



Oeverstabiliteit in de veenweiden van Fryslân

Een veldinventarisatie

Ir. J. de Pater

Dr. Ing. D. van Rotterdam

Referaat

De Pater J, D Van Rotterdam, 2021, Oeverstabiliteit in de veenweiden van Fryslân; Een veldinventarisatie, Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1781.N.20-3, pp 4.

Rapport in het kort

In het agrarisch beheerde veenweide leiden instabiele oevers tot afkalving en daarmee tot een verslechtering van de waterkwaliteit, een verminderde gebruikswaarde van de oevers en intensiever onderhoud. In deze studie zijn de factoren en processen onderzocht die verantwoordelijk zijn voor het voorkomen van oeverafkalving binnen het veenweidegebied van Friesland. Daarnaast is een inschatting gemaakt van het effect van een hoger en meer flexibel peilbeheer op de stabiliteit van oevers. Verspreid over het Friese veenweidegebied zijn op veertien locaties veldinventarisaties (interviews en metingen) uitgevoerd. De belangrijkste oorzaak voor afkalving is stroming. Peilbeheer, grootte van het peilvak (variatie in drooglegging en stroomsnelheid), bodemopbouw en type veen, oude hollen van muskusratten, en slootonderhoud zijn (lokaal sterk) van invloed op de mate van afkalving. Een verandering naar een hoger en meer flexibel peilbeheer wordt door zowel percee-eigenaren als rayonbeheerder als positief ervaren. Aandachtspunten zijn de afstemming van het peilbeheer tussen agrariër en waterschap, en dat peilveranderingen niet te snel worden doorgevoerd om zo de oever te beschermen.

Dit project werd uitgevoerd in het kader van het Uitvoeringsprogramma Veenweidevisie 2019-2020 in opdracht van:



© 2021 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

Provincie Fryslân t.a.v. dhr. Koopal

digitaal

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Introductie	5
1.1 Waarom onderzoek naar oeverafkalving?	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Leeswijzer	6
2 Aanpak	7
3 Veenweidesloten Friesland	9
4 Oorzaken afkalving Friesland	12
4.1 Beschrijving onderzoekslocaties	12
4.2 Interviews	16
4.3 Oorzaken afkalving	16
4.4 Risicoschatting met behulp van de handreiking	25
4.5 Conclusies	26
5 Relatie peilbeheer en oeverafkalving	27
5.1 Relatie hogere en flexibele peilen en oeverafkalving	27
5.2 Conclusies en aanbevelingen	30
6 Oplossingsrichtingen	32
6.1 Inzichten vanuit het veld	32
6.2 Oplossingen	33
7 Conclusies	36
Referenties	37
Bijlagen	38

Samenvatting

In het agrarisch beheerde veenweidegebied leiden instabiele oevers tot afkalving en daarmee tot een verslechtering van de waterkwaliteit, een verminderde gebruikswaarde van de oevers en intensiever onderhoud. Om bodemdaling en veenoxidatie tegen te gaan zet Wetterskip Fryslân in op gemiddeld hogere en flexibele peilen in het veenweidegebied. Het doel van deze studie is enerzijds om inzicht te krijgen in de sturende factoren en processen die in het veenweidegebied van Friesland leiden tot oeverafkalving. Anderzijds is het doel om een inschatting te maken van het effect van hogere en meer fluctuerende waterpeilen op de stabiliteit van oevers. In het onderzoek wordt voortgebouwd op een eerder onderzoek naar oeverafkalving in het Westelijke veenweidegebied (Van Rotterdam et al., 2020).

Aanpak

Voor deze studie zijn veldinventarisaties uitgevoerd op 14 locaties verspreid over het Friese veenweidegebied. De locaties zijn geselecteerd op basis van aanmeldingen van boeren die hebben aangegeven dat er sprake is van oeverafkalving. Bij de veldinventarisaties zijn waarnemingen en metingen aan de oevers uitgevoerd. Daarnaast zijn de boeren en de betreffende rayonbeheerders van het Wetterskip geïnterviewd over de stabiliteit van de oevers in relatie tot de veldsituatie en het beheer van het peil, de sloot en de oever. Ook is ingegaan op de verwachte effecten van een aangepast peilbeheer.

Oorzaken én oplossingen oeverafkalving

De mate van afkalving op de meeste (10 van de 14) onderzochte locaties wordt geclassificeerd als klein tot matig. Voor vier locaties is het risico op afkalving groot tot ernstig. Stroming is de belangrijkste oorzaak voor afkalving. Hoe groter de stroomsnelheid in de betreffende sloot hoe groter het risico op afkalving. Het risico is daarom het grootst voor tochtsloten nabij het gemaal in peilvakken met een groot hoogteverschil en een groot afwateringsgebied. Afkalving door stroming kan daarnaast lokaal extra groot zijn door scherpe bochten in de watergang. Steile oevers zijn indicatief voor de mate waarin stroming de oevers aantast. In combinatie met een kleidek kan stroming de stabiliteit van de oever ondermijnen als het veen onder het kleidek wegspoelt.

Lagere winterpeilen leiden tot een vergroot risico op oeverafkalving. Omdat de oever op de waterlijn zwart komt te liggen (geen vegetatie) wordt de oever direct blootgesteld aan de hoge stroomsnelheden die door het neerslagoverschot én de lagere peilen juist in de winter voorkomen. Grote drooglegging (>50cm-mv) kan in periodes van langdurige droogte leiden tot oevererosie. Veen kan dan irreversibel uitdrogen en verpulveren. In klei op veen en kleilig veen kan de bodem scheuren en kunnen brokken van de oever glijden. Snelle veranderingen in waterpeilen kunnen ook leiden tot oeverinstabiliteit. Rayonbeheerders houden hier bij het peilbeheer al rekening mee. Binnen Wetterskip Fryslân zou gesproken kunnen worden over hoe snel peilen aangepast mogen worden. Richtlijn is 1 – 5 cm per week. Om oeverafkalving te voorkomen is een oplossingsrichting om binnen peilvakken te sturen op lagere stroomsnelheid. Dit kan door het opdelen van peilvakken om de variatie in drooglegging te verkleinen en waterberging te vergroten om zo fluctuaties in peil, stroming én bodemdaling te beperken.

Té rigoureux baggeren en schonen kan ook tot schade aan de oevers en afkalving leiden. Het risico is afhankelijk van de persoon die de werkzaamheden uitvoert, de zwaarte van het gebruikte materieel en de frequentie en intensiteit van de werkzaamheden. Bij klei op veen hoeft door onderholling het effect

niet direct zichtbaar zijn. Een belangrijke oplossingsrichting voor oeverafkalving moet gezocht worden in de uitvoering van het sloot- en oeveronderhoud. Dit wordt extra belangrijk bij verhoging van de peilen. Hierin is rust het kernwoord zodat er een stevige oever(vegetatie) kan ontstaan. Het waterschap kan hierin een rol spelen door bewustwording wat betreft het belang en beheer van een stabiele oever bij loonwerkers en schouwmeesters, goed omschreven opdrachten en de manier waarop de kwaliteit van het uitgevoerde werk wordt beoordeeld. Het effect van de baggerfrequentie en intensiteit op afkalving en aanwas van bagger dient (nog) verder onderzocht te worden – eventueel samen met waterschappen in het westelijke veenweidegebied.

Holen van de muskusratten op de waterlijn vergroten lokaal de instabiliteit van de oever, vooral op locaties die al gevoelig zijn voor afkalving. Muskusratten zijn effectief bestreden in Friesland. De schade door oude holen valt te beperken door de stabiliteit van de oever te verbeteren en het risico op afkalving te beperken. Een goede monitoring van andere dieren die de oevers kunnen aantasten, zoals de rivierkreeft is van belang.

Vegetatie speelt op alle oevers een cruciale rol. Een dicht en stevig wortelstelsel houdt de oever stabiel. In het onderzoek was naast het peilbeheer ook de grondsoort zeer bepalend voor de vegetatie. Het zure en voedselarme karakter van het veenmosveen leidt tot een slechte vegetatieontwikkeling wanneer het peil wordt verlaagd van zomer naar winterpeil waardoor de oever zwart blijft en extra gevoelig is voor afkalving. Het is aan te bevelen een vast peil (geen zomer/winterpeil) te handhaven op deze grondsoort.

Golfslag lijkt in het agrarisch beheerde veenweidegebied van Friesland slechts een beperkte invloed te hebben door de relatief smalle (tocht)sloten (<10m) en grote drooglegging.

Hoger en flexibel peilbeheer

Alle boeren en rayonmedewerkers die zijn geïnterviewd hebben positieve verwachtingen van een hoger en meer flexibel peilbeheer door het beperken van bodemdaling en een betere vochtvoorziening van het gewas. Gevoeligheden zijn een juiste afstemming tussen de agrarische behoeftes en het aanpassen van het peil. Uit de gesprekken blijken ook zorgen te bestaan over het effect op de oeverstabiliteit. Rayonbeheerders geven aan dat veranderingen in het peilbeheer moeten worden ingebed in een gebiedsaanpak waarin ook inrichting en beheer zijn opgenomen.

In de huidige situatie is stroming de belangrijkste oorzaak voor de waargenomen afkalving. Door een hoger peil neemt de stroming in de sloten af vanwege het grotere hydraulische oppervlak van de sloot en de verminderde uitspoeling vanuit de percelen. Het wordt aanbevolen om het effect van hogere peilen op de debieten nader te onderzoeken en met name het effect op piekevents als gevolg van intensieve buien en natte periodes. Daarnaast zou de grote van peilvakken kunnen worden aangepast om variaties in drooglegging te beperken en waterberging te vergroten. Het wordt aanbevolen om de variatie in drooglegging, hydrologie en bodemopbouw voor elk peilgebied in kaart te brengen om de grote van de peilgebieden en de locatie van de stuwen en gemalen te optimaliseren om grote stroomsnelheden te voorkomen en optimaal te kunnen sturen op het tegengaan van bodemdaling.

Om oeverinstabiliteit te beperken zou het waterbeheer er op gericht moeten zijn om sterke fluctuaties in de peilen en bijbehorende debieten te voorkomen. De snelheid waarmee peilwisselingen plaatsvinden en de periode waarin de peilen lager staan moeten worden afgestemd op de stabiliteit van oever en vegetatie. Uitgangspunt hierin is dat peilen langzaam worden aangepast en peilverlaging zo kort mogelijk duurt om instabiliteit te voorkomen en de vegetatie in stand te houden. Het advies is om gedurende meerdere seizoenen verkennend onderzoek uit te voeren naar het effect van peilwisselingen op de vegetatie en oeverstabiliteit waarbij verschillende scenario's worden vergeleken.

Waar in de huidige situatie door de grote drooglegging oevers te leiden hebben van droogte en oeververzakking nagenoeg niet voorkomt, zullen bij hogere peilen en kleine drooglegging (<50 cm-mv) de oevers natter worden. Te natte oevers kunnen leiden tot slappe kanten en oeververzakking. Door rust op de oever kan een vegetatie met een diep en dicht wortelstelsel ontstaan. Natte oevers zijn extra gevoelig voor belasting met machines en vee. In de huidige praktijk worden slootranden afgezet om te

voorkomen dat vee in het water valt. Om vertrapping van de oever te voorkomen zou het afzetten van de slootranden voor het vee ook bij een hoger peil de standaard moeten blijven. Onder nattere omstandigheden wordt de landbouwkundige waarde van de oeverzone lager waardoor de inrichting van een bufferstrook dat niet (minder) wordt bemest en belast relevant wordt.

Het herinrichten van de sloot en oever is een mogelijke oplossing om afkalving van de slootkanten te beperken als het peil hoger komt en meer gaat fluctueren. Hierbij kan gedacht worden aan flauwe, natuurvriendelijke oevers. Het flauwer maken van het oevertalud zorgt naast bescherming van de oever ook voor extra buffercapaciteit in het watersysteem en biedt vanuit het agrarisch natuurbeheer en biodiversiteitsdoelstellingen ook kansen. Van belang is om vooraf te onderzoeken welke processen afkalving veroorzaken omdat de effectiviteit van de oplossing hier sterk van afhankelijk is (bij sterke stroming zal alleen het flauwer maken van het talud slechts tijdelijk effect hebben). Een herinrichting van sloot en oever zal (op de lang termijn) alleen effectief zijn wanneer alle betrokkenen overeenstemming bereiken over doelstellingen, aanpak en vergoedingen voor inrichting én beheer.

Voor alle oplossingsrichtingen geldt dat communicatie in gebiedsprocessen erg belangrijk is. Zowel boeren als rayonbeheerders, schouwmeesters en uitvoerders moeten het belang van stabiele oevers inzien en betrokken worden bij de keuzes die invloed hebben op de oeverstabiliteit. Deze communicatie en het vertrouwen kan worden versterkt door investeringen in technische ontwikkelingen. Bijvoorbeeld door boeren en rayonbeheerders inzicht te geven in het actuele bodemvocht en grondwaterstanden door middel van sensoren en dashboards kan de sturing van de peilen beter worden onderbouwd.

Stabiele oevers

Een stabiele oever is onderdeel van een groter systeem. Het voorkomen van afkalving moet geen losstaand doel zijn, maar onderdeel van de ontwikkeling van de veenweidensloot van de toekomst. Hierbinnen wordt bij zowel de inrichting als het beheer rekening gehouden met verhoogde peilen, het gebruik van onderwaterdrainage (in de context van bodemdaling), het inspelen op het effect van weersextremen, en veranderingen in landbouwbeleid. Stabiele oevers zijn dan onderdeel van en dragen bij aan het bereiken van overkoepelende doelen zoals bodemdaling, beschikbaarheid en buffering van water, waterkwaliteit, en biodiversiteit.

1 Introductie

1.1 Waarom onderzoek naar oeverafkalving?

In het veenweidegebied is de afkalving van sloten (oevererosie) een probleem omdat dit enerzijds leidt tot de achteruitgang van de ecologische waterkwaliteit en anderzijds tot een verminderde gebruikswaarde van de randen/oeveren van de percelen. Dit levert nadelen op voor zowel de agrariër als de water-beheerder. De ecologische achteruitgang kan optreden als het gevolg van ondiepere sloten en een hogere nutriëntenbelasting. De baggeraanwas leidt vervolgens tot een extra onderhoudsopgave voor zowel waterbeheerder als de boer.

Oeverafkalving en het verzakken en verdrassen van oeveren kan een breed scala aan oorzaken hebben. Het Nutriënten Management Instituut (NMI) heeft in samenwerking met agrarische collectieven, waterschappen en relevante stakeholders in het beheergebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) en de Stichtse Rijnlanden (HDSR) onderzoek gedaan naar de oorzaken van oeverafkalving en passende oplossingen om dit te voorkomen dan wel op te lossen (Van Rotterdam et al., 2020). Hierbij zijn handvatten aangereikt om meer inzicht te krijgen in de belangrijkste (combinatie) aan oorzaken voor de lokale afkalving.

In Friesland wordt op verschillende locaties zowel door boeren als door Wetterskip Fryslân hinder ondervonden door oeverafkalving (Wetterskip Fryslân, 2011). Daarnaast zet Wetterskip Fryslân in op het aanpassen van het peilbeheer naar gemiddeld hogere en flexibele peilen in het veenweidegebied met als doel om bodemdaling en veenoxidatie tegen te gaan. De ambitie is om het flexibel peilbeheer af te stemmen op de lokale omstandigheden en agrarische behoeftes vanuit het principe Hoger Als Het Kan en Lager Als Het Moet – afgekort HAKLAM (Wetterskip Fryslân, 2020). Een wijziging van het peilbeheer kan echter invloed hebben op de stabiliteit van de oeveren. In een studie naar de mogelijkheden van het toepassen van hogere zomerpeilen kwam naar voren dat bij wisselende peilen en een hoog zomerpeil op meerdere plaatsen sprake was van het afschuiven van slootkanten (van Essen & Van Berkum, 2010). Het is onbekend in welke mate peilwisselingen of een peilverhoging leiden tot oeverafkalving en wat hierin de sturende factoren zijn.

NMI is door Provincie Fryslân gevraagd om in het agrarisch beheerde veenweidegebied van Friesland onderzoek te verrichten naar oeverafkalving. De ontwikkelde inzichten uit recent onderzoek in het westelijke veenweidegebied (beheergebied waterschap AGV en HDSR) worden hierbij gebruikt, getoetst en waar nodig aangepast.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze studie is om inzicht te krijgen in de sturende factoren en processen die in het agrarisch beheerde veenweidegebied van de Friesland leiden tot oeverafkalving. Daarnaast is het doel om een inschatting te maken van het effect van hogere en meer fluctuerende peilen op de stabiliteit van oeveren.

1.3 Leeswijzer

Deze rapportage beschrijft de bevindingen van de veldbezoeken en geeft een overzicht van de belangrijkste discussiepunten over oeverstabiliteit in relatie tot het peilbeheer. De aanpak van het onderzoek wordt beschreven in Hoofdstuk 2. De veenweidesloten in Friesland worden beschreven in Hoofdstuk 3. De resultaten van het veldonderzoek wordt beschreven in Hoofdstuk 4. De knelpunten met betrekking tot het peilbeheer worden beschreven in Hoofdstuk 5. Hierbij wordt bediscussieerd wat hogere en wisselende peilen betekenen voor de oeverstabiliteit. De verschillende relevante oplossingsrichtingen worden behandeld in Hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 wordt geconcludeerd wat de belangrijkste bevindingen zijn van het onderzoek.

2 Aanpak

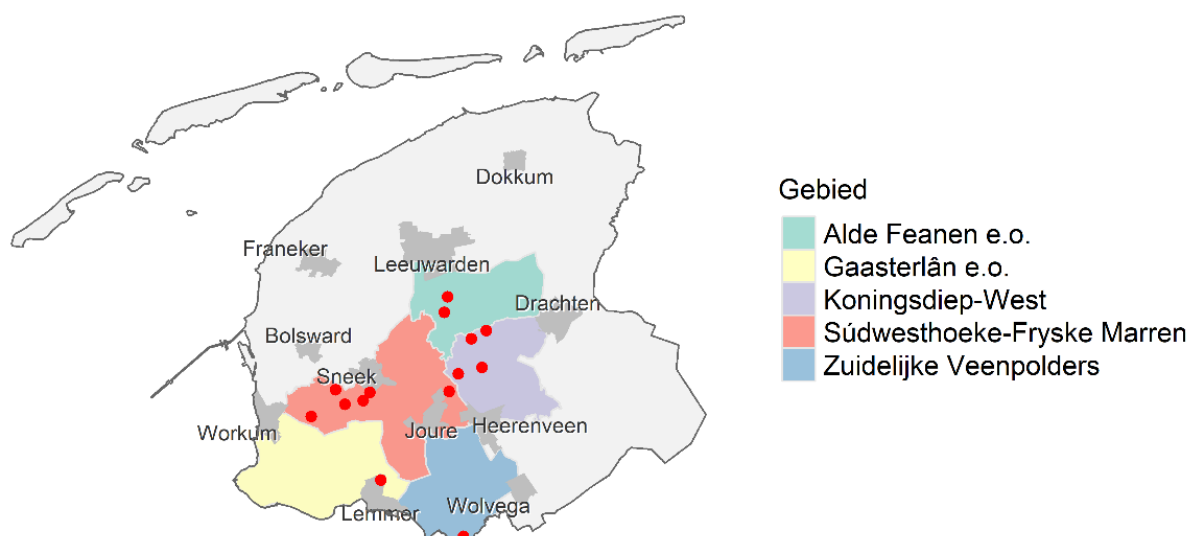
Binnen dit onderzoek is een veldinventarisatie uitgevoerd waarbij de oeverstabiliteit is gerelateerd aan de veldsituatie en het beheer van het peil, de sloot en de oever. Dit is op twee manieren uitgevoerd:

1. Interviews met perceeleigenaren en betreffende rayonbeheerders;
2. Metingen aan sloot, morfologie van sloot en oever, drooglegging, zuurgraad en EC van het water, bodemopbouw.

In de interviews is ook ingegaan op de verwachte effecten van een veranderd peilbeheer naar het HAKLAM-principe. In een eerder onderzoek is een handreiking ontwikkeld om per locatie een beeld te krijgen van de belangrijkste oorzaken voor oeverafkalving (van Rotterdam et al., 2020). De informatie van perceeleigenaar en rayonmedewerker zijn samen met de data uit de metingen verwerkt in deze handreiking om te komen tot inzicht in de lokale oorzaken die leiden tot afkalving. Deze handreiking is voor de in Friesland onderzochte locaties waar nodig aangepast. De uitkomsten van de handreiking, interviews en metingen vormen samen de basis voor oplossingen.

Locaties

In het voorjaar van 2020 konden landgebruikers die problemen ondervonden met oeverafkalving zich aanmelden bij provincie Friesland. Van de aanmeldingen zijn 12 bedrijven geselecteerd en daarnaast zijn er twee locaties onderzocht waarvan het Wetterskip of de provincie had aangegeven dat zich problemen rond de stabiliteit van oevers voordeden. De locaties van de onderzochte oevers staan weergegeven in het kaartje in Figuur 2-1. De projectgebieden van het veenweidegebied zijn Alde Feanen, Gaasterland, Koningsdiep-West, Fryske Marren en Zuidelijke Veenpolders. De meeste aanmeldingen kwamen vanuit de gebieden Fryske Marren en Koningsdiep-West.



Figuur 2-1. Locaties van de onderzochte oevers. De rode punten geven de locatie aan van het betreffende bedrijf.

Interviews en waarnemingen

In een viertal velddagen zijn de 14 locaties onderzocht. Met de inventarisatie in het veld is door metingen, observaties en informatie van de perceeleigenaar inzicht verkregen in de belangrijkste sturende factoren en processen die leiden tot oeverafkalving. De impact van verschillen in waterbeheer, werkzaamheden in en rond de sloot, inrichting en beheer van de oevers en 'onnatuurlijke' morfologie van de sloot zijn op acht locaties onderzocht.

De volgende observaties en metingen zijn uitgevoerd:

- Dimensies van sloot en oever; taludbreedte en helling, waterdiepte en breedte, dikte bagger, drooglegging, grondsoort en bodemopbouw;
- Waterbeheer; waterpeil en stroomsnelheid;
- Inrichting oever; aanwezigheid afrastering, drinkplekken en sporen van belasting door machines, bufferstroken;
- Oevervegetatie; inventarisatie vegetatiesamenstelling en beworteling.

Naast deze waarnemingen en metingen is informatie verzameld over het beheer en de inrichting van oevers en watergangen. Hierbij wordt gedacht aan het beheer van slootkanten; beweiden (afrastering, drinkbakken), maaien, bemesten, gebruik machines, en werkzaamheden in en rond de sloot; onder andere wat betreft baggeren en slootschonen. Met de rayonbeheerder is gesproken over peilbeheer, inrichting peilgebieden en sloot- en oeverbeheer.

Tijdens elk interview is gebruik gemaakt van een standaard vragenlijst zodat in alle interviews het hele palet aan mogelijke oorzaken en oplossingen aan bod is gekomen.

Classificering van de mate van afkalving

De mate van afkalving is gebaseerd op twee informatiebronnen; de verandering in de breedte van de watergang op basis van gedetailleerde satellietbeelden en observaties in het veld. Voor elke locatie is de verandering in de breedte van de watergangen bepaald op basis van satellietbeelden van 2009 tot 2019. De verandering in breedte varieerde van 0 tot 120 cm met een gemiddelde verandering van 38 cm in 10 jaar. Met name voor kleinere watergangen en watergangen met veel begroeiing is de verandering op basis van satellietbeelden moeilijk vast te stellen. Voor de sloten waar de verandering in de breedte wel kon worden vastgesteld is de volgende classificering aangehouden: 1 (erg klein, <2 cm/jaar), 2 (klein, 2-3 cm/jaar), 3 (matig, 4-5 cm/jaar), 4 (groot, 6-9 cm/jaar) en 5 (ernstig, > 9 cm/jaar).

In het veld is de mate van afkalving bepaald op basis van de lengte van de oever waar afkalving voor komt (lokaal of wijdverspreid) en de ernst van de afkalving (duidelijke afkalving wel of niet zichtbaar). Ernstige afkalving is als over een grotere lengte van de oever duidelijke afkalving zichtbaar is. Dit wordt ook ingedeeld tussen klasse 1 (erg klein en/ zeer lokaal) tot klasse 5 (ernstig en over een grote lengte van de oever).

De uiteindelijke klassenindeling is het gemiddelde van de satellietbeelden (als deze is af te leiden) en de veldobservaties.

3 Veenweidesloten Friesland

Het veenweidegebied in Friesland heeft te maken met verschillende uitdagingen waarvan bodemdaling door inklinking en veenoxidatie één van de belangrijkste is. In het ontwerp Veenweideprogramma 2021-2030 geeft Wetterskip Fryslân aan het watersysteem in de komende tien jaar robuust en klimaatbestendig in te willen richten waarbij veel verwacht wordt van hogere waterpeilen (Wetterskip Fryslân, 2020).

Kenmerkend voor veenweidegebieden is het relatief dichte slotenstelsel. Snelle afwatering is nodig om de veenbodem geschikt te maken voor landbouw. De slootdichtheid en de dimensionering van de sloot hangen af van de geohydrologische setting (bodempopbouw, kwel/ infiltratie, hoogteverschillen), het landgebruik, de grote van de peilgebieden en eventuele gebiedsdoelstellingen. De agrariër heeft invloed op de afwatering door de grote van zijn percelen en de dichtheid aan sloten en greppels en het beheer van oevers en sloten.

3.1.1 Bodem en ondergrond

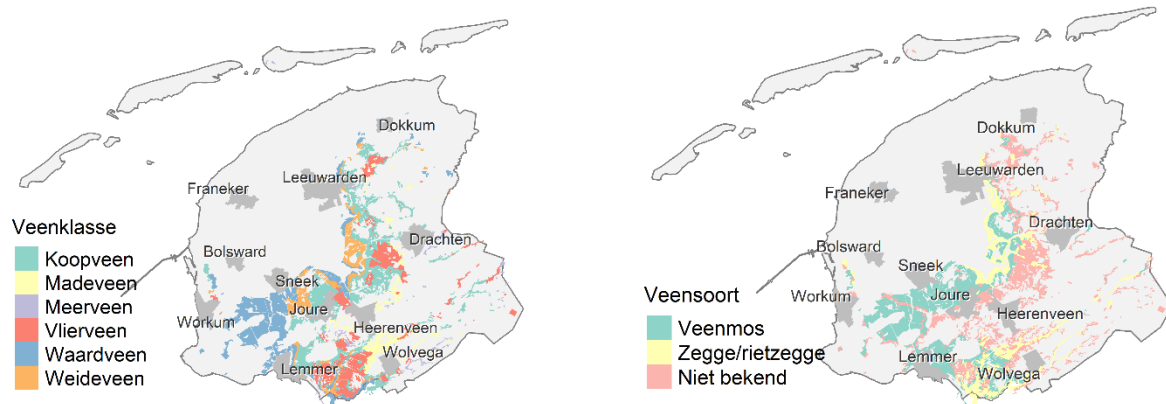
Het veenweidegebied in Friesland (Het Lage Midden) bevindt zich in de zone tussen het noordelijke zeekleigebied en het zuidoostelijke zandgebied. Dit veengebied ligt lager dan het omringende land doordat aanslibbing van klei aan de westkant en opstuiving van zand aan de oostkant sneller is gegaan dan de veenvorming. Daar komt bij dat veel veen is verdwenen door afgegraven voor turf- en zoutwinning, erosie (afslag) en inklinking en oxidatie. Het totale areaal van het veenweidegebied is momenteel nog ca. 89.000 ha. Hiervan wordt ruim 65% gebruikt door de landbouw; voornamelijk melkveehouderij met grasland. Akkerbouw en de teelt van mais is door de grondslag meestal niet mogelijk en vanuit het perspectief van mineralisatie en bodemdaling ook zeker niet wenselijk.

De bodem in het veenweidegebied varieert in type veen, dikte van het veen en in bodempopbouw. De voedingstoestand van het veen in combinatie met de zuurgraad van de boven- en ondergrond heeft een relatie met de afbreekbaarheid van het veenmateriaal en daarmee de gevoeligheid voor afkalving van de oevers. De belangrijkste veensoorten in Friesland zijn veenmosveen en zeggeveen. Veenmosveen is ontstaan onder voedselarme, regen-gevoede omstandigheden en zeggeveen onder voedselrijkere omstandigheden (langs waterlopen). Veenmosveen heeft een relatief hoog aandeel koolstof ten opzichte van stikstof en is meestal erg zuur (pH 3-5, Berendsen, 2008).

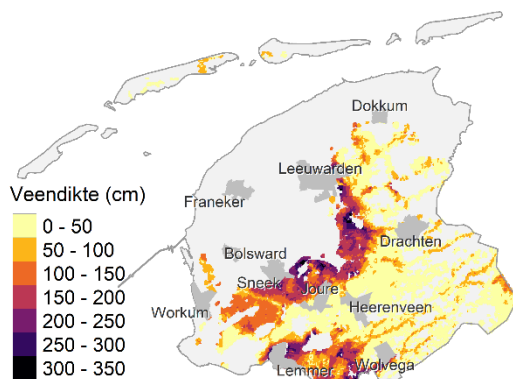
Naast de verschillende soorten veen, varieert in Friesland ook de dikte van het veenpakket sterk binnen het gebied (Figuur 3-2). De dikte van het veenpakket is relatief dun, meestal minder dan 2m.

Naast het type veen en dikte van het veen kunnen veengronden ook worden onderscheiden op basis van de bodempopbouw; de hoeveelheid veen, zand en klei in het bodemprofiel (Figuur 3-1). Twee hoofdklassen worden onderscheiden: eerdveen- en rauwveengronden. Eerdveengronden hebben een moerige eerdlaag van tenminste 15 cm met minder dan 15% herkenbare plantenresten. Rauwveengronden hebben geen veraarde bovengrond. Koopveen- en madeveengronden zijn eerdveengronden die binnen 80 cm een meer dan 40 cm dikke laag moerig materiaal bevatten (gemengd met klei bij koopveen en met zand bij madeveen). De meerveen-, vlierveen-, weideveen- en waardveengronden zijn rauwveengronden. Meerveengronden hebben een zanddek met meestal een minerale eerdlaag. Vlierveengronden hebben geen mineraal dek en hebben vaak een slappe bovengrond. Weideveengronden hebben een zavel- of kleidek met een minerale eerdlaag.

Waardveengronden hebben ook een zavel- of kleidek, maar hier is de minerale laag dun (<15 cm). Ten westen van het veengebied (Sneek-Leeuwarden) liggen drechtvaaggronden waarbij een kleipakket van minimaal 40 cm boven een veenlaag ligt. Vaak worden deze gronden ook bij het veenweidegebied gerekend.



Figuur 3-1. Onderverdeling van de veengronden in Friesland.

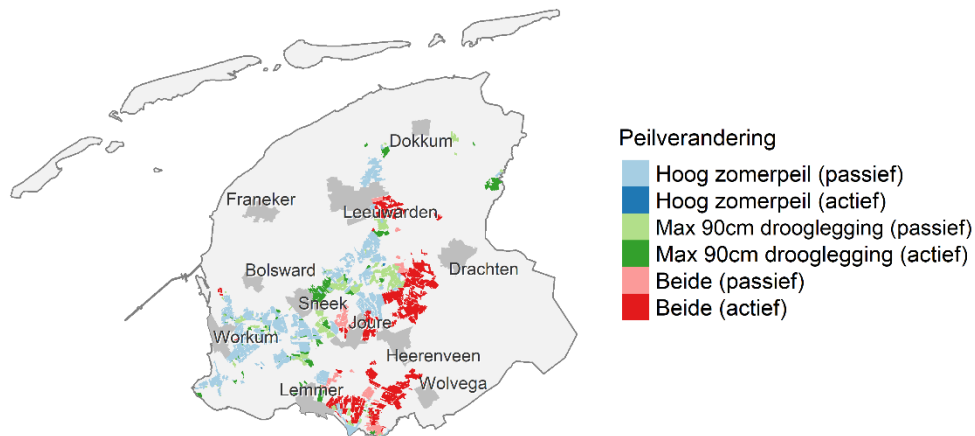


Figuur 3-2. De geschatte veendikte van de veengronden in Friesland (De Vries et al., 2014).

3.1.2 Peilbeheer

Het peilbeheer in het veenweidegebied in Friesland kenmerkt zich door een diepe ontwatering. Ruim twee derde van het gebied heeft een drooglegging van meer dan 60 cm-mv (van Essen & Van Berkum, 2010). De diepe ontwatering, die bestaat sinds de ruilverkavelingsprojecten in de '70 en '80 van de vorige eeuw, heeft grote invloed gehad op de waterhuishouding en de landbouw binnen de veenpolders. Zo kreeg de melkveehouderij een grote impuls omdat een fors hogere productie was te realiseren. De grote drooglegging (soms tot 1,8 m-mv) leidt op veengronden echter tot hoge inklinking en veenoxidatie met bodemdaling tot gevolg.

Het probleem van bodemdaling was al lang bekend, maar sinds een aantal jaar wordt het gezien als een urgent probleem omdat het is gekoppeld aan broeikasgasemissies en er kansen liggen om bij te dragen aan de klimaatdoelstellingen. Om de bodemdaling tegen te gaan wil het waterschap de drooglegging in bepaalde gebieden verkleinen door middel van het verhogen van het slootpeil. In de veenweidevisie staat dat de drooglegging in het hele veenweidegebied in de winter niet groter mag zijn dan 90 cm-mv. In de klei-op-veen gebieden worden hogere zomerpeilen ingesteld (Figuur 3-3). Bij peilfixatie (peil volgt niet langer functie) zal bij bodemdaling de drooglegging vanzelf kleiner worden (passieve peilverhoging).



Figuur 3-3. Gewenste peilverandering volgens de veenweidevisie. Met een passieve verandering wordt bedoeld dat bij bodemdaling de drooglegging vanzelf kleiner wordt (Wetterskip Fryslân).

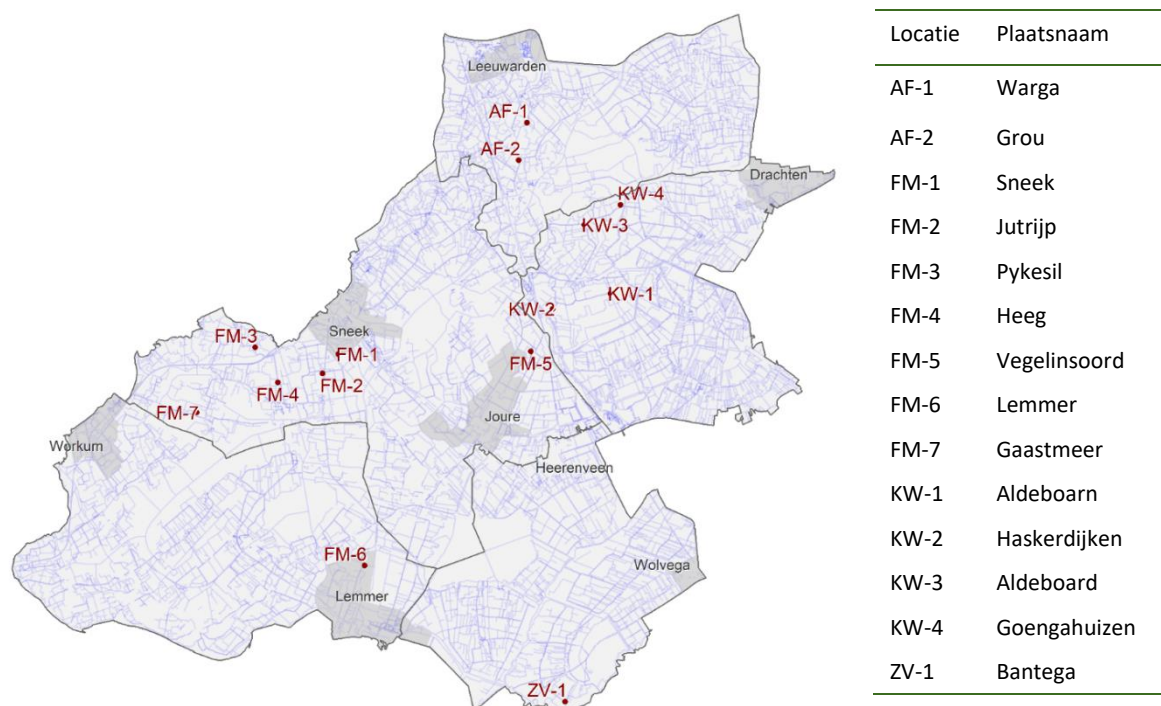
Om bij peilverhoging de landbouwfunctie en het economisch perspectief voor de landbouw te kunnen blijven bedienen wordt ingezet op flexibel peilbeheer. Wetterskip Fryslân voert het flexibel peilbeheer uit volgens het concept HAKLAM. Het doel hierbij is om peilen hoger op te zetten als het land droog wordt en lager als er activiteiten het land moeten plaatsvinden zoals uitrijden van drijfmest in het voorjaar en oogsten van de laatste snede gras in het najaar. Deze aanpak wordt getest in projecten waarbij boeren en waterbeheerders intensief samenwerken. Hierbij wordt gestreefd naar een grondwaterpeil van 40 cm beneden maaiveld. In dit project is op een aantal locaties waar het HAKLAM-principe wordt getest onderzoek gedaan naar de oevers. Bij alle locaties is de beoogde peilverandering meegenomen in het interview met perceeleigenaar en rayonmedewerker.

4 Oorzaken afkalving Friesland

Om een goed beeld te krijgen van de oorzaken van oeverafkalving in Friesland zijn 14 verschillende locaties onderzocht waarbij een interview is afgenomen met de boeren en de rayonbeheerder die verantwoordelijk was voor het betreffende gebied. Daarnaast zijn metingen en waarnemingen uitgevoerd aan sloot, oever, vegetatie en bodem. In dit hoofdstuk worden de resultaten hiervan beschreven. Eerst worden de situaties van de onderzochte locaties beschreven. Daarna worden de belangrijkste inzichten van de interviews met boeren kort samengevat. Tenslotte worden op basis van de interviews, waarnemingen en metingen de afzonderlijke oorzaken behandeld. Op basis van de combinatie van oorzaken wordt een schatting gegeven van het risico en het mechanisme van afkalving voor de verschillende locaties.

4.1 Beschrijving onderzoekslocaties

De onderzochte locaties zijn verspreid over het hele veenweidegebied, maar bevinden zich met name in het gebied Fryske Marren (FM) en Koningsdiep West (KW, Figuur 4-1). Daarnaast zijn twee locaties in Alde Feanen (AF) en één in de Zuidelijke Veenpolders (ZV) onderzocht. De locaties in het westelijke gedeelte kenmerken zich voornamelijk door het klei-op-veen pakket. De locaties in het Koningsdiep-West kenmerkten zich meer door een sterkere bijmenging met humeus materiaal in het kleidek.



Figuur 4-1. Locaties van de onderzochte bedrijven in de deelgebieden Fryske Marren - Gaasterland (FM), Koningsdiep-West (KW), Alde Feanen (AF) en Zuidelijke Veenpolders (ZV).

Mate van afkalving

De classificering van de mate van afkalving op basis van de verandering in de breedte van de watergang (gedetailleerde satellietbeelden) en de observaties in het veld staan in Tabel 4-1. De meeste locaties (7 van de 14) vielen in de klasse matig (klasse 2,5 – 3,5), slechts twee locaties krijgen de classificering ernstig (AF-1 en KW-1) en twee de klasse groot (FM-1 en KW-2). Op 3 locaties was de mate van afkalving klein tot zeer klein (AF-2, FM-7 en ZV-1). Op een aantal locaties zijn extra metingen gedaan op nabijgelegen locaties met geen/ beperkte afkalving. De ernstige afkalving, als over een grotere lengte van de oever duidelijk afkalving zichtbaar is, is waargenomen op de locaties AF-1 en KW-1. Gemiddeld genomen is de mate van afkalving zoals zichtbaar in het veld matig.

Inrichting watersysteem

Twee derde van de onderzochte oevers bevinden zich aan tochtsloten van het Wetterskip (Tabel 4-1). Bij alle tochtsloten is sprake van een matige tot sterke stroming. Dat is echter ook erg afhankelijk van de periode in het jaar. De afstand tot het gemaal was op twee uitzonderingen na (FM-5, ZV-1) minder dan 3 km.

Van de onderzoekslocaties verschilt de inrichting van het watersysteem in de verschillende peilgebieden, zoals getypeerd door het peilbeheer, type en grootte van het peilvak en het verschil tussen hoog- en laag peil (Tabel 4-2). In de meeste gevallen wordt een vast peil gehanteerd. In sommige gevallen was de keus voor het instellen van een vast peil mede gebaseerd op de mogelijkheid om hiermee afkalving van de oevers te voorkomen (interview rayonbeheerders KW-1). Bij de situaties waar een zomer/winter peil of een boven/onder peil wordt gehanteerd, variëren de verschillen tussen hoog

Tabel 4-1 De classificering van de mate van afkalving (klasse 0 (geen) tot 5 (ernstig)) en de kenmerken van de onderzochte oevers. De diepte en drooglegging zijn bepaald op het moment van het veldbezoek.

onderzoekte oevers. De diepte en drooglegging zijn bepaald op het moment van het veldbezoek.

Afkalving				Slootkenmerken							
Locatie	Klasse	Veld-observatie	Δ breed-te '09 - '19 (m)	Type sloot	Breedte '19 (m)	Afstand gemaal (km)	Droog-legging (cm)	Diepte (cm)	Helling oever (°)	Slib-dikte (cm)	
AF-1	5	+++++	1.1	Tochtsloot	9,5	1,5	75	50	37	3	
AF-2	1,5	+	0.4	Zijsloot	8,4	2	110	48	61	1	
FM-1	4	++++	0.5	Tochtsloot	8	3	70	71	74	17	
FM-2	3	+++	0,6	Tochtsloot	8,2	0,7	55	108	54	19	
FM-2 (2)	2,5	+++	0.3	Tochtsloot	5,9	0,8	60	98	56	23	
FM-3	3,5	+++	1.2	Tochtsloot	6	1	43	85	20	12	
FM-3 (2)	0	-	-	Tochtsloot	4,6	1,1	50	97	27	8	
FM-4	3	+++	-	Tochtsloot	4,8	2,1	58	65	26	9	
FM-5	3,5	++++	-	Zijsloot	3,9	5,5	40	53	28	6	
FM-6	2,5	+++	0.4	Tochtsloot	8,6	0,2	55	42	36	9	
FM-6 (2)	1	++	-	Zijsloot	4	0,8	55	40	25	30	
FM-7	2	+++	-	Zijsloot	2,5	0,9	60	25	37	10	
KW-1	5	+++++	0,5	Tochtsloot	10	1,4	60	53	35	0	
KW-2	4	++++	0.9	Tochtsloot	9,7	3	73	45	46	0	
KW-2 (2)	0,5	+	0.1	Zijsloot	3,9	3	60	25	41	15	
KW-3	3,5	++++	0.6	Tochtsloot	9,4	1,9	60	62	56	5	
KW-4	3	+++	0.3	Zijsloot	3,3	2,2	55	50	35	15	
ZV-1	1	+	0	Tochtsloot	8,3	5	120	47	67	10	

en laag peil tussen 10 en 70 cm. In sommige gebieden is geëxperimenteerd met een hoog en/of flexibel peilbeheer (FM-5 en KW-4).

De grootte van de peilvakken waar de onderzoekslocaties zich bevinden, varieert van 15 ha tot 704 ha, en zijn gemiddeld 240 ha groot. Met name de peilvakken in Koningsdiep West (KW) zijn groot en de aanwezige hoogteverschillen leiden tot een grote variatie in drooglegging binnen het peilvak, van 60 cm tot 110 cm (KW-4). De hoogteverschillen kunnen het gevolg zijn van een onevenredige mate van bodemdaling binnen het peilgebied in de afgelopen decennia.

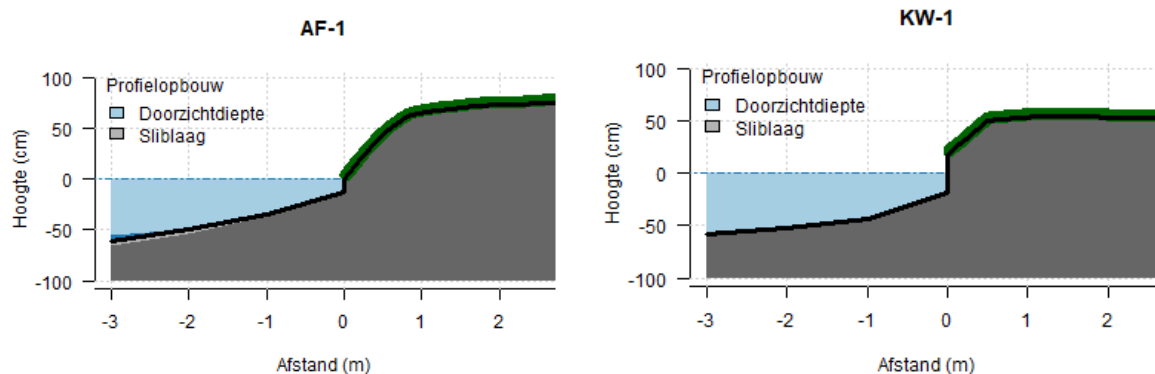
Tabel 4-2. Eigenschappen van de waterhuishouding van de peilvakken van de deelnemende bedrijven.

Locatie	Watersysteem	Peilbeheer	Type peilvak	Laag peil (m-NAP)	Hoog peil (m-NAP)	Grootte peilvak (ha)
AF-1	Greate Krite	Zomer/winter	Bemalen	-1,8	-2	442
AF-2	Hoflân	Vast	Hoofdbemaling	-2	-2	287
FM-1	Louwe Poel	Zomer/winter	Bemalen	-2,05	-1,9	48
FM-2	Louwe Poel	Vast	Bemalen	-2	-2	81
FM-3	Sint Geertruidsleem	Vast	Hoofdbemaling	-2,3	-2,3	116
FM-4	Kromme Jelte	Vast	Bemalen	-2,15	-2,15	197
FM-5	De Welle	Zomer/winter	Bemalen	-2,25	-1,75	15
FM-6	Hooge Mieden	Vast	Hoofdbemaling	-2	-2	137
FM-7	East Ynje	Boven/onder	Bemalen	-2,3	-1,6	37
KW-1	De Mieden Gersloot	Vast	Hoofdbemaling	-1,8	-1,8	694
KW-2	De Deelen	Vast	Hoofdbemaling	-1,8	-1,8	704
KW-3	Botmeergemaal	Zomer/winter	Bemalen	-1,2	-1,1	55
KW-4	De Veenhoop	Vast	Hoofdbemaling	-2,1	-2,1	226
ZV-1	Jan Nijlandgemaal	Vast	Opmaling	-2,8	-2,8	177

Slootmorfologie

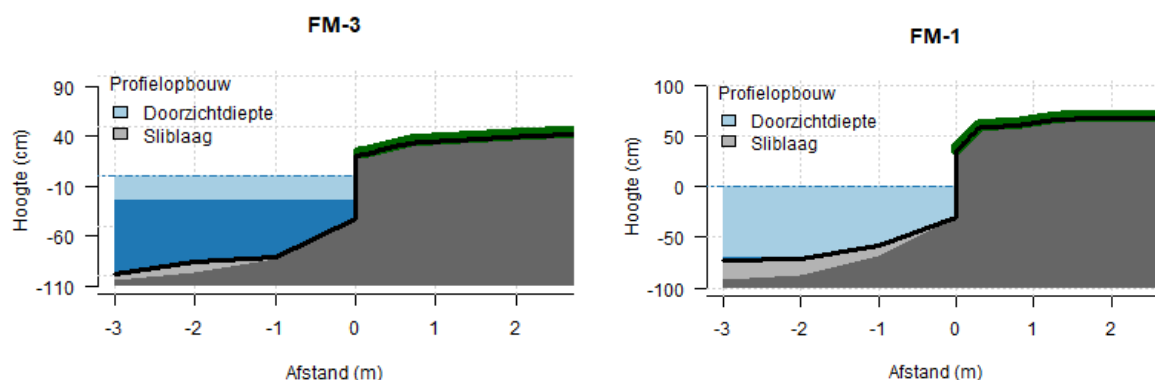
De onderzochte locaties variëren sterk in de gemeten sloot- en oeverprofielen (Tabel 4-1, Figuur 4-2, Figuur 4-3). De meeste sloten hebben een drooglegging rond de 60 cm-mv, slechts 2 locaties (FM 3-2 en FM-5) hebben een kleinere drooglegging dan 50 cm. Dit zijn de locaties waar wordt geëxperimenteerd met hoog met eventueel flexibel peil. Van de oevers met een classificatie van de mate van afkalving groter dan 2 (matig tot ernstig) varieert de slootdiepte van 40 cm tot 110 cm met een gemiddelde slootdiepte van 60 cm. De sloten zijn relatief smal met een gemiddelde breedte van 6.6 m en een maximale breedte van 10 m. De breedte van de tochtsloten varieert tussen 8 en 10m. Uitzondering zijn FM-2, 3 en 4 waar de tochtsloten slechts 4,5 tot 6m breed zijn. Op de zes onderzochte zijsloten varieert de breedte tussen 2,5 en 4m, met als uitzonder locaties AF-2 met een zijslot van ruim 8m. In vrijwel alle sloten waar afkalving was te zien, werd relatief weinig slib op de slootbodem gemeten (minder dan 15 cm). Uitzondering waren de locaties FM-1 en FM-2.

In de bijlagen staan van alle oevers een profielplot weergegeven. De twee uitersten zijn enerzijds sloten die relatief breed en ondiep zijn en anderzijds de sloten die met een steil talud en grote diepte een duidelijke bakvorm hebben. Figuur 4-2 toont twee profielen van relatief brede sloten (ongeveer 10m breed) die veel water afvoeren omdat ze dichtbij het gemaal liggen van grote peilvakken (AF-1 Greate Krite van 442 ha en KW-1 De Mieden Gersloot van 694 ha). Door de relatief kleine waterdiepte is het hydraulisch oppervlakte vrij klein en daarmee de stroomsnelheid groot. De afkalving op deze oevers is geclassificeerd als ernstig.



Figuur 4-2. Slootprofielen van relatief brede en ondiepe sloten met hoge debieten.

Figuur 4-3 geeft twee profielen weer van diepe sloten met steile taluds van de oever. Deze oevers komen veel voor in de klei-op-veen gronden. Op de locaties met een dergelijk profiel (FM-1, FM-2, FM-3) wordt ook onderholling van de oever waargenomen, soms wel tot 30 cm (FM-2). Bij onderholling is de veenlaag onder de kleilaag vandaan geërodeerd. Vanaf de oever is dan mogelijk niets te zien maar bij belasting van de oever kan deze inzakken.



Figuur 4-3. Slootprofielen van diepe sloten met steile taluds.

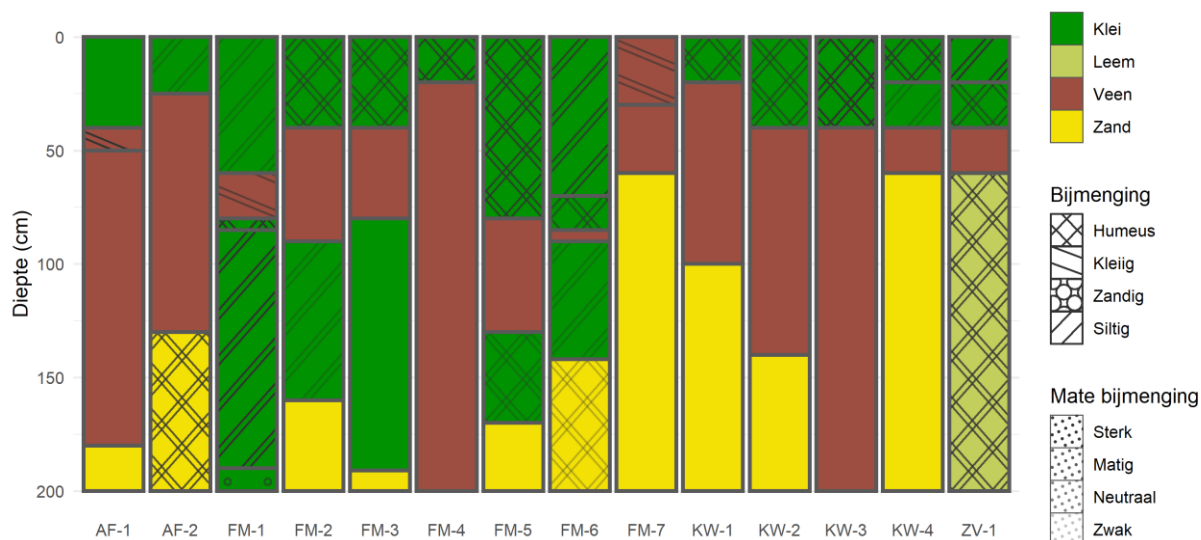
Vegetatie

De vegetatie aan de oevers was wisselend. Omdat de opnames in verschillende perioden in het jaar zijn uitgevoerd, was het niet mogelijk om de vegetaties vergelijkbaar in te delen. Het algemene beeld is echter dat wel sprake was van een goede beworteling van de grasmat aangrenzend aan de oever. In de zomer had de vegetatie duidelijk te lijden van de droogte. Duidelijke verdrogingsverschijnselen waren te zien bij FM-1, KW-1 en KW-2. Bij KW-2 was er bij de tochtsloot, het binnenkanaal, duidelijk sprake van verdroging van de vegetatiezone waardoor op meerdere locaties de vegetatie in brokken los kwam te staan van de oever. Grotere pollen kwamen ook los te liggen op de locaties waar het peil 20 cm lager was gezet voor het winterpeil (AF-1). In de situaties dat er riet langs de oever stond (klei gebieden) was afkalving niet of nauwelijks zichtbaar.

Bodemopbouw

De bodem varieert binnen het gebied in opbouw (verloop bodemlagen over de diepte), structuur (stevigheid en korreligheid) en samenstelling (bijmenging klei). Ook de bodemopbouw van de deelnemende bedrijven varieert sterk (Figuur 4-4). De meeste onderzochte locaties hebben klei-op-veen bodem. Bij de locaties met een sterk humeuze kleilaag was in sommige situaties het verschil tussen sterk humeus, moerig materiaal en veraarde veengrond lastig waar te nemen (KW-1, KW-2, KW-

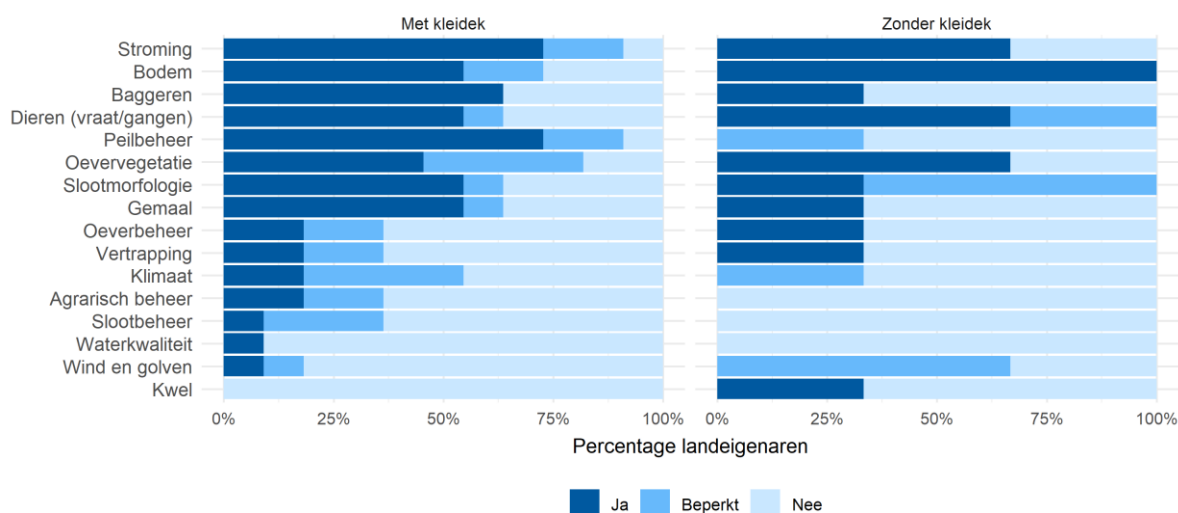
3). Bij FM-6 bestaat een de slootbodembodem uit wisselend veen en zandig materiaal. Het zand zorgt ervoor dat de koeien in de sloot kunnen lopen.



Figuur 4-4 Bodemprofielen van de deelnemende bedrijven. De locaties bevinden zich op weideveengrond (KW-3 en KW-4), koopveengrond (FM-5), waard-veengrond (FM-1, FM-2, FM-4, FM-6, FM-7, KW-1, KW-2 en ZV-1) en drechtvaaggrond (AF-1, AF-2 en FM-3). Bron: dinoloket.nl

4.2 Interviews

De veldbezoeken en interviews met de boeren en de rayonbeheerders hebben veel inzicht gegeven in de gebiedskenmerken en het beheer van de verschillende peilgebieden. De boeren kennen hun percelen en sloten goed en ze weten vaak precies hoe de situatie in de afgelopen jaren is veranderd. De rayonmedewerkers voeren het operationeel peilbeheer uit en hebben daarbij intensief contact met veel landeigenaren. Deze combinatie zorgt voor inzicht in zowel de onderzochte locatie als het gebied daaromheen.



Figuur 4-5. Oorzaken voor oeverafkalving volgens de perceeleigenaren van de locaties met kleidek (weideveen-, waardveen-, en drechtvaaggronden) en zonder kleidek (koopveengronden).

De eigenaren van de onderzochte locaties hebben allemaal, in zekere mate, zorgen om de stabiliteit van de oevers. Vast onderdeel van de interviews was dat perceeleigenaren uit een vaste lijst met

mogelijke oorzaken voor afkalving aangaven welke oorzaak naar hun mening op hun oevers van toepassing was. De resultaten hiervan staan samengevat in Figuur 4-5. Uit de interviews bleek dat gemiddeld over alle locaties grondslag en stroming in combinatie met aantasting door dieren en oevervegetatie als belangrijkste oorzaken werden benoemd. Opvallend is dat de eigenaren van de locaties met kleidek ook peilbeheer en baggeren als belangrijkste oorzaken van afkalvende oevers ervaarden.

In de volgende paragrafen worden de resultaten van de interviews per onderwerp besproken in combinatie met de input van de rayonmedewerkers, observaties en veldmetingen.

4.3 Oorzaken afkalving

In de volgende paragrafen worden de verschillende oorzaken voor afkalving in de onderzochte locaties beschreven. De mate van afkalving, geclassificeerd op basis van verandering in de breedte van de watergang (satelliet) en de veldwaarneming worden besproken in de context van de inrichting van het watersysteem, slooteigenschappen, bodemopbouw, agrarisch beheer, dieren, vegetatie en klimaatverandering. Voor het theoretisch kader wordt gebruik gemaakt van een studie over oeverafkalving in het westelijke veenweidegebied (van Rotterdam et al., 2020).

Er worden twee verschijningsvormen onderscheiden van oevererosie: oeverafkalving en oeververzakking. Bij oeververzakking wordt de sloot niet breder maar juist smaller omdat de oever over de volle lengte verzakt richting sloot door het verdrassen van de oeverzone. In het beheergebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) lijkt oeververzakking evenveel voor te komen als oeverafkalving. In dit gebied is de gemiddelde drooglegging in het agrarisch beheerde veenweide ongeveer 50 cm- mv. Het peil staat dus aanzienlijk hoger dan in het Friese veenweidegebied. In Friesland werd oeververzakking vrijwel nergens waargenomen, alleen bij de zijslot bij FM-6 was sprake van verzakking. Het verdrassen en verzakken van oevers is gerelateerd aan een hoog peil.

De basisprocessen die leiden tot afkalving zijn enerzijds de invloed van fysische krachten zoals golven en stroming en anderzijds biochemische processen in het veen zelf. De biochemische processen omvatten afbraakprocessen van het veen en door verzadiging van het veraarde veen met water gaat de bodemstructuur (samenhang tussen bodemdeeltjes) verloren. Als gevolg kan de bodem gemakkelijk wegspoelen naar de sloot. De verschillende oorzaken worden in de volgende paragrafen besproken.

4.3.1 Inrichting watersysteem

Stroming en golfslag

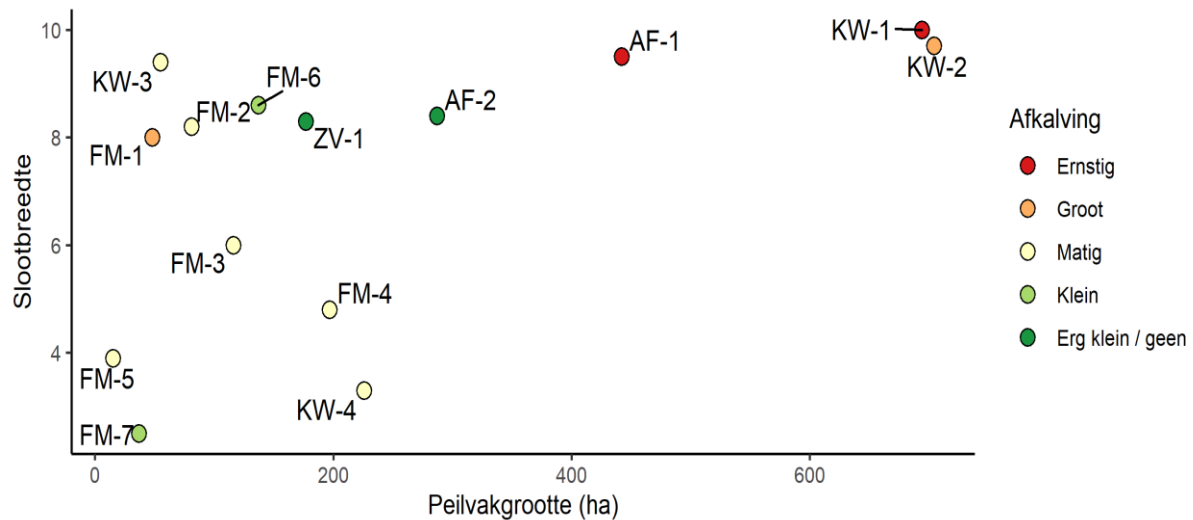
De inrichting van het watersysteem (grootte van het peilvak, peilbeheer) is bepalend voor de hoeveelheid water dat moet worden afgevoerd. Bij een toename in de grote van het afwateringsgebied op een watergang neemt het risico op afkalving door stroming en golfslag toe. De dimensionering van de sloot in relatie tot de waterafvoer is bepalend voor de mate waarin afkalving daadwerkelijk plaatsvindt. Onderwatervegetatie, een flauw talud en oevervegetatie hebben een matigende werking op de invloed van stroming en golfslag.

Golfslag speelt in het agrarisch beheerde veenweide van Friesland slechts een (zeer) beperkte rol omdat de (onderzochte) sloten relatief smal zijn (<10m) en door de lage waterpeilen wind minder invloed heeft. In de studie in het beheergebied van AGV nam het risico op afkalving toe tot een slootbreedte van 12 m.

Stroming wordt door perceeleeigenaren als één van de belangrijkste oorzaak gezien voor afkalving. De rayonbeheerders onderschrijven dit; afkalving is inherent aan stroming. Debieten zijn het grootst bij de tochtsloten die relatief dicht bij de gemalen gesitueerd zijn (<3 km). De grootte van de peilvakken is bepalend voor stroming. Van de onderzochte locaties varieert de grootte van de peilvakken tussen 15 ha en 704 ha. Op alle drie de onderzoekslocaties (KW-1, KW-2 en AF-1) die gesitueerd zijn in een groot

peilvak is afkalving geclassificeerd als groot of ernstig (Figuur 4-6). Een grotere afvoeropgave zorgt hier voor grotere stroomsnelheden en een groter risico op afkalving.

Afkalving komt in zowel grote als kleine peilvakken voor, maar situaties waarin er sprake is van sterke afkalving doen zich met name voor in de grotere peilvakken (AF-1, KW-1 en KW-2).



Figuur 4-6. Sloopbreedte ten opzichte van de peilvakgrootte en de mate van afkalving voor de locaties waarvan de eigenaren afkalvingsproblemen zagen.

Piekmomenten door stroming ontstaan na intensieve en/ of langdurig zware regenval. De instelling van het gemaal kan het effect op oeverafkalving vergroten of juist dempen. Alle rayonmedewerkers zijn het erover eens dat peilen langzaam moeten worden aangepast om het risico op afkalving door het wegzakken van oevers te beperken. De geschikte snelheid voor het aanpassen van de peilen wordt door de verschillende rayonmedewerkers verschillend ervaren. Dit varieert van 1 cm per week (KW-1) tot 12 cm in 10 dagen (AF-1).

Lokaal kunnen in een watergang de effecten van stroming onevenredig groot zijn, zoals bij haakse sloten, vernauwingen, obstakels of de oevers met grote strijklengte. Bij de locatie in Aldeboarn (KW-1) was de afkalving groter nabij een haakse sloot waar twee grote watergangen bijeenkomen (Wide Wijtering en Twadde Deel). Bij de locatie in Pikesyl (FM-3) was lokaal de afkalving ernstig als gevolg van de meandering met haakse bochten.

Peilbeheer

Het effect van peilbeheer op oeverafkalving is niet lineair omdat peilbeheer effect heeft op meerdere processen. Een peilverandering of -fluctuatie heeft direct effect op slootdiepte, drooglegging, stroomsnelheid, respons op (extreme) weersomstandigheden en de inlaat van gebiedsvreemd water en is indirect bepalend voor vegetatieontwikkeling op de oever. Hoog peil leidt tot minder waterberging op de aangrenzende percelen, wat op slappe verzakte oevers onder (langdurig) natte omstandigheden tot versterkte afkalving leidt. Bij langdurige droogte zorgen de vochtigere omstandigheden door het hogere peil juist voor het instandhouden van de beschermende vegetatie. Snelle fluctuaties van het peil zijn onwenselijk omdat de oever dan op de waterlijn zwart komt te liggen en extra gevoelig is voor afkalving.

Na stroming geven de boeren aan dat het peilbeheer een belangrijke oorzaak is. Met name op de locaties met een kleidek geven de boeren aan dat het wisselen van de peilen een risico vormt voor de stabiliteit van de oevers. Het grootste probleem wordt ervaren bij te snelle fluctuaties van het peil (omklappen). In de onderzochte locaties is het peilbeheer meestal een vast peil en soms een zomer/winterpeil (FM-1, FM-5, KW-3) of een peilbeheer waarbij een boven en een ondergrens is gesteld (FM-7). De boer van FM-7 geeft aan dat de problemen met afkalving zijn begonnen nadat fluctuerende

peilen zijn ingesteld. In FM-5 is het verschil tussen zomer- en winterpeil met 50cm groot. Van de onderzochte zijsloten (niet tochtsloten) is de classificering van de mate van afkalving hier ook het grootst. Door de grote verschillen in peil komt een groot deel van de oever zwart te liggen (geen vegetatie), juist in een winterperiode wanneer de stroming het grootst is.

Bij de grotere peilvakken werd door rayonmedewerkers aangegeven dat de variatie in drooglegging binnen het peilvak groot is. Dit wordt versterkt doordat de bodemdaling niet overal even snel gaat. Grote hoogteverschillen leiden tot grotere debieten in de hoofdwatertangen. Het handhaven van het peil door een juiste afstelling van het gemaal is in de grote peilvakken een uitdaging en leidt niet alleen tot hogere debieten maar ook tot grotere peilwisselingen en dus tot grotere risico's op afkalving. Dit wordt voornamelijk genoemd in het gebied Koningsdiep-West.

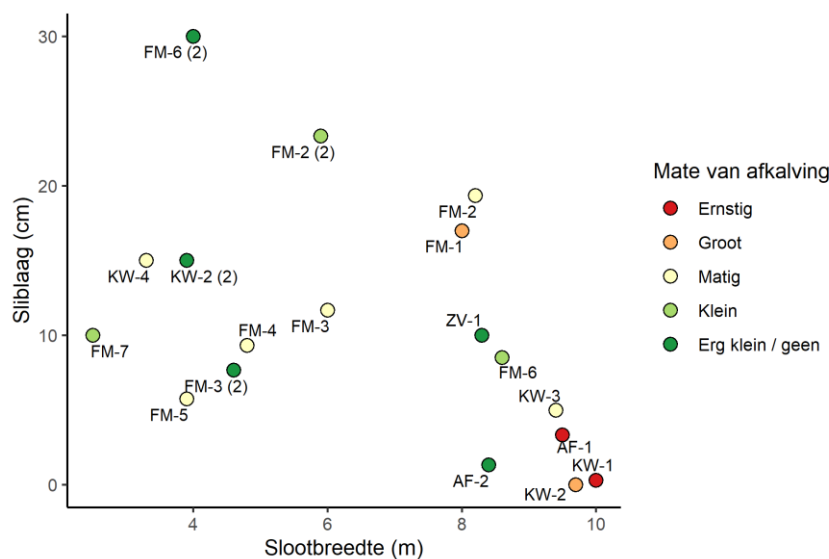
Opvallend is dat verschillende boeren aangeven dat het positief is als het een hoger peil wordt gehanteerd voor meer stabiliteit en om uitdroging van de oevervegetatie tegen te gaan. De effecten van het peilbeheer op de oeverafkalving worden uitgebreid behandeld in Hoofdstuk 4.

4.3.2 Slooteigenschappen

Door de werking van stroming (en golfslag) worden oevers steeds steiler wat de impact van deze processen juist vergroot. In de onderzochte tochtsloten zijn de oevertaluds steil. Bij de aanwezigheid van een kleidek bestaat het risico dat de stroming het onderliggende veen wegspoelt en onderholling plaatsvindt.

De onderzochte sloten variëren sterk in breedte en vorm. Een grotere breedte lijkt samen te gaan met een steilere oever, maar dit is niet overal duidelijk zichtbaar. De helling van de oever heeft ook geen duidelijk verband met de mate van afkalving. In een eerdere studie (Van Rotterdam et al., 2020) werd wel een relatie gevonden tussen de helling van de oever en de mate van afkalving.

In Figuur 4-7 staat de slibdikte geplot ten opzichte van de diepte. Een diepere sloot bij eenzelfde breedte heeft een groter hydraulisch oppervlak en daarmee een lagere stroomsnelheid als de wateropgave hetzelfde is. Een dunne sliblaag is een indicatie dat de bagger door de hoge stroomsnelheid weggespoeld is naar luwere delen. Te zien is dat de oevers met afkalvingsproblemen vaak bij sloten horen die relatief breed zijn en waar weinig slib aanwezig is. Meestal zijn dit ook de sloten waarvan wordt aangegeven dat stroming mogelijk een oorzaak is. De verschillende eigenschappen van de sloot worden ook meegenomen in de risicoschatting in de handreiking (paragraaf 4.4).



Figuur 4-7. Slootbreedte ten opzichte van de sliblaag van de onderzochte oevers met in kleur de inschatting van de grootte van het probleem van afkalving.

4.3.3 Bodem

Oeverafkalving in het veenweidegebied wordt in belangrijke mate gestimuleerd en versneld door de biochemische reacties die plaatsvinden wanneer veen wordt blootgesteld aan zuurstof en vervolgens aan basisch slootwater. Wanneer het veraarde veen verzadigd raakt met water heeft het weinig structuur (samenhang tussen bodemdeeltjes) en kan de bodem gemakkelijk wegspoelen. Het zwart komen te liggen van de oever door vertrapping, holen van dieren, woelende vissen), peilveranderingen of kaalslag door golven en stroming versnellen dit proces. Piekmomenten ontstaan door (langdurig) natte omstandigheden, vooral wanneer deze zijn voorafgegaan door een intensief droge periode. Vegetatie is belangrijk omdat door een dicht en diep, wortelstelsel het veen bijeen wordt gehouden en de oever stabiel blijft.

De bodem wordt door ruim 75% van de perceeleeigenaren als belangrijke oorzaak gezien voor de afkalving. Met name in de gebieden zonder kleidek wordt het als één van de belangrijkste oorzaken aangewezen. De combinatie van bodemopbouw (kleilaag op slap veen) en de stroming wordt gezien als een factor die het risico op oeverafkalving vergroot. De aanwezigheid van een kniplaag (dichte en taaie kleilaag) onder de kleilaag wordt door de boer ook als extra risico gezien bij KW-3. Bij FM-6 bestaat de slootbodem uit wisselend veen en zandig materiaal. Het zand zorgt ervoor dat de koeien in de sloot kunnen lopen. Het fijne zand slijt echter ook makkelijk weg (loopzand) waardoor de kanten instabiel kunnen worden.

De typische klei-op-veen oevers op de drechtvaaggronden en de waard- en weideveengronden laten specifieke problemen zien. Onderholling van de oevers (waar de veenlaag onder de kleilaag is weggesleten) is op meerdere locaties waargenomen. Dat de oevers een beetje hol zijn hoeft niet direct tot afkalving te leiden. Maar als de onderholling te groot wordt dan neemt het risico toe dat de kant afkalft wanneer de oever wordt belast. De onderholling kan veroorzaakt worden door verschillende factoren. Te diep baggeren kan ervoor zorgen dat het veen onder de kleilaag wegzakt. Daarnaast kan door de invloed van stroming het veen 'weggesneden' worden. Dit kan zich met name voordoen als de waterlijn zich net onder de kleilaag bevindt. Tenslotte kan te rigoureus slootschonen voor extra uitholling zorgen doordat de maaikorf een deel van de oever onder water meeneemt. Bij de tochtsloten die een grote diepte hadden en een hoge stroomsnelheid was dit volgens de boeren het geval (Figuur 4-4).

Naast bodemopbouw heeft veentype ook invloed op de mate van afkalving (Figuur 4-8). In de gesprekken werd duidelijk dat door de unieke opbouw van dicht opeengepakte lagen schalterveen de gevoeligheid voor erosie veel kleiner is dan het wijdverspreide veenmos- en zegge/ rietveen. Tijdens het onderzoek is het schalterveen echter niet op de oevers aangetroffen. Wel was het aanwezig in de percelen bij locatie ZV-1 en FM-7.

De ontwikkeling van oevervegetatie wordt ook beïnvloed door de bodemgesteldheid van de ondergrond. De zeer zure omstandigheden van het (veenmos)veen voorkomen de ontwikkeling van (diep)wortelende vegetatie op de oever. In het veld was op verschillende plekken te zien dat er geen vegetatie groeide op de oever langs de waterlijn. Een meting van de zuurgraad van de slootbodem op locatie FM-5 gaf een pH van 3,5 aan terwijl de betreffende sloot een pH van 7,1 had.



Figuur 4-8. Foto's van de verschillende bodemsoorten. 1) droog kleig veen wat snel afbrokkelt. 2) vertrapping door ganzen op klei-op-veen. 3) Typische bovengrond van weideveen. 4. Klei-op-veen profielkuil.

4.3.4 Agrarisch beheer

Het beheer van de aan de oevers grenzende percelen beïnvloedt de structuur van de bodem, de mate van afwatering en de status van de oevervegetatie. In de praktijk varieert het perceelbeheer in de bezochte locaties in Friesland niet veel. Groot materiaal komt niet vaak vlak langs de kant in verband met de grote werkbreedte van de machines.

Van de onderzochte locaties hebben de meeste boeren een bufferzone waar ze een bepaalde zone langs de slootrand niet bemesten. Op twee locaties was er geen bufferzone (FM-1, AF-2) en op één locatie was deze 3m (FM-5). Sommige boeren doen mee met ANLB-pakketten met bufferstroken en/of botanisch randbeheer. Als er wel langs de kant gereden moet worden, dan proberen de boeren hier wel rekening mee te houden door bijvoorbeeld met een halve tank te rijden (KW-4). Op andere locaties (ZV-1) is er door de aanwezigheid van schalterveen geen sprake van instabiele kanten. De boer bij ZV-1 gaf zelfs aan dat er in dat gebied zelfs in de winter zonder problemen op de kant gereden kan worden. Over het effect hiervan op de oeverstabiliteit wordt verschillend gedacht (zie kopje vegetatie).

Als de koeien buiten lopen dan wordt er vrijwel altijd schrikdraad gezet om te voorkomen dat de koeien in de sloot vallen op locaties met een relatief grote drooglegging (> 60cm-mv).

4.3.5 Baggeren

De vorming van bagger is deels het gevolg van afkalvende oevers, maar het kan ook leiden tot nieuwe afkalving. Er wordt gebaggerd om de sloot op diepte te houden; enerzijds ten behoeve van de water aan- en afvoer (mocht dat nodig zijn) en anderzijds ten behoeve van de ecologie. Wanneer echter dieper wordt gebaggerd dan de 'natuurlijke evenwichtsdiepgang' van een sloot toelaat, leidt dit tot het wegvallen van de ondersteuning/ tegendruk van de oevers waardoor deze wegzakken en bagger ontstaat. De 'natuurlijke' evenwichtsdiepgang verschilt echter per sloot en kan in veensloten variëren tussen 20 tot 100cm diepte afhankelijk van de hoeveelheid water dat moet worden afgevoerd - afwateringsoppervlak in relatie tot gekozen dimensies van de sloot (breedte, diepte, talud), grondsoort, effect van stroming en golfslag, en de oriëntatie van de sloot ten opzichte van de preferente windrichting. Een aantal factoren spelen een belangrijke rol in het voorkomen van afkalving door baggeren zoals flexibiliteit in de opgelegde waterdieptes, voorzichtigheid bij het uitvoeren van de werkzaamheden (alleen uit het hart van de sloot), beloning op kilometers en niet op kuubs en de manier van handhaven.

De rayonbeheerders geven aan dat het baggeren meestal één keer per 10 jaar wordt uitgevoerd in opdracht van het Wetterskip. Hierbij wordt er niet altijd daadwerkelijk gebaggerd, maar enkel als na het langslopen van de watergangen blijkt dat er niet wordt voldaan aan de legger. In de praktijk komt de baggerfrequentie neer op één keer in de 9 tot 15 jaar.

Door een aantal boeren, met name op de locaties met een kleidek, werd aangegeven dat te rigoureuus gebaggerd was waardoor de stabiliteit van de oevers achteruitgaat (FM-1, FM-2, FM-3). Als gevolg hiervan zou het veen onder het kleidek vandaan spoelen. Aanwijzingen hiervoor werden tijdens het veldonderzoek gevonden op locatie FM-2 en FM-3. Hier was duidelijk onderholling van de oever te zien terwijl op een aangrenzende oever, waar volgens de boer wel voorzichtig was gebaggerd, geen onderholling werd waargenomen. Hieruit blijkt dat baggeren maatwerk is en de persoon die het uitvoert bepalend is voor het potentiële risico van baggeren op afkalving.

Naast het effect van de persoon die het baggeren uitvoert wordt in de interviews door boeren aangegeven dat het baggeren mogelijk te rigoureuus wordt uitgevoerd omdat het niet vaak genoeg wordt gedaan. Zij zouden graag zien dat vaker en minder rigoureuus wordt gebaggerd. Een ander nadeel van de lage frequentie waarmee wordt gebaggerd is dat relatief zwaar materieel vlak langs de slootrand rijdt. Op oevers die gevoelig zijn voor afkalving kan dit tot extra schade leiden. Twee boeren (FM-4 en FM-6) gaven aan dat het ook belangrijk is hoe er wordt gebaggerd: zoveel mogelijk in het hart van de sloot en daarmee zoveel mogelijk van de kant afblijven om zo de stabiliteit te bewaren.

Bij de huidige frequentie waarmee wordt gebaggerd, wordt een grote hoeveelheid bagger langs de oever gedeponeerd. Op twee locaties was duidelijk te zien dat dit een negatief effect heeft op de vegetatie

ontwikkeling op en langs de oever (FM-1, FM-3). Uit de sloot bij FM-3 was 2-3 m³ per strekkende meter sloot gebaggerd volgens de boer.



Figuur 4-9. Het deponeren van de bagger vlak naast de sloot kan een negatief effect hebben op de ontwikkeling van de vegetatie (FM-3).

Bij slootschonen (hekkelen) is de ervaring dat dit meestal volgens de regels wordt uitgevoerd. Net als bij baggeren is de ervaring dat de mate waarin de oever door onderhoud en beheer wordt aangetast afhankelijk is van de uitvoerder. Bij minder ervaren chauffeurs wordt soms gezien dat de slootbodem en/ of de oever wordt meegenomen of ondermijnd. Daarnaast zijn zowel de boeren als de rayonbeheerders van mening dat schonen niet altijd in alle sloten nodig is voor een goede doorstroom. Onderzocht zou kunnen worden waar het optimum ligt wat betreft de frequentie in relatie tot doorstroming en het handhaven van een stevige oevertvegetatie. Het slootschonen gebeurt meestal één keer per jaar en wordt uitgevoerd door de loonwerker in opdracht van de boeren.

4.3.6 Dieren

Dieren kunnen plaatselijk een groot risico vormen voor afkalving. Muskusratten zijn zo goed als verdwenen uit Friesland. Echter, de uitgebreide gangenstelsel in oevers die de ratten in het verleden gegraven hebben kunnen de stabiliteit van de oevers nog steeds ondermijnen. Deze gangen zijn een probleem omdat ze op of onder de waterlijn liggen, het water er in kan lopen waardoor het interactieoppervlak tussen bodem, water en zuurstof aanzienlijk groter is. Dit bevordert de veenmineralisatie en wegspoelen van het veen waardoor oevers instabiel(er) worden. In het veld was dit effect duidelijk te zien.

In alle onderzochte gebieden zijn er in de afgelopen decennia problemen zijn geweest met ratten. Het negatieve effect van de holen in de oevers is extra groot op de oevers die al gevoelig zijn voor afkalving door bijvoorbeeld stroming. Bij de locatie in Wergea (AF-1) werd lokaal de afkalving versterkt door aantasting door dieren (smienten, ratten). Daarnaast is twee jaar terug een muizenplaag geweest in Friesland. De gangen van de muizen zitten hoger op de oever en kunnen indirect bijdragen door aantasting van de vegetatie.

Naast de aanwezigheid van (historische) holen van muskusratten, bruine ratten en muizen kunnen ook ganzen en smienten lokaal zorgen voor zwarte oevers door vertrapping van de vegetatie (Figuur 4-10). Deze hebben vaak een vaste instapplaats om in de sloot te komen en daar wordt de oever dus extra zwaar aangetast (hot spot in de ruimte). Met name in de winter kan dit zorgen voor het zwart liggen van de oeverzone.

Schade door kreeften is in Friesland niet genoemd in relatie tot instabiele oevers. Wel zijn er volgens de rayonbeheerder van ZV-1 signalen dat deze soort ook richting het noorden oprukt. Een ander oorzaak voor oevertafkalving die in tegenstelling tot het westelijke veenweide in Friesland niet wordt genoemd is de aantasting van de oevers door woelende vissen vanuit de sloot zoals brasem en karpers.



Figuur 4-10. Instapplaats voor vogels waarbij een specifieke locatie veel belasting krijgt en de vegetatie wordt vertrapt (AF-1).

4.3.7 Vegetatie

Vegetatie speelt een essentiële rol in het behoud en ontwikkeling van stabiele oevers. Het draagt bij aan een positieve vicieuze cirkel omdat de wortels de oever zowel boven- als onder water verstevigen, de golfslag dempt, de baggerontwikkeling vermindert, de stroomsnelheid verlaagt waardoor deeltjes kunnen sedimenteren en de vegetatie nutriënten opneemt uit het water. Andersom zal een verstoorde of afwezige vegetatie het risico op afkalving sterk vergroten. Op locaties waar stroming (en golfslag) een risico zijn, kunnen soorten als riet, lisdodde, gele lis en zegges de oevers beschermen.

Vegetatie wordt door alle geïnterviewden als belangrijk ervaren. De boeren proberen daarom ook zoveel mogelijk van de slootkant weg te blijven. Wel wordt verschillend gedacht over wat een goede vegetatie is. Eén boer gaf aan dat de vegetatie op de oevers vroeger veel steviger was doordat deze toen nog geklepeld werd (KW-1). Dit wordt bevestigd door de boer bij FM-6 die ook aangaf dat het toepassen van kruidenmengsels en het verarmen van de oeversranden er voor zorgt dat de beworteling minder intensief en stevig is dan de graszode. Ook de betreffende rayonbeheerder zag dat onbemeste stroken een mindere dichte grasmat hebben. Echter, anderen zagen juist ook dat de kruidenrijke randen in de droge zomer het langst groen blijven door de diepere beworteling.

Door peilwisselingen kan op de waterlijn een gedeelte van de oever niet bedekt zijn met vegetatie. Dit verhoogt het risico op afkalving. Het risico neemt toe als het peil wisselt na een lange droge periode, wanneer de vegetatie een klap heeft gekregen. In tijden van droogte heeft ook de instraling van zon een duidelijk effect op de vegetatieontwikkeling. Op tegenover elkaar liggende oevers was een duidelijk verschil te zien in oevertvegetatie op een aantal locaties (AF-1, FM-3, KW-2). Het meest extreme voorbeeld was de oever aan het Binnenkanaal bij KW-2 waar het veen zeer droog en sterk waterafstotend was geworden wat de vegetatieontwikkeling sterk beperkte. Het hydrofoob worden van de bodem op de oever en de beperking van de vegetatie is op meerdere locaties gezien (KM-1, FM-1 en AF-1). Bij KW-3 en KW-4 gaven de boeren aan dat het daar ook speelde, maar daar was het niet te zien tijdens het veldbezoek wat viel tijdens een natte periode. Het negatieve effect van langdurige droogte is minder bij een kleinere drooglegging omdat de vochttoevoer vanuit de sloot dan toereikend is voor de vochtvoorziening van de vegetatie. Dit werd onderschreven door meerdere boeren (KW-2, FM-5, FM-6); zij zouden het mede daarom ook als positief ervaren als het waterpeil wat verhoogd werd in de drogere perioden.

Vegetatie met een uitgebreide en stevige doorworteling is essentieel voor een stabiele oever. Pitrus is een goed voorbeeld van een plant dat de kant stevig houdt met zijn sterke en uitgebreide wortelstelsel. Het is echter geen gewenste plant in het rantsoen van de koeien, waardoor boeren terughoudend zijn in het stimuleren van deze plant. Bij grote drooglegging komt het weinig voor, alleen op de waterlijn. Bij een hoger peil kan het op grotere schaal voorkomen. Bij sterke fluctuaties in de peilen kunnen de stevige

pollen die de oever stabiliteit geven echter in zijn geheel loskomen en de afkalving versnellen. Ook dit wordt versterkt door droogte.



Figuur 4-11. Vegetatie die in pollen groeit kan bij verdroging en/of grote verandering in drooglegging tot een verhoogd risico op afkalving leiden.

4.3.8 Verandering klimaat

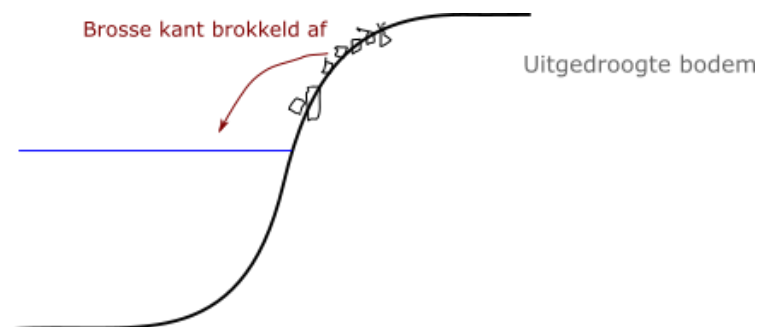
Klimaatverandering wordt door de boeren niet als directe oorzaak gezien van afkalving, maar tijdens de veldbezoeken komt duidelijk naar voren dat droge perioden en intensievere buien grote invloed kunnen hebben op de oevers. De rayonbeheerders zien in de droge perioden dat het veen bros en licht wordt en de kanten daardoor gemakkelijk kunnen afbrokkelen. Met name als er veel neerslag valt na een lange droge periode. Dit kan worden versterkt door belasting vanaf de kant (koeien, machines). Deze afslag was in het veld tijdens de droge periode in de zomer goed te zien bij onder andere KW-2 en KW-1. Ook het ontstaan van kleischeuren en daarmee de vorming van grote losstaande brokken langs de oever was op meerdere locaties te zien (AF-1, FM-1, KW-2).

Door de toename in intensieve buien kunnen tijdelijk de debieten, met name in de tochtsloten, sterk toenemen. Het goed afstellen van de gemalen wordt steeds belangrijker. Rayonbeheerders geven aan dat de peilen niet te snel mogen fluctueren om afkalving te voorkomen. Door intensieve buien in combinatie met grote peilvakken moeten de gemalen goed worden afgesteld. Volgens de rayonbeheerders gaat dat grotendeels nog niet automatisch, maar verrichten zij maatwerk afhankelijk van hun gebiedskennis en ervaring en de actuele weersverwachtingen. Met name door de droge zomers wordt er terughoudender bemalen omdat het niet gewenst is om in verband met de droogte gebiedsvreemd water binnen te laten.

De rayonbeheerders geven aan dat in verband met de drogere zomers er lokaal wordt bevoeid sinds de muizenplaag in 2017. Omdat er toen door veel boeren geïnvesteerd is in de benodigde pompen en slangen is het nu betrekkelijk eenvoudig om water op het land te pompen om verdroging tegen te gaan. Dit kan vanuit een landbouwperspectief erg aantrekkelijk zijn; in sommige gevallen wordt er tot 4 ton droge stof extra geoogst (FM-5). De beschikbare pompen hebben soms een hoge capaciteit (1000 m³ per uur). Langdurig gebruik kan plaatselijk tot sterke peilveranderingen leiden wat een risico kan zijn voor de stabiliteit van oevers. Een positieve kant van de bevoeiing is dat het de oever vochtig houdt wat goed is voor de groei van de vegetatie en daarmee voor de stevigheid van de oever.

De afgelopen jaren zijn er meerdere droge perioden geweest en de verwachting is dat dit normaal(er) wordt. Door de lage peilen zorgt de droogte voor specifieke problemen in het veenweidegebied van Friesland. Na uitdroging wordt het veen licht, poederig en waterafstotend en kan na een intensieve regenbui gemakkelijk wegspoelen (Figuur 4-12, Figuur 4-13). Omdat het veen waterafstotend blijft

beperkt dit ook de vegetatieontwikkeling wat het herstel van de oever vertraagd. Bij klei op veen kan het risico op erosie toenemen door droogte wanneer droogtescheuren ontstaan en brokken op de oever worden gevormd die in hun geheel in de sloot kunnen vallen.



Figuur 4-12. Schematisatie van afkalving als oevers 'te droog' worden en de oever af kan brokkelen.



Figuur 4-13. Afkalving door de droogte. Links de vorming en afglijden van brokken bij kleilig veen en rechts de vorming van hydrofoob poederig veen op de oever.

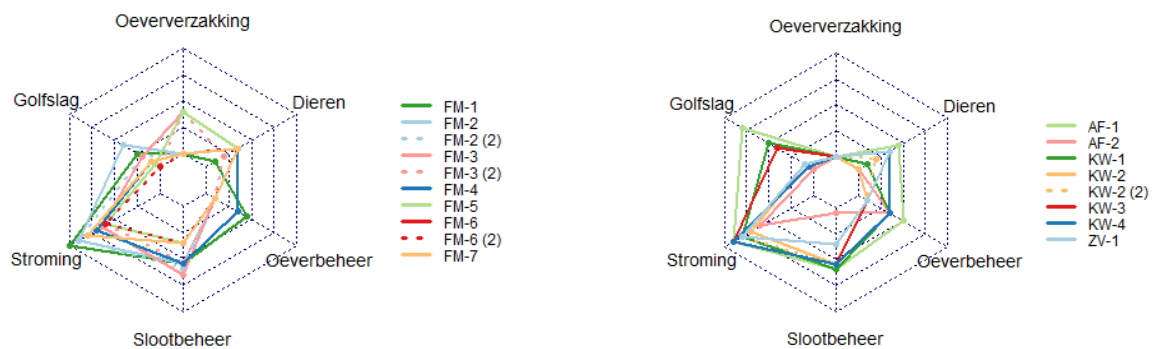
4.4 Risicoschatting met behulp van de handreiking

Om snel inzicht te krijgen in de gevoeligheid voor afkalving kan gebruik gemaakt worden van de handreiking die ontwikkeld is door Rotterdam et al. (2020). Deze handreiking kan in het veld gebruikt worden om een inschatting te maken van de mate waarin verschillende oorzaken lokaal een risico zijn voor oeverafkalving/ oeververzakking¹. De handreiking bestaat uit een aantal vragen en een achterliggende analyse waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de onderdelen bodem/ mineralisatie en wegspoelen veen, inrichting van het watersysteem, het waterbeheer, het agrarisch beheer en oncontroleerbare factoren zoals aantasting door dieren.

De handreiking is aangepast aan de situatie in Friesland door rekening te houden met de gebiedseigenschappen. Het bereik voor de drooglegging is verruimd omdat de range in Friesland aanzienlijk groter is dan in het veenweidegebied van west Nederland. Dit geldt ook voor de oeverhelling en de slootverhoudingen. Hiervoor zijn nu meer categorieën aangemaakt.

¹ Deze tool is te bereiken via nmi-agro.shinyapps.io/Handreiking

Op basis van de veldinventarisatie in het veenweidegebied in Friesland is deze handreiking ingevuld voor alle onderzochte locaties. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4-14. In de meeste gevallen geeft de beoordeling aan dat stroming de dominante oorzaak is voor oeverafkalving. Het risico op afkalving door golfslag gaat pas spelen bij de sloten breder dan 8-12 m en met een oriëntatie in de richting NO-ZW. Oeververzakking komt nog vrijwel niet voor in het veenweidegebied van Friesland. Dit komt met name door de grote drooglegging. De verwachting is dan ook dat bij een verhoging van het peil het risico op oeverzakking zal kunnen toenemen.



Figuur 4-14. Risicobeoordeling van de oeverafkalving van de onderzochte locaties op basis van de handreiking die is ontwikkeld door Rotterdam et al., (2020). Een hogere score geeft aan dat de kans groter is dat er instabiliteit van de oever optreedt door deze oorzaak.

4.5 Conclusies

De schaal en de mate waarin afkalving plaatsvindt in het agrarisch beheerde veenweide van Friesland is relatief beperkt. Lokaal kan afkalving echter wel degelijk leiden tot ernstige afkalving. Afkalving in de onderzochte veenweidesloten is (uiteraard) afhankelijk van de lokale situatie maar de volgende hoofdoorzaken kunnen worden geïdentificeerd:

- **Stroming.** Stroming is de belangrijkste oorzaak voor afkalving. Hoe groter het gebied dat afwatert op de sloot hoe groter het risico op afkalving. Het risico is daarom het grootst voor tochtsloten nabij het gemaal in grote peilvakken. Steile oevers zijn indicatief voor de mate waarin stroming de oevers aantast.
- **Bodemopbouw.** Bij klei op veen zorgt het wegslijten van het veen onder de kleilaag voor onderholling van de oever. Daarnaast zorgt het zure karakter van het veenmosveen voor een slechte vegetatieontwikkeling op zure veenlagen op de waterlijn.
- **Peil.** Bij grote drooglegging heeft droogte een belangrijke invloed op de oevers door verpulvering van het veen en het verdwijnen van de vegetatie door droogtestress. Bij (te) kleine drooglegging verdrassen de oevers en worden deze extra gevoelig voor belasting. Daarnaast leiden sterke fluctuaties in het peil tot instabiliteit van oevers.
- **Baggeren en slootschonen.** Té rigoureuus baggeren en schonen kan tot schade aan de oevers leiden. Met name bij klei op veen hoeft dit niet direct zichtbaar te zijn door onderholling. Het risico op oeverafkalving is afhankelijk van de persoon die de werkzaamheden uitvoert, de zwaarte van het gebruikte materieel en de frequentie en intensiteit van de werkzaamheden.
- **Aantasting door dieren.** De hollen van de effectief bestreden muskusratten leidt lokaal tot een risico op afkalving. Met name op locaties die al gevoelig zijn voor afkalving als gevolg van bijvoorbeeld stroming. Andere dieren lijken weinig invloed te hebben: vee wordt bij de diepontwatering met een draad uit de kant gehouden, kreeften zijn niet op grote schaal aanwezig. Alleen smienten kunnen (zeer) lokaal vegetatie en oevers vertrappen.

5 Relatie peilbeheer en oevertafkalving

De verandering naar een hoger en flexibel peilbeheer zoals beoogd door het Wetterskip heeft mogelijk effecten op de stabiliteit van de oevers. Uit eerder onderzoek in opdracht van Wetterskip Fryslân naar de toepassing van een hoog zomerpeil (naar circa 60 cm-mv) kwam naar voren dat er een verhoogd risico is op het inzakken van de slootkanten (van Essen & Van Berkum, 2010).

De aan het onderzoek deelnemende boeren en rayonmedewerkers is gevraagd naar hun mening over het aanpassen naar een hoger en flexibel peilbeheer en het verwachte effect op de stabiliteit van de oever. Over het algemeen zijn zowel de boeren als de rayonbeheerders positief over een verhoging van het peil en een peilbeheer dat flexibel meebeweegt met de omstandigheden (nat/ droog) en de landbouwkundige behoefte. Volgens de boeren is een hoger peil niet alleen positief voor het remmen van bodemdaling maar ook positief voor de vochtvoorziening van het gewas in de zomermaanden en vooral ten tijde van droogte. Wel bestaan zorgen in relatie tot de stabiliteit van oevers. Of de oevers bij het doorvoeren van HAKLAM stabiel blijven hangt af van een aantal specifieke aspecten die zich opdoen bij het peilbeheer. Hieronder worden deze aspecten beschreven.

5.1 Relatie hogere en flexibele peilen en oevertafkalving

Watervraag

In de huidige situatie in het agrarisch beheerde veenweide is stroming de belangrijkste oorzaak voor afkalving. Aanpassen van het peil heeft op verschillende manieren effect op de stroming. Een hoger peil zorgt ook voor een groter hydraulisch profiel van de watergangen. Dit zorgt voor gemiddeld lagere debieten waardoor de belasting door stroming lager wordt. De invoering van hogere peilen heeft ook invloed op de waterberging en de invloed van kwel en infiltratie en daardoor op de uit- en afspoeling in het afvoergebied. Een hoger peil zorgt gemiddeld voor minder uitspoeling door een kleiner drukverschil tussen de gemiddeld hoogste grondwaterstand en waterpeil in de sloot en door een kleinere kweldruk. Het is mogelijk dat hogere peilen wel zorgen voor een hogere oppervlakkige afspoeling ten tijde van piekbelasting bij veel neerslag. De mate waarin de waterberging in een gebied afneemt en de relatie met de hoeveelheid water dat moet worden afgevoerd is afhankelijk van de lokale situatie (grote van de percelen, grondwaterstand, kwel of infiltratiegebied etc.). Afkalving vindt echter juist plaats op de piekmomenten waarbij de stroming het grootst is. Additioneel onderzoek zou uitgevoerd moeten worden naar het effect van het aanpassen van de peilen op de water aan- en afvoer en met name het voorkomen van piekbelastingen in de gebieden waar het nieuwe peilbeheer wordt ingevoerd. Onderdeel van dit onderzoek zou kunnen zijn hoe binnen een peilgebied variatie in drooglegging en hoge stroomsnelheden kunnen worden beperkt.

Hoge en fluctuerende peilen

Bij een verhoging van het peil zal de oever echter ook stevigheid kunnen verliezen als het veen verzadigd raakt met water. Een drassige oever vergroot het risico op oevertafkalving. Door een verhoging van het waterpeil (<50 cm-mv) neemt het risico op oevertafkalving toe. In de westelijke veenweidegebieden is oevertafkalving daarom wijdverspreid. In proeven met een hoger zomerpeil vonden Van Essen en Van Berkum (2010) ook dat problemen ontstonden met het inzakken van de

slootkanten. Deze oeeververzaking zal naar verwachting stabiliseren en na verloop van tijd zal er zo een andere oeevervorm ontstaan. De taludhelling is afhankelijk van de stevigheid van de bodem en de mate van belasting. Met name in combinatie met beweiden kan een soort 'terras'-vorm ontstaan wat niet altijd gewenst zal zijn vanuit agrarisch oogpunt omdat het resulteert in strook langs de sloot met een lagere productie. Vanuit ecologisch oogpunt kunnen dergelijke taludvormen wel heel aantrekkelijk zijn (van der Linden & de Jong, 1994). Om de ontwikkeling van vegetatie te bereiken die past bij vochtige omstandigheden en stevigheid biedt aan het veen is rust en terughoudend beheer (niet belasten en bemesten) nodig (Van Rotterdam et al., 2020).

Bij een flexibel peil staat gedurende het jaar een groter deel van de oever bloot aan stroming en eventueel golven. Dit betekent dat over een groter gedeelte stevige samenhang van de bodem gewenst is. Deze samenhang kan goed gewaarborgd worden door de aanwezigheid van goed gewortelde vegetatie.

Onderdeel van de peilaanpassing is dat de peilen in het voorjaar tijdelijk worden verlaagd om de grasgroei op het perceel niet te vertragen (temperatuur) en het land berijdbaar te maken. Snelle en sterke wijzigingen van het peil ('omklappen peil') kunnen echter een risico zijn voor oe verafkalving. Bij een snelle daling van het waterpeil kan het voorkomen dat de oever nog slap en onafhankelijk is. Als de tegendruk van het water opeens wegvalt kan een snelle daling van het peil er voor zorgen dat de kanten inzakken. In het veldonderzoek gaven de rayonbeheerders aan dat het gemaal zo moet worden ingesteld dat het peil slechts langzaam (1 – 5 cm/week) daalt.

Gedurende het jaar kunnen stroomsnelheden worden beperkt door de instelling van de bandbreedte van de gemalen. Een kleinere bandbreedte voorkomt grote peilwisseling binnen een bepaalde periode. Daarnaast zou onderzocht kunnen worden hoe de aansturing van de gemalen (mede) kan worden bepaald op basis van de hoogte van het grondwater zodat de afstemming tussen waterbeheer en agrarisch management kan worden geoptimaliseerd. Bij de inrichting van peilgebieden voor een flexibel peilbeheer dient vooraf onderzocht te worden wanneer en hoeveel de peilen kunnen variëren.

Variatie binnen peilgebieden

In sommige gebieden bestaat een grote variatie in drooglegging binnen het gebied, dit kan oplopen tot enkele decimeters. De variatie in drooglegging kan er voor zorgen dat binnen peilvakken gebieden zijn met een te kleine drooglegging om nog gangbare landbouw te bedrijven of juist een te grote drooglegging wat voor extra veenoxidatie zorgt. Ook door rayonmedewerkers wordt aangegeven dat in grote peilvakken of in peilvakken met een relatief groot hoogteverschil en verschil in bodemopbouw het nodig is om het peilvak op te delen in meerdere peilvakken (KW-1, KW-4) om HAKLAM toe te kunnen passen. Zo kan beter worden gestuurd op de gewenste drooglegging, het beperken van sterke peilwisselingen en stroomsnelheden en het leveren van meer maatwerk om bodemdaling en broeikasgasemissies te beperken. Specifiek onderzoek is nodig hoe deze doelstelling bereikt zouden kunnen worden. Door kleinere peilvakken kan ook beter worden geanticipeerd op de lokale bodemopbouw, dikte en kwaliteit van het veen.

Vegetatie

Een belangrijke uitdaging van een flexibel peilbeheer is het in stand houden van een diep en stevig gewortelde vegetatie op de oever. De wortels houden de kant stevig en de oever stabiel. Als door het flexibele peilbeheer de vegetatie te lang onder water komt te staan, dan sterft het af. Als het peil dan weer daalt, dan ligt de oever op de waterlijn zwart. Dit is precies het gedeelte dat gevoelig is voor afkalving door golfslag. Het gedeelte direct onder de vegetatie (tot ongeveer 10-15 cm) zal nog samenhang hebben van de beworteling, maar het gedeelte daaronder zal door de afwezigheid van de vegetatie en de verzadiging met water extra gevoelig zijn voor afkalving. Een verlaging van het peil moet daarom bij voorkeur niet meer dan 15 cm zijn en zo kort mogelijk te duren. In Figuur 5-1 is de rol van vegetatie schematisch getoond. Als vegetatie afwezig of minder aanwezig is, dan is de oever gevoeliger voor afkalving door golfslag en stroming. Het is belangrijk om de vegetatie intact te houden en bij het

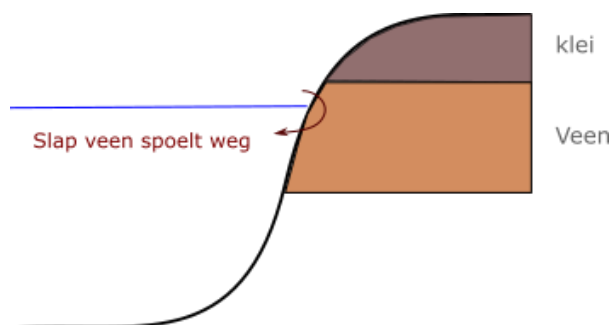
slootschonen wel te maaien maar de wortels intact te laten. Bij een flauw talud is het effect van peilveranderingen op de vegetatie kleiner dan op een steiler talud.



Figuur 5-1. Schematisatie van de relatie 'Vegetatie' en peil: de gedeelten zonder vegetatie zijn extra gevoelig voor afkalving.

Grondslag

De gevoeligheid voor afkalving hangt sterk samen met de grondslag en de opbouw van de bodem. Een voorbeeld is het zure voedselarme veenmosveen waar vegetatie slecht tot niet ontwikkeld wanneer de oever op de waterlijn zwart komt te liggen. Bij klei op veen bestaat het risico dat het veen onder de kleilaag wegspoelt en leidt tot onderholling van de oever met als gevolg afkalving van de oevers (Figuur 5-2). Tijdens de veldbezoeken is dergelijke onderholling op meerdere locaties waargenomen. Dit verschijnsel wordt versterkt wanneer het waterpeil precies overeenkomt met de grens veen – klei. Ook wanneer de oever, door een aangepast waterpeil, zwart ligt neemt het risico op afkalving toe.



Figuur 5-2. Schematisatie van de relatie tussen de grondslag 'Klei-op-veen' en afkalving: de veenlaag onder het kleipakket kan makkelijker weggespoeld worden.

Techniek

Technische mogelijkheden bieden handvaten om beter in te spelen op de invloed van het weer op de peildynamiek. Slim bemalen zoals bijvoorbeeld omschreven in Kuipers et al. (2016) wordt al toegepast om het energieverbruik te optimaliseren. Hierbij wordt automatisch rekening gehouden met de verwachte wateraanbod of watertekort in de nabije toekomst. Op kleinere schaal is het technisch mogelijk om bijvoorbeeld gebiedsspecifieke machine learning modellen te trainen voor de voorspelling van de benodigde pompcapaciteit om een stabiel peil te handhaven. Dit kan als ondersteuning voor de besluiten van rayonbeheerders gebruikt worden. De boeren of andere landgebruikers zouden via dashboards inzicht gegeven kunnen worden op de verwachte situatie en de genomen besluiten.

Het monitoren van de situatie en het effect van gebeurtenissen kan inzicht geven in relaties en oorzaken van oeverstabiliteit. In de huidige situatie is vanuit de boeren vaak wel bekend dat de stabiliteit van oevers veranderde na bepaalde ontwikkelingen of events (bijv. baggeren). Dit is echter veelal niet geregistreerd en al helemaal niet kwantitatief bepaald. Afkalving is te monitoren door de bodemdaling langs de oevers te combineren met metingen van de waterbreedte op basis van luchtfoto's met drones.

Dit moet wel op een vaste tijd in het jaar gebeuren om artefacten door vegetatie of peilwisselingen te voorkomen.

Communicatie

In alle gevallen is de communicatie binnen gebiedsprocessen essentieel om vertrouwen te krijgen en te houden tussen de agrarische landgebruikers en de waterbeheerders van het waterschap. Het Wetterskip geeft aan dat het door gebiedsprocessen via maatwerk wil komen tot de beste peilen voor de verschillende gebieden. De communicatie tussen de verschillende belanghebbenden verloopt meestal via de rayonbeheerders. De kennis van de rayonbeheerders en de boeren in de gebieden zijn van groot belang om in kaart te krijgen wat de kwetsbare eigenschappen zijn van het gebied. Daarnaast is duidelijke communicatie in de uitvoering van het peilbeheer van essentieel belang. Zowel vanuit de kant van het Wetterskip (hoeveel en wanneer wordt er gemalen?) als de boeren (wat is de watervraag, wordt er land bevoeit de komende dagen?).

De invoering van een nieuw peilbeheer is onderdeel van een gebiedsproces. Het kan gevolgen hebben voor de agrarische gebruikswaarde van de oever, maar ook voor beheer en onderhoud van sloot (baggeren en hekkelen) en oever. Beheer en onderhoud van sloot en oever zouden specifiek onderdeel moeten zijn van de planvorming en implementatie van HALKAM.

5.2 Conclusies en aanbevelingen

In de huidige situatie is de mate van afkalving op de meeste onderzochte locaties (10 van de 14) geclassificeerd als klein tot matig. Voor vier locaties is de classificering groot of ernstig en is stroming de belangrijkste oorzaak voor de waargenomen afkalving. Vanuit deze situatie wordt het effect van HALKAM op de stabiliteit van de oevers bepaald door:

- Het effect op **stroming**: door een hoger peil neemt de stroming in de sloten af door het grotere hydraulische oppervlak en omdat de uitspoeling naar de sloten afneemt. Het wordt aanbevolen om het effect van hogere peilen op de debieten nader te onderzoeken en met name het effect op piekevents als gevolg van intensieve buien en natte periodes omdat de capaciteit van de bodem om water te bergen bij een hogere grondwaterstand ook kleiner wordt.
- Het effect van het peilbeheer op de **drooglegging**: bij een kleine drooglegging (<50 cm-mv) neemt het risico op oeververzakking toe doordat de oeverzone natter wordt en gevoeliger voor belasting. Dit heeft effect op de agrarische gebruikswaarde en beheer. Rust in beheer is dan nodig zodat sterk- en diep wortelende vegetatie kan ontwikkelen.
- De **snelheid waarmee peilwisselingen** plaatsvinden en de lengte van de periode waarin de peilen lager staan: deze moeten worden afgestemd op de stabiliteit van oever en vegetatie. Uitgangspunt hierin is dat peilen langzaam worden aangepast en peilverlaging zo kort mogelijk duurt om instabiliteit te voorkomen en de vegetatie in stand te houden. Dit vergt nader onderzoek en monitoring.
- De **variatie in drooglegging** binnen het peilgebied te beperken en waterberging te vergroten om fluctuaties in peil en stroomsnelheden te beperken en voor maatwerk in het tegengaan van bodemdaling. Het wordt aanbevolen om de variatie in drooglegging, hydrologie en bodemopbouw voor elk peilgebied in kaart te brengen om de grote van de peilgebieden en de locatie van stuwen en gemalen te optimaliseren.
- **Afgestemd beheer en onderhoud** van sloten en oevers maken inherent onderdeel uit van planvorming en implementatie van HALKAM.
- De **investering in communicatie** en vertrouwen tussen rayonbeheerders en agrarisch perceeleigenaren. Het vakmanschap van de rayonbeheerders is goed en de relatie met de boeren die meededen met dit onderzoek ook. Nieuwe situaties vragen om extra aandacht en zorgvuldige communicatie.

- De **investering in technische ontwikkelingen** die de mogelijkheid geven tot slim bemalen. Door boeren en rayonbeheerders inzicht te geven in het actuele bodemvocht en grondwaterstanden door middel van sensoren en dashboards kan de sturing van de peilen beter worden onderbouwd.
- De **investering in kennisontwikkeling** bij alle betrokkenen, ook loonwerkers over het belang van stabiele oevers en het effect van inrichting en beheer. Stabiele oevers zijn onderdeel van en dragen bij aan het bereiken van de grotere gebiedsdoelstellingen, zoals bodemdaling, aan-, afvoer en berging van water, waterkwaliteit, en biodiversiteit.

Ter ondersteuning van afwegingen die gemaakt worden in relatie tot het flexibel peilbeheer zijn de belangrijkste factoren en beheersmaatregelen samengevat in Tabel 5-1.

Tabel 5-1. Factoren die van invloed zijn op de oeverafkalving met voorgestelde beheermaatregelen en aanbevelingen, het verwachte effect van HAKLAM (- is een negatief en + is een positief effect) en aanbeveling voor nader onderzoek.

Omstandigheid	Maatregelen beheer	Invloed HAKLAM	Aanbeveling onderzoek
Grote stroomsnelheid	Stroomsnelheid beperken door slim bemalen en eventuele aanpassingen in het watersysteem	+ / -	Bepalen wat het effect is van HAKLAM op stroomsnelheden bij intensieve en langdurig natte omstandigheden.
Fluctuaties in waterpeil, te snel en te grote variatie	Structurele fluctuaties (winter/zomer) en fluctuaties door (steeds) intensieve(re) buien beperken door instelling gemaal en inrichting watersysteem	-	Optimalisatie inrichting peilgebieden om variatie in stroomsnelheid (waterberging) en drooglegging te beperken (GIS analyse AHN en peilkaarten, bodem en hydrologie)
Verdroging oevertalud – verpulveren veen, scheuren en afsterven vegetatie	Verdroging voorkomen door peilverhoging	+	Relatie vegetatie-ontwikkeling, wortelintensiteit en oeverstabiliteit.
Oeververzakking door vernatting en verdrassing	Rust op de oever. Belasting met machines (ook ihkv slootonderhoud) en afrastering voor vee. Vegetatie-ontwikkeling door niet/ minder bemesten	-	Onderzoek en monitor het effect van hogere en flexibele peilen in combinatie met beheer en vegetatie op oeververzakking. Zie ook westelijk Veenweidegebied.
Onbegroeid (zwart) talud door verlaging peil	Peil niet meer dan 20 cm fluctueren. Aangepaste bandbreedte gemaal. Inrichting flauwe taluds in combinatie met beheer en zo nodig met aanvullende maatregelen (bv plaatselijke beschoeiing)	-	Hoe HAKLAM gecombineerd kan worden met andere doelstellingen zoals biodiversiteit en de inrichting van natuurvriendelijke oevers in goed overleg met de agrarische sector.
Té intensief baggeren en schonen	Inzet op bewustwording, goede omschrijving opdrachten en beoordeling uitgevoerde werk	?	Invloed frequentie en intensiteit baggeren en slootschonen op stabiliteit oever en baggervorming.

6 Oplossingsrichtingen

Voorgaande hoofdstukken laten zien dat het risico op oeverafkalving sterk afhangt van stroming en de invloed van bodemopbouw en peilbeheer hierop. Daarnaast bepalen externe factoren zoals oever- en slootbeheer en aantasting door dieren de stabiliteit van de oevers. Het peilbeheer zal naar verwachting sterk veranderen in de komende jaren, met name in de gebieden met dikkere veenpakketten. In dit hoofdstuk behandelen we de verschillende oplossingsrichtingen die handvaten bieden om oeverafkalving te voorkomen dan wel te minimaliseren.

6.1 Inzichten vanuit het veld

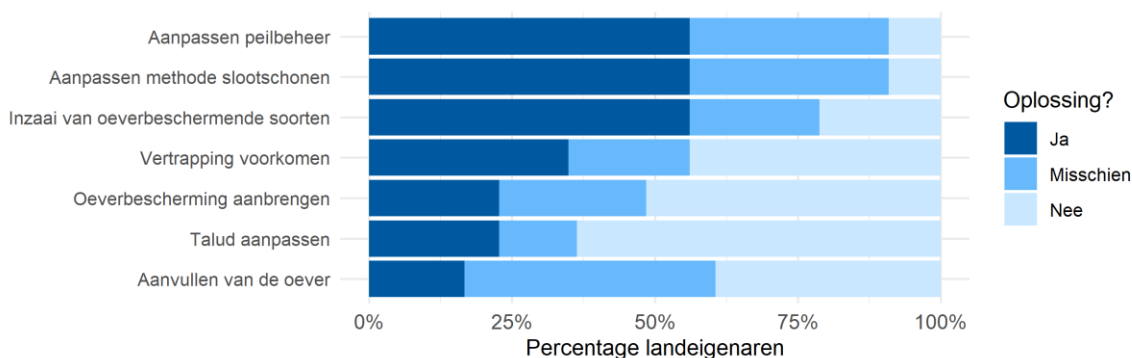
Aan de boeren en de rayonbeheerders is gevraagd wat zij als meest kansrijke oplossing zagen. De resultaten hiervan staan in Figuur 6-1. De meeste kansen zagen de boeren in oplossingen op het gebied van peilbeheer, slootschonen en de inzaai van oeverbeschermende vegetatie.

Het *peilbeheer* wordt door de boeren als belangrijke oorzaak gezien, met name in de gebieden met en kleidek. De boeren zien hier ook kansen voor oplossingen. Zo zien ze het opdelen van peilvakken met veel variatie in de drooglegging in kleinere peilvakken als mogelijkheid. Ze zijn positief over de mogelijkheid om, in samenspraak met de rayonbeheerder, de peilen te beheren op hun eigen percelen. De rayonbeheerders geven aan dat ze hier ook wel mogelijkheden in zien, maar dat het in bepaalde gebieden wel een knelpunt kan zijn dat niet alle grondeigenaren hetzelfde willen als er keuzes gemaakt moeten worden over het peilbeheer.

Fluctuaties van het peil vinden de meeste boeren geen probleem zolang het geen grote negatieve gevolgen heeft voor de productie op hun percelen. Met name in de afgelopen droge zomers zien de boeren dat een hoger waterpeil in de zomer zorgt voor een goede vochtvoorziening en de instandhouding van de oevervegetatie. Een ander voordeel die de boeren zien is dat het water minder hard stroomt als het waterpeil hoger staat. In de gebieden met veel variatie in de bodemopbouw en waarbij de stroomsnelheid relatief hoog is geven de boeren aan dat peilfluctuaties een negatief effect heeft op de oeverstabiliteit.

Het aanpassen van de *manier van slootschonen* (hekkelen) wordt ook als oplossing gezien. Te vaak worden de slootkanten nog beschadigd door het zware materiaal of door het verkeerd schonen. De oplossingen die worden aangedragen zijn dan ook om zo ver als mogelijk van de kant af te blijven en om de slootvegetatie liever wat hoger af te maaien zodat er in ieder geval geen slootbodemp of oever beschadigd wordt.

De *inzaai van oeverbeschermende soorten* wordt als een kansrijke oplossing gezien door de boeren. Echter, hier is weinig tot geen ervaring mee. De ervaring met kruidenrijke randen wisselen; soms wordt dit door de diepere beworteling als positief ervaren en soms is de ervaring dat meer grond zwart komt te liggen in vergelijking met een dichte zode. De positieve kanten van Pitrus worden gezien, maar men is niet altijd enthousiast omdat deze plant in verband met de voederwaarde niet gewenst is op het land.



Figuur 6-1. Oplossingen volgens de percee-eigenaren.

Het *aanbrengen van oeverbescherming* of de oever aanvullen en het aanpassen van het talud worden niet gezien als een realistische oplossing omdat dit te duur is. Wel kan het lokaal aanbrengen van oeverbescherming op zwakke plekken (bijv. in scherpe bochten, FM-3) een oplossing zijn. Daarbij wordt aangegeven dat het flauwer maken van het talud in veel gevallen slechts tijdelijk een oplossing is omdat door de stroming de slootvorm vanzelf weer een 'bakvorm' wordt. Boeren staan wel open voor het ontwerpen van natuurvriendelijke oevers, mits daar een verdienmodel aan vast zit. Bij een eventuele regeling om de taluds flauwer te maken gaat de discussie over de vraag of de breedte van de oever uit het water moet komen of van het land. Areaal inleveren is niet aantrekkelijk omdat het land naast de productie ook nodig is voor de bemestingsruimte.

Het *voorkomen van vertrapping* door koeien wordt door de meeste boeren die weiden in Friesland al gedaan door het zetten van schrikdraad. Dit wordt met name gedaan om te voorkomen dat de koeien in de sloot vallen. Als het waterpeil hoger is dan is de kans dat koeien in de sloot raken een stuk kleiner. Om die reden is het in het veenweidegebied in West-Nederland ook minder gebruikelijk om schrikdraad te gebruiken langs de slootkanten. Als de peilen hoger worden, wordt het aanbevolen om de koeien ook uit de slootrand te houden. Het voorkomen van vertrapping door ganzen en smienten wordt ook soms als oplossing gezien om afkalving te voorkomen. Echter, het is niemand duidelijk hoe dit concreet aangepakt zou moeten worden.

6.2 Oplossingen

Vanuit de studie die in 2020 is uitgevoerd in het westelijke veenweidegebied zijn er meerdere oplossingen aangedragen om oeverafkalving te voorkomen. Ondanks sommige verschillen in bodemopbouw en waterbeheer zijn de meeste oplossingen ook relevant voor het veenweidegebied in Friesland. In deze paragraaf worden de relevante oplossingsrichtingen kort besproken.

Peilbeheer

De belangrijkste inzichten in relatie tot het peilbeheer zijn behandeld in Hoofdstuk 5. De relevantste oplossing om afkalving te voorkomen bij het toepassen van HAKLAM is om wijzigingen van het peil langzaam te laten gaan en om de duur van peilwijzigingen zo kort mogelijk te houden. Het voorkomen van snelle peilfluctuaties voorkomt ook dat de oevervegetatie afsterft. Een belangrijk aspect hierbij is om goed te communiceren met alle betrokkenen. Een oplossingsrichting is om te waarborgen dat binnen peilgebieden de variatie in drooglegging beperkt is zo mogelijk de waterberging wordt vergroot om fluctuaties in peil, stroming én bodemdaling te beperken.

Inrichting van de sloot en oever

Het herinrichten van de sloot en oever is een mogelijke oplossing om toekomstige afkalving van de slootkanten te beperken als het peil hoger komt en meer gaat fluctueren. Hierbij moet met name gedacht worden aan het aanpassen van de oevervorm.

Het flauwer maken van de oevers zorgt voor een lagere stroomsnelheid doordat het hydraulisch oppervlak wordt vergroot. Daarnaast zorgt het voor een geleidelijke demping van golfslag. Het aanpassen van de taludhelling kan gedaan worden samen met de aanleg van een natuurvriendelijke oever. Hierbij moet wel gelet worden op de soorten die worden ingeplant. Dit moeten bij voorkeur soorten zijn die door hun wortelstelsel stevigheid geven aan de oever. Dit kunnen bijvoorbeeld riet, mattenbies en lisdodde zijn, maar dat is afhankelijk van de situatie. Een stevige oevervegetatie kan ook op een natuurlijke wijze vanzelf ontstaan door een aantal jaar de kant niet te bemesten en jaarlijks slechts één keer te maaien of door juist gebruik te maken van de vertrapping door koeien (zie voorbeeld in Zegveld, van Rotterdam et al., 2020). Het flauwer maken van de oevers zorgt naast bescherming van de oever voor afkalving ook voor extra buffercapaciteit in het watersysteem en biedt vanuit het agrarisch natuurbeheer en biodiversiteitsdoelstellingen ook kansen.

De meeste boeren gaven aan wel in te zien dat een minder steile oever beter is voor de oeverstabiliteit. Echter, de bereidwilligheid van de eigenaren om het talud aan te passen is nog niet groot omdat het veel geld kost en vrijwel niets oplevert. Een belangrijke bottleneck is ook dat het juridisch ingewikkeld kan zijn in verband met de scheiding tussen eigendom van het Wetterskip en van de boeren.

Sloot- en oeveronderhoud

Een belangrijke oplossingsrichting moet ook gezocht worden in de uitvoering van het sloot- en oeveronderhoud. Hierin is rust het kernwoord. Rust op de oever zorgt er voor dat de belasting op de slootkanten laag is en dat vegetatie zich goed kan blijven ontwikkelen zodat er een stevige oever kan ontstaan. Daarom is het devies richting boeren en uitvoerders: blij zoveel mogelijk van de kant af. Dit wordt extra belangrijk bij verhoging van de peilen.

Helaas wordt momenteel nog te vaak onkunde door onwetendheid gezien. Loonwerkers doen in hun bagger- en slootschoonwerkzaamheden werk soms liever iets meer dan in de opdracht staat omschreven om te voorkomen dat ze niet voldoen aan de gestelde norm. Hierdoor kan te diep gebaggerd worden of te veel sloot- en oevervegetatie (of zelfs oevergrond) worden weggehaald. Om dit te voorkomen is het nodig dat er voldoende kennis en kunde gedeeld wordt met en door de boeren, de uitvoerders (loonwerkers), schouwmeesters en rayonbeheerders. De wijze waarop de loonwerker door het waterschap wordt uitbetaald – op basis van kilometers en niet op basis van kuubs bagger - kan een belangrijke bijdrage leveren. Als voorbeeld: sloten moeten niet worden geschoond enkel om de reden dat de betreffende sloot een schouwsloot is. Als de betreffende sloot geen belangrijke afvoeropgave heeft (rayonbeheerder) en de sloot niet verlandt (boer) dan moet het niet verplicht gesteld zijn om de sloot jaarlijks te schonen.

Bij het toepassen van HAKLAM moet ook het beheer en onderhoud aangepast worden aan de nieuwe situatie. Van belang is om wijzigingen in het beheer niet gelijk grootschalig toe te passen, maar eerst in de praktijk te testen. Momenteel lopen er in het gebied van De Fryske Marren proeven met verschillende types beheer (methode hekkelen en gebruik baggerspuit). Kennisontwikkeling over het effect van frequentie en intensiteit van het beheer kan ook samen met de waterschappen in het westelijke veenweide worden ontwikkeld omdat daar dezelfde problematiek speelt.

Dieren

Een oplossing voor problemen die door dieren veroorzaakt worden is een goede monitoring en bestrijding. Voor muskusratten is dit effectief gebleken. Oude holen van muskusratten zijn een gegeven, de schade valt te beperken door de stabiliteit van de oever te verbeteren en de andere oorzaken die leiden tot afkalving te beperken. De signalen dat de rivierkreeft ook naar het noorden oprukt moeten serieus genomen worden. In het westelijke veenweidegebied blijkt deze soort veel schade aan te richten aan de veenoevers. Een goede monitoring is van belang om verspreiding te voorkomen.

Proces

Een stabiele oever is onderdeel van groter systeem. Het voorkomen van afkalving moet geen losstaand doel zijn, maar onderdeel zijn van de ontwikkeling van de veenweidensloot van de toekomst waarin rekening wordt gehouden met toekomstige ontwikkelingen zoals hogere slootpeilen eventueel in combinatie met onderwaterdrainage om bodemdaling tegen te gaan, meer weersextremen, veranderingen in landbouwbeleid (Frank Lenssinck en Erik Jansen, VIC). Het werken aan stabiele oevers biedt vanuit natuur- en biodiversiteitsdoelstellingen mooie kansen.

7 Conclusies

Op basis van dit onderzoek naar oeverafkalving en het potentiële effect van hogere, meer flexibele peilen op de stabiliteit van kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- In de huidige situatie is de mate van afkalving op de meeste onderzochte locaties (10 van de 14) geclassificeerd als klein tot matig. Voor vier locaties is de classificering groot of ernstig.
- Door het lage waterpeil en grote drooglegging komt oeververzakking niet voor. Bij hoge peilen (<50 cm-mv) neemt het risico op oeververzakking sterk toe.
- Stroming is de belangrijkste oorzaak voor afkalving in het agrarisch beheerde veenweidegebied van Friesland. Het risico is daarom het grootst voor tochtsloten nabij het gemaal in grote peilvakken of peilvakken met een groot hoogteverschil. Steile oevers zijn indicatief voor de mate waarin stroming de oevers aantast.
- Door de relatief smalle (tocht)sloten en grote drooglegging is het effect van golfslag beperkt.
- Bodemopbouw en veensoort hebben effect op de vorm waarin afkalving plaatsvindt.
 - Bij klei op veen kan het wegslijten van het veen onder de kleilaag leiden tot onderholling van de oever. Instabiele oevers als gevolg van stroming of te rigoureuus baggeren hoeven daarom niet direct zichtbaar te zijn.
 - Bij kleilig veen en klei op veen kan door de grote drooglegging droogtescheuren ontstaan waardoor grote brokken kunnen afglijden
 - Door de grote drooglegging kan het veen op de oever irreversibel uitdrogen en verpulveren. Dit kan tijdens opvolgende natte perioden wegspoelen.
- Vegetatie heeft een zeer belangrijke rol in de stabiliteit van de oevers. Een diep en stevig wortelstelsel zorgt voor structuur van het veen en beperkt de gevoeligheid voor afkalving.
- De holen van de succesvol bestreden muskusratten leiden tot een verhoogd risico op afkalving. Met name op locaties die al gevoelig zijn voor afkalving als gevolg van bijvoorbeeld stroming.
- Té rigoureuus baggeren en schonen kan tot schade aan de oevers leiden. Het risico is afhankelijk van de persoon die de werkzaamheden uitvoert, de zwaarte van het gebruikte materieel en de frequentie en intensiteit van de werkzaamheden.
- Peilbeheer kan in Friesland leiden tot de aantasting van de vegetatie en gevoeligheid voor afkalving door:
 - Te lage peilen (>50 cm-mv) door het risico op verdroging, scheuren van klei en hydrofoob worden van het veen;
 - Te hoge peilen (<20 cm-mv) door het risico op verdrassing;
 - Grote verschillen tussen zomer- en winterpeil waardoor de oever zwart komt te liggen. Dit wordt versterkt op het zure veenmosveen waar de vegetatie matig op ontwikkeld;
 - Snelle fluctuaties in peilbeheer leiden tot instabiliteit en het wegzakken van oevers.

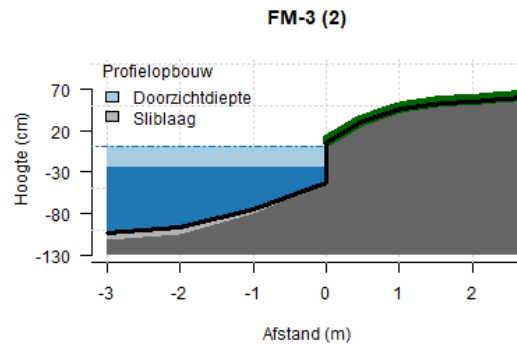
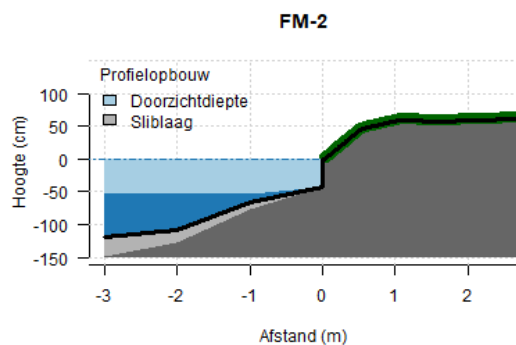
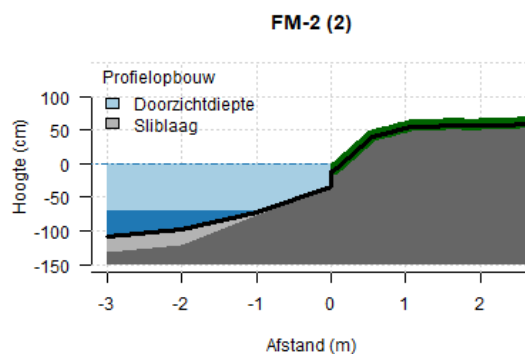
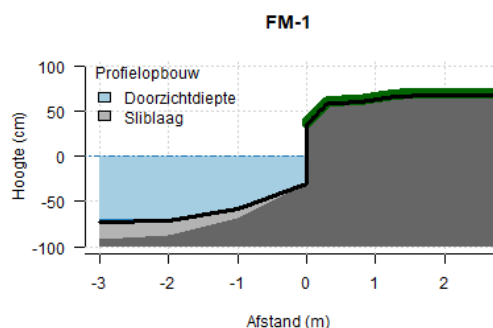
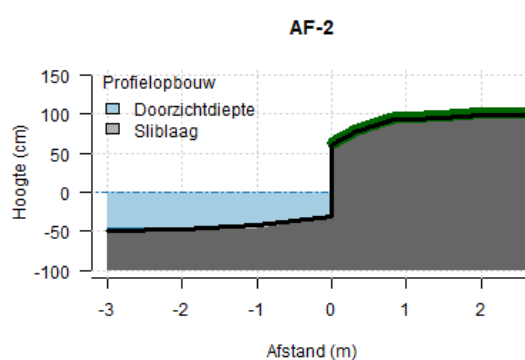
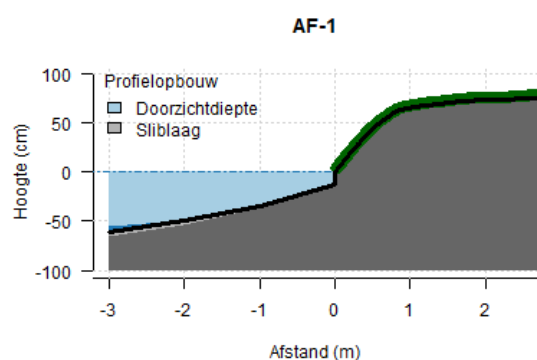
Hoger en meer flexibel peilbeheer wordt door alle boeren als positief ervaren door het remmen van bodemdaling en een betere vochtvoorziening van het gewas. Gevoeligheden zijn een juiste afstemming tussen de agrarische behoeftes en het aanpassen van het peil. Veranderingen in het peil moeten langzaam en daarnaast moet de wijziging zo kort mogelijk zijn om zo de vegetatie niet te veel te verstoren en de oever stabiel te houden. Het niet belasten en afzetten van de slootranden voor het vee zou ook bij een hoger peil de standaard moeten blijven.

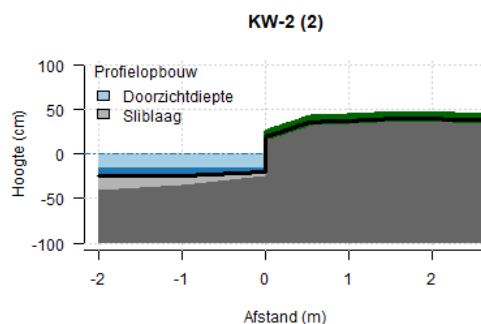
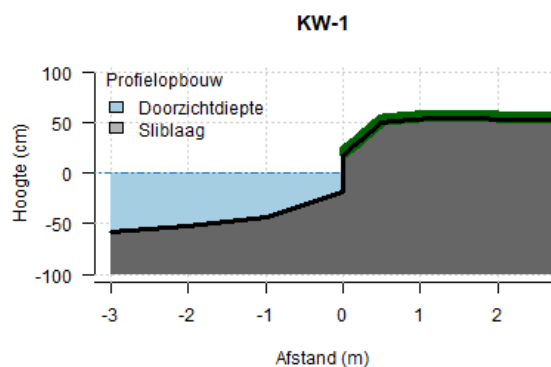
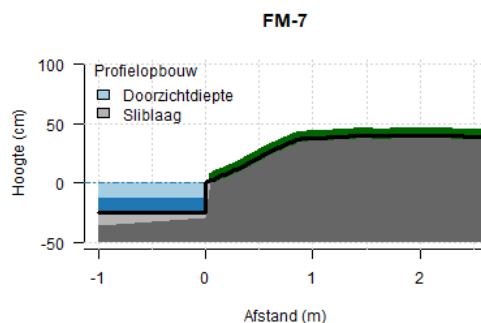
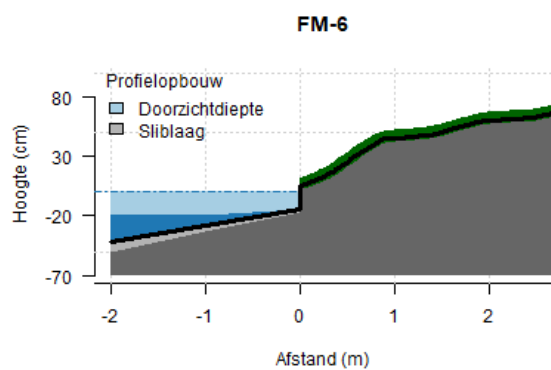
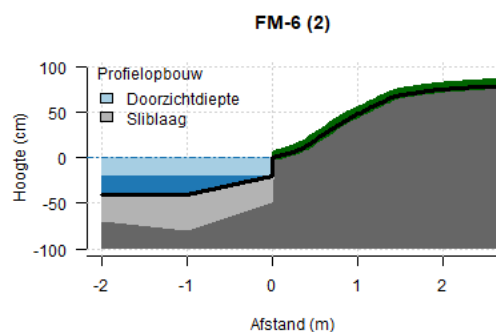
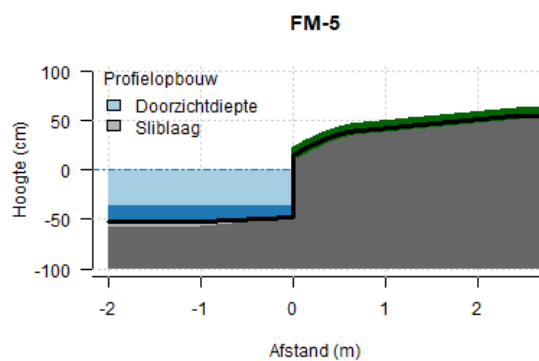
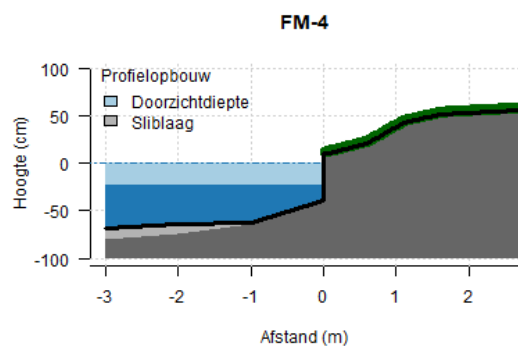
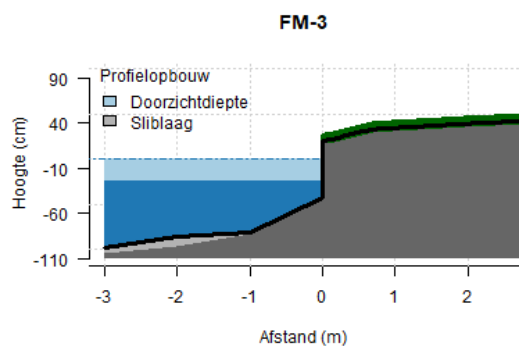
Referenties

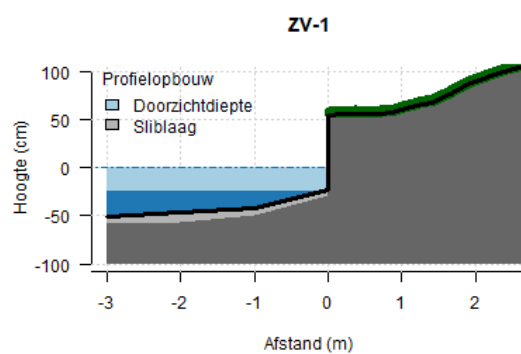
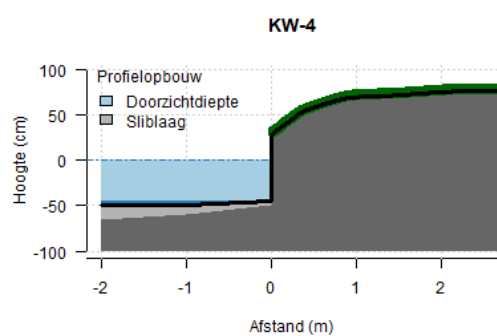
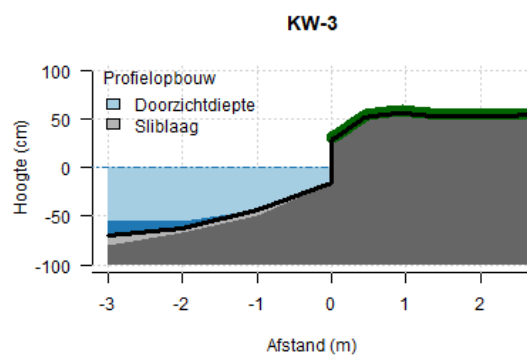
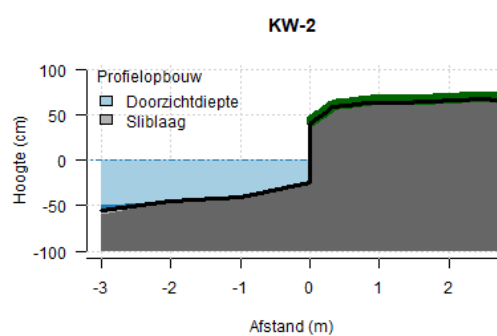
- Berendsen, H. J. A. (2008). *Landschap in delen* (Vol. 3). Uitgeverij Van Gorcum.
- De Vries, F., Brus, D. J., Kempen, B., Brouwer, F., & Heidema, A. H. (2014). *Actualisatie bodemkaart veengebieden: deelgebied 1 en 2 in Noord Nederland*. <https://edepot.wur.nl/314315>
- Steur, G. G. L., & Heijink, W. (1991). *Bodemkaart van Nederland, Schaal 1:50000; Algemene begrippen en indelingen. 4e UITGAVE*.
- van der Linden, M., & de Jong, F. M. W. (1994). *Inrichting en beheer van slootkanten in het veenweidegebied* (Vol. 106, Issue DBL publikatie-nr 58).
- van Essen, E. A., & Van Berkum, J. (2010). *Resultaten verkenningen hogere zomerpeilen in het Friese veenweide gebied. Bestuurlijke samenvatting*.
- van Rotterdam, D., de Pater, J., & Verweij, J. (2020). *Oeverafkalving in het agrarisch beheerde veenweide. Oorzaken en oplossingen*. (Issue rapport 1781.N.20).
- Wetterskip Fryslân. (2011). *Watergebiedsplan Koningsdiep-West* (Issue april 2011). <https://www.wetterskipfryslan.nl/documenten/watergebiedsplannen/koningsdiep-west-watergebiedsplan.pdf>
- Wetterskip Fryslân. (2020). *Ontwerp-Veenweideprogramma 2021-2030. Foarút mei de Fryske Feangreiden*.

Bijlagen

Bijlage A. Slootprofielen









Nutriënten Management Instituut BV
Nieuwe Kanaal 7c
6709 PA Wageningen
tel: (06) 29 03 71 03
e-mail: nmi@nmi-agro.nl
website: www.nmi-agro.nl