing ontstaan. De constante beweging (elk getij) van water in en uit Galgenweel zorgt voor het vrijhouden van slib van de uitwateringssleuf. Bij een goed functionerend oude uitwateringsconstructie moesten regelmatige regenbuien hiervoor zorgen.
4. Indien de toegang langs Schelde zijde van de nieuwe uitwateringsconstructie gedurende lange droge periodes te hard zou dichtslibben, kan men dezelfde oefening voor deze constructie uitvoeren: namelijk de terugslagkleppen enkel dagen openen en water in en uit Galgenweel laten stromen en zo overtollig slib wegspoelen. Het is dan wel raadzaam om de sedimentconcentratie in het Scheldewater in het oog te houden om te vermijden dat er tijdens dergelijke oefening teveel sediment in Galgenweel terecht zou komen. Bij de oude uitwateringsconstructie zorgde de toegangspuit aan Galgenweel zijde, gevormd door de damwandplanken er waarschijnlijk voor een afvang van het meeste slib. Die constructie is bij de nieuwe uitwatering niet aanwezig.
5. Wanneer de aannemer de verstevigingconstructie van het uitwateringskanaal niet vroegtijdig verwijderd had, dan had op de aangegeven manier door spoeling de oude uitwateringsconstructie slibvrij gemaakt kunnen worden.

5 Referenties

Bos, M.G., 1989. Discharge measurement structures. Wageningen, International Institute for Land Reclamation, ILRI.

Leestmans, J.; Yseboodt, R., 1993. Visserijkundig Onderzoek en Voorstel voor een Planmatig Visstandbeheer van het Galgenweel. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Dienst Waters en Bossen.

Parchure, T. M., & Mehta, A. J., 1985. Erosion of soft cohesive sediment deposits. Journal of hydraulic engineering, 111(10), pp. 1308-1326.

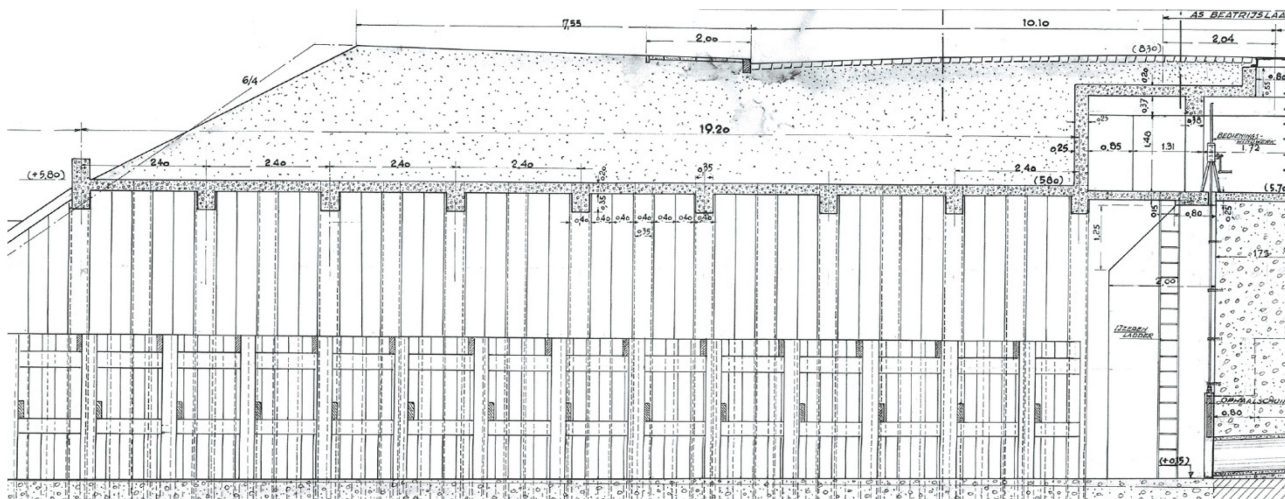
Smolders, S.; De Maerschalck, B.; Vercruysse, J.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (2020). Uitwatering Galgenweel: Uitstroom via de oude en nieuwe constructie. Versie 2.0. WL Rapporten, 19_111_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

TVSAM, 2005. Masterplan Antwerpen - Oosterweelverbinding - Linkeroever – Studierapport Habitatrichtlijn en Natuurstudie - Deel 2: Geohydrologische studie. BAM NV.

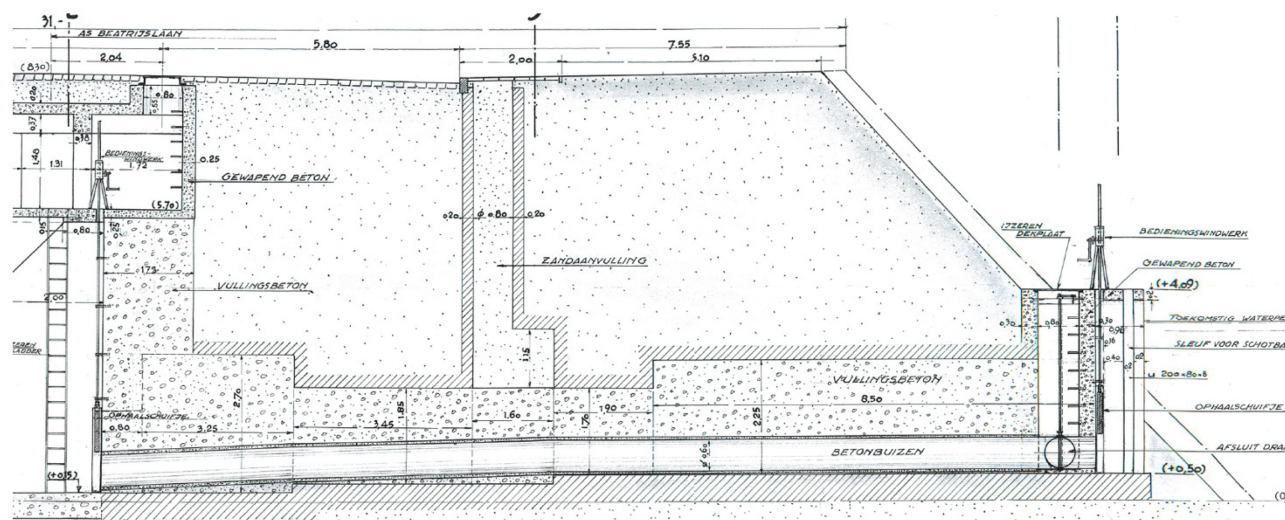
Van Ballaer, B., De Deckere, E., Muylaert, K. en Meire, P., 2008. Bepalen van het maximaal en het goed ecologisch potentieel, alsook de huidige toestand voor de zeventien Vlaamse (gewestelijke) waterlichamen die vergelijkbaar zijn met de categorie meren - partim Galgenweel. In opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij. Rapport Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer in samenwerking met K.U. Leuven, ECOBE 08-R118

Bijlage 1 Bouwplannen oude en nieuwe in- en uitwateringsconstructie Galgenweel

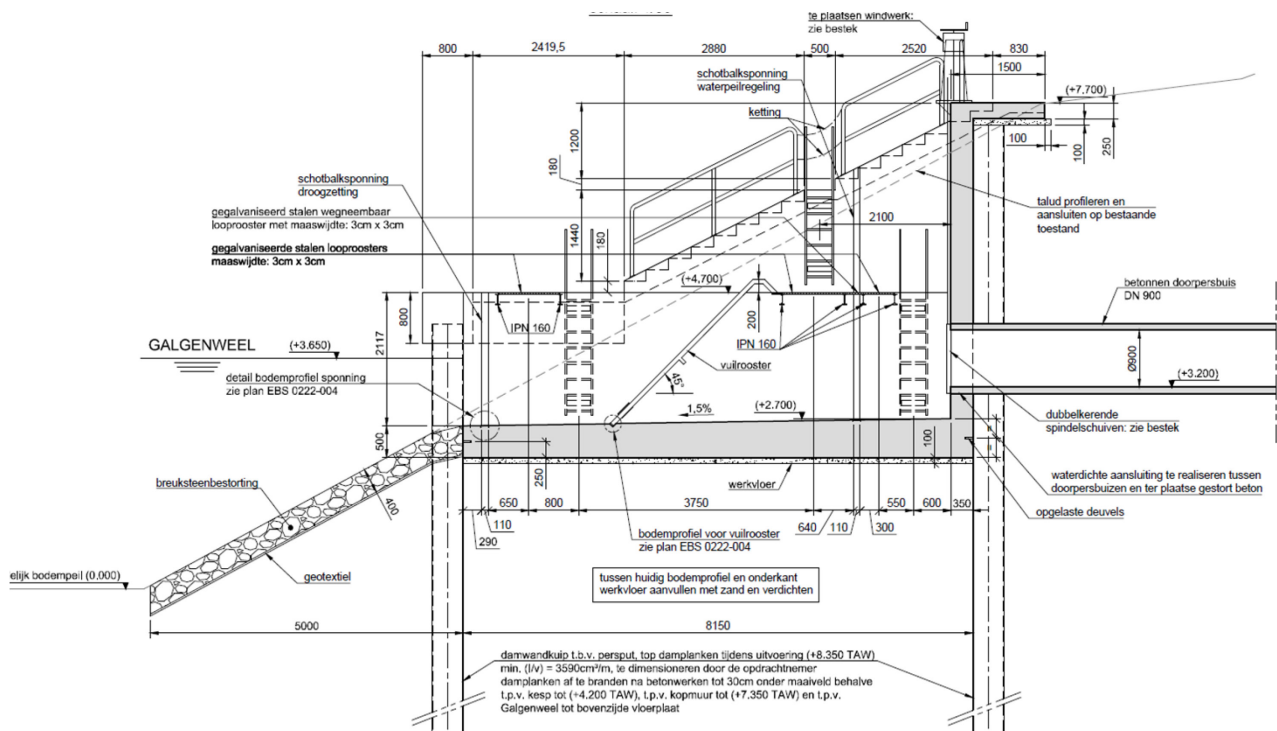
Figuur 25 – Oude uitwateringsconstructie Galgenweel: detail zijaanzicht Schelde zijde.



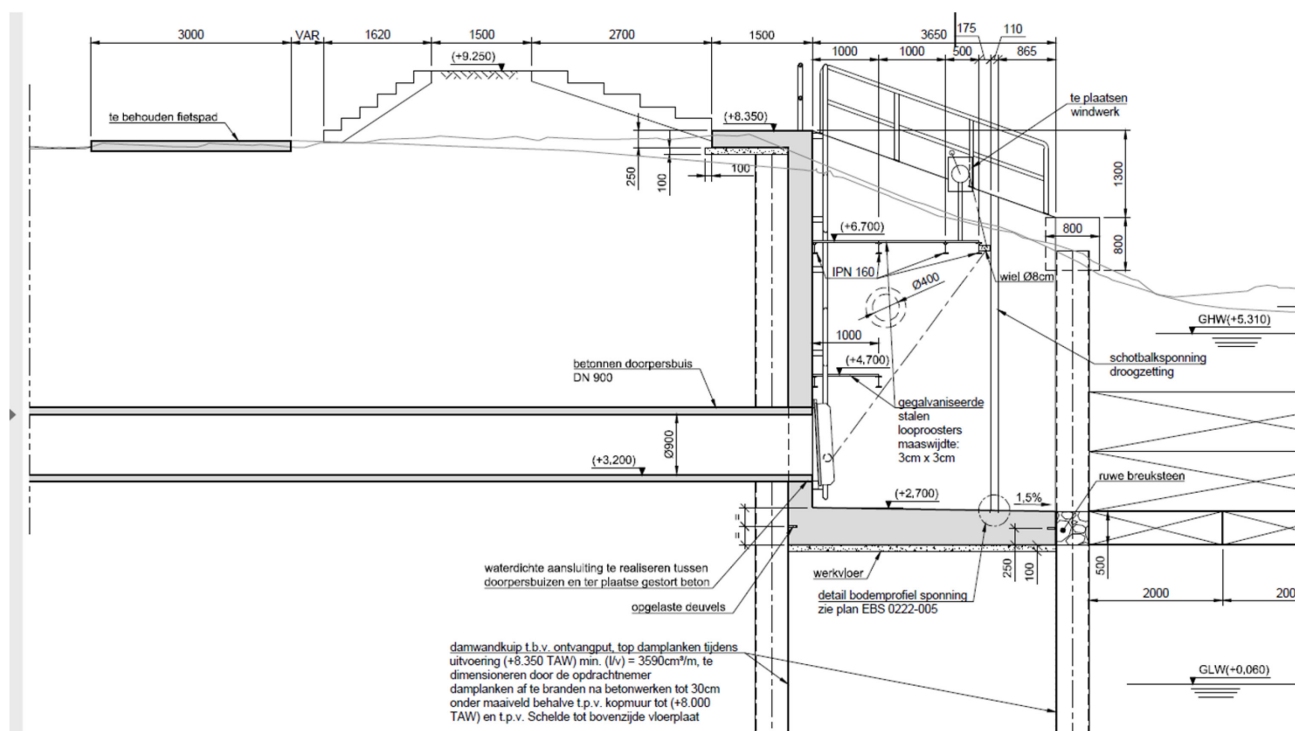
Figuur 26 – Oude uitwateringsconstructie Galgenweel: detail zijaanzicht Galgenweel zijde



Figuur 27 – Nieuwe uitwateringsconstructie Galgenweel: detail zijaanzicht Galgenweel zijde



Figuur 28 – Nieuwe uitwateringsconstructie Galgenweel: detail zijaanzicht Schelde zijde



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be