



hoogheemraadschap
Hollands
Noorderkwartier

Voorschriften kleikeuringen en grond voor dijken van HHNK



Auteurs

B. Kuiper/Th. Reuzenaar

Registratienummer

16.0383639

Datum

28 september 2016

Versie

1

Status

Definitief

Afdeling

Ingenieursbureau en Waterveiligheid & Wegen



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Doel van dit document	3
3	Fysische eisen klei	3
3.1	Algemeen	3
3.2	Grondkwaliteitsrichtlijn HHNK	3
3.3	Standaard 2015	4
4	Milieutechnische eisen klei	4
5	Uitvoering kleikeuring	4
5.1	Stappenplan aannemer en HHNK	4
5.2	Veldbeoordeling (visueel)	5
5.3	Voorschrift: grondmonsternamen kleikeuringen in depot	5
6	Onderdelen dijk	6
7	Grond als bouw materiaal voor een dijk	8
8	Eisen aan grond als bouw materiaal	8
8.1	Algemene eisen	8
8.2	Civieltechnische eisen klei	9
8.2.1	Eisen aan klei conform TAW - technisch rapport "klei voor dijken"	9
8.2.2	Eisen aan klei conform STOWA rapport "Grond voor kaden"	12
8.3	Milieueisen (voor alle grondsoorten)	13
8.4	Eisen betreffende klei tijdens aanbrengen / verwerking	13
9	Samenvattend overzicht: kwaliteitseisen grond voor dijken	14
<u>Bijlage 1: Voorschrift grondmonsternamen kleikeuringen in depot</u>		18
<u>Bijlage 2: Beoordelingsprotocol Kleileveranties Dijkverbeteringen (Regionale Waterkeringen)</u>		19
<u>Bijlage 3: Controleformulier kleileverantie</u>		21
<u>Bijlage 4: Checklist veldbeoordeling klei dijkverbeteringen (Regionale Waterkeringen)</u>		22



1 Inleiding

Een belangrijk onderdeel voor het versterken en onderhouden van dijken is het herprofileren van het grondlichaam, bijvoorbeeld vanwege het zetten van de dijk of vanwege strengere veiligheidsnormen. In het algemeen wordt klei gebruikt voor deze herprofilering. Daarnaast worden ook andere werkzaamheden op de dijken uitgevoerd waarbij in de dijk gegraven wordt. De dijk moet daarna weer deskundig worden hersteld met geschikt materiaal. Hiervoor wordt vaak klei gebruikt. Deze klei moet zowel fysische, milieutechnisch en visueel gekeurd worden. De keuringseisen zijn in dit document vastgesteld, zodat HHNK voor beheer & onderhoud, vergunningen en versterking van de dijken, een eenduidige en consistente werkwijze hanteert.

2 Doel van dit document

Het doel van dit document is om de eisen voor kleikeuringen en grond als bouw materiaal voor de dijken van HHNK vast te leggen. De kleikeuringen zijn beschreven in hoofdstuk 3 (fysische eisen) en 4 (milieutechnische eisen) van dit document. De visuele inspectie van de klei is beschreven in hoofdstuk 5.2.

Daarnaast is beschreven welke **stappen** m.b.t. de fysische kleikeuring genomen moeten worden. Dat is beschreven in hoofdstuk 5 van deze bijlage.

In hoofdstuk 6 t/m 10 wordt ingegaan op de onderdelen van de dijk en de eisen aan de grond hiervoor.

Dit voorschrift moet worden gebruikt in de bestekken voor alle dijkverbeteringsprojecten en onderhoudswerken voor de waterkeringen. Het gebruik van dit voorschrift is vanuit de beheerafdeling Waterveiligheid & Wegen verplicht gesteld.

3 Fysische eisen klei

3.1 Algemeen

De basis voor het eisen aan grond voor dijken is het TAW rapport **Technische Richtlijn “Klei voor Dijken”** [TRKvD]. Deze richtlijn is vooral gericht op de fysische eisen voor grond (klei). De adviezen in deze richtlijn moeten dan ook worden gevolgd.

3.2 Grondkwaliteitsrichtlijn HHNK

Deze notitie beschrijft de materiaalkeuze en kwaliteitseisen die gesteld worden aan de grond die bij de verbetering van de dijken worden toegepast.

Verschillende onderdelen van een dijk leveren elk een specifieke bijdrage aan het waterkerende vermogen van de dijk. Dit betreft bijvoorbeeld de kleibekleding op het buitentalud of de stabiliteitsberm aan de binnenzijde. Elke functie stelt specifieke eisen aan het materiaal wat voor het betreffende onderdeel kan worden toegepast. Complexiteit daarbij is dat:

- het relevant zijn van enkele onderdelen afhankelijk is van de opbouw van de dijk;



- sommige eisen tevens afhankelijk zijn van de grootte van de hydraulische belasting (overslag en golfgrootte).

Er worden 3 erosieklassen onderscheiden. Afhankelijk van de (erosie)belasting op het talud moet een meer of minder erosiebestendige categorie klei worden toegepast.

Categorie 1 klei wordt gebruikt voor buitentaluds met hoge belastingen en bij lage belastingen wordt categorie 1 of 2 gebruikt. Voor een binnentalud met hoge belasting (grote kans op veel overslaand water wordt categorie 1 klei gebruikt, maar categorie 2 is hier zeker ook toereikend. Bij lage belastingen is ook klei uit categorie 3 geschikt. Voor binnendijkse steunbermen kan meestal worden volstaan met categorie 3 klei. De kleikeuze is afhankelijk van overslag en overloop van de dijk onder maatgevende omstandigheden. De eisen aan deze categorieën zijn weergegeven in de tabel 8.1 en figuur 8.1. van dit document.

Daarnaast worden er ook aparte eisen gesteld aan de bekleding (groeilaag) zodat er een goede erosiebestendige gras(kruiden)mat kan groeien. Hiervoor wordt een humeuze kleilaag voorgeschreven.

3.3 Standaard 2015

De kleivoorschriften, uitvoeringsvoorschriften, keuringseisen en laboratoriumproeven staan in hoofdstuk 22 van de Standaard RAW-bepalingen (= de zgn. "**Standaard 2015**") van CROW.

Daarin staat de 1^e controle of de grond wel klei is en dan er moet voldaan worden aan de eisen van de NEN-EN-ISO 14688 (de zgn. kleidriehoek). Ook alle overige eisen vanuit de TRKvD zijn hierin overgenomen.

4 Milieutechnische eisen klei

De aan te brengen klei moet voldoen aan de geldende milieutechnische eisen. Hiertoe worden veelal AP04-keuringen gedaan. Hierbij gelden in ieder geval de algemeen geldende nationale normen (Besluit Bodem Kwaliteit). Daarnaast wil HHNK in principe alleen zgn. "schone grond" gebruiken vanwege toekomstige werkzaamheden aan de dijken. Dan moet de grond herbruikbaar zijn en zoveel mogelijk vrij en zonder milieurisico's gebruikt kunnen worden. Een extra motivatie is (toekomstige) beweiding.

5 Uitvoering kleikeuring

5.1 Stappenplan aannemer en HHNK

Om de te nemen stappen in de grondkeuring te regelen is het stappenplan "Beoordelingsprotocol Kleileveranties Dijkverbeteringen (Regionale Waterkeringen)" zie bijlage 2, opgesteld. Dit stappenplan moet gevolgd worden in de grondkeuring.

Hierin staat vermeldt wie welke acties moet nemen. In het stappenplan wordt verwezen naar verplicht te gebruiken invulbladen.

De fysische keuring moet ingevuld worden in het "Controleformulier kleileverantie" welke te vinden is in bijlage 3



5.2 Veldbeoordeling (visueel)

Gebleken is dat de aangeboden partijen klei in de praktijk toch heel anders zijn dan in de rapportage van het labonderzoek beschreven wordt. Verder moet de partij homogeen zijn zonder ongewenste bijmenging van zand, veen, puin of andere zaken. Hiertoe is op basis van de visuele keuring in de TR "klei voor dijken" een Checklist veldbeoordeling klei dijkverbeteringen opgesteld, zie bijlage 4. Dit is ook opgenomen in het stappenplan.

5.3 Voorschrift: grondmonsternamen kleikeuringen in depot

De grondmonsternamen voor fysische kleikeuring moeten in volgens het voorschrift grondmonsternamen kleikeuringen in Bijlage 1 worden uitgevoerd.

Regelmatig wordt HHNK geconfronteerd met kleirapporten waarvoor monstername is gedaan vlg. de Standaard (zie 3.3). Door mengmonsters worden te zanderige of te natte klei alsnog goedgekeurd en dat is niet wenselijk voor het waterkerend vermogen en verwerking in de uitvoering. In dit document is beschreven dat mengmonsters voor fysische kleikeuring door HHNK niet worden toegestaan en het aantal monsterpunten in depots zijn aangepast.



6 Onderdelen dijk

Verschillende onderdelen van een dijk leveren een specifieke bijdrage aan het waterkerend vermogen van de dijk. Onderstaand volgt een beknopt overzicht van de functie van verschillende onderdelen van een waterkering, gezien uit oogpunt van waterkerend vermogen.

Buitentalud

Door golfslag en langsstromend water kan erosie van het buitentalud optreden. Hiertoe dient het buitentalud te zijn opgebouwd uit erosiebestendig materiaal. Dit betreft altijd klei, soms in combinatie met een oeververdediging (beschoeiing, stortsteen, etc.). De vereiste erosiebestendigheid is afhankelijk van de grootte van de golfbelasting en de stroomsnelheid van het water, en gedeeltelijk van het ontwerp van de dijk (helling buitentalud, voor wat betreft de golfaanval).

Bij een doorlatend dijklichaam (zandkern) moet de klei op het buitentalud zorgen voor de waterdichtheid van het grondlichaam. Streven is een zo hoog mogelijke waterdichtheid, om de hoogte van de grondwaterstand in de dijk te beperken en ook de hoeveelheid water, die uit het binnentalud treedt, te beperken. De kleisamenstelling op het buitentalud moet zodanig zijn, dat er weinig doorgaande openingen voorkomen (laag zandgehalte) met een geringe gevoeligheid voor scheurvorming (laag lutumgehalte, goed gerijpt c.q. juist watergehalte bij aanbrengen).

Kruin

Ook de kruin dient vaak erosiebestendig te zijn, vanwege overslaand water en neerslag. De vereiste erosiebestendigheid is afhankelijk van de grootte van het ontwerpcriterium t.a.v. het overslagdebiet. Bij een gemiddeld overslagdebiet $< 0,1 \text{ l/m/s}$ behoeft de kruin uit oogpunt van overslaand water niet erosiebestendig te zijn. Tegenwoordig worden extra eisen gesteld tegen het wegspoelen van grond door clusterbuien.

Binnentalud

Om erosie door overslaand water te voorkomen dient ook het binnentalud erosiebestendig te zijn. Conform de kruin is de vereiste erosiebestendigheid afhankelijk van de grootte van het ontwerpcriterium t.a.v. het overslagdebiet. Bij een gemiddeld overslagdebiet $< 0,1 \text{ l/m/s}$ behoeft het binnentalud uit oogpunt van overslaand water niet erosiebestendig te zijn. Er is wel erosiebestendigheid nodig vanwege clusterbuien.

Voor klei op het binnentalud is een waterdichtheid geen eis. Sterker nog, een niet te lage doorlatendheid is gewenst om opsluiting van water (regenwater of infiltrerend boezemwater) in het dijklichaam te voorkomen.

Stabiliteits- of pipingberm

Belangrijkste eigenschap van het materiaal in een berm betreft het gewicht, de sterkte-eigenschappen zijn vaak minder van belang (omdat glijcirkels de berm vaak maar in geringe mate of zelfs geheel niet doorsnijden). Daarnaast kan een drainerende functie vereist zijn om stijging van de grondwaterstand in de dijk te voorkomen.

Algemeen heeft “zwaar” (qua volumiek gewicht) materiaal op de onderberm de voorkeur, omdat dit tot een minimaal ontwerp van de bermdimensies leidt. Daarbij geldt echter tevens dat lichtere materialen beslist wel toegepast kunnen worden, met als (belangrijk) nadeel dat de dimensie van de berm toeneemt. Belangrijkste daarbij is dat in het ontwerp al terdege rekening is gehouden met de materiaalkeuze (m.n. het volumiek gewicht).



Indien een drainerende functie is vereist, dient de berm (geheel of tenminste de onderste meter) te bestaan uit zand. Een ontwerpalternatief met een drainage in de berm heeft niet de voorkeur (vanwege het vereiste onderhoud en de kwetsbaarheid).

Kernmateriaal

Algemeen kan voor het kernmateriaal zowel zand als klei worden gebruikt, tenzij aanvullende eisen worden gesteld aan de waterdoorlatendheid van de dijk of algemeen / standaard beleid is om uit oogpunt van de veiligheid een erosiebestendig dijklichaam te hebben (i.v.m. langzamere bresgroei bij eventuele doorbraak). Belangrijke punten zijn dat:

- in het ontwerp rekening is gehouden met het uiteindelijk toe te passen materiaal, voor wat betreft zowel de sterkte-eigenschappen als de doorlatendheid (schematisering grondwaterstand);
- voorkomen moet worden dat een materiaal wordt gebruikt wat qua doorlatendheid sterk afwijkt van het materiaal in de kern van de aanwezige dijk, omdat anders waterinsluitingen of lokale grondwaterverzadiging optreedt.

Bekledingslaag

Bekledingsklei dient in veel gevallen als voedingsbodem voor talud- of bermbegroeiing (gras).

Daartoe moet de klei kalk bevatten en niet al te dicht zijn. Het luchtgehalte en watergehalte dienen daarbij voldoende groot te zijn. Om die reden mag deze klei niet zeer vet zijn; lutumgehaltes tot 20 à 25% blijken goed te voldoen. De humeuze klei voor bekleding moet zijn klei met erosiebestendigheid 3, een organisch stofgehalte van minimaal 2% en maximaal 5%. Het lutumgehalte mag maximaal 25% zijn. Klei met erosiebestendigheid 1 of 2 is dus niet toegestaan omdat er geen goede erosiebestendige grasmat kan ontwikkelen.

Specifieke elementen

Voorland voor piping

Relevant kenmerk voor de functie van het voorland als kwelweglengte betreft (naast de dikte) de doorlatendheid, of beter de (verticale) hydraulische weerstand. Een slecht doorlatend pakket heeft uit oogpunt van de bepaling van de kwelweglengte voldoende hydraulische weerstand indien:

- het lutumgehalte meer dan 20% bedraagt;
- het zandgehalte minder is dan 35%.

Kleikist

Relevant kenmerk voor de functie van een kleikist is de beperkte waterdoorlatendheid. De doorlatendheid van klei wordt, behalve door het poriëngetal, vooral bepaald door de aard en hoeveelheid lutum.

Eisen voor een kleikist:

- lutumgehalte > 20 %;
- zandgehalte < 35%.

Wegcunet, drainagezand, etc. (algemeen: civieltechnische onderdelen):

Dit betreft meer algemene civieltechnische onderdelen waarvoor specifieke eisen zijn geformuleerd, en die zijn beschreven in bijv. de RAW of CUR. Deze eisen worden hier niet herhaald, maar algemeen wordt gesteld dat de toe te passen materialen aan deze eisen dienen te voldoen. Er wordt hier niet in gegaan op de materiaaleisen voor enkele bijzondere onderdelen (zoals klei onder harde bekleding). Hiervoor gelden aparte eisen.



7 Grond als bouw materiaal voor een dijk

Voor een dijkverbetering door middel van een grondoplossing bestaan vier 'basisgrondsoorten', te weten veen, zand, klei en baggerspecie. Onderstaand volgt een korte uitleg.

Veen is als bouw materiaal voor waterkeringen niet geschikt. Vooraleerst heeft veen slechte sterkte-eigenschappen en een laag volumiek gewicht. Toepassing van veen leidt tot een niet optimaal ontwerp van de waterkering. Daarnaast oxideert veen (bij blootstelling aan de lucht), wat dit materiaal weinig geschikt als bouw materiaal maakt.

Zand is in principe geschikt voor toepassingen in steunbermen van waterkeringen. De waterdoorlatendheid is groot en hierdoor ontstaat een lage freatische lijn in de steunberm. Ook als kernmateriaal van een waterkering wordt zand soms toegepast, voorwaarde hierbij is wel dat de waterdoorlatendheid van de waterkering wordt gegarandeerd door een afsluitende kleikist aan de buitenzijde van de waterkering. Zand kan bovendien nooit de buitenste laag van een waterkering zijn, omdat zand gevoelig is voor erosie. Dus voor aanvulling van het talud op een bestaande kleidijk in principe niet gebruiken. Er zal dan altijd een afdekkende leeflaag ("humeuze klei") moeten zijn, die voldoet aan bepaalde eisen. Dit geldt voor zowel bij gebruik als kernmateriaal als bij gebruik in steunbermen.

Klei is en wordt veel gebruikt in waterkeringen. Klei heeft over het algemeen goede sterkte- en waterkerende eigenschappen en is goed bestand zijn tegen erosie. Er zijn heel veel kleisoorten en klei kan echter verschillende samenstellingen hebben met de daarbij horende eigenschappen. De samenstelling van klei is ook niet altijd geschikt. Verder is het van belang op welke plek in de waterkering de klei gebruikt wordt. De omstandigheden en belastingen zijn verschillend. Hierdoor kunnen er andere eisen zijn voor de verschillende toepassingen van klei in waterkeringen.

Baggerspecie is geen grondsoort op zich. Belangrijkste kenmerk van baggerspecie is het hoge poriënvolume en (daarmee samenhangend) het hoge watergehalte. Na rijping ontstaat een "gewone" grondsoort, afhankelijk van de aard van de bagger zelf (de textuur) kan sprake zijn van kleilig zand tot organische klei. Rijping van baggerspecie gaat echter gepaard met afname van het volume, door de krimp ontstaat scheurvorming in het materiaal. Bagger heeft slechte sterkte-eigenschappen, de sterkte neemt toe tijdens rijping. Dit maakt bagger ongeschikt voor directe aanwending in een dijk. Directe toepassing lijkt hooguit haalbaar voor de leeflaag op de stabiliteitsberm (mits aan de betreffende kwaliteitseisen wordt voldaan), omdat voor die functie verdichting minder relevant is. Directe toepassing heeft echter als consequentie dat de laag na rijping moet worden bewerkt om eventuele scheuren te verdichten (dat is dus niet zozeer een argument voor ongeschikt zijn, maar een verplichting voor onderhoud van de dijk). Bagger kan na rijping in een depot wel worden gebruikt voor dijkverbetering op de onderberm (mits milieukundig acceptabel), de toepasbaarheid voor de verschillende onderdelen van een dijk is afhankelijk van de textuur van de bagger.

8 Eisen aan grond als bouw materiaal

8.1 Algemene eisen

Aan klei als bouw materiaal voor kadeverbetering worden een aantal algemene eisen gesteld (o.a. TRKvD):

- Organische stofgehalte < 5%;
- Zoutgehalte (NaCl g/l bodemvocht) < 4%;



- Kalkgehalte (HCl massaverlies): < 25%;
- Zuurgraad: hier zijn nog geen algemene eisen aan gesteld.
- Geen extreme verkleuringen bij ontgraven of drogen (zoals helder rood, helder geel, helder blauw of veel zwarte plekken¹) ;
- Geen afwijkende sterke geur (rotte eieren, olie- of kolenachtig);
- Geen bij mengingen zoals puin, hout- of wortelresten.

De genoemde percentages zijn massapercentages t.o.v. de droge massa!!

Scheurvorming, onder meer als gevolg van atmosferische omstandigheden, is zeer nadelig voor de waterdoorlatendheid van kleibekleding. Naarmate de klei een hoger gehalte lutum en organisch materiaal bevat is de gevoeligheid voor scheurvorming groter, evenals een hoger watergehalte om moment van aanbrengen. Het lutumgehalte dient daarom hoogstens 25% te bedragen en het percentage organische materiaal maximaal 5%. Ook aan het watergehalte worden daarom eisen gesteld.

8.2 Civieltechnische eisen klei

Het technisch rapport "klei voor dijken" [TAW, 1996] beschrijft de eisen die gesteld worden aan de klei waarmee een waterkering versterkt wordt. Hierbij is met name gekeken naar erosiebestendigheid. Deze eisen zijn gericht op primaire waterkeringen. Ten aanzien van boezemkaden doen zich enkele belangrijke verschillen voor, zo zijn veel kaden minder onderhevig aan golfaanval of stroming en is een waterstand vaak permanent aanwezig op een niveau weinig lager dan het toets- of ontwerppeil. Zodoende kunnen de eisen voor boezemkaden anders zijn. Vanuit dit oogpunt is door STOWA een onderzoek "Grond voor kaden" uitgevoerd. Deze paragraaf beschrijft de conclusies van beide onderzoeken.

8.2.1 Eisen aan klei conform TAW - technisch rapport "klei voor dijken"

In het TAW rapport Klei voor Dijken [TRKvD] worden 3 erosieklassen onderscheiden. Afhankelijk van de (erosie)belasting op het talud kan een meer of minder erosiebestendige categorie klei worden toegepast. Wanneer andere belangen of de wijze van beheer geen andere keuze rechtvaardigen kan de volgende suggestie worden gevolgd.

Categorie 1 klei is geschikt voor buitentaluds met hoge belastingen en bij lage belastingen is categorie 1 of 2 geschikt. Voor een binnentalud met hoge belasting (grote kans op veel overslaand water kan categorie 1 klei worden gebruikt, maar categorie 2 is hier zeker ook toereikend, terwijl bij lage belastingen zelfs soorten klei uit categorie 3 geschikt zijn. Ook voor binnendijkse steunbermen kan meestal worden volstaan met categorie 3 klei. De eisen aan deze categorieën zijn weergegeven in onderstaande tabel 8.1 en figuur 8.1.

¹ Dit duidt vaak op sterke bij mengingen, afwijkingen in chemische samenstelling (ijzer- of mangaangehalte), of (in potentie) een hoge zuurgraad (lage pH).



Tabel 8.1 Overzicht aan de eisen aan klei voor gebruik in dijken

Erosiebestendigheds-categorie	Grenswaarden classificatieproeven (alle getallen zijn massapercentages t.o.v. de droge massa) w_l = vloeigrens I_p = plasticiteitsindex $I_p = 0.73*(w_l - 20)$ is de zogenaamde A-lijn in het plasticiteitsdiagram	
1. Erosiebestendige klei	w_l en I_p en zandgehalte	> 45 > $0.73*(w_l - 20)$ < 40
2. Matig erosiebestendige klei	w_l en I_p en zandgehalte	< 45 > 18 < 40
3. Weinig erosiebestendige klei	w_l en/of I_p en/of zandgehalte	< $0.73*(w_l - 20)$ < 18 > 40

Voor alle klei voor dijken geldt tevens:

Organische stofgehalte < 5

Zoutgehalte (NaCl g/l bodemvocht) < 4

Watergehalte bij verwerken: deklagen: $I_c \geq 0.75$
kern: $I_c \geq 0.60$

en tevens (vanwege mogelijk afwijkende samenstelling):

Kalkgehalte (HCl massaverlies): < 25

Geen extreme verkleuringen bij ontgraven of drogen

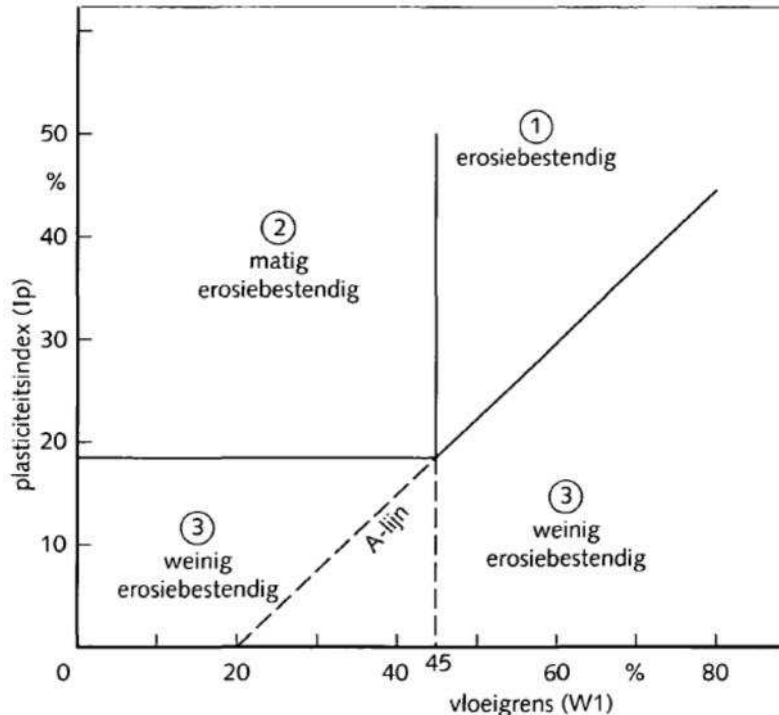
(helder rood, helder geel, helder blauw of veel zwarte plekken)

Geen afwijkende sterke geur

(rotte eieren, olie- of kolenachtig)



De eisen ten aanzien van de vloeigrens en plasticiteitsindex zijn tevens weergegeven in figuur 8.1.



Figuur 8.1 Erosiebestendigheid uitgezet in het plasticiteitsdiagram:
de vergelijking van de A-lijn is $I_p = 0,73 * (W_l - 20)$

De bedoeling van de kleicommissie was om meer klei in aanmerking te laten komen en klei efficiënter te gebruiken. Aanvankelijk was het de bedoeling om maar 2 klassen in te stellen. Later is de middelste klasse (EK 2) toegevoegd.

Belangrijke opmerking bij deze eisen is, dat bij de opzet van het TRKvD uitgangspunt (veronderstelling) was dat de erosiebestendigheid van de klei de sterkte van de dijk bepaalde. Dit inzicht is later bijgesteld, inmiddels is bekend dat de sterkte van een grasbekleding nauwelijks afhangt van de erosiebestendigheid van de klei, maar van de sterkte van de zode (en daarmee de wijze van beheer). Zie bijvoorbeeld onderstaand kader uit het VTV2006 (kader 8-4.1). De notitie bij het TRKvD stelt zelfs het volgende: "Uitgaande van een voldoende sterke grasmat is alle klei volgens NEN-EN-ISO 14688 met minder dan 50% zand geschikt als deklaag voor groene dijken die belast worden door golven tot ca. 0,7 m."

TRKvD proeven op een grasmat met zeer zandige grond van regionale keringen toont dat golven met een golfhoogte kleiner dan 0,2 à 0,3 m geen tot zeer traag schade geeft in een gesloten grasmat. De notitie bij het TRKvD stelt ook dat "Een grasmat die zich onder goed beheer in enkele jaren kan ontwikkelen, kan zonder schade een periode met harde wind en golven tot ca. 0,7 m verdragen."



Kader 8-4.1 van de VTV2006

De erosiebestendigheid zit in de wortellaag. De samenhang in de grond, waardoor de brokjes of aggregaatjes kunnen bestaan, wordt met name bepaald door cementerende stoffen, die afzonderlijke gronddeeltjes aan elkaar kitten. Plantenwortels en vooral de chemische omstandigheden in de directie nabijheid van hun levende cellen, vormen een belangrijke bron, dan wel de oorzaak van het ontstaan van de cementerende stoffen in de zode. De plantenwortels zelf zijn ook een belangrijk middel om de brokken en brokjes bij elkaar te houden. De zeer fijne haarwortels en schimmeldraden in de grond houden de fijne aggregaten bijeen door een kooiwerking. Het netwerk van grotere en fijnere wortels maakt een zode tot een sterke, veerkrachtige en flexibele laag, die kan vervormen zonder te scheuren. Ook is de zode zeer doorlatend, waardoor ook bij een hoge golfbelasting de stabiliteit van het dijktaalud lang gewaarborgd blijft.

Deze bodemvorming speelt zich op zijn sterkst af in de bovenste 15 cm. Hiervoor is geen erosiebestendige klei nodig; een zandige klei voldoet ook, mits deze enige cohesie bezit. Dit is afhankelijk van het zandgehalte.

Een goede erosiebestendige grasmat is veel beter erosiebestendig dan een kaal kleidek van de meest erosiebestendige klei (categorie 1, zie bijlage 8 -2 en [10]. De sterkte van de graszode ontwikkelt zich op zandige klei sneller en beter dan op vette klei.

Erosiebestendige klei verliest op den duur de erosiebestendigheid in de bovenste decimeters ten gevolge van bodemvormende processen (structuurvorming) waarbij scheurvorming en verbrokkeling optreedt. Een graszode kan de erosiebeschermende functie overnemen. Een grasmat heeft echter na aanleg of herstel enige seizoenen nodig om een sterke zode te ontwikkelen. Direct na aanleg of herstel kan een erosiebestendige klei wel, tenminste in het eerste winterseizoen, voor voldoende erosiebestendigheid zorgen.

8.2.2 Eisen aan klei conform STOWA rapport “Grond voor kaden”

Uit de samenvatting

“Uit het onderzoek is gebleken dat door het toepassen van een adequate aanvullende oeververdediging ruimte wordt geschapen voor het toepassen van matig tot weinig erosiebestendige grond of gerijpte baggerspecie op het buitentalud. De mate van erosiebestendigheid van de grond en een aanvullende oeververdediging zijn in zekere zin uitwisselbaar. De eisen ten aanzien van erosiebestendigheid van de grond en de keuze voor de meest doelmatige aanvullende oeververdediging hangen samen met de belasting, beschikbare ruimte, landschappelijke overwegingen en de gewenste onderhoudsfrequentie.

Op de kruin en het binnentalud van de onderzochte kaden is geen schade ten gevolge van hydraulische belastingen aangetroffen, ook al treedt bij enkele gevallen met een grote strijklengte (meerkaden) af en toe golfoverslag op. Uit het onderzoek is gebleken dat indien de kruin en het binnentalud bedekt zijn met een redelijk tot goed gesloten grasmat, kansrijke mogelijkheden aanwezig zijn voor het toepassen van matig tot weinig erosiebestendige grond en gerijpte baggerspecie.”



8.3 Milieueisen (voor alle grondsoorten)

De milieueisen staan verwoord in het “Besluit bodemkwaliteit”. Naast de wetgeving is het beleid van het hoogheemraadschap HHNK dat er voor de waterkeringen schone grond wordt gebruikt. Dit heeft te maken met het hergebruik van de grond op andere plekken en onzekerheid over toekomstige wetgeving, zodat geen belemmeringen of beperkingen ontstaan voor toekomstige dijkversterkingen. Zoals gesteld is deze wens strenger dan de (nationale) wetgeving voorschrijft.

8.4 Eisen betreffende klei tijdens aanbrengen / verwerking

Voor klei geldt dat het watergehalte tijdens het aanbrengen van de grond aan bepaalde eisen moet voldoen. *Achtergrond: dit houdt verband met het kunnen verdichten en het beperken van resterende krimp bij uitdroging na het aanbrengen.* De volgende eisen gelden ten aanzien van het watergehalte bij verwerken:

- Deklaag buiten- en binnentalud : $l_c \geq 0,75$;
- Kern : $l_c \geq 0,60$;
- Leeflaag : $l_c \geq 0,75$.



9 Samenvattend overzicht: kwaliteitseisen grond voor regionale dijken

Buitentalud

De eisen aan grond voor kaden (regionale en overige keringen) zijn afhankelijk van het ontwerp van de kade en de grootte van de golven. Bepalend daarbij is een golfgrootte kleiner of groter dan 0,3 m en de aanwezigheid van een beschoeiing of harde bekleding op het niveau van de permanente waterstand.

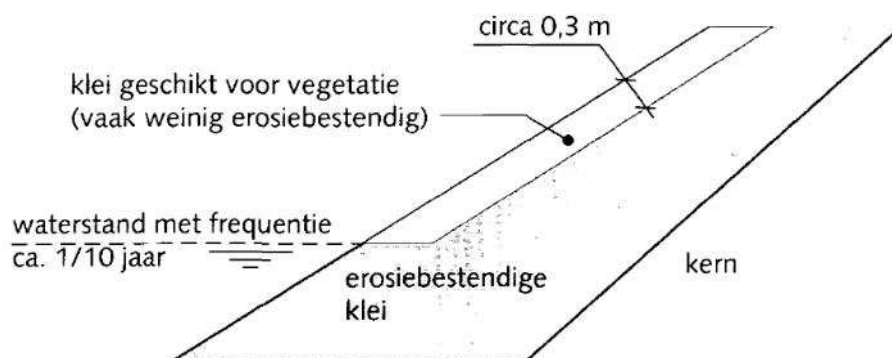
Indien geen verdediging aanwezig is moet de (kale) grond voldoende erosiebestendig zijn. In dergelijke gevallen is zodoende klei van erosiebestendigheidsklasse 1 vereist.

Vanaf het niveau (in termen van een hoogte boven boezempeil) waar een goede graszode zich wel kan ontwikkelen, is dankzij de bescherming door het gras een lagere erosiebestendigheid van de klei nodig. Vanaf dit niveau volstaat een geringere erosiebestendigheid van de klei.

Indien wel sprake is van een oeeververdediging, een goede grasmat en de golfgrootte max. 0,3 m bedraagt, mag klei van erosiebestendigheid klasse 3 worden toegepast. In alle andere gevallen (dus wel oeeververdediging, maar geen goede grasmat of golfgrootten > 0,3 m) is klasse 2 vereist. Tabel 9.1 geeft een overzicht.

Tabel 9.1 Overzicht eisen erosiebestendigheid

Oeververdediging	goede grasmat EN golfgrootte max. 0,3 m	erosiebestendigheid
JA	JA	Klasse 3
JA	NEE	Klasse 2
NEE	n.v.t.	Klasse 1



Figuur 9.1 Principeschets gedifferentieerde toplaat

WAARSCHUWING: indien de huidige dijk hoofdzakelijk uit zand bestaat of een zandcunet aanwezig is moet een met klei aangevuld (aan te vullen) buitentalud worden gecontroleerd op de stabiliteit van de deklaag (afdrukken, -schuiven) bij een val van de boezemwaterstand. Dit stelt aanvullende eisen aan de dikte van de deklaag (of taludhelling)!



Samengevat voor buitentalud:

- Onderwatertalud, indien:
 - kleikern: geen specifieke functie en dus geen specifieke eisen;
 - zandkern: waterremmend, eisen: afgeleid obv eisen VL textuur [L] > 20%; [Z] < 35%.
- Golfzone, indien:
 - oeververdediging:
 - als grasmat = goed EN golfgrootte ≤ 0,3 m: erosiebestendigheid klasse 3;
 - als grasmat = niet goed OF golfgrootte > 0,3 m: erosiebestendigheid klasse 2.
 - geen oeververdediging: erosiebestendigheid klasse 1.
- Boven golfzone, indien:
 - grasmat = goed EN golfgrootte ≤ 0,3 m: erosiebestendigheid klasse 3;
 - grasmat = niet goed OF golfgrootte > 0,3 m: erosiebestendigheid klasse 2.

Kruin

De eisen aan grond voor de kruin zijn afhankelijk van het ontwerpcriterium ten aanzien van het gemiddeld overslagdebiet, waarbij geldt dat bij een gemiddeld overslagdebiet < 0,1 l/m/s geen eisen worden gesteld aan de erosiebestendigheid: elke klei voldoet (gehalte lutum > 8 %).

Bij een overslagdebiet ≥ 0,1 l/m/s zijn de eisen afhankelijk van de (beoogde) bekleding. Indien een grasbekleding (van tenminste de kwaliteit matig) wordt beoogd, geldt:

- overslagdebiet tussen 0,1 en 1 l/m/s: zandgehalte < 40%;
- overslagdebiet ≥ 1 l/m/s²: erosiebestendigheid klasse 2.

Indien open plekken niet kunnen worden uitgesloten, geldt dat bij een overslagdebiet ≥ 0,1 l/m/s klei van erosiebestendigheidsklasse 2 moet worden toegepast.

Samengevat voor kruin:

- overslagdebiet < 0,1 l/m/s: 'alles'
- overslagdebiet ≥ 0,1 l/m/s:
 - indien een grasbekleding (van tenminste de kwaliteit matig) wordt beoogd, geldt:
 - overslagdebiet tussen 0,1 en 1 l/m/s: zandgehalte < 40%;
 - overslagdebiet ≥ 1 l/m/s³: erosiebestendigheid klasse 2.
 - indien open plekken niet kunnen worden uitgesloten: erosiebestendigheidsklasse 2.

Binnentalud

De eisen zijn afhankelijk van het ontwerpcriterium ten aanzien van het gemiddeld overslagdebiet, waarbij geldt dat bij een gemiddeld overslagdebiet < 0,1 l/m/s geen eisen worden gesteld aan de erosiebestendigheid: elke klei voldoet (gehalte lutum > 8 %).

Bij een overslagdebiet ≥ 0,1 l/m/s zijn de eisen afhankelijk van de (beoogde) bekleding. Indien een grasbekleding (van tenminste de kwaliteit matig) wordt beoogd, geldt:

- overslagdebiet tussen 0,1 en 1 l/m/s: zandgehalte < 40%;

²Veronderstelling daarbij is dat een nog te kiezen ontwerpcriterium voor het overslagdebiet bij kadeverbetering weinig hoger dan 1 l/m/s zal zijn. Deze kwaliteitseis is geldig tot een gemiddeld overslagdebiet van max. 5 l/m/s.

³Veronderstelling daarbij is dat een nog te kiezen ontwerpcriterium voor het overslagdebiet bij kadeverbetering weinig hoger dan 1 l/m/s zal zijn. Deze kwaliteitseis is geldig tot een gemiddeld overslagdebiet van max. 5 l/m/s.



- overslagdebiet $\geq 1 \text{ l/m/s}^4$: erosiebestendigheid klasse 2.

Indien open plekken niet kunnen worden uitgesloten, geldt dat bij een overslagdebiet $\geq 0,1 \text{ l/m/s}$ klei van erosiebestendigheidsklasse 2 moet worden toegepast.

WAARSCHUWING: indien de huidige dijk hoofdzakelijk uit zand bestaat moet een met klei aangevuld (aan te vullen) binnentalud worden gecontroleerd op de stabiliteit van de deklaag (afdrukken, -schuiven). Dit stelt aanvullende eisen aan de dikte van de deklaag (of taludhelling)!

Stabiliteits- of pipingberm

Zand⁵ en / of klei kan worden gebruikt voor stabiliteits- of pipingberm, en er zijn geen specifieke eisen (wel gelden alle algemene eisen). Indien een drainerende functie is vereist, dient de berm (geheel of tenminste de onderste meter) te bestaan uit zand.

Kernmateriaal

Zowel zand⁶ als klei kan worden gebruikt voor kernmateriaal, tenzij aanvullende eisen worden gesteld aan de (on-) doorlatendheid van de dijk, of vanuit algemeen / standaard beleid het lokaal nodig is om uit oogpunt van de veiligheid een erosiebestendig dijklichaam te hebben.

Klei van erosieklasse 1 is niet geschikt omdat het te “vet” is. Als de huidige dijk al volledig uit zand bestaat dan kan hier van afgeweken worden. Dan zijn weer wel aanvullende maatregelen (kleikoffer, erosiebestendige kleilaag en bekledingslaag) nodig.

Kleilaag in het voorland: piping

Deklagen in het voorland ter vergroting van de kwelengte dienen aan te sluiten op de kleilagen in het buitentalud van de dijk. De lagen in het voorland worden niet of nauwelijks belast door golfslag. De functie van deze laag is infiltratie van boezemwater zoveel mogelijk te beperken. Hiervoor is een zo laag mogelijke doorlatendheid vereist.

Conform LTR [STOWA, 2010] geldt dat een slecht doorlatend pakket uit oogpunt van de bepaling van de kwelweglengte voldoende hydraulische weerstand heeft indien:

- het lutumgehalte meer dan 20% bedraagt;
- het zandgehalte minder is dan 35%;
- de dikte tenminste 1,5 m bedraagt.

Leeflaag

De leeflaag dient in veel gevallen als voedingsbodem voor talud- of bermbegroeiing (gras). Daartoe moet de klei kalk bevatten en niet al te dicht zijn. Het luchtgehalte en watergehalte dienen daarbij voldoende groot te zijn. Om die reden mag de leeflaag tijdens de uitvoering niet te zeer verdicht worden.

⁴ Veronderstelling daarbij is dat een nog te kiezen ontwerpcriterium voor het overslagdebiet bij kadeverbetering weinig hoger dan 1 l/m/s zal zijn. Deze kwaliteitseis is geldig tot een gemiddeld overslagdebiet van max. 5 l/m/s .

⁵ Bij toepassing van zand dient het aangebrachte zand te worden afgedekt met een leeflaag van tenminste 0,5 m dik, ten behoeve van de grasbegroeiing. Dit houdt in dat bij kadeverbeteringen met een beperkte omvang de toepassing van zand niet eenvoudig mogelijk is. Toepassing van zand vereist in dergelijke gevallen het ingraven van het zand.

⁶ Idem



Specifieke eisen:

- een organisch stofgehalte van minimaal 2% en maximaal 5%⁷,
- het lutumgehalte mag maximaal 25% zijn;
- niet (te veel) verdichten.

Ten aanzien van de minimale dikte van de leeflaag geldt het volgende:

- op kleidijken: de leeflaag dient (minimaal) 0,3 m dik te zijn;
- op eventuele zanddijken of zandlagen (stabiliteitsberm) is ten behoeve van voldoende vochtvasthoudend vermogen een totale dikte van een afdeklaag van 0,5 m benodigd, deze laag kan ofwel volledig bestaan uit een leeflaag, ofwel uit een 'gewone' kleilaag met daarboven 0,3 m leeflaag.

⁷ Onder voorwaarden is op de binnenberm een gehalte organische stof tot 10% acceptabel;



Bijlage 1: Voorschrift grondmonstername kleikeuringen in depot

Protocol voor de monstername voor de erosieklassebepaling van klei voor dijken is:

- **Geen mengmonsters toegestaan!!**
- **Aantal monsternamepunten** bedraagt ten minste:
 - één per 1000 m² bij een depotdikte van minder dan 5 m, ofwel
 - één per 5000 m³ bij een depotdikte van 5 m of meer.Het totale aantal monsternamepunten bedraagt ten minste drie.
- **Aantal monsters over de diepte / hoogte per monsterpunt**
T.a.v. het aantal monsters per diepte (depothoogte) vanwege wisselende vochtgehalte/samenstelling is de richtlijn:
Depotdikte < 2 m, 1 boring in het hart van de partij
Depotdikte => 2 m, 1 boring in het hart van de partij, en 1 boring op 0,5 m boven het ondervlak of het oorspronkelijk maaiveld.

Dus het aantal monsters bedraagt ten minste 3 tot 6 monsters.

Korte uitleg m.b.t. dit protocol monstername

Aanleiding protocol monstername

HHNK wijkt af van het gestelde aangaande de monstername van klei in de Standaard (CROW). Het bestaande monstername voorschrift in de Standaard (CROW) is op onderdelen niet goed en onvolledig ten aanzien van de waterveiligheid. Veel monsters met verschillende samenstelling worden gemengd tot 1 labmonster en dan is er alleen een beoordeling over het gemiddelde. Te zanderige of te natte monsters kunnen hierdoor alsnog goedgekeurd worden en dat is niet wenselijk bij dijken.

Uiteenzetting feiten/ omstandigheden/ overwegingen

Geen mengmonsters

Technische Richtlijn van Klei op Dijken van de TAW

Na literatuurstudie bleek dat mengmonsters niet zijn toegestaan in de Technische Richtlijn van Klei op Dijken van de TAW. Dat is de basis van kleikeuringen.

In de Technische Richtlijn van Klei op Dijken van de TAW staat in hoofdstuk 5.2.3 Monsterneming van deze richtlijn: "Bij het vooronderzoek mogen voor het bepalen van kleicategorieën geen mengmonsters gebruikt worden."

Intern beleid HHNK

Intern gevoerd beleid bij HHNK is al enige tijd om **geen mengmonsters** te nemen, omdat de gehele partij moet voldoen aan de EK-eisen en niet het gemiddelde. Vereist is een goed beeld van de spreiding van de kwaliteit van de aangeboden grond.



Bijlage 2: Beoordelingsprotocol Kleileveranties Dijkverbeteringen (Regionale Waterkeringen)

Nr.	Door wie:	Acties:	Termijn:	Besluit:
1a	Aannemer	- Bestuderen beschikbare fysische rapportages en milieu-hygiënische rapportages van de aan te bieden (te leveren) partij klei of grond. - Invullen van “<i>Controleformulier kleileverantie.xls</i>”. - Trekken conclusies t.a.v. geschiktheid van de partij. - Aanleveren beschikbare rapportages van de aan te bieden (te leveren) partij klei/grond, evenals het ingevulde “<i>Controleformulier kleileverantie.xls</i>” aan HHNK/Directie.	Min. 5⁸ weken voor de leverantie	Partij klei of grond is (voldoende) geschikt om aan te bieden en daarmee te voldoen aan de besteksverplichting(en). (NB. Bij evt. afwijkingen van de besteksverplichtingen, per afwijking in “<i>Controleformulier kleileverantie.xls</i>” een onderbouwing geven waarom de partij toch geschikt zou zijn).
1b	HHNK	Beoordeling van ontvangen rapportages. - Evt. aanvullen van “<i>Controleformulier kleileverantie.xls</i>”. - Trekken (eerste) conclusies t.a.v. de toepasbaarheid (haalbaarheid) van de partij klei of grond. - Aangeven van evt. bezwaren t.a.v. de ontvangen gegevens.	- Binnen 5 werkdagen (1 week) na actienr. 1a; - schriftelijke melding aan de aannemer⁹.	Eerste conclusie t.a.v. geschiktheid partij klei/grond: 1. Uitvoeren van een visuele keuring (zie 2a) 2. Partij direct afwijzen 3. Partij direct goedkeuren¹⁰
2a	HHNK	Visuele keuring van de partij in het veld, door een expert van HHNK, op basis van de uitkomsten van de ontvangen gegevens. - Invullen “<i>Checklist veldbeoordeling klei tbv verbeteringen regionalewaterkeringen.docx</i>”.	- Binnen 5 werkdagen (1 week) na actienr. 1b - schriftelijke melding aan de aannemer	Tweede conclusie t.a.v. geschiktheid partij klei/grond: 1. Goedkeuren partij

⁸ dit is afwijkend van artikel 22.03.06 van de Standaard 2015

⁹ ref: (Standaard 2015, 22.03.08)

¹⁰ Uitzondering, bijvoorbeeld bij heel kleine hoeveelheden



		Trekken (tweede) conclusie(s) t.a.v. geschiktheid partij, en toevoegen aan “<i>Controleformulier kleileverantie.xls</i>”.		- Complementeren van de rapportages met puntmonsters¹¹ (zie 2b) - Afwijzen partij
2b	Aannemer	- Laten uitvoeren van aanvullende onderzoeken o.b.v. puntmonsters⁴ - Aanvullen van “<i>Controleformulier kleileverantie.xls</i>”. - Aanleveren aanvullende rapportages, evenals het verder ingevulde “<i>Controleformulier kleileverantie</i>” aan HHNK/Directie.	Binnen 10 werkdagen (2 weken) na actienr. 2a.	- Wel of niet uitvoeren aanvullende onderzoeken. - Partij klei of grond is (voldoende) geschikt om aan te bieden en te voldoen aan de besteksverplichting(en).
3	HHNK	Beoordeling van aanvullende onderzoeken/rapportages. - Evt. aanvullen van “<i>Controleformulier kleileverantie.xls</i>”. - Trekken finale conclusie(s) t.a.v. geschiktheid partij.	- Binnen 5 werkdagen (1 week) na ontvangst aanvullende rapportages (actienr. 2b) - schriftelijke melding aan aannemer.	Finale conclusie t.a.v. geschiktheid partij: - Goedkeuren partij - Afwijzen partij

¹¹ conform “protocol monsternamen klei voor dijkverbeteringen”



Bijlage 3: Controleformulier kleileverantie

Controleformulier¹² is in Excel en is bij HHNK beschikbaar.

Controleformulier kleileverantie		corasanummer: 13.0018160		versie 27 september 2016 Theo Reuzenaar	
Project:					
Besteksnummer:					
Bestekspost:					
Beoogde toepassing:					
Locatie herkomst klei/gronddepot:					
Huidige locatie klei/gronddepot:					
Fysische rapportages:		1.			
		2.			
		3.			
Milieuhygiënische rapportages:		1.			
		2.			
		3.			
Datum:		aanvulling 1:		aanvulling 2:	
Naam beoordeelaar:		aanvulling 1:		aanvulling 2:	
Bedrijf:		aanvulling 1:		aanvulling 2:	
Bevindingen, conclusie(s):		na aanvulling 1: <.....>		na aanvulling 2: <.....>	

Monster nr. → (per monster nieuw tabblad)	<.....>	Eenheid	Verwijzing (RAW 2010/2015)	Eis, grens	waarde meting / uit rapportage	voldoet aan eis? (ja / nee)	verschil t.o.v. eis	Toelichting / opmerkingen:
Bestek, eisen								
	Milieuhygiënische klasse	[-]						
	Erosiebestendigheidsklasse	[-]						
	Soortelijk gewicht	[kg/m³]						
	Consistentieindex (I _c)	[-]						
	Luthumgehalte	[%]						
	Natuurlijke oorsprong	[-]						
	Fysische keuring o.b.v. punt- of mengmonsters?	[-]						
	<Aanvullende eis 1>							
	<Aanvullende eis 2>							
	<Aanvullende eis 3>							
Klei, eisen algemeen								
	klei (is het klei) NEN-ISO 14688			kleidriehoek				Onder klei wordt verstaan de grondsoort die volgens NEN-EN ISO 14688 met de hoofdnaam klei wordt aangeduid.
	Homogeen		22.06.06-02	ja				
	Organische stof	[%]	22.06.06-03	< 5				
	HCL massa-verlies (o.a. kalkgehalte / CaCO ₃)	[%]	22.06.06-04	< 25				
	Zoutgehalte (NaCl)	[g/l]	22.06.06-05	< 4				
Klei, eisen erosiebestendigheid								
	Erosiebestendigheidsklasse EK1 (Erosiebestendig)							
	Vloeigrens (w _f)	[%]	22.06.07-01 a	> 45				
	Plasticiteitsindex (I _p)	[%]	22.06.07-01 b	> 0,73*(w _f -20)				
	Minerale delen < 63µm	[%]	22.06.07-01 c	> 60				
	Erosiebestendigheidsklasse EK2 (matig erosiebestendig)							
	Vloeigrens (w _f)	[%]	22.06.07-02 a	< 45				
	Plasticiteitsindex (I _p)	[%]	22.06.07-02 b	> 18				
	Minerale delen < 63µm	[%]	22.06.07-02 c	> 60				
	Erosiebestendigheidsklasse EK3 (weinig erosiebestendig)							
	Vloeigrens (w _f)	[%]	22.06.07-03					
	Plasticiteitsindex (I _p)	[%]	22.06.07-03					
	Minerale delen < 63µm	[%]	22.06.07-03					

¹² Zie Corsa nummer [13.0018160](#)



Bijlage 4: Checklist¹³ veldbeoordeling klei dijkverbeteringen (Regionale Waterkeringen)

De checklist is in Word en is bij HHNK beschikbaar.

Datum:		Beoordeling door:		Betreft klei t.b.v.:	
Locatie:		Erosieklasse:	EK1/ EK2/ EK3*	Overige referentie:	

Meenemen/regelen: laarzen, enkele uitdraaien van dit formulier, documenthouder, pen/potlood, grondboor (Edelman, guts) met verlengstukken, (mini)kraan op locatie

Monsterpunten: gelijkmatig verdelen over depot en over diepte. Waar mogelijk ook overeen laten komen met fysische rapportage

Risico's: let op eigen veiligheid, niet boren in (potentieel) verontreinigde grond

nr	Omschrijving:	Ref:	Handleiding:	Achtergrond:	Voor:	Waarneming* :	Conclusie(s), Opmerkingen:
1	Geen extreme verkleuringen	1	Zijn er helder rode, helder gele, helder blauwe of veel zwarte plekken zichtbaar?	Kan duiden op chemische verontreinigingen	EK1, EK2, EK3	geen / enkele/veel	
2	Geen sterk afwijkende geur	1	Heeft de klei een geur van rotte eieren, olie of kolenachtig?	Kan duiden op chemische verontreinigingen	EK1, EK2, EK3	ja/nee	
3a	Homogeniteit	1	Is de partij klei gelijkmatig van samenstelling? (op basis van totaal aanblik en vergelijking van de diverse gestoken monsters)	Zijn conclusies uit rapportages voldoende van toepassing op gehele partij?	EK1, EK2, EK3	Ja/nee	

¹³ **Corsa** [13.0018159](#)



3b		1	<i>Zijn er sterke zandconcentraties of zandlenzen zichtbaar?</i>	<i>Leidt tot sterke afname erosiebestendigheid</i>	EK1, EK2, EK3	<i>geen / enkele / veel</i>	
3c			<i>Zijn duidelijk waarneembare organische bestanddelen zichtbaar?</i>	<i>Beperken van krimp en afname erosiebestendigheid</i>	EK1	<i>< 1% / < 5% / > 5%</i>	
4	<i>Fysische Verontreinigingen</i>	1	<i>Zijn er vreemde bestanddelen, zoals puin, wortels van planten en houtresten, in zodanige hoeveelheden aanwezig dat deze schadelijk zijn voor de constructieve toepassing van de klei?</i>	<i>Klei moet geschikt zijn voor dijkverbetering</i>	EK1, EK2, EK3	<i>< 1% / < 5% / > 5%</i>	
5	<i>Zandgehalte</i>	1, 3	<i>Hoe voelt de klei aan als je het door je vingers wrijft? (ruw-scherp- schurend, melig- minder scherp of glimmend glad?)</i> <i>A. Ruw / scherp / schurend (=zanderig), melig** / minder scherp (=siltig) of glimmend glad (= kleilig)</i> <i>B. vette kleien (hoog luthumgehalte) vallen doorgaans in cat. EK1 – EK2, zanderige klei in EK3</i>	<i>Teveel zand (> 40%) leidt tot onvoldoende erosiebestendigheid</i>	EK1	<i>ruw-scherp- schurend / melig-minder scherp/ glimmend glad</i>	
6	<i>Watergehalte / Consistentie</i>	2	<i>Is de klei gerijpt of vrijwel gerijpt? Kenmerken zijn:</i> <i>A. Het is tamelijk stijf/matig stevig</i> <i>B. Er zijn al duidelijke grotere structuurelementen te onderscheiden.</i> <i>C. Het kleeft weinig tot enigszins aan de handen, maar is niet smeerbaar.</i> <i>D. Het kan niet, tot niet gemakkelijk, tussen de vingers doorgeperst worden.</i>	<i>Voldoende goed te verdichten</i>	EK1, EK2, EK3	<i>(vrijwel) gerijpt / half gerijpt / (vrijwel) ongerijpt</i>	
7a	<i>(Visuele) Beoordeling EK1</i>	2, 3	<i>A. De grond in geroerde vochtige toestand (maar niet nat) is erg kleverig, dat wil zeggen het blijft aan de vingers kleven en meer of minder aan elkaar zitten als de vingers voorzichtig van een getrokken worden.</i> <i>B. Er kunnen rolletjes worden gemaakt van ongeveer 40 mm lang met een diameter van ongeveer 4 mm, zonder dat de rolletjes gemakkelijk breken, als het vochtgehalte niet te laag dan wel te hoog is (hiervoor is enig</i>	<i>Klei voldoet visueel (experimenteel) aan EK1</i>	EK1	<i>A. Ja/nee B. Ja/nee</i>	



			<i>experimenteren met vochtgehalte van de grond nodig).</i>				
7b	(Visuele) Beoordeling EK3	2, 3	<i>A. De grond bestaat op het oog voornamelijk uit zandkorrels.</i> <i>B. De grond is weinig kleverig (er blijft weinig of geen grond aan de vingers hangen na knijpen in de grond.</i> <i>C. De grond is niet goed tot een balletje of draadje te kneden is (met uitzondering van harde droge grond.</i> <i>D. De grond droogt relatief snel (binnen enige minuten) op als het op de handpalm heen en weer wordt gewreven en gekneed, waarbij de grond vaak in poeder of in korreltjes uiteen valt.</i>	Klei voldoet visueel (experimenteel) aan EK3	EK3	<i>A. Ja/nee</i> <i>B. Ja/nee</i> <i>C. Ja/nee</i> <i>D. Ja/nee</i>	
7c	(Visuele) Beoordeling EK2	2,3	Ligt tussen 7a en 7b in	Klei voldoet visueel (experimenteel) aan EK2	EK2	<i>Ja/nee</i>	

* omcirkelen wat van toepassing is
onsamenhangend, poederachtig

** Melig betekent: meelachtig, kruimig, droog, enigszins

Referenties

1. Technisch rapport Klei voor dijken, TR17, Delft mei 1996
2. Grond voor kaden, praktijkonderzoek naar de ontwikkeling van fysische kwaliteitseisen voor grond in boezemkaden, STOWA, 2002-38, ISBN 90-5773-192-4
3. Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV2006), ISBN 978-90-369-5762-5, september 2007